

Those societies which cannot combine reverence to their symbols with freedom of revision, must ultimately decay either from anarchy, or from the slow atrophy of a life stifled by useless shadows.

Gemeenschappen die eerbied voor hun tradities niet kunnen combineren met de vrijheid om ze te herzien, moeten uiteindelijk uit elkaar vallen, ofwel door anarchie, ofwel door het trage afsterven van een leven dat verstard geraakt is door waardeloze schimmen.

A.N. Whitehead, *Symbolism. Its Meaning and Effect*

© 1994, Uitgeverij Pelckmans, Kapelsestraat 222, 2950 Kapellen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without prior written permission from the publisher.

Omslag en typografie:
Studio Uitgeverij Pelckmans

Omslagillustratie:

Fred Bellefroid, ballet bij *Also sprach Zarathustra* van Richard Strauss

Afbeeldingen:

De figuren in de bijdrage van blz. 57-79 zijn van de hand van Patricia Konings.

NUGI 611
D/1994/0055/97
ISBN 90 289 2031 5

Maatschappelijke zetel van Worldviews vzw, Kouter 80, B-9000 Gent

INHOUD

INLEIDING. VAN PROJECT TOT EERSTE SCHETSEN
Hubert Van Belle en Jan Van der Veken 11

- 1 Wereldbeelden I: Van fragmentering naar integratie 14
- 2 Wereldbeeld of wereldbeelden? 15
- 3 De zeven taken van 'wereldbeeldenconstructie' 15
- 4 Van Wereldbeelden I naar Wereldbeelden II 16

I HET SPEL VAN DE BIOMOSA.
EEN BEELD VAN ONTDEKKING EN CREATIE
Diederik Aerts 19

- 1 Quantummechanica en het ruimtebeeld 19
- 2 Is de kat van Schrödinger dood of levend, of geen van beide? 21
- 3 De nieuwe formalismen en de valse paradoxen 23
- 4 De Einstein-Podolsky-Rosen paradox en de quantum-klassiek relatie 25
- 5 De nieuwe experimenten 27
- 6 De oorsprong van de quantumwaarschijnlijkheden 29
- 7 Ontdekking en creatie: de rol van de ruimte 31
- 8 Het wordingsproces: de biomosa 34
- 9 Entropie en creatie: Boltzmann en de statistische mechanica 36
- 10 Shannon en de informatietheorie 40
- 11 Creatie en perpetuatie in verschillende lagen 42
- 12 De verschillende tongen van de biomosa 47
- 13 Het project zelf 51

2 VAN CEL TOT BEWUSTZIJN: EEN WERELD VAN LEVEN
Edel Maex 57

- 1 Het cellulaire niveau 58
- 2 Het metacellulaire niveau 60
- 3 Het sociale niveau 65

4	Taal 68
5	Bewustzijn 73
6	Psychiatrie 76
7	Wereldbeelden 78
8	Mystiek 79
3	DE VELE GEZICHTEN VAN DE WERELD. WERELDBEELDEN IN AGRARISCHE CIVILISATIES EN IN MODERNE SAMENLEVINGEN <i>Staf Hellemans</i> 81
1	Wereldbeelden in het meervoud 82
	1.1 Soorten wereldbeelden 82
	1.2 In elkaar verstrengelde wereldbeelden 85
	1.3 De evolutie van wereldbeelden 87
2	Van de jacht- en pluksamenlevingen naar agrarische civilisaties 88
3	Schaarste en de cellulaire structuur van agrarische civilisaties 89
	3.1 Schaarste 90
	3.2 Horizontale en hiërarchische segmentering 91
	3.3 Een 'gebonden' individualiteit en de hang naar stabiliteit 93
4	Wereldbeelden in de christelijke middeleeuwen 94
	4.1 Het christendom als gemeenschappelijke koepel 95
	4.2 Het cellulaire pluralisme 96
5	Unificatie en individualisering in de moderne maatschappij 98
	5.1 De terugdringing van de schaarste 98
	5.2 Een eengemaakte wereld 99
	5.3 Van gespecialiseerde 'total institutions' naar selectieve specialismen 100
	5.4 Verandering als constante 101
	5.5 Individualisering 102
	5.6 Nieuwe wereldbeelden in een gewijzigde wereldbeelden- constellatie 103
6	Nieuwe zekerheden in een veranderende wereld (1800-1945/60) 104
	6.1 De vooruitgangsidee als nieuwe achtergrondideologie 104
	6.2 De wereldbeeldvormende kracht van nieuwe intermediaire structuren 105
	6.3 Concurrerend gesegmenteerd pluralisme 105
7	Na 1960: wereldbeeldenconstructie op schuivende ondergrond 108
	7.1 Een tweede moderniseringsgolf 108
	7.2 Een tijd van niet-aflatende wereldbeeldconstructie 109
	7.3 Opties en grenzen verkennen 112

4	WERELDBEELDEN, WETENSCHAP EN TECHNOLOGIE <i>Bart De Moor</i> 115
1	De postmoderne technotoop 117
	1.1 Het ontotheologisch schisma 117
	1.2 De postmoderne fragmentatie 118
	1.3 De tirannie van de techniek 120
	1.4 Postmodernisme in en door wetenschap en techniek 125
2	Wereldbeelden als modellen van de wereld 126
	2.1 Het postmodernisme voorbij? 126
	2.2 Modellen 127
	2.3. Een model is niet het systeem 133
	2.4. Wetenschap is geen wereldbeeld 137
5	HET DENKKADER VAN DE SYSTEEMTHEORIE <i>Hubert Van Belle</i> 141
1	Een terreinverkenning 141
2	Modelvorming en simulatie 146
3	Beheersing van complexe systemen 151
4	Integratie en unificatie 154
5	Grondslagen van de systeemtheorie 158
6	Invarianten en maxima- en minimaprinicipes 164
7	Doelgerichtheid en finaliteit 166
8	De wereld als een spel 171
9	Complexiteit en evenwicht 173
6	GEEN MENS ZONDER KOSMOS. GEEN KOSMOS ZONDER MENS? <i>Jan Van der Veken</i> 181
1	Van antropogenese naar kosmogenese 182
2	De Copernicaanse wending: de mens weggerukt uit het centrum 184
3	Heeft de mens dan toch een bevoorrechte plaats? 184
4	Het omstrede 'antropisch principe' 186
5	Is onze kosmos 'een kosmos om in te leven'? 188
6	Er zijn nog vele vragen, maar ook enkele antwoorden 190
7	Filosofische en theologische implicaties van de hedendaagse kosmologie 193

- 7 SYMMETRIE EN SYMMETRIEBREKING:
 ONTOLOGIE IN WETENSCHAP
 Schets voor een Geheel
Leo Apostel 199
- Inleiding en samenvatting 199
- A Symmetrieën 201
- I Symmetrieën en de anorganische natuur 201
- 1 Zijn en worden 201
 - 2 Variaties en symmetrieën: symmetrieën van lichamen 202
 - 3 Variaties en symmetrieën: symmetrieën van wetten 203
 - 4 Discontinue en approximatieve symmetrieën 205
 - 5 Interne symmetrieën 205
 - 6 Lokale en globale symmetrieën 206
 - 7 Perspectiefverandering: invarianten en symmetrieën als zoekstrategieën 207
 - 8 Gecombineerde symmetrieën 207
 - 9 Symmetriebrekingen 208
- II Symmetrieën en leven 211
- 1 Golven als symmetrieën en invarianten 211
 - 2 Metabolisme en autoreproductie als symmetrieën 212
 - 3 De antisymmetrieën en symmetrieën van het DNA 213
 - 4 Symmetrieën van globale biologische vormen 213
- III Symmetrieën en mens 214
- 1 Symmetrie en antropologie 215
 - 2 Symmetrie en norm: wederkerigheid 216
 - 3 Symmetrie, Gestalt en intellect 216
- B De symmetriebrekingen
 Tijd, verandering en onomkeerbaarheid 217
- I Asymmetrieën in de anorganische natuur 218
 - II Asymmetrie en ervaring 222
 - III Asymmetrieën in leven en mensheid 222
- C Vier fundamenteel verschillende wereldbeelden 225
- D Schets voor een ontologische 'deductie' van systeem en oorzaak, van symmetrie en symmetriebreking 227
- I Onze optie 228
 - II Ontologie: wat is zijn? 228
 - III Zijn, systeem en oorzaak 228
 - IV Wat wordt afgeleid? 232
 - V Symmetriebrekingen en symmetrieën eisen elkaar op en volgen beide als mogelijkheidsvoorwaarden uit de natuur van het zijn 232
 - VI Galilei-relativiteit, ijsymmetrie en systeem; onomkeerbaarheid en causaliteit 233
 - 1 Relativiteit en subsystemen 233
 - 2 Ijsymmetrieën en systemen 234

- 3 Subsystemen als systemen 234
 - 4 Causaliteit en onomkeerbaarheid 235
- E Zin en waarde 236
- F Praktische gevolgen 237
- G Karakteristieken van de totaliteit 238
- H Werk voor de toekomst? 242
- 8 DE ONVOLTOOIDE SYMFONIE. STELLINGNAMEN,
 CONVERGENTIES, DIVERGENTIES EN LACUNES
Leo Apostel 247
- I Inleiding: stellingnamen 247
- 1.A Diederik Aerts 247
 - 1.B Edel Maex 247
 - 1.C Staf Hellemans 248
 - 1.D Bart De Moor 248
 - 1.E Hubert Van Belle 249
 - 1.F Jan Van der Veken 249
 - 1.G Leo Apostel 249
- 2 Convergenties 250
- 2.A De functies van wereldbeelden en wereldbeelden-constructie 250
 - 2.B De gelaagde en hiërarchische structuur van de werkelijkheid 252
 - 2.C Metawereldbeeldtheorie en systeemtheorie 256
 - 2.D Aanloop naar een consensus over 'zijn' 257
 - 2.E Systeemdenken als integrerend patroon? 258
 - 2.F Met de wetenschap voorbij de grenzen van de wetenschap 260
- 3 Divergenties 261
- 3.A Diederik Aerts 261
 - 3.B Edel Maex 263
 - 3.C Staf Hellemans 263
 - 3.D Hubert Van Belle 264
 - 3.E Jan Van der Veken 264
 - 3.F Leo Apostel 264
- 4 Lacunes 267
- 9 WORLDVIEWS IN DE PRAKTIJK
Diederik Aerts 269
- 1 De Vlaamse groepen 270
 - 2 De internationale groepen 274

Literatuurlijst 277
 Personalia 281

Wereldbeelden, wetenschap en technologie

Bart De Moor

Wat is de rol van wetenschap en technologie bij de constructie van wereldbeelden? Dat is de vraag die in deze bijdrage aan bod komt. Vooreerst doen we een poging tot analyse waarbij we onderzoeken hoe de wetenschappen en de techniek hebben geleid tot de huidige postmoderne technotoop. In een tweede deel doen we een poging tot synthese en trachten we die elementen en kenmerken uit de wetenschap en techniek te distilleren die bruikbaar en relevant zijn voor wereldbeeldenconstructie. Nu al mag duidelijk zijn dat dit slechts een schuchter begin kan zijn van een groter onderzoeksprogramma, waarvan de verschillende onderdelen in de (nabije) toekomst moeten worden ingevuld.

Voor een goed begrip is het misschien nodig om in een notedop de zeven componenten van een wereldbeeld in herinnering te brengen zoals die in het eerste boekje van *Worldviews*¹ beschreven werden. Elk wereldbeeld zal de wereld *beschrijven*: in welke wereld leven wij, hoe is de wereld gestructureerd en hoe functioneert zij? Een wereldbeeld zal ook trachten te *verklaren*: waarom is de wereld zoals ze is? Bovendien zal een wereldbeeld elementen bevatten die te maken hebben met *beoordelen* en *waarderen*. Dit alles moet toelaten om de *toekomstmogelijkheden* voor het individu en de mensheid in te schatten (rationele futurologie). Wereldbeelden bevatten zowel een *cognitief* als een *praktisch* aspect. Het cognitieve aspect slaat op de wijze waarop we aan kennisverwerking doen en de manier waarop we met kennis omgaan. Het praktische aspect beschrijft tot welke acties we kunnen overgaan en hoe een geïntegreerd actiemodel deel uitmaakt van een wereldbeeld. Omdat elk wereldbeeld op zich fragmentair is, is er nood aan een confrontatie met andere wereldbeelden. Met andere woorden, er moet gewerkt worden aan een *atlas* van wereldbeelden.

Deze bijdrage is ingedeeld als volgt: in paragraaf 1.1 beschrijven we bondig hoe er in een recent verleden een breuk is geweest,

waardoor wetenschap en techniek een autonoom bestaan zijn gaan leiden. We menen dat daar de kiem te vinden is van de postmoderne technotoop waarin we vandaag leven en waarvan we een impressionistische beschrijving geven in paragraaf 1.2. De centrale idee die we naar voor willen brengen in paragraaf 1.3 is dat vooral wetenschap en techniek een sterke katalyserende rol spelen bij het tot stand komen en de verdere evolutie van onze huidige wereld en wereldbeelden. De techniek is de motor bij uitstek geworden van culturele, sociale, politieke en economische veranderingen. De techniek creëert twee tegengestelde stuwingen: één van toenemende globalisering en haaks daarop, één van toenemende individualisering. Er is echter geen weg terug en dit aspect, namelijk het totalitaire, dwingende karakter van wetenschap en techniek wordt nog altijd onderschat. In paragraaf 1.4 wijden we nog enkele bespiegelingen aan het postmodernisme in de wetenschap.

In de tweede helft van deze bijdrage proberen we aan te tonen dat, hoewel wetenschap en techniek in se onomkeerbare gevolgen hebben, we desondanks slim genoeg moeten zijn om bepaalde elementen ervan om te buigen tot bruikbare werktuigen voor de constructie van wereldbeelden. Dit plaatst de technologie in de klassieke dialectiek van goed en kwaad. Techniek kapselt ons enerzijds in in een eenvormigheid die we kunnen betreuren. Anderzijds verstrooit de techniek macht en kennis, maakt ze daardoor toegankelijker voor iedereen en zet daarom aan tot nieuwe debatten. Het is deze vorm van persistente excitatie die tot een 'betere' wereld kan leiden en waar we verderop dieper op zullen ingaan.

We willen hier geenszins pleiten voor een wereldbeeldenconstructie die puur op wetenschappelijk onderzoek gebaseerd zou zijn. Dergelijk sciëntisme levert een schraal wereldbeeld op zoals beargumenteerd in paragraaf 2.4. Wel is onze stelling dat de meeste vormen van wereldbeeldenconstructie niet wetenschappelijk genoeg zijn. Veelal uit onwetendheid wordt er onvoldoende gebruik gemaakt van de mogelijkheden die de wetenschappen en de techniek ons bieden. Zonder exhaustief te willen zijn, beschrijven we verschillende inzichten en concepten, waarbij de wiskundige systeemtheorie een belangrijke inspiratiebron is.

In paragraaf 2.1 ontcrachten we vooreerst de soms overdreven inschatting van de impact van alles wat met postmodernisme te maken heeft. In paragraaf 2.2 hebben we het over de principes van inductie en deductie als drijvende kracht om nieuwe modellen en theorieën te ontwikkelen. De vaststelling dat we-

reldbeeldenconstructie een manier is om modellen te bouwen voor de wereld wordt ontwikkeld in paragraaf 2.3. Vanuit deze optiek zullen we het wereldbeeldenproject belichten.

Het begrippenaalaam dat we hier hanteren is nieuw noch origineel. Wel nieuw is het feit dat we deze inzichten via *opschalen* trachten toe te passen op de constructie van wereldbeelden. Niet iedereen is het echter eens met deze inductieve manier van werken. Desalniettemin is deze werkwijze bijzonder inspirerend en levert ze interessante inzichten.

I DE POSTMODERNE TECHNOTOOP

In dit hoofdstuk beschrijven we achtereenvolgens hoe wetenschap en techniek hun autonoom bestaan zijn gaan leiden en hoe hieruit een postmoderne technotoop is kunnen ontstaan. We belichten de totalitaire kenmerken van het technisch-wetenschappelijke bolwerk en belichten ook enkele postmoderne trekjes in de wetenschappen.

1.1 Het ontotheologisch schisma

Dieu? Je n'ai pas besoin de cette hypothèse!

LAPLACE (?)

Twee belangrijke breuken hebben geleid tot wat we het ontotheologisch schisma zouden willen noemen. In deze dubbele breuk moeten de wortels gezocht worden van de wetenschap en techniek zoals we die vandaag kennen. We zijn er ook van overtuigd dat de breuk niet te herstellen valt en dat we daartoe ook geen pogingen moeten ondernemen. Het project van *Worldviews* mag dan ook geenszins in deze zin begrepen worden. Integendeel, verderop zullen we aantonen dat de wetenschap en techniek een onontbeerlijke rol kunnen spelen bij de constructie en concipiëring van wereldbeelden.

In de oudheid vormde de wereld een allesomvattend geheel. De *physis* bij de Ionische filosofen, de *kosmos* bij de klassieke Grieken, de *natura* bij de Romeinen hadden fysische, menselijke en goddelijke componenten. Er kwam echter een nieuw element met de God van de christenen. Die werd als een Schepper buiten de schepping geplaatst, waardoor er een bovennatuurlijke sfeer ontstond, die duidelijk gescheiden was van de natuur. Dit ver-

oorzaakte een eerste breuk in het allesomvattende geheel. Anderhalf millenium later wordt deze gevolgd door een andere: het individu als interpreterend persoon scheidt zich af van wat voortaan de objectieve fysische natuur zou heten. De mens als persoon zal zich voortaan bovenaan een waardenschaal plaatsen en van daaruit waarden en betekenissen bepalen. Deze zogezegd objectieve werkelijkheid wordt beschreven en uitgelegd door de wetenschap, die zich steeds onafhankelijker gaat opstellen van andere manieren van beschrijven van een werkelijkheid, zoals bijvoorbeeld de theologische. Wetenschap is voortaan wat objectief is. Deze toenemende autonomie zorgt voor grote spanningen. Denk maar aan Galilei en zijn moeilijkheden met de Kerk, en ook aan de scherts van Laplace (?) met zijn antwoord aan Napoleon: 'Dieu? Je n'ai pas besoin de cette hypothèse!'

Alle pogingen van neo-aristotelianen, neoplatonisten, neothomisten, barok (de breuk cultuur-religie opnieuw lijmen), humanisten, enzovoort om deze ontotheologische breuk weer om te smeden tot één geheel, zijn uiteindelijk mislukt. Op het einde van de zestiende eeuw bindt de theologie definitief in en geeft ze voor altijd haar greep op de wetenschap op. De cultuur volgt in hetzelfde voetspoor. Op het einde van de achttiende eeuw wordt ook de droom van synthese tussen kunst en kennis weggeslagen.

