

Wetenschap en Werkelijkheid *Honoursprogramma Universiteit Twente*

# Wetenschap en Werkelijkheid

*Honoursprogramma Universiteit Twente*

*Henk Procee (redactie)*

*University of Twente Honours Programme Press*

# Wetenschap en Werkelijkheid

*Honoursprogramma Universiteit Twente*

Henk Procee (redactie)

University of Twente Honours Programme Press

# Wetenschap en Werkelijkheid

*Honoursprogramma Universiteit Twente*

Met bijdragen van:

Sander Wildeman  
Wiebke Wemheuer  
Pascal Sleutel  
Rob Rorije  
Joke Noppers  
Karoline Marburger  
Roy van Koten  
Arvid Keemink  
Remco Bloemen

Mieke Boon  
Fokko-Jan Dijksterhuis  
Miko Elwenspoek  
Barend van der Meulen  
Henk Procee  
Henk Zijm

University of Twente Honours Programme Press, 2009

colofon

Wetenschap en werkelijkheid  
Honoursprogramma Universiteit Twente

Ontwerp: James Jansen, Jocelyn Homeijer Almelo

Druk: Algrafo Almelo

ISBN: 978-90-813906-1-3

Uitgave: januari 2009

## Inhoudsopgave

### *Ter introductie*

Henk Procee: Wetenschap, werkelijkheid en het honoursprogramma	3
---	---

### *Deel 1: Studenten op de bühne*

Sander Wildeman: Een wetenschapper tast in het duister	14
---	----

Wiebke Wemheuer: Me, Myself and Science – A Journey through the mind of an honours student, who might not want to be one	29
--	----

Pascal Sleutel: Op zoek naar de werkelijkheid van honours	39
--	----

Rob Rorije: In het brein van de wetenschapper	50
--	----

Joke Noppers: Waar gaat het mis? Waarom wetenschap soms niet lekker zit	59
--	----

Karoline Marburger: The Queen Is Not Amused	71
--	----

Roy van Koten: Hoe kan wetenschap de werkelijkheid veranderen?	84
---	----

Arvid Keemink: 96  
De onnatuurlijkheid van wetenschap

Remco Bloemen: 112  
Op zoek naar de werkelijkheid

***Deel II: Achter de schermen***

Mieke Boon: 124  
Grote Vraagstukken - Wetenschap in Praktijk

Fokko-Jan Dijksterhuis: 136  
Grote wetenschappers

Barend van der Meulen en Miko Elwenspoek: 141  
Individueel project

Miko Elwenspoek: 144  
Honoursprogramma: achtergrond en organisatie

Henk Zijm: 148  
De uitdaging

## Ter introductie

# Wetenschap, werkelijkheid en het honoursprogramma

*Henk Procee*

4  
Excelleren en ambitie, vaak nog vergezeld van het woord ‘top’, zijn tegenwoordig de meest gebruikte en misbruikte termen in het universitaire stelsel. Topstudenten die willen excelleren krijgen de gelegenheid om met topdocenten de wereld van de wetenschap te verkennen en in nog sterkere mate hun talenten daarin te ontplooien. Dat lijkt de rationale te zijn achter de honoursprogramma’s aan de verschillende universiteiten. Deze bundel bevat een aantal essays van deze toppers aan de Universiteit Twente. Die, en dat is opmerkelijk, daar als eersten vraagtekens bij zetten. Ben ik een topper? Nee, dat weet ik niet zo zeker. Maar wat ik wel weet is dat ik gedreven ben. Gedreven om meer te weten, meer te begrijpen, meer te kunnen, meer inzicht te hebben. Van die gedrevenheid en ook van dat inzicht toont dit boek een rijk en boeiend palet.

Dit boek is ontstaan in de afsluitende module van het honoursprogramma. Deze module draagt de passende naam ‘Synthese’. Na alle analyse in de periode daaraan voorafgaand moesten de losse eindjes aan elkaar geknoopt worden. Daarvoor had deze in studierichting uiterst heterogene groep studenten intensief kennisgemaakt met het werk van een aantal grote wetenschappers, zoals Newton, Machiavelli, Darwin en, als slijpsteen voor het wetenschappelijk denken, Freud. Daarna zijn ze gedoken in grote vraagstukken. In thema’s zoals tijd, leven en toekomst. Inderdaad grote vraagstukken, met vele kanten en zonder eenduidige benaderingen. Hoe is het mogelijk daaraan wetenschap te bedrijven? Wat moet je doen om er een behandelbaar en beantwoord vraagstuk uit te destilleren? Hoe doe je dat binnen een bepaalde discipline, hoe doe je dat wanneer je verschillende disciplines moet combineren? Vervolgens zijn de studenten zelfstandig hun vakgebied ingedoken, om in een individueel project een onderzoeksvoorstel te formuleren op de manier van een VENI-aanvraag. Te jong, deze bachelorstudenten? Zeker, maar wat leverde het veel op. Aan kennis van het vakgebied, aan inzicht in het moderne wetenschapsbedrijf, aan het vermogen om

kernachtig te formuleren. Tegelijk waaierden al die onderwerpen sterk uiteen, ieder deed iets binnen het eigen vakspecifieke domein. Na al dat uitwaaieren was het zaak weer knopen te leggen. En dat niet alleen in intellectuele zin, maar ook concreet. Daarvoor is de module ‘Synthese’ bedoeld.

Het honoursprogramma verdient een afsluiting met substantie. Aan de studenten werd door mij, als verantwoordelijke docent voor deze module, gevraagd na te denken over inhoud en vorm. In gezamenlijk overleg hebben ze besloten wat het moest worden. Een boek met essays. Een boek, omdat dat tastbaarder en blijvender is dan een cd-rom of een conferentie. In de vorm van essays, omdat die vorm de mogelijkheid biedt het persoonlijke met het wetenschappelijke te combineren en omdat die ruimte geeft voor stijlverschillen. Ook bedachten zij wat het thema van dit boek zou moeten zijn: Wetenschap en Werkelijkheid. Een uiterst ruim thema, waaraan evenveel subthema’s ontsproten als er studenten zijn. Elk essay blijkt dan ook een unieke combinatie van persoonlijkheid, stijl en wetenschappelijkheid te vertegenwoordigen.

Voor ik nader in ga op de teksten in deze bundel wil ik twee omtrekkende bewegingen maken. Als eerste wil ik iets zeggen over de inhoud van de module, als tweede wil ik op het centrale thema van het boek ingaan.

## *Redeneren en reflecteren*

Van Archimedes, een ingenieur met hoofdletters, is een beroemde uitspraak overgeleverd: ‘Geef mij een vast punt, en ik zal de aarde verplaatsen.’ Hij beseft kennelijk al lang geleden dat zo’n absoluut punt er niet is. Iets vergelijkbaars geldt ook voor de wetenschap. Is er één, ware, vorm van kennis? Of zijn er meerdere vormen? Kennelijk het laatste, want in de loop van de geschiedenis zijn de inzichten over de werkelijkheid, soms zelfs drastisch, veranderd. Is er dan, een abstractiestapje hoger, één volstrekt betrouwbare methodologie? Eentje, die hoezeer de inhoud van de kennis ook verandert, zelf onveranderlijk blijft? Ook daar is het antwoord negatief, al lijken de honoursstudenten uit de sociale wetenschappen in sterkere mate dan de technische studenten met dat idee opgevoed te worden. Er

bestaan verschillende methodologieën. In de loop van de tijd zijn er steeds andere opgekomen, die ook nog eens afhankelijk zijn van het domein van onderzoek. De wiskundig-experimentele aanpak is zo'n stijl, de evolutionaire ook, de statistische, de interpretatieve, en dan zijn er nog meer. Synthese betekent tegen deze achtergrond dan ook niet het tot stand brengen van een gekunstelde eenheid, als wel inzicht krijgen in de verschillen. Vanuit dat inzicht wordt de volgende stap het ontwikkelen van oordeelsvermogen – een ander woord daarvoor is reflecteren – om te kijken wat (welke aanpak, welke theorie, welke manier van redeneren) waar (bij welk probleem, in welke situatie) passend en vruchtbaar is.

Redeneren en reflecteren, de twee R's, stonden daarom centraal in deze module. Het dominante beeld van redeneren is sterk analytisch en gebaseerd op de klassieke logica. Met behulp van een redeneerregel wordt in dat beeld uit een aantal premissen een conclusie getrokken. Met dat beeld is weinig mis, maar wel met de dominantie ervan. Daarom zijn er ook andere typen van redeneren geïntroduceerd. Daarmee kan een veel groter veld bestreken worden, en hetzelfde veld op meer manieren. Niet alleen de vertrouwde analytische stijl is daarbij aan de orde, maar ook een stijl die let op tegenstellingen (van belang in historische en politieke analyses), een stijl die vooronderstellingen onderzoekt (in de filosofie gebruikelijk), een stijl die naar effecten kijkt (in het juridische domein veel voorkomend), een stijl die zoekt naar verschillende verhalen en perspectieven (in het alledaagse leven en bij alpha-benaderingen belangrijk), en nog meer. Het effect is in een aantal essays duidelijk terug te lezen. Met meer vrijmoedigheid en met een soms andere blik wordt het thema onder de loep genomen. Welke tegenstellingen genereert het honoursprogramma? Welke belangen worden ermee gediend? Hoe ervaar ik mijn wetenschappelijke werkelijkheid? Kan ik wetenschappelijk redeneren als een verhaal vertellen?

Van het gewone redeneren naar het wetenschappelijke redeneren lijkt een grote stap. Is het daar dan heel anders? Soms niet, maar soms ook wel. En dan vooral strenger, preciezer, controlebaarder. Het beeld dat daarbij hoort behelst gewoonlijk twee elementen: objectieve feiten en consistente logica of wiskunde. Daarmee zou wetenschappelijk redeneren het hoogste zijn waartoe de menselijke geest in staat is. Maar de menselijke geest vermag nog veel meer. Zoals het bepalen van wat een zinvol

probleem is, het beslissen wat een feit is, het creatief ontwerpen van hypothesen en theorieën, het intelligent uitwerken van concepten, het doen van voorspellingen, het maken van instrumenten om te toetsen, het werkzaam krijgen van resultaten. Wetenschappelijk redeneren is een interessante mix van deductie, inductie en abductie, waarbij vele talenten worden aangesproken. Talenten die verschillend over verschillende mensen verdeeld zijn – en die daarom tot prijzenfestivals leiden met als hoogtepunt de Nobel-prijs. Maar ook talenten die samenwerking vergen. Een samenwerking die in deze honoursgroep bijna vanzelfsprekend gestalte kreeg. Reflecteren is oordelen, in verschillende domeinen en op verschillende niveaus, wat passend is, wat klopt. Het heet daarom ook wel oordeelsvermogen. De term reflecteren is tegenwoordig alomtegenwoordig in het universitaire onderwijs. Veelal komt het neer op een evaluatie van de niet-vakmatige en dus sociale aspecten van een project. Dat is jammer, want in feite is reflecteren veel meer. Het woord betekent onder meer weerkaatsen. En dan is het afhankelijk van de spiegel waarin je iets ziet. Is het een ander soort spiegel dan zullen andere zaken opvallen. In dit kader wil ik een spiegel noemen (technisch heet dat lijnreflectie) die voor het honoursprogramma, maar ook veel wijder van belang is (Hoe vaak hebben we dat niet gehoord: 'Dit moet eigenlijk elke student hebben!'). In deze spiegel wordt, let op het subtiel onderscheid, niet geëvalueerd maar naar kwaliteit gekeken, preciezer, naar passende kwaliteiten. Voor de hand ligt dan de bovenstaande tweedeling: wetenschappelijk product (kennis) en wetenschappelijk proces (methodologie). Wanneer hebben die kwaliteit? Vraag het de studenten en zij zullen bij beide een hele lijst criteria opsommen. Het uitwerken en het zich eigen maken van die criteria is natuurlijk essentieel voor de onderzoeker, al dan niet in wording. Deze aanpak helpt ook bij het ontwikkelen van het oordeelsvermogen: wanneer is welke aanpak en welke kwaliteit van belang.

Met het noemen van die onderzoeker komt er, als een konijn uit de hoed van de goochelaar, een driedeling in plaats van een tweedeling:

onderzoeker / onderzoeksproces / onderzoeksproduct.

En komen er ook nieuwe kwaliteitscriteria: Wat maakt een onderzoeker tot een goede onderzoeker? Die lijst blijkt lang te zijn. Zo iemand is analytisch sterk, werkt systematisch, is creatief, heeft kennis van het domein, en zo verder. Die

criteria kunnen op dezelfde manier als bij de andere aspecten onderzocht en eigen gemaakt worden. De kwaliteiten van de onderzoeker doen er echt toe. Onderzoek is mensenwerk, dat zegt iedereen, maar de mens wordt bij voorkeur weggeretoucheerd. Zo wordt een wetenschappelijk artikel geschreven op de manier alsof de werkelijkheid op z'n naakst is betrapt. Geen enkele keer mag ook maar een woord als 'ik' vallen. Terwijl toch dat 'ik', alleen of met anderen samen, daar eindeloos mee heeft zitten worstelen. Aangezien het er niet naar uitziet dat er op korte termijn een algoritme komt waarmee de computer het werk van wetenschappers kan overnemen, moeten we de talenten die vernieuwend kunnen zijn vooral koesteren – en ontwikkelen.

In deze essaybundel krijgt het 'ik' van de onderzoeker het volle pond. Vandaar de keuze voor de essayvorm, als uitdrukking van een persoonlijke zoektocht.

### ***Wetenschap en werkelijkheid***

Het thema dat door de studenten voor dit boek is gekozen luidt 'wetenschap en werkelijkheid'. Een prachtig thema. Ik werd bij het horen ervan meteen enthousiast. Want het drukt uit dat voor deze studenten wetenschap niet een spelletje is zonder context, maar dat er echt iets op het spel staat. De Wetenschap & De Werkelijkheid. Het is ook een thema dat behulpzaam is om onderwerpen te vinden die het verdienen doordacht te worden. Wat is de aard van wetenschappelijke kennis, is wetenschap een representatie van de werkelijkheid, hoe is het leven van de wetenschapper, wat motiveert zo iemand, hoe kan wetenschap de werkelijkheid veranderen, welke bijdrage kan wetenschap leveren aan het (kritisch) benaderen van de sociale werkelijkheid, waardoor komt het dat wetenschap vaak zo weinig geliefd is? Vragen die op een of andere manier allemaal in deze bundel aan de orde komen.

Ik zal hier dan ook kort zijn met mijn omtrekkende beweging. Ik ga slechts op een punt in, het woord 'platoons', dat in verschillende stukken wordt genoemd. De sleutel tot dat woord werd mij aangereikt door een van de studenten die zich afvroeg of de wetenschap de werkelijkheid kan veranderen. Is het antwoord ja of nee? We hebben onder invloed van wetenschap en technologie zoveel

veranderingen meegemaakt dat we geneigd zijn 'ja' te zeggen. Dat antwoord lijkt niettemin fout. Het zou 'nee' moeten zijn. Immers, wetenschap onderzoekt de onveranderlijke wetmatigheden en onveranderlijke eenheden die de basis vormen van de werkelijkheid. (Natuur)wetten die er altijd zijn geweest en er altijd zullen zijn en elementaire deeltjes (die steeds elementairder worden – zelfs de atomen zijn in tegenstelling tot hun naam inmiddels ook deelbaar geworden) waarvoor hetzelfde opgaat. Fundamenteel onderzoek levert dus op dat de werkelijkheid in fundamentele zin onveranderlijk is. Maar aan de oppervlakte is er toch veel verandering? Zeker, zelfs op twee manieren. De ene manier is dat de mensen door kennis van die onderliggende wetten en entiteiten anders over de werkelijkheid gaan denken. Zo heeft Darwin ervoor gezorgd dat in plaats van een schepping door God de natuurlijke selectie de oorzaak is van het huidige leven. En heeft Freud de duivel weten te veranderen in het 'Es', ons driftleven. Daarbij hebben deze heren niet de werkelijkheid veranderd, want die was er al, maar alleen ons denken erover. De andere manier die voor verandering zorgt is dat mensen iets met die fundamentele kennis doen. Zij overwinnen de natuur (of wetten) door aan haar te gehoorzamen, zoals een oude uitdrukking zegt. En wat levert dat gehoorzamen op? Technologie, toepassing, kortom bijna alles wat aan de Universiteit Twente wetenschappelijk passeert.

Denken en doen – dat zijn de twee termen om wetenschap de werkelijkheid te laten veranderen. En wie zijn het die denken en doen? Dat zijn mensen. Niet wetenschap verandert de werkelijkheid, maar mensen doen dat. Maar als het eveneens mensen zijn die wetenschap bedrijven, dan moet dat bedrijven toch ook repercussies voor de aard van kennis hebben? Zo gesteld, wordt wetenschap een slang die in z'n eigen staart bijt. Hoe die knoop te ontwarren? In een belangwekkende beschouwing geeft Mieke Boon in dit boek een aanzet tot een oplossing. Een aanzet, die ook gezien kan worden als de basiseideologie achter het honoursprogramma. Maar ondertussen blijkt maar weer hoezeer het denken van Plato, met het onderscheid tussen een werkelijkheid die we ervaren en een werkelijkheid die 'echt' is, diep verankerd zit in het wetenschappelijke bewustzijn. Deze traditie is er ook verantwoordelijk voor dat de onderzoeker zo vaak buiten schot blijft bij het nadenken over wetenschap. En daarom komen ze nu aan bod.



### **Dit boek**

Na het thema gekozen te hebben, hebben de studenten voor zichzelf bepaald waarover ze zouden gaan schrijven en hoe ze dat gingen aanpakken. In verschillende stadia van het schrijfproces zijn er bijeenkomsten geweest waarin kritiek en compliment niet werden geschuwd. De uiteindelijke resultaten zijn hier te lezen.

Het boek behelst twee delen. In het eerste deel, wellicht wat ongewoon, komen de studenten aan het woord, en wellicht even ongewoon, in omgekeerde alfabetische volgorde. Naast hun essay hebben ze ook elk een *honours curriculum vitae* geschreven, zodat ook hun voorgeschiedenis tot dit boek meebeleefd kan worden. En ook al hebben ze allen hetzelfde programma met dezelfde modules doorlopen, de verwerking en beleving is opvallend verschillend. In het tweede deel komen de mensen voor de groep en achter de schermen aan bod.

Het boek opent met een poëtisch essay van *Sander Wildeman*. Daarin wordt het wetenschappelijk redeneren, de moeilijkheden ervan en ook de schoonheid, belicht aan de hand van een ontdekkingsreis die een blinde onderzoeker in onbekend gebied maakt. Het essay van *Wiebke Wemheuer* is in het Engels geschreven, een taal waarin ze als Duitse studente liever schrijft. Dit is een uiterst persoonlijk essay, waarin ze haar werkelijkheid relateert aan de wetenschap. En die twee blijken het niet goed samen te kunnen vinden. In haar spannende betoog neemt ze de lezers mee in haar afwegingen. Er is een kleine wetenschappelijke werkelijkheid aan de Universiteit Twente die honoursprogramma heet. *Pascal Sleutel* onderzoekt die werkelijkheid vanuit verschillende perspectieven. Wat betekent ze voor de deelnemers, voor de niet-deelnemers, voor de universiteit? Welke belangen zijn ermee gemoeid, welke voor- en nadelen heeft ze? Bij wetenschap lijken eigenlijk alleen motieven te passen, beweegredenen. Motivaties, die beweegoorzaken zijn, passen daar toch duidelijk minder. In zijn essay onderzoekt *Rob Rorije* de aard van motivatie en welke motivaties wetenschappers drijven. De nuances in zijn essay zijn van dien aard dat het verplichte kost zou moeten zijn voor alle voorlichters van de universiteit. Waarom houden veel mensen niet van wetenschap? Ze is het hoogste goed van de menselijke geest, ze levert waardevolle inzichten, nuttige producten –

en toch is ze vaak ongeliefd. Over deze vraag naar de relatie tussen wetenschap en de sociale buitenwereld buigt zich het essay van *Joke Noppers*. Psychologisch gezien, haar vakgebied, geeft wetenschap niet alleen, maar neemt ze ook. Ook het essay van *Karoline Marburger* is in het Engels geschreven. Zij is de andere Duitse student in de honoursgroep. De werkelijkheid die zij aan een analyse onderwerpt is de huidige wereldwijde kredietcrisis. Economen wordt vaak verweten dat ze niet tijdig gewaarschuwd hadden. Toch blijkt dat er een aantal vooraanstaande wetenschappers is geweest die al vroegtijdig hun zorgen ventileerden. Waarom werd er, zo is haar vervolgvraag, niet naar hen geluisterd? De mechanismen die ze dan beschrijft zijn even informatief als verontrustend. Het was *Roy van Koten* die me wees op de kwestie of wetenschap de werkelijkheid kan veranderen. In zijn essay gaat hij op die vraag door. Interessant is zijn analyse van de ontwikkelingen in de informatica, waardoor informatica zelf kan zorgen voor vernieuwingen in software en hardware. Een dubbele verandering: er wordt een instrument ontworpen dat vervolgens zijn eigen ontwerper wordt. Het essay van *Arvid Keemink* behandelt ook de weerstand die vaak tegen wetenschap bestaat. Hij zoekt de verklaring niet in de psychologie maar in de evolutiebiologie. Wij mensen zijn niet gebouwd op waarheid en kritische zin, maar op overleven. Het is eigenlijk een wonder dat er zovelen zijn, zoals hijzelf, die een oprechte passie koesteren voor de wetenschap. *Remco Bloemen* is, zoals hij in zijn essay beschrijft, naar hart en ziel een oprechte combinatie van een wis- en natuurkundige. Hij voelt zich thuis bij vaste absolute structuren die achter de feitelijke werkelijkheid zitten. In die zin heeft hij een neiging tot de platoonse tweedeling van de werkelijkheid. Toen hij op een bepaald moment inzag dat daar belangrijke elementen niet van houdbaar zijn verviel hij in een crisis. In zijn essay beschrijft hij zijn uitweg uit deze crisis – iets wat een fascinerend schema oplevert waarin theorie, onderzoeker en empirie aan elkaar gekoppeld worden.

Het tweede deel bevat bijdragen van de docenten en de mensen achter de schermen. *Mieke Boon* die verantwoordelijk is voor (een deel van) de module ‘Grote vraagstukken’ beschrijft uitgebreid haar inzichten en ideeën over het hoe en waarom van haar aanpak in de wetenschap. Ze kiest een derde weg tussen platoons objectivisme en sociaal of romantisch subjectivisme. Op die derde weg is wetenschap een van de beste dingen die mensen kunnen doen. Daarmee geeft

ze ook antwoorden op vragen die in deze inleiding zijn opgeworpen. Meer nog, ze formuleert een uiterst zinvolle ideologie voor het honoursonderwijs en mogelijk zelfs voor het onderwijs in het algemeen aan deze universiteit. Door een van de studenten werd hij DE honoursdocent genoemd. *Fokko-Jan Dijksterhuis* beschrijft hoe hij zijn module ‘Grote wetenschappers’ heeft opgezet en met hoeveel plezier en intensiteit hij met de studenten heeft gewerkt. Zijn klacht is alleen dat hij steeds minder geschikt wordt voor dit vak, want het was juist de onwennige samenwerking met de studenten die voor veel verrassingen zorgde. De individuele projecten werden begeleid door individuele docenten. Dat nam niet weg dat er twee docenten waren die het overzicht over het geheel hielden en regelmatig contact hadden met de hele groep. Vanuit de sociale wetenschappen was dat *Barend van der Meulen* en vanuit de technische wetenschappen *Miko Elwenspoek*. In hun verslag beschrijven zij hoe dit onderdeel tot leven kwam. Niet alleen als begeleider maar ook als directeur van het bureau honoursprogramma speelt *Miko Elwenspoek* een belangrijke rol. Achter de schermen gebeurt heel wat. En dat valt te lezen in zijn directeursverslag. De laatste bijdrage komt van degene die de eigenlijke aanstichter is van het honoursprogramma. Oud rector magnificus *Henk Zijm* gaf destijds niet alleen de stoot tot het oprichten van het honoursprogramma, hij was ook de eerste die deze groep studenten toesprak. Bij die toespraak gaf hij hen een codewoord mee: Verantwoordelijkheid. Dat woord staat nog steeds en is zelfs aangevuld met de term ‘epistemische verantwoordelijkheid’.

En nu de essays zelf!

## Deel I: Studenten op de bühne



## Sander Wildeman

(Lelystad, 1987, Technische Natuurkunde)

Het honoursprogramma is voor mij, student Technische Natuurkunde, een ontzettend waardevolle ervaring geweest. Ik heb er een stel prachtige, inspirerende, mensen leren kennen (zowel de docenten als de andere studenten) waar ik (voor mijn gevoel) altijd bij terecht kan voor een andere kijk (dan mijn eigen) op het leven en de dingen.

Ik vond het een verademing om over van alles en nog wat na te denken in de (zelf) kritische omgeving van het honoursprogramma. Natuurlijk was er af en toe ook behoefte aan wat ontspanning. Geregeld sloten we de wekelijkse bijeenkomst af met een informele borrel in het theatercafé, waarbij dan de meest gekke verhalen ter tafel konden komen.

Toen ik halverwege mijn tweede studiejaar, gelokt door een lekkere gratis lunch, voor het eerst van het honoursprogramma hoorde, was ik in eerste instantie vrij sceptisch. Is dat hele honoursgedoe niet een beetje hautain? Ben ik wel slim genoeg?

Maar na twee broodjes belegd m... Eh... na enige overweging heb ik tegen mezelf gezegd: waarom niet? En na een angstaanjagend ‘sollicitatiegesprek’ bij Miko Elwenspoek (als je hem wat langer kent is hij lang niet meer zo eng), werd ik geschikt bevonden.

Als ik terugkijk, snap ik niet hoe ik ooit heb kunnen twijfelen. Door het honoursprogramma zie ik veel dingen (zoals mijn eigen studie) nu in een ander licht.

Het idee van dit ‘honours-cv’ is dat ik aangeef op welke prestaties ik enigszins trots ben. Hieronder zal ik een aantal van de dingen waar ik mee bezig ben geweest er uit lichten.

*1ste verdieping: Grote Denkers*

We begonnen ons honoursavontuur met het lezen van de originele

(of bijna originele) werken van Newton, Darwin, Machiavelli en Freud. Hoe keken deze mensen tegen de wereld aan? Hoe kwamen ze aan hun inzichten? Welke invloed hebben hun ideeën op ons huidige wereldbeeld? Zijn er vandaag de dag nog mensen die aan deze giganten kunnen tippen?

*Aapjes kijken met Freud.* Zo luidde de titel van één van de korte essays die ik in de eerste module heb geschreven. In het essay vergelijk ik Het Onbehagen in de Cultuur van Freud met de visie van apen-cultuur onderzoeker Frans de Waal. In hoeverre ervaren apen een onbehagen in hun cultuur? Streven ook apen naar geluk?

*Hè bah, Spinoza.* Naast de vier voorgeschreven grote denkers, mochten we ook een eigen grote denker aandragen. Via mijn oom kwam ik op Spinoza, één van de grootste denkers van Nederlandse bodem. Ik vind het onmogelijk om de ideeën van Spinoza in één, twee of N zinnen te vatten. Misschien moet ik Spinoza zelf aan het woord laten...

Definitie VI: Onder ‘God’ versta ik het volstrekt oneindige wezen, dat wil zeggen een substantie, uit een oneindig aantal attributen bestaande, waarvan ieder voor zich een eeuwig en oneindig wezen uitdrukt. (*Ethica*, Deel I)

...maar misschien ook niet. Ik vind het moeilijk om Spinoza te begrijpen. Het is alsof er een pot met lekkere Engelse drop op het keukenkastje staat, waar je *net* niet bij kunt. En ik kan het keukentrapje nergens vinden.

*2e verdieping: Grote Vraagstukken*

Wat is rood? Met die onschuldige vraag begonnen we aan de tweede module. Na anderhalf uur discussie zijn we er nog niet helemaal uit. Het blijkt dat je één vraag vanuit tig verschillende invalshoeken kan benaderen. Waarom wil je het weten? Wie wil het weten? Een goede vraag stellen is nog niet zo gemakkelijk.

*Zoals het klokje thuis tikt, tikt het misschien nergens.* Dat is de titel boven een essay waarin ik, via wat omwegen (wat is meten?), tot een vraagstelling over meten in de quantummechanica en de relativiteitstheorie probeer te komen. Hoewel ‘de weg er naar toe’ in dit geval misschien interessanter is dan de uiteindelijke vraag, wil ik u

de vraag toch niet onthouden: Is het begrip van meten in de relativiteitstheorie verenigbaar met het begrip van meten in de quantummechanica?

*Klimaatmodellen onder de loep.* Van de dieptes van de fundamentele natuurkunde naar het uitgestrekte landschap van de multidisciplinaire maatschappijproblematiek. Samen met Pascal Sleutel heb ik gekeken of wij vertrouwen hebben in de manier waarop het Intergouvernemental Panel for Climate Change (IPCC) (gepromoot door Al Gore) onderzoek doet naar het veranderende klimaat op aarde en de rol die de mensheid daarin heeft. We zijn er nog niet helemaal uit.

*3e verdieping: Domeinverkenning*

*The Case of the Unused Toilets.* Hoe vertel je iemand uit de sociale wetenschappen (Joke Noppers, Karoline Marburger, Wiebke Wemheuer) in een presentatie van een half uur, waar de problemen in de quantummechanica ongeveer zitten?

Antwoord: Door een fictieve case study te presenteren, waarin het welk-toilet-kies-ik-op-een-druk-treinstation gedrag van mensen wordt gestuurd door de regels van de quantumfysica.

*A superposition of classical states.* Zoals u misschien al had geraden: ik ben gefascineerd door de quantummechanica. Het domein van mijn verkenning lag dus al vast. Natuurlijk kun je binnen één domein nog verschillende richtingen en invalshoeken kiezen. Ik begon mijn zoektocht in het oerwoud van de interpretaties voor de quantummechanica (minstens 9 bomen). Al snel raakte ik verstrikt in een wirwar van takken. Om mijzelf te bevrijden, heb ik halverwege mijn speurtocht besloten om het over een andere boeg te gooien. Ik ben om het oerwoud heen gelopen en heb me daar bezig gehouden met de vraag of het mogelijk is om een bepaald soort quantumgedrag (superposities, voor de kenner) waar te nemen bij meso-scopische objecten (groter dan enkele atomen, maar (veel) kleiner dan een tennisbal).

Hoe kan ik het ongrijpbare, grijpbaar en het onbegrijpelijke, begrijpelijk maken? Dat is wat mij drijft.

*4e verdieping: Synthese*

Een wetenschapper tast in het duister. Dit is het onderwerp van mijn essay.

## Een wetenschapper tast in het duister

*Sander Wildeman*

Waar ben ik? Waarom ben ik hier? Waar kom ik vandaan?

Ik kan me niets herinneren.

“Hallo!?”

Nou ja, met die laatste twee vragen houd ik me later nog wel eens bezig. Ik open mijn ogen. NIKS. Wat had ik anders verwacht? Voor zover ik weet heeft dat bij mij nog nooit enig effect gehad.

Voorzichtig voel ik om mij heen. Naast mij ligt iets. Ik raap het op en onderwerp het aan een vluchtig onderzoek met mijn vingers. Het is een *notitieblok*. Tenminste dat is de gedachte die het eerst bij me opkomt als ik de losse bladen voel, die aan één kant bijeengehouden worden door een stevige kaft.

<< Drup, drup >>

Ik zet mijn onderzoek voort. Tussen de harde, kiezelvormige, objecten waar ik op lig, vind ik nog een object dat ik meen te herkennen als een *potlood*. Of is het een opmerkelijk recht takje dat toevallig een scherpe punt heeft?

Ik stop het boekje en het potlood weg in mijn jaszak, misschien komen die later nog van pas. *First things first*. Ik kom overeind en geef mijn zintuigen eens flink de kost. Het ruikt naar... Ja, naar wat? Ik kan er met geen mogelijkheid opkomen. Het is muisst...

<< Drup, drup >>

Of toch... links van mij hoor ik een zacht, onbekend, geluid. Vanuit het puntje van mijn tenen voel ik iets opborrelen. Nieuwsgierigheid.

Ik zet een paar stappen in de richting van het vreemde geluid.

<< Drup, Drup >>

Het klikt nu iets luider. In mijn enthousiasme zet ik snel nog een paar stappen.

“Au!”

Ik loop tegen *iets* op. Iets dat duidelijk niet van plan is om te wijken. Ik tast voor me. Mijn handen glijden over een koel, glad oppervlak. Ik klop even.

<< Ploink, Ploink, Ploink >>

Grappig, maar niet het geluid waar ik naar op zoek was. Op de tast loop ik langs het ondoordringbare object (laat ik het voor het gemak een *ruum* noemen).

*Concept:* ruum -- ondoordringbaar object dat niet wil wijken

Ik vraag me af welke *eigenschappen* een ruum, naast ondoordringbaarheid, nog meer kan hebben. Ik bedenken dat er tenminste één ruum is, die een koud, glad oppervlak heeft. Zou een ruum ook een zacht en warm oppervlak kunnen hebben, zodat ik mij er lekker tegenaan kan nestelen als ik moe ben, of is er *iets* aan een ruum dat dát onmogelijk maakt? Mijn gedachten worden abrupt onderbroken, mijn handen stuiten op een leegte. Er zit blijkbaar een gat in de ruum. Ik stap er door. Even ben ik mijn oriëntatie kwijt. Wat deed ik hier ook al weer?

<< Drup, Drup >>

Oja. Wrijvend over de bult op mijn voorhoofd, die langzaam op is komen zetten na de onfortuinlijke botsing met de ruum, loop ik voorzichtig verder in de richting van het vreemde geluid.

Na een paar stappen ontdek ik weer een ruum die me de weg verspert. Dit schiet niet op zo, denk ik enigszins gefrustreerd. Ik sta stil om even rustig na te denken. Ik voel

de punt van het potlood door mijn jas heen prikken. Dat brengt me op een idee. Na een korte overweging besluit ik dat dit idee misschien wel iets kan opleveren, en dus het proberen waard is.

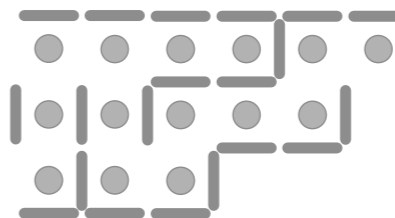
Ik vis het notitieblok en het potlood uit mijn zak. Met de punt van het potlood maak ik een kleine groef in één van de bladzijden, zodat ik deze goed kan voelen met mijn vingertoppen. Vervolgens doe ik één stap in de richting tegengesteld aan waar ik het vreemde geluid vandaan hoor komen en druk daar een punt in het papier.



Ik zet nog een aantal stappen, naar achteren, naar voren, links, rechts. Bij elke stap druk ik een punt in het papier en als ik tegen een ruum aanloop maak ik een groef. Anders gezegd: een punt op mijn papier representeert een stap en een groef representeert een ruum.

Geamuseerd bedenken ik dat ik net zo goed een punt voor de ruum had kunnen gebruiken, en een groef voor de stap. Dit zou dan een andere representatie zijn, van dezelfde objecten. Ik prent me in dat ik de verschillende representaties beter niet door elkaar kan halen, anders zijn mijn aantekeningen straks niet veel meer waard. Ik zorg ervoor dat ik elke stap ongeveer even groot neem. Voor alle zekerheid bezoek ik sommige punten dubbel, om te zien of mijn aantekeningen de ruumlocaties goed weergeven. Het werkt verbazingwekkend goed.

Na een tijdje zo rondgedoold te hebben, voelen mijn aantekeningen als volgt aan



Het vreemde geluid komt ergens van links. Ik bevoel mijn aantekeningen nog eens goed, misschien kan ik iets ontdekken. Ik word er niet veel wijs uit.

Met dit tempo kan het nog wel even duren voordat ik het vreemde geluid eindelijk bereik, bedenk ik een beetje teleurgesteld; terwijl ik even uitrust op de harde kiezelgrond (ik ben helaas nog geen warme, zachte, ruum tegen gekomen, als die al kan bestaan).

<< Drup, Drup >>

Mijn gedachten dwalen af. Onbewust raap ik een kiezel van de grond, en gooi hem richting van het vreemde geluid.

<< Toink >>

Ik schrik op uit mijn overpeinzingen. Wat was dat? Ik wacht af, maar hoor niks meer. Wat waren de *condities* waaronder ik het nieuwe geluid hoorde? Ik probeer na te gaan wat ik deed voordat ik het hoorde. Ik peinsde over de reden van mijn bestaan, raapte ondertussen een kiezel op, wierp deze...

“Aha!”

Even checken. Ik raap nog een kiezel op, gooi hem in dezelfde richting als daarvoor, wacht even...

<< Toink >>

“Yes!”

Ik maak er een spelletje van. Ik gooi hard, zacht, in verschillende richtingen. Elke keer tel ik hoe lang het duurt voordat ik een geluid hoor.

“1, 2” << Toink >> “1, 2, 3” << Toink>> “1” << Tik >>

Tik? Ik laat het steentje recht naar beneden vallen.

<< Tik >>

Ik betast de bodem en voel dat de kiezel die ik zojuist liet vallen in een kleine krater van andere kiezels tot stilstand is gekomen. Er begint iets te dagen. Misschien is het voor het steentje net zo onmogelijk om door de grond of door een ruum heen te bewegen, als dat voor mij is.

*Nieuw idee:* steeds wanneer het steentje iets tegenkomt waar het niet doorheen kan, laat het mij dat weten met een bepaald geluid. ‘Tik’ voor de kiezelgrond en ‘Toink’ voor een ruum (wat zou er anders nog kunnen zijn?).

Maar voordat ik me compleet overgeef aan het opkomende gevoel van triomf, wil ik eerst controleren of dit nieuwe, opwindende idee juist is. Wat is de relatie tussen mijn botservaringen en het kiezel getik? Ik sla een bladzijde om en begin daar met een nieuw *model*.

Het volgende is me opgevallen: wanneer ik een kiezel twee maal in dezelfde richting weggooi, met ongeveer dezelfde werpsnelheid, dan duurt het beide keren ongeveer even lang voordat ik een geluid hoor. Als ik harder gooi, dan lijkt het geluid eerder te komen. Hoe kan dat? Wat zijn de precieze verbanden? Met die vragen ga ik me later nog eens bezig houden, prent ik mezelf in. Maar een ondefinieerbaar onderbuikgevoel zegt mij, dat ik, om geluiden uit verschillende richtingen goed te kunnen vergelijken, er voor moet zorgen dat de kiezel bij elke worp ongeveer even snel mijn hand verlaat. Na een paar keer oefenen lukt het me om een, voor mijn gevoel, vrij constante kracht in mijn worp te leggen.

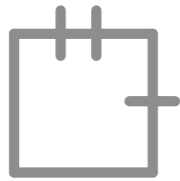
Het tellen is een ander verhaal. Hoe vaak ik het ook probeer, het lukt me maar niet om bij elke worp hetzelfde telritme aan te houden. Terwijl ik hierover sta te peinzen voel ik een zacht geklop in mijn borstkas. Onbewust leg ik mijn hand er op.

<< Kaboem, Kaboem, Kaboem >>

“1, 2, 3”, tel ik in gedachte mee. Opeens realiseer ik me dat dit de oplossing voor

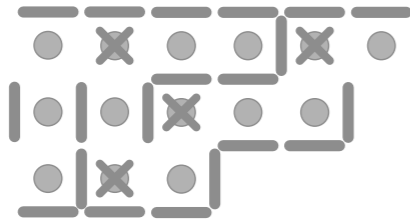
mijn probleem wel eens kon zijn. Het mooie monotone ritme van mijn borstkas is ideaal om de tel bij te houden.

Wat ging ik ook al weer doen? Oja, ik wilde mijn ervaring met het kiezelwerpen vastleggen in een nieuw model. Wat zou een geschikte representatie zijn voor mijn gooi-experimenten? Na een paar mislukte kladversies, besluit ik dat de volgende weergave volstaat:

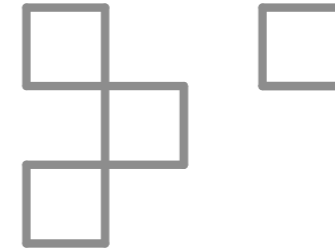


Dit groevenpatroon is als volgt te interpreteren: bij een worp in de richting tegengesteld aan de oorsprong van het vreemde geluid (rechts in het figuur), hoor ik na één borstslag een 'Toink' geluid; bij een worp loodrecht op het geluid (boven in het figuur) duurt het twee borstslagen. Ik stel me voor dat ik in het midden van het vierkant sta. De zijkanten van het vierkant representeren de verschillende richtingen waarin ik een kiezel kan werpen. Het aantal groeven door een zijkant geeft weer na hoeveel tellen ik een geluid hoor bij een worp in die richting.

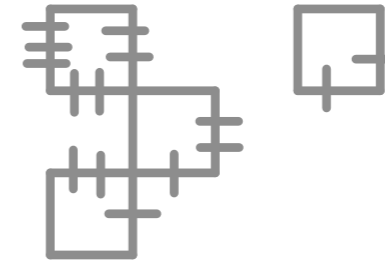
Zo, nu ik alle ingrediënten van mijn nieuwe model heb vastgesteld, kan ik eindelijk aan het experimenteren slaan. In mijn ruim-model markeer ik een aantal punten waar ik met kiezels ga gooien.



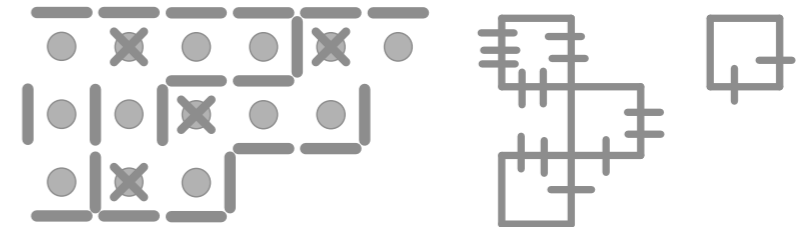
Voor het gemak graveer ik de "werp vierkanten" van het nieuwe model op ongeveer dezelfde relatieve posities als de gemarkeerde punten.



Zorgvuldig neem ik de posities in en werp ik herhaaldelijk in de verschillende richtingen. In het begin vind ik het lastig om me gelijktijdig op het werpen en het tellen te concentreren, maar na een paar pogingen krijg ik het ritme goed te pakken. Links, Werp, 1, 2, 3, Toink, Rechts, Werp, 1, 2, Toink enzovoort.



Wat een wirwar van groeven! Kan ik hier wat mee? Zit er een patroon in? Is dit nieuwe model op één of andere manier te relateren aan het vorige model? Ik leg de twee modellen eens naast elkaar.



Na een tijdje voelen zonder enig resultaat, kom ik opeens op het idee om het aantal tel-streepjes met het aantal stap-stipjes te vergelijken. Ik begin met de gemarkeerde

positie links onderin. Vanaf daar tel ik één punt tot de dichtstbijzijnde ruum aan de rechterkant. In mijn werp-model voel ik dat één groef de corresponderende zijkant kruist. Wat een toeval! Snel vergelijk ik ook de andere richtingen en posities.

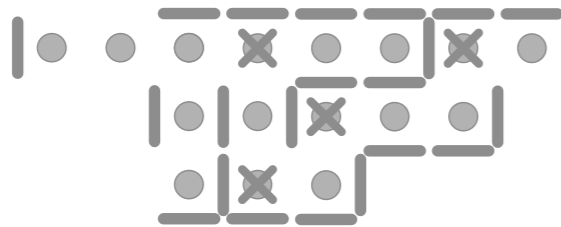
Dit is te mooi om niet waar te zijn! Het aantal tel-groeven (in het werp-model) lijkt steeds overeen te komen met het aantal stappen tussen mijn werp-positie en de dichtstbijzijnde ruum (in het ruum-model). Alleen voor het werpvierkant in de linker bovenhoek weet ik niet zeker of dit opgaat, aangezien mijn ruum-model daar nog niet zo ver reikt.

*Voorspelling:* Als ik vanaf linksboven in het ruum-model naar links vertrek, dan verwacht ik, op basis van de gevonden overeenkomst tussen het ruum-model en het werp-model, dat ik na drie stappen tegen een ruum aanloop.

Ik loop naar de aangegeven startpositie. 1, 2, 3 stappen in de richting van het geluid. Ik voel voor me uit.

“Yes!”

Een ruum. Snel werk ik mijn aantekeningen bij.



Dat het zó mooi uitkomt, is natuurlijk puur geluk, bedenk ik. Als ik harder had geworpen, dan zou één borstklop nooit precies zijn overeengekomen met één stap, aangezien de kiezel dan sneller van zich laat horen. Ik besluit om voortaan mijn werpkracht zo af te stemmen dat één borstslag overeenkomt met één punt in het ruum-model. Op die manier kan ik de overzichtelijke ruum-representatie voor zowel kiezelworpen als botservaringen gebruiken.

(Erratum p. 25)

Wat zou er gebeuren als ik een kiezel naar boven werp? Only one way, to find out. Ik gooi een kiezel omhoog, wacht even...

<< Tik >>

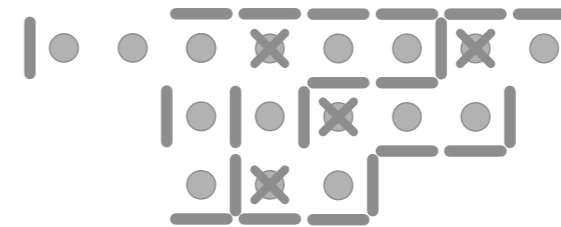
Vlak naast mijn voeten. Ik gooi wat harder.

1, 2, 3, 4 << Toink >> 1, 2, 3, 4, 5 << Tik >>

Aha, er zijn dus ook rumen boven mijn hoofd, een enigszins verontrustende gedachte.

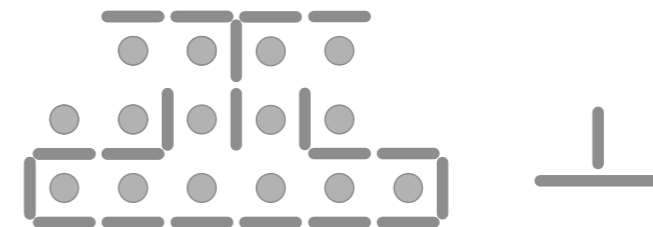
<< Drup, Drup >>

Ik schud het benauwde gevoel van me af en ga weer op weg. Met behulp van mijn nieuwe ‘rumen-detector’ vorder ik snel.



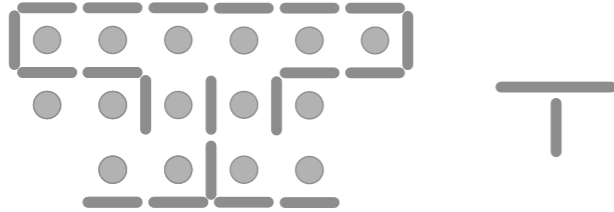
Déjà vu. Was ik hier niet al eens eerder geweest? Met lamme armen van het gooien, leun ik achterover tegen een ruum om mijn situatie eens rustig te overzien.

Ik spring op van verbazing, er zit een patroon in! Als ik de volgende figuur neem





en nogmaals deze figuur, maar dan zoals deze voelt aan de achterkant van het blad (bobbeltjes in plaats van putjes),



dan kan ik het patroon volledig beschrijven met behulp van deze twee “brokken”. Ik zou de brokken - die beide bestaan uit meerdere stappen en rumen - daarbij kunnen vervangen door de eenvoudige symbolen die ik er naast heb gegroefd. Op deze manier krijg ik het volgende patroon:



Dat scheelt een hoop ruimte in mijn notitieblok. Hoe zou het patroon voortgezet kunnen worden? Wat moet er aan de linker en rechter kant komen?

De meest voor de hand liggende gok is



Enzovoort.

Terwijl ik een beetje met de bladzijden van mijn notitieboekje speel, vraag ik me geamuseerd af of het ook mogelijk is dat het eind van mijn brokken-ketting aansluit op het begin, zoals dat gebeurt wanneer ik de bladzijden oprol tot een koker. Voor de zekerheid laat ik midden op het pad een stapeltje kiezels achter, als herkenningspunt. Zijn de patronen die ik ontwaar, werkelijkheid? Of zit

het alleen maar in mijn hoofd? Hoe zijn die patronen daar gekomen? Wat is de betekenis? Ik weet het niet. Wat ik wel weet, is dat ik het patroon waarschijnlijk nooit had ontdekt, als ik niet de tijd had genomen om mijn waarnemingen in een overzichtelijk model te gieten. Ik kan niet ontkennen dat dit idee een zekere *schoonheid* heeft.

<< Drup, Drup >>

Op goed geluk volg ik de weg die voorgesteld wordt door het patroon.

Gestaag nader ik het vreemde geluid, zonder ook maar één keer tegen een ruim aan te lopen.

<< Drup, Drup >>

20 brokken gehad, het vreemde geluid klinkt steeds luider. Ik ben er bijna!

<< Drup, Drup >>

Ik gooi een kiezel richting het geluid...

<< PLONS >>

### *Epiloog*

Een blind persoon die, uit nieuwsgierigheid en enkele praktische overwegingen, besluit om zijn belevingswereld te modelleren met behulp van een geïmproviseerd brailleschrift. Wat een vreemd uitgangspunt voor een verhaal over wetenschap, zult u misschien denken.

Ik stel dat ook niet-fictieve wetenschappers grotendeels blind zijn. Toegegeven, de meeste mensen kunnen naast horen, ruiken, voelen en proeven, ook kijken. Onze ogen zijn gevoelig voor licht in het (zeer beperkte) spectrum van rood tot blauw. Maar hebt u ooit de laagfrequente ‘lichtgolven’ gezien die het mogelijk maken om een geluidssignaal op te vangen via de antenne van uw radio?

Met behulp van nieuwe concepten en meetinstrumenten, probeert een wetenschapper een deel van deze onzichtbare wereld zichtbaar te maken en haar (al dan niet aanwezige) structuur bloot te leggen. Ter illustratie wil ik u laten zien hoe het natuurkundige model van licht er op dit moment uit ziet. Na veel geëxperimenteer met elektriciteit en magnetisme (op een manier die doet denken aan bovenstaand verhaal) bereikte de theorie van licht (en andere elektromagnetische verschijnselen) zijn voorlopige hoogtepunt in het jaar 1865. James Clerk Maxwell had de op dat moment bestaande theorieën over elektriciteit en magnetisme grondig bestudeerd, en na een ontzettend knap staaltje denkwerk, viel alles op zijn plek. Alle tot nu toe ontdekte elektromagnetische fenomenen (zoals de stroomopwekking in uw fietsdynamo en het oplichten van uw fietslamp) kunnen worden beschreven met vier verbanden tussen vier natuurkundige concepten: elektrisch veld ( $\mathbf{E}$ ), magnetisch veld ( $\mathbf{B}$ ), lading ( $\rho$ ) en stroom ( $\mathbf{j}$ )

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} & \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} & c^2 \nabla \times \mathbf{B} &= \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \end{aligned}$$

Deze net-niet symmetrische formules stellen ons in staat een groot deel van uw en mijn werkelijkheid tot in het kleinste detail te beschrijven. Zonder u precies te vertellen wat de betekenis van de symbolen is, kunt u misschien toch de schoonheid van dit idee enigszins waarderen.

Ik ben van mening dat de wereld steeds mooier wordt naarmate je meer van haar kunt 'zien' (in de brede zin van het woord, dus niet alleen met onze ogen). Er is een zekere schoonheid op elk niveau. Eén van de taken van de wetenschap is om deze schoonheid aanschouwelijk te maken.

## Wiebke Wemheuer

*(Göttingen, 1986, Europese Studies)*

Ik hoor bij drie minderheden binnen de eerste lichting van het honoursprogramma: ik ben een meisje, ik ben Duitse en ik volg geen bèta-studie. Op het moment ben ik derdejaars studente European Studies. Daar is het zeker geen zeldzaamheid Duits te zijn. Met Engels als voertaal en een aandeel van 70% Duitsers komt het leren van de Nederlandse taal en het Nederlandse levensgevoel vaak te kort. Daarom kwam mij de kans in het Nederlandse honoursprogramma deel te nemen meer dan van pas.

Al na enkele weken reguliere studie achter de rug te hebben begon ik mij te vervelen. Ik heb een nadrukkelijke passie voor mijn vak en studeren in het algemeen. Wat in ons studieprogramma geboden werd, rond 6 uur college per week en wat leeswerk, was dus niet voldoende voor mij. Toen kwam ik een advertentie van het honoursprogramma tegen en het pakte mij meteen. Daar wil ik deel van uitmaken! De sollicitatieprocedure, hoewel eng, aangezien het in het Nederlands plaats vond, ging zonder problemen en er kon begonnen worden met het excelleren!

Onze reis door de wereld van de wetenschap begon met het ontdekken van werken en denkwijzen van 'Grote Denkers'. Onze haltes: Newton, Darwin, Machiavelli en Freud. Onze reisbegeleider: Fokko-Jan Dijksterhuis. Tot aan het eind bleef het beeld van hem als dé honoursdocent in mijn hoofd hangen. Hoewel de denkers die te verkennen waren toch vaak te zeer aan de natuurwetenschappelijke kant voor mij lagen, heb ik heel erg van deze module genoten. Als afsluiting moesten we een eigen grote denker kiezen. Hét moment voor mij om me met een denker uit mijn vakgebied bezig te houden. Echter was de keuze toch moeilijker dan ik verwacht had. Wat is nou überhaupt mijn vakgebied? En wat is een echt grote denker? Jean Monet als oprichter van de Europese Unie? Marx als dé grote politicoloog en socioloog? Wie moet ik kiezen? Mijn keuze viel op James Madison, de hoofdauteur van de grondwet van de Verenigde Staten. En? Een grote denker gevonden? Nee niet echt. Mijn conclusie was dat Madison een kind van zijn tijd was en daarom

30 geen grote denker, een conclusie die ik vandaag niet meer zou durven trekken. Volgende destinatie was de module 'Grote vraagstukken'; begeleid door Henk Procee, Jan Eijkel en Mieke Boon. Dit was met afstand mijn minst favoriete onderdeel van het programma. Dit lag zeker niet aan de docenten, vooral Mieke Boon heeft een heel positieve en inspirerende indruk op mij achter gelaten. Mijn afkeer van dit onderdeel had meerdere redenen. Aan de ene kant ging de samenwerking van de groep sterk omlaag. Voor het vraagstuk 'Tijd' mocht iedereen met een individueel onderwerp binnen het vraagstuk aan de slag. Dat leidde ertoe dat iedereen met zijn eigen, en bijna niet met de onderwerpen van de anderen, bezig was. Aan de andere kant was het hele onderdeel sterk door natuurwetenschappelijke redeneringen, onderwerpen en aanpakken beïnvloed. Ik vond dat ik te ver weg van mijn eigen interesses werkte. Nu zou je kunnen zeggen dat precies dat de bedoeling van het honoursprogramma is, te denken buiten je eigen 'doos', zoals bij ons de gevleugelde uitdrukking is geworden. Klopt, maar het kan ook te ver gaan. Deze negatieve ervaring werd wel weer goed gemaakt door het afsluitend project dat ik samen met Karoline Marburger heb uitgevoerd. We hebben een analyse van het onderhandelingsproces tijdens de bijeenkomsten rondom het Kyoto-Protocol ondernomen. Van dit werk heb ik echt genoten en veel geleerd.

Het meest heb ik zeker van de 'Domeinverkenning', de derde module, geleerd. Aan dit verhaal hangt bij mij ook nog iets persoonlijks: ik was van plan na de module 'grote vraagstukken' met het honoursprogramma te stoppen. Dit omdat ik er niet meer genoeg plezier in had en omdat ik besloot bestuurslid van de internationale studentenvereniging AIESEC te worden. Allebei leek mij onmogelijk. Ik moest dus kiezen. Maar het bleek dat ik dat niet moest. Na een gesprek met onze directeur, bleek dat we voor de domeinverkenning minder bijeenkomsten hadden en ik dus allebei verplichtingen aan kon. En wat betreft mijn motivatie, die ging met het begin van de nieuwe module weer snel omhoog. Het domein dat ik besloot te verkennen was het Europees Nabuurschap Beleid (European Neighbourhood Policy, ENP). Het doel van de module was een onderzoeksvoorstel voor het NWO te schrijven. Voor mij was helder dat ik niemand anders dan Andreas Warmtjen, mijn docent International Relations, als begeleider wilde. Het was een uitdaging hem te vragen mee te doen, maar niks vergeleken met de uitdaging met hem samen

te werken. Leren hoe je met een begeleider omgaat, zijn rol als begeleider, niet rechter, te waarderen en aan te nemen, dat was mijn belangrijkste les van het hele project. Natuurlijk, ik weet nu ook meer over de ENP dan alle andere studenten in mijn studie, en ik heb ook zeker veel over de methodologie van de politieke wetenschappen geleerd, maar dit heeft minder voor mij opgeleverd dan het samenwerken met Andreas Warmtjen.

Echter heb ik nog een héél belangrijke les geleerd van de domeinverkenning en het honoursprogramma als geheel: wetenschap, dat is niks voor mij. Ik kan mezelf in het gebruiken van zulke beperkende regels als in wetenschappelijk onderzoek niet vinden. Over deze conclusie zal mijn essay gaan.



## Me, Myself and Science – A Journey through the mind of an honours student, who might not want to be one

*Wiebke Wemheuer*

The topic of this book is ‘wetenschap en werkelijkheid’, science and reality. Reality, that means to me life, my life. Thus it should be science and me instead. But what’s going on between me and science? For the last few months of the honours programme I have been working on a NWO research proposal on the European Neighbourhood Policy (ENP). I learned a lot from it. I learned how the ENP works. I learned how to implement international relations theories. I learned how to write a research proposal, including nasty methodological difficulties and the challenge to work with a supervisor. All of which has been extremely valuable.

But the most important thing I learned is that I don’t like doing it. Working in a scientific way does not bring a smile on my face. Working on projects like the research proposal can for sure be fun, but I do not experience passion like I do when doing other things which are important to me (my coaching work for AIESEC for example).

Knowing myself quite well, I know that for doing things best I need to feel passionate about them. I do not have enough energy to fall in love with a project of which I feel not good about from the beginning on. And as much as I wanted to, I never fell in love with my research proposal. We had good times and we had bad times. Sometimes I enjoyed it (especially the work with my supervisor), sometimes I hated it, but most of the time I felt indecisive about it. It was a nice acquaintance, but no love.

I want to invite you to a journey through a student’s mind, who struggles with the very one thing she learned at university: conducting research. One could argue that there are very few students whose favourite subject is research methodology. I agree, but this story is not about the others, it’s about me. I want to express the feelings of an honours student who learned that she doesn’t want to be one; at

least not if it means to seeing herself doing research in future time. So where will this journey take us? The goal should be a way for me to understand what it is that I don’t like about science and a possible way out of this. The first stop on this journey will be home; where I am now, what made me feel uncomfortable about the words science, research and methodology. From there we can depart to the second destination: a crossroad. What paths are there for me to follow? Is there a way for me to understand more about the possibilities of social research? Or do I have to abandon it completely? The third and final destination will be a space to stand still and rethink. What have I learned from this journey? Did I realize something I was not aware of before? What is the next step to take? I wish all my fellow travellers a pleasant journey.

### *Destination One: Home*

“In questions of science, the authority of a thousand is not worth the humble reasoning of a single individual.” Personally I couldn’t agree more with Galileo Galilei, who made this quotation in 1590. But what I learned during my two years of university is that authority counts more than everything else. It goes above your own thoughts, creativity and motivation. An example: during the work for my research proposal I came up with a set of indicators for testing the importance of economic relations between EU members and neighbouring states. I was proud to have come up with these indicators and wanted to integrate them in my research and work with them. But I was not allowed to use them<sup>1</sup>, unless I find other research using them. This hurts two of my personal principles: never restrict your curiosity and you learn best by making mistakes. How can I ever have fun doing research when I am not allowed to follow my own intuitions and ideas? And how can I ever really learn something about creating a research strategy if I am not allowed to put my own ideas to the test? Maybe I would have found that my own indicators are indeed not as good as I thought. Or on the contrary, maybe I would have found that they are good! But I will never know because I am forced by the research system to base everything I write on already existing data and methods. Without using indicators, theories and sources others have used before, your work is never complete. Referring to others, it seems to be the ultimate aspect of scientific research. For me it seems as if “standing on the shoulders of giants”, becomes getting carried away by them.



To explain my rather personal issues with (social) science in a more objective way I will first need to define what it means to me. What I mean when talking about it and the scientific method in general. This usually comes down to the way it is taught at my faculty (School of Management and Governance). “Science is something characterized as logico-empirical. (...) The two pillars of science are logic and observation. Meaning, a scientific understanding of the world must both make sense and correspond to what we observe.”<sup>2</sup>. So far so good. This statement has its origin in the ‘bible’ of social research at my faculty: *The Practice of Social Research* by Earl Babbie. No Management and Governance student leaves our university without using this book. We start practicing in the first year; use it for our bachelor and master theses. In short: it’s the foundation of our scientific skills education. In principal it’s a simple written book. But it leaves not much of a choice concerning methodology. It teaches the value of nomothetic explanation, the approach to identify causal factors that generally impact a range of conditions or events. It focuses on a few key causes instead of going into depth in order to search for all possible explanations (which would be an idiographic approach). In my core curriculum I had few other sources for research methodology than text books; few articles, no liberal thoughts on the subject. In the honours programme however we dealt indeed with other sources, like the scientists’ primary works self or different styles of reasoning. Also in the honours track of the European Studies programme we were staffed with more sources, but all in line with the faculty’s general methodology curriculum.

On the one hand I appreciate the intensive focus on research skills my faculty practices. It distinguishes us from a lot of other social sciences faculties in the country, and Europe. The style we use at the faculty, meaning the amount of research skills courses in the curriculum as well as the research style taught, has often been referred to as being Americanized. The most obvious sign for the truths of this reputation is the American text book we are using. Further I can only compare my own impression with those of my friends outside the Netherlands. In Germany, it seems to me, students of the same field of study have much less practice in qualitative and quantitative research. Another thing that caught my attention was the huge advantage Karoline Marburger and I,

the two Management and Governance students in the first cohort of the honours programme, had in comparison to the students from other faculties. We are over and over trained to build up research proposals and papers. Thus on the other hand I maybe got frustrated by the overdose of research skills we had in our first two years of study. To most other participants, the honours programme meant a new and exciting insight in science and research, especially in the form of our research proposals; to me it meant business as usual, only in a more intensive manner. It now might seem to you that I don’t really dislike science but that I am just bored; and this might even be true to a certain extent. The repetition of the scientific methods needed to deal with academic topics, robbed me of the excitement and curiosity for the topics themselves.

#### ***Destination Two: Crossroad***

There are three different paths to go at this crossroad: see whether there is a different style of social research that suits me better, become friends with the traditional repertoire of social research, or completely turn my back on social research. Naturally, the first path led me directly into the library. Are there any books on research methodology which differ from what Babbie is teaching? Will I find some mind-opening, new and exciting books, which are present at our university but not used in lectures? The database must be full of scientific articles about this topic. If not other people have struggled with the same concerns I have, then there have at least to be sources about other techniques. But I got disappointed. I could not find what I was searching for. But then, around a week ago, a book was given to me, which just arrived at our library: *Ways of Knowing: Competing Methodologies in Social and Political Research* by Jonathon W. Moses and Torbjørn L. Knutsen<sup>3</sup>. The title sounded promising. The authors do not provide new methods in this book, but show the common tools from two different perspectives: naturalism and constructivism. Naturalism, also called positivism, refers to the established type of how research is taught and conducted in most universities. Constructivism refers to methodologies which are not looking for the ultimate truth, but for the influence a system or the human mind can have on certain events and people. “For constructivists the battle is not so much about truth as it is about the power,



interest and identities of those involved.”<sup>4</sup> I know constructivism from my political science courses, and also from the work on my research proposal. I never saw it as an alternative in terms of methodology, but as one of the theories within my studies. But I like the differentness of this approach and will try to find out more about it. I am aware that the Moses and Lomborg’s book is not the single one answer, and that there must be more alternatives to the research methods we use. But at the state being I want to conclude this first path with the enlightenment that science is not a standard product. It can vary, but you need attentive and open-minded people around you, who are aware of that.

As an illustration of this I want to refer an example Moses and Knutsen give: the Lomborg affair. The Danish professor Bjørn Lomborg published an attack on the modern environmental movement<sup>5</sup> and got accused by the scientific world to have attacked the foundations of science. This claim looks unjustified, since Lomborg based his book on “1600 references and 2928 notes”. But Lomborg’s book was different from other approaches in the environmental literature. Further it seems that the ones criticized felt attacked and used methodological reasons to humiliate Lomborg’s research outcomes. Moses and Knutsen do not refer to this example in order to illustrate the unfairness of the scientific world, or take sides with Lomborg or his opponents, but to show that understanding a scientist’s methodology is important in order to understand him.

The second path, leading up to revive my interest in and find passion for social research as I know it now, seems quite dark to me. A necessary step to take if I want to go searching for a way to reconcile me and science would be to leave a lot of memories behind me. Forget about the moments of dislike and give it a new chance to prove its value to me. What also might help is to detox. Let it completely aside for a while, so that I will start out with fresh and open mind again. Maybe the anger about the system stopped me from thinking positively and also reasonably about it. One natural step into this direction might be the end of the honours programme. Having more time for myself and my regular studies may give me the opportunity to go more into depth when working on research papers than I have had for the last months. This combination: re-starting with a clean mind, giving it some rest to

overcome the bad energy connected with it and the prospect of an increase in time to work on my project might help to bring me (back) closer to science.

Going the third path would mean to break with science in total. What kind of consequences would this choice have? Now, for the start I think I would have to stop with my studies. My study is full of research papers and methodology modules. I am in the third year now, standing short before my Bachelor thesis. Turning my back on science and research would also mean not to graduate. But, what about my Master’s degree then? How can I go on with topics at the university I love but without research? Answers could be a more practice-oriented university or maybe a professional school. Thus the choice to stop trying to find a way into the field of science would have grave consequences which must be considered when taking the decision.

### ***Final Destination?***

The most important lessons I learned from writing this essay is that there is no strict line between scientific and not scientific. According to Babbie, science is logico-empirical. You have to work with logic and reason. That shouldn’t be only a guideline for conducting research but for all activities in life. After this revision of thought concerning science I can conclude that it shouldn’t matter how many sources you use for a research paper and that you quote them in the proper way, but that you question them and look behind their scenes. Maybe their authors had the same struggles with methodology as I have. Maybe sources don’t give the answer to everything. Authority should be used in a clever way, to support the people beneath you, not scare them.

So how to conclude my journey? Which path will I go? For the near future, starting today, I cannot take the third path. If I want to graduate I have to go on. But for the long term I can still conclude that I won’t find my love in science and the university world. I love doing more than thinking and re-reading other people’s thoughts. But even more I like to write freely, without the boundaries of methods and rules. But for the time being, the near future, I will enter the



overgrown way between the first and second path. I will try to leave as much negative thoughts as possible behind me and try a re-start with my faculty's research methodology. My Bachelor thesis waits at the end of this academic year, my supervisor will be the same as in my ENP research proposal. So I will be back at the same space, but this time I will stick to my own style and values when implementing the methods he suggests. I will go on searching for other methodologies and use them if they suit me and my research better. Maybe this will be the path leading up to a happy ending.

#### Notes

<sup>1</sup>according to my supervisor

<sup>2</sup>Earl Babbie, *The Practice of Social Research*, Belmont: Thomson Wadsworth, 2004, p. 12

<sup>3</sup>Moses and Knutsen, *Ways of Knowing: Competing Methodologies in Social and Political Research*. New York: Palgrave MacMillan, 2007, p. xiii

<sup>4</sup>Moses and Knutsen, *ibidem*, p. 12

<sup>5</sup>Bjorn Lomborg, *The Skeptical Environmentalist*, Cambridge University Press, 2001

## Pascal Sleutel

(Hoorn, 1987, Technische Natuurkunde)

Als student natuurkunde had ik halverwege mijn tweede studiejaar het gevoel weinig mee te krijgen van de wereld om me heen. Ik vind het namelijk fijn om de krant te lezen en het nieuws te kijken en het beeld van de wereld dat ik daaruit voor mezelf ontwikkeld had sloot tot mijn teleurstelling bijna niet aan bij de studie. Voor mij leek het honoursprogramma daarom een uitstekend middel om beide gebieden nader tot elkaar te brengen. Dit programma was op dat moment namelijk nieuw en volgens de folder lag de basis van het programma bij je eigen vragen en de wetenschappelijke afhandeling daarvan. Twee jaar later kijk ik terug op een zeer boeiend programma waarin ik veel wijzer ben geworden en ik wil nu kort uiteenzetten hoe dat is gegaan.

In het eerste halfjaar waren het vooral de grote denkers uit het verleden die de groep bezighielden. Newton, Darwin, Machiavelli en Freud, van alle vier heb ik het genoeg gehad originele teksten te lezen. Bij elke denker werd van ons verwacht dat we een paper over een vooraf geformuleerd onderwerp schreven. Natuurlijk heb ik dat braaf gedaan met wisselend succes maar de grote klapper was het laatste paper van dat jaar, waarin over een eigen gekozen denker een groot essay geschreven mocht worden. John Stuart Mill was op dat moment een filosoof wiens gedachtegoed me bezighield en deze kans om daar dieper op in te gaan liet ik niet schieten. Deze module is afgesloten met een dag waarop iedereen zijn paper kon presenteren waarna een andere student die het paper goed gelezen had kritische vragen mocht stellen. Deze module en vooral de afsluiting was erg leuk en leerzaam voor mij.

Tussen de eerste twee modules in ben ik het bestuur van D.R.V. Euros ingerold. Een van mijn twee harde eisen was dat ik het honoursprogramma wilde blijven volgen. Gelukkig konden mijn potentiële bestuursgenoten daarmee leven waardoor ik als bestuurder met de rest van de groep het programma mocht vervolgen. Na de blik in de rijke historie van de wetenschap was het moment namelijk aangebroken om met meer actuele zaken bezig te zijn. Allereerst was daar het onderwerp tijd en

40 dit gedeelte monde uit in een duopaper met Arvid Keemink. Samen hebben we gekeken naar de kleinste mechanismen in het menselijk lichaam die tijd registreren. Ondanks dat ik weinig tot geen voorkennis had betreffende dit onderwerp konden we best iets aardigs op papier krijgen. Na tijd was het tweede onderwerp leven en dat is zeer veelzijdig benaderd door onder andere over euthanasie na te denken, de definitie van leven te bediscussiëren en artificieel leven te bestuderen. De afronding hiervan was voor mij een paper geschreven samen met Remco Bloemen over het verband tussen complexiteit en emergentie toegepast op cellulaire automaten. Als laatste onderwerp van deze module kwam toekomst en specifiek de klimaatproblematiek aan bod. Dit heeft geresulteerd in een wetenschappelijke analyse van het IPCC rapport over klimaatverandering in samenwerking met Sander Wildeman.

Nu was het tijd voor de vakinhoudelijke verdieping en voor mij was het duidelijk dat ik me met turbulentie bezig wilde houden. Na enige verkenning leek een praktisch onderwerp mij het meest uitdagend. Na een gesprek met prof. Hoeijmakers van technische stromingsleer ben ik me gaan focussen op active flow control in het algemeen en synthetische jet actuatoren specifiek. Kort gezegd gaat het om piepkleine apparaatjes die je op een vliegtuig zet en die ervoor zorgen dat de remmende turbulentie vermindert waardoor er fors minder brandstof nodig is om vooruit te komen. Dit onderwerp ligt net buiten mijn vakgebied, wat het soms lastig maakte te weten welke kant op te gaan in het onderzoek. Daarnaast zorgde het bestuurswerk voor een flink gevulde agenda waardoor ik niet altijd mij hoofd bij de turbulentie kon houden. Na de zomer kon ik echter met verse werklust het voorstel op niveau en ook naar eigen tevredenheid afmaken. Van deze module heb ik verreweg het meest geleerd en ik denk dat dit komt door de vrijwel onmogelijke opgave die je krijgt voorgelegd. Een bachelorstudent hoort namelijk niet in staat te zijn om een voorstel te schrijven voor een promotietraject en als je het dan toch gaat doen is het niet meer dan logisch dat je heel veel nieuwe dingen tegenkomt.

De laatste module van het programma heeft als doel alles samen te binden en in dit geval gebeurt dit letterlijk doordat we met elkaar een boek schrijven. Ik denk dat elk van ons op een eigen manier via zijn of haar essay een blik werpt op wetenschap en werkelijkheid. Voor mij is dat vooral op het niveau van de student en de

universiteit, waarschijnlijk omdat ik daar ook in mijn bestuursjaar veel mee bezig ben geweest. Concluderend zijn de wereld van de krant en de studie toch wel dichter bij elkaar gekomen maar op een heel andere manier dan ik van tevoren had verwacht. Ik heb namelijk geleerd dat ik daar zelf *verantwoordelijkheid* voor draag en als ik dus behoefte heb aan een sterkere koppeling tussen onderwijs en actualiteit dan kan ik dat zelf regelen.





# Op zoek naar de werkelijkheid van honours

*Pascal Slentel*

Onderwijs is niet langer een egalitaire aangelegenheid in Nederland. Dit blijkt niet alleen uit de aandacht die de publicatie van ranglijsten van universiteiten krijgt, maar ook uit een van de meest recente ontwikkelingen, de ontwikkeling van honoursprogramma's. Elke universiteit doet eraan mee en minister Plasterk heeft al geroepen dat over een paar jaar 20% van de studenten aan een honoursprogramma dient deel te nemen. Ook aan de Universiteit Twente werkt een kleine tot op het bot gemotiveerde groep studenten met behulp van topdocenten zichzelf naar een hoger niveau. Ik ben een van die studenten. Veelvuldig wordt beweerd dat je erbij geweest moet zijn om over iets te kunnen oordelen. Met hart, ziel en intellect heb ik eraan meegedaan. Vanuit dat intellect wil ik een aantal analyses maken van het honoursprogramma. Waarom wordt het nodig geacht, wat doet het met mensen zoals ik, wat zijn de uitgangspunten, wat de effecten en neveneffecten? En ook al ben ik er blij mee, is het vanuit elk gezichtspunt een waardevol initiatief?

## *Context*

Ik begin met een meer historisch georiënteerde vraag: Waarom hadden we vroeger geen honoursprogramma's nodig en waardoor komt het dat nu iedere universiteit en zelfs steeds meer opleidingen ze aan het curriculum toevoegen? Het is te gemakkelijk om met een beschuldigende vinger naar de Bachelor-Master (BaMa) structuur te wijzen, alsof de gebreken daarvan gecorrigeerd zouden moeten worden. Gebreken die met termen als schoolsheid en oppervlakkigheid kunnen worden aangeduid. Was het vroeger zoveel beter? Ik denk het niet. Het honoursprogramma lijkt niet zozeer voort te komen uit interne universitaire tekortkomingen, maar uit veranderingen in de omgeving. Die omgeving is internationaler en competitiever geworden. Denk eens aan de sterk globaliserende arbeidsmarkt en ook het sterk internationaliserende onderwijs. In mijn meer wantrouwende momenten denk ik dat het bedrijfsleven graag starters wil hebben die meer dan veertig uur werk gewend zijn te werken, dat universiteiten andere het licht in de ogen niet gunnen. In een meer nuchtere staat blijken deze overwegingen niet goed houdbaar te zijn. Ook niet-honoursstudenten

kunnen vaak heel hard werken, en er zijn veel collegiale samenwerkingsverbanden tussen universiteiten. Is het honoursprogramma dan een trend zoals het onderwijs er zoveel kent? Een unique selling point dat niemand wil missen, en dat daardoor volstrekt niet meer uniek is? Of toch een oprecht streven om intellectueel talent zich te laten ontplooiën? Feit is dat studenten die op een bepaalde manier uitblinken bij elkaar worden gezet en daar het label 'honours' aan wordt verbonden.

Het lijkt erg onNederlands om te investeren in goede studenten die toch wel gaan afstuderen. In Nederland is gelijkheid erg belangrijk en daarom is het opmerkelijk dat dit land op een bijna Amerikaanse manier niet in elke student iets meer investeert, maar dat men kiest om in een kleine groep heel veel meer te investeren. Dit gebeurt niet alleen in Twente maar ook aan andere universiteiten in het land. Kan een kleine groep studenten ervoor zorgen dat universiteiten meer aanzien krijgen of gaan het daar niet om? Gaat het juist om de inhoud en om verantwoordelijkheid? De invulling verschilt overigens sterk per universiteit, en gezien mijn ervaring wil ik mij beperken tot het honoursprogramma aan de Universiteit Twente.

In dit essay onderzoek ik vanuit verschillende standpunten het honoursprogramma. Ik begin met de inbedding van het honoursprogramma in de Universiteit Twente. Naast alle mogelijk denkbare redenen is er een waarde die voor mij essentieel is: epistemische verantwoordelijkheid. Daarna ga ik in op het beeld van de Universiteit Twente in Nederland en of het honoursprogramma daaraan een positieve draai kan geven. Tenslotte stel ik de student centraal. Wat is de prijs die een honoursstudent betaalt, wat de winst? Past dit essay binnen het thema wetenschap en werkelijkheid? Jazeker, want het gaat over de universiteit en studenten, over de mensen die wetenschappers moeten worden en om de instantie die dit proces begeleidt. Het zwaartepunt ligt dus iets meer op werkelijkheid van de wetenschap dan op de inhoud, maar ook dat verhaal moet verteld worden.

## *De universiteit en honours*

De kern van het honoursprogramma in Twente bestaat inhoudelijk uit twee zaken; het schrijven van een vakinhoudelijk onderzoeksvoorstel en multidisciplinaire



wetenschappelijke ontwikkeling. Het laatste onderdeel bestaat onder andere uit het bestuderen van grote wetenschappers uit het verleden, het leren omzetten van alledaagse vragen naar onderzoekbare vragen en een wetenschapsfilosofisch onderdeel. Dit geheel is multidisciplinair omdat er mensen van verschillende studies bij elkaar zitten die elk een andere kijk op wetenschap hebben. Bij het schrijven van een onderzoeksvoorstel kiezen de studenten zelf het onderwerp waarna ze met behulp van een inhoudelijke expert een NWO-voorstel op papier zetten. Dit is verre van gemakkelijk, omdat er een groot verschil is tussen studenten aan het einde van de bachelor en de inhoudelijke experts die normaal onderzoeksvoorstellen schrijven. De studenten krijgen vakinhoudelijk dus een zeer uitdagende opgave voorgelegd. Voor mij was de uitdaging vooral om uit te zoeken wat er nu het kernprobleem was en keer op keer kwam ik er weer achter dat ik kennis te kort kwam. Omdat het voorstel ook af moest was er een moment dat ik moest stoppen met het lezen van papers en ook zaken op moest schrijven. Ik heb veel geleerd door dit te bespreken met medestudenten en de begeleidende docenten.

Het is de vraag voor wie dit nuttig is? Voor de universiteit of voor de studenten zelf? Zullen de studenten die nu een voorstel hebben geschreven dat later ook doen voor de universiteit om daarmee de tonnen uit Den Haag binnen te halen. Het is een feit dat groepen aan de UT hun bestaansrecht danken aan succesvolle onderzoeksvoorstellen, waarmee het belang van het kunnen schrijven van dergelijk voorstellen aangegeven wordt. Ook ver buiten de universiteit moet eerst iets voorgesteld worden voordat er geld beschikbaar komt om iets te kunnen ondernemen.

Het tweede kernpunt, de multidisciplinaire ontwikkeling, is ook redelijk uniek. Elke studie heeft wel iets van wetenschapsfilosofie in zich, maar om ook echt met een andere wetenschap te gaan stoeien is vaak te veel gevraagd. Ik heb bijvoorbeeld geleerd dat bij politieke wetenschappen de bronverantwoording meer de kern van een artikel vormt dan bij natuurwetenschappen toen ik een artikel over John Stuart Mill schreef en daarop werd doorgezaagd. De psychoanalyse van Freud leerde me dat een methode van onderzoek al kan zorgen dat resultaten wetenschappelijk zijn, zonder dat het onderwerp, namelijk dromen, dat echt is. We kunnen uit

het voorgaande opmaken dat er in Twente een kleine club is die onderwijs krijgt als geen andere. Dat heeft volgens mij naast de redelijk basale financiële redenen ook nog wel een diepere reden. Maatschappelijke verantwoordelijkheid kwam eigenlijk direct bij me op, maar ik denk niet dat het honoursprogramma daarvoor ontwikkeld is. Wij zijn als studenten namelijk niet met zaken bezig zijn die het leven van mensen direct kan veranderen. Er is volgens mij een heel ander verantwoordelijkheidsgevoel in het spel, namelijk een wetenschappelijke verantwoordelijkheid. Het kan dus toeval zijn dat de rector, prof. dr. Henk Zijm, bij het eerste college van het honoursprogramma, als antwoord op de vraag hoe het honoursprogramma in een woord samen te vatten, verantwoordelijkheid noemde. Het gaat hier volgens mij om wetenschappelijke verantwoordelijkheid, beter gezegd; om *epistemische verantwoordelijkheid*.

Ik zou dit begrip zelf in de meest algemene vorm beschrijven als verantwoordelijkheid die je als individu binnen de wetenschappelijke gemeenschap draagt voor de kennis die je produceert en gebruikt. In de praktijk zorg je als wetenschapper dat je niet te snel gelooft wat men schrijft en dat je dus goed kijkt naar argumentatie. Als je zelf iets opschrijft, ben je zorgvuldig in het gebruik van bronnen en concludeer je pas als er geen speld tussen de redenering te krijgen is. Deze zorgzaamheid heeft naast de zojuist beschreven praktische component ook een sterk morele component. Als wetenschapper is het een groot goed om door middel van verwondering de juiste richting in het onderzoek te vinden. Deze verwondering kan slechts opgebracht worden bij een zeer persoonlijke wetenschapsbeleving en impliceert dus ook dat de wetenschapper als persoon verantwoordelijk is voor de kennis die hij of zij produceert.

Laten we met dit idee in het achterhoofd terugkeren naar het honoursprogramma en de verantwoordelijkheid van de universiteit. Ik denk namelijk dat de universiteit als entiteit verantwoordelijk is om studenten zo goed mogelijk op te leiden met de beschikbare middelen. Het honoursprogramma speelt daar mijns inziens een essentiële rol in doordat een steeds groter wordend deel van de baanbrekende ontdekkingen zich niet bevindt in een specialisme, maar tussen diverse specialismen in. Ik denk dat honoursstudenten meer dan gemiddelde studenten in staat zijn om

tussen vakgebieden te treden doordat hun ogen soms met wetenschappelijk geweld geopend zijn voor de kwaliteiten van voor hen onbekende disciplines. Laat hier geen misverstand over bestaan; vakgebieden zullen altijd in staat blijven hun eigen helden op te leiden en zeer zeker zullen deze specialisten vaker niet-honours dan honoursstudent zijn. Het punt is dat de universiteit met dit honoursprogramma voorziet in een behoefte aan een brede wetenschappelijke blik die met een flinke dosis durf de kiemen voor nieuwe vakgebieden zaaien kan.

### ***Het beeld naar buiten toe***

Voor de studenten die meedoen aan het honoursprogramma is het ontzettend leuk om te doen en ik denk dat deze studenten de gemiddelde student net een stapje voor zijn. Dit positieve effect kan heel goed gebruikt worden bij de werving van nieuwe studenten. Het is voor de universiteit natuurlijk geweldig om aan kiezende scholieren te laten zien dat er volop mogelijkheden zijn om op wetenschappelijk gebied te excelleren. Gebruik honoursstudenten en het honoursprogramma in 'the battle for brains' die uiteraard ook tussen universiteiten speelt. Een PR-mogelijkheid van grote klasse dus.

Toch vraag ik mij met deze redenering en de bijbehorende doelgroep in mijn achterhoofd af of een honoursprogramma wel past bij de zich ondernemende universiteit noemende Universiteit Twente. Is deze vernieuwing wel passend bij het begrip 'ondernemend', hoort ze niet eerder bij 'onderzoekend'? Mijn antwoord is een volmondig 'ja'. Honoursstudenten zijn namelijk wetenschappelijke ondernemers bij uitstek, die oefenen in onderzoekstechnisch beleid en die contacten moeten leggen om verder te komen. Dit is niet ondernemen in de directe zin van het woord en zeker anders dan een student die thuis wasmachines repareert of een student die een gat in de markt heeft gevonden en daar een technologische deksel voor bedenkt. Het gaat om ondernemen zoals het gros van de mensen dat doet, er oplet gaan, de schouders niet laten hangen bij tegenslag en zeker niet bang zijn. Het honoursprogramma past bij deze vorm van ondernemen, vanwege de zelfwerkzaamheid, de lef, het aandurven van onbekende projecten, ook al is het niet gericht op winstmaken. Het is echter de vraag of dit genuanceerde beeld van

ondernemen, zoals dat aan de UT wordt gehanteerd, past bij de vooroordelen die heersen over de UT buiten Enschede. Erik en Arjan, de nerds in het televisieprogramma *The beauty and the nerd*, liggen vers in het collectieve geheugen en daardoor zal bijna elke campusbewoner bij een sollicitatie moeten uitleggen waarom hij daar in hemelsnaam woont. In de Randstad weet een groot deel van de studenten niet eens dat er een universiteit in Enschede is, en als ik dan vertel dat dit wel zo is snappen ze niet waarom ik niet naar Delft bent gegaan. Dat heeft voor een groot deel met beeldvorming in de media te maken maar ook met locatie en grootte. Niemand komt langs Enschede op weg ergens naartoe, behalve onze oosterburen die we hier gelukkig steeds meer zien.

Iets vergelijkbaars geldt voor het honoursprogramma binnen de UT. Het is namelijk veel te klein en te onbekend om echt gewicht in de schaal te leggen. Het gaat om maximaal vijftien studenten per jaar, dat is niet veel. Overigens zou het programma in deze vorm zeer zeker geen stand houden met meer dan vijftien studenten. Ik moet zeggen dat mijn kennissen meestal juist heel goed snappen waarom ik mijn tijd in het honoursprogramma stop. De kleinschaligheid van het programma is een van de grote pluspunten net als dat de kleinschaligheid van de UT een van de pluspunten is.

Het gaat volgens mij zowel bij de universiteit als het honoursprogramma uiteindelijk om de inhoud en daar hoort dan een mooie uitspraak van Seneca bij: 'Non quaerit aeger medicum eloquentem' wat zoveel betekent als 'Een zieke zoekt geen welsprekende arts'.

### ***Studenten en honours***

De bomen groeien natuurlijk niet tot de hemel, een honoursstudent is ook weleens lui, komt te laat bij college of levert ranzig slecht werk in. Zo erg is dat allemaal niet, maar door de avondcolleges mist de student borrels en feestjes, schiet tekort bij het koken thuis en is bovendien veel te druk met de studie. Dit zijn vervelende repercussies van een verder geweldige onderwijsvernieuwing, die elk een persoonlijke oplossing nodig hebben. Zelf kom ik altijd pas na negenen bij een

48 borrel als ik daarvoor honours heb, en studeren probeer ik zo efficiënt mogelijk te doen om ook nog iets van vrije tijd te hebben. Ik kan me heel goed voorstellen dat anderen hier helemaal geen zin in hebben en iets anders nuttigs met hun tijd doen. Het is al eerder in een andere context langsgelopen, honours is niet voor iedereen en dat is maar goed ook. Er is een redelijke selectie aan de poort en er worden eisen gesteld. De studenten die uiteindelijk solliciteren hebben allemaal een brede belangstelling en kunnen bijna allemaal de interactieve colleges goed aan. Dit is voor het onderwijs fantastisch en van elk college heb ik genoten. Toch kan hetzelfde ook negatief uitgelegd worden. Zo dacht ik zelf dat er alleen maar nerds bij het honoursprogramma zouden zitten met een hoge pet op van zichzelf, een slecht verzorgd uiterlijk en weinig mooie verhalen. Dit bleek heel anders uit te pakken, vooral van de mooie verhalen heb ik genoten. Zo kun je je ook afvragen of deze studenten niet erg braaf zijn, het tegendeel van kritisch. Daar zit wel wat in. Ik denk dat honoursstudenten niet de studenten zijn die protesteren tegen een veel te hoge studielast of die faculteitsgebouwen gaan bezetten. Doordat de universiteit hen in de ontwikkeling bij de hand neemt zullen ze niet gemakkelijk buiten de gebaande paden treden, terwijl dat juist wel van hen verwacht wordt.

Dit essay is tot nu toe een geweldig voorbeeld van die braafheid, het is namelijk louter positief. Ik hoop dat ik het mis heb maar ik denk dat het voor de meeste honoursstudenten op dit moment te lastig wordt om zoals eerder gezegd de kiemen voor nieuwe vakgebieden te zaaien. Dat komt dan niet door een inhoudelijke tekortkoming maar eerder een gebrek aan ervaring in een minder gecontroleerde omgeving. Hoe staat het met onze kritische zin, en ook de lef ongebaande paden te gaan, het vermogen te handelen in onbekende situaties? Daaraan schort het wellicht soms en ik denk dat honoursstudenten het best hun eigen tekortkomingen kunnen opsporen om daar vervolgens iets aan te doen, daar zijn ze namelijk epistemisch verantwoordelijk voor. Ik hoop zelf dit probleem op te lossen door actief te zijn naast mijn studie en steeds weer nieuwe dingen op te pakken.

Wat is dan de essentie van een honoursstudent? Ik denk dat het begint met een brede belangstelling en een stevige werklust. Daaruit groeit dan als het goed is het onderscheidingsvermogen voor de kracht van elk vakgebied en de mogelijkheid om


verschillende benaderingen te gebruiken bij hetzelfde probleem. Dit betekent dus ook dat een honoursstudent moet weten wanneer hij of zij de uitdaging niet meer aankan en hulp moet inschakelen. Verder functioneert een honoursstudent dus goed in groepen en is vooral ontzettend nieuwsgierig gebleven naar al het onbekende. Het is echter essentieel dat een honoursstudent verder groeit naast het programma en daarvoor is de studie heel belangrijk maar vooral de persoonlijke ontwikkeling.

Uiteindelijk ben ik ontzettend benieuwd naar de ontwikkeling van het honoursprogramma en de honoursstudenten. Het zou mooi zijn als we over tien jaren een grote collegezaal kunnen vullen met louter honoursstudenten. Of het programma en de universiteit er dan nog hetzelfde uitzien is natuurlijk afwachten maar in het huidige academische klimaat vol competitie en competenties lijkt het honoursprogramma binnen de portfolio aan ontwikkelingsmogelijkheden van de UT een blijvertje.

***Ik heb gebruik gemaakt van:***

*Stanford Encyclopedia of Philosophy; Virtue Epistemology, Epistemic Logic.*

Lorraine Code, *Epistemic Responsibility*, Hanover: University Press of New England, 1987. p. 220-235.



## Rob Rorije

(Gouda, 1987, Technische Natuurkunde)

Ik ben inmiddels 4e jaars student Technische Natuurkunde aan de Universiteit Twente. Twee jaar lang heb ik aan het honoursprogramma meegedaan. In die tijd heb ik, samen met andere studenten, vier modules gedaan, die iets met wetenschap te maken hebben. In de eerste module hebben we het gehad over grote denkers, de mensen die we eeuwen na hun dood nog herinneren voor hun intellectuele bijdrage aan de wereld. We keken naar wie deze mensen waren, hoe ze op hun ideeën kwamen en ook waarom ze naar die ideeën op zoek waren. Als deel van deze module heb ik gekeken naar het leven en werk van Niels Bohr, en daarbij ontdekte ik hoe onzeker een theorie kan zijn. De quantumtheorie kan op verschillende manieren geïnterpreteerd worden, zonder dat het iets aan de resultaten wijzigt. Hoe zeker is dan de werkelijkheid nog? Daarnaast begon ik me tijdens deze module te realiseren hoe menselijk grote denkers eigenlijk zijn. En dat maakte hun prestatie minder onmogelijk, oftewel het is mogelijk voor iemand zoals ik om een soortgelijke prestatie te leveren.

De tweede module ging over grote vraagstukken, vraagstukken die niet eenvoudig opgelost kunnen worden, en ook op verschillende manieren bekeken kunnen worden. De module was opgedeeld in drie delen: tijd, leven en toekomst. Bij tijd verdiepte ik me in een filosofisch artikel dat beweerde dat tijd niet reëel is. Latere artikelen spraken deze these altijd tegen, maar op verschillende punten in de redenering. Er ontstond daarbij een discussie waarbij twee stappen om de beurt verdedigd en aangevallen werden. Gedurende deze discussie werd het mij duidelijk dat begrippen zoals tijd niet vanzelfsprekend hoeven te zijn. En dat (deze vorm van) filosofie niets voor mij is. Bij leven ging ik kijken naar het bewustzijn, en of dit simpelweg wordt veroorzaakt door een verzameling neuronen, of dat er toch iets meer aan de hand is. Een goed antwoord op deze vraag heb ik nooit gevonden, maar het houdt me toch nog vaak bezig. Ik heb dus geleerd dat sommige vragen onbeantwoordbaar zijn, maar dat ze wel gesteld mogen worden, omdat we er toch iets van leren. Toekomst gaat over hoe de wereld er in de toekomst uit gaat zien, en daarbij kan het broeikas-effect een grote rol spelen. Is het een probleem dat koste

wat kost tegengegaan moet worden of slechts een hype? Een ding is zeker: er gaan dingen veranderen, zo niet door het broeikas-effect zelf, dan wel door de maatregelen die worden genomen om het te voorkomen.

Bij de derde module stopte het interactieve karakter van het honoursprogramma een beetje. Iedereen richtte zich op hun eigen onderzoeksvoorstel en, afgezien van de periodieke updates, werd er weinig samengewerkt. Dit was de module waar ik de meeste problemen ben tegengekomen. Ten eerste miste ik enigszins de begeleiding, daarnaast heb ik eigenlijk een verkeerd onderwerp uitgekozen voor mijn onderzoeksvoorstel. Het interesseerde me namelijk niet genoeg. Toch heb ik er veel van geleerd. Het schrijven van een onderzoeksvoorstel is moeilijk, zeker als het onderwerp je niet interesseert. En daarnaast is voor mij begeleiding erg belangrijk, vooral als die begeleiding een periodieke schop voor de kont geeft.

Over het algemeen heeft het honoursprogramma zijn waarde gehad voor mij. Het heeft mijn visie voor wetenschap sterk veranderd, en laten zien dat natuurkunde niet het enige interessante vakgebied is in de wetenschap. Daarnaast heb ik andere studenten ontmoet die op verschillende manieren naar de wereld kijken.

## In het brein van de wetenschapper

### *Rob Rorije*

Waarom leest u dit? U heeft dit boek in handen gekregen, en heeft het opengeslagen op deze bladzijde. Of u heeft eerst een aantal van de andere stukken gelezen en dat interesseerde u genoeg om verder te lezen. Of het interesseerde u totaal niet en bent u simpelweg koppig genoeg om door te gaan. Niettemin bent u uiteindelijk hier gekomen, en dan vraagt u zich af of u dit stuk zou moeten lezen. En of wat erin staat u interesseert. Hoe komt u erachter of wat hierin staat daadwerkelijk interessant is? Natuurlijk doet u dit door het te lezen, en dat is dus de reden dat u dit stuk leest. De meeste dingen die u doet hebben waarschijnlijk iets minder triviale motivaties. Welke dit zijn, en vooral de motivatie voor het worden van een wetenschapper zal ik dan ook in dit stuk gaan bespreken. En ik hoop dat dit u genoeg heeft gemotiveerd om door te lezen.

Motivatie is datgene wat ons aanzet om iets te bereiken. Het is wat ons drijft in ons dagelijks leven. Iedereen is op dezelfde manier gemotiveerd om de basisbehoeften te bevredigen: honger is een motivatie om te eten, dorst om te drinken, moeheid om te slapen. We kunnen ze onderdrukken, maar tot op zekere hoogte en nooit lang.

Op een volgend niveau kunnen we niet meer eenduidig zeggen wat mensen motiveert. We eten en drinken wat we lekker vinden, of juist wat gezond is. We slapen lang omdat we dat fijn vinden, of juist kort omdat we vroeg naar ons werk of onze school moeten. Ook kunnen we niet meer zeggen dat een bepaald gedrag bij een zekere motivatie hoort. Sommige mensen eten groente omdat het gezond is, anderen omdat ze het lekker vinden, en beide motivaties kunnen ook tegelijkertijd optreden.

Zodra we naar ingewikkeldere bezigheden gaan kijken, zijn er steeds meer verschillende motivaties. Neem het spelen van een spel. Je zou kunnen zeggen dat iedereen het spel speelt om te winnen, maar deze opvatting heeft een aantal problemen: Ten eerste zijn er mensen die het gewoon leuk vinden om een spel te spelen, en voor hen is winnen gewoon extra. Daarnaast wil niet iedere speler op

dezelfde manier winnen. Sommige mensen willen koste wat kost winnen, maar er zijn ook mensen die willen winnen door het eigen slimme handelen, en zij moeten niets hebben van geluk of fouten van medespelers. En dan zijn er nog mensen die op een interessante wijze willen winnen, bijvoorbeeld door bij schaken een eenvoudige winst laten liggen voor een riskante maar veel mooiere reeks zetten die ook naar de winst kan leiden. Het kan zelfs zo zijn dat een speler liever verliest dan wint, als er op die manier een mooiere situatie ontstaat. Of een speler helpt een ander te winnen ten koste van zichzelf, bijvoorbeeld om iemand het spel te leren, of als het plezier van een ander meer waard is dan de eigen winst. Verder is er nog een groep mensen die helemaal het spel niet speelt. De meesten van hen zijn gewoon niet geïnteresseerd in het spel of in spellen in het algemeen. Maar een aantal van hen speelt niet omdat ze kijken hoe anderen spelen, omdat ze dat veel interessanter vinden.

### *Motivatie als carrièrewijzer*

Als we overgaan van het spelen van een spel naar het maken van een carrière, zal de situatie wellicht nog een stap ingewikkelder zijn. Een carrière is namelijk een groot of zelfs het grootste deel van iemands leven. Vele dingen zullen een rol spelen, maar toch hebben mensen vaak een eenvoudige verklaring voor waarom ze doen wat ze doen. Een bekend antwoord is vaak: ik wil veel geld verdienen. Toch lijkt het mij dat, net zoals met het spelen van een spel, dit antwoord een tikkeltje vereenvoudigd is. Het geld verdienen doen mensen meestal niet vanwege het geld verdienen zelf. Vaker is het toch dat mensen dat geld voor iets willen gebruiken, en ook hier verschillen mensen nogal. De een wil een nieuwe auto, de ander wil een mooi huis en een derde geeft al zijn geld uit aan drank. Ik kan nu nog verder specificeren wat dan de redenen zijn om een nieuwe auto te kopen, maar dat levert ons slechts de motivatie van een enkel persoon. Dit is natuurlijk bijster interessant voor die persoon zelf, en waarschijnlijk ook voor mensen in zijn omgeving, maar niet voor ons.

We moeten dus kijken naar mensen die een carrière hebben die niet per se voor het geld is gekozen. Bijvoorbeeld brandweermannen doen hun werk vooral omdat ze mensen willen redden, anders zouden ze wel een minder gevaarlijke baan

zoeken. Of ze doen het juist omdat het zo gevaarlijk is. Aan de andere kant hebben we kunstenaars, die gewoon hun creativiteit kwijt willen, en het daarnaast gebruiken om rond te komen. Maar de carrière die het meest gevarieerd is op het gebied van motivatie is het beroep van wetenschapper.

Wat motiveert de wetenschapper? Er wordt nogal eens gezegd dat de wetenschapper wil weten hoe de wereld in elkaar zit. Ik heb een aantal problemen hiermee. Ten eerste kan een wetenschapper nooit alles te weten komen, simpelweg omdat hij daar de tijd en de vermogens niet voor heeft. Niet alleen weet een natuurkundige weinig over psychologie, maar ook hebben de meeste natuurkundigen (en ook psychologen en andere wetenschappers) zich gespecialiseerd in een bepaald onderwerp. Zelfs de natuurkundigen die een overstap naar een ander vakgebied maken, missen nog steeds de kennis van de tientallen andere vakgebieden. Dan kun je natuurlijk zeggen dat een wetenschapper gewoon een klein deel van de wereld wil begrijpen, maar daar komt mijn tweede probleem om de hoek kijken.

Met wetenschap kun je namelijk niet de werkelijkheid begrijpen, zelfs niet een deel daarvan. Wat wetenschap doet is het maken van een model, wat zo goed mogelijk de werkelijkheid beschrijft. De zwaartekrachttheorie van Newton is bewezen onvolledig of zelfs gewoon fout, maar toch wordt deze veel gebruikt omdat ze de werkelijkheid goed genoeg beschrijft. In elk model wordt zelfs een model gemaakt om het enigszins bruikbaar te maken. Om de zwaartekrachttheorie toe te passen op meer dan twee deeltjes, moeten er aannames en verwaarlozingen gedaan worden, zoals het verwaarlozen van de ene massa ten opzichte van de andere als die veel groter is. Maar gelukkig kunnen we ook van wetenschap een model maken, een dat misschien niet helemaal accuraat is, maar dat we wel altijd kunnen gebruiken: De wetenschap probeert de werkelijkheid te verklaren. Waarbij we met verklaren bedoelen: een model maken dat, als dat model de waarheid zou zijn, dezelfde resultaten oplevert. Dit kunnen we dan in contrast zien met 'de werkelijkheid proberen te kennen'. Dit is iets anders, aangezien een model niet gelijk hoeft te zijn aan de werkelijkheid om dezelfde resultaten als die van de werkelijkheid te geven, terwijl bij kennen dit gelijk zijn wel is vereist. Het model werkt op deze manier altijd goed, zelfs als er een verklaring is die niet gelijk is aan de werkelijkheid, omdat we niet meer genooddaakt zijn om de juiste verklaring te zoeken maar een vruchtbare.

### *De wetenschapper wil meer dan de werkelijkheid verklaren*

Toch zit het verklaren als de enige motivatie me een beetje dwars, en dus kijk ik naar andere redenen om wetenschapper te worden. Het kan natuurlijk zijn dat een wetenschapper iets wil bijdragen aan de samenleving. Als een wetenschapper iets ontdekt waardoor het leven van ons allemaal iets beter wordt, dan is dat natuurlijk erg bevredigend voor die wetenschapper. Maar ook hierin zijn er gradaties te vinden. Sommige wetenschappers hebben een bepaald doel voor ogen. Ze willen bijvoorbeeld een goede en goedkope waterpomp uitvinden om mensen in de derde wereld te helpen. Of ze proberen het broeikas/energie probleem op te lossen met betere zonnepanelen. Anderen willen gewoon iets uitvinden dat voor innovatie zorgt, en dan maakt het ze weinig uit wat dat dan is, of het nu een waterpomp, zonnepaneel of een computerchip is.

Er zijn ook wetenschappers die gewoon graag geld willen hebben, en wetenschap toch meer als middel zien dan als doel. Deze richten bijvoorbeeld een bedrijf op en proberen dan met de juiste technologische ideeën veel geld te verdienen. Een motivatie die hier op lijkt is het verkrijgen van prestige. Als een wetenschapper een belangrijke ontdekking doet, wordt hij daarna eerst door iedereen geciteerd. Vervolgens wordt hij aangehaald als goede wetenschapper door de wetenschappelijke gemeenschap en soms zelfs door de gehele samenleving. Wie kent bijvoorbeeld Einstein niet? Ook in dit geval van prestige geldt dat wetenschap meer een middel is naar de top dan een doel op zich. Bij deze motivatie moeten er wel wat randvoorwaarden gesteld worden. Want, hoewel twee wetenschappers allebei vanwege de roem wetenschapper zijn geworden, kunnen ze toch heel verschillend zijn. De een vervalst experimentele resultaten en overdrijft in zijn papers, terwijl de andere 'alleen' maar hard werkt en enorme moeite doet om de top te bereiken. En als de top bereikt is, dan verschilt nog de mate waarin die positie behouden wordt. Is het voor de persoon in kwestie acceptabel om theorieën, die de zijne tegenspreken, zwart te maken? Of vindt hij dat te ver gaan, en probeert hij van de theorie gebruik te maken om toch zijn positie te behouden? Kortom, ethiek speelt een belangrijke rol in ieders motivatie. Over ethiek weet ik niet zo veel, maar ik wil er wel iets over kwijt. De huidige ethiek is namelijk verouderd. Natuurlijk

werkt het goed in de gevallen van vervalsing van meetresultaten, of plagiaat. Maar het probleem komt samen met de technologie. Het manipuleren van DNA of het creëren van kunstmatige intelligentie zijn vaak punten van discussie. Dit motiveert mensen om voorzichtig met deze onderwerpen om te gaan. De vraag is: is dat verstandig? Kunnen we niet beter van te voren proberen af te spreken welke dingen wel of niet geoorloofd zijn? Ik verwacht wel enige moeilijkheden met dit voorstel. We kunnen niet voorspellen wat mogelijk is in de toekomst. Ook is het niet eenvoudig om regels op te stellen voor iets dat nog nooit gedaan is.

### *Wetenschap: de grootste puzzel ooit*

Een laatste motivatie kun je vinden door wetenschap met een groep puzzels te vergelijken. Het oplossen van puzzels te vergelijken met het spelen van een spel, behalve dat de regels verschillen. Vaak speel je alleen tegen de maker van de puzzel, en niet tegen iedereen die ook de puzzel probeert op te lossen. Daar zijn hier natuurlijk uitzonderingen op, en het lijkt erop dat wetenschap hier bij hoort. Het is zelfs niet zeker of er bij de wetenschap wel een maker is die de puzzels maakt. Of dit zo is geeft een nieuwe puzzel, welke je als een soort metapuzzel kunt zien. Daarnaast worden de puzzels maar zeer zelden vaker dan een keer opgelost. Hier en daar vinden twee (groepen) wetenschappers, onafhankelijk van elkaar, hetzelfde principe. Toch wordt elke nieuwe 'potentiële puzzelaar' meegenomen langs de belangrijkste 'puzzels', met hier en daar ook nog de uitleg hoe hij opgelost (kan) worden. Vaker wordt alleen de oplossing gegeven. Nou zijn daar goede redenen voor natuurlijk, zoals dat niemand alle eerder opgeloste vraagstukken zonder hulp kan oplossen. Daarnaast zijn de puzzels die nog niet opgelost zijn veel ingewikkelder dan de al opgeloste puzzels. En bij puzzels geldt: complexer is beter. Ook is de aard van de puzzels anders: de meeste puzzels hebben een oplossing, en dat is de enige beloning, de enige motivatie. Wetenschappelijke puzzels geven altijd weer nieuwe, moeilijkere puzzels wanneer ze zijn opgelost.

Maar is dat alles? Kunnen we de motivatie van wetenschappers opdelen in begrijpen, geld, roem, ethiek en puzzelen? Volgens mij niet. Ten eerste mis ik de motivatie van de zelfverbetering. Mensen kunnen het beter worden in iets zien als motivatie

op zich. De sporter sport omdat hij dan beter wordt in zijn sport. De acteur acteert omdat hij dan een betere acteur wordt. Er zijn maar weinig sporters en acteurs die de top bereiken en veel geld verdienen. Ze kunnen natuurlijk ook gemotiveerd worden door het plezier dat ze hebben in wat ze doen, maar vaak is het toch een combinatie van de twee. En zo ook is de wetenschapper steeds bezig om iets nieuws te leren, om een zo goed mogelijke verklaring te geven bij een fenomeen, om te bewijzen aan zichzelf dat hij het kan.

### *De mooie wetenschap*

Toch mist er nog steeds iets, namelijk het esthetische aspect van de wetenschap. En dit is iets wat anders is dan de rest van de motivaties. Het heeft namelijk geen doel anders dan het aantrekkelijk maken van de wetenschap. De andere motivaties waren er altijd voor ons, om ons te helpen. Met het begrijpen van de wereld kunnen we macht uitoefenen op die wereld. Met geld doen we de gebruikelijke dingen. Met roem kunnen we invloed uitoefenen. Ethiek zorgt er voor dat we zo goed mogelijk leven. Het puzzelen is een goede oefening, die we weer op de wereld kunnen toepassen. En ons zelf verbeteren zorgt er natuurlijk voor dat we zelf beter worden. Esthetiek is toch anders, aangezien het alleen invloed heeft op de wetenschap zelf. Een mooie theorie zal eerder gekozen worden dan een lelijke. Als Newton een theorie vond die ervan uit ging dat zwaartekracht afnam met de 2.13e macht van de afstand, zou hij een stuk minder in de smaak vallen. En als wetenschap niet zo mooi was, zou ze misschien zelfs nooit ontstaan zijn. Juist omdat men fenomenen tegenkwam die zo ontzettend mooi zijn, ging men op onderzoek uit, om die fenomenen te snappen. Wat is er nu zo mooi aan de wetenschap? Volgens mij is het eenvoud. Dit komt ook voor in Ockham's Scheermes, waarbij de eenvoudigste theorie wordt geaccepteerd, ten koste van de ingewikkeldere theorie. Betekent dit dat wetenschap steeds lelijker wordt? De wetenschap wordt steeds ingewikkelder en uitgebreider, maar dan gaan we ervan uit dat alleen de eenvoud mooi is. Terwijl het natuurlijk ook gaat om wat een theorie kan beschrijven. De Einstein veldvergelijkingen zijn dan wel ingewikkelder dan Newtons zwaartekrachtstheorie, maar er kan wel bijna een heel heelal mee beschreven worden. En dat terwijl Newtons theorie al bij het melkwegstelsel problemen kreeg. De esthetische waarde



ligt dus bij het veel kunnen verklaren met weinig aannames. En dat zien we heel sterk terug in de wiskunde, waar met maar een paar axioma's ingewikkelde theorieën kunnen worden afgeleid.

### *Ik, de wetenschapper*

Dit zijn volgens mij de belangrijkste motivaties voor het worden van een wetenschapper. Maar dat zegt niet wat een bepaalde wetenschapper motiveert. De combinatie van de verschillende motivaties is per wetenschapper anders. Ik kan het beste mijzelf als voorbeeld nemen. Zoals ik al zei, is het begrijpen van de wereld niet meer een issue voor mij. Liever wil ik een mooi model dat de werkelijkheid beschrijft. Maar dat is dan meer een esthetisch argument.

Ik zie mijzelf nog niet voor het grote geld gaan, het bedrijfsleven trekt mij totaal niet aan. Verder heeft roem niet de hoogste prioriteit. Het is natuurlijk leuk om enige bekendheid te hebben, maar dat is niet mijn voornaamste reden om wetenschapper te zijn. Ethiek zal mij ongetwijfeld enigszins sturen in mijn dagelijks leven, maar op precies welke manier is moeilijk te verwoorden. Het puzzelaspect van wetenschap trekt mij zeer aan, want ik houd van puzzels. Samen met de esthetiek krijgen we dan de mooie puzzel. Een enorme puzzel met allerlei subpuzzels die met elkaar op onbegrijpelijke manieren samenhangen, en die na honderden jaren nog steeds niet is opgelost, intrigeert me. Ik weet ook dat de puzzel (waarschijnlijk) niet opgelost wordt tijdens mijn leven, maar dat weerhoudt me niet om te helpen bij het oplossen. Is dat dan mijn hele motivatie? Ik denk van wel, hoewel er altijd nog in mijn achterhoofd de wetenschapper als superheld rondvliegt.

## Joke Noppers

(Emmen, 1980, Psychologie)

Dit stuk komt in een boekje te staan ter ere van het afstuderen van de eerste lichting studenten van het honoursprogramma van de Universiteit Twente. Ik ben een van die studenten. Toen ik vernam dat de Universiteit Twente, een honoursprogramma oprichtte, was ik er als de kippen bij.

Waarom?

Waarom moest de Universiteit Twente nou ook zo'n klasje? Honoursprogramma's zijn overgewaaid uit de Verenigde Staten, waar de bollebozen al langer bij elkaar worden gezet voor hun 'special needs' onderwijs. Nu we in Nederland het egalitarisme bij het grofvuil hebben gezet en de woorden 'top' en 'excellent' ineens helemaal hip zijn, is het niet erg meer om ook hier dit soort klasjes op te richten. Ze geven de universiteit extra cachet. De instelling laat hiermee zien dat er binnen de faculteitsgebouwen 'geëxcelleerd' wordt! Vrijwel alle universitaire instellingen in Nederland hebben al zo'n programma, de HBO's beginnen er ook voorzichtig mee, dus de Universiteit Twente kon niet achterblijven.

Waarom?

Waarom je inschrijven voor zo'n klasje?

Ik ben een met mijn achtentwintig jaar al wat oudere studente psychologie, met wat studievertraging op zak. Ik sta gemiddeld krap een zeven, en ben bij heel wat hertentamens statistiek aangeschoven. Niet echt passend in het gangbare beeld van een honoursstudent. Hierbij denk je toch eerder aan iemand die twee technische studies volgt, en in zijn vrije tijd boeken over kwantummechanica verslindt. Waarom zou ik me aanmelden voor zoiets? U ziet het waarschijnlijk al aankomen, zo zwart-wit is het niet. Het honoursprogramma is geen exclusief clubje voor allerbesten, en het zijn niet alleen de Good Will Huntings die hier behoefte aan hebben. In welke behoefte vervult zoiets dan wel? De behoefte aan gewone excellentie? Iets bijzonders neerzetten?

Tegenstanders van honoursprogramma's zeggen vaak dat die behoefte vaak al ruimschoots vervuld wordt op de universiteiten. Hierin hebben zij deels gelijk. Het honoursprogramma is dan ook niet dé weg naar excellentie. De universiteit biedt al een waaier van mogelijkheden om iets bijzonders neer te zetten. Mogelijkheden op het gebied van topsport, cultuur, innovatie. Alleen, in de kernactiviteit van de universiteit, de academische vorming, waren die mogelijkheden nog erg beperkt. In vakgebied kon je uitblinken, maar je bleef binnen dat vak bezig. Er bovenuitstijgen lukte nog niet, tenminste niet binnen het curriculum dat de universiteit bood.

Het honoursprogramma poogt te voorzien in deze behoefte. Zet iets moois neer, stijgt uit boven je vakgebied. Zo presenteerde het honoursprogramma van de Universiteit Twente zich. En dat trekt een bepaald publiek aan. Mensen die heel verschillend zijn qua achtergrond en vaardigheden, maar die wel allemaal gemeen hebben dat ze bovenmatig geïnteresseerd zijn en buiten hun vakgebied willen denken.

Dit boven je vakgebied uitstijgen, dat klinkt natuurlijk allemaal heel mooi. Maar maken zulke programma's deze belofte wel waar? Het begin van het honoursprogramma op de Universiteit Twente lijkt veel op 'gewoon' universitair onderwijs. De discussies zijn levendiger doordat de studenten gemotiveerder zijn, en er wordt iets meer van je gevraagd. Er worden verschillende onderwerpen behandeld, teksten gelezen en essays geschreven. Ik heb mij bijvoorbeeld bezig gehouden met het werk van Michel Foucault, een Franse filosoof. Dit was een denker die ik zelf heb uitgekozen. Ik moest beargumenteren waarom hij een grote denker was.

Toch verschilde deze eerste fase van het programma in wezen niet veel van een pittige minor. Maar gedurende het honoursprogramma verandert dat langzaam. Langzaam wordt het onderwijs anders, zelfstandiger. Langzaam kom je boven de stof te staan. Dat merkte ik vooral toen ik aan de hand van een model van Mieke Boon de psychologische achtergronden van de klimaatdiscussie tegen het licht hield. En dan komt er dat ene punt. Dat punt waarop je beseft: wat zijn we allemaal gegroeid in die anderhalf jaar dat we nu met dit programma bezig zijn. Voor mij

kwam dit punt bij de eindpresentaties van de Domeinverkenning, waarbij het de opdracht is om volgens officiële richtlijnen een eigen onderzoeksvoorstel te schrijven. Hierbij ging ik in op voor mij interessante vragen over geloof. Welke manier van geloven werkt voor wie, en waarom?

We zijn gegroeid, in die tijd, van mensen die een essay schrijven omdat dat de opdracht is, naar mensen die helemaal zelfstandig een vakgebied induiken, dingen uitzoeken, en die kennis gebruiken om met een onderzoeksvoorstel op de proppen te komen. Dat is: je zelfstandig kunnen bewegen door de wetenschappelijke wereld. Dat is: weten hoe de wetenschap werkt.

Je kijkt rond en ziet hoe wetenschap nou precies beoefend wordt. Niet alleen in je eigen vakgebied maar ook in andere vakgebieden. Hierdoor krijg je een bredere blik op de wetenschap als geheel. En zie je wat je voorheen niet zag. Je weet wat er nu typisch is aan de wetenschapstraditie van je eigen vakgebied, en wat geldt voor alle vakgebieden. En die twee kun je uit elkaar houden.

Dat is waar hem die 'excellentie' in zit. Niet in strenge selectie, cijferlijsten, of kunnen zeggen dat je alleen de toppers binnen haalt. Wellicht zijn de honoursstudenten toppers, maar dan hebben we het over de top qua geïnteresseerd zijn. En dan hebben we het vooral over interesse in de wetenschap. Het honoursprogramma geeft ons de kans iets met die interesse te doen.

Dat is voor mij de toegevoegde waarde van het honoursprogramma van de Universiteit Twente.



## Waar gaat het mis? Waarom wetenschap soms niet lekker zit

### *Joke Noppers*

Wij zijn heel erg moderne holbewoners. De cro-magnon mens heeft vrijwel zijn hele bestaan doorgebracht als nomadische jager en verzamelaar. Sinds de uitvinding van de landbouw, de laatste tienduizend jaar, is daar verandering in gekomen. Maar de ontwikkelingen die ons gewone holbewonersleventje pas echt op de kop hebben gezet, zijn slechts enkele eeuwen oud. Je zou, zeker gezien het korte tijdsbestek, van een ware revolutie kunnen spreken. Zo jagen we nog op wilde zwijnen, en zo zitten we in een airconditioned kantoor achter de computer te werken! Deze revolutie was niet mogelijk geweest met onze gewone manier van denken.

Hoe nuttig de inzichten uit boerenverstand, psychologie van de koude grond, en laat-op-de-avond-filosofie verder ook zijn, voor de technische en logistieke wonderen van onze hedendaagse maatschappij hebben we iets meer nodig. En dat meer is de wetenschap. Computers, vliegtuigen, medische kennis, noem maar op, het is allemaal gebouwd op wetenschappelijke inzichten.

Ik wil het echter niet hebben over deze ontdekkingen. Ik wil het hebben over de menselijke activiteit die deze ontdekkingen mogelijk heeft gemaakt. Wetenschap dus. De wetenschap, wat is dat eigenlijk? Wat doen we eigenlijk, wanneer we wetenschap bedrijven? Laten we eens zien wat voor informatie de Wikipedia over wetenschap geeft:

“Met wetenschap wordt zowel de menselijke kennis aangeduid als de organisatie om deze kennis te vergaren. De wetenschappelijke wereld is dat deel van de maatschappij dat zich uitdrukkelijk ten doel heeft gesteld systematisch kennis te verwerven. De wetenschap heeft een eigen karakter dat blijkt uit haar methoden en conventies. De aldus ontwikkelde wetenschappelijke kennis vormt een reconstructie van een deel van de werkelijkheid en is opgebouwd met behulp van bepaalde wetenschappelijke methodes”.

(<http://nl.wikipedia.org/wiki/Wetenschap>)

Je zou volgens deze definitie wetenschap kunnen zien als een gemeenschap, die een bepaalde systematiek afspreekt om stellingen te toetsen aan de werkelijkheid. De wetenschappelijke gemeenschap controleert elkaar op het juiste gebruik van deze systematiek. Deze systematiek is gefundeerd op logisch redeneren. Er wordt bijvoorbeeld afgesproken om een stelling niet als waar te accepteren, als de onderbouwing van deze stelling logisch niet correct is (Een voorbeeld: De onderbouwing voor de stelling dat mensen van de apen afstammen bestaat uit de observatie dat een kameel twee bulten heeft. Deze observatie klopt helemaal, een kameel heeft inderdaad twee bulten, maar dit feit houdt geen enkel logisch verband met de stelling. En is dus ook geen goede onderbouwing).

Hierdoor is de wetenschappelijke discussie van een andere aard dan de discussies die je in het dagelijkse leven hoort. Meninge van mensen kunnen heel accuraat zijn, maar worden vaak niet onderbouwd met observaties uit de werkelijkheid (dikke mensen zijn gezellig). Of ze worden wel onderbouwd, maar met observaties die niet door logica gekoppeld zijn aan de waarheid van die stelling. (Denk hierbij aan het voorbeeld van de kameel met twee bulten) Of er worden verschillende manieren van toetsen gebruikt in een discussie, die voor inconsistente resultaten zorgen (Dikke mensen zijn gezellig? Ja, want men zegt dat toch niet voor niets? Nee, want ik ken een ongezellige dikkerd!). Ook zijn meningen vaak gekleurd door persoonlijke ervaringen en gevoelens.

Wetenschap probeert zich zo goed mogelijk te wapenen zich tegen dit soort valkuilen. De waarheidsclaims van de wetenschap zijn hierdoor in het algemeen sterker dan de meningen die je in dagelijks leven hoort. ‘De wetenschap’ straalt hierdoor een zekere autoriteit uit. Eigenlijk is wat zij zegt: Iedereen heeft zo zijn mening, maar wij van ‘De wetenschap’ gaan proberen te kijken hoe het echt zit.

De verhouding tussen mensen en deze autoriteit is niet altijd een gemakkelijke. Hier kom ik bij de titel van dit essay uit. Laten we eens gaan kijken waar het wringt. Wat is het, dat er voor zorgt dat sommigen niet met ‘de wetenschap’ door één deur kunnen?



### *Wetenschap en werkelijkheid, voor velen een botsing?*

Veel kun je hierover leren door te luisteren naar gewone discussies, zoals bijvoorbeeld op het Internet. Mensen geven hun mening over allerlei onderwerpen waar de wetenschap iets mee te maken heeft. Tussen hun zinnen door vertellen ze wat hen tegen staat aan 'De wetenschap'.

Veel kun je bijvoorbeeld leren van discussies over homeopathie. In deze discussie heb je 'de wetenschap', in dit geval de reguliere geneeskunst en haar aanhangers (niet noodzakelijk zelf wetenschappers). De reguliere geneeskunst gebruikt vaststaande methoden om de werkzaamheid van nieuwe middelen te beoordelen. Methoden die zoveel mogelijk valkuilen proberen te omzeilen. Door het gebruik van vergelijkingen tussen groepen proefpersonen probeert men toevalligheden uit te schakelen. Aan de andere kant heb je de persoonlijke ervaringen van mensen. En die twee zijn het soms niet met elkaar eens.

Volgens de wetenschap werkt homeopathie niet. Zij heeft de homeopathie volgens haar gebruikelijke methoden getest, en geen aanwijzingen gevonden dat homeopathie werkt. Volgens de persoonlijke ervaring van mensen werkt homeopathie wel degelijk, zo zijn zij van hun hardnekkige eczeem afgekomen! Omdat de bevindingen van de wetenschappelijke methode zo haaks op de persoonlijke ervaringen van mensen staat, staat de wetenschap hier dus vaak ter discussie.

Wat zeggen deze mensen dan over wetenschap, zo tussen de regels door? Mensen halen soms hun eigen ziektegeschiedenis aan, een spontane genezing, waar de wetenschap in hun ogen totaal geen belangstelling voor had. Zij verbazen zich dan zich over de in hun ogen arrogante manier waarop de medische wereld aan dit opmerkelijke fenomeen voorbij ging. Hun genezing zal wel niet in het benauwde straatje van de wetenschap gepast hebben. Ook de autoritaire houding van wetenschap wordt gehekeld. Hoezo weet de wetenschap zo zeker dat alternatieve geneeswijzen niet werken? Ik weet dat homeopathie wel werkt! En waarom heeft de wetenschap dan per definitie gelijk? Het lijkt wel een religie, met al die dogma's!

De absolute waarheid wordt hier alleen niet verkondigd vanaf de kansel, maar vanaf de leerstoel. En de priesters lopen ook nog in lange jurken! (alleen heten die toga in plaats van habijt).

De wetenschap gebruikt volgens veel mensen, haar autoriteit om dingen als 'fout' te bestempelen en te verketteren. Dingen die veel mensen aan het hart liggen. Miljoenen mensen lezen New Age boeken, maar de wetenschap gooit die terzijde als 'onwetenschappelijk'. Hier rijst een beeld op van droogstoppels die voorbij gaan aan wat zo wezenlijk is voor anderen, omdat dat wezenlijke niet te meten is, niet in hun rationele wereldbeeld past. Alleen dat wat te meten is, is waarheid, volgens de wetenschappers, en daarmee begaan zij een grote fout.

Wat is nu samenvattend het beeld dat deze mensen hebben van de wetenschap? Het is in ieder geval duidelijk een beeld waar zij moeite mee hebben. Een beeld van arrogantie. De wetenschap heeft het heilige gelijk in handen. Een 'gelijk' dat kennelijk belangrijk genoeg is om andermans dierbare dingen aan stukken te slaan. Want er gaat iets stuk bij die wetenschap, vinden veel mensen. De wetenschap verkilt en veroordeelt. Zij verkilt omdat zij de prachtige natuur plat slaat en er droge meetgegevens voor terug geeft...

Hebben deze mensen gelijk? Is de wetenschap zo? Of ligt het aan een vertekend beeld van de wetenschap? In mijn essay beargumenteer waarom ik denk dat het waarschijnlijk voortkomt uit een mix van vier verschillende oorzaken. Deze oorzaken zijn onwetendheid over de wetenschap, onbekendheid met de wetenschappelijke methode, teleurstelling, en een weerstand tegen 'het zekere weten'.

### *Onwetendheid*

De eerste twee oorzaken komen voort uit onwetendheid. Weten u en ik wat een agrariër of een minister nu de hele dag doet? Nee. We hebben er slechts een vaag beeld van. Een agrariër die houdt varkens of kippen of verbouwt een of ander gewas. Een minister vergadert de hele dag of is in zijn auto met chauffeur op weg



naar een vergadering. Het vak dat we zelf uitoefenen, daarvan weten we wel precies hoe het gaat. Maar anderen weten dit niet altijd. Ook van de wetenschap weet men niet altijd het fijne.

Je hebt onwetendheid over de wetenschappelijke methode. Wie onvoldoende bekend is met die methode zal wetenschappers wellicht arrogant over vinden komen. Stel u bent op een feestje, en twee heren zijn aan het discussiëren. Is de maan nou van kaas, of niet? Meneer de Bruin zegt dat de maan van kaas is. Meneer De Wit zegt dat dat niet zo is. Meneer de Bruin vindt de mening van meneer De Wit op niets gebaseerd. Meneer de Bruin weet dat hij hoogstwaarschijnlijk gelijk heeft. Waarom weet hij dat zo zeker? Waarom zou hij meer recht van spreken hebben dan meneer De Wit? Meneer de Bruin vertrouwt u toe dat hij dit weet omdat hij zo'n belangrijke baan heeft.

U zult het standpunt van meneer de Bruin als snel arrogant vinden. Zo, u heeft een belangrijke baan? En daarom meent u gelijk te hebben? Wat een poeha! Maar nu hoort u wat die belangrijke baan dan precies inhoudt: Meneer de Bruin is astronaut en heeft zelf op de maan rondgelopen. Dat verandert de zaak. Nu weet u hoe het etiket 'belangrijke baan' en de kennisclaims van meneer de Bruin samenhangen. Zo hangen het etiket 'wetenschap' en 'kennis' in het algemeen ook samen.

Wetenschap checkt de feiten op een systematische manier. Maar bent u niet bekend met de manier waarop wetenschappelijke bewijsvoering plaatsvindt, dan bent u ook niet overtuigd dat wetenschap de (tot nu toe) beste manier is om de feiten te checken. U mist een stukje informatie. Het verschil tussen hoe wetenschappers en de hoe 'de rest' op hun overtuiging komt, is een 'black box' voor u. U denkt dat meneer de Bruin alleen maar autoriteit aan zijn belangrijke baan ontleent. U ziet de belangrijke baan, maar niet de maanreis.

En ja, waarom zou je iemand geloven, alleen omdat hij een witte jas aan heeft? En dan is er nog onwetendheid over 'wat de wetenschap teruggeeft'. De wetenschap zou de wereld iets van zijn glans ontnemen. Een samenleving die weinig wetenschappelijke kennis heeft, komt met een eigen interpretatie van bepaalde fenomenen. Dit leidt tot een magisch wereldbeeld. De sterren bijvoorbeeld.

Dat zijn kijkgaatjes waardoor de overledenen in de hemel onze verrichtingen kunnen volgen. Zo'n uitleg is heel poëtisch. En dan komt de wetenschap. Die pakt ons die hemel af en geeft er een platgeslagen, droge, feitelijke uitleg voor terug. Weg poëzie! Maar weten de mensen, die zeggen dat de magie weg, is wel hoe magisch dat 'droge, feitelijke' is? Dat die puntjes geen kijkgaatjes zijn, maar bijvoorbeeld zonnen zoals de onze, gigantische kernfusiereactoren waar het 15 miljoen graden kan worden, andere werelden zoals Mars, of Jupiter, sterrenstelsels met miljarden sterren op afstanden die zo groot zijn dat we niet meer met kilometers rekenen, maar met de snelheid van het licht? Wie zich verdiept in wetenschap zal van de ene verbazing in de andere vallen. En die verbazing heeft wel degelijk iets magisch. Ja, de wetenschap pakt magie af, maar geeft er ook magie voor terug.

### ***Onwelwillendheid***

Een derde bron van irritatie komt niet voort uit onwetendheid maar uit onwelwillendheid tegenover de resultaten van de wetenschap.

De wetenschap is mooi, maar soms ook ronduit teleurstellend. De wetenschap heeft nog geen aanwijzingen gevonden voor een leven na de dood, bijvoorbeeld. En dat is geen fijne gedachte, zeker omdat het leven niet eerlijk is en velen sterven zonder ooit een kans op een goed leven te hebben gehad.

Over het leven zelf brengt de wetenschap ook al weinig opwekkends... Voor degenen die het slecht getroffen hebben is het leven een concurrentiestrijd waar het recht van de sterkste geldt. Anderen hebben meer geluk, en zijn min of meer van basisvoorzieningen verzekerd. Maar ook voor hen geeft de realiteit, zoals de wetenschap die blootlegt, geen zin. De wetenschap heeft nog geen aanwijzingen ontdekt voor het bestaan van een 'iets' dat het leven hier op aarde een hoger doel geeft. In deze fysieke wereld heeft de wetenschap dus niet veel opbeurends gevonden.

We hebben allemaal verschillende manieren om daarmee om te gaan. Sommigen zeggen dat de vindingen van de wetenschap een reden zijn om aan te nemen dat de wereld inderdaad geen hoger doel kent. Sommigen kunnen zich hierbij neerleggen.



Anderen zijn van mening dat, als er iets 'groters' is, dat 'grotere' waarschijnlijk niet in deze fysieke wereld te vinden zal zijn. Het Hogere staat immers boven ons. Voor hen zijn de wetenschap en zaken als godsdienst en zingeving twee totaal verschillende domeinen, die niet in conflict met elkaar zijn. Voor weer anderen is het helaas niet zo simpel. Zij hebben grote moeite met de vindingen van de wetenschap. Als de wetenschap weer eens verklaart dat er geen aanwijzingen zijn voor het bestaan van fenomenen als geesten, of reïncarnatie, wekt zij irritatie op. Zij valt iets aan wat heel belangrijk is voor deze mensen: hoop. De hoop van mensen dat het hierna niet zomaar afgelopen is, dat je je geliefden terug gaat zien.

De natuurlijke reactie als iets wat je lief is wordt aangevallen is: verdediging. Deze mensen verdedigen die hoop. De wetenschap vindt geen bewijzen voor wat voor hen zo wezenlijk is, nou, dan moet er wel iets gruwelijk mis zijn met die wetenschap! Er wordt gezocht naar zwakheden. Dogmatisme is een geliefde steen om naar het hoofd van de wetenschap te gooien. De wetenschap staat niet open voor andere meningen, andere manieren van onderzoek, en dingen die 'niet in hun straatje passen'. Het paranormale is zo'n ding waar wetenschappers niets mee kunnen. De eenzame strijd van parapsychologen en andere paranormaal geïnteresseerde wetenschappers lijkt dit te onderstrepen. Ze worden verketterd door hun collega's. Verketterd net zoals net zoals Galileo ooit was. En wie had er uiteindelijk gelijk?! Als je niet ingewijd bent in een bepaald vakgebied, is het verschil tussen een 'crackpot' en een eenzame held moeilijk te maken. En als de wens daarbij ook nog heel erg vader van de gedachte is, als het gaat tussen eeuwig leven en dood, ligt de sympathie al gauw bij de wetenschapper die door zijn collega's 'de crackpot' wordt genoemd.

### ***Weerstand tegen 'het zekere weten'***

Het laatste bezwaar is het meest filosofisch van aard. Dit bezwaar gaat over het vinden van resultaten zelf, en niet over wat de resultaten zijn. Hoewel de wetenschap zeer kritisch is over haar resultaten en poogt altijd haar huidige theorieën te vervangen door betere theorieën, zijn er in de loop van tijd toch zaken die behoorlijk vast zijn komen te staan. We weten behoorlijk zeker dat onze denkfuncties in de hersenen huizen, of dat voorwerpen een eigen aantrekkingskracht hebben. En wellicht hebben

sommigen mensen daar ook moeite mee. Dit is niet hetzelfde als het bezwaar van de onttovering. Bij de onttovering is er teleurstelling over wat er ontdekt wordt. Het poëtische wordt vervangen door het prozaïsche. Bij het bezwaar van 'het zekere weten' zit het pijnpunt hem in het feit dat er iets ontdekt wordt. Als de wetenschap zou bewijzen dat de sterren inderdaad kijkgaatjes voor overleden zielen waren, zou er geen ruimte meer zijn voor speculatie en fantasie over de sterren. De werkelijkheid, hoe toverachtig die ook mag zijn, ligt vanaf nu vast. Het zijn kijkgaatjes voor overledenen en niets anders. Voor sommigen gaat hiermee iets voor eeuwig verloren. De fantasie is weg, vervangen door zekerheid. Er valt steeds minder te raden. Als kind vroeg je altijd wat er aan de andere kant van het kanaal was. Waar je nooit mocht komen. Als volwassene weet je wat daar is. Een oude school, een paar huizen, volkstuintjes. Met het weten gaat een zekere naïviteit verloren.

### ***Zijn deze bezwaren te ondervangen?***

Dit zijn dus vier zaken waarvan ik vermoed dat zij meespelen bij het vormen van een mening over wetenschap. Ik denk dat het veelal een mix van deze oorzaken is, die mensen hun mening doet vormen. Vaak zijn deze oorzaken ook niet echt duidelijk gearticuleerd in het bewustzijn aanwezig. Bij mijzelf komen dit soort drijfveren pas naar boven als ik grondig zelfonderzoek doe. Ik denk daarom ook niet dat mensen deze vier punten keurig gaan opsommen wanneer naar hun bezwaren gevraagd wordt.

Al staan deze bezwaren niet als keurige bulletpoints in de menselijke geest, het zijn wel reële bezwaren. De eerste twee bezwaren zijn, in theorie althans, overkomelijk. Onwetendheid is hier het probleem. Onwetendheid kan altijd bestreden worden door kennis en voorlichting. Dit gebeurt langzamerhand steeds meer, met wetenschappers die hun lab uit komen, en het publiek op een aansprekende manier vertellen wat ze daar nu eigenlijk doen. Denk hierbij aan initiatieven zoals de Lowlands University, waarbij er wetenschappelijke lezingen worden gegeven in een tent op een festivalterrein. Het publiek stroomt gretig toe, de wetenschap lijkt in populariteit toe te nemen. De laatste twee bezwaren zijn een lastiger verhaal.

Mensen die niet blij zijn omdat de wetenschap engelen naar het rijk der fabeltjes heeft verbannen, zullen niet erg open staan voor de wonderen van diezelfde wetenschap. Ook zullen ze niet willen horen hoe grondig de wetenschap wel niet is in het uitsluiten van hun geliefde paranormale zaken. Zij zullen altijd wel met een vergrootglas naar de gaatjes blijven zoeken, hopende dat daar stiekem toch een engel doorheen kan.

En op het allerlaatste bezwaar heeft de wetenschap ook niet echt een weerwoord. Het is inderdaad zo, dat met kennis een zekere onschuld teloor gaat. De wetenschap kan tegen dit nadeel slechts een van haar voordelen stellen. Maar zoals met alles dat voordelen en nadelen heeft, zijn die voordelen en nadelen geen antwoord op elkaar. Ze heffen elkaar niet op, zij staan slechts naast elkaar. Het lijkt erop dat we hier een nadeel hebben aangetroffen dat niet is weg te poetsen met meer kennis. Dit is inherent aan de wetenschap. Dit is een nadeel waar we mee moeten zien te leven.

Maar hoeveel gewicht leggen dezen nadelen nu eigenlijk in de schaal? De voordelen van de wetenschap zijn aanzienlijk. Als holbewoner leefden we een kort, naar, en oncomfortabel leven. Dankzij onder andere wetenschap is dat nu verleden tijd. Weegt het nadeel dat er weinig meer te raden valt, op tegen het voordeel van een levensverwachting boven de vijfendertig jaar? Ik zou zelf zeggen van niet!

Ook valt er iets voor te zeggen dat niemand het recht heeft een ander het recht op weten te ontzeggen. Wetenschappers zouden niet hun zoektocht naar kennis op moeten geven omdat de uitkomst ervan sommige mensen niet bevalt. De niet-wetenschapper kan er voor kiezen de wetenschappelijke stand van zaken te negeren. Als een wetenschapper gedwongen wordt op te houden met zijn werk, is dit niet iets dat voor hem te negeren valt.

We kunnen niet onszelf en anderen dwingen weg te kijken. Weg kijken van kennis die voor het oprapen ligt. Negeren wat er nog te leren valt over onze wereld, en de vooruitgang stil zetten omdat die wat teleurstellingen meebrengt. Als we de zoete vruchten van de vooruitgang proeven moeten we ook accepteren dat er af en toe een wat minder zoete bij zit.

## Karoline Marburger

(Hamburg, 1986, European Studies)

Toen ik in 2006 naar de Universiteit Twente kwam om hier aan European Studies te beginnen kende ik geen enkel woord Nederlands. Maar dat was ook niet nodig omdat de opleiding in het Engels gegeven wordt. Na het eerste kwartiel moest iedere eerstejaars naar een gesprek met een van de studieadviseurs. Tijdens dit gesprek vroeg hij me of ik me verveelde in mijn studie, omdat de studiebelasting voor mij geen probleem bleek. Nou ja, toen ik vertelde dat ik op dit moment wel wat tijd over had stelde hij voor om misschien naar het nieuwe honoursprogramma te solliciteren. Ik was geïnteresseerd omdat het me leuk en uitdagend leek met 'topstudenten en toponderzoekers' te werken en ook omdat de thema's me interessant voorkwamen. Het probleem was dat ik nog steeds geen Nederlands sprak, ook al omdat ik helemaal geen cursus had gedaan. Ik heb mijn sollicitatiebrief in het Engels kunnen schrijven en het volgende gesprek met Fokko-Jan Dijksterhuis en Emiel Kappert verliep half in het Nederlands (zij stelden aan mij vragen in het Nederlands) en half in het Engels (ik antwoordde in het Engels). Ik vertelde wat mijn interesses waren, voornamