

## Mooi, mooier, mooist

Eigenlijk kwam ik om een zonsverduistering te laten zien, maar de mensen op de brug over de Oude Rijn wilden meer, die wolkige zaterdag in augustus. 'Is er leven buiten de Aarde?' Op de voet gevolgd door: 'Wat was er nou vóór de Oerknal?' Tenslotte de favoriet: 'Wat zijn zwarte gaten?'

Dat zijn de Grote Drie, waarop iedere astrofysicus antwoorden klaar moet hebben. Maar daarnaast is er nog een vierde, waar ik niet altijd even goed raad mee weet. Die eerste drie vertonen nieuwsgierigheid en respect voor het feit dat onze diersoort, die omhooggevallen baviaan, zulke vragen kan stellen en zelfs min of meer kan beantwoorden. Maar in de vierde vraag proef ik minachting, een poging om je je plaats te wijzen. Die vraag is: 'Is het Heelal nou nog wel mooi als je er zoveel van af weet?' Het is eigenlijk geen vraag, meer een aantijging. Je zou het schampere lachje op het gezicht van zo'n vraagsteller moeten zien.

Hij weet zich in het geruststellende gezelschap van talloos veel miljoenen die denken dat de astrofysicus de nachthemel alleen maar waarneemt door tussenkomst van het glas van een telescoop, evenals de bioloog geacht wordt muizen uitsluitend op de snijtafel te zien (zonder verdoving, dat spreekt). In het gevoelige gezelschap van dichters, zoals Walt Whitman met zijn poëem *When I Heard the Learn'd Astronomer...* In het gladde gezelschap van de Blavatsky's-uit-de-polder die beveren uitsluitend op hun gevoel af te gaan (maar om de buit te tellen pakken ze hun schootcomputer).

Vergeef hen, want zij weten niet waarover zij praten. Schoonheid is de alfa en de omega van de wetenschap. Daartussen liggen heel wat letters, en bij het passeren daarvan moeten we wat rekenwerk verrichten. Maar ooit komt omega, en op weg daarheen beklim ik de stellende, de vergrotende en de overtreffende trap van schoonheid.

Dat begint door een kraakheldere nacht af te wachten, een plek te zoeken ver van de verpestende lichten van steden en glastuinbouw, plat op je rug te gaan liggen en naar boven te kijken. Niet even, maar uren. Net zolang totdat het donker je heeft opgenomen, totdat je de tel van sterren en meteoren bent kwijtgeraakt, totdat je de Aarde kunt voelen draaien door de wenteling van de hemelbol.

Op mijn vroegere huis in Leiden staat een gecalligraferde Japanse haiku van tien meter hoog. In vertaling:

Een woedende zee!  
Tot aan het eiland Sado  
strekt zich de Melkweg.

Zo sprak Basho, de pracht van de nachthemel oproepend, waarin die lichtende brug staat tussen hemzelf en de verschoppelingen op het gevangeniseiland. En of je nu op een groot of een klein eiland staat, gevangene bent of niet: daar wijst dat brede gloeiende spoor omhoog.

Maar mooier nog is het begrijpen van wat zich daar afspeelt. Als je weet wat een ster is kun je daar in je geest naartoe reizen, je kunt eromheen en erin. Tot in het centrum van de Zon, 14 miljoen graden boven het absolute nulpunt, omdat je begrijpt hoe het werkt. Het is niet alleen een lust voor het oog. Stel dat je oren hebt zo groot als ons zonnestelsel. Dan kun je het waaien van de wind in onze Melkweg horen, het knisteren van het ijsskoude winterweer van de interstellaire gasnevels, het sissende geboortegeluid waarmee jonge sterren hun gasvormige navelstreng uitstoten, het donderende knallen van ontploffende supernova's.

Zelfs niet-bestaande zintuigen spelen mee: als je oren had die gevoelig waren voor radiostraling zou je de pulsars kunnen horen. Sommige van deze relativistische sterren maken duizend maal per seconde een klikgeluid. Dat geeft een toon die driemaal zo hoog is als het zoemen van een bij. Een bij is een centimeter groot en weegt nog geen gram. Zo'n ster heeft een doorsnee van 20 kilometer en weegt bijna anderhalf maal zoveel als de Zon. Zo mooi zouden we het zelf niet hebben kunnen verzinnen.

Na mooi en mooier komt het mooiste. Dat is niet het serene schitteren van de nachthemel, zelfs niet de pracht en kracht van een verworven inzicht, maar de opwindende schoonheid van het onderzoeken. Het stellen van de juiste vraag, en liefst ook het geven van het juiste antwoord. Want als je zo door de ruimte suist tussen de sterrenstelsels, bijna dronken van het destillaat van honderd eeuwen wetenschap, komt het voor dat je plotseling een verblindende mist binnenvliegt. Dat is dan precies een gebied dat je moet gaan onderzoeken: het ligt niet op je kaart.

Wie bang is, haakt hier af. Want in tegenstelling tot andere bezigheden is in het onderzoek niet slagen de norm, maar falen. Aan de goedgevulde prullenbak herkent men de wetenschapper. Vooruitgang in de wetenschap komt door dingen die er nog niet zijn: buitenissige proefnemingen, vage

gedachten, krankzinnige invallen, toevalstreffers. Maar bij dat stuntelen in de wolk van onbekendheid is er een leidraad: je gevoel voor schoonheid.

Hoe dat werkt weet ik ook niet, maar in mijn tegenwoordige onderzoek gaat het ongeveer zo.

Mijn wolk is een inktzwarte mistbank op de grens tussen twee prachtige werelden. Die worden bepaald door het inzicht dat het Heelal bestaat uit deeltjes, ruimte en tijd. De wereld van de elementaire deeltjes is tien miljard maal kleiner dan een mens. In die kleine wereld weet je nooit zeker hoeveel deeltjes een kuub ruimte bevat, dankzij de onzekerheidsrelatie. Dat betekent dat de schijnbaar lege ruimte een actieve rol speelt door het spontaan ontstaan en vergaan van 'virtuele' deeltjes. De theorie is buitengewoon mooi; zelfs de naam, quantumveldentheorie, heeft iets betoverends.

De wereld van ruimte en tijd is tien miljardmaal groter dan de mens. De lege ruimte is niet 'niets', is geen onzichtbaar grafiekenpapier waarop het Heelal is getekend. Ruimte is bouwstof, net zo echt als deeltjes. Wat is de structuur van de ruimte? Hoe nemen wij de ruimte waar? Hoeveel ruimte is er? De antwoorden zijn gegeven in een wonderschone vorm, de algemene relativiteitstheorie.

Die twee theorieën zijn prachtig op hun eigen terrein. Maar als je hun werelden samenbrengt klopt er niets meer van. Die virtuele deeltjes in het vacuüm tellen op tot een gigantische massa, zodat de ruimte buitensporig zwaar moet zijn. Dus vraag ik: wat weegt de ruimte? Uit de sterrenkunde blijkt: de ruimte weegt niets. Niemand weet waarom.

Wat doe je daarmee? Blijven zoeken op bekende wegen levert werk dat vaak bar lelijk is, gedrochten in een korst van aangekoekt wiskundig formalisme, vol met *sound and fury, signifying nothing*.