Het tij kon niet meer gekeerd worden omdat de wetenschap en techniek ook een daadwerkelijke greep op de maatschappij kregen. James Watt vindt de stoommachine uit en Adam Smiths onzichtbare hand werpt een ander licht op de economische verhoudingen. De politieke inzichten volgen en een nieuwe fase wordt ingeluid met de Vrijheid, Gelijkheid en Broederlijkheid van de Franse Revolutie.

De terugkeer naar één enkel wereldbeeld is voorgoed onmogelijk geworden.

1.2 De postmoderne fragmentatie

Alle begrippen vallen...

PAUL VAN OSTAIJEN

Ledereen is het er over eens: we leven in een woelige tijd! Onze welvaart, of althans het streven ernaar, is gebaseerd op *big money*, *big labor* en *big economic expansion* maar wankelt desalniettemin op zijn grondvesten. Er wordt weleens gezegd dat we leven in een postmoderne tijd. Herman De Dijn heeft het over 'de postmoderne mens die tracht te leven en te overleven in

een wereld zonder idealen, zonder grootse toekomst, teruggevoerd op zichzelf temidden van een in verwarring verkerende cultuur, en strevend naar wat het ook mag zijn dat de markt nu weer als must of look aanprijst'.²

Wat postmodernisme precies is, is moeilijk in woorden te vatten. Er zijn geen scherpe definities die algemeen aanvaard zijn. Maar de volgende elementen keren steeds weer: er is een ongeremde pluralisering van de culturen en van cultuurfragmenten, de tijd van de grote verhalen is voorbij, ideologieën zijn inflatoir geworden, er zijn de steeds grotere differentiërende trends en divergenties in de wetenschappen, het normbesef en de ethische schroom gaan achteruit, het engagement in de beeldende kunsten, de muziek, de literatuur lost op, enzovoort. Nu ook het communisme is geïmplodeerd, lokt de leegte van de laat-kapitalistische maatschappij uiteenlopende reacties uit van superieur relativiteitsbesef, over koel cynisme tot een zich fanatiek vastklampen aan 'oude waarden'. Er ontstaat een narcistische levenshouding, de jongerencultuur van MTV, amoralisme en dubbelzinnigheden waarbij hooggeprezen tolerantie en pure onverschilligheid naast mekaar kunnen bestaan. De postmoderniteit wordt gekenmerkt door globaliserende en individualiserende tendensen. De rockmuziek als massacultuur laat toch individuele beleving toe ('Ik dans wel met mezelf.'). Software is commercieel beschikbaar en uitwisselbaar maar laat toe om een eigen (virtuele) wereld te creëren, waarin cyberpunks leven in cyberspace. Bij dit alles jaagt men op een gespannen manier ogenblikkelijk genot na.

Binnen het socio-economische kader maken we de overgang mee van de mens als producent (van arbeid naar goederen) naar consument (van goederen naar diensten). Precies omdat tot nu toe arbeid één van de leidende beginselen was van onze samenleving, komen we hierdoor in moeilijkheden. 'We weten nu dat we niet meer leven om te werken, maar ons bestel is nog verre van georganiseerd rond de gedachte dat we werken om te leven'.³ De crisis die we nu meemaken is er dan ook geen van de middelen, wel één van de doelstellingen. Dit is ook het thema van Hans Achterhuis' boek *Het rijk van de schaarste*, waarin de Nederlandse filosoof beschrijft hoe in de moderne tijd bepaalde verhoudingen zijn omgedraaid.⁴ In de traditionele samenleving was de mens een wezen met eindige behoeften met oneindige middelen om deze te bevredigen. Nu blijken de middelen eindig te zijn, voor schijnbaar niet te bevredigen behoeften.

Wetenschap en techniek hebben ongetwijfeld bijgedragen tot

de verschillende elementen die we hierboven onder de noemer postmodernisme geklasseerd hebben. Onze wereld is niet langer een biotoop, maar een *technotoop*, waar de wetenschap en de techniek ingrijpen op ons dagelijks leven. De techniek creëert twee tegengestelde stromingen die gebald samengevat worden in de commerciële slogan: Think Globally, Act Locally (samengevat als glocal).

Vooreerst is er de globalisering en mundialisering, waarbij de techniek de katalysator is van een eengemaakte wereldcultuur. Zo is het *Global Village Concept* van CNN de moderne vertaling van 'De wereld is ons dorp': de media als venster op de wereld. Deze globale informatie is voor iedereen beschikbaar en leidt tot uniformisering: denk maar aan mondiale trends in de mode, de film- en bouwstijlen en de (rock-)muziek. De mundialisering heeft als gevolg dat de burger leeft op een lappendeken van verschillende werelden (het dorp of de stad, de regio, het land, de taal-, cultuur- en godsdienstgemeenschap, het continent, de wereld), waarin hij telkens iets van zijn identiteit achterlaat.

Anderzijds vergroot de techniek de vrijheid van het individu. Voorbeelden hiervan zijn de democratie, de toegenomen mobiliteit ('de auto is mijn vrijheid'), de mogelijkheid tot communiceren op afstand, de mogelijkheden voor vrijetijdsbesteding voor een vrije tijd die zelf grotendeels het gevolg is van de techniek, enzovoort. De techniek laat ons niet alleen toe om de aarde en het heelal te verkennen, maar opent zelfs de poorten naar virtuele werelden, die alleen begrensd zijn door onze eigen fantasie (virtual reality en engineering, multimedia...).

1.3 De tirannie van de techniek

Helaas, hoe hard wij ook strijden tegen dit razend monster,

elk verweer is nutteloos.

LEONARDO DA VINCI

Wetenschap en techniek hebben iets dwingend. We realiseren ons te weinig dat de technotoop onze enige mogelijke wereld is, er is geen andere keuze mogelijk. In deze zin vertoont de techniek totalitaire trekjes. We zullen kort deze elementen beschrijven.⁵

1. In wat we zouden kunnen omschrijven als de klassieke metafysica is een ding volmaakt als het op zichzelf staat of uitsluitend naar God verwijst. Dit is niet zo voor ontwikkelingen binnen de

techniek. Daar is een vinding of een technisch object des te volmaakter naarmate het ingewikkelder is, meer taken aankan en daardoor verwijst naar zo veel mogelijk andere technische voorwerpen. Hoe groter het netwerk van verwijzingen naar andere technische objecten, hoe volmaakter de technische vinding. Een multidisk CD dolby stereo-installatie met vierendertig knopjes met elk vijf functies op een blits bedieningspaneel is veel gesofistikeerder en volmaakter dan de platendraaier waarvan je alleen maar het volume kan bijregelen. De supermoderne digitale telefooninstallatie is volmaakter dan het handbediende switchboard van tachtig jaar geleden, ook al omdat de capaciteit (dat wil zeggen het aantal connecties dat mogelijk is met soortgelijke communicatietuigen) ervan verschillende grootte-orde hoger ligt. Dit facet van de techniek is uiterst belangrijk voor een eerste begrip van het totalitaire karakter ervan.

Maar ook in de wetenschap zit dit soort interdependentie ingebakken. Wat is een goed wetenschappelijk artikel? Eén waarvan de impactfactor, dat wil zeggen het gemiddeld aantal citaten van het werk in publikaties van andere wetenschappers, groot is. Een wetenschappelijke ontdekking is des te beter, naarmate ze ingrijpende is binnen de eigen discipline maar bij voorkeur ook daarbuiten.

Ook in de samenleving grijpt de verwebbing om zich heen gezag en hiërarchie zijn sterk afgezwakt. In de plaats daarvan is er een web gekomen van contacten, informatie en relaties. Ook dit is een symptoom van de vertechnologisering. De meest invloedrijke figuren zijn niet langer de 'machtigen der aarde', de klassieke (wereld-)leiders en -politici, maar wel de *lobbyisten*, een bezigheid die uitgegroeid is tot een respectabel beroep (de moderne variant van de huurling). De macht zit niet langer in de kennis, maar wel bij degene die zijn weg kan vinden in de ruilhandel van belangen.

2. Een tweede kenmerk afkomstig uit de wetenschap en techniek, dat onze leefwereld steeds meer kenmerkt, is de uiterst gerationaliseerde praxis, de koele economische efficiëntie. In de wetenschap zoals we die vandaag kennen zit de drang tot inventariseren, systematiseren en organiseren ingebakken. De 48 sterrenstelsels van Ptolemaïus, de tabel van Mendeljev, de zoo van elementaire quantumdeeltjes, het Menselijk Genoomproject, ze sterken ons in de overtuiging dat de natuur en de wereld uiterst gestructureerd in mekaar zit en gebaseerd is op principes van efficiëntie en effectiviteit. Het is de economische rationaliteit van

Leibniz: we leven in de beste van alle mogelijke werelden, door God geschapen met zo min mogelijk kosten...

