

## HEBBEN WETENSCHAPSMENSEN EEN FILOSOFIE NODIG ?

*Gerald Holton*

### De klassieke periode

Toen George Sarton begon met zijn werk, dat tot de oprichting van de moderne studie van de geschiedwetenschap, de technologie en de geneeskunde heeft geleid, werd hij met de negentiende eeuwse mathematica geconfronteerd. Maar bij het zoeken naar de voorgangers van de vernieuwers, voelde hij zich op drijfzand. Al vlug bevond hij zich bij het begin van het wetenschappelijk denken in Griekenland. Van daaruit baande hij zich systematisch een weg voorwaarts, tot aan de middeleeuwse periode, zoals in enkele van zijn laatste werken. In tegenstelling hiermee, heeft een toenemend aantal geïnitieerden in het werk waarmee Sarton begon, ervoor gekozen hun onderzoekswerk op basis van recente en hedendaagse wetenschap te verrichten, waarbij ze het historisch getrainde oog richten op actuele processen, zoals de groeiende 'solid state' fysica of de moleculaire biologie, de moderne industriële research-teams of de verenigingen van elementaire deeltjes-fysica te CERN.

Daar worden ze getroffen door een discrepantie van tweeërlei aard. Ten eerste wordt het immense voorwaartse streven van vandaag niet verder toegelicht, noch geven de epistemologische debatten een richting aan in de zin van de debatten die in het verleden, gedurende de eerste helft van deze eeuw, zoveel energie en aandacht eisten : bijvoorbeeld in verband met de grondlegging van de discontinuïteit, de onbepaaldheid, causaliteit, golf-deeltjes dualiteit, schaal continuïteit, dit tenminste onder de fysici, waartoe ik mezelf ook reken. Slechts heel weinig wetenschapsmensen schrijven vandaag over ideeën, die ooit in het middelpunt van briljante debatten onder de elite stonden. Het is alsof er in verband met de EPR paradox (paradox, geformuleerd door Einstein, Podolsky en Rosen in verband met een probleem van de quantummechanica) of de Bohr-Einstein discussie geen belangrijke problemen meer overblijven.

Een tweede verrassend onderscheid bestaat in de opvallende verschillen tussen de populaire perceptie van de wetenschap enerzijds, waarbij deze als in een toestand van periodieke revolutie wordt beschouwd, en anderzijds de tegenovergestelde opinie, van diegenen die, naar men mag aannemen, de revolutionairen zijn.

Zelfs onder wetenschapsmensen hoort men soms opmerkingen over de 'revolutionaire' aard van vroegere prestaties, die, zoals de relativiteitstheorie, deel geworden zijn van het geheel. Maar over het algemeen verwerpen zij het revolutie-model ten gunste van het evolutie-model, wanneer ze het over hun eigen werk hebben in plaats van over de leerboek-wetenschap. Zo schrijft Steven Weinberg over de geschiedenis van de fysica sinds 1930 (in het herfstnummer van *Daedalus*. 1977): "Het essentiële element van de vooruitgang is het besef geweest, en dit telkens opnieuw, dat een revolutie onnodig is." In deze zelf-evaluatie volgen de wetenschappers van vandaag enkel het spoor van hun voorgangers, van Copernicus tot onze eeuw.

Deze twee vormen van discrepanties zijn in werkelijkheid verwant en kunnen samen opgelost worden. Een passend vertrekpunt is Einsteins opmerking, die zelfs in de meest actieve laboratoria, in onze tijd blijkbaar niet in overeenstemming is met de courante denkwijze, namelijk dat "epistemologie zonder contact met wetenschap een leeg schema wordt. Wetenschap zonder epistemologie - voor zover dan nog denkbaar - is primitief en verward." Deze idee weerspiegelt een oude traditie onder de vooraanstaande wetenschappers; men denke hier aan de Newton-Leibniz debatten of aan de gemeenschappelijke effecten van de *Natuurfilosofie* en de negentiende eeuwse wetenschap (met soms groteske resultaten). Het was toen niet gebruikelijk dat een groot wetenschapsman zich in de problemen op zijn eigen terrein verdiepte zonder enige interesse voor de filosofie of voor de totale negatie ervan. Einstein herinnert met genoegen aan de diepe indruk die de geschriften van Ernst Mach op hem, als jonge student hebben nagelaten, en hij somt enkele van de andere auteurs op die hij samen met zijn jonge vrienden bij wijze van zelfstudie bestudeerde: Plato, Spinoza, Hume, J.S. Mill, Ampère, Kirchhoff, Helmholtz, Hertz, Poincaré en Karl Pearson (om niet te spreken van Sofocles en Racine). In zijn geschriften over die tijd merkt J.T. Merz op dat de Duitse wetenschapsman een filosoof is; maar hetzelfde geldt ongeveer in andere landen. Zo vertelt ook de Amerikaanse fysicus-filosoof P.W. Bridgman dat hij in zijn laatste jaar middelbare school, rond de eeuwwisseling, Mach, Pearson, Clifford en Stallo las. Rond dezelfde periode volgt de jonge Niels Bohr een belangrijke cursus filosofie bij Hoffding en is hij door Kierkegaard zeer beïndrukt.

De historische getuigenis is duidelijk: gedurende de eerste decennia van deze eeuw bereidde een groot deel van de jonge wetenschappers, die zich later zouden onderscheiden, zichzelf (bewust of onbewust) voor op de interactie tussen wetenschappelijke en filosofische problemen, en misschien ook op de kandidatuur voor de charismatische schakel tussen wetenschappers-filosofen. Dit kunnen we de 'klassieke' situatie noemen. Het resultaat kan gevonden worden in de wetenschappelijke tijdschriften van de eerste decennia van deze eeuw, bijvoorbeeld in de debatten over de wetenschappelijke kentheorie tussen Planck en Mach in de periode van 1909 tot 1911, gepubliceerd in het *Physikalische Zeitschrift*; of in Minkows-

ki's essay over ruimte en tijd, in zijn expliciet gebruik van beeldspraak, ontleend aan Plato; of in de moeilijkheden die de Curies hadden om hun positivisme voldoende flexibel te maken om zich met Rutherford's ideeën over transmutatie in te laten; of bijvoorbeeld in de discussie rondom Jean Perrins aandringen op de moleculaire realiteit; of in Heisenbergs strijd met de grondslagen van de kantiaanse eisen van *Anschauung* en *Anschaulichkeit* in de atomaire fysica (zelfs in de titels van sommige van zijn wetenschappelijke verslagen in de jaren twintig); om nog te zwijgen over de welbekende epistemologische discussies tussen Heisenberg, Bohr, Born, Schrödinger, Einstein en De Broglie.

In verschillende mate beschouwen deze mensen zichzelf zowel als wetenschappers dan als cultuurdragers, met de plicht of de psychologische behoefte om een coherent wereldbeeld te vormen. De meest ambitieuze uitdrukking van deze hoop is het ontwerp voor een zesendertigdelige *Encyclopedia of Unified Science*, dat in de jaren twintig door Otto Neurath, Einstein, Philipp Frank, Hans Hahn en Rudolf Carnap is gepland. Men zou zeker in de meeste Westerse landen, vóór 1945, verbaasd geweest zijn indien ernstige toekomstige fysici zich niet hadden ingelaten met, en zich intellectueel hadden ontwikkeld door sommige van de 'stamboeken' van de wetenschappers-filosofen, zoals de jonge Einstein er las, of door anderen, zoals hierboven vermeld, of nog door Duhem, Schlick, Russell, Eddington en Jeans.

### Het einde van de klassieke periode

Deze klassieke voorbereiding is nu dood. De 'stamboeken' worden niet meer gelezen - het hele genre is verdwenen op enkele zeldzame uitzonderingen na, en heeft plaats gemaakt voor toevallige autobiografieën in de stijl van James Watsons *Double Helix*, of voor handboek-uiteenzettingen met strikt wetenschappelijke inhoud, of, in de marxistische landen, voor partijteksten. Toen aan Sheldon Glashow onlangs gevraagd werd wat hij en zijn medestudenten tijdens hun vormingsjaren behalve wetenschap hadden gelezen, noemde hij science fiction, Immanuel Velikovski, en L. Ron Hubbard. Dit is geen uitzonderlijke lijst. Wanneer het bovendien over recentere en meer courante werken in de wetenschapsfilosofie gaat, lijkt de samenvatting van de uitgever van het recente boek *Springs of Scientific Creativity: Essays on founders of modern science*, (University of Minnesota Press, 1983) dicht bij het doel wanneer men stelt dat actieve wetenschappers van vandaag deze werken over het algemeen als een 'simplifiërende beneveling' beschouwen.

Deze verontrustende feiten doen een belangrijke paradox ontstaan. Want ondanks de achteruitgang in de expliciete trouw aan de wetenschappelijk-filosofische traditie, is wetenschap vandaag zowel als product dan als proces zonder twijfel

machtiger en interessanter dan ooit. De intellectuele constructies reiken verder in het beheersen van de fenomenen, en de techniek is gesofisticeerder dan men ooit voor mogelijk heeft gehouden. Relatief weinig fundamentele begrippen en metaforen verschaffen de bepantsering, die de complexe structuren in sterk verschillende specialismen vasthoudt.

Men zou daarom verwachten dat het gemeenschappelijke onder de wetenschappen, hun gedeelde filosofische fundamenten, meer dan ooit evident zouden zijn in de wetenschappelijke werkzaamheid. Maar precies dit vindt men niet terug. Daarom rijzen twee vragen : Hoe kwam dit tot stand ? En hoe kan men zo goed aan wetenschap doen, zonder het bewuste contact met de epistemologie, zo karakteristiek voor de klassieke gewoonte ?

De eerste vraag kan hier slechts even aangeraakt worden. Het zou dwaasheid zijn te denken dat de grote problemen, waarmee de wetenschappers zich gedurende eeuwen uitvoerig hebben beziggehouden, geen belang meer hebben, omdat ze beantwoord zijn. Ze lijken eerder in een winterslaap te verkeren. In de plaats daarvan, zijn de jongste decennia nieuwe krachtige en stimulerende buiten-wetenschappelijke bronnen ontstaan : nieuwe sociologische uitbreidingen die als vruchtbaarder worden beschouwd dan een voortzetting van de zelfbewuste introspectie van de vroegere decennia. Deze nieuwe factoren omvatten de grote toename in het aantal wetenschappers, van de fondsen en administratieve structuren, die verbintnissen op lange termijn vertegenwoordigen. Dit brengt op zijn beurt een betere steun aan schitterende studenten mee, een grotere macht van de professionele verenigingen en hun tijdschriften, en een grotere vrijheid voor de wetenschappers in het Westen om te reizen en om deel uit te maken van de internationale gemeenschap.

De steeds nauwere samenwerking tussen wetenschap, technologie en techniek heeft ook een transformerend effect teweeggebracht. Dit is duidelijk het geval bij de beoefenaars van het experiment, bij wie het ontwerpen van apparaten, de vaardigheid in het verwerken van gegevens, de computerisering en organisatie in grote teams opvallend gemodeleerd zijn door wat ze hebben geleerd tijdens hun technisch gerichte dienst in de laboratoria tijdens de Tweede Wereldoorlog en zijn naspel, de koude oorlog, en door de kant en klare uitrusting die door de industrie ter beschikking wordt gesteld.

Zulke uitbreidingen kunnen slechts gedeeltelijk de recente indommeling van de oude impuls tot filosoferen verklaren. Een andere reden voor de vlucht, weg van wat nu als de 'simplifiërende beneveling' wordt beschouwd, zou wel eens, de al dan niet juiste, overtuiging van de grote meerderheid van wetenschappers kunnen zijn, dat de boodschap van de meer recente filosofen, zelf geen actieve wetenschappers, eigenlijk onbruikbaar is, en daarom rustig mag verwaarloosd worden. De mogelijkheid van dit hardvochtige oordeel kan door het getuigenis van twee goed geplaatste waarnemers geïllustreerd worden. De eerste is Hilary Putnam, zelf een we-

tenschapsfilosoof aan de Harvard University. In zijn essay, *Philosophers and Human Understanding* (in A.F. Heath ed., *Scientific Explanation*, 1981), stelt hij dat de voornaamste wetenschapsfilosofische scholen uiteindelijk mislukt bleken te zijn, hoewel ze aanvankelijk veelbelovend waren, en ondanks het feit dat ze zich hielden aan de voorstelling van de belangrijke wetenschappers uit de periode die ik 'klassiek' noem. De eerste positivisten, zich steunend op Frege en Mach, voedden de ijdele hoop dat de wetenschappelijke methode, samen met haar inductieve kern, een algoritme zou kunnen worden, een mechanische bewijsprocedure, die 'rationele reconstructie' zou toelaten. Vandaag is ruimschoots bevestigd dat dit onmogelijk is, bericht Putman, want er is altijd een 'redelijkheid'-oordeel nodig. (Ironisch genoeg, heeft deze verruiming van de geest het anarchisme toegelaten zijn scherpe aanspraken hier en daar op te eisen). Maar wetenschappelijk begrijpen is uiteindelijk menselijk begrijpen; onderscheidingen treden slechts op binnen de grenzen waarin de wetenschappelijke vorsers redelijkerwijze kunnen hopen dat ze het over dezelfde begrippen eens zullen worden. Het impliciete model voor de vooruitgang van de wetenschap is geen puzzel, die voor eens en altijd wordt opgelost, maar is een zich ontplooiend tot standkomen van aanvaardbare oplossingen, waaruit betere problemen ontstaan voor toekomstig onderzoek.

Het verificatieprincipe van de logische positivisten, waarbij niets rationeel is, tenzij het kritisch verifieerbaar is, kwam inderdaad goed van pas om het wetenschappelijke denken uit de boeien van de expliciete metafysische doctrine van de negentiende eeuw te bevrijden. Maar Einstein heeft de limieten van deze dienst eerder dan de meeste anderen aangevoeld. Zo schrijft hij zijn vriend Michele Besso (13 mei, 1917): "ik scheld niet op Machs kleine paard; maar je weet wat ik erover denk. Het kan niets levends voortbrengen, het kan slechts ongedierte uitroeien." Als we de resultaten binnen de filosofie in de laatste zes decennia samenvatten, is Putnams oordeel veelomvattender: het werk van de logische positivisten en van de recente post-positivisten is weerlegd geworden, en is op de koop toe zelfweerlegend. Dit betekent natuurlijk niet dat rationele argumentatie en justificatie onmogelijk zijn. Maar de poging om ze als waarmerkend te beschouwen door een beroep te doen op de publieke normen is een absolutistische begoocheling. Daar aan voegt diegene die de gevalstudie van de moderne fysica bestudeert een specifieke gegeven toe, dat daar waar de aanspraak op falsificatie in de vroegere wetenschap nuttig was, toen de keten van hypotheses korter was, dit vandaag nauwelijks nog aan het succesvol beoefenen van de wetenschap beantwoordt. Daartegenover is het opvallend hoe vaak een theorie uitgesteld of verlaten wordt wegens experimenten die aanvankelijk geloofwaardige leken, maar die achteraf fout bleken te zijn. Op die manier werd Schwingers sterke vorderende benadering van een succesvolle zwakstroomtheorie in de jaren vijftig geblokkeerd en werd de aanvaarding van zwakstroom lange tijd uitgesteld.

Alles bij elkaar genomen staat Putnams beoordeling gelijk met de vaststelling dat veel van de recente wetenschapsfilosofie door haar eigen criteria een ont-aardend research-programma is geworden. Vanuit de andere richting versterkt de stem van de actieve wetenschapper die van de actieve filosoof. In zijn essay in dezelfde collectie, *Rationality and Science*, brengt Henry Harris, 'Regius Professor' geneeskunde te Oxford, een elegante analyse die gelijk staat met een vernietigende aanklacht zoals deze van Putnam. Hij is bijvoorbeeld van oordeel dat het werk van de oudsten onder de huidige wetenschapsfilosofen "niet alleen het klassieke beeld van de wetenschappelijke methode ondermijnt, ... (maar) tenslotte ook de eigen positie ondermijnt, zodat van een logisch coherente structuur van de wetenschap niets overblijft." De methodologische regel, die nader bepaalt welke hypothese de voorkeur krijgt, (dit betekent: welke de grootste empirische inhoud heeft) is "klaarblijkelijk een aantrekkelijk begrip, maar is van geen enkel nut voor de wetenschapsbeoefenaar", - deels omdat de 'empirische inhoud' niet vooraf bekend kan zijn, maar zich ontvouwt naargelang de hypothese wordt onderzocht. En het concept dat wetenschappelijk werk de ene hypothese door de andere vervangt, in een oneindige al dan niet vergelijkbare reeks, verwaarloost het feit dat die wetenschappers 'feiten verschaffen', die niet mogen veranderd worden.

Bovendien is een discussie over wat feitenmateriaal uit vaak-herhaalde observaties ons over de toekomst kan vertellen, niet ter zake, want een wetenschapper herhaalt niet blindelings zijn eigen of andermans experimenten. Weloverwogen voert hij veranderingen in om meer informatie te verwerven. Kortom, Harris zegt eenvoudigweg: "Hij (de wetenschapper) gooit het probleem in het rond", en hij voegt er de aanvankelijk onthutsende gedachte aan toe dat wat een filosofische naïviteit lijkt (zoals bij het intuïtief aanvaarden van het rationele realisme), inderdaad in de praktijk een vruchtbare operatiewijze kan zijn. Waar in het verleden wetenschappers naar filosofen luisterden, zou inderdaad het tegengestelde vandaag moeten waar zijn: de aanspraak op een 'logica' in wetenschappelijke ontdekkingen gaat niet opzij voor een "gedetailleerde studie van wat wetenschappers werkelijk doen". Geen enkele *a priori*-lijst maakt intrinsiek de juistheid van de ene hypothese waarschijnlijker dan die van de andere. De beste strategie is opnieuw, de evolutionaire, waarbij de waarde van de hypotheses *a posteriori* wordt gevonden.

