



Nooit meer rechtdoor

Over het wankel evenwicht tussen waarneming en verbeelding

Etty Hillesumlezing door Sander Baïs op vrijdag 26 november 2004



Voorwoord

In deze vijfde Etty Hillesumlezing ...



Dit boekje is het vijfde in de reeks Etty Hillesumlezing.

De lezing wordt georganiseerd door het Etty Hillesum Lyceum, Saxion Hogeschool IJsseland, ROC Aventus en het Etty Hillesum Centrum.

©2004, Uitgever: Thieme Deventer. Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.



Jan Schoppen

Voorzitter commissie Etty Hillesumlezing



Wankel evenwicht

Leerlingen moeten kiezen voor een profiel dat het beste bij hen past: Cultuur en Maatschappij, Natuur en Techniek of iets daar tussenin. De meeste kiezen dat laatste. We zetten de profielen letterlijk op een rijtje van links naar rechts: alfa, gamma en dan bèta. Alfa's en bèta's als extremen met de gamma's als een soort bemiddelaars daar tussenin. Het geheel getuigt van een benauwende hokjesgeest. Alsof natuurwetenschap en techniek het tegenovergestelde zijn van cultuur. Alsof mensen die van cultuur houden niet van wetenschap zouden houden en vice versa. Alsof alfa en bèta elkaar uitsluiten. Vreemd. Misschien moeten we beginnen die profielen op een cirkel te zetten, of op de hoekpunten van een driehoek, dan ziet het totaalbeeld van onze beschaving er heel anders uit. Er ontstaat dan een meer gelijkwaardige verkaveling waarin elk van de profielen als bemiddelaar dan wel extreem kan worden opgevat, en dat schept natuurlijk legio nieuwe mogelijkheden. Er ontstaat een nieuwe directe connectie tussen alfa en bèta. Tussen cultuur en wetenschap, kan dat? Is die verbinding er werkelijk?

De Etty Hillesumlezing staat in het teken van de herinnering aan een moedige vrouw die trouw bleef aan haar opvattingen en doelstellingen tot het bittere eind, het is een gelegenheid waarbij je opvattingen over cultuur en maatschappij mag uitdragen. Ik zie Etty als iemand die in staat was kritisch naar zichzelf te kijken en die vervolgens haar zelfbeeld in overeenstemming probeerde te brengen met wat ze in de wereld om zich heen zag. Om die zo verschillende binnen- en die buitenwereld met elkaar te rijmen was veel analyse, verbeelding en integriteit nodig en dat leidde tot een uniek profiel. Een ervaringsmens, een realist met verbeelding, die zichzelf kon relativeren, en daarbij grenzen wist te verleggen, eerst alleen voor zichzelf, maar naar later bleek ook voor veel anderen. Eerst voor haar lotgenoten, later voor de lezers van haar dagboeken. De voortdurende strijd tussen wat ze waarnam en haar verbeelding was onontbeerlijk om een leefbare interpretatie te geven aan de absurde wereld waarin zij ongevraagd terecht was gekomen door een speling van het lot - of beter gezegd, noodlot. Vaak als we in gewetensconflict komen, zoeken we bemiddelaars, verzachtende omstandigheden - zoethoudertjes van het type "Het zal zo'n vaart niet lopen". Een enkele keer ook verzamelt iemand in een dergelijke situatie de moed om een confrontatie aan te gaan en bewust grenzen te overschrijden en nieuwe territoria te betreden. Zo iemand was Etty Hillesum. Ik ben vereerd deze lezing te mogen houden en zal dankbaar van de geboden gelegenheid gebruik maken om een maatschappelijk aspect van een bijzondere culturele hokjesgeest aan de orde te stellen. Het thema van deze lezing staat op het eerste gezicht heel ver van de mens Etty Hillesum af, toch zullen we gaandeweg zien dat er inspirerende raakpunten zijn.

Ik wil deze gelegenheid aangrijpen om in te gaan op een in mijn ogen schrijnend hiaat in ons culturele leven dat te maken heeft met de ongemakkelijke verhouding tussen wetenschap en de gevestigde cultuur. Ik zal betogen dat wetenschap een vitale keten van onomkeerbare stappen in ons collectieve

bewustzijn is die in hoge mate de menselijke cultuur bepalen. Daarmee doel ik niet zozeer op de sociaal-economische gevolgen van de technologie maar vooral op de culturele dimensie van de natuurwetenschappen; de door de wetenschap ingegeven perceptie van onszelf als mens, van onze wereld en van onze plaats in deze kosmos. Als ik zie hoe ingrijpend de gevolgen van onze wetenschappelijke kennis zijn, baart de steeds toenemende marginalisatie van juist de exacte wetenschappen in alle aspecten van ons culturele leven mij grote zorgen. Daarbij komt dan ook nog dat de ernstige achterstand die wij nu met onze zogenoemde kenniseconomie en samenleving oplopen in het onontkoombare proces van globalisering alleen gekeerd kan worden door ons referentiekader als individu en als samenleving veel meer te baseren op een moderne cultuur, waarin fundamentele kennis een centrale rol speelt, en als wij ons bevrijden uit de mythen waarmee wij ons collectieve geweten alsmaar proberen te sussen. Voor mensen die van sprookjes houden: Geachte Doornroosje, er staat een Prins voor de deur die u graag zou willen kussen.

Dit betoog bestaat uit drie delen. In een inleidend hoofdstuk zal ik ingaan op de wortels van onze kennis en beschrijven hoe de verwondering en nieuwsgierigheid ons bevrijden uit de ijzeren omarming van het vooroordeel en hoe dat proces uiteindelijk leidt tot een ontmythologisering van ons wereldbeeld. Deze ontmythologisering is vooral sociaal gezien een pijnlijk proces zoals ik aan de hand van enkele sprekende voorbeelden hoop duidelijk te maken. In het tweede deel beschrijf ik in het kort wat de natuurwetenschappen uniek maakt en geef een compact en hopelijk toegankelijk exposé van waar de natuurwetenschappen nu staan. Dat is in dit beperkte kader van deze voordracht maar ten dele mogelijk en ik doe dat door alleen een korte caleidoscoop van de grote keerpunten in de natuurwetenschappen en hun samenhang te presenteren. Ik heb het dan over de keerpunten waar we niet meer verder rechtdoor konden, en waar we door een delicaat samenspel van zeer nauwkeurige waarnemingen en verbeeldingskracht een nieuw conceptueel raamwerk moesten scheppen - of moet ik zeggen, ontdekken. Het zijn deze dramatische wendingen in de natuurwetenschappen die een niet te onderschatten impact hebben gehad op ons denken over onszelf, op ons handelen, en op de feitelijke praktijk van ons dagelijks leven. Het derde deel staat in het teken van de verregerende marginalisatie van de bètacultuur die nu plaatsvindt. Is het een gegeven, of een gevolg van verkeerde attitudes en/of beslissingen. We kunnen ons de vraag stellen: is het de opvoeding thuis, onze scholing, de gevestigde cultuur of gewoon de tijdgeest die hier zijn tol eist. Hoe dan ook, de conclusie lijkt dat we er iets aan moeten doen en dat we er iets aan kunnen doen. Een belangrijke vraag die resteert, is of we er iets aan willen doen en welke prijs we daarvoor bereid zijn te betalen in mentale en misschien ook in materiële zin.



1. Vooroordeel versus nieuwsgierigheid

Wij komen ter wereld als een roze wolkje, een product van uiterst toevallige omstandigheden waar we zelf geen enkele invloed op hebben gehad. Als oma de wieg in kijkt, dan kijkt ze “regelrecht de hemel in”. Zij zou misschien willen dat dat zo bleef, maar dat zal niet zo zijn. Bij aankomst in deze wereld zijn wij toegerust met een prachtig stuk hardware en net zoals bij computers wordt de nodige software geheel gratis bijgeleverd, of we dat nu willen of niet. De leverancier heeft dat reeds voor u geïnstalleerd. Zo blijken we al in de vroegste fase van ons leven opgezadeld met een tamelijk willekeurige verzameling van dwingende randvoorwaarden en de daarbij behorende vooroordelen. Die vooroordelen vormen een noodzakelijke maar hardnekkige handicap die we gedurende ons leven slechts met de grootste moeite kunnen overwinnen. Dat op zich is een baan voor het leven.



A New Yorker's Perspective Saul Steinberg

Er is een prent van Saul Steinberg waarop dit gegeven doeltreffend in beeld is gebracht (zie afbeelding). Het gaat om het wereldbeeld van een New Yorker; de (unieke) kijk op de wereld van iemand die geboren en getogen is op de 9th Avenue. We zien dat zijn kennis van de directe omgeving nog redelijk gedetailleerd is. Hij kan zich nog wel herinneren dat voorbij de Hudson River Jersey ligt, maar dan volgt er lange tijd niets tot we bij zondige plaatsen als Las Vegas en Los Angeles aankomen. En dan, ergens heel ver weg in de boze buitenwereld, liggen de meest verderfelijke oorden zoals Japan en Sibirië. Deze prent illustreert hoe onze percepties op niet mis te verstane wijze worden overheerst door onze vooroordelen. Ook in New York geldt kennelijk, wat de boer niet kent dat lust hij niet!

We zijn gelukkig niet blijvend overgeleverd aan de willekeur van onze vooroordelen. Het belangrijkste wapen tegen het vooroordeel is de *nieuwsgierigheid*, waarmee wij ook in niet geringe mate zijn behept. Wij hebben van nature de neiging om verder te kijken dan onze neus lang is, soms zelfs, om onze neus in anderen's zaken te steken. Het is merkwaardig dat in het dagelijks leven nieuwsgierigheid zulke negatieve connotaties heeft, terwijl het zoals we later zullen zien, een van de belangrijkste drijfveren is voor het bedrijven van wetenschap.

We kennen allemaal het leergierige kind dat continu “maar *waarom* dan?” blijft vragen en daarmee net zolang doorgaat tot je je handen in de lucht werpt en

roept: “*Daarom!!!*” De kleine inquisiteur gaat echter onverstoord verder: “Daarom is geen reden, als je...”. *Curiosity driven* heet dat in het dure jargon van beleidsmakers. Het proces waarvan nieuwsgierigheid de motor is, begint met de verwondering over wat we waarnemen, het stellen van gewone vragen en het verzamelen van eenvoudige feiten, maar dat proces kan uiteindelijk uitmonden in de meest verbijsterende inzichten over hoe de wereld in elkaar steekt.

Een meisje van zes vroeg mij eens wat een driehoek was, ik vertelde het haar en dat vond ze erg eenvoudig en toen wilde ze graag weten wat een vierhoek was. Oh ja, natuurlijk, maar wat is dan een tweehoek en een éénhoek...? En een nulhoek, dat was dan zeker een cirkel! Wat een geweldig gesprek eigenlijk, wat een machtige combinatie van waarneming en verbeelding en wat een drang om tot de kern door te dringen. Zo wilde een van mijn kinderen, amper op school, van me weten waarom de cijferreeks 1,3,5,... geen “tafel van twee” was, of de letterreeks a,c,e,..., want dan telde je er toch ook steeds “twee” bij op. Wat zou u geantwoord hebben? Wat zijn we als ouders toch vaak weinig alert; als kinderen ons met van die kraakheldere vragen voor het blok zetten, sturen we ze meestal met een kluitje in het riet i.p.v. ze rijkelijk met onze aandacht te belonen voor zoveel oplettendheid – zoals we ze belonen wanneer we naar een uitvoering van de muziekschool gaan, of op zondagmiddag langs de lijn de longen uit ons lijf staan te schetteren omdat kindlief achter een bal aanholt. Wij laten het analytische talent van onze kinderen zo makkelijk door onze vingers glijpen. Je krijgt wat je waardeert, en dat betekent dat tegen de tijd dat ze naar de universiteit mogen, en de universiteiten zich op de borst slaan omdat ze voor moeilijke studies gaan selecteren aan de poort, er niemand meer bij die poort staat. Waarom leren we ze te consumeren i.p.v. van te denken en te creëren? Waarom leren we ze feitjes te stampen in plaats van zelf waar te nemen en zich te verbazen? Waarom leren we ze te geloven in plaats van te onderzoeken en te analyseren? Wat betreft Steinberg hoop ik dat zijn New Yorker op reis is gegaan om de grenzen van zijn waarneming te verleggen, zodat hij nieuwe feiten onder ogen heeft gekregen. Nieuwe feiten spreken soms boekdelen, en dwingen ons niet zelden onze oordelen ingrijpend te herzien.

Uit betrouwbare bron hebben wij vernomen...

Hoe betrouwbaar zijn onze waarnemingen? We gaan op reis, doen nieuwe ervaringen op en doen daar graag verslag van. De dichter Jacob van Maerlant schreef omstreeks 1250 zijn didactisch meesterwerk getiteld ‘Der Naturen Bloeme’, over alles wat groeit en bloeit in de natuur¹. Het was een grote ver-gaarbak van de ‘feitenkennis’ die toen voorhanden was waarbij de feiten vaak van een tot de verbeelding sprekend sausje werden voorzien; de delicate balans tussen waarneming en verbeelding lijkt nogal naar de verbeelding te zijn door-geslagen, getuige zijn beschrijving van hoe het er in bepaalde verre landen aan toe zou gaan².

¹ Bron: De Nederlandse Poëzie van de 12^e tot en met de 16^e eeuw in 1000 en enige bladzijden, G. Komrij (Bert Bakker, 1994)

² Vertaling in modern Nederlands: ‘Andere mensen wonen daar in de buurt die leven van de geur van appels, zonder ander voedsel te nuttigen. Als zij een grote afstand moeten afleggen, dan dragen zij de appel voor zich uit; want anders zouden zij sterven, indien hen een nare geur zou bereiken.’

*Andere liede sijn daer neven,
Die bi eens appels roeke leven,
Sonder ander spise tontfaen.
Eist dat hem vere staet te gaen,
Si draegenre hem voer hem ter noet;
Want anders so bleven si doet,
Quame hem enighe quade lucht an.*

Hoe betrouwbaar zijn onze waarnemingen? Wel, het gaat hierboven duidelijk om een even boeiend als onbetrouwbaar relaas van een geleerd man, en ondanks diens uitgesproken streven om de waarheid getrouw weer te geven lukt het hem kennelijk niet. Helaas bestaat er vaak maar een klein verschil tussen “uit betrouwbare bron heb ik vernomen” en “ik heb van horen zeggen”. Wijzelf doen het niet veel beter. Ik ga op reis en maak foto’s, objectieve beelden, en eenmaal thuisgekomen ga ik daar een representatief verslag van maken. Een fotoboek maken, het liefst op mijn computer, is een ingrijpend proces van “retoucheren” oftewel “het weer aanraken” van de voorbije werkelijkheid, hetgeen meestal wil zeggen die werkelijkheid van zoveel mogelijk ongewenste aspecten te ontdoen. Foto’s waar jezelf klungelig op staat verdwijnen, mensen die je niet kunt uitstaan worden weggeknipt onder het motto dat ze niet scherp zijn of de compositie bederven. Het is een onschuldige vorm van geschiedvervalsing ter meerdere glorie van het ik. Fotoboeken zijn de monumenten die de middelmatige mens jaar in jaar uit voor zichzelf opricht³. En ondanks – of misschien wel dankzij – die forse ingrepen vertonen die kleine monumenten verrassend veel overeenkomsten, net zoals dat bij grafomben en veldheren te paard het geval is. Inderdaad, hoe betrouwbaar zijn onze waarnemingen?