Deze verobjectivering leidt tot wat de enen de ontvlezing van de maatschappij noemen, en anderen de vermenning. Het leidt tot bureaucratie in het burgerlijk bestel. De Franse filosoof Michel Foucault heeft er op gewezen dat de dwingende macht van de rationaliteit, efficiëntie en technologie leidt tot de *homo docilis*: wie in orde is met al zijn papieren, is een goed burger. Het leidt tot mathematisering van het begrip kwaliteit. Tel de wereld, verbiedt de verhalen! Een goed wetenschapper is er één met vooral véél publikaties (wie heeft ze ooit gelezen...?). Sociaal gezien verloedert de maatschappij tot een meritocratie, waarbij elk feit en elke daad getoetst wordt op (economische) verdienste. In de geneeskunde leidt dit tot biocratie. De objectivering van het menselijk lichaam ontaardt in een therapeutische verbetering waarbij de mens en zijn leven zinloos aan een machine worden gelegd of waar 'wetenschappelijke' experimenten (zoals kunstmatige inseminatie bij zestigjarige vrouwen) in conflict komen met 'ethische' bezwaren, die echter zelf steeds verder afbrokkelen en vager worden onder druk van de voortschrijdende wetenschap en techniek. In zowat alle maatschappelijke functies zijn de filosofen, zieners, profeten en utopisten vervangen door lobbyisten, technocraten, marketingdeskundigen en imagobouwers.

Ook het omgaan met tijd en de tijdsbeleving zijn door de toenemende greep van de techniek op ons dagelijks leven drastisch veranderd. In de technische wereld wordt tijd 'gewonnen', doet men aan time-management en wordt snelheid verafgood. Het vervelende hieraan is dat snelheid 'implodeert': snelheid heeft slechts zin wanneer de anderen, de concurrenten (letterlijk: zij die meelopen – of dat althans proberen), trager zijn. Dus moet het wel steeds sneller, steeds efficiënter. Zegt Lewis Mumford: 'The clock, not the steam engine is the key machine of the modern industrial age'. Stiptheid en punctualiteit zijn dwingende deugden geworden. Ertegen zondigen kan zware consequenties hebben, niet alleen organisatorische maar ook sociale en emotionele.

3. Een derde kenmerk volgt rechtstreeks uit de twee voorgaande: uit de ontologische interdependentie en de drang naar efficiëntie volgt de uniformiteit en de toenemende uniformisering van de wereld om ons heen. Zo is onze aardbol georganiseerd in tijdszones, bestaan er wereldwijd maar een beperkt aantal types van stopcontacten, is compatibiliteit bij computers een must.

Conformisme is een noodzaak. De wijze waarop multinationale ondernemingen functioneren is hier een mooi voorbeeld van. Verbondenheid en eenvormigheid van het personeel worden nagestreefd en goed en efficiënt functioneren vereist een standaardgedrag. Zelfstandig denken is uit den boze en vooral, ideeën moeten eenvoudig zijn ('Keep it simple!'). Dergelijke trend zet zich ook door in de samenleving waar grote begeisterende projecten niet meer van deze tijd zijn. Succesvolle politieke partijen zijn partijen met een simpele boodschap die gevat kan worden in slogans en one-liners.

4. Een vierde kenmerk is de vaststelling dat wetenschap en techniek zichzelf onderhouden. Wetenschap roept nieuwe wetenschap op, techniek roept nieuwe techniek op, wetenschap stimuleert nieuwe techniek en omgekeerd. Meteen moeten we een hardnekkig misverstand ontkrachten dat ervan uitgaat dat er een causaal verband van wetenschap naar techniek bestaat en niet omgekeerd. Vele wetenschappelijke vindingen (bijvoorbeeld in de kosmologie of in de elementaire deeltjesfysica) zouden gewoonweg onmogelijk zijn zonder de techniek. En het omgekeerde geldt natuurlijk ook: vele technische realisaties zijn onmogelijk zonder wetenschappelijk inzicht. Deze stuwende, meezuigende, dwingende krachten naar meer, beter, grondiger, in de 'positieve' wetenschappen en in de techniek, zijn onbekend in de filosofie, in de ethiek, in de moraal, in de literatuur... of althans niet aanwezig in dezelfde exponentiële mate. Elk wetenschappelijk doorbraak roept meteen meerdere vragen op. Op elk antwoord op deze vragen volgen weer meerdere vragen enzovoort. Hetzelfde geldt voor de techniek. Een belangwekkende technische realisatie (denk maar aan de transistor) wordt meteen gebruikt in tientallen andere verwezenlijkingen (telefoons, TV's...) die op hun beurt weer enzovoort. Wetenschap en techniek hebben in eerste orde geen uitwendige doelstellingen, maar zijn enkel gericht op hun eigen vervolmaking. Hiertegen rijst verzet. De groenen bestrijden de morbide ecologische⁶ destructietendenzen en de verdere ontwikkeling van een samenleving die structureel en economisch wordt gedwongen tot een ongebreideld dynamisme (bijvoorbeeld het geloof in een economisch groeiomdel).

5. Een vijfde – misschien wat onverwacht – kenmerk van de groeiende vertechnologisering is het toenemende geloof en vertrouwen dat we (moeten) hechten aan wat anderen doen en wat

ons verteld wordt. Het is immers onmogelijk geworden – zelfs voor wetenschappers, en zelfs voor wetenschappers binnen de eigen discipline –, om alles te overschouwen wat door anderen beweerd wordt. Bent u er zeker van dat de aarde rond de zon draait? Waarschijnlijk wel. Maar hebt u dat zelf bewezen?

Maar ook in ons dagdagelijks leven worden we – misschien onbewust – geconfronteerd met een massaal vertrouwen, dat wil zeggen een gerust-zijn zonder daarom te begrijpen, zowel in de techniek als in de meners van die techniek. Zijn we in het verkeer niet volledig overgeleverd aan de welwillendheid van anderen (een vertrouwen dat soms beschaamd wordt wat dan weer relatief vlug wordt vergeten...)? Rekenen we er niet op dat de trein op tijd arriveert? Of dat ons vliegtuig veilig en wel zal landen? Drinken we niet van het vocht dat uit onze waterleiding komt zonder erbij na te denken?

Wie met de beste wil van de wereld dit geloof en vertrouwen in de wetenschap en techniek niet kan opbrengen, zal gaan leiden aan technofobie. Maar zelfs indien we niet lijden aan dergelijke extreme vorm van a-technogitis, dan toch veroorzaken wetenschappen en techniek een gevoel van individuele hulpeloosheid, dat vroeger veel minder aanwezig was bij de gewone mens. Voor onze energie zijn we afhankelijk van de energieproducenten, voor onze voedselvoorziening kunnen we allang niet meer zelf instaan en zelfs voor onze vrijetijdsbesteding denken we dat we afhankelijk zijn van de televisie. De individuele mens is machteloos geworden en realiseert zich dat in meer of mindere mate, zeker wanneer hij (niet langer alleen 's avonds, maar nu ook op elk uur van de dag) via de buis beelden krijgt voorgeschiedt die de schrijnende hongersnood, de toenemende milieu-verloedering, de straatscriminaliteit, de burgeroorlog in ex-Joegoslavië enzovoort op overtuigende wijze illustreren. Er ontstaat een tirannie van de actualiteit, die het lange-termijndenken verdooft of zelfs volledig uitschakelt en ervoor zorgt dat we door de bomen het bos niet meer zien.

Bovendien is de techniek de drager van mondiale potentiaalverschillen. De verschillen in milieu, leefomstandigheden, voedseltekorten en -voorraden, water, comfort, rijkdom en armoede zijn voor iedereen bekend en creëren spanningen die opnieuw grote volksmigraties in de hand werken. De drie beschavingsgolven, de rurale, de industriële en de informatieve, beheersen nu samen de wereld. Terwijl in uithoeken van de wereld de boer de grond blijft omwoelen, zitten elders ongeschoolde (kinder-)arbeiders gekluisterd aan een lopende band en tekent bij ons de

werknemer thuis op zijn computerscherm al *tele-werkend* zijn toekomst uit.⁷

1.4 Postmodernisme in en door wetenschap en techniek

De conclusie van de vorige paragraaf is dat wetenschap en techniek zich gedragen als een voortrazende trein, die niet te stoppen is. De reusachtige inertie van het wetenschappelijk-technologisch complex zorgt voor verschillende effecten, ook binnen de wetenschap, die als postmodern bestempeld zouden kunnen worden. Vooreerst is er het wetenschappelijk onderzoek omwille van het onderzoek. Onder invloed van de verschillende zichzelf aanwakkerende mechanismen die we hierboven beschreven hebben ontstaat het gevaar dat wetenschappers zich gaan wentelen in een miljardenverslindende vrijblijvendheid⁸, waar onderzoek wordt verricht alleen ter wille van het onderzoek. De uitspraak *Publish or perish* is niet zomaar een boutade, maar ernstige realiteit. Een en ander resulteert in een steeds maar toenemende divergentie binnen de wetenschappen zelf, een reusachtige specialisatie die weliswaar intellectueel een enorme uitdaging stelt, maar naar menselijke en maatschappelijke relevantie geen enkele verantwoordelijkheid opneemt. Vele wetenschappers houden zich onledig met het zoeken naar oplossingen voor problemen die ze zelf enorm belangrijk vinden (en die ze in vele gevallen zelf hebben geformuleerd). De wetenschap zit volgestouwd met intensief bestudeerde bagatellen en de perceptie van het belang van een probleem is een overwegend subjectieve aangelegenheid.

Ook de wetenschapsfilosofie volgt dezelfde trend. Feyerabend's subtiele *Anything goes!* zet de deur open voor een defaïtistische laissez-passer mentaliteit, waarbij 'in naam van de wetenschap' alles kan. De subtiliteit zit hem in het feit dat Feyerabend pleit voor een open geest met betrekking tot andere vormen van kennis dan de puur wetenschappelijke (zie ook onze paragraaf 2.4.) en dat er eigenlijk geen 'objectieve' standaarden bestaan waaraan de 'waarheid' getoetst kan worden, maar hij wordt niet door iedereen zo begrepen.

Het onderzoek als autonoom bedrijf waarbij maatschappelijke relevantie bijkomstig is, houdt ook gevaren in. De wetenschap wordt veel als gezagsargument gebruikt maar dan à la carte: men bedient zich selectief van die argumenten die in een bepaald kraam passen. Is er bijvoorbeeld onomstotelijk aangetoond dat er een verband bestaat tussen chloorfluorkoolwater-

stoffen en het gat in de ozonlaag? Of neemt men hier een vermoeden voor werkelijkheid? Het zou misschien ook wel goed zijn om het CO₂-gehalte via het broeikaseffect te laten stijgen, omdat daardoor de plantengroei in de Derde Wereld beter zou gedijen.⁹ Eén van de grote uitdagingen van de toekomst wordt trouwens deze van de *science sharing* om te vermijden dat er een nieuw soort analfabetisme ontstaat.

2 WERELDBEELDEN ALS MODELLEN VAN DE WERELD

In dit tweede gedeelte van deze bijdrage zullen we trachten aan te tonen dat de constructie van wereldbeelden grote parallellen vertoont met de manier waarop binnen de wetenschappen modellen worden geconstrueerd. We zullen dan ook proberen om de analogie tussen wetenschappelijke modellen en theorieën over wereldbeelden uit te buiten. Vooreerst ontkrachten we ietwat de impact van het postmodernisme. Vervolgens hebben we het bondig over de inductieve-deductieve pomp waarmee aan wetenschappelijk onderzoek wordt gedaan. De belangrijkste karakteristieken van modellen worden op wereldbeelden getransplanteerd in paragraaf 2.3. In paragraaf 2.4 hebben we het over een Gödeliaans trekje in de wetenschappen, waaruit onder andere een ethisch deficit ontstaat.

2.1 *Het postmodernisme voorbij?*

Het postmodernisme is een moeilijk definieerbaar etiket waarmee met draagte bepaalde cultuurfenomenen van vandaag gecatalogeerd worden. Het is een onsamenhangend pakket van symptomen en karakterisering, die net iets te gemakkelijk gehanteerd worden. De vraag kan dan ook gesteld worden of we het postmodernisme niet te veel eer betuigen en of we de impact ervan niet overschatten. Is postmoderniteit niet veel eerder van wat moderniteit wordt genoemd, eerder dan het aanbreken van een nieuw tijdperk? Gerard Bodifée noemt het postmodernisme een valkuil van Westerse filosofische wisselvalligheden.¹⁰

‘Het moderne programma is niet zozeer verouderd, dan wel onvoltooid,’ aldus Louis Dupré. De grote filosofische ideeën en scholen uit het verleden hebben een permanente betekenis, omdat ze niet alleen de verschillende facetten van de werkelijkheid

openbaren, maar ze bovendien veranderen. Het is waar dat de tijd van de grote verhalen voorbij is, in de zin dat de geschiedenis ons duidelijk heeft geleerd dat het blind geloof van slechts één groot verhaal, absoluut ontoereikend is en soms slecht afloopt. Zo is het communisme geïmplodeerd, maar toch heeft het ons blijvend dingen geleerd over ons eigen socio-economisch systeem; zekere elementen ervan zijn blijvend in ons doen en denken geïnstalleerd. Zo ook is de Verlichting niet voorbij. Maar we erkennen nu wel dat er meer is dan Rede en Vooruitgang.

Binnen dit perspectief wil het project *Worldviews* zich profileren. Sommigen hebben bezwaren bij een dergelijke utopische en ambitieuze onderneming. Ze beweren dan dat *Worldviews* bij uitstek een exponent zou zijn van het postmodernisme, bijvoorbeeld omdat we niet één, maar verschillende wereldbeelden willen construeren. Niets is minder waar en dergelijke interpretatie is wat gratuit. *Worldviews* is geen clubje waar men vrijblijvend en naar willekeur gebruik maakt van allerlei ideologieën en filosofische scholen. De pluraliteit, de interdisciplinariteit en de veelzijdigheid van de wereldbeelden die we willen construeren hebben alles te maken met de vereiste slagkracht en robuustheid waarop we verderop zullen terugkomen. Elk van de wereldbeelden is noodzakelijk, in zijn complementariteit (soms overlappend) tot elk ander wereldbeeld.

2.2 *Modellen*

Models are a matter of inspiration,
Not deduction.

Wetenschappelijk onderzoek is niets anders dan een voortdurende permanente constructie van modellen, die door experimenten en/of waarnemingen geïnspireerd zijn, bevestigd of ontkracht worden. Modellen kunnen verbaal zijn, mentaal, intuïtief, maar in de huidige wetenschappen is de wiskunde hierbij de taal bij uitstek. De oude Grieken hadden het voor getallen, verhoudingen, meetkundige figuren en dergelijke waarbij modellen bij voorkeur gebaseerd waren op esthetiek (verhoudingen) en geometrie. Met de Renaissance krijgen we het mechanistische determinisme van Newton, Leibniz en zovele anderen, waarbij de mens als waarnemer optreedt van het grote mechanische uurwerk dat ons heelal is. De wiskunde doet definitief zijn intrede in het wetenschappelijk onderzoek: Newton en Leibniz vinden het differentiaal- en integraalrekenen uit om mechanische wis-

kundige modellen te maken. Met de komst van de quantummechanica dringt ook het toeval en het kansrekenen voorgoed binnen in het wiskundig bastion. Eén van de conclusies luidt dat wetenschap niet gaat over de natuur, maar wel over de interactie mens-natuur. De mens is geen externe waarnemer; de experimenteerder is altijd betrokken bij en zelfs bepalend voor wat wordt waargenomen. En met de laatste inzichten in de fysica hebben begrippen zoals entropie, dissipatieve systemen, deterministische chaos hun plaats veroverd in de nieuwste wetenschappelijke theorieën.

Het merkwaardige is dat al deze theorieën en inzichten met het zelfde relatieve gemak gevat worden in de taal van de wiskunde. Zo worden chemische reacties bij voorkeur gevat in reactieformules, fysische wetten worden beschreven met wiskundige uitdrukkingen zoals Newtons $F = ma$ of Einsteins $E = mc^2$.

Een belangrijk inzicht sinds Newton is het feit dat systemen en modellen dynamisch zijn. Dat wil zeggen dat het gedrag ervan evolueert als functie van de tijd. Centraal hierbij staat de notie van *toestand van een systeem*. De toestand is de minimale informatie die nodig is om, gegeven de ingangen van het systeem, de uitgangen eenduidig te kunnen bepalen. Anders gezegd, een systeem heeft naast ingangsvariabelen en uitgangsvariabelen ook nog zogenaamde 'interne' variabelen, die men toestanden noemt. Het volstaat niet om de ingangen te kennen om de uitgang te kunnen berekenen. Men moet ook nog de interne variabelen kennen, bijvoorbeeld de begintoestand of de toestand op het ogenblik dat men als referentie kiest. Als voorbeeld kunnen we een auto nemen. Wanneer de motor koud is, reageert de wagen anders wanneer men gas geeft, dan wanneer de motor warm is en men dezelfde hoeveelheid gas geeft. Het systeem is hetzelfde (de motor), de ingang is dezelfde (de hoeveelheid gas die gegeven wordt), maar de uitgang (bijvoorbeeld de versnelling die de wagen ondergaat ten gevolge van het gas geven) is verschillend in beide gevallen, omdat de toestand van de motor in beide experimenten verschillend is. Eigenlijk komen we in ons dagelijks taalgebruik vrij dicht in de buurt van wat wiskundigen en fysici verstaan onder het concept toestand. Wanneer we informeren naar de toestand van een patiënt of naar de toestand in Angola, trachten we met deze informatie in te schatten hoe één en ander in de komende uren zal evolueren. Dit concept van toestand is pas tot volle bloei gekomen in de wiskundige systeemtheorie van na 1960, hoewel het sinds Newton in de zeventiende eeuw en het ontstaan van de thermodynamica in de negentiende eeuw, in de

fysica een min of meer expliciete rol heeft gespeeld.

De conclusie is dat men voor de volledige karakterisering van een systeem niet alleen een model nodig heeft, niet alleen de ingangen die men zal aanleggen maar ook de (begin)toestand van het systeem. Het zou ons te ver leiden om hier in te gaan op de wiskundige formulering.