Professor Harris, een filosofisch erudiet wetenschapsman, eindigt met een uitspraak van het gezonde verstand uit het laboratorium: "Rationaliteit helpt, maar is geen recept voor ontdekkingen." De "rationele wetenschapper" is daarom "door en door empirist, die zich nooit zorgen maakt over de logica van datgene waarmee hij bezig is." Hij maakt fouten, maar soms is hij juist. Hij "maakt geen voorbehoud bij de wetenschappelijke procedure om wetenschappelijke stellingen te verifiëren of te falsifiëren", en hij brengt zijn publicaties naar voor in de hoop dat anderen op het waardevolle ervan zullen verderbouwen.



## Een nieuwe stijl

Wat te voorschijn komt uit zulke verslagen, zijn enkele karakteristieken van de naoorlogse stijl van de wetenschappelijke verbeelding - een stijl met indrukwekkende resultaten, ook al spreekt hij sommigen onder ons, die in een andere trant hun opleiding kregen, niet aan. (Hier en ook op andere manieren, kan men van meer dan een analogie spreken met wat zich vandaag afspeelt in de beeldende kunsten, de muziek en de literatuur.) Terwijl men vroeger de filosofisch introspectieve Poincaré en Bohr als model had, zijn de nieuwere voorbeelden ofwel de blijkbaar filosofie-immune opvolgers van de onverschrokken jonge experimentalist Rutherford, - die niet aarzelt om zijn aan de alchemie verwante concept over transmutatie voor te stellen, kenmerkend voor zijn constante stroom van hypothesen en eenvoudige metaforische verklaringen -, ofwel de totaal agnostische Enrico Fermi, over wiens ontzettend succesvol theoretisch werk wordt gezegd dat Bohr er met ontzetting over sprak als 'te elementair', 'te goedkoop'. Uiteindelijk is het steeds weer herhaalde epistemologische credo van Einstein ook een pleidooi voor de bevrijding uit de school-filosofie, voor de nuttige rol van het 'vrije vorsen'. En het eenvoudige gezegde van Bridgman, "de wetenschappelijke methode veroorzaakt het meest schadelijke, terwijl men de grenzeloosheid zou moeten nastreven", getuigt van een zelfvertrouwen, een scepticisme voor de methodologie en een ongeduld voor de vroegere autoriteit, die het eigendomsmerk zijn geworden van de moderne wetenschapsbeoefening.

Het succes van deze stijl lijkt zelfs in het selectieproces te zijn doorgedrongen, waarbij jonge samenwerkers worden gekozen. Maxine Singer, hoofd van het labo voor biochemie, het *National Cancer Institute* van het *National Institute of Health* in de Verenigde Staten, formuleerde onlangs de gewenste vereisten voor jonge wetenschappers die in het labo werden aangeworven. Groot belang hecht hij aan "de mate waarin ze hun oudere collega's in het academisch gesprek uitdagen". Zij ziet de noodzaak om "zulke provocerende neigingen, zoals men er in overvloed kan vinden in ambitie, agressiviteit, en zelfs in oorlogszucht, voor hun motiverende kracht te bewaren". Ze gelooft, met de woorden van Jacob Bronowski, dat het de taak van de sociale organisatie van de wetenschap is om "deze ruwe energie om te vormen tot gedisciplineerd onderzoek door de gemeenschap in zijn geheel".

Vijftien jaar geleden maakte Eric Ashby een gelijkaardige opmerking. Om iemand op het researchwerk voor te bereiden, moet men hem eerst vertrouwd maken met de 'orthodoxie', maar dan moet men hem van het principe van 'het constructieve meningsverschil' laten doordringen: dit is de discipline van het oneens zijn, die verhindert dat de kennis..., autoritair en statisch blijft. Het is het meningsverschil dat in een ongeremde oneerbiedigheid overgaat: men herkent hier de trekken van iemand zoals de jonge Francis Crick of Richard Feynman.

Voortgedreven door een onepistemologisch vertrouwen en aangemoedigd door de handigheid van zijn mentor om het ongelooft ondanks 'ontkrachtend bewijsmateriaal' voor langere periodes op te schorten, krijgt de wetenschapper van vandaag, bij zijn gewaagde hypothesen al van bij het begin voortdurende psychologische steun. Die hypothesen zouden in de eerste helft van onze eeuw veel moeilijkheden hebben meegebracht, toen ze door de filter der vóóronderstellingen moesten passeren. De huidige slordige stijl blijkt precies in de terminologie die voor nieuwe wetenschappelijke concepten wordt voorgesteld en dwingt bijvoorbeeld de uitgevers van *Physical Review* geriskeerde neologismen te verwerpen - een probleem dat Max Planck, als uitgever van de *Annalen der Physik*, zich zelfs niet had kunnen inbeelden. Bovendien is het oudere *sine qua non* van het geluidsonderzoek, zoals de gestrengheid van de hypothesen die de geobserveerde gebeurtenissen met de onderliggende theorie verbinden, of de snelle herhaalbaarheid van nieuwe fenomenen, technisch bijna onmogelijk geworden bij vergevorderd onderzoek.

Waarom ontaardt het vernieuwingsproces niet in een loutere fantasie, wanneer het onepistemologisch vertrouwen nu alles zou betekenen? Indien dit vertrouwen de belangrijkste strategie in het wetenschappelijk onderzoek zou zijn, zou ze in de meeste gevallen als een centrifugale tendens werken, en al gauw tot een kruispunt voorbij de grenzen van goede wetenschap voeren. Wat verhindert de fysica om een neef van de astrologie te worden? Waarom geen anarchie? Uiteindelijk moet er toch een soort achtergrond-epistemologie werkzaam zijn, al is die dan ondergronds of niet volledig bewust. Daarom zouden we naar een compensatie, naar centripetale tendenzen moeten zoeken. En dit is precies wat we zullen vinden. Maar we hebben de karakteristieken van de moderne stijl nog niet volledig uitgediept. Het is alsof de bijna improvisatorische heuristiek (in Whewell's betekenis van het woord heuristiek: in dienst van de ontdekking) soms over de obstakels lijkt polsstok te springen. Zo kondigt de negenentwintigjarige Sheldon Glashow, in zijn artikel, *Partial symmetries of Weak Interactions (Nuclear Physics, 1961)*, waarvoor hij de Nobelprijs 1979 zou hebben gekregen, eenvoudigweg aan: "De massa van de geladen intermediaire krachtdeeltjes moet groter zijn dan nul maar de massa van een foton is nul, - dit is beslist het voornaamste struikelblok in de benadering van enige analogie tussen de hypothetische vector (bosons) en fotonen. *Het is een struikelblok dat we over het hoofd moeten zien.*"

De nieuwe fysicus wordt niet beïndrukt door diegenen onder zijn voorvaders, die Mach en Pierre Duhem hebben gelezen, en zich ijverig hebben geoefend om theorieën met empirisch onmeetbare waarden te vermijden; op dezelfde manier veronachtzaamt hij recentere wetenschapsfilosofieën, die met nadruk criteria van afbakening inroepen, en deze gebruiken om hun bewering te staven dat de elementaire deeltjes-fysica een 'degenerend onderzoeksprogramma zou zijn'. Geen enkele van deze criteria onderdrukt de speculatieve voorstellen zolang er een 'goede re-



den' voor is, - niet in de betekenis, waarbij een 'goede hypothese' er een is, die al bevestigd is, zelfs niet in Carnaps betekenis, waar 'een goede reden' het equivalent is van een grote probabiliteit. 'Goede reden' is voor een deel eerder de uitdrukking van het nemen van een risico, een 'wat indien?'-geïmproviseerde heuristiek, die toelaat, zonder verontschuldiging, hypothesen voor te stellen, zelfs wanneer ze zeer ongelofwaardige aspecten bevatten, of wanneer proeven onmogelijk geacht worden in de voorspelbare toekomst. Aldus zijn, in een artikel van 1954, C.N. Yang en R. Mills de pioniers van de veldtheorie, ondanks de voorspelling, eigen aan hun theorie, dat er geladen, maar massalozende deeltjes moesten bestaan. En Glashow schrijft in de *Physical Review Letters* (samen met H. Georgi, januari 1974) : "We stellen een reeks hypothesen en beschouwingen voor, die onvermijdelijk voeren tot het besluit dat SU(5) de gaugegroep van de wereld is - en dat alle krachten (sterke, zwakke, en electromagnetische) van de elementaire deeltjes, verschillende manifestaties zijn van dezelfde fundamentele interactie, die een eenvoudig koppel van krachten meebrengt... *Al zijn onze hypothesen verkeerd en onze speculaties ijdel, toch zijn het unieke en de eenvoud van ons schema, voldoende reden om ernstig te worden genomen*".

'Voldoende reden' is een eenvoudige kortsluiting doorheen de bitse debaten over de rechtvaardiging van rationaliteit. De meest nabije filosofische voorlopers van de voldoende reden-stijl, zijn David Hume en Charles S. Peirce. Hume maakt een onderscheid tussen wat rationeel en wat redelijk is, en erkent criteria van 'redelijkheid', zelfs wanneer de grond van het oorspronkelijke oordeel tenslotte enkel intuïtief is. Peirce, de negentiende eeuwse Amerikaanse filosoof-wiskundige, en stichter van het Pragmatisme, denkt over creatief werk zo ongeveer als Galileo met zijn 'il lume naturale' van de rede, verwant met Keplers bereidheid om zijn vóóronderstellingen met het beschikbare empirisch materiaal op elkaar te laten inwerken. De logica van Peirce is niet die, vanuit de ontdekking uit boeken, zoals de logica van Descartes of Bacon, maar een gebruikslogica. Het proces van abductieve gevolgtrekking wordt hier versterkt door het onbeschaamde voorstel van vooruitziende hypothesen die kritisch onderzocht en door ervaring en gedisciplineerd denken corrigeerbaar worden, - niet alleen door de oorspronkelijke bewerkster, maar door de gemeenschap van wetenschappers, betrokken in het zichzelf-corrigerende proces van het publieke discours. De rechtvaardiging voor elke wetenschappelijke vernieuwing ligt in de toekomst, in het resultaat van verder onderzoek. Peirce schrijft "Het beste wat we kunnen doen is een hypothese leveren, niet verstoken van alle waarschijnlijkheid, in de algemene lijn van de groei van wetenschappelijke ideeën, en verifieerbaar of te verwerpen door toekomstige waarnemers." Bij deze gerichtheid op toekomst en gemeenschap, voegt Peirce nog een actiegerichtheid. De concepten die gebruikt worden in het wetenschappelijk discours moeten, wat later operationeel genoemd werd, zijn : "De betekenis van een concept ... ligt in de

wijze waarop het een doelgerichte actie op een voorstelbare manier kan wijzigen, - en hierin alleen."

Deze houding, die aan het gewelddadige grensde toen ze voor de eerste maal werd voorgesteld, is sindsdien een element van de verworvenheden en het impliciete gebruiksmateriaal van de meeste wetenschappers geworden. Weinigen onder hen zouden in staat geweest zijn een bron te vermelden, zowel van dit operationeel credo, als van de discussie onder filosofen over deze zeer problematische houding. Ze zijn nu veel meer geïnteresseerd in het door de gemeenschap gedragen systeem, waarbinnen ze observeren en experimenteren. Ze zien de voornaamste taak van de wetenschapper niet als het produceren van een onberispelijk gehouwen steen, - nog één in de constructie van de finale Tempel der Wetenschappen. Veeleer lijkt deze taak op een deelnemen aan een bouw-project zonder centraal organisatiegezag, waar geen enkel voorstel gewaarborgd is om heel lang te blijven bestaan vooraleer gewijzigd of vervangen te worden, en waar de beste bijdrage een plausibele basis en het bruikbare materiaal voor een volgend ontwikkelingsstadium kan zijn.

Deze methodologie-in-actie-en-voor-de-toekomst is, in een metafoor, door Putnam, goed beschreven. Hij wijzigt Otto Neuraths wetenschapsbeeld als de onderneming van het construeren van een schip, terwijl dit op volle oceaan vaart: "Mijn beeld is er geen van één schip, maar van een hele vloot. De mensen in elke boot trachten hun eigen boot terug op te bouwen, zonder hem zodanig te wijzigen dat hij kan zinken, zoals in de voorstelling van Neurath. Bovendien worden voorraad en gereedschap van de ene naar de andere boot doorgegeven, en schreeuwt men elkaar advies en woorden van aanmoediging (of ontmoediging) toe. Tenslotte besluit men soms dat men de boot, waarop men zich bevindt, niet goed vindt, en verhuist men naar een andere. En soms zinkt een schip, of wordt het verlaten. Het is allemaal een beetje chaotisch; maar aangezien het een vloot is, is niemand ooit volledig van de andere boten afgesloten. We worden niet in de val van de individuele solipsistische hel gelokt, (dat hoeven we tenminste niet), maar we worden uitgenodigd om een echt menselijk gesprek te voeren, waar collectiviteit en individuele verantwoordelijkheid samengaan."

Deze verlaging van expliciete epistemologische barrières heeft sociologische resultaten, eigen aan de hedendaagse wetenschap, tot gevolg. Een groter aantal beoefenaars van de wetenschap voelt zich uitgenodigd om deel te nemen; steeds meer studenten, zelfs kandidaats, kunnen participeren aan research in nieuwe probleemgebieden, en verschijnen dan als co-auteurs van publicaties. De omvang van zo'n team groeit gestaag: nu is het maximum ongeveer honderdvijftig deelnemers, en men wil nog uitgebreider werken. Op dezelfde manier groeit het aantal concurrerende en elkaar stimulerende teams, naargelang meer gewaagde problemen aangepakt worden; het collaboratieve voordeel bij het oplossen van de problemen blijkt voor zichzelf in de praktijk. De afwezigheid van typische epistemologische verbin-

tenissen heeft ook het voordeel dat internationale samenwerking wordt vergemakkelijkt, gezien het onderscheid tussen de verschillende nationale stijlen aan het verdwijnen is. Op dezelfde manier zijn blijvende verschillen tussen denkrichtingen binnen een bepaalde natie, zeldzaam. Ook de muren tussen de disciplines zijn gemakkelijker te overschrijden. Wat dit laatste betreft, werd de nuttige intrede van de technologie en de techniek binnen de fysica, reeds vermeld; hetzelfde vindt men terug in de natuurwetenschappen en in de wiskunde.

### Niet alle traditie is zoek

Zoals al gezegd, zouden de centrifugale tendenzen, indien men ze laat gaan, de wetenschap uiteenrukken. Dit is onmogelijk, omdat die tendenzen slechts een deel van het totale wapenarsenaal beslaan. Van zodra we de niet-erkende en vaak ondergrondse manieren van wetenschappelijk denken mee in rekening brengen, vinden we ook een werkzame centripetale tendens, en Einsteins uitspraak over de noodzakelijke verbindingen tussen wetenschap en epistemologie blijkt achteraf uiteindelijk correct. Kortom, de vrije sprong die tijdens het vernieuwingsproces wordt gemaakt, wordt nog steeds beperkt door een onbewuste, maar sterke verbondenheid met reeds lang gevestigde en duurzame concepten. Bovendien bestaan er onder de wetenschappers eigenlijk nog steeds controversies: aan welke van deze oude concepten wil men volledig trouw blijven? Door deze banden wordt de hedendaagse wetenschap een herkenbare nakomeling van de vroegere wetenschap. We kunnen dan ook gerust voorspellen dat door deze banden de toekomstige situatie op dit gebied een stevige aansluiting met de huidige situatie zal vinden, ondanks alle schijnbare veranderingen.

De duurzame elementen waarnaar ik refereer, kan men ongeveer vergelijken met oude melodieën, waarop elke generatie haar nieuwe woorden vindt. Het zijn de *thematische concepten* (zoals evolutie, devolutie, of 'steady state'); *methodologische themata* (dit is: de praktijk van het uitdrukken van ordes, in termen van constanten of van extreme waarden; of het formuleren van regels van onvermogen); en *thematische hypothesen* (zoals het postulaat in verband met de aanwezigheid van de elektrische lading, of de verkeerde hypothese van de continuïteit bij lichtenergie, die nog jaren, nadat het tegengestelde bewezen was, voor waar werd gehouden). In gevalstudies heb ik min of meer uitvoerig uiteengezet hoe zulke thematische gegevens de individuele beslissingen - al dan niet tot succes - kunnen voeren, - zowel tijdens de beginfase van het wetenschappelijk werk, als bij de geschillen onder de rivalen. Aldus heeft, vanaf het prille begin van de moderne wetenschap, een vóórondersteld vertrouwen in het plenum, of in het atomisme of in het continuum, als grond voor de verklaring van de fenomenen, de manier bepaald waarop

de wetenschappers de andere voornaamste componenten van hun verhandeling gebruikten, met name de empirisch beschikbare inhoud en de analytische mogelijkheden van de logica en van de wiskunde. Zo'n vóóronderstelling kan verklaren hoe, in een vroeg stadium, Max Planck vrijmoedig kon voorspellen, dat de overtuigingen van de verschillende scholen, - eindige atomen versus continue materie-, "tot een oorlog tussen deze twee hypothesen zou leiden, waarbij één ervan zou sneuvelen" en hij voegde eraan toe dat, ondanks "het grote succes van de atomaire theorie, (ze) uiteindelijk zal moeten verlaten worden ten gunste van het aanvaarden van continue materie."

Hierover is Planck het eens met Einstein, die de hypothesen over atomen en quanta voortreffelijk in gebruik heeft gebracht, maar niettemin denkt dat de basisverklaringen uiteindelijk vanuit de continuïteit moeten komen. Onder de andere thema's, die uit een studie over de constructie van Einsteins theorie blijken, vindt men de volgende : voorrang aan de formele boven de materialistische verklaring; eenheid of unificatie, en cosmologische schaal (toepasbaarheid van de wetten doorheen het totale rijk der ervaringen); spaarzaamheid en noodzakelijkheid binnen de logica; symmetrie; eenvoud; causaliteit; volledigheid; en invariantie. Zijn gehechtheid aan deze thema's verklaart waarom Einstein, in welbepaalde gevallen, zijn werk hardnekkig zou verder zetten in een bepaalde richting, zelfs wanneer zijn proeven op basis van ervaring moeilijk, ongeldig of ogenschijnlijk weerlegd waren.

Hoewel zulke thema's zelden worden verwoord, en men ze dus ook niet kan terugvinden in het register van een handboek, zal men de meeste thema's, die werkzaam waren in de tijd van Einstein, bij analyse van de geschriften van hedendaagse fysici, terugvinden, samen met enkele andere goed ingeburgerde onderwerpen zoals het methodologische thema van het gebruik van metaforen, of van gevestigde conceptuele hiërarchieën. Er zijn nu ook enkele verschillen met de lijst van Einstein, zoals de nieuwe vóóronderstelling ten gunste van het fundamentele probabilisme, het anti-thema van de klassieke causaliteit. De stabiliteit van de wetenschappelijke onderneming, ondanks de ingrijpende veranderingen tijdens de laatste drie eeuwen, is vooral te wijten aan de lange overleving van de meeste heersende thema's, evenals de voorkeur die door de thema-antithema-koppels wordt gegeven, het relatief geringe aantal ervan en de opvallend zeldzame nood om een nieuw thematisch concept te introduceren (complementariteit en chiraliteit (spinbeweging) zijn de laatste belangrijke nieuwe introducties tot de fysica in deze eeuw).

Het zal hier volstaan slechts te vermelden, welke de oudste en meest blijvende onder deze thematische concepten zouden kunnen zijn, die vandaag als een motiverende en organiserende vóóronderstelling werkzaam zijn. Sinds Thales, is het natuurlijk de betrachtning - vandaar de naam 'Ionisch Bedrog' -, om het hele weten-



schappelijke wereldbeeld één te maken onder één stel wetten, geldig voor de totaliteit van de zintuiglijke waarneming. Eén aspect van deze verbintenis is de hoop, - in detail steeds nieuw, maar in essentie dezelfde - een unificatie te bereiken van alle natuurkrachten. Oersted dacht dit te hebben gevonden vooraleer hij de experimenten, die het verband tussen electriciteit en magnetisme legden, realiseerde. Faraday noemde het een 'droom' die hij hoopte te verwezenlijken voor alle krachten, inclusief de zwaartekracht. Einstein wijdde meer tijd aan deze droom dan aan wat ook. Julian Schwinger noemde hem de 'grote illusie'. En in zijn recente vorm wordt deze idee volop gebruikt bij de pogingen om de versies zoals die van de Gauge veldtheorie van Yang-Mill, die zou moeten geschikt zijn voor elk deeltje en elke kracht, door een eenvoudig principe te definiëren.

Het was precies in een streven naar unificatie van electromagnetische effecten en fenomenen, geassocieerd met weke interacties, dat Glashow, bij het begin van de jaren zestig, zei dat hij zijn ongelooft zou opschorten, ondanks de schijnbare paradox, en hij "over dat struikelblok zou heen kijken". Het is in dienst van het concept "dat alle krachten der elementaire deeltjes .... verschillende manifestaties van dezelfde fundamentele interacties zijn", samen met het thematische geloof in het unieke en in de eenvoud van het schema, dat Glashow en Georgi in 1974 schrijven dat er 'voldoende reden' was om het schema ernstig te nemen, en dit nog jaren voordat de eerste proef uitvoerbaar zou zijn, en ondanks hun bekentenis dat ze 'storende ideeën' in hun theorie moeten inbouwen.

Dit illustreert het hoofdthema van dit artikel : vandaag beantwoordt de schijnbaar onepistemologische stijl nog steeds aan een oud zoeken, overgeleverd van generatie op generatie; het streven naar enkele basisthema's - in oorsprong niet verifieerbare en niet falsifieerbare vooronderstellingen -, die richting geven bij het zoeken naar een ordening, die weliswaar steeds met een mogelijke verklaringsgrond rekening houdt. Het denkapparaat van de moderne filosofen : de stricte demarcatiecriteria, de logica der justificatie, de veronderstelde onvergelykbaarheid van de opeenvolgende stadia in de wetenschap, is niet in staat geweest om met de zich handhavende thematische dimensie van de wetenschappelijke verbeelding om te gaan. Toch is het dit laatste, het oude, intern gerichte of centripetale deel van het proces, dat als aanvullend deel hoort bij het nieuwe, extern gerichte of centrifugale element ervan. Samen stabiliseren ze elkaar, terwijl ze toch voldoende armslag aan de verbeelding laten.

## Besluit

We keren terug naar het probleem waarmee we zijn begonnen : bevindt de wetenschap zich in een toestand van constante of frekwente revolutie, zoals dit po-

pulair wordt ervaren, of is dit niét zo - hetgeen door de actieve wetenschappers wordt beweerd? Het oog en het oor van de buitenstaander zijn geneigd bewijsstukken te missen voor de continuïteit van het vertrouwen van de wetenschapper in enkele diepgewortelde, persisterende thema's, zelfs bij drastische veranderingen in analytische of fenomenale details; een continuïteit, die de individuele wetenschapper aan de band met zijn historische voorvaderen herinnert, en hem hierdoor zelfvertrouwen verschaft. Ondanks alle oppervlakkige verschillen, zou men een theoreticus in elementaire deeltjes hebben kunnen horen zeggen (en dat is ook gehoord): "We zouden ons nu in een positie analoog aan die van Oersted, Ampère en Faraday kunnen bevinden". Hij kan zichzelf ergens op het traject situeren. Precies op deze manier protesteerde Einstein voortdurend en zei dat de relativiteitstheorie slechts een 'modificatie' van de bestaande theorie over ruimte en tijd is, en niet 'radicaal verschillend' van de ontwikkeling die met Galileo, Newton en Maxwell is begonnen.

Opdat een wetenschapper zijn eigen werk als echt revolutionair zou beschouwen, moet uit zijn ontdekking volgen dat het hele set van thematische vóóronderstellingen, waarop hijzelf en zijn tijdgenoten hebben gesteund, door de overeenkomstige anti-thema's vervangen moet worden. Dit zou inderdaad het nieuwe met het oude onvergelijkbaar maken. Maar het is weinig waarschijnlijk dat zo een massale verandering zal plaatsvinden. (De enige wetenschapper die dit in deze eeuw benadert, is de jonge Heisenberg.) De voornaamste stuwkracht is de continuïteit of de trage evolutie van enkele kernideeën, en dit zal ongetwijfeld zo blijven. Dit betekent niet dat alle wetenschappers er dezelfde geloofspunten op na houden, noch dat die geloofspunten hen van dienst zijn, noch dat ze in een aantal ernstige problemen drastisch kunnen verschillen. Dit betekent evenmin dat ze niet zouden kunnen inzien wanneer een thematische voorkeur niet functioneel is en moet worden verlaten. Maar de individuele spectra van de thematische verbintenissen, die op elk ogenblik werkzaam zijn in de wetenschappelijke gemeenschap, vertonen opvallende overlappingen, en vandaar ook een grond voor overeenstemming. Daarom brengt zelfs een verregaand verschil, zoals tussen het werk van Maxwell en dat van Einstein, voor het individu of voor de gemeenschap, geen ommekeer met zich mee, noch een 'Gestalt switch' of een gelijkaardige dramatische discontinuïteit van alle overtuigingen, maar slechts een mogelijke aanpassing van enkele componenten uit het anders hoofdzakelijk onveranderlijke set van courante thema's.

Deze analyse van de actuele dimensies van de wetenschappelijke vernieuwing zet aan tot de vraag: waar is de energie voor het expliciete filosoferen onder de wetenschappers naartoe? Misschien is dat een pseudo-probleem. Maar indien er een natuurlijke neiging tot zo een bewuste introspectieve activiteit bestaat, dan is het mogelijk dat ze alleen maar is verplaatst van de bezorgdheid van het individu naar de problemen van de wetenschappelijke kringen in het algemeen, een over-



gang die analoog is met die betreffende de waarde van de hypotheses. Aldus is de angstige vraag van het individu naar de rechtsgrond voor de rationaliteit vervangen door discussies onder enkele wetenschappers over problemen die uit een andere tak van de filosofie komen, namelijk de ethica. (In een zekere zin voert dit de wetenschappers weer terug tot de bekommernis van Socrates, en tot de idee, in de zeventiende eeuwse discussies, van het parallellisme tussen wetenschappelijke en geestelijke vooruitgang). De professionele wetenschapskringen (de *American Physical Society*, de *American Chemical Society*, enzovoort) hebben zich in het bijzonder ingelaten met de problemen van de ethiek en van de menselijke waarden, zoals de toegang tot de wetenschap voor groepen die voorheen benadeligd waren, het recht van de wetenschapper om tegen onethische praktijken bezwaar te maken, de mensenrechten van collega's in totalitaire systemen, de wanhopige behoefte aan wapencontrole, evenals aan de deelname aan de wetenschapsbeoefening door de derde wereldlanden.

Tot op een zeker niveau, dat enkele decennia geleden ondenkbaar was, ontdekken wetenschappers dat er een moraliteit voor de wetenschappelijke onderneming bestaat, die ze van zichzelf eist - zelfs indien deze bezorgdheid als zodanig slechts door een klein deel van de hele gemeenschap is geformuleerd. Inderdaad, met ongeveer een derde van het aantal wetenschappers en ingenieurs over de hele wereld, die direct of indirect in de militaire sector werkzaam zijn, terwijl de wapenwedloop onbelemmerd doorgaat, kan deze overdracht van de aandacht van epistemologische naar ethische problemen te klein en te laat zijn. Bij dit dreigende knooppunt tussen wetenschap en geschiedenis, zoals we ook de groeiende overheersing van het irrationele in wereldzaken opmerken, lijken de debatten uit vroegere tijden, waarbij men wetenschappelijke rationaliteit wou preciseren, merkwaardig verouderd. Misschien kondigt deze heroriëntering van de wetenschappelijke belangstelling, een groeiend besef aan dat het proces van wetenschappelijke vernieuwing niet in gevaar is, - maar wel de mensheid.

(vertaling : Sabine Gilleman)

**PERSONALIA**

*Antoon Braeckman* is werkzaam aan de Leuvense universiteit en is de auteur van een aantal artikelen over het Duitse Idealisme

*Jacques De Visscher* is onder meer de auteur van *Het geperverteerde verlangen. Ethiek en metafysiek in Shakespeare's 'Macbeth'*

*Gerald Holton* is onder meer de auteur van *The Scientific Imagination* en van *Thematic Origins of Scientific Thought*

*Robert Zwijnenberg* studeert aan de Universiteit van Amsterdam waar hij een dissertatie over Leonardo da Vinci voorbereidt

**Binnenkort in DE UIL VAN MINERVA**

Louis Dupré, *Sociale structuren en structurele ethiek*

Leo Apostel, *Wat hebben we van Isaac Newton geleerd?*

Pieter Tijmes, *Onze gemeenschappelijke toekomst*

Piet Bulteel, *Kolakowski en de metafysische horror*

Jan Frans Lindemans en Bernhard Delfgauw, *Discussie over Kants ethiek*

Wilfried Ver Eecke, *De noodzaak van ethische begrippen in het economisch denken*