Een manier om het werkelijkheidsgehalte van onze waarnemingen daadwerkelijk te vergroten is er enkele onafhankelijke waarnemingen van dezelfde gebeurtenissen aan toe te voegen.

Meerdere reizigers die dezelfde plaats bezochten en daar verslag van doen. Het verslag van de politie over een studentenopstand gelegd naast dat van de studenten en enkele willekeurige toeschouwers geeft een vollediger en betrouwbaarder beeld, dan elk afzonderlijk verslag dat zou kunnen doen. In de wetenschap is de betrouwbaarheid van de waarneming een absoluut vereiste en dat is dan ook de belangrijkste reden waarom *reproduceerbaarheid* in de moderne wetenschap een *conditio sine qua non* is. In weerwil van deze vaststelling bestaat er grappig genoeg toch een tijdschrift getiteld *The Journal of Irreproducible Results*, en ik heb zelfs het bange vermoeden dat dat een heel dik tijdschrift is. Maar of het veel gelezen wordt betwijfel ik en zolang het *Irreproducible* in de naam zit, getuigt dat toch van een zekere integriteit. Onder vooringenomen theoretisch fysici is er een gezegde: “Don’t believe experiment until it has been verified by theory.” Het illustreert hoe gecompliceerd de liaison van waarneming en verbeelding ook in de wetenschap is. Het is de rigiditeit van de empirische doctrine die de werkelijkheid zo bitter weinig onderhandelbaar maakt, en dat maakt het moeilijk voor ons om de in wezen onweerlegbare resultaten een plaats te geven

tussen onze vooroordelen. Wat te denken van de volgende fragmenten waar het de wetenschappers zelf zijn die grote moeite hebben om “hun eigen ogen ter geloven”, d.w.z. om zelf de consequenties te aanvaarden van de resultaten van hun eigen, zeer gedegen wetenschappelijk werk.

Zo is er de anekdote die de beroemde fysicus Victor Weisskopf vertelt over de colleges over astrofysica en relativiteitstheorie die hij vóór de oorlog als student in het wetenschappelijk walhalla Göttingen volgde⁴. De colleges werden gegeven door niemand minder dan Monseigneur Lemaitre, de Belgische prelaat die enkele briljante en fundamentele bijdragen leverde aan de kosmologische toepassingen van de relativiteitstheorie van Einstein, met name aan de wiskundige uitwerking van het inmiddels zo gelauwerde oerknalmodel dat de geschiedenis van ons heelal in groot detail beschrijft. In die tijd was Lemaitre geïnteresseerd in diverse vragen m.b.t. de leeftijd van de aarde, waarbij hij gebruikmaakte van de relatieve concentratie van langlevende radioactieve elementen in de aardkorst. De radioactieve dateringsmethode is nu natuurlijk gemeengoed en wordt op grote schaal toegepast bij de leeftijdsbepaling van oude sedimenten, schedels van onze vroegste voorouders, en schilderijen die op dubieuze gronden worden toegeschreven aan oude meesters. Weisskopf herinnert zich de volgende conversatie die volgde op het college waarin Lemaitre voorgerekend had dat de aarde ongeveer vierenhalf miljard jaar oud moest zijn.

When we were sitting with him after his talk, someone asked him whether he believed in the Bible. He said, "Yes, every word is true". But, we continued, how could he tell us the earth is 4.5 billion years old, if the Bible says it is about 5.800 years old? He said, I suppose with the tongue in his cheek, "That is no contradiction". "How come?", we nearly shouted. He explained that God made the earth 5.800 years ago with all the radioactive substances, the fossils, and other indications of an older age. He did this to tempt humankind and to test its belief in the Bible. Then we asked, "Why are you so interested in finding out the age of the earth if it is not the actual age?" And he answered, "Just to convince myself that God did not make a single mistake".

Ook al zit je boven op de waarheid, haar accepteren is een ander verhaal. Dat laat ook de geschiedenis van de wetenschap keer op keer zien. De grote Lorentz stond aan de bron van de speciale relativiteitstheorie maar kon het resultaat niet accepteren. Einsteins vergelijkingen vragen om een dynamisch heelal maar Einstein zelf had er aanvankelijk de grootste moeite mee. Deze reus stond ook aan de wieg van de quantumtheorie en ook daar heeft hij zich ook nooit mee kunnen verenigen. Schrödinger schreef de fundamentele vergelijking van de quantummechanica neer, maar nam er min of meer afstand van toen hij zag welk een ingrijpende conceptuele revolutie hij daarmee ontketend had. Dirac schreef een vergelijking neer die het bestaan van antimaterie voorspelde, maar Dirac zelf kon er aanvankelijk niet mee uit de voeten. Allemaal grote natuurkundigen die de dramatische gevolgen van hun werk niet geanticipeerd hadden en daarom zelf niet klaar waren om de impact van hun werk te accep-



teren. Het is niet bescheidenheid maar de angst om een revolutie te ontketenen, zo lijkt het, terwijl die revolutionaire gevolgen hun werk nu juist zo belangrijk maakten.

Onbegrensd maar eindig



De Grieken dachten dat de aarde een stilstaande bol was die zich in het middelpunt van de kosmos bevond en dit idee werd ook daarna door de Romeinen gerespecteerd. Gek genoeg verdween dit beeld later in West-Europa weer volledig naar de achtergrond en dat terwijl Erathostenes rond 200 v. Chr. de omtrek van de aarde toch al op zo'n tien procent nauwkeurig had bepaald. In de vroege Middeleeuwen was de opvatting dat de aarde plat zou zijn kennelijk wijdverbreid⁵. Nu moet ik toegeven dat als je geboren en getogen bent in Nederland de gedachte dat de aarde plat is wel erg voor de hand ligt. Gesteld dat de aarde plat zou zijn, dan moet je je nog afvragen of zij wel of niet begrensd is; had de aarde dan misschien een rand waar je - als je onvoorzichtig zou zijn en te ver van huis zou gaan - vanaf zou kunnen vallen? Of was de wereld een oneindig uitgestrekt tweedimensionaal vlak? Wetenschappelijk gezien is er niets mis met deze hypothese van de 'platte aarde' omdat zij 'valsifieerbaar' was. Het geleidelijk verdwijnen van schepen aan de horizon, het verder kunnen kijken vanaf een hoog punt, en de ronde schaduw van de aarde die bij een maansverduistering op de maan te zien was etc., dat waren feiten die makkelijk waren aan te tonen door iedereen die daar behoefte aan had, en die feiten gaven de doorslag.

“Rand der Wereld”
De Divina Commedia van Dante
(1265-1321)
Paradiso, 28^e canto

In deze illustratie wordt de gecompliceerde geografie van hel, aarde en hemel zoals die in het gedicht van Dante beschreven werd. De aarde staat in het centrum en het paradijs bestaat uit negen “hogere sferen”. Zes zijn er geassocieerd met de maan en planeten. Dan komt de “zevende hemel”, de achtste sfeer was het firmament met daarop de sterren die een vaste plaats innamen. Daaromheen zat dan nog weer een kristallijne bol waarboven zich het Empyreum bevond.



Het vlakke alternatief verdween eens en voor al van tafel, de waarnemingen hadden het laatste woord. Deze episode illustreert hoe in de wetenschap een foute theorie van onschatbaar meer waarde is dan een vage theorie. In de woorden van de natuurkundige Richard Feynman: “We are trying to prove ourselves wrong as quickly as possible, because that way we can make progress”. Het zijn de vage, niet falsifieerbare theorieën die vooruitgang in de weg staan. In plaats van de systematische eliminatie van falende alternatieven eindigen we met een status-quo die vooruitgang frustreert en dikwijls onttaardt in een futiele scholenstrijd. Hoe dan ook, het waren moedige avonturiers als Columbus die als eersten de ultieme consequenties van de bolvormige aarde durfden te trekken toen ze op weg gingen om via de westelijke route Indië te bereiken. Anderen deinsden daar voor terug. Indië bereikten ze niet, maar ze deden wel een grote volstrekt onverwachte ontdekking – *serendipity* heet dat met een duur woord van beleidsmakers. Het bij toeval een ontdekking doen die niets te maken heeft met je oorspronkelijke onderzoeksdoel. Columbus en de zijnen waren moedig, want ook op een bol was je je leven niet zeker, ook daar zou je immers vanaf kunnen glijden of er zouden gaten in kunnen zitten zoals het wereldbeeld dat Dante in zijn Divina Commedia schetste, laat zien.

Al met al was de uitkomst van het dispuut over het vlak of gekromd zijn van het aardoppervlak revolutionair. De wereld waartoe wij in onze bewegingen beperkt waren bleek een tweedimensionaal boloppervlak, en dat boloppervlak heeft twee bijzondere eigenschappen, het is onbegrensd (d.w.z. het heeft geen rand) en het is eindig (een bol heeft een eindig oppervlak). Onbegrensd maar eindig, dat was de op het eerste gezicht paradoxaal klinkende conclusie. Het besef van deze eindigheid heeft tamelijk belangrijke culturele en sociale gevol-



gen. Een eindige ruimte is helemaal te kennen, deze impliceert ook een eindige hoeveelheid hulpbronnen, en dat impliceert weer grenzen aan de groei en daar ligt de suggestie in opgesloten dat we ons als mensheid gezamenlijk voor een leefbare wereld moeten inspannen. De bekende Amerikaanse slogan 'Love it or leave it' gaat voor iemand die globaal denkt dus - althans voorlopig - niet op. Integendeel, de jezuïet/paleontoloog Teilhard de Chardin (1881-1955) putte moed uit dit eenvoudige gegeven, het inspireerde hem tot het geloof dat zich hoe dan ook een wereldwijde sociale en politieke integratie diende te voltrekken⁶, een besef van de noodzaak van globalisering *avant la lettre*. De eigenschap van eindig zonder rand is trouwens een bijzonder geval van een uitermate algemene wiskundige stelling die verrassend diepe gevolgen heeft, namelijk dat een rand (een begrenzing) zelf geen rand heeft. Het aardoppervlak vormt zelf de begrenzing van de aardbol maar het boloppervlak zelf heeft geen rand. Wij hebben de gewoonte een boloppervlak voor te stellen als het oppervlak van een bol die we ingebed denken in de driedimensionale euclidische ruimte, zoals een globe. Dat is echter niet nodig, het boloppervlak is tweedimensionaal en om de meetkundige eigenschappen van dat oppervlak te kunnen begrijpen, hoeven we het helemaal niet in een hogerdimensionale ruimte in te bedden. We kunnen er tweedimensionale kaarten van maken en ontdekken de complicatie van de kromming van het oppervlak door het feit dat er met die kaarten altijd iets mis gaat als we de globale eigenschappen van het aardoppervlak in kaart willen brengen. Anders gezegd, het is om de kromming en de topologie van de aarde te ontdekken niet nodig om het aardoppervlak te verlaten; het is in principe voldoende intrinsiek tweedimensionale experimenten te doen. Als een mier lang genoeg 'rechtdoor' loopt op een sinaasappel zal hij op de plaats van vertrek terugkeren. Ook zou hij een driehoek op de bol kunnen tekenen en de drie hoeken kunnen meten om tot zijn grote schrik te ontdekken dat de som van die drie hoeken altijd groter is dan 180 graden, heel anders dan hij op wiskundeles geleerd had.

Tot slot wil ik opmerken dat de ontdekking van de ware meetkundige structuur van het aardoppervlak niet de laatste keer was dat de mens de notie van een vlakke ruimte moest inwisselen voor die van een gekromde ruimte. Zoals u waarschijnlijk weet hebben we dat met Einsteins relativiteitstheorie nog eens dunnetjes over moeten doen maar dan voor het heelal als geheel. Dan hebben we het opeens niet meer over een cirkel als een gekromde lijn in een plat vlak of een gekromd tweedimensionaal boloppervlak in een driedimensionale ruimte, dan hebben we het over een gekromde driedimensionale ruimte. Ook dat beeld kon op de nodige weerstand rekenen, te meer daar het iets was wat ons directe voorstellingsvermogen te boven gaat. Het meisje van zes had het me kunnen vragen: "Hoe weet je dan of die ruimte krom is?" Dan had ik geantwoord: "Door rechtdoor, nou ja zo recht mogelijk door te blijven lopen". Ik zou haar laten zien hoe dat werkt voor een mier op een bol. "Dus als ik alsmaar rechtdoor blijf lopen kom ik weer bij je terug?" Juist ja. Ze kijkt me ongelovig aan, en vraagt: "Hoe lang is dat dan lopen?" Ik kan haar nog net ervan weerhouden om haar rugzak te pakken en op weg te gaan. Zo wijzen kinderen ons de weg en het is onze taak om ze bij de hand te nemen.

Ontmythologisering en bijgeloof

Nieuwe wetenschappelijke inzichten roepen bijna altijd enorme weerstanden op. Het feit dat er overtuigende bewijzen bestaan voor een bepaalde theorie maakt op velen totaal geen indruk. De verbeelding wint het van de sobere waarneming. Mythen bieden meer opties en lijken in alle opzichten meer flexibel en milder.

Het is bekend dat Benjamin Franklin in 1752 bij een zwaar onweer zijn levensgevaarlijke experimenten deed met een vlieger aan de oever van de Schuilkill river bij Philadelphia waarbij hij ontdekte dat de bliksem een elektrische ontlading was⁷. Er was een complete theologische doctrine (zowel bij protestanten als katholieken) om dit soort natuurverschijnselen gebouwd, waarin deze verschijnselen als tekenen van Gods onvrede geduid werden. Kort na zijn vliegerexperimenten wist Franklin zijn ontdekking om te zetten in een eenvoudige maar buitengewoon nuttige toepassing, de bliksemafleider. Men zette een simpele koperen staaf op het dak met een geleidende draad naar de aarde en men was eens en voor al gevrijwaard van de gevolgen van Gods toorn. Wat dat betreft werkte het een stuk beter dan de "aflaat". De briljante uitvinding vond gretig aftrek behalve bij de kerken die er juist het meest gebaat mee zouden zijn. Een noodlottig toeval bracht de theologen ertoe de nieuwe vondst serieus in overweging te nemen; het verhaal gaat dat de Venetiaanse Republiek in de gewelven van de San Nazaro kerk in Brescia tweehonderdduizend pond kruit had opgeslagen. In 1767, vijftien jaar na Franklins ontdekking, sloeg de bliksem in de kerk en het kruit explodeerde. Een zesde van de stad werd verwoest en er waren meer dan 3000 doden. In 1777 werd de "heidense staaf" uiteindelijk op de kathedraal van Siena geplaatst en leek de strijd, in Italië althans, beslecht. Wij lachen er een beetje om, was het niet nog in 1953 dat de watersnoodramp in Zeeland ten gevolge van extreme weersomstandigheden in menige kerk geduid werd als een straffe Gods. Mythen zijn uitermate hardnekkig. Ik las onlangs wat er medio 2003 gebeurde in een kerkje in Forest, Ohio. De middeleeuwen blijven actueel zoals ook uit het onderstaand krantenknipseltje uit de NRC blijkt.



Benjamin Franklin ontdekt dat de bliksem een elektrische ontlading is met dit levensgevaarlijk experiment.

Ook nu, tweeënehalve eeuw later, wanneer je denkt dat de wetenschap op overtuigende wijze het failliet van de bovennatuurlijke krachten en interventies



heeft aangetoond, viere mythen en bijgeloof nog immer hoogtij. Dat is allerm minst een marginaal verschijnsel helaas. Jomanda's trekken volle zalen, tarotkaarten en aura's staan in het middelpunt van de belangstelling: de waarneming legt het finaal af tegen de verbeelding.

In de VS, waar lesprogramma's op het niveau van de afzonderlijke staten worden vastgesteld, zorgen creationisten voor religieuze lobby's die het onderwijs van de evolutietheorie proberen te frustreren. Zelfs het uitermate gedegen blad de *Scientific American* vond het kennelijk hoognodig zich in de strijd te mengen en hiertegen iets te ondernemen en plaatste in 2002 een stuk getiteld: "15 *Answers to Creationist Nonsense*", dat begon met de vaststelling dat:

When Charles Darwin introduced the theory of evolution through natural selection 143 years ago, the scientists of the day argued over it fiercely, but the massing evidence from paleontology, genetics, zoology, molecular biology and other fields gradually established evolution's truth beyond reasonable doubt. Today that battle has been won everywhere – except in the public imagination.

Het American Institute of Physics schreef in maart 2004 nog een brief aan het Ohio Board of Education om te pleiten voor het handhaven van een serieuze wetenschappelijke standaard bij het maken van keuzes voor het natuurwetenschappelijk onderwijs:



We write to you now as you cast a final vote for state-approved lesson plans upon which proficiency tests will be based. Please do not approve any lesson plans that require students to compare the well-accepted science of evolution with the dubious hypothesis of Intelligent Design creationism. Intelligent Design is a system of religious beliefs, not a scientific theory. Religious doctrine -in any guise- does not belong in science classrooms.

En er zijn legio andere voorbeelden waarmee respectabele wetenschappelijke organisaties waarschuwen tegen de massale vlucht in bijgeloof en dubieuze pseudowetenschappelijke humbug. Wij denken maar al te graag dat de Middeleeuwen een duistere periode waren

waarin mensen gebukt gingen onder erbarmelijke leefomstandigheden en onwetendheid en dat zij zich uit angst en wanhoop maar overleverden aan allerlei vormen van bijgeloof.

Met dezelfde overtuiging denken we dat onze tijd gekenmerkt wordt door rationaliteit en redelijkheid, misschien wel als gevolg van onze welvaart. Dat het met

de rationaliteit in ons tijdsgewricht niet bijster goed gesteld is, behoeft na de hierboven beschreven voorbeelden geen betoog, maar dat er op het hierboven geschetste beeld van de Middeleeuwen ook nog wel iets valt af te dingen, zal voor velen een verrassing zijn. Het blijkt dat er ook in die tijd de nodige denkers waren die in hun uitspraken duidelijk vooruitliepen op wat we nu natuurwetenschappelijke opvattingen noemen, opvattingen die pas later in de Renaissance hun beslag kregen door de empirische methode aangehangen door Copernicus, Brahe, Kepler, Bruno en Galilei en de totstandkoming van het heliocentrische wereldbeeld dat met deze namen verbonden is.

Moderne wetenschappers verwijzen nog dikwijls naar het "scheermes" van de mortalist William van Ockham (1285 – 1347), namelijk de uitspraak "*entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem*", wat wil zeggen dat "entiteiten niet toegevoegd dienen te worden behalve als dat absoluut noodzakelijk is." Het is een pleidooi voor theoretisch minimalisme, die efficiëntie in de beschrijving of verklaring van verschijnselen tot een principe maakt. Abelard (1079-1142) die wij voornamelijk kennen van zijn onfortuinlijke affaire met de veel jongere Heloise, met alle rampzalige gevolgen van dien⁸, poneerde in de twaalfde eeuw al de volgende vier gulden regels voor onderzoek en debat:

*Liet systematische twijfel en vraag je bij alles af of het wel zo is.
Leer het verschil tussen uitspraken die gebaseerd zijn op een rationeel bewijs en die welke alleen maar overtuigend klinken.
Wees precies in je gebruik van woorden, en vraag hetzelfde van anderen.
Pas op voor fouten, zelfs in de Heilige Schrift.*

Hij publiceerde een lijst met maar liefst 158 filosofische en theologische vragen waarover de opinies in die dagen duidelijk verdeeld waren. Met deze dialectische aanpak was hij een gewaardeerd leermeester en staat hij aan de basis van de moderne westerse educatie. Hij was een vernieuwer in de zin dat hij de scholastische traditie waarbinnen de leer van de kerk niet ter discussie stond, doorbrak. Nog uitgesprokener is Poponazzi (1462-1525) uit Padua die in zijn boek *De Incantationibus* uit 1520, geruime tijd voor Galilei en Bruno, probeert zwarte magie en bijgeloof uit te bannen:

Het is mogelijk om elke ervaring te verklaren in termen van natuurlijke oorzaken en uitsluitend natuurlijke oorzaken. Er bestaat geen enkele voor ons overtuigende reden dat er gewaarwordingen bestaan die afhankelijk zijn van demonische machten. Het heeft geen enkele zin om bovennatuurlijke krachten in te voeren. Het is even belachelijk als frivool om de evidentie van natuurlijk redeneren op te geven en naar zaken te zoeken die zeer onwaarschijnlijk en niet rationeel zijn.

Deze teksten hebben aan actualiteit niets ingeboet en je zou ze zo boven de deur van menig klaslokaal willen ophangen. De ontmythologisering was duidelijk al vroeg in volle gang, ook al was dat toen een elitaire aangelegenheid en bepaald niet gemeengoed. Maar is het dat dan wél, kun je je met recht afvragen.



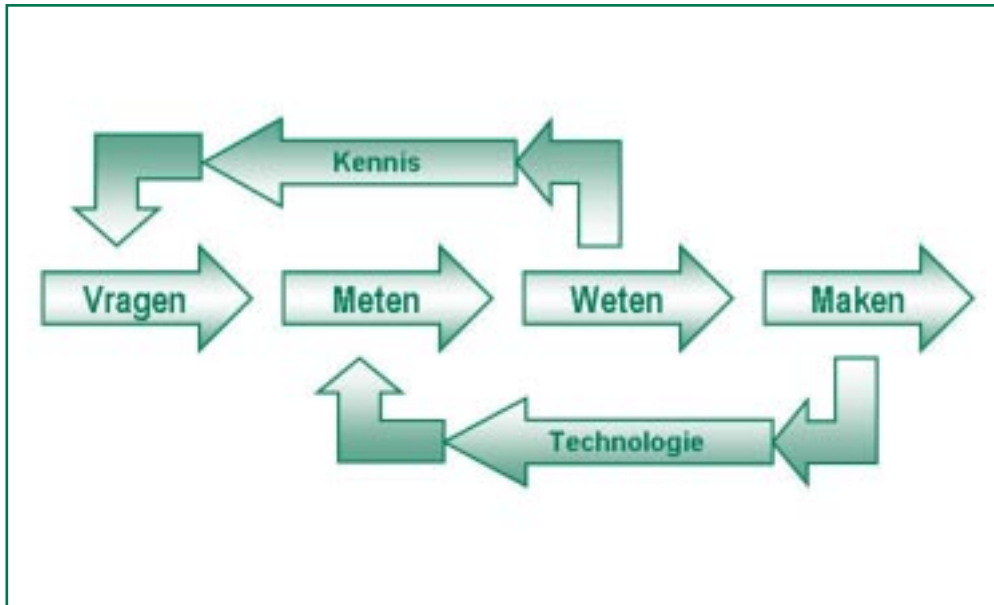
⁸ Er werd een kind geboren (Astrolabe genaamd), de geliefden gingen uit elkaar, Abelard werd geïncastreed, en ieder voor zich trok zich terug in een klooster.



2. Nooit meer rechtdoor

De dubbele helix van de kennis

De natuurwetenschappen worden ten onrechte vaak geïdentificeerd met het verschijnsel techniek en daarmee wordt de wetenschap te kort gedaan. Natuurwetenschap heeft in eerste instantie te maken met verwondering, met het je verbazen over wat je om je heen ziet. Het gaat om de eerder genoemde kwaliteit van het kind die de drijvende kracht is achter kennisverwerving. De Engelse filosoof Francis Bacon vatte dit samen in de uitspraak: "Verwondering is de kiem van de kennis".



De dubbele helix van de kennis

"Meten is weten" is als credo natuurlijk een doodoener maar het bevat wel een harde kern van waarheid, want wie goed waarneemt komt veel te weten. En wanneer je meer weet leidt dat ook weer tot nieuwe vragen. Dat is de cyclus weergegeven aan de bovenkant van bovenstaande figuur. Met de nieuwe vragen ga je terug om nog beter te kijken, en dan kom je nog meer te weten en zo gaat het door, *ad infinitum*. Of juist niet, en hebben we hier te maken met een cyclus die tot stilstand komt doordat we op een goed moment tegen onze waarnemingsgrenzen aanlopen en er niks nieuws meer te zien valt? Alle relevante vragen zijn op een goed moment gesteld en blijven onbeantwoord, dus dan beginnen we in herhaling te vervallen. We belanden in een vicieuze cirkel waarbij zelfs de verbeelding geen soelaas meer biedt. In de wetenschap is de verbeelding weliswaar onontbeerlijk maar niet oppermachtig. Dat is inderdaad anders in de kunsten waar de vrijheid veel groter is omdat men niet gebonden is aan feiten.



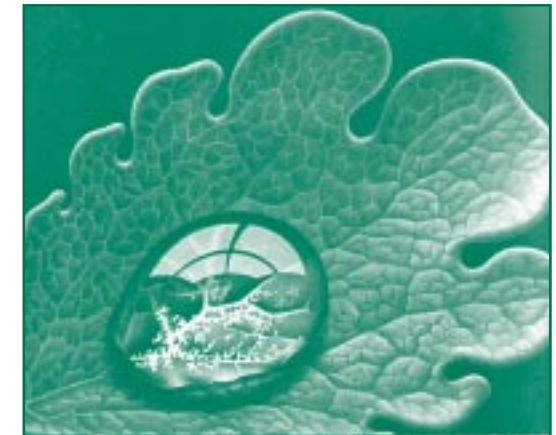
Vorm en stijl zijn uiteindelijk gewoon conventies waar je met de nodige menselijke creativiteit doorheen kan breken en daardoor kan de kunst altijd weer verder. Maar ook daar is het natuurlijk moeilijk om niet oude wijn in nieuwe zakken te blijven doen. Om een laag-bij-de-gronds voorbeeld te geven, als we Roodkapje of Hans en Grietje met cybersprookjes als Star Wars vergelijken, dan zien we dat vooral de verpakking drastisch is vernieuwd, terwijl de opbouw en inhoud van het verhaal benauwend veel overeenkomsten vertonen.

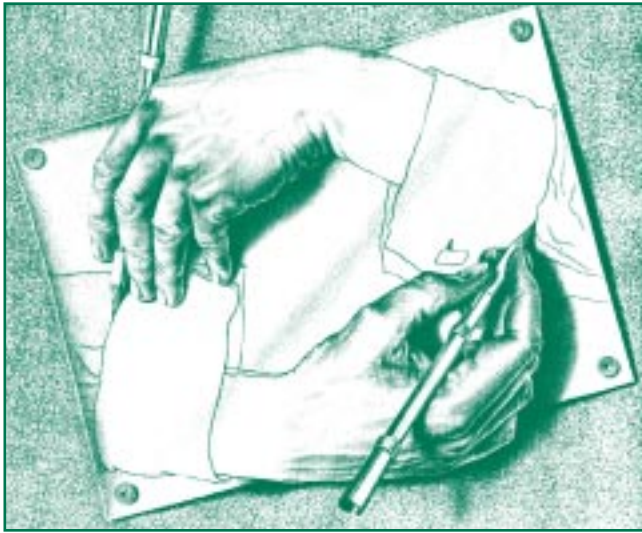
In de natuurwetenschappen gebeurt er iets belangrijks, waardoor die vicieuze cirkel altijd weer doorbroken wordt. Als we nieuwe inzichten hebben verworven, betekent dat meestal dat we datgene wat we hebben leren begrijpen ook kunnen manipuleren, zodat we er iets mee kunnen doen, we kunnen iets nieuws ontwerpen of maken. De cyclus van verwondering, via waarneming

naar kennis en weer terug, krijgt een zijtak, waarbij we Bacon kunnen parafraseren met de uitspraak: "Kennis is de kiem van technologie". Dat is de cyclus aan de onderkant van de eerdergenoemde figuur. Laat ik dit proces illustreren met een tekening van Escher (zie afbeelding). Je verbaast je over het licht dat op een blad valt; in het blad ligt een dauwdruppel en opeens zie je dat die druppel de ondergelegen nerven van het blad vergroot. Je ziet opeens dingen die je daarvoor niet kon zien. Deze observatie brengt je misschien op het idee om die druppel van glas te maken en uit te zoeken wat de vorm is die de beste vergroting geeft. Zo doe je tussen neus en lippen een geweldige ontdekking, namelijk de lens, het vergrootglas, de beslissende stap naar de microscoop, de sterrenkijker en de uilenbril. Daarmee verleg je op een volstrekt objectieve manier je waarnemingsgrenzen en ontsluit aldus nieuwe werelden: de wereld van het microscopische en de macroscopische wereld van manen, van planeten- en sterrenstelsels. Maar dat is niet alles, je ontsluit een veelheid van werelden voor alle mensen die niet goed kunnen zien. De bril is een duizelingwekkende technologische innovatie, een zegen voor het individu maar ook voor de samenleving als geheel. Wat ik in de context van mijn verhaal wil benadrukken, is dat we met het ontwikkelen van de lens in de meest letterlijke zin een nieuwe objectieve uitvalsbasis voor onze waarnemingen hebben geschapen. En dat brengt de cyclus van het *meten naar weten* direct op een hoger plan.

Een meer recent voorbeeld van dit mechanisme is de ontdekking van de structuur van DNA, waarmee de erfelijke code en het mechanisme van genetische replicatie werden blootgelegd. Ook daar kreeg men van de natuur als het ware een knip- en plaksetje cadeau, een moleculair instrumentarium in de vorm van enzymen (meestal eiwitcomplexen) waarmee het DNA verder onderzocht maar ook gemanipuleerd kon worden.

Genetische manipulatie is een technologie met grote toepassingen in het weten-





schappelijk onderzoek en op termijn ook zeker daarbuiten.

Er zijn legio voorbeelden aan te dragen van deze wisselwerking tussen wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen, denk bijvoorbeeld aan de laser of aan het moderne diagnostisch instrumentariumpark waarmee onze ziekenhuizen volgestouwd zijn (zoals NMR-, PET-, CT-scanners, echoscopie, etc.).

We zien dus dat er in de natuurwetenschappen sprake is van twee cycli die elkaar voeden en die aanleiding geven tot een dubbele helix van de kennisver-

werving, met enerzijds de verwondering en de waarneming, anderzijds het maken en ontwerpen van een steeds geavanceerder instrumentarium dat weer een product is van die nieuwverworven kennis en dat nieuwe waarnemingen mogelijk maakt⁹. Het is niet mogelijk deze cycli rigoureuus van elkaar te scheiden. Als we alleen maar met vragen en verwondering in de weer blijven, lopen we vast, en als we alleen maar dingen maken en niet bijtijds weer nieuwe fundamentele vragen stellen lopen we ook vast. Het is deze dubbele spiraal van de vooruitgang die een hechte band schept tussen wetenschap en technologie en ze als het ware tot elkaar veroordeelt.

De verbeelding bootste de werkelijkheid na, maar je kunt ook zeggen dat de nieuwe werkelijkheid een nabootsing is van de verbeelding. Dit duale mechanisme is werkzaam dankzij een even dynamische als delicate balans tussen waarneming en verbeelding, tussen creativiteit en ervaring, en wordt daardoor continue generator van radicaal nieuwe inzichten. Einstein zei het in 1918 als volgt:

The most important task for scientists is to search for the most fundamental laws, from which a picture of the world can be deduced. There is no logical path that leads to these elementary laws, only an intuitive one, based on creativity and experience.

With such a methodological uncertainty one would think that an arbitrary number of equally valid systems would be possible. However, history shows that of all conceivable constructions always a single one did stand out as absolutely superior to all others.

We hebben het over een cultuurmechanisme dat ons in een subtiele dialoog tussen waarneming en verbeelding van de ene wending naar de volgende drijft: nooit meer rechtdoor.

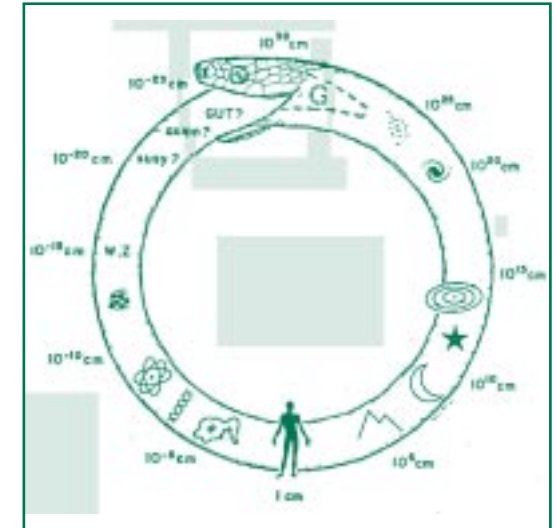


Het wetenschappelijk wereldbeeld

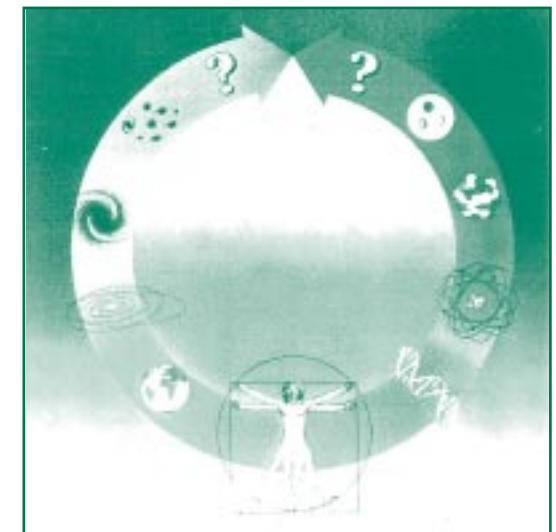
Hiernaast ziet u een afbeelding van een mythisch monster, de zogenoemde Uroboros, die zichzelf lijkt te verzwelgen. De slang die zichzelf in de staart bijt is een oud Griekse voorstelling die in gebruik was bij alchemisten (maar ook bij de gnostici). Deze slang symboliseert de eenheid van alle krachten en processen in de kosmos. "Eén ding nauwkeurig bestuderen en door en door kennen is hetzelfde als alles te kennen. De makrokosmos wordt weerspiegeld in de mikrokosmos". Er wordt ook wel verwezen naar de Enneaden van Plotinos waarin gezegd wordt: "Want alles omvat alles in zich en ziet dan weer in een ander alles, zodat overal alles is en elk ding alles is". De Uroboros is daarmee een toepasselijk symbool, het herinnert er ons niet alleen aan dat de natuurwetenschappen mythische wortels hebben maar symboliseert tegelijkertijd de eenheid in de natuurwetenschappen.

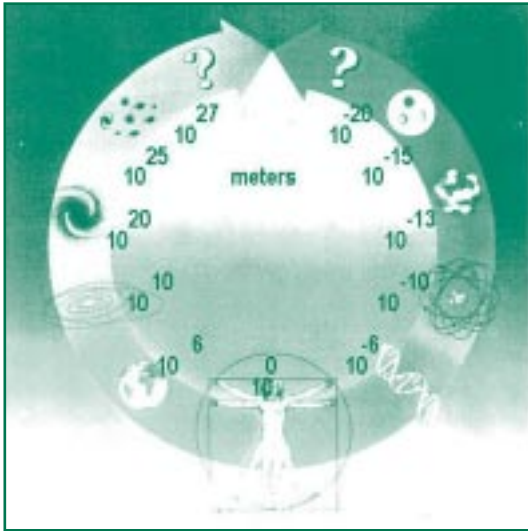
De Uroboros

Ik zal de Uroboros, vrucht van de verbeelding, als symbolische kapstok gebruiken om achtereenvolgens een aantal kenmerkende aspecten van de natuurwetenschap aan op te hangen. Ten eerste geeft het een beeld van de waargenomen verschijnselen op alle afstandsschalen, en over de zeer uiteenlopende vakgebieden die zich met deze afzonderlijke schalen bezighouden. Vervolgens geeft het een beeld van de grote conceptuele keerpunten en hun samenhang die het best tot uiting komen als we naar de evolutie van ons heelal kijken, vanaf de allereerste fractie van een seconde tot nu - 13,7 miljard jaar later - toe. Met deze verschillende perspectieven op de *Uroboros van de wetenschap* blijkt deze een schat aan informatie te bevatten.



De Uroboros als symbolische voorstelling van de eenheid in de natuurwetenschappen zoals die in de oorspronkelijke preprint uit 1975 van Shelley Glashow voor het eerst opdook.





Afmetingen

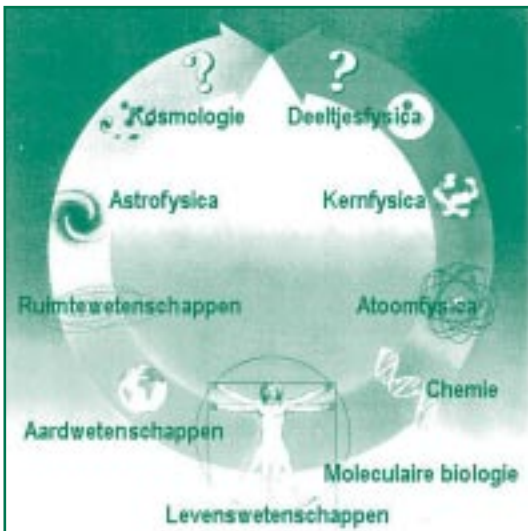
Onder aan de figuur zien we de mens centraal staan, en de typische schaal waar je bij de mens aan denkt is de meter (1 meter = 10^0 meter). Maar is de mens de maat aller dingen, zo kan de mens zich afvragen. Om dat uit te vinden heeft de mens het mysterie van de hem omringende natuur onderzocht. Aan de linkerkant kijkt hij naar steeds grotere afstandsschalen, naar de buitenwereld of makrokosmos, en aan de rechterkant naar steeds kleiner wordende afstandsschalen, naar de binnenwereld of mikrokosmos. We zien dat de afstandsschalen, aangegeven in meters, enorm variëren. De grootste afmeting die fysisch toegankelijk is, is die van het hele

zichtbare heelal, een gigantische 10^{27} meter, dat is een miljard keer een miljard keer een miljard meter en dat is inderdaad een groot getal. Is dat een groot getal? Ja en nee; ter vergelijking, dat getal is ongeveer gelijk aan het aantal moleculen in een kubieke meter lucht. De kleinste afmeting waar we inzicht in hebben dankzij het onderzoek met grote versnellers zoals op het CERN te Genève, is een superminuscule 10^{-20} meter, een miljardste van een miljardste centimeter. Op die schaal zien we alleen maar de meest elementaire vormen

van materie zoals quarks en elektronen. We hebben nu alleen de meest extreme afmetingen genoemd, maar wat enorm fascineert is dat de natuur zich op al die tussenliggende schalen ook weer in stabiele structuren heeft georganiseerd. Dat komt simpelweg omdat die bouwstenen onderhevig zijn aan krachten die ervoor zorgen dat de bouwstenen op de meest gekke manieren aan elkaar gebonden worden. Een ongekende vorm van Lego.

Een staalkaart van vakgebieden

We merken nu op dat zich rond elke schaal waar zich een karakteristieke ordening voordoet, een eigen vakgebied heeft ontwikkeld met zijn eigen instrumentarium, zijn eigen jargon en met zijn eigen (onopgeloste) problemen. Bij de kleinste schaal hoort de hoge-energiefysica met zijn enorme deeltjesversnellers waarmee men de elementaire vormen van materie onderzoekt. Daarna volgen achtereenvolgens de kernfysica, kernen zijn opgebouwd uit verschillende aantallen protonen en neutronen en die zijn elk weer opgebouwd uit drie quarks.



Op een volgend niveau zien we de atoomfysica, waarbij de negatief geladen elektronen zich aan de positief geladen kern hebben gebonden zodat er een elektrische neutrale combinatie ontstaat. Als we kijken naar de wereld van zeer veel atomen ontstaat de enorme structurele rijkdom van de gecondenseerde materie – vloeistoffen, gassen, vaste stoffen, polymeren en de zeer complexe moleculen van het leven zoals DNA en RNA. We stappen dan eigenlijk over naar de chemie, de organische chemie, de biochemie, de moleculaire biologie en tenslotte de levenswetenschappen, in de afbeelding gesymboliseerd door de mens. Aan de andere kant van de Uroboros zien we de grenzen van het zichtbare heelal, waarbinnen de clusters van melkwegstelsels, dan de sterrenstelsels zelf, waarbinnen weer de sterren zoals onze zon, de planeten, met als vakgebieden de kosmologie, de astrofysica, de aardwetenschappen en de evolutionaire biologie met ook weer als (voorlopig) eindpunt het meest complexe organisme dat we kennen, de mens. Alle wetenschappelijke disciplines staan in deze afbeelding zij aan zij, enerzijds autonoom maar anderzijds steeds meer verweven; dat komt door de enorme verscheidenheid aan verschijnselen die we in de loop der tijd door nauwkeurig waar te nemen in kaart hebben gebracht, en dankzij de denkkraft en verbeelding waarmee we die verschijnselen hebben leren doorgronden. Zo ontstond een uitermate robuuste en samenhangende hiërarchie van structuren, allemaal opgebouwd uit precies dezelfde bouwstenen en tengevolge van slechts een viertal fundamentele krachten. Het staat ons niet vrij zomaar iets te veranderen omdat ons dat leuk lijkt, want dan zal dat onmiddellijk consequenties hebben ergens anders. Ik gebruik het woord robuust, omdat het in de wetenschap geen pas heeft om te spreken van absolute waarheid. In een wetenschap die zich op het falsificatieprincipe baseert kan men alleen de onjuistheid van een hypothese aantonen maar nooit de (absolute) juistheid. We zijn onderweg, bezig een ladder te beklimmen waaraan nog de nodige sporten ontbreken en waarvan we niet weten waar die uiteindelijk heen leidt.

Uitme grenzen

Wanneer we heel veel afstand nemen en alleen naar de echt grote lijnen in de wetenschap kijken, valt op dat er eigenlijk maar drie fundamentele fronten zijn waar de natuurwetenschappen zich geconfronteerd zien met grote mysteries. Dat is waar de mens, gedreven door zijn nieuwsgierigheid, in een hevige strijd verwickeld is met grote onbekenden. Dat is *het front van de grootste afstandsschalen*, met de typische vraag wat de grenzen van ons heelal zijn als die er al zijn. Hoe oud het is, hoe het is ontstaan en wat er in de verre toekomst mee gaat gebeuren. Aan *het front van de kleinste schalen* stellen we de tegenovergestelde vraag: is alles opgebouwd uit steeds kleinere bouwstenen, of



houdt dat ooit een keer op? Zijn quarks en elektronen misschien de kleinste objecten die in de natuur voorkomen of moeten we dan denken aan veel kleinere objecten zoals supersnaren? Kan het zijn dat er op heel kleine afstandsschalen zich meer ruimtelijke dimensies voordoen zoals de supersnaartheorie voorspelt? Dat zijn vragen waar ú niet wakker van zal liggen maar gelukkig een aantal andere mensen wel! Het heeft iets opwindends je voor te stellen dat het heelal, als het er echt op aankomt, tien of elf dimensies heeft. Op dit moment lijkt dat onvoorstelbaar maar misschien is het wel een geaccepteerd inzicht in het jaar 2050.

Tenslotte is er *het grote front van de complexiteit*, waarbij vooral de complexiteit van levende organismen buitengewoon gevarieerd en groot is. Dat neemt niet weg dat ook die complexiteit een gevolg lijkt van de wetmatigheden van de onderliggende fysica en de chemie en niets meer dan dat. Complexiteit ontstaat al heel snel als men bouwstenen zich laat ontwikkelen tengevolge van heel simpele regels (algoritmes). Hieruit putten onderzoekers de hoop dat uiteindelijk de complexiteit toch weer een onderliggende eenvoud tot uitdrukking brengt die te begrijpen valt. De grote ontdekkingsreis is nog in volle gang in duizenden laboratoria over de hele wereld en in de hoofden van miljoenen gedreven onderzoekers. Inderdaad, de mens verkeert in de unieke situatie dat hij als eerste in staat is om de kosmische code zo succesvol te ontrafelen en zo mogelijkwijs zijn eigen oorsprong te leren doorgronden; dat lijkt mij de grootste uitdaging waarmee wij ooit geconfronteerd zijn. Een uitdaging die grote collectieve inspanningen vereist maar die we mijns inziens moeten aangaan.



Keerpunten

In de Uroboros kunnen we ook de belangrijkste keerpunten in ons denken over de natuur een duidelijke plek geven. We begonnen in de Verlichting met de klassieke natuurkundige theorie van Newton die een beschrijving van de zwaartekracht gaf en die daarmee de aardse en hemelse mechanica onder één noemer bracht. Deze verklaarde waardoor de maan om de aarde draaide en de planeten om de zon, maar ook waardoor de appel van de boom viel, en dat alles in indrukwekkend kwantitatief detail. Het betekende ook de definitieve doorbraak van het besef dat wiskunde de taal is waarin de natuur zich ongekend zuiver en ondubbelzinnig uitdrukt.

De fundamentele wetten die elektriciteit, magnetisme en optica samenbrachten, werden ongeveer twee eeuwen later door Maxwell neergeschreven. Ook hier was er sprake van een unificatie van verschillende verschijnselen in één theoretisch raamwerk. Je zou de klassieke fysica ook in het centrum van de afbeelding hebben kunnen plaatsen. Vervolgens is er de ontwikkeling naar grotere



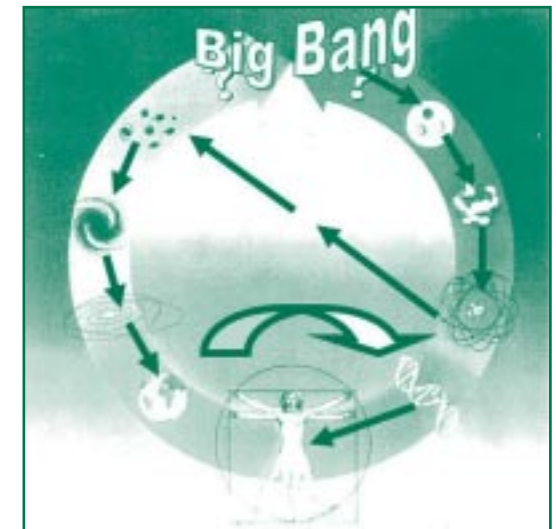
afstandsschalen, naar de fundamentele eigenschappen van ruimte en tijd; het daarmee verbonden keerpunt is de relativiteitstheorie van Einstein (1915). Daarin wordt de zwaartekracht geïnterpreteerd als een gevolg van de meetkundige structuur van ruimte en tijd. Die theorie liet ook zien dat de notie van een dynamisch heelal – een uitdijend heelal – onontkoombaar was. Dan is er de ontwikkeling aan de rechterzijde die naar boven gericht is, en dit betreft de structuur van de subatomaire wereld. Het bijbehorende keerpunt is de quantumtheorie (1925) waarmee o.a. de namen van Bohr, Heisenberg, Schrödinger en Dirac verbonden zijn. Deze theorie opende de poort naar de microscopische wereld. Aan de linkerzijde naar beneden gericht zien we de aarde en zijn ontstaansgeschiedenis en de ontwikkeling van het leven op aarde, met als keerpunt in ons macrobiologische perspectief de evolutietheorie van Darwin (1859). In zijn *On the Origin of Species* vat hij zijn grote inzicht kernachtig samen en laat geen twijfel bestaan over het belang van zijn ontdekking:

Finally, the several classes of facts which have been considered ..., seem to me to proclaim so plainly, that the innumerable species, genera, and families of organic beings, with which this world is peopled, have all descended, each within its own class or group, from common parents, and have all been modified in the course of descent, that I should without hesitation adopt this view, even if it were unsupported by other facts or arguments.

Tot slot, aan de rechterkant naar beneden, zien we de opmars van het moleculaire denken in de levenswetenschappen met als keerpunt de ontdekking van de structuur van het DNA door Crick en Watson (1953). Het gaat afgezien van de klassieke fysica dus om maar vier grote wendingen in ons denken die de moderne natuurwetenschappen in al hun diversiteit opspannen. Deze fundamentele wendingen in ons collectieve bewustzijn hebben de natuurwetenschappen in het hart van de menselijke cultuur geplaatst. Deze keerpunten suggereren dat het ook in de toekomst niet anders zal gaan – altijd weer nieuwe wendingen, nooit meer rechtdoor.

Kosmische evolutie

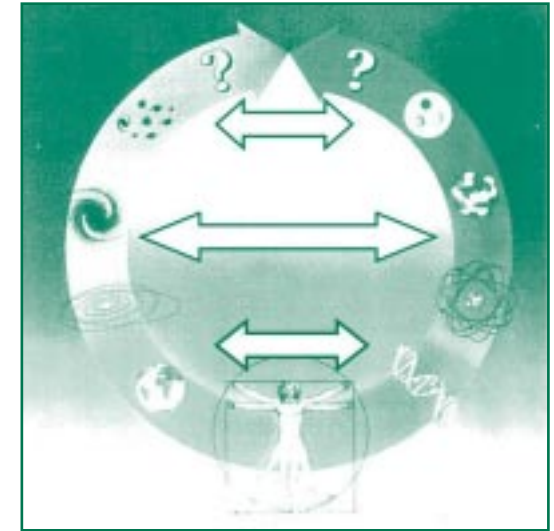
We hebben aangegeven dat er een gigantische hiërarchie van stabiele structuren in de natuur bestaat. We hebben ook aangegeven wat het conceptuele raamwerk is waarbinnen die structuren begrepen moeten worden. We stellen ons nu de vraag hoe die structuren feitelijk tot stand gekomen zijn. Dat heeft alles te maken met het uitdijende heelal en wat zich daarbinnen in de loop van een dertienmiljardjarige evolutie heeft afgespeeld. Ook hier bewijst de Uroboros weer zijn goede diensten. Het heelal



begon ten tijde van de oerknal als een zeer hete soep van de meest elementaire vormen van materie en straling, zoals quarks, *elektronen* en lichtdeeltjes of *fotonen*. We zitten dan dus rechtsboven in de afbeelding. Door de uitdijning van het heelal koelde dat gaandeweg steeds meer af en daardoor konden zich stap voor stap steeds gecompliceerdere structuren vormen, zonder dat die door heftige thermische bewegingen weer uit elkaar geslagen werden. De uitdijning en de daarmee gepaard gaande afkoeling zijn dus het drijvende mechanisme achter de vorming van structuur in ons heelal. Na enkele fracties van een seconde vormden zich eerst de kerndeeltjes (zoals *protonen* en *neutronen*, gemaakt van ieder drie quarks). Na drie minuten ontstonden de eerste eenvoudige kernen van chemische elementen (zoals *deuterium*, *helium* en *lithium*) op hun beurt als gebonden toestanden van verschillende kerndeeltjes. Na driehonderdduizend jaar (en dan hebben we het nog steeds over het zeer vroege heelal¹⁰) vormden zich de eenvoudige atomen, voornamelijk *waterstof* en *helium*, wat inhoudt dat elektronen door de elektromagnetische krachten aan de kernen gebonden werden, waarbij het aantal gebonden elektronen precies zo was dat het resulterende atoom elektrisch neutraal werd. Toen het heelal eenmaal gevuld was met neutrale materie in de vorm van atomen en straling, kon het licht zich ongehinderd voortplanten en werd het heelal voor het eerst doorzichtig. In dat elektrisch neutrale medium ging de veel zwakkere zwaartekracht overheersen. Gigantische gaswolken trokken steeds verder samen zodat er een ongelijke ruimtelijke verdeling van energie en materie in het heelal ontstond, waaruit later de miljarden melkwegstelsels zouden ontstaan. In het binnenste van die gaswolken werd de materie door de aantrekking van de zwaartekracht weer zo sterk op elkaar gedrukt dat daar de druk en de temperatuur weer zo hoog opliepen dat zich daar sterren vormden die spontaan tot ontbranding kwamen. Vele, zeer vele zonnen gingen schijnen. We leven in een heelal gevuld met honderden miljarden gigantische fusiereactoren, extreem hete ovens, waarbinnen trouwens de meer gecompliceerde atoomkernen – koolstof, stikstof, fosfor – gemaakt zijn. De atoomkernen waar u en ik uit zijn opgebouwd, zijn gebouwd in het binnenste van sterren die inmiddels het loodje hebben gelegd. In de nabijheid van sterren ontstonden (zoals we nu weten) in veel gevallen ook planetenstelsels en nu zijn we bijna thuis. Merk op dat er een kosmische evolutie van ongeveer acht miljard jaar nodig was om planeten als de aarde voort te brengen en pas daarna krijgen we te maken met de processen die op aarde zelf plaats hebben gevonden. Dankzij een aantal toevallige maar wel uiterst gunstige randvoorwaarden¹¹, zoals de aanwezigheid van water, een atmosfeer, en zeer milde temperatuurschommelingen, ontstond op aarde de mogelijkheid voor de vorming van zeer complexe moleculen zoals aminozuren en ten slotte zelfs voor het ontstaan van leven. Leven, dat zelf weer evolueerde van de primitiefste eencellige tot het verschijnsel mens. Puur fysisch gesproken is de mens inderdaad een uiterst curieuze opeenstapeling van elementaire materie. We zien de rijkdom van deze Uroboros; niet alleen vertelt zij ons iets over de verschijnselen en structuren op elke ruimtelijke schaal, maar tegelijkertijd ligt ook hun ontstaansgeschiedenis in de afbeelding besloten.

Dwarsverbanden

In het zojuist geschetste wereldbeeld zitten veel uitermate verrassende dwarsverbanden waaraan dat beeld zijn robuustheid te danken heeft. Ik wil op twee tot de verbeelding sprekende voorbeelden kort ingaan. Er is bijvoorbeeld sprake van een direct verband tussen de natuurkunde van de allerkleinste en die van de allergrootste afstandschalen. Dat zit zo: om kennis te vergaren over de dingen die heel erg groot zijn, moeten we heel erg ver kijken. Wij bestuderen dan licht dat van heel erg ver weg gelegen sterrenstelsels of quasars komt. Nu heeft licht een eindige snelheid die weliswaar erg groot is naar onze maatstaven (300.000 km/sec), maar dat licht doet er desondanks toch heel erg lang over om van de rand van het heelal hierheen te komen. Dat licht is miljoenen of soms miljarden jaren onderweg en dat betekent dat wat wij hier nu zien zich miljoenen of miljarden jaren geleden heel erg ver weg heeft afgespeeld. We verkennen dus niet alleen de grenzen van de ruimte maar tegelijkertijd de grenzen van de tijd. De informatie die we van heel ver weg ontvangen, vertelt ons dus iets over wat zich heel lang geleden d.w.z. in het vroege heelal heeft afgespeeld. Maar nu de andere kant van dit verhaal. Zoals ik al zei, was het in het zeer vroege heelal zo heet dat complexe materie gewoonweg niet kon bestaan. Er was geen leven, er waren geen eiwitten, moleculen, atomen of zelfs maar kernen; alle beschikbare energie was aanwezig in de meest elementaire vormen van materie en straling – dus quarks, elektronen, fotonen en wat dies meer zij. Daar begrijpen we als wetenschappers erg veel van omdat we zo ijverig de natuurkunde van de elementaire deeltjes, d.w.z. de fysica van de allerkleinste afstandschalen bestudeerd hebben. *Les extrêmes se touchent*. Er is sprake van een kosmische “kortsluiting” tussen de grootst en kleinst denkbare afstandschalen in ons heelal. Waar we misschien eerst dachten dat de fysica van de grootst en de kleinst voorstelbare afmetingen volstrekt niets met elkaar van doen zouden hebben, blijken ze elkaar in de staart te bijten; het gaat uiteindelijk over één en hetzelfde probleem. Dat is een mooie conclusie: om de rechterkant van de Uroboros te kunnen bevatten, moeten we de linkerkant begrijpen en vice versa. De fundamentele vragen naar de ultieme binnen- en buitengrenzen van het heelal en dus van onze waarneming komen samen in de grote vraag naar het ontstaan van dat heelal. Dat gebeurt precies waar de Uroboros zichzelf in de staart bijt. Daar vindt dus ook de confrontatie plaats tussen twee grote theoretische concepten, dat van de quantumfysica als theorie van de materie enerzijds en dat van de relativiteitstheorie als beschrijving van de ruimtetijd anderzijds. Deze theorieën – hoe succesvol ook – blijken op een fundamenteel niveau incompatibel met elkaar. Onder de vraag naar de oorsprong van ons heelal ligt dus een fundamenteel conceptueel conflict tussen



¹⁰ Ter vergelijking: op een mensenleven zou dit corresponderen met een leeftijd van nog geen dag!

¹¹ Vergelijk de omstandigheden op aarde bijvoorbeeld met die op de andere planeten van ons zonnestelsel.



de twee belangrijkste paradigma's van de moderne natuurwetenschappen. Zo'n fundamenteel conflict is vaak de kiem van een totaal nieuw concept dat beide theorieën op de een of andere manier zal overstijgen. Deze oplossing zal een theorie zijn waarin ruimtetijd en materie als verschillende kanten van dezelfde zaak worden opgevat en dat vereist een interpretatie van wat de quantumruimtetijd nu precies is. Anders gezegd: wat zou er gebeuren als de Uroboros erin zou slagen inderdaad zichzelf te verzwelgen? Een belangrijk theoretisch raamwerk waarin deze ultieme unificatie plaats kan vinden, is de theorie van de *supersnaren*, die nu in het centrum van de belangstelling staat en waarin zowel ruimtetijd als alle soorten materie gemaakt zijn van één soort elementaire snaartjes met een typische afmeting van zo'n 10^{-35} cm, heel veel kleiner dus dan de afstandsschaal van 10^{-18} cm die we nu met quarks en elektronen associëren. Dit spectaculaire probleem vraagt om een oplossing. Nu begrijpt u waarom de Uroboros zo'n passend symbool is van wat er in de natuur en de natuurwetenschappen gaande is. Een meer realistische vorm van holisme lijkt me niet denkbaar.

Aan de onderzijde van de Uroboros doet zich een soortgelijke complementariteit tussen macro- en microkosmos voor. Daar zien we de mens als een uiterst gecompliceerd organisme: vooralsnog het summum van complexiteit en daarom ook een ultiem studieobject voor de natuurwetenschappen. Het is duidelijk dat complexiteit de gezamenlijke noemer is van zowel de macroscopische als de microscopische invalshoek; er is daar sprake van een reusachtig kennisfront dat zich bezig houdt met het leven in al zijn uiteenlopende facetten. Aan de linkerkant staan de meer traditionele wetenschappen, zoals de aardwetenschappen, de geologie, de paleontologie, culminerend in de evolutionaire biologie. Immers bij Darwin ontstond het grote inzicht dat de toenemende complexiteit van de verschillende levensvormen begrepen moest worden als verschillende stadia van een dynamisch proces dat volgens bepaalde wetmatigheden (variatie en natuurlijke selectie) verliep. Het geheel van de levende natuur in al haar complexiteit kon in een klap overzichtelijk en begrijpelijk worden door al die verschijnselen langs een tijdas te ordenen. Dit macrobiologisch evolutieproces heeft zoals we later zouden ontdekken een microscopisch evenbeeld in de structuur en evolutie van het DNA. Het DNA is niet alleen een blauwdruk van al het leven op aarde, maar zeker ook een boek of beter bibliotheek waarin de geschiedenis van het verschijnsel leven objectief en nauwkeurig beschreven staat. Een gigantische, nog grotendeels ongelezen bestseller die zich naar het zich laat aanzien nog wel een eeuw in de toptien zal weten te handhaven. Bij dit kennisfront van de complexiteit hoort uiteindelijk ook de natuurwetenschappelijke oplossing voor het probleem van het ontstaan van het leven, maar uitdagender nog, de vraag naar geheugen en cognitie. Ook daar staan een aantal verschillende natuurwetenschappelijke paradigma's omheen met elk een volstrekt andere invalshoek, die uiteindelijk tot overeenstemming moeten komen over het functioneren van het brein. De gapende kloof tussen geest en materie zal hier uiteindelijk gedicht moeten worden. Een opwindende ontmoetingsplaats voor celbiologen, hersenonderzoekers, psychologen, ontwikkelingsbiologen en

informatici. En daarmee zijn ook aan de onderkant van de Uroboros de linker en rechter helft met elkaar verbonden.

Ik heb geprobeerd om aan de hand van deze caleidoscopische perspectieven op de wetenschap, opgehangen aan de symbolische Uroboros die zichzelf in de staart bijt, duidelijk te maken wat ik bedoel met de culturele rijkdom van de natuurwetenschappen. In het laatste deel van mijn betoog wil ik ingaan op het verbazingwekkende feit dat deze rijkdom in ons alledaagse culturele leven zo'n volstrekt marginale rol speelt.



3. Wetenschap als cultuur

De culturele dimensie van de natuurwetenschappen blijkt duidelijk uit de enorme filosofische en theologische schokgolven die de in het vorige hoofdstuk besproken wetenschappelijke keerpunten teweeg hebben gebracht. U kunt daarbij denken aan het simpele feit dat de aarde niet plat bleek te zijn en niet in het centrum van het heelal bleek te staan; of, sterker nog, aan het feit dat onze huidige kennis ons verbannen heeft naar een willekeurige uithoek van de kosmos. U kunt denken aan de relativiteit van ruimte en tijd, waardoor de notie van een dynamisch heelal onontkoombaar werd en het daaruit voortkomende inzicht dat het leven op aarde van voorbijgaande aard is of het relativerende besef dat leven apriori ook elders heeft kunnen ontstaan. In de microwereld kunt u denken aan de absoluut zekere onzekerheid op het meest fundamentele niveau van de natuur zoals die in de quantumtheorie aan het licht kwam. U kunt denken aan onze directe genetische verwantschap met de aap als naaste buur op de evolutionaire ladder, een voor velen moeilijk te verteren relativisering van het verschijnsel mens. Of aan de moleculaire basis van het leven waarmee dat leven in belangrijke mate tot chemie gereduceerd wordt die binnenkort in dit theater vertoond zal worden: de chemie van het bewustzijn. Het feit dat de omwentelingen in de natuurwetenschappen zo slecht passen binnen de kaders van de gevestigde cultuur en daarom ingrijpende culturele veranderingen afdwingen, laat zien dat hun bijdrage aan de cultuur eigenlijk alleen maar toeneemt. En toch is er sprake van een pijnlijke afwezigheid van de bètawetenschappen in ons culturele leven.

Iets soortgelijks vindt plaats als we het hebben over de sociale dimensie van de natuurwetenschappen; die wordt – soms op pijnlijke wijze – duidelijk als we kijken naar de toenemende invloed van technologie op ons dagelijkse leven. Het begon met de ontwikkeling van handel en transport en het maken van ontdekkingsreizen. Later vond het fundamentele inzicht dat verschillende vormen van energie in elkaar om te zetten waren volgens de wetten van de fysica, zijn neerslag in de ontwikkeling van machines die werkten op stoom, benzine, diesel, en later op elektriciteit of zelfs kernenergie. In eerste instantie gaf deze mechanisatie aanleiding tot de industriële revolutie. Een eeuw later, na de intrede van de computer, was het de automatisering van productieprocessen, culminerend in de huidige grootschalige toepassing van industriële robots. En nu, na vijftig jaar van de tamelijk verbijsterende schaalverkleining van geïntegreerde schakelingen – processoren en geheugenchips – zijn we het tijdperk van de informatisering binnengetreden. Het laag-bij-de-grondse rekentuig is nu ook in staat tot het volmaakt uitvoeren van allerhande subtiele taken die met de verwerking van informatie te maken hebben. Die informatie kan de vorm hebben van tekstbestanden (zoals poëzie of een salarisadministratie), muziek of beeldmateriaal, en het kan om productie, reproductie of distributie gaan. Veel is mogelijk, want informatie is informatie en die kan op alle mogelijke manieren gestructureerd en verwerkt worden. Er is een hiërarchie van talen ontstaan waarin wij de computer kunnen toespreken voor specifieke doeleinden. Een artificiële linguïstiek. Tenslotte zijn er de enorme technologische gevolgen van de moleculaire biolo-

gie met al haar mogelijkheden tot genetische manipulatie, een ontwikkeling die nog maar net van start is gegaan.

Het is evident dat de door kennis gevoede technologische doorbraken hebben geleid tot ongekeerde sociale revoluties. Geen charismatisch wereldleider of politieke, religieuze dan wel economische doctrine heeft ooit zulke ingrijpende en blijvende veranderingen kunnen bewerkstelligen. Soms schiepen deze misschien stimulerende voorwaarden voor de ontwikkeling van wetenschap en technologie (of juist niet), maar de creativiteit en inventiviteit liggen in de wereld die ik in de voorgaande hoofdstukken beschreven heb.

Steeds weer worden we aangenaam of juist onaangenaam verrast door de onvoorziene mogelijkheden die ontstaan uit de toepassing van onze nederige inzichten. Dat komt doordat het maatschappelijk bewustzijn van wat er eigenlijk gaande is in de fundamentele wetenschappen zo verschrikkelijk naijlt of gewoon afwezig is. *“It is possible to live and not know”*, zei Feynman. Neem als voorbeeld de niet te stuiten opmars van het moleculaire denken in de levenswetenschappen die getriggerd werd door de ontdekking van de structuur van DNA. Die vond plaats in 1953 in een soort bouwkeet op de binnenplaats van het oude Cavendish laboratorium in Cambridge. Een keerpunt dat zo diep ingrijpt in de manier waarop wij naar het leven kijken, of het nu gaat om ziekte en gezondheid, om medicijnen, om talenten of om de maakbare mens. Met als bonus dat we inmiddels gepensioneerde boeven kunnen vangen en berechten. Misschien is het nog wel belangrijker dat we onschuldig veroordeelden zelfs als die al begraven zijn, alsnog kunnen vrijpleiten. Een brede politieke en maatschappelijke discussie over DNA technieken kwam pas vijftig jaar later mondjesmaat op gang en het is pijnlijk om te zien hoe er dan wat wetenschappers als blindengeleidehonden worden opgetrommeld om het even te komen uitleggen, waarna er door het politieke establishment knopen worden doorgehakt en men weer opgelucht over kan gaan tot de orde van de dag – de prijs van een inburgeringcursus of het huurwaardeforfait.

Ik beweer dat de keerpunten in de natuurwetenschappen de drijvende kracht zijn achter belangrijke sociale vernieuwingen die geleid hebben tot de emancipatie van arbeiders, van vrouwen, van minderheden en van kinderen. En het is alleen al daarom dat in alle opleidingen een degelijke natuurwetenschappelijke component aanwezig zou moeten zijn. Het zou fantastisch zijn als de burger mondiger zou zijn als het om natuurwetenschappelijke ontwikkelingen gaat, omdat er geen enkele garantie bestaat dat de toepassingen van wetenschap en technologie een zegen voor onze samenleving worden als wij ons daar niet tijdig in mengen. We moeten proberen ons er een gedegen oordeel over te vormen en dan heb ik het niet over het meelopen in een protestdemonstratie. De ontwikkelingen waar ik het over heb zijn het logische gevolg van nieuwe, op zichzelf onschuldige kennis en zijn daarom niet te stoppen; ze zijn wel bij te sturen en op een verantwoorde manier te accommoderen. Atomen, energie of DNA zijn niet goed of slecht. Er is veel kennis nodig om bij de toepassingen van



onze nieuwverworven kennis het kaf van het koren te scheiden en het is een troost dat wetenschappers zelf hier soms het voortouw in nemen. Aan de vrije markt zou ik die rol niet graag overlaten. Genetische manipulatie zal uiteindelijk in haar gecontroleerd gebruik waarschijnlijk net zoiets worden als de kleine operatieve ingrepen waar op dit moment niemand zich erg druk meer over maakt: correcties van hazenlip, kromme neuzen of oren, borsten, billen en buiken en niet te vergeten de zegeningen van de orthodontie waarbij ook medisch en esthetisch ingrijpen zo soepel hand in hand gaan. Het is de taak van onze educatieve, sociale en politieke organisaties om te zorgen dat de technologische doorbraken op een menswaardige wijze landen in de samenleving en daadwerkelijk bijdragen aan het grote humane emancipatieproces waar wij allen uiteindelijk de vruchten van zullen plukken. Kennis van zaken is daarbij echter wel een vereiste.

Waarom roepen we om het hardst dat we van wetenschap en techniek natuurlijk absoluut niets kunnen begrijpen. Kunnen of willen, dat is misschien meer de vraag. De pijnlijke culturele mismatch als het over de culturele dimensie van de natuurwetenschappen gaat, werd expliciet gehekeld in het befaamde essay *“The two Cultures”* van C.P. Snow, dat in 1956 verscheen in de *New Statesman*, waarin hij opmerkt dat als je een ontwikkeld iemand vraagt om iets te vertellen over de *“Tweede hoofdwet van de thermodynamica”* er een pijnlijke stilte valt. *“Yet I was asking something which is about the scientific equivalent of: Have you read a work of Shakespeare.”* Ik weet niet of er sinds 1956 veel veranderd is. Het wantrouwen en de angst voor het wetenschappelijke betoog zijn diepgeworteld en vooral bij de traditionele culturele elite. Een schrijver en essayist vertrouwde mij onlangs nog met een glimlach toe: *“Wiskunde, dat laat ik altijd over aan mijn personeel.”* *“Waar vind je zulk personeel dan?”* durfde ik nog te vragen. Het verschijnsel *scientific illiteracy* is wijdverbreid ook onder intellectuelen. Mijn collega, Nobelprijswinnaar Shelley Glashow van Harvard University, merkt in het voorwoord van zijn populaire leerboek *“From Alchemy to Quarks”* ietwat korzelig op:

Some people regard scientists as cultural illiterates, unable to write, unwilling to read, captives of their narrow expertise and deserving candidates of humanists' contempt. They are mistaken. ... Some humanists, on the other hand, are scientifically and mathematically inept and proudly so. Our conversations must turn to matters of their concern not ours: we must match wits on their turf. As my wife demands: “No Physics at the dinner table”.

In de VS worden er op universiteiten al decennia lang brede cursussen gegeven over de natuurwetenschappen in het kader van het universitaire *core curriculum*. Een soort voortgezette ANW (Algemene Natuurwetenschappen) onder luisterrijke namen als *Physics for Poets*, *Science for the Millions*, *At home in the Universe* en *Concepts from Science*. Ook aan Nederlandse universiteiten vindt deze ontwikkeling plaats in het kader van de talrijke nieuwe bacheloropleidingen, zoals de *beta-gamma bachelor* aan mijn eigen universiteit, die inmiddels

meer studenten trekt dan wis-, natuur-, schei- en sterrenkunde bij elkaar. Met een aantal collega's van biologie, biochemie, astrofysica en elementaire-deeltjesfysica verzorgen we daar een brede oriënterende en motiverende cyclus gebaseerd op de eerder door mij aangestipte “keerpunten”. Dat op zich is natuurlijk een goed en een slecht teken. Enerzijds laat het zien dat er een groeiende belangstelling is voor natuurwetenschappen in de brede zin – zeg, om wel iets over te weten, maar het misschien niet echt zelf te doen –, anderzijds zal dit het ernstige tekort aan bèta's in een hoogontwikkelde samenleving als de onze niet verhelpen. Het innovatieplatform heeft daar nog een fikse dobber aan, zo ook de politiek, die in samenspel met het hoger onderwijs de fractie bèta-afgestudeerden naar de 15% moet zien te krijgen in 2010.

Er zijn ook lichtpuntjes: in de betere boekhandel zien we schoorvoetend een sectie populairwetenschappelijke literatuur tevoorschijn komen, die het natuurlijk nog lang niet op kan nemen tegen de sectie spiritualiteit, esoterie, alternatieve geneeswijzen etc. Maar ja, zoals ik eerder opmerkte: *“De Middeleeuwen zijn onsterfelijk”*. Er is een groeiende samenwerking tussen universitair en middelbaar onderwijs om het bètatalent op te sporen en een aantrekkelijk traject aan te bieden. Middelbare schoolcurricula worden herzien en aangepast, hoewel de neergang van de bètacomponent in de natuurprofielen ons grote zorgen baart. Een cruciale rol is hier weggelegd voor de bevlogen docent die het avontuurlijke van de natuurwetenschappen over kan dragen aan de jonge generatie, zoals de leraar Engels in de film *The Dead Poets Society* van Peter Weir uit 1989, die een onmogelijke klas vol onbenaderbare puberknollen razend enthousiast wist te maken voor zoiets kwetsbaars en verhevens als poëzie, toch ook geen kinderachtige opgave.

Er zijn leuke programma's om de wetenschappelijke belangstelling van jongeren te stimuleren als *“Willem Wever”* en *“Klokhuis”*. Ook *Discovery Channel* and *National Geographic* spelen een bemiddelende en drempelverlagende rol tussen wetenschap en publiek, hoewel daar de suspense- en horrorcomponent stevig opgeklopt wordt. De VPRO moet hier genoemd worden omdat deze al lange tijd in Nederland het voortouw heeft genomen bij het programmeren van wetenschappelijke programma's, variërend van *“Noorderlicht”* tot de lange maar boeiende series van Wim Kayser. Wat een verademing als mensen die iets te vertellen hebben weer eens mogen uitpraten. Op het gebied van popularisering van die moeilijke bètawetenschappen mogen ook de *Paradisolezingen* van de K.L. Poll-stichting genoemd worden die al tien jaar lang plaatsvinden en vorig jaar gemiddeld zo'n vierhonderd toehoorders trokken. Heel bemoedigend, maar toch is het slechts een druppel op een gloeiende plaat.

In wezen is er maar één cultuur en ook maar één wetenschap, ze zijn tot elkaar veroordeeld, ze vormen samen ook weer een dubbele helix, die het dynamisch proces symboliseert dat wij beschaving noemen.



De marginalisatie van de wetenschap als cultuurverschijnsel

Een onwetenschappelijk tijdperk

Er is sprake van een pijnlijke afwezigheid van de natuurwetenschappen in het alledaagse cultuurbeeld. Feynman doet in zijn voordracht *This Unscientific Age* de volgende observatie:

But if you mean that this is an age of science in the sense that in art, in literature, and in people's attitudes and understandings, and so forth science plays a large part, I don't think it is a scientific age at all.

Is dat omdat het te saai is, te moeilijk, of te ontmythologiserend? Komt dat doordat er nog maar zo weinig bèta's over zijn dat ze zich uit alle andere regionen van de samenleving hebben teruggetrokken in hun eigen wereldvreemde ivoren torens? Dat zou slecht nieuws zijn. We belanden dan in een negatieve spiraal, zoals nu al in het onderwijs: leerlingen kiezen niet voor de harde wetenschappen. Daardoor zijn er ook geen studenten en daardoor geen leraren meer om deze te onderwijzen, zodat onze sterke traditie op het gebied van de natuurwetenschappen ten onder dreigt te gaan. En dat terwijl de wetenschappelijke methode en kennis een sleutel vormen tot een succesvolle rol in de globalisering die zich in een razend tempo overal om ons heen voltrekt. Dat komt doordat de wetenschappelijke taal en cultuur altijd al volstrekt globaal geweest zijn, d.w.z. onafhankelijk van etnische, geografische of religieuze achtergronden. Deze verschaffen de natuurlijke basis voor een zo evenwichtig mogelijk verlopend globaliseringproces.

Waarom neemt de wetenschap zo'n vreemde underdogpositie in binnen het geheel van de menselijke cultuur? Op bijna alle culturele fronten is zij zwak vertegenwoordigd of zelfs geheel afwezig. Men lijkt minder en minder in de natuurwetenschappen geïnteresseerd. In de boekhandel tref je slechts een plankje natuurwetenschap aan in de periferie van een ruimbemeten afdeling spiritualiteit en esoterie. Van de politiek tot in lokale leesclubjes laat men wetenschap het liefst links liggen. Zelfs het gevestigde bastion van de wetenschapsbijlagen ligt onder vuur. In het tv-journaal worden we meestal wel getraakteerd op een kunstitem maar hoogst zelden op een wetenschappelijk item, en als dat zich voordoet is de keuze vaak dwaas, waarschijnlijk omdat het onderhoudend moet zijn. Bij andere televisieuitzendingen komt wetenschap niet aan bod vanwege de deplorabele kijkcijfers (dat beweert men althans) of het gebrek aan nieuwswaarde. En dat effect wordt aanzienlijk versterkt door het feit dat de meeste journalisten zich buitengewoon slecht op hun gemak voelen met technisch/wetenschappelijke onderwerpen of gasten, waardoor je in dat soort programma's eigenlijk nooit aan bod komt, of het moet zijn om in 25 seconden de relativiteitstheorie aan de rest van de wereld uit te leggen. Wat dat betreft kunnen we alleen maar onze vingers aflikken bij wat de BBC op dat gebied presteert. In Nederland beperkt de kennisinhoudelijke component van de uit publieke middelen gefinancierde stations zich hoofdzakelijk tot quizvarianten

van *pim pam pet, scrabble* of *triviant*. Of bespottelijke programma's als *Wonderen bestaan echt* etc. Dat komt ook de uit publieke middelen gefinancierde media zich laten sturen door dat dictaat van kijkcijfers en "de meeste stemmen gelden". Ik zou zeggen, daar hebben we toch al die commerciële stations voor. Met kijkcijfers word je veroordeeld tot oppervlakkige actualiteiten en talkshows, waarin hele lawines van *ik-verhalen* over je worden uitgestort die de gevestigde collectieve mythen alleen maar bevestigen en verder opkloppen. Kijkcijfermedia zijn, hoe vrolijk het er ook toegaat, in wezen propagandamachines voor de gevestigde orde en daarom in wezen oerconservatief.

De publieke media zouden zich misschien veel fundamenteeler moeten bezinnen op hun taken in het kader van de culturele omwentelingen die nu gaande zijn, bijvoorbeeld met betrekking tot de globalisering. Weg van de clips en de bytes terug naar de inhoud. Dat zou ongetwijfeld tot een heel andere invalshoek en een veel gevarieerder programma-aanbod leiden.

Waarneming en verbeelding in de opvoeding

Opvoeding wil optimale voorwaarden scheppen voor de ontplooiing van het individu. Bij de ontwikkeling van exacte, analytische talenten blijkt dat niet zo eenvoudig. Ik heb eerder aangegeven dat het een bijzondere oplettendheid van de ouders vergt om dat talent op te sporen en te blijven voeden, vooral als je daar zelf toevallig geen affiniteit mee hebt. Dat is jammer want juist voor exact bezig zijn geldt de slagzin "Jong niet geleerd oud niet gedaan". We zien zelden iemand die na zijn dertigste nog eens spontaan wiskunde gaat studeren, terwijl het aantal volgeboekte avondcursussen in sociale en financieel-economische vakken niet te tellen is. Hier zit een veelzeggende asymmetrie die laat zien hoe belangrijk het is om het jonge exacte talent uitbundig te koesteren. Verlies aan jong exact talent is onomkeerbaar: eens weg blijft weg. Bovendien kun je met een bètastudie later natuurlijk altijd nog vele kanten op; veel toonaangevende economen hebben bijvoorbeeld een sterke achtergrond in de wis- en natuurkunde. In ruime mate zag je ze in alle regionen van de samenleving opduiken.

We willen dat onze kinderen opgewassen zijn tegen de uitdagingen van deze tijd. Dat ze kunnen overleven in een complexe maatschappij. Ik denk wel eens dat kinderen niet zozeer onze adviezen opvolgen, als wel het voorbeeld dat we ze geven. Daarom is je invloed als ouder vaak een andere dan je zou wensen. Onze kinderen zouden alles moeten onderzoeken en alleen het goede behouden. Onderzoeken betekent belangstelling hebben, actief betrokken zijn, eropuit gaan en dingen proberen te begrijpen en te maken, een doel hebben. Zo eenvoudig is dat kennelijk niet. We hebben veel aan te merken op jongeren en doen wat dat betreft niet onder voor onze ouders. We zien ze steeds maar consumeren of zich druk maken over allerhande elektronische *gadgets* of *merkkleding*. We zien ze als *couch potatoes* de ene *soap* na de andere verslinden. We zien ze verward in moordpartijen op *Nintendos* of *Gameboys*, moordpartijen die voor amusement doorgaan omdat ze maar virtueel zijn. Een sinistere *package deal* om behalve behendigheid en reactievermogen ook je gewetenloos-



heid te trainen op een pc. Ze zijn nooit meer alleen. Met *gsm*, *sms* en *msn* met of zonder *webcam* zijn ze altijd traceerbaar en kunnen ze door x, y of z opgepiept worden om verantwoording af te leggen. Er is sprake van een merkwaardig soort collectieve privacy, waarbij ze alles en tegelijkertijd niets met elkaar delen. Een spel van waarnemen en waargenomen worden waarin de buitenwereld binnenwereld wordt en vice versa. Dit nieuwe conformisme wordt niet afgedwongen door autoritaire ouders maar door een meedogenloos regime van leeftijdsgenoten. *Big Brother is watching you through your webcam*. Een sociale controle zonder weerga. Nooit meer alleen. Altijd eenzaam.

Ik moet toegeven dat ik hier overdrijf en zelfs een vertekend beeld geef. Er is een keerzijde aan dit verhaal waar de oude generatie, waartoe ik zelf behoor, natuurlijk moeilijk raad mee weet. De jeugd zou geen jeugd zijn als ze ook in deze wirwar van nieuwe communicatievormen niet tal van nieuwe mogelijkheden zou vinden. Nieuwe mogelijkheden worden rigoureus geëxploreerd op wat ze waard zijn en wat dat betreft staan we misschien wel dicht bij een dramatische golf van jeugdemancipatie, gekenmerkt door een drempelloze communicatie, waarbij de zeventiger jaren van de vorige eeuw in het niet vallen. Ze gaan met al die idiote media veel creatiever om dan wijzelf. Ze experimenteren met allerlei vormen van virtuele groepsdynamica en zwermen voortdurend uit over totaal verschillende domeinen. Een collectief van niet gelokaliseerde, verstrengelde identiteiten. Maar ook daar geldt natuurlijk weer *survival of the fittest* met alle pijnlijke verschijnselen die dat teweegbrengt. Ze zijn zelf een soort veelkopige monsters, die op hetzelfde moment meerdere sms-sessies combineren met enkele zenuwslopende computerspelletjes, terwijl ze ook nog naar een net gedownload MP3-rapper zitten te luisteren. Oordoppen en kauwgom completeren het beeld omdat er niet gepraat hoeft te worden en of we ze maar niet willen storen. Een interessant aspect is de bij deze *lifestyle* horende *sms-taal*, een linguïstisch mirakel dat zich vooral op die akelig minuscule beeldscherm-pjes van *gsm*'s lijkt te voltrekken. Er heeft zich een sterk op het toetsenbord geënte, geheel eigen stenografie ontwikkeld, met woordkreten zoals 2morro (tomorrow), -id (geen idee), cu (see you), 4u (for you), 8r (achter), w8ff (wacht effe), nx (niks), tot befs, (we bellen, e-mailen, faxen of sms'en nog). Een *klnkrls tdprk* aangevuld met een eigen beeldtaal van *emoticons*, waarbij afbeeldingen worden gecreëerd m.b.v. het toetsenbord, zoals, :- (feel great), :-((triest), [_____] ~ ~ (sigaret), < * } } } } > < (vis), (____)(____) (dikke kont), < :3) ~ (muis) en ('_)zzzzz (saai). Deze beeldtaal sluit goed aan bij de symbolische taal die gebruikt wordt voor verkeersborden, voor de bewegwijzering van openbare ruimten zoals vliegvelden, en voor de gebruiksaanwijzing van broodroosters of auto's. Je kunt inderdaad heel veel weglaten uit de geschreven taal voordat die onbegrijpelijk wordt. Het minuscule beeldscherm genereert opeens de meest ingrijpende spellingsrevolutie ooit. In het *msn*-woordenboek zullen letters, cijfers en leestekens op volstrekt gelijke voet behandeld worden. Op een geheel ander vlak is het verschijnsel *rappen* een nieuwe uitingvorm met een eigen poëtische dimensie, die qua gevoeligheid maar ook qua vulgariteit en de behoefte te shockeren niet onderdoet voor de lichtzinnige dichtzels van

Johnny de Selfkicker – literator aan de zelfkant van het leven – in de zeventiger jaren der twintigste eeuw. Net als toen lijkt de *rapper* uiting te geven aan een immer voortschrijdend gevoel van vervreemding en maatschappelijke onthechting. Ook daar zien we weer het wankel evenwicht tussen waarneming en verbeelding in de menselijke cultuur.

Al met al beleven we door deze nieuwe media een nieuwe, doorslaggevende fase van de jeugdemancipatie, waarbij we 24 uur per dag in de virtuele aanwezigheid van hun volledige vriendenkring verkeren en ons daarmee lijken te moeten verstaan.

Het “Kies exact” drama

Op onze scholen kiest maar rond de vijftien procent van de jongeren het profiel *natuur en techniek* en deze *whizkids* lopen daarmee het risico als *nerds* te worden gebrandmerkt, als Frankensteins en dr. Strangeloves in wording. Als het tegen zit worden ze beschouwd als eigenlijk niet van deze wereld. Komt dat misschien doordat kinderen hun profielkeuze moeten doen precies op het moment dat bepaalde hormonen in overmaat door hun jonge lijven gieren, en op het moment waarop ze per se alle *weltschmerz* op hun smalle schouders willen nemen? De keus tussen wiskunde en maatschappijleer is dan natuurlijk snel gemaakt. Aan de universiteiten is het zo mogelijk nog triester gesteld. Als er aan mijn universiteit per jaar ongeveer vijfhonderd psychologen aankomen, zal de wiskunde het met vijftien studenten moeten doen. Het aantal psychische problemen in de wereld mag nog drastisch toenemen, we zijn er goed op voorbereid. De toename van het aantal studenten aan universiteiten en hogescholen van de laatste decennia wordt veroorzaakt door de sterk toegenomen participatie van meisjes in het hoger onderwijs, maar zoals gezegd, de exacte studies hebben van die toename totaal niet meege profiteerd, doordat meisjes bedroevend weinig voor exacte vakken kiezen. Het gevolg is dat de exacte studies gemarginaliseerd worden aan onze universiteiten. En als je dan kijkt waar de exacte voorkeuren van meisjes liggen, dan is dat aan de algemene universiteiten typisch bij (medische) biologie en aan de technische universiteiten bij studies als bouwkunde, industrieel ontwerpen en enkele bedrijfskundige varianten, dus niet in de hardcore exacte of engineering vakken. Nederland geeft wat dat betreft een afwijkend beeld ten opzichte van de meeste andere Europese landen.

Hoe komt dat toch? Zit ons land opgescheept met een overschot aan domme blondjes, of zijn het de ouders die er geen brood in zien en daarom hun dochters willen beschermen tegen zoveel gedoe met het hoofd? Te veel in je hoofd zitten betekent slecht in je vel en dat is het ergste wat je kan overkomen. Of zijn het onze schooldecanen en leraren die van mening zijn dat het in ieder geval niks is voor meisjes en ook niks voor jongens die maar een zeven voor natuurkunde hebben, en die hun ten zeerste afraden zo'n absurd moeilijke studie te gaan doen? *Why be a scientist if you can be his boss*. Ook weer zo'n slagzin die onze vermeende kenniseconomie geen goed zal doen. Of is het de selectie aan de



poort? Of de studiefinanciering die zo weinig ruimte laat voor experimenteren met studiekeuzes en die je dwingt om het zekere voor het onzekere te nemen? Of is het de zelfingenomen ivoren-torenmentaliteit van de universitaire gemeenschap die een weerzin tegen exacte studies wekt. Of is het de verregaande abstractie van wetenschap en technologie die een vervreemding met zich meebrengt? Of komt het uiteindelijk gewoon doordat er te weinig succesvolle rolmodellen in de directe omgeving rondbanjeren die al die mythen over de exacte vakken met de grond gelijk maken, gewoon door wie ze zijn? Als er één schaap over de dam is ... Ik heb meisjes meegemaakt die in het eerste jaar er eigenlijk van overtuigd waren dat het toch niks voor hen was, maar die gaandeweg de smaak te pakken kregen en niet alleen afstudeerden, maar er ook nog eens een succesvolle promotie aan vastknoopten. L'appétit vient en mangeant...

Ik kan niet nalaten om een anekdote te vertellen over de vreemde wegen die het talent kan gaan¹². We hebben het over Sophie Kovalevsky die in 1850 in Sint-Petersburg geboren werd. Toen zij elf was werd het huis opnieuw geschilderd en behangen, maar het bleek dat er niet genoeg behangselpapier besteld was. En om niet weer een ingewikkelde bestelling in Sint-Petersburg te plaatsen kozen de ouders voor een andere oplossing: alles werd behangen behalve de kinderkamer van Sophie. Voor haar kamer zou men van zolder een aantal oude kranten en boeken halen en die als behangselpapier gebruiken. Het toeval wilde dat het kamertje van Sophie dientengevolge behangen werd met grote bladzijden uit het collegedictaat van het Academiëlid Ostrogradsky dat handelde over differentiaal- en integraalrekening. Ze raakte buitengewoon gefascineerd door de vreemde hiërogliefen die overal om haar heen op de muren stonden, een wonderbaarlijk geheimschrift dat zij graag zou willen ontcijferen. Maar helaas, haar vader had een sterk vooroordeel tegen geleerde vrouwen en stelde alles in het werk om haar wiskundige belangstelling een krachtig halt toe te roepen. Ze werd onder streng toezicht gesteld van een Engelse gouvernante die ervoor moest waken dat kleine Sophie zich niet in de formules zou verliezen. Uiteindelijk wist Sophie het kennisembargo te ontduiken en een exemplaar van Bourdons cursus in de algebra te bemachtigen en die 's nachts ongemerkt bij het lichtje van een icoon te bestuderen. Een oom ontdekte haar uitzonderlijke wiskundige talent, hij praatte haar vader om en na een snelle studie in Sint-Petersburg trok Sophie op haar twintigste naar Göttingen om daar bij de beroemde Weierstrass te promoveren op een drietal buitengewoon indrukwekkende artikelen die haar een blijvende plaats in de eregalerij van de wiskunde bezorgden. Dus, als u nog eens een behangetje voor uw dochter zoekt, wil ik u graag verder helpen...

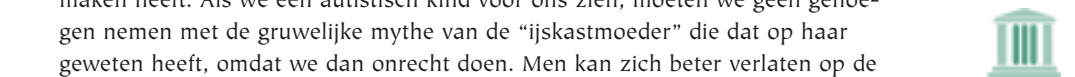
De angst voor ontmythologisering

De volgende definitie van wetenschap is onvolledig maar wel raak: wetenschap is de systematische bevrijding uit de ijzeren omarming van het vooroordeel. De ontwikkeling van de wetenschap is de transformatie van collectieve mythen die onze

geest gekluisterd houden naar robuuste, empirisch onderbouwde paradigma's. Het opgeven van mythen valt ons zwaar. Mythen maken het leven interessant. Het zijn een soort sprookjes die de cultuur een identiteit verschaffen en het individu een zeker houvast¹³. Mythen leveren een referentiekader, een mogelijkheid tot identificatie, een zingeving, waardoor het mogelijk wordt je in een wereld waar je niets van begrijpt te oriënteren en te bewegen. Religies zijn in dat perspectief weinig meer dan geïnstitutionaliseerde hoeders van bepaalde gelegaliseerde mythen. Mensen vragen mij wel eens of het opgeven van mythen nu juist niet tot een geestelijke verarming leidt. En dan zeg ik dat het tegengestelde het geval is. Of men zegt: als ik het nu zo leuk vind om in astrologie, heksendans, klankschalen, bloesemtherapie, thee van de kombucha zwam, aura's of piskijkers te geloven in plaats van in al die ingewikkelde dingen die de wetenschap ons voorschotellet, is dat toch mijn zaak? Dan zeg ik, ja, maar... De tamelijk onschuldige voorbeelden die ik noemde, geven in ieder geval aan dat er ook op het gebied van de mythen een zekere globalisering aan de gang is en dat op zichzelf is natuurlijk een verrijking, al was het maar omdat daarmee het monopolie van de gevestigde moraal enigszins doorbroken wordt. De moderne theologie definieert zich in de meest progressieve zin als een vergelijkende wetenschap van godsdiensten die beschouwd worden als het product van een lokale cultuur in een historische context en dat is een rationeler perspectief dan het krampachtig vasthouden aan openbaringskennis waar onder geen enkele voorwaarden aan te tornen valt. Maar ook dat is nog geen gemeengoed. Culturele kruisbestuiving is altijd een stap in de goede richting. Maar, hoe je het ook wendt of keert, bijgeloof is in laatste instantie toch zoiets als in Sinterklaas of kabouterijtjes geloven en eenieder moet zich afvragen of dat is wat hij of zij wil. Nobelprijswinnaar Steven Weinberg zegt in zijn boek *Dream of a Final Theory* het volgende hierover:

I can see no scientific or logical reason not to seek consolation by adjustment of our beliefs - only a moral one, a point of honour. What do we think of someone who has managed to convince himself that he is bound to win the lottery because he desperately needs the money? Some might envy him his brief great expectations, but many others would think that he is failing in his proper role as an adult and a rational being, of looking at things as they are. In the same way that each of us has had to learn in growing up to resist the temptation of wishful thinking about ordinary things like lotteries, so our species has had to learn in growing up that we are not playing a starring role in any sort of cosmic drama.

Het gaat er mijns inziens om dat we moeten proberen ons leven vorm te geven vanuit een referentiekader dat zo realistisch mogelijk is en van waaruit de werkelijkheid zoals die nu is zonder angst tegemoet getreden kan worden. Ik ben van mening dat dat uiteindelijk met verantwoordelijkheidsgevoel en integriteit te maken heeft. Als we een autistisch kind voor ons zien, moeten we geen genoegen nemen met de gruwelijke mythe van de "ijskastmoeder" die dat op haar geweten heeft, omdat we dan onrecht doen. Men kan zich beter verlaten op de



neurowetenschappen die de uitspraak doen dat het om een neurologisch defect gaat dat in allerlei gradaties kan voorkomen, elk met zijn specifieke mogelijkheden en onmogelijkheden voor ontwikkeling. Dat lost het probleem niet op maar geeft een ander perspectief waardoor het probleem op een bepaalde manier misschien beter hanteerbaar wordt.

Het natuurwetenschappelijke wereldbeeld biedt een rijkgeschakeerd referentiekader, maar het vindt zoals we gezien hebben maar in zeer beperkte mate aftrek. “Mens durf te weten”, is mijn devies, hetgeen de meer bescheiden uitspraak impliceert dat je ook “weet wat je niet weet”. Kennis is nooit een verarming, hoe pijnlijk de boodschap die kennis met zich meebrengt voor ieder van ons individueel soms ook kan zijn. Het wetenschappelijke referentiekader schept een modus om in de moderne wereld te verkeren zonder nodeloze angsten, het maakt een vitale respons mogelijk op de gevoelens van vervreemding en onthechting die ons bij tijd en wijle kunnen overvallen.

Kenniseconomie versus de teloorgang van de bètacultuur

Ook Nederland wordt voortgestuwd in de vaart der volkeren en we voelen de hete adem van Europese mededingers, Aziatische tijgers en de Amerikaanse moloch in onze nek. De globalisering is een voldongen feit waarop wij door een gebrek aan anticipatie nu in hoog tempo een passend antwoord moeten zien te vinden. We hebben te lang een andere kant op gekeken. Kritische analyses wijzen erop dat BV Nederland het aflegt door een gebrek aan innovatie en werk-lust. Bedrijven hebben hun onderzoeksinspanningen inderdaad gedecimeerd in de negentiger jaren en daar krijgen we natuurlijk zo langzamerhand de rekening voor gepresenteerd. Verder is het uit internationale vergelijkingen duidelijk dat wij om ons welvaartsniveau te handhaven gewoon meer en harder moeten werken. Ook op dat gebied krijgen we een rekening gepresenteerd. Innovatie heeft alles met een zeer gedegen technisch-wetenschappelijke infrastructuur te maken en die is nu net zo verschrikkelijk verschaald. De discussie die over dit onderwerp gevoerd wordt, leidt in mijn ogen aan een te lokaal en een te veel op korte termijn gebaseerd denken van betrokkenen personen en instanties. Een aantal economen wijst er bijvoorbeeld op dat wij een diensteneconomie hebben en niet een die draait op industriële productie, wij verhandelen allerlei diensten en verdienen daar ons geld mee. Voor diensten als zorg, amusement, transport, bankieren en verzekeringen etc, zo is de opinie, heb je helemaal geen bètacultuur of technuten nodig. Alleen maar economen en managers en marketing experts. Kan dat waar zijn? Kan een economie gezond blijven draaien op slechts handelsgeest en diensten? Ik geloof van niet. Ook in de dienstensector woedt nu een globale concurrentie zoals we die bijvoorbeeld kennen van de markt voor consumentenelektronica, auto's en software. Als ik bijvoorbeeld naar de markt voor financiële diensten, voor beleggingen en verzekeringen of het geheel van de zorgsector kijk, vereist globaal concurreren ook daar dat de

meest geavanceerde technologieën in hoog tempo ontwikkeld, ingevoerd en tot het uiterste uitgebuit worden. Wat te denken van de entertainmentmarkt zoals de filmindustrie? Ook die valt in handen van de conglomeraten die wereldwijd vooroplopen met zeer hoogtechnologische expertise en input. Ik heb het niet alleen over films zoals *Superman*, *Jurassic Park*, of *The MATRIX II* die alleen maar bestaan bij de gratie van de *special effects* die trouwens spectaculair zijn, maar ook meer inhoudelijk gemotiveerde films zoals *Titanic*, *Harry Potter*, *The Lord of the Rings*, of *The Pianist*.

Mijn stelling is dat om mee te kunnen komen in de globale competitie voor alle sectoren van de kenniseconomie en cultuur, een technischnatuurwetenschappelijke infrastructuur van de bovenste plank onontbeerlijk is. En dat is in Nederland nu zeker niet (meer) het geval. Als ik zie hoeveel energie en tijd kinderen in Azië moeten besteden aan de exacte vakken is het verschil met Nederland op zijn minst schrikbarend te noemen. Bij ons is onderwijs gedegradeerd tot een vorm van consumptie. Ik kan niet anders dan concluderen dat we een ongelofelijke achterstand oplopen terwijl we voortdurend over veel minder essentiële zaken aan het kissebissen zijn. We investeren in allerlei zoethoudertjes in plaats van zeer onorthodoxe maatregelen te nemen die onze kenniseconomie voor de toekomst veilig kunnen stellen.

We leven in een tijdsgewricht van ongekende globalisering. Er vindt op grote schaal een integratie plaats van economie, welvaart en kennis, maar ook van culturen en religies, en van normen en waarden die betrekking hebben op de rechten en plichten van individuen en minderheden. Dit is in feite een logische maar ook buitengewoon hoopgevende ontwikkeling indien we erin slagen dit proces op een menswaardige manier te laten verlopen. Wederzijds respect lijkt daarbij een voor de hand liggende voorwaarde met culturele pluriformiteit als gevolg. Maar wat als er grote ethische verschillen bestaan tussen de verschillende etnische en religieuze achtergronden? We hebben gezien dat juist etnische en religieuze motieven oorzaak kunnen zijn van de meest wrede en barbaarse conflicten. Nu niet minder dan in het verleden, integendeel. Het is duidelijk dat rationaliteit en realiteitszin (in de wetenschappelijke betekenis van het woord) een reële hoop bieden om deze blinde impasse van haat en onmenselijkheid, die in wezen gevoed wordt door vooroordelen en bijgeloof, te doorbreken. En dit brengt me terug bij het kader waarin deze lezing plaatsvindt: Etty Hillesum.



Etty Hillesum tussen waarneming en verbeelding

Etty Hillesum was actief op zoek naar haar identiteit. Om die beter te leren kennen verlegde ze haar grenzen steeds verder en daarbij liet ze zich in feite weinig gelegen liggen aan de morele vooroordelen en beperkingen die misschien op dat moment in haar omgeving opgeld deden. Zij verkende vol overgave haar eigen binnenwereld maar ook de buitenwereld, en door deze werelden intens te beleven en op elkaar af te beelden wist ze haar blik te verruimen. Met het vermogen om haar ervaringen kritisch te analyseren liep ze zo tegen haar eigen beperkingen en vooroordelen op.

Mystiek moet rusten op kristallen eerlijkheid. Na de dingen eerst doorvorst te hebben tot op hun naakte realiteit.

Hier spreekt een onderzoekster voor wie nieuwsgierigheid en integriteit twee leidende principes in haar leven waren. Dat leidt me tot een vraag over een deel van de gangbare literatuur die bij de interpretatie van Etty's werk en persoon enorm de nadruk legt op haar gelovigheid. Ik werd bij het lezen van haar dagboeken meer getroffen door haar niet aflatende pogingen om achter de waarheid te komen en die onder ogen te zien. Een waarheid niet zozeer van eerst geloven en dan zien, maar juist van eerst zien en dan geloven. Ze was (althans op dat moment) natuurlijk niet zozeer een romanschrijver als wel een dagboekschrijver. Ze schreef een kroniek vol waarnemingen die ze kritisch analyseerde en waaruit ze rationele conclusies probeerde te trekken, een logboek van een wonderbaarlijke ontdekkingsreis waarin zij bijna gelaten een even onafwendbaar als onmenselijk einde tegemoet ging. Was haar vrijwillige gang naar Westerbork een vorm van opofferingsgezindheid, van ongekende solidariteit of

een kwestie van integriteit, een bijna logische consequentie van de feiten die ze kende en begreep? Was het misschien een laatste poging de spanning in de relatie tussen buiten- en binnenwereld op te heffen?

Voor die opgave vluchten was gewoon ondenkbaar. Tot en met die laatste briefkaart die zij uit de goederenwagon gooide – die u ongetwijfeld kent.

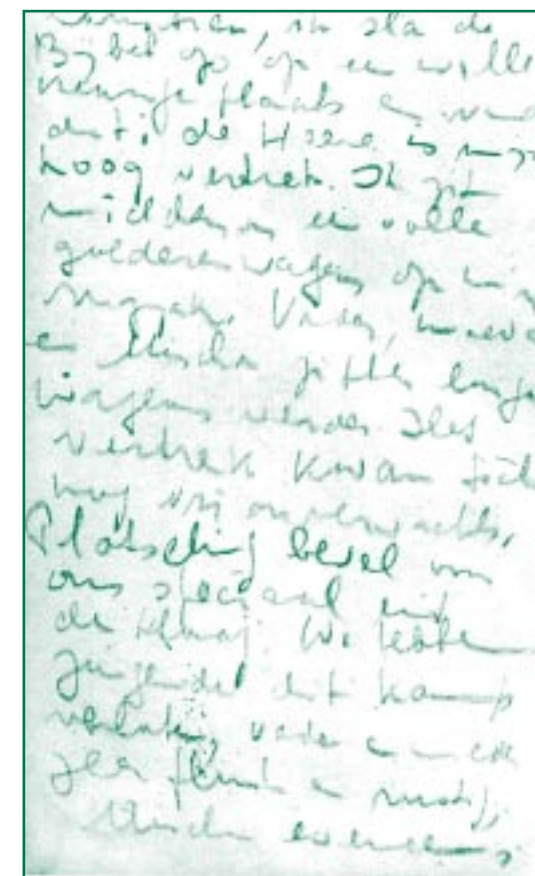


Is niet het meest verbijsterende de absurde nuchterheid van wat ze daar schrijft? Ze doet een beetje haastig maar objectief verslag van een feitelijke situatie, ze rapporteert voor de hand liggende waarnemingen zonder drama – ongepolijst, en ontdaan van interpretatie of verbeelding. Simpele feiten die door hun eerlijkheid geen tegenspraak dulden en niet om medeleven vragen. Meer dan ooit spraken de feiten voor zich. Ze spreken boekdelen. Onze verbeelding doet de rest. We horen een kreet die zich losgemaakt heeft uit de beklemmende ruimte waarin ze geslaakt werd en die te allen tijde waar dan ook gehoord zal worden. Onbeduidende details kregen vleugels en een universele betekenis die ze ver boven hun persoonlijke en historische context uittilde.

Christien, ik sla de bijbel open op een willekeurige plaats en vind dit: de Heere is mijn hoog vertrek. Ik zit midden in een volle goederenwagon op m'n rugzak. Vader, moeder en Mischa zitten enige wagens verder. Het vertrek kwam toch nog vrij onverwachts. Plotseling bevel voor ons speciaal uit Den Haag. We hebben zingende dit kamp verlaten, vader en moeder zeer flink en rustig, Mischa eveneens. We zullen drie dagen reizen. Dank voor al jullie goede zorgen. Achtergebleven vrienden schrijven nog naar A'dam, misschien hoor je iets? Ook van mijn laatste brief?

*Tot ziens v. ons vieren.
Etty*

Dagboeken van een verliezer (of moet ik juist zeggen winnaar?) zijn aangrijpender als de hoofdpersoon het uiteindelijk met de dood moet bekopen. Ik vraag me wel eens af wat er met het werk van Etty Hillesum gebeurd zou zijn als het beter met haar was afgelopen. En wij hier nu niet geweest zouden zijn.



Dankwoord: Ik wil Noud de Vreeze en Vera de Vries willen bedanken voor gesprekken en commentaar.