Er bestaan ook systemen zonder ingangen, de zogenaamde autonome systemen. Zelfs indien men beschikt over een goed wiskundig model van een dergelijk systeem, dan nog is de kennis van de begintoestand vereist om de uitgang van het systeem min of meer betrouwbaar te simuleren. Hier ontmoeten we echter een eerste fundamentele beperking van de wiskunde (of van de natuur?). Er bestaan namelijk relatief eenvoudige autonome systemen – zogenaamde niet-lineaire wiskundige vergelijkingen – die een oneindig nauwkeurige kennis van de begintoestand vergen om het gedrag van het systeem precies te kunnen berekenen over een oneindig lange tijd. Anders gezegd, indien men de begintoestand van een dergelijk systeem slechts kent met een beperkte nauwkeurigheid (wat in de praktijk altijd het geval is), dan kan men slechts gedurende een beperkte (eindige) tijdshorizon het gedrag van dat systeem berekenen, zelfs indien de modelvergelijkingen exact gekend zijn en we een ideale computer gebruiken die geen reken- en afrondingsfouten maakt. Een systeem dat een dergelijk gedrag vertoont (onder andere) noemt men chaotisch. Het weze hier benadrukt dat dergelijke systemen volledig deterministisch zijn, dat wil zeggen er zijn geen toevalsfactoren in het spel. Enkel en alleen de beperkte kennis van de begintoestand werpt roet in het eten en maakt dat de nauwkeurigheid van de voorspelling van het gedrag van deze systemen afneemt met de tijdshorizon waarover voorspeld wordt. We moeten in de natuur niet ver zoeken om voorbeelden te vinden van chaotische systemen. Een zon met twee planeten errond die zich bewegen in het gravitatieveld van die zon, is een voorbeeld van een chaotisch systeem (het beroemde 'three body problem'). Dit inzicht, dat begint met het werk van Poincaré in het begin van deze eeuw, zet een serieuze domper op het geloof in de kracht van wiskundige modellen. Het geeft een pijnlijke knauw aan het mechanistisch determinisme van de wiskundige rationalisten, die dachten dat uiteindelijk alles met wiskundige modellen verklaard kan worden. Zoals we verderop zullen zien impliceert het ook een beperking op de rationele futurologie waarvoor we wereldbeelden willen gebruiken.

Modellieren is een constructief werk. Een model wordt ge-

maakt, gebaseerd op elke mogelijke bron van informatie, inclusief experimentele data.¹² Bij het modelleren tracht men kwalitatieve verbanden te vinden tussen de verschillende variabelen en als het even kan, tracht men deze ook kwantitatief te vertalen. In de wetenschappen verloopt het modelleren veelal volgens een vast patroon¹³ waarvan de basiselementen zijn: de hypothese, de veronderstellingen die men poneert, de waarnemingen, dat wil zeggen de informatie die men vergaart naar aanleiding van de hypothese en het idee van falsificatie, dat met Popper definitief zijn intrede heeft gedaan in de filosofie. We kunnen dit principe weergeven in de vorm van een (hoog-niveau) computerprogramma als:

Herhaal een oneindig aantal keer

- 1 Formuleer-verfijn de hypothese zolang ze standhoudt.
- 2 Herhaal tot de hypothese gefalsificeerd wordt:
 - a Verfijn het experiment.
 - b Ga na of de verkregen informatie van de hypothese afleidbare gevolgtrekkingen ontkracht (falsificeert).

Wetenschappelijk onderzoek verloopt precies volgens dit schema. Vooreerst wordt er een bepaalde hypothese geformuleerd. Deze is waar zolang ze niet ontkracht wordt door experimenteel verifieerbare tegenargumenten. De hypothese kan een oneindig aantal keer verfijnd worden, en ook de experimenten kunnen steeds beter worden, nauwkeuriger, enzovoort.

Dit spel waarbij een theorie onder vuur wordt genomen, verloopt uitermate eerlijk, in die zin dat de wetenschappelijke theorieën zelf de argumenten moeten aanreiken waarmee ze ontkracht zouden kunnen worden. Nemen we als voorbeeld Newtons resultaat dat de planeten in een ellipsvormige baan in een vlak bewegen met de zon in één van de brandpunten. Dit gevolg van Newtons gravitatie-theorie kan ontkracht worden wanneer iemand een voorbeeld zou vinden van een planeet die bijvoorbeeld geen gesloten baan beschrijft in een vlak. Zo'n planeet werd in ons zonnestelsel gevonden: Mercurius. De 'rozet'-vormige baan die Mercurius beschrijft (dat wil zeggen de baan is niet gesloten, de planeet keert niet terug op haar zelfde plaats na verloop van tijd) geldt trouwens als één van de 'bewijzen' (experimentele validaties) voor Einsteins algemene relativiteitstheorie.

We kunnen bijgevolg nooit zeker weten of een wetenschappelijke theorie 'juist' is. Elke theorie is 'waar' en 'geldig' tot er wordt aangetoond met wetenschappelijke argumenten die ze bij

voorkeur zelf aanreikt, dat ze 'fout' is. Het is een beetje zoals het rechtsprincipe waarbij een beschuldigde onschuldig is zolang de schuld niet bewezen werd (met dat verschil dat van de beschuldigde niet verwacht wordt dat hij zelf met argumenten zou komen aandragen om zijn potentiële schuld te bewijzen). Het wetenschappelijke spel is er dus niet zozeer op gericht om aan te tonen dat theorieën juist zijn (hoewel elke 'bevestiging' natuurlijk mooi meegenomen is), maar wel om aan te tonen dat hypothesen (theorieën) fout zijn! Zegt Popper: 'Irrefutability is not a virtue of a theory, but a vice!'

Het hierboven geschetste schema bevat twee soorten logica: vooreerst de deductieve, waarbij geredeneerd wordt van het algemene (de hypothese) naar het specifieke (de gevolgtrekkingen en verifieerbare consequenties...). Vervolgens de inductieve logica waarbij uit bepaalde specifieke observaties, een nieuwe of verfijnde hypothese wordt geformuleerd. Vooral over deze laatste stap (het 'opschalen') bestaan heel wat filosofische (en emotionele) debatten, waarbij inductie als principe wordt verworpen.¹⁴ Veelal primeert gedurende min of meer lange tijd de deductie vooraleer een inductieve stap wordt gezet. Een mooi voorbeeld daarvan vinden we in de hedendaagse fysica, waar het vertrouwen van de wetenschappers in de wiskunde zó groot is, dat het onderzoek voornamelijk wordt gevoerd met pen en papier (en computers), gebaseerd op axiomatische deductie, vooraleer een of andere gevolgtrekking experimenteel geverifieerd (of beter gefalsificeerd) wordt.¹⁵ Wiskunde is natuurlijk een belangrijk instrument en voor wie er mee omkan, kan het bijzonder inspirerend werken omdat het deductief manipuleren van formules en wetten, waarbij men stipt de rekenregels en -principes volgt, leidt tot nieuwe wetten en inzichten, die dan weer experimenteel geverifieerd kunnen worden. Daar waar deductie eerder mechanistisch is (men doet zelfs onderzoek op 'automatisch bewijzen' door computers), vergt inductie een grotere creativiteit en is het de echte motor van wetenschappelijke vooruitgang. Zo bijvoorbeeld vergt het formuleren van 'vermoedens' geen formele logica (hoewel dat helpt natuurlijk), maar is het wel een quasi onuitputtelijke bron van nieuwe resultaten (denken we maar aan de Riemannhypothese of het Vermoeden van Fermat in de getaltheorie).

In zekere zin zit het stuwende karakter van de wetenschap en techniek vervat in het hierboven geschetste computerprogramma. Het mechanisme van deductie-inductie is als een pomp, die het wetenschappelijke bedrijf voortstuwt, soms naar ongekende

hoogten (en soms naar afgrijselijk diepe dalen). Vooral het feit dat men op zoek moet gaan naar elementen die een bepaalde hypothese ontkrachten, brengt leven in de brouwerij. Nooit kan men voor altijd op zijn lauweren gaan rusten. Deze 'rusteloosheid' die wetenschap en techniek kenmerkt, is een fundamenteel goede eigenschap. Ze garandeert een permanente achterdocht, die de kwaliteit van de wetenschappelijke uitspraken verzekert. Ze laat toe dat voortdurend vragen, vermoedens en hypothesen geformuleerd, onderzocht, gevalideerd of ontkracht worden. (Men kan dit aspect echter ook ten kwade duiden, en er het totale karakter van wetenschap en techniek mee associëren, dat we hierboven reeds hebben beschreven.)

Wat we zojuist beschreven hebben als de zenuwachtigheid van wetenschap en techniek, kan ook in verband gebracht worden met het begrip van *persistente excitatie* uit de wiskundige ingenieurswereld.¹⁶ We hebben al beschreven hoe de dynamica en het toestandsconcept essentiële elementen zijn van mathematische modellen. Nu kan het gebeuren dat in een dynamisch systeem niet alle toestanden geëxciteerd zijn. En dat ze bijgevolg niet geobserveerd kunnen worden in de uitgangen. Het is zoiets als zeven slapende honden die men moet wakker maken vooraleer men aan het blaffen merkt dat ze er zijn. De honden zijn er wel, maar in het donker merkt men er niets van tenzij ze wakker gemaakt worden en aan het blaffen slaan. En dan zal men door zorgvuldige analyse van het geluid kunnen uitmaken dat het er zeven zijn. In de ingenieurspraktijk noemt men dit de voorwaarde van persistente excitatie of van voldoende stimulering. Men kan alleen die dynamica van een systeem modelleren die voldoende aanwezig is in de observaties.

Laten we even een voorbeeld bekijken uit de ingenieurspraktijk. Veronderstel dat we de vering van een wagen willen modelleren door metingen te doen – met accelerometers – van de versnellingen die zo'n wagen ondergaat. Indien men op een zeer vlak en recht stuk weg rijdt tegen een constante snelheid, dan zullen er niet veel versnellingen gemeten worden (de vering wordt immers niet geactiveerd) en bijgevolg kan men niets te weten komen over de eigenschappen van de vering. Wat men moet doen is relatief 'wild' gaan rijden, dat wil zeggen versnellen en vertragen (meer of minder gas geven en remmen) en bijvoorbeeld zig-zag rijden (we hebben het hier natuurlijk enkel over een gedachtenexperiment). Pas dan zal de vering van de wagen voldoende geactiveerd worden en zullen we via de versnellingen allerlei zaken in verband met stijfheid van de veren en dergelijke

meer te weten kunnen komen. Het is duidelijk dat de ingangen van het systeem (in dit geval het gaspedaal, de rem en het stuurwiel) voldoende stimulerend moeten zijn zodanig dat de dynamica van het systeem merkbaar is in de uitgangen.

Door opschalen komen we tot eenzelfde vaststelling voor het succes van wetenschappelijk onderzoek. Belangrijke ontdekkingen worden soms bij toeval gedaan, omdat de experimentele omstandigheden (de 'ingangen') niet geschikt zijn om die fenomenen waarnaar men op zoek is te stimuleren (door allerlei denkfouten of omdat men niet genoeg inziet hoe het experiment geëxciteerd moet worden). Maar men ziet soms effecten die men niet onmiddellijk had verwacht, precies omdat het experiment andere 'modes' heeft geëxciteerd dan gepland. Anders gezegd, in de wetenschappen moeten de juiste experimentele omstandigheden gelden om tot bepaalde conclusies te komen. Het experiment moet voldoende persistent exciterend zijn.

2.3 Een model is niet het systeem

Ceci n'est pas une pipe.

RENÉ MAGRITTE

De relevantie voor wereldbeeldenconstructie van de inzichten die we zojuist hebben verwoord, ligt vervat in onze overtuiging dat wereldbeelden modellen van de wereld zijn. Hierin ligt hun sterkte, maar ook hun zwakte. Door de modelbegrippen en -eigenschappen die we hierboven besproken hebben, op te schalen tot op het niveau van wereldbeelden, komen we tot een interessante karakterisering van wereldbeelden, die soms verder gaat dan wat reeds vroeger aan bod kwam.¹⁷

Wereldbeelden kunnen geconstrueerd worden met een bouwtechniek die geïnspireerd is op het hierboven geschetste principe, waarbij hypothesen worden geformuleerd, eventueel experimenten worden uitgevoerd of beschikbare gegevens worden geanalyseerd, en vervolgens wereldbeelden of elementen ervan worden afgeschoten (gefalsificeerd) omdat ze strijdig zijn met de ervaring. Natuurlijk is dit een bijna ideologische opstelling. Maar wat een uitdaging!

Een model van een systeem of van een fysisch verschijnsel is niet het systeem zelf, net zoals Magritte's schilderij van de pijp, niet de echte pijp is. Het modelleren van een systeem of fenomeen houdt steeds a priori keuzen in. Zo is de kleur van een raket niet relevant voor een beschrijving van de baan die ge-

volgd wordt, maar ze kan wel relevant zijn voor de identificatie ervan. Een model wordt dus steeds gemaakt met een bepaalde finaliteit voor ogen, die impliciet of expliciet in de modelkeuze vervat zit.

Hetzelfde geldt voor wereldbeelden. Een wereldbeeld wordt steeds geconstrueerd met een bepaalde finaliteit voor ogen. Als model reduceert het de werkelijkheid tot die aspecten die voor de finaliteit van het model belangrijk zijn. Wereldbeelden worden dus niet zomaar geconstrueerd om 'alles' te verklaren. Maar elk wereldbeeld op zich zal maar in staat zijn om een relatief groot of klein stuk van de werkelijkheid te beschrijven en eventueel te verklaren.

Hetzelfde geldt voor wereldbeelden die men wenst te gebruiken om de toekomstmogelijkheden van de mens en de wereld in te schatten. Niet alleen is er een inherente wiskundige beperking aan ons kunnen ter zake (denk maar aan de deterministische chaos die we hierboven hebben beschreven), maar bovendien zal het wereldbeeld dat we gebruiken voor onze rationele futurologie afhankelijk zijn van wat we eigenlijk willen voorspellen.

Ingenieurs zijn zeer goed vertrouwd met het reducerend karakter van het modelconcept. Bij het afbakenen van een model wordt vooraf netjes gespecificeerd wat in- en uitgangen zijn en eventueel de toestanden die men zal meenemen in het model. Alle dynamica die men niet meeneemt in het model, wordt beschouwd als onzekerheid en er wordt getracht om een maat te hebben voor deze onzekerheid (bijvoorbeeld een *worst case* schatting van wat er kan misgaan). Natuurlijk is dit voor een stuk gebaseerd op a priori veronderstellingen (en heel veel ervaring), die echter achteraf wel gefalsificeerd kunnen worden! Naast de deterministische ingangen, die men vrij kan manipuleren, laat men ook oncontroleerbare ingangen toe, die men niet zelf in de hand heeft. Deze laatste worden verstoringen genoemd. Wanneer een ingenieur een model definieert, doet hij dus niets anders dan een gegeven systeem opdelen in gewenste dynamica en ongewenste (onzekerheden), en de ingangssignalen in manipuleerbare (deterministische) ingangen en verstoringen. Deze opdeling heeft iets willekeurigs en gebeurt in vele gevallen *via trial and error*. Bovendien hangt de manier van opdelen soms af van wat men precies met het model van plan is. Ingenieurs weten dit zeer goed omdat zij beseffen dat modellen die gebruikt worden voor nauwkeurige simulatie (bijvoorbeeld modellen gebaseerd op fysische wetmatigheden) totaal verschillend kunnen zijn van modellen die dienen om predicties te

maken, die dan weer totaal verschillend kunnen zijn van modellen die aangewend worden om een bepaalde regelactie te ontwerpen.

Dit reducerende karakter van modellen is er dan ook de oorzaak van dat men nooit vrede neemt met één enkel model. Om de volledige 'work-range' van een systeem te kunnen bedekken met relatief eenvoudige modellen, moet men een beroep doen op verschillende modellen, die mekaar bij voorkeur gedeeltelijk overlappen. Men heeft het soms over overlappende parametrisaties. Opgeschaald naar wereldbeelden komen we zo bij het feit dat niet één, maar verschillende wereldbeelden noodzakelijk zijn (een *atlas* van wereldbeelden...).

Er bestaan bovendien nog andere vuistregels uit de ingenieurspragmatiek die nuttig zijn bij wereldbeeldenconstructie. Zo geldt voor de meeste modellen dat nauwkeurigheid (bijvoorbeeld van de voorspelling) een prijs heeft, namelijk dat het model zeer gevoelig is voor kleine afwijkingen. In ingenieurstermen heet het dat er een *trade-off* bestaat tussen performantie enerzijds en robuustheid anderzijds. In tegenstelling tot pure wetenschappers, voor wie consistentie in het model de eerste hoofdbetrachting is, proberen ingenieurs wel de logica van de wiskundigen te kopiëren, maar hun doelstelling is pragmatisch: het model, de oplossing, de technische vinding moet werken in een concrete situatie. Dit betekent dat men eerder iets aan nauwkeurigheid zal prijsgeven, wanneer het ontworpen systeem of model maar voldoende robuust is (zodat bijvoorbeeld kleine veranderingen in bepaalde parameters geen bruuske, plotse, discontinuïteiten tot gevolg hebben).¹⁸

Een dergelijke kwalificatie is ook van toepassing op wereldbeelden. Wereldbeelden moeten niet geconstrueerd worden om volledig exact te beschrijven, verklaren of voorspellen. Wereldbeelden moeten bijgevolg met de nodige zin voor ingenieurspragmatiek ontworpen worden. Een wereldbeeld moet niet 100 % nauwkeurig zijn (wat bovendien ook onmogelijk zou zijn), maar het moet voldoende goed zijn voor de doeleinden waarvoor het wordt geconstrueerd.

De rol van de wetenschappen in dit alles ligt voor de hand. De wetenschappen zijn eerst en vooral de sensoren waardoor de wereld zich kenbaar maakt aan ons. De metingen die door de wetenschappen worden geleverd – de wetenschappelijke theorieën – dienen als experimenten voor de wereldbeeldenconstructie. De wetenschappen leveren het materiaal waaruit – inductief – ver-

moedens en hypothesen geformuleerd kunnen worden in verband met wereldbeelden. Maar niet alleen zijn de wetenschappen onze vensters op de werkelijkheid, bovendien kunnen zij ook dienen als ontkrachters van bepaalde wereldbeelden of elementen ervan. De te construeren wereldbeelden moeten dus niet alleen trouw zijn aan de wetenschap. Ze moeten zodanig zijn dat ze er niet mee in conflict komen, wat hun falsificatie zou betekenen.

Het ligt waarschijnlijk minder voor de hand om te stellen dat wereldbeelden ook noodzakelijkerwijs dynamisch moeten zijn. Indien men geen beroep kan doen op de wiskunde als taal, is het beschrijven van dynamica (met andere woorden de manier van veranderen van de toestand van een systeem) niet voor de hand liggend. Nochtans is precies dynamica één van de essentiële kenmerken van de wereld van vandaag. En we zijn er ons ook in toenemende mate van bewust. In veel van wat we vandaag zeggen en doen, houden we rekening met toekomstige generaties, bijvoorbeeld wanneer we het hebben over de milieuproblematiek of de solidariteit met toekomstige generaties in verband met de sociale zekerheid. Dit zijn dynamische elementen waar de mensen nu, meer dan vroeger, rekening mee houden.

In het eerste deel zijn we uitvoerig ingegaan op de interconnectiviteit van onze technotoop en ook op het voortstuwende (= dynamische) karakter van wetenschap en techniek. We hebben ook reeds laten uitschijnen dat deze inherente rusteloosheid een fundamenteel goede eigenschap is. Zeker met betrekking tot wereldbeeldenconstructie spelen de wetenschappen de rol van een permanente persistente excitatie. Het pompende mechanisme van voortdurende bevraging, formuleren van hypothesen en theorieën, en de voortdurende speurtocht naar falsificerende elementen met de daaraan gekoppelde wetenschappelijke discussies, zorgen voor een spontane stimulering. In principe wordt de constructie van wereldbeelden hierdoor vergemakkelijkt, omdat de dynamische relaties waaruit zo'n wereldmodel bestaat voor een belangrijk deel worden geëxpliciteerd in het wetenschappelijk onderzoek (net zoals de vering van een wagen zich verraadt in de metingen van de versnelling als er maar voldoende excitatie is). Zo bijvoorbeeld kunnen we stellen dat wat de wetenschappen vandaag zeggen over de mens, bijzonder relevant is voor de verantwoordelijkheid van de mens. Zij doen ons inzien dat we al deze kennis en middelen ook zouden moeten aanwenden om te vernijden dat we de tak waarop we zitten, zouden afzagen.

Het is dan ook van belang om ervoor te zorgen dat er steeds

voldoende bronnen van persistente excitatie aanwezig blijven, zoniet worden onze wereldbeeldenconstructies uiterst onbetrouwbaar. Bij afwezigheid van persistente excitatie verstarren de dynamische tot statische modellen die niet in staat zijn om op een adequate en robuuste manier het hoofd te bieden aan plotse veranderingen. Galbraith beschrijft een bepaalde vorm van gebrek aan persistente excitatie als 'the culture of contentment', de cultuur van de volstaanheid of verzadiging.¹⁹ Een groot deel van de mensen zijn relatief welgesteld geworden, en ze zijn dat gaan beschouwen als een persoonlijke verdienste (de al genoemde meritocratie). Deze overheersende middenklasse bestaat uit voldane en verzadigde individuen en is omvangrijk genoeg om ervoor te zorgen dat een armere onderklasse onzichtbaar blijft. Deze volstaanheid resulteert in een gebrek aan persistente excitatie, wat dan weer bestaande mistoestanden blijft bevestigen (zolang ze immers toch niet té zichtbaar of storend zijn...). *The culture of contentment* is bijgevolg niet in staat tot het zoeken van langetermijnoplossingen.

Maar ook de wetenschappen zelf zijn niet van dit gevaar gevrijwaard. Volgens Thomas Kuhn evolueert ook de wetenschap volgens sociale patronen waarbij originaliteit gemarginaliseerd dreigt te worden.²⁰ De meerderheid van de wetenschappers past zijn gedrag aan aan de heersende modes, publiceert in wetenschappelijke tijdschriften die in zijn en nestelt zich in een behaaglijkheid die allesbehalve persistent exciterend is en uiteindelijk aanleiding geeft tot foutieve wereldbeelden. Onderzoekers die aan de randjes van de heersende paradigma's knagen worden door hun collega's afgestraft. Alleen wanneer de toenemende druk te groot wordt door het aantal wetenschappers dat 'rebellet', of – wat frequenter voorkomt – door een wetenschapper die met één briljant inzicht de stoppen doet doorslaan, wordt het heersende paradigma vervangen door een nieuwer.

2.4 Wetenschap is geen wereldbeeld

J'ai cherché la vie.
Je n'ai trouvé que la Science.
ANONIEM, CAMPUS UCL

Afgaande op de zeven samenstellende elementen voor een wereldbeeld, kunnen we meteen reeds enkele kandidaat-wereldbeelden ontmaskeren. Zo kunnen religies elementen van een wereldbeeld bevatten (zoals zingeving en waardeoordelen) maar

omdat ze minder beschrijvend zijn en ook niet onmiddellijk uit zijn op verklaren, voldoen ze niet aan alle criteria waaraan een volwaardig wereldbeeld beantwoordt.

Om soortgelijke redenen zijn de wetenschappen en techniek uit zichzelf te schraal om ook maar één wereldbeeld te kunnen construeren. De wetenschap is beperkt. Van alles wat ons raakt kan ze maar één behoefte bevredigen, namelijk onze nieuwsgierigheid.

De wetenschap werpt ook vragen en problemen op die ze vanuit haar eigen dynamiek niet kan oplossen. Met andere woorden, er zit een Gödeliaanse trekje aan wetenschap en techniek.²¹ Een illustratie hiervan is het zogenaamde ethische deficit dat de huidige ontwikkelingen in de wetenschappen vergezelt. Nog nooit is het maatschappelijk debat over ethische en morele kwesties zoals abortus, de doodstraf, de biogenetica, enzovoort zo groot geweest. Er zijn niet alleen ethische commissies bij de biomedici, maar ook bij de economen en bij de ingenieurs. De wetenschap creëert zekerheden, verhoogt de vrijheid, maar juist dan ontstaat de twijfel. Als ik dat kan doen, wat moet ik dan doen? De prijs voor de wetenschappelijke zekerheden, voor het vermogen om zelf de toekomst te bepalen, de prijs voor de doelgerichtheid, is het ontstaan van twijfel: wat moeten we kiezen? Onze vrijheid is een vreselijke last om dragen, zegt Bodifée. De broodnodige morele reflecties kunnen het pompend ritme van de technisch-wetenschappelijke ontwikkelingen niet bijhouden. We kunnen ons dan ook afvragen of we – als wetenschappers – er niet moeten aan denken om vrijwillig rustpauzes – moratoria – in te bouwen. Ethische reflectie berust immers op een andere basis dan louter verificatie/falsificatie zoals bij onderzoek. Zelfs een ordentelijke jurisprudentie kan hier slechts ten dele soelaas bieden. En het is dan ook duidelijk dat wetenschap en techniek uit zichzelf niet bij machte zijn om het ethisch deficit, de zin van het menselijk bestaan en de menselijke vooruitgang, in te vullen.

We mogen niet het risico lopen dat er een nieuw schisma ontstaat, waarbij de wetenschap en techniek zich afsplitsen van de rest (iets wat ze in het verleden al verschillende malen gedaan hebben: bijvoorbeeld de ontwikkeling van de atombom, waarbij de morele implicaties werden overgelaten aan niet-wetenschappers, of sommige doorgedreven biogenetische experimenten). Een dergelijke afgesplitste wetenschap zou in haar triomfantelijkheid onmenselijk zijn. De breuk zou minstens van dezelfde grootteorde zijn als de ontotheologische.

NOTEN

- 1 Apostel & Van der Veken, 1991: 29.
- 2 De Dijn, 1993: 15.
- 3 Rosseel, 1993.
- 4 Achterhuis, 1988.
- 5 Onder andere ontleend aan IJsseling, 1993.
- 6 Van het Griekse *oikos* (thuis, omgeving) en *logos* (woord, leer).
- 7 Toffler, 1993.
- 8 Die men trouwens ook aantreft in de culturele wereld.
- 9 Sombroek, 1993.
- 10 Bodifée, 1993.
- 11 Dupré, 1993.
- 12 Alleen kunstenaars schijnen de definitie om te draaien: bij hen is het (foto-)model datgene wat gemodelleerd wordt, d.w.z. de realiteit.
- 13 Bohlin, 1991.
- 14 Bij de argumentatie maakt men echter gebruik van het principe zelf. Men haalt aan dat inductieve inferentie soms faalt, om daaruit te besluiten dat het als principe niet deugt, wat op zichzelf een vorm van inductie is!
- 15 Dat is ooit wel eens anders geweest omdat bijvoorbeeld in de zeventiende en achttiende eeuw vooral experimenten werden doorgevoerd, waarvoor dan achteraf een wiskundige beschrijving/verklaring werd gezocht.
- 16 Ingenieurs die werken in de systeemtheorie zijn soms gefrustreerd omdat ze wiskundig niet altijd au sérieux worden genomen en van de wiskundigen het verwijt krijgen niet rigoureuze genoeg te zijn. Van de ingenieurs krijgen ze dan weer te horen dat ze te wiskundig zijn en daarom te theoretisch. Vandaar dat ze zelf de discipline waarin ze werken omschrijven als *mathematical engineering* of *engineering mathematics* afhankelijk van de gesprekspartner.
- 17 Apostel & Van der Veken, 1991.
- 18 De tak van de wiskunde die zich bezig houdt met dergelijke vragen van structurele stabiliteit, is René Thoms catastrofentheorie.
- 19 Galbraith, 1992. In het Nederlands vertaald als *De cultuur van de tevredenheid*.
- 20 Kuhn, 1962.
- 21 In Kurt Gödels werk uit de jaren dertig werd Hilberts idyllische droom om de wiskunde alleen te kunnen baseren op logische deductie, aan flarden gesloten. Gödel toonde aan dat in een consistent logisch systeem altijd welgevormde proposities bestaan waarvan de waarheid of onwaarheid niet beslisbaar is. Dit impliceert dat de mogelijkheden van formele logische deductie beperkt zijn. Anders gezegd, de prijs voor consistentie is incompleetheit. Dit is goed en slecht nieuws. Het slechte nieuws is dat we nooit in staat zullen zijn om alles te bewijzen. Het goede nieuws is dat er aan wetenschappelijk onderzoek en onze creativiteit ter zake nooit een einde hoeft te komen.