Mijn gevoel zegt dat het Heelal ons een vingerwijzing geeft, dat de virtuele deeltjes niets bijdragen aan de structuur van de ruimte. Dat is absoluut onbegrijpelijk, maar het lijkt mij een prachtig uitgangspunt. Zoals de aanpak van Niels Bohr toen hij worstelde met het probleem waarom een atoom in rust geen straling uitzendt. Bohr wist heel goed dat een elektron moet stralen als het in een atoom beweegt. Maar toch deed hij alsof dat niet zo is. Die wonderlijke aanpak leidde uiteindelijk tot de quantumveldentheorie. Nu de 'quantumruimtetheorie' nog.

De drie trappen van schoonheid geven een wetenschapper zo veel meer zicht op de wereld dat een toevallige voorbijganger het niet zonder meer kan volgen. Misschien komt daar die schamperheid wel vandaan, uit onvrede met het besef dat je zoveel prachtige alleen kan zien door je

leven eraan te wijden. En dat, marktwerkers, is iets anders dan er een carrière van maken.

‘Is het Heelal nou nog wel mooi als je er zoveel van af weet?’ Of ik er echt veel vanaf weet: dat gaat nogal. Maar dat ik het Heelal buitengewoon mooi vind, dat staat vast.

## Gegroet, aardling!

Alles wist hij van me, of zo leek het tenminste door de grijze gordijnen van mijn verdriet. Ik wist niets meer, niet eens of ik hem binnengelaten had. Het enige wat zeker was is dat hij daar zat, recht tegenover me. Langs zijn zwarte sik keek hij, zijn hoofd achterover, wat verstrooid naar de spitse nagels van zijn gestrekte hand. *Sie ist die erste nicht*, zei hij zacht, en keek me aan over zijn vingertoppen. Je hebt me goed in de gaten gehouden, ouwe, dacht ik grimmig. Ik keek naar de letters op het papier voor me. 'Het is best,' zei ik, 'maar ik wil er wat voor terug.' 'Een andere vriendin,' sprak hij haastig. Ik zweeg. Hij keek me schattend aan. 'Of... twee misschien? Drie?' Hij viel stil.

Ik ging achterover zitten. 'Ik wil zekerheid over het vermoeden van Goldbach.' 'Ah,' antwoordde hij. En na een nauwelijks merkbare aarzeling: 'Muziek. Prachtig, werkelijk prachtig. Ja?' 'Nou, nee. Het vermoeden van Goldbach. Elk even getal is de som van twee ondeelbare getallen.' Terwijl ik sprak, was hij rechtop gaan zitten en keek me nu strak aan. 'Bèta! Geen wonder dat ze genoeg van je kreeg. Willie Wortel!' 'Zes is één plus vijf. Dertig is dertien plus zeventien.' Tussen mijn tanden siste ik de cijfers, strak naar het ongetekende papier voor mij starend. Toen ik opkeek was hij verdwenen; toen ik weer op tafel keek was het papier leeg.

Die avond voelde ik me al een stuk beter, zo goed zelfs dat ik maar eens begon in Carl Sagans zwanezang, *The Demon-Haunted World*, waarin hij van leer trekt tegen alle obscurantisten die onze planeet al talloos veel millennia onveilig maken. Zijn boek is lang van stof en hij hanteert de natte dweil waar ik zelf liever het samoerai-zwaard gebruik. Toch werkt die dweil wel; er zijn genoeg sekten op te soppen, van Rome via San Francisco tot Mekka, en af en toe deelt hij een aardige klets uit. Tegen de echte boeven is hij me te zoetsappig; in al die 436 bladzijden durft hij niet echt te zeggen dat ruwweg de helft van alle gruweldaden wordt begaan in naam van het geloof, en de meeste andere in naam van de eer.

Sagan is pas echt in vorm als hij optrekt tegen de vliegende-schotel-fanaten, speciaal als hij laat zien hoe de zogenaamd superieure technologie van buitenaardse wezens nou net toevallig overeenkomt met onze

eigen staat van dienst. 'Het is een verfrissende oefening om vragen te bedenken waarop vandaag de dag geen mens de antwoorden weet, maar waarvan een juist antwoord onmiddellijk als zodanig herkend zou worden.'

*Bedenk tien vragen om te stellen aan een buitenaards wezen.* Daar heb ik nou drie weken over zitten peinzen, en waarachtig, Sagan heeft gelijk: er is nauwelijks een betere manier denkbaar om de beperkingen van je fantasie aan het daglicht te brengen. Mijn toch al grote respect voor de genieën van kunst en wetenschap, voor de echte vernieuwers, wordt weer wat groter. Inderdaad, zó moet Einsteins theorie op Lorentz overgekomen zijn: je had het zelf niet kunnen bedenken, maar het treft je onmiddellijk als juist. Dit in krasse tegenstelling tot het gemodder met quantumgravitatie, waarvan de hogepriesters eens per jaar in een rituele conferentie aankondigen dat alles nu echt opgelost is, of althans zeer binnenkort opgelost zal worden, of althans... wacht, niet weglopen!

Het is ontstellend moeilijk iets nieuws te bedenken. De ufo-fantasten brengen het dus niet verder dan meer-van-hetzelfde: wezens zoals wij, maar dan met grijze huid, of met bollere koppen, of met grotere ogen. Spinnen en kakkerlakken, maar dan honderdmaal groter. Een soort aardappelpuree van alle meligheid die ze in hun leven voor zoete koek hebben geslikt. Het meeste wat mensen over ufo-piloten hebben gezegd is dan ook op z'n best Jules Verne-achtige extrapolatie, tamelijk gemakkelijk te doen voor de gemiddelde lezer van *Natuurwetenschap & Techniek* (over de slechte gevallen kun je maar beter zwijgen). Zelfs op Aarde bakken de wichelaars er niks van, want elke keer als er weer een onbekende diepzeeevis wordt opgehangeld staan zelfs biologen met de mond vol tanden.

De fantasie van de modale mens is beneden alle peil; alleen kunstenaars en wetenschappers leggen zich erop toe daar iets aan te doen. En ook zij falen meestal. Het gros van de wetenschappelijke publicaties en de meeste kunstproducten kun je zó bij het chemisch afval donderen. Maar een enkele keer komt er een tovenaars langs als Feynman of Picasso, bij wiens werk je meteen iets hebt van: Ja! Dát is het! Of iemand als Van Maerlant: die zou wel raad geweten hebben op een gebied waar Wells niets beters wist te verzinnen dan die spinnepoten en die bolle koppetjes.

Wat zou ik aan een buitenaards wezen vragen? Niets over Goldbach, want er is alle kans dat de hersens van een ufonaut volstrekt anders werken dan die van ons, en dat dus hun wiskunde in niets op de onze lijkt. Nee, het is beter om aan de kleine groene mannetjes details over

henzelf te vragen, zoals: 'Wat is je moleculaire basis?' We weten dat het spul waar wij uit gemaakt zijn letterlijk door het hele heelal voor het opscheppen ligt. Onze waterstof komt uit de Oerknal, alle andere prettige stofjes zoals koolstof, stikstof, zuurstof en de rest, zijn door kernfusie ontstaan in sterren. Dus we weten alvast waar die anderen van gemaakt zijn, alleen niet hoe. Maar we zouden het direct kunnen verifiëren.

Nog een goede lijkt me: 'Hoe werkt je genetische code?' We weten namelijk zeker dat zij zo'n code moeten hebben. Dat komt doordat er in onze natuur een strikt onderscheid is tussen klein en groot. Op kleine schaal bestaat het heelal uit een aantal families van deeltjes, die binnen een familie identiek zijn. Heb je één waterstofatoom gezien, dan heb je ze allemaal gezien. Daaruit volgt dat het absoluut onmogelijk is dat wij als een soort schaalmodel in het lichaam van onze moeder opgesloten hebben gezeten, en die weer in onze voorouders, zoals een oneindige reeks Russische poppetjes. Als wij dan niet letterlijk in onze ouders aanwezig zijn, dan moet het *symbolisch*, in de vorm van een genetische code.

We kunnen zelfs meer aan onze ufo-buren vragen, want we weten ook dat die code in een lang dun molecuul moet zitten. Immers, het bericht moet op basis van deeltjes gecodeerd zijn, en dus niet veel groter zijn dan een atoom of een klein molecuul. Maar het bericht moet geweldig veel informatie bevatten. Het enige compromis is een molecuul dat smalletjes is in twee dimensies, en buitengewoon lang in de derde dimensie: zoiets als DNA dus, hoewel het ongetwijfeld gebaseerd zal zijn op andere atomen en andere molecuulbindingen. De details kennen we niet, zouden we misschien niet eens direct begrijpen. Maar de *vorm*, het soort antwoord van zo'n ufonaut zouden we terstond als plausibel herkennen.

Helaas, de *ufo-watcher* weet niets van genetica, omdat ons onderwijs de fantasie van de modale mens zorgvuldig beneden alle peil houdt. Jazeker, er is een genetische code, maar dat is een goed bewaard geheim: in onze *demon-haunted world* behoort de basis van alle biologie, de evolutie en de genetica die daarvan de grondslag is, niet tot de eindexamenstof. Oeewenietekenne, ebbewenooitgehad.

Niet alleen is het moeilijk iets nieuws te bedenken, maar nieuwe vondsten worden ook onnodig en bedreigend gevonden. Dus worden onderwijs, kunst en wetenschap in rap tempo gesloopt. Niet – zoals ik vroeger wel eens dacht – door de knechten van het grootkapitaal, maar door je eigen parlement, de knechten van de aardappelpuree.

## Kom professor, geef toe

De eerste zin – nou ja, plankenkoorts. De tweede, ook niet best – het zij zo. Maar vanaf de derde zin weet je: dit wordt niks meer. Op de achterste rij wordt gegrinnikt, je knapste studenten glimlachen toegeefflijk: laat de prof ook eens een kater hebben. Maar je hebt in geen dagen gedronken. Had je maar! De kater komt later, in het gezelschap van talloze briljante woorden die je, klungelend voor het bord, niet wilden invallen; mosterd na de maaltijd.

Gips is niet glad, maar je krijtje glibbert tussen je vingers op zo'n dag. Hugo Brandt Corstius schreef ooit een meeslepend stukje over het gruwelijke gevoel als je een slecht college gegeven hebt. Eigenlijk moest je na zo'n valse start zeggen: dames en heren, nokken, een rondje van mij in de kantine. Maar dat kan niet als de tv-camera's jou en je mede-discussianten klemvast houden in de lichtkring van de studiolampen.

Dus schrijf ik een stukje mosterd, waarvan u een potje in de provisiekast kunt zetten voor het geval u – zoals ik – iets te ijdel bent om 'nee' te zeggen op een verzoek aan een praatprogramma mee te doen. Praten op tv moet je alleen doen als je eerst een halfjaar landmijnen hebt geruimd in Eritrea. Zonder die ervaring ben je zó een paar benen kwijt. Figuurlijk, maar 't is toch onprettig dat honderdduizenden van je gestrompel zitten te genieten.

Het eerste wat u in uw oren moet knopen is: een praatprogramma is geen journalistiek maar amusement. *De Rules of Engagement* in dit conflict zijn vaag en lijken meer op die in een kroeggesprek dan een wetenschappelijke woordenwisseling. Geen hoor en wederhoor, maar 'gelijke tijd': iedereen even lang aan het woord. In mijn geval betekende dit dat een vijftal mensen, van licht tot ernstig verward, gedurende een klein halfuur mocht belijden dat graancirkels door marsmannetjes gemaakt worden. Daarna mochten er twee – een intelligente en welbespraakte boerin en ik, veel minder snedig – weerwerk bieden. Ik kan het de gastvrouw van de praatshow niet eens kwalijk nemen. Zij verkoopt geen werkelijkheid maar gekleurde tijd, zoals Elsschots Boorman bedrukt papier verkocht.

Niet alleen komt iedereen evenveel aan het woord, een andere regel is dat iedereen evenveel gelijk heeft. Alweer de kroegformule: de waar-



heid zal wel ongeveer in 't midden liggen, en je bent een zeurpiet als je zegt dat iets aantoonbaar fout is. 'Kom professor, geef een beetje toe,' zelfs als een van de gasten beweert dat de dingen zo zijn als je ze zelf wilt zien. Dat hij net als iedereen op zijn stoel zit en niet tussen de hanebalken zweeft geeft hem geen stof tot nadenken.

Het tweede punt: verwar nooit een sociaal gesprek met een wetenschappelijke discussie. Op bruiloften en partijen weet u dat allang (anders krijgt u vanzelf geen uitnodigingen meer), maar hetzelfde geldt in zo'n praatprogramma. Tijdens de voorbereidingen houdt men zorgvuldig de schijn op dat het om een echte discussie zal gaan, maar dat is flauwekul. Het is dan ook een ernstige fout je op zo'n programma voor te bereiden. Het zal immers niet om feiten of logica gaan, maar om het vullen van zendtijd. Je zet jezelf op het verkeerde been en komt over als een drammerige betweter, een spelbreker die erop uit is echt te winnen, zoals een topvoetballer die zich niet weet in te houden bij een robbertje strandvoetbal.

Daar komt bij dat het publiek geen benul heeft hoe hard het er in de wetenschap aan toe gaat. Zwakheden of onjuistheden worden uitgerookt, vervolgd en ten val gebracht. *Und wenn es fällt, dann soll man's auch noch stossen.* Een echte wetenschapper durft zich te omringen met tegenstanders; gelovigen en amateurs doen dat nooit. Als je die aanpak zijn ze 'gekwetst'. Ze willen hun probleem sociaal besproken zien, dus doe vooral niet wetenschappelijk. Hoe meedogenloos wij op de bal spelen, daar snappen ze niks van.

Zo kwam eens in mijn omgeving het 'muishandje' ter sprake, waarbij ik opmerkte dat het interessant was dat marconisten nooit hadden geklaagd over een dergelijke aandoening, terwijl het bedienen van een seinsleutel toch een grotere inspanning is dan het klikken met een muis. Waarop ik te horen kreeg: 'Je neemt me niet serieus.' Juist wèl; maar wie alleen gewend is aan een verjaardagsdiscussie ziet dat niet. (Toevoeging achteraf: van een medewerker van KPN Telecom hoorde ik dat rsi bij marconisten wel degelijk voorkwam, maar niet werd erkend. Zo leert een wetenschapper nog eens wat.)

Ten derde: een tegenstrijdigheid wordt in een praatprogramma gezien als een smaakmaker. Gedurende het bovengenoemde halfuur bleek elk van die vijf mensen een andere verklaring voor graancirkels te hebben, maar ieder deed alsof zijn verhaal door die van de andere vier werd versterkt.

Tegenstrijdigheid is contrabande in de wetenschap, maar passeert zonder moeite de douane van de klets-kousen. Dat alle horoscopen iets

anders vertellen bij dezelfde geboortedatum maakt geen enkele sterrenwicheelaar brodeloos. Dat alle godsdiensten inhoudelijk met elkaar strijdig zijn doet mensen niet nadenken over het waarheidsgehalte van hun opvattingen. Het doet ze slechts grijpen naar wapens en terreur.

Ten vierde: kwantitatieve informatie dient hier geen enkel doel, behalve om de tegenstander onder te sneeuwen. 'Er zijn vijfduizend graancirkels gemaakt, en van de meeste kennen we de makers niet. Dus kunnen ze niet allemaal door mensenhanden gemaakt zijn.' Dat er op de wereld miljoenen graffiti gemaakt zijn waarvan we de makers nog veel minder kennen is blijkbaar onvoldoende reden die ook als buitenaards te bestempelen. Maar dat komt nog.

Ten vijfde: verwacht te allen tijde de grofste gotspes. Ik had op het journaal van TV-West laten zien hoe ik in negen minuten een graancirkel maak. Maar in de praatshow zegt een van de gelovigen glashard: 'Jij hebt nog nooit een experiment uitgevoerd, je weet niet waar je over praat.' Woest werd ik, en beging daarop nog een blunder: ik hapte naar adem, zodat de ander door kon gaan. 'Heb je de redoxtest toegepast?' Sprakeloos was ik: de simpelaar bluft dat er een test voor marsmannetjes bestaat!

'Nee, wel de Wassermann.' Dát had ik moeten zeggen, want honderd tegen één dat die nep-onderzoeker geen flauw benul heeft wat dat voor een test is. Bovendien zijn pseudo-wetenschappers nog ijdeler dan normale mensen, dus hij zou dat nooit hebben toegegeven. Wat zou ik gelachen hebben na zijn antwoord: 'Nee, de Wassermann nog niet, maar die doen we volgende maand.' Pats, daar slaat de val van Buddingh' dicht:

*Negatieve rhesus  
positieve Wassermann  
daar komen rare kinders van.*

Een test voor syfilis, jazeke! Daar zullen die *aliens* van opkijken.

Hád ik moeten zeggen, maar heb ik niet gezegd, overdonderd als ik was. *Esprit d'escalier*, de messcherpe *riposte* die je pas invalt als je de trap af naar buiten loopt. Mosterd na de maaltijd. *Zoom* naar mijn verblufte gezicht, naar de gniffelende zaal. Eén-nul voor de marsmannetjes! Terecht: kwaad worden is dom, tv is emotioneel en niet redelijk. 't Klamme zweet breekt me nog uit als ik die stukjes video terugzie.

Je voelt de wellust van de pseudo-wetenschapper, om niet langer de wurggreep van de werkelijkheid om zijn hals te voelen, geen kritiek van zichzelf of collega's, alleen bewonderende blikken. Als de volgende mi-

nister van OCW eindelijk een kwart eeuw beleid afrondt en alle universiteiten sluit, is mijn kostje gekocht: miljonair zou ik kunnen worden in het alternatieve circuit (maar dat ga ik niet voor de camera zeggen: 't zou mijn geloofwaardigheid nu aantasten, en mijn toekomstige markt verpesten).

Ten slotte, houd je wetenschappelijk taalgebruik binnen de muren van bibliotheek en laboratorium. Het is daarbinnen anders dan buiten. Zelfs 'ufo' lijkt neutraal maar is het niet: misschien is het wel *Unidentified*, maar niet noodzakelijk *Flying* (meteoor) en ook geen *Object* (landingslichten tegen wolk). En als het geen *U* blijkt te zijn omdat je het wel degelijk kunt verklaren zijn ze kwaad en gaan er allerlei dingen achteraf bijverzinzen. Want de maatschappelijke boterham is maar zuinigjes met ethiek belegd.

Dus laat die wetenschap maar thuis en verplaats je naar het café. Volgens de regels van het lab kun je niet tegen je vriendin zeggen: Jij bent de leukste vrouw ter wereld. Exacter zou zijn: Van alle vrouwen die ik ken ben jij de leukste. En het kan nog nauwkeuriger. Zucht – het is een wonder dat wetenschappers zich nog voortplanten.

## Glasvezel-samizdat

Het instituut waar ik werk heeft geen bibliotheek. Niet nodig voor de wetenschap, zo vonden de amateurs die de dienst uitmaken in de bestuurlijke korsten waarmee de Universiteit is dichtgekoekt. Mijn vakgebied is de theoretische astrofysica, dus ik werk niet met instrumenten. In plaats daarvan parasiteer ik op de noeste arbeid van mijn waarnemende collega's, met behulp van een paar pond klieder tussen mijn oren en een paar honderd ton drukwerk tussen de kaften. U begrijpt dat ik blij was dat ik althans mijn hersens mocht behouden, maar toch voel ik mij alsof mijn ogen zijn uitgestoken.

Onze boeken en tijdschriften zijn niet allemaal vernietigd, maar deels opgeslagen in de bovenruimten van de scheikunde-bibliotheek, 361 meter gaans van mijn werkplek. Het opzoeken van een tekst betekent dus een pittig sprintje. Als ik niet vind wat ik zoek kan ik ophouden, want de elektronische catalogus is verre van compleet en geprogrammeerd door de Kaninefaten. Vind ik het wel, dan kan ik helemaal terug naar mijn lab omdat de kopieermachines van Scheikunde tot een andere beheerseenheid behoren, dus accepteren ze mijn magneetkaart niet. Weer naar de overkant om het geschrift terug te plaatsen, en dan naar mijn kamer. Totale afstand, 1444 meter. Met zoveel lichaamsbeweging hoef je geen dieet te volgen om slank te blijven.

Waarom moet dat? Tja. Het echte antwoord kan ik niet geven zonder in drieletterwoorden en godslastering te vervallen, maar een reden die bovengenoemde amateurs steeds weer noemen is dat boeken en tijdschriften zo duur zijn. Ze lijken gelijk te krijgen door de recente monstrefusies in het uitgeversbedrijf.

Er was ooit een tijd dat je niet publiceerde om de keuteltellers van de visitatiecommissies tevreden te stellen, maar om je collega's de loef af te steken, of althans je werk aan den volke te tonen. Het duurde even voor publiceren normaal werd. Leeuwenhoek publiceerde nooit iets, die schreef alleen maar brieven. Eerst kwam Galilei, wiens werk het midden houdt tussen een schotschrift en een populair-wetenschappelijk boek. Toen zwaardere boeken en pas veel later tijdschriften.

Je voltooit je onderzoek, schrijft het zo op dat de geschoolde lezer het kan begrijpen en desgewenst nadoen, en biedt het manuscript aan bij

een vakblad. De redactie stuurt het naar een collega die anoniem beoordeelt of je werk redelijke kritiek kan doorstaan. Zo ja, dan wordt het gepubliceerd. Het systeem werkt aardig, en zelden loop je tegen een proeflezer (*referee*) aan die dom of dief is, of te kwader trouw. De ergste gekken worden gestopt en vrijwel nooit wordt een genie gekrenkt.

Maar dan komt de kneep. Niet alleen krijg je geen cent voor je werk, maar meestal moet je zelfs voor publicatie betalen. Dat kan oplopen tot honderden euro per bladzijde. Tot overmaat van ramp ben je verplicht de rechten op de publicatie af te staan aan het tijdschrift. Zo ontwaarden auteursrechten tot uitgeversrechten, en hebben wij academische sukkels onszelf geboeid en gekneveld uitgeleverd aan de gladjanussen van de commercie. Superuitgevers weten donders goed dat universiteiten op alle niveaus worden bestuurd door amateurs die geloven in fatsoen, die slikken wat ze voorgezet krijgen en hun bordje marktwerking braaf leegeten.

Wie zich verzet kan ervan lusten. Toen het *American Institute of Physics* (AIP) aantoonde dat de publicaties van een zekere uitgever *veertigmaal meer* kostten (in citaties per dollar) dan die van AIP zelf, kreeg AIP een meute advocaten achter zich aan. Naar het Amerikaanse (on)recht kun je als winnaar de kosten van je verdediging niet op de wederpartij verhalen, dus zo'n proces kan je ondergang betekenen.

'Ken je de overeenkomst tusse de druif en de tuindersknecht?!'

'Ikke niet...'

'Ze worde allebei gesnoeid, gekrent, uitgeperst en in de veiling genome.'

Zo werd mijn jeugdheld Polletje Piekhaar weer wat wijzer, maar de publicerende wetenschappers kennen blijkbaar hun klassieken niet.

En juist daarom krijg ik de lachstuipen van het geweeklaag om de industriële vraatzucht. Want wie schrijft, die blijft, ook in de wetenschap. Wij zijn het die de kopij leveren. De distributie is een lachertje: het leeuwendeel van al dat drukwerk gaat naar bibliotheken, waarvan we al weten waar ze zich bevinden en die afdoende hebben bewezen dat ze zich tot elke prijs laten koeioneren.

We schrijven met z'n allen het volgende briefje naar de baas van die papierhandel. 'Geachte heer Boorman. Vanaf heden zullen onze medewerkers niet meer in uw Wereldtijdschriften publiceren, en zeggen onze bibliotheken hun abonnementen op. Deze maatregelen worden slechts herroepen als u, zonder verdere voorwaarden te stellen, terugkeert tot vaste prijzen, te weten die van 1980. Hierover kan niet worden onderhandeld. Hoogachtend.'

We doen het dus voortaan zelf, en niet alleen in druk. Internet is er voor allen, en de snelheid van het licht is voor ieder gelijk. Met 300 000 kilometer per seconde razen wij door het Heelal, en laten het monopoliepapier verschroeid achter in ons kielzog. Tegen de kapitalistische terreur nemen wij dezelfde maatregelen als destijds tegen de communistische. *Samizdat*, zeiden de Russen. Sam-izdat, zelf-uitgeef, wordt nu Intersamizdat. Geen glasnost maar glasvezel leidt tot onze bevrijding.

Een wetenschappelijk boek is roetpasta op een gedroogd prakje dode bomen. Dat is al zo sinds Gutenberg, maar de tijden zijn veranderd. Uitgevers zijn overbodig, en als ons ijzeren aanbod wordt afgewezen kunnen wij willekeurig welk drukwerk op onze slofjes zelf maken. Dat kan dankzij TeX, een computertaal waarvoor Donald Knuth een speciale Nobelprijs verdient. Met die taal kun je wondermooi zetsel maken. 't Is dat niet-wetenschappelijk zetsel gemaakt wordt met technieken uit de tijd vóór Clovis, anders zou ik u even een staaltje laten zien, van algebra via Chinees en spijkerschrift tot lineair-b. Plus de taal PostScript voor de illustraties, en klaar is Kees.

Het nadeel van zelf doen is dat elektronisch publiceren bergen bagger kan opleveren. Daarop zijn drie reacties mogelijk. Ten eerste: we laten het zo. Ten tweede: we doen wat mijn collega Bill McCrea ooit voorstelde, een idee dat Wilt Idema onafhankelijk lanceerde: iedere wetenschapper krijgt 15 bladzijden per jaar te vullen, punt uit. Ten derde: we laten iedereen inzenden wat-ie wil, maar delen het werk in naar geschatte betrouwbaarheid op een schaal van 10=best tot 1=mest.

De eerste mogelijkheid is zonde van de schijfruimte, geen mens heeft behoefte aan wetenschappelijke cyberporno. De tweede lijkt aantrekkelijk: terug naar de goeie ouwe tijd, toen het nog goud was wat er blonk op de bladzijden van *The Astrophysical Journal* en *Zeitschrift der Physik*. 't Is niet voor niets dat ik mijn studenten aanraad die oorspronkelijke meesterwerken te lezen: goed voor snotapen die denken dat ze modern moeten zijn en veel publiceren. Maar die tijd is voorbij, dus ik kies voor de derde weg: alles wordt geplaatst, maar je werk krijgt een cijfer van twee proeflezers. Gemiddelde omlaag afronden naar het hele punt, en in het hok: 10 voor de Dirac-vergelijking, 1 voor het *perpetuum mobile*. Desgewenst kunnen wij de computer zelf laten bijhouden hoe vaak een artikel wordt geraadpleegd, en daaruit een extra rangorde afleiden. Met wat goede wil en slim programmeren kun je zelfs corrigeren voor notoire querulanten en commentaar van halvegaren.

Wat moet dat kosten? Laten we zeggen één hoofdredacteur, redacteurs voor theoretische en experimentele natuurkunde, idem astrofysi-

ca, en vooruit nog twee elk voor wiskunde en scheikunde. Dan secretariale ondersteuning en behuizing, en uiteraard een systeembeheerder met assistent. Plus postje onvoorzien, maakt twee miljoen per jaar voor het produceren van twee dozijn tijdschriften en een paar honderd boeken te leveren aan 1500 bibliotheken wereldwijd.

Ik vlei me met de gedachte dat er vast wel een ondernemer is die dit leest, en die tien miljoen te investeren heeft. Dealtje maken?

## Miljoenenstudiën

Leidse rechtenstudenten, speciaal eerstejaars, vertellen al jaren dezelfde mop: *Het is maar goed dat die bèta's zo moeten zwoegen. Want als wij dan later hun baas worden, zijn ze vast goed ingewerkt.* Amerikanen, met de eerlijke onbeschaamdheid die hun eigen is, kunnen het nog korter, en vragen je zonder omhaal: *If you're so smart, why are you not rich?*

Goede vraag. Hoewel niet armlastig, ben ik naar industriële maatstaven een minvermogende, en dus niet 'smart'. Mij best: liever de algemene relativiteitstheorie dan de algemene aandeelhoudersvergadering. 't Gaat hier dan ook niet om geld voor mezelf of voor mijn collega's, die allemaal een dak boven hun hoofd hebben. Het gaat om andere mensen en om andere dingen: de jeugd en de wetenschap.

Na tientallen jaren van systematische verzieking van het onderwijs heeft men jeugd en wetenschap van elkaar weten te scheiden. Studeren om de geleerdheid is niet *cool*. En plotseling komt er tachtig miljoen op tafel om het gebroddel op te lappen. Althans in de bèta-wetenschap, omdat de filistijnen stiekem beseffen dat dat de kip met de gouden eieren is. Dat de alfa-wetenschap een zwaan met zilveren eieren is, heeft de kringen buiten de literatuurprijzen nog niet bereikt.

Waar heb ik dat gejack toch meer gehoord? Ach ja: over tekorten aan verpleegkundigen, leraren, tandartsen, en andere beroepsgroepen die op het maatschappelijk draagvlak gejonast zijn. Het is dan ook niet moeilijk te voorspellen dat zo'n tekort bijvoorbeeld ook gaat optreden bij medisch specialisten. Eerst worden zij stelselmatig als inhalige slagers te kijk gesteld, en daarna op financieel rantsoen. Totdat er een 'tekort' is ontstaan. *Verrassing!*

In elk beroep gaat het om geld en aanzien. Die kunnen elkaar aanvullen, zodat mensen met weinig tevreden zijn als daar een redelijk aanzien tegenover staat. Mijn opa was (na God, de Dominee, de Notaris en de Burgemeester) nummer vijf in de rangorde van het dorp waar hij voor de klas stond op een tractement van niks. En, eerlijk is eerlijk, ook zijn kleinzoon is gevoelig voor aanzien. In Nederland, buiten de enclave van Den Haag tot Zoetermeer, is het prestige van de wetenschap en de prof nog steeds hoog. En in de wetenschap ben je baas in eigen brein, zolang wij genoemde enclave kunnen weerstaan.



Aanzien is belangrijk, en daar begint dan ook de aanval. Dat is makkelijk: start een campagne van verdachtmakingen, alsof niet 99 procent van welzijn en welvaart uiteindelijk aan de wetenschap te danken is. Verkondig genoeg kletspraat over 'lekker lange vakanties' en 'nieuwe vrijgestelden' en men gaat het geloven; de rest komt vanzelf. Eerst een etmaal in het schandblok, dan naar de galg.

De vernietiging van het middelbaar onderwijs is nagenoeg compleet, en is inmiddels kundig afgerond door invoering van studiehuis en profielpakketten. Interessant is daarbij het gegeven dat de sloop van aanzien automatisch de dood van gezag betekent. Immers, alle gezag dat niet uit de loop van een kalasjnikov komt is slechts symbolisch. Met alle maatschappelijke gevolgen van dien: een spijbelaar die de meester het psychiatrisch hospitaal in gepest heeft kan daarna zijn medeburgers het gewone hospitaal in hengsten. Zinloos geweld is het gevolg van zinloze hervormingen.

In het hoger onderwijs is de aanval nog in volle gang. Docenten kunnen zich voorlopig handhaven, maar de studenten weten allang aan welke kant hun brood besmeerd is. Zij hebben op hun gigantische scholencomplexen één ding aan den lijve gevoeld: dat hun ouders liever een week extra Benidorm in hun zak hebben dan een extra docent voor de klas. Nu voelen zij op de universiteiten hetzelfde klimaat, en kiezen overeenkomstig. Ook in Nederland komen er steeds meer die vragen: als je zo slim bent, waarom ben je dan niet rijk?

In het wetenschappelijk onderzoek merkten wij dat tekort natuurlijk allang. Want je kunt van die juristen, bedrijfswetenschappers en Amerikanen zeggen wat je wilt: een beetje gelijk hebben ze wel. Het is tamelijk suf om je zo de kaas van je brood te laten eten. Een professor die Albert Einstein verkiest boven Albert Heijn is geen aantrekkelijk rolmodel voor studenten die van hun makkertjes op de sociëteit horen welke salarissen zij gaan verdienen. Een promovendus op mijn instituut werd stelselmatig door zijn zwagers-in-zaken gepest, en op alle bruiloften en partijen kreeg hij te horen: 'Hé Hans, wat doet zo'n melkwegstelsel nou op de termijnbeurs?' Totdat hij in arren moede de wetenschap de rug toekeerde.

Waarschuwingen over de teruglopende aantallen studenten en promovendi werden weggewuifd, maar kortingen wegens diezelfde aantallen werden wel met harde hand doorgezet. Nu echter het bedrijfsleven een tekort aan mensen ziet aankomen is het ineens wél ernstig, en wordt er 80 miljoen op tafel gepatst ten bate van dezelfde knoeiers die ons dit geflikt hebben.

Het kenmerk van knoeiers is dat zij niet zoeken naar oplossingen maar naar trucs. Dat kan bijvoorbeeld een *technolease* constructie zijn, maar meestal komt het neer op domweg reclame maken. De louche kruidenier die bedorven worst verkoopt gaat zijn etalage mooier inrichten. Dus geeft de regering miljoenen uit om op de zijkant van autobussen te zetten 'Kies exact', in plaats van dat geld uit te geven aan onderzoek en onderwijs zelf.

Dat idee komt van bestuurders die, om voor vol te worden aangezien, bazuinen over 'marktwerking'. Als zij dan op die markt knock-out worden gemept, binden ze de handen van hun tegenstander op zijn rug. Een leerzaam voorbeeld daarvan is de recente catastrofe met de beurspromovendi.

Een promovendus is goed te vergelijken met Willem van Iependaals tuindersknecht (die werd gesnoeid en gekrent en...). Als er in het academisch bedrijf één type is dat dit predikaat verdient, is het de beurspromovendus, een tobber die ruim vier jaar lang tussen de vijftig en zestig uur per week aan een proefschrift ploetert voor een schijntje. Zodoende wordt meer dan de helft van de wetenschappelijke arbeid door promovendi verricht voor een fantastische prijs/prestatieverhouding. Toch was het te duur. Dus verzoon een advocaat van kwaai zaken, uiteraard zelf in vaste dienst, een truc. Door een juridische foef was de promovendus ineens geen werknemer meer, maar een beursstudent, en kon er dus op alles bezuinigd worden.

Over weinig ben ik de laatste jaren zo witgloeiend geweest als over deze streek. Geen fatsoenlijk protest hielp. De omvang van de academische bruinrot werd angstig duidelijk toen collega's cynisch genoeg bleken te zijn om deze zwendel goed te keuren, juist omdat ze weten dat promovendi niet gemist kunnen worden.

Dat was nou net een bruggetje te ver. Promovendi kunnen niet half Europa verlammen door de snelwegen te blokkeren met trekkers of vrachtauto's. Dus trekt de maatschappij zich in het geheel niets van hen aan. Zij konden alleen stemmen met hun voeten. Massaal lieten zij het afweten, en nu komt men dan eindelijk met tachtig miljoen druppels op een gloeiende plaat zo groot als Nederland.

Wat moet ik toch lachen om die bèta-paniek. Wat te doen? vraagt menige commissie zich handenwringend en schreiend af. Wel, geachte krokodillen, de wederopbouw van een beetje ontzag voor de mensen die de basis leggen voor onze welvaart en veiligheid zal vele jaren vergen. Intussen zou je eens kunnen beginnen met hersenwerkers een redelijk salaris te betalen, zodat de leasebakken, zeven-cijferinkomens en aande-

lenopties niet naar de lullo's en hun frauderende beursbazen gaan. Ook in de toekomst, want wetenschappers bestuderen de werkelijkheid, dus ontoepasbare wetenschap bestaat niet.

## Kinderroof

Daar sta ik dan op de voorpagina van *NRC Handelsblad* met een schitterende foto van het object M2-9. Geen afgesproken werk, want de *New York Times* had het bericht eveneens, ook op de één, hoewel twee dagen later. Leuk, leuk! Eindelijk het kwartier beroemdheid dat iedereen beschoren heet te zijn. Genieten!

Dacht ik, totdat ik de tekst van het Amerikaanse artikel vergeleek met het Nederlandse. Als er niet dezelfde foto bij afgedrukt had gestaan, zou je niet geloofd hebben dat het over hetzelfde werk ging. In de Nederlandse krant stond een kort en evenwichtig verhaal over het onderwerp en de achtergrond van het onderzoek, de wetenschappelijke wisselwerking tussen theorie en waarnemingen, en de namen van de betrokken mensen. In de Amerikaanse stonden een paar kolommen geschetter over de nieuwe! verbluffende! onverwachte! onverklaarbare! sensationele! foto's van NASA's *Hubble Space Telescope*, waarbij slechts de naam genoemd werd van één direct betrokkene (Balick), alsmede drie anderen die de NASA-publiciteitsmachine speciaal voor de gelegenheid had laten opdraven op een persconferentie in Washington D.C.

Waarom was ik zo verbijsterd? Niet vanwege die ene echte collega, een goede vriend en eersteklas wetenschapper. Hij had er evenveel recht op om van de observationele kant in 't zonnetje te staan als ik van de theoretische. Ik kan het pas uitleggen door eerst te vermelden hoe dat hoogst merkwaardige wetenschapsbedrijf werkt, van binnenuit gezien.

In 1984-1985 bracht Bruce Balick, een astronoom uit Seattle, een jaar als gast door op Sterrewacht Leiden. Hij had het idee opgevat dat bepaalde soorten nevels, die worden uitgestoten wanneer sterren zoals onze Zon sterven, ondanks hun grote verscheidenheid aan vormen allemaal op een en dezelfde manier moeten ontstaan. We waren al bevriend geraakt, en omdat ik de plaatselijke theorie-goeroe was vroeg hij of ik er iets van kon bakken. Uiteraard zei de goeroe meteen: jazeker!

Dat was grootspraak, als je het letterlijk opvat. In mijn woordenschat betekent het: ik vind het een verbazend interessant probleem, volgens mij heb je een grote vis aan de haak, laat ik eens een lijntje bijzetten. Het probleem omvatte een onderzoek op het gebied van de astrofysische gasdynamica, een theorie die vergelijkbaar is met die welke men gebruikt om

op Aarde het weer te voorspellen. Ik had me al lange tijd beziggehouden met het weer tussen de sterren, en herinnerde me een dertig jaar oude publicatie van de Russische wiskundige Kompaneyets die in de verte aan mijn probleem raakte. Tot mijn stomme verbazing en grote euforie bleek dat ik, na een listige vereenvoudiging, het probleem dat Balick had gesuggereerd letterlijk op de achterkant van een oude envelop kon oplossen.

Na een kort maar luidruchtig klompdansje besepte ik dat er nog veel meer te doen was. Ik bezocht Bruce in Seattle, en we besloten het groter aan te pakken met behulp van numerieke simulaties. In Garrelt Mellema vond ik een promovendus die niet alleen briljant was in computerwerk maar ook natuurkundig rotsvast in zijn schoenen stond. In 1988 verscheen mijn artikel over bovengenoemde vondst en vanaf die tijd raakte het onderzoek in een stroomversnelling. Er ontstond een internationale huisindustrie van mensen die soortgelijke dingen probeerden, en al gauw was duidelijk dat de klus in feite geklaard was.

Gesteund door dit werk vroeg Balick waarneemtijd aan op de inmiddels gelanceerde *Hubble Space Telescope*, om te speuren naar inwendige details van de door ons beschreven nevels. Na jarenlange omzwervingen door de bureaucratische krochten van NASA hadden we eind augustus 1997 de eerste resultaten binnen. Maar we konden er nog niet mee naar buiten: enkelen van de mensen in vaste dienst van NASA (die uiteraard gezien hadden welke buit we hadden) eisten de gegevens voor zichzelf op. Balick liet zich de kaas niet van 't brood eten, en in december kon ons persbericht uitgaan. Tot ons grote genoegen pakten talrijke Nederlandse en Amerikaanse media het bericht op.

Maar onze geschiedenis was lijnrecht tegengesteld aan wat de NASA-mensen ervan maakten. Zij – en de verslaggevers buiten Nederland die gewoon de Amerikaanse persberichten van het Web plukken – hebben de zaak op zijn kop gezet. De foto was zogenaamd 'nieuw, onverwacht, en onverklaarbaar'. De Europese connectie was verdwenen; het theoretische werk was door onpersonen verricht, sterker nog, het had nooit bestaan. In feite waren *alle* niet-NASA-vertakkingen, ook die in de VS, gesnoeid.

Razend was ik, niet eens vanwege mezelf maar vooral vanwege de vervalsing van het wetenschappelijk proces, waarvan de maatschappij toch al zo'n verwrongen beeld heeft. Ook herinnerde ik mij een vraaggesprek met collega fysicus Ad Lagendijk, die opmerkte: *Het eerste wat je Amerikaanse collega's doen als je ergens mee doorbreekt, is je naam lospeuteren van je resultaten.* Kinderroof, dus. Vandaar dat Ad extra

blij was toen een grote ontdekking van zijn team op het omslag van *Nature* kwam te staan.

Een natuurkundige vondst is gemeengoed, want de natuur is er ook zonder ons. Als Albert Einstein niet met de relativiteitstheorie was gekomen, dan had Albertha Einwasser het wel gedaan, hooguit twintig jaar later. Maar geen mens zou een Tiende van Beethoven kunnen schrijven, dus die Negen blijven Ludwigs onvervreemdbaar eigendom. Vandaar de fanatieke sfeer rondom prioriteit, vergelijkbaar met journalistiek, waar een primeur meestal zwaarder telt dan een doorwrocht achtergrondartikel. Lees maar na in *The Double Helix* van James Watson.

Het is dus begrijpelijk dat sommige wetenschappers proberen wat korter door de bocht te gaan dan hun concurrenten. Gewoon gappen komt voor, maar is relatief zeldzaam. Alleen promovendi en andere ondergeschikten worden met enige regelmaat bestolen. Doodzwijgen van andermans publicaties kan, maar wordt vaak onderschept door het onvolprezen systeem van proeflezers (*peer review*). Pas sinds de publicaties als zodanig onderwerp van studie zijn geworden, door het tellen van bladzijden en verwijzingen daarnaar (citatie-index), heeft het eruitbiggen van mededingers een hoge vlucht genomen. Zo was er een collega die systematisch naar zijn eigen artikelen verwees, en alras *Herr Selbstzicator* werd genoemd. Dit kun je met simpele software omzeilen. Slimmer is het 'indirect verwijzen': in je eerste artikel over een onderwerp noem je terloops het oorspronkelijke onderzoek van de ander, daarna verwijst je alleen naar je eigen spul. Dat werkt des te beter als je lid bent van een *mutual admiration society*, een groepje mensen die alleen naar elkaars werk verwijzen. *Bei uns ist alles besser!* Zeer veel gebruikt is de truc met het stampot-prakje: je schrijft talloze stukken die knip-en-plakwerk zijn van alles wat je eerder hebt gepubliceerd. Ik ken iemand die zo ongeveer 200 bladzijden per jaar produceert, verdeeld over 20 à 25 artikelen.

Dat een enkeling zo laf is, *passé encore*. Maar stuitend zijn de bureaucratistische organisaties die zich niet aan de wetenschappelijke weidelijkheid storen. Waarom doen zij dat? Omdat ze anticiperen op de keuteltellers. NASA, bijvoorbeeld, wordt gestuurd door leden van het Congres die met redeloze regelmaat zaniken over het 'rendement' van de wetenschap. Deze filistijnen vertrouwen er wél voor honderd procent op dat door de producten van diezelfde wetenschap, zoals tv, computers en satellietzenders, hun gedram verspreid wordt. Ook in Nederland worden de publicatiegewoonten meer en meer gedreven door de terreur van het jaarverslag, van visitatiecommissies en soortgelijke bezoeken.

De les is dat je, doordat men gaat anticiperen, niet meer kunt meten. De meeste wetenschappers houden zich aldus bezig met grootscheepse geschiedvervalsing, de een wat erger dan de ander. De meters van het onmeetbare zijn zo in hun eigen tellingen verstrikt geraakt, want het menselijk vernuft is onbeperkt op dit gebied. Lieden die te dom zijn om echte ontdekkingen te doen zijn doorgaans sluw genoeg om manieren te vinden waardoor hun gebrek aan zwaarte ze doet bovendrijven. Citatie-indices en dergelijke hebben steeds minder zin, behalve voor de hardleerse bestuurders die zulke verslagen bestellen. Om het beter te doen zou je naar elk werk een geschiedkundig onderzoek moeten verrichten, maar dat gebeurt alleen bij zeer hoge uitzondering.

Het wetenschappelijk resultaat waarover u hebt kunnen lezen betekent dat wij onze tijd negen jaar vooruit waren. Mocht u ooit zoiets overkomen, koester dan het kwartiertje waarin u beroemd bent, want u zult het in de keutelannalen niet terugvinden.

## Voor een achtjarige

Hoi. Leuk dat je eens wat anders leest dan kinderpap. Je treft het: ik was toch al van plan eens over Alles Wat Er Is te schrijven. Dat doe ik liever niet voor volwassenen. Jij hebt vast ook wel gemerkt dat die geen sterke maag hebben voor rare dingen. En wat ik doe voor de kost – dat heet natuurkunde – kunnen ze al helemaal niet verteren. Dus ga er even voor zitten, dan kan ik jou het belangrijkste vertellen wat wij van het Heelal weten.

Natuurkunde is namelijk helemaal niet moeilijk. Het is wel heel erg vreemd, maar voor de rest is natuurkunde net zo natuurlijk als n... nou ja. Daar doen Ouderen & Wijzeren, zeg maar O&W, dan ook erg schichtig over. Over allebei, dus, maar dat had je al gemerkt. Je krijgt dan ook de indruk dat O&W van geen van beide veel kaas hebben gegeten. Misschien omdat ze stiekem wel weten dat we er aan alle kanten door omringd worden. En dat we ons bestaan eraan te danken hebben. Niet alleen vanwege al die computers en moderne spullen: een jager die de beweging van een pijl of slingersteen kent, is al aardig op weg om natuurkundige te worden. En zelfs de oer-overgrootouders van de oer-Neanderthaler kenden de tweede N, en waren dus bezig die kant van de Natuur te begrijpen.

Maar O&W worden van n-dingen erg bang. Jij niet, dat weet ik zeker. Daarom zijn de beste natuurkundigen meestal erg jong. Nog niet geleerd om te veel te weten! Jij weet gelukkig nog niet dat sommige dingen niet kunnen, en dus kun je ze toch. Zoals het kind dat een zwaard lostrok dat dwars door een granietblok gestoken was.

Da's altijd zo geweest, hoor. Mijn juffen en meesters zeiden op bijna alles wat ik vroeg: 'O, dat is zó moeilijk...' en daarna gingen ze blaadjes uitdelen voor een proefwerk, in plaats van gewoon even uit te leggen waarom water nat is, of waarom het 's nachts donker is, of waarom een mier sterker is dan een olifant. Of gewoon toe te geven als ze iets niet weten, want 'kweenie' is ook een heel goed antwoord, als je er maar niet 'kammenieferdomme' bij denkt. Dan weet je tenminste dat er voor jou iets te zoeken valt.

Maar sommigen zijn niet zo. Ik heb ooit een meester gehad die zei: *Als je het niet aan een achtjarige kunt uitleggen, heb je het zelf niet be-*



*grepen*. Zei Richard Feynman, die mij zowat de helft geleerd heeft wat ik van natuurkunde weet. En ik verzeker je dat er meer afstand is tussen Feynman en mij dan tussen mij en jou.

Als een buitenaards wezen, of een achtjarige (dat is bijna hetzelfde) mij vraagt wat wij in de honderdduizend jaar dat we de Natuur bestuderen nu écht hebben geleerd, dan zeg ik: *Het Heelal bestaat uit deeltjes, ruimte, en tijd*.

Als dát niet stapelgek is! Hoezo, deeltjes? Zie je daar iets van? Misschien denk je aan deeltjes als je zand tussen je vingers wrijft. Maar zandkorrels zijn niets anders dan piepkleine steentjes, kijk maar met een sterk vergrootglas. Net zoals een steen tot zand vermalen kan worden kun je zand nog verder verpulveren. Je weet vast wel dat er grof schuurpapier is, en fijn, en nog fijner. Hoe fijn is het allerfijnste schuurpapier? Is dat volmaakt glad? Zou best kunnen, waarom niet. Maar, vreemd genoeg, ons Heelal zit zo niet in elkaar. Je kunt schuurpapier niet oneindig ?jnmaken. Onder een supersterk vergrootglas ziet elk oppervlak, zelfs het meest spiegelgladde metaal, er bobbelig uit.

Die bobbeltjes noemen we atomen, en die bestaan zelf uit twee families van deeltjes: elektronen en quarks. Wat nog wel het gekste is: deeltjes van een bepaald type zijn absoluut, honderd procent, hetzelfde. Dus niet dat ze een beetje op elkaar lijken, zoals jij op je broer of zus lijkt, nee: *precies* hetzelfde. Waarom dat zo is, snapt geen mens (dus jij zult het zelf moeten ontdekken).

We kunnen bijzonder veel verklaren met die deeltjes. De bewegingen van al die atomen kunnen we voelen, omdat ze tegen onze huid botsen. Als je in een warm bad zit, word je geknuffeld door atomen. Dat voelt lekker warm: warmte is de wanordelijke beweging van deeltjes. Als ze heel hard bewegen, word je niet door ze geknuffeld maar geslagen: het is heet, het doet pijn.

We kunnen zo ook begrijpen waarom het lijkt alsof de tijd vooruitgaat. Pak een peper-en-zoutstel en doe alle peper en zout in een kopje. Eerst zijn die twee gescheiden, maar door te schudden raken ze door elkaar. Als pa of ma nu óf peper óf zout wil hebben, kun je die twee door te schudden niet ontmengen: eens een troep blijft een troep. Wanorde is waarschijnlijker dan orde (dat is een van de dingen die O&W beter weten dan jij). Daardoor is er een 'richting' in de tijd. Ook dat is een zichtbaar gevolg van die onzichtbare deeltjes.

Er is nog heel veel meer te vertellen over deeltjes, maar daar is hier even geen ruimte voor. Nou goed dan, nog ééntje: ook licht bestaat uit deeltjes! Een lichtdeeltje noemen we een *foton*. Aan het licht kun je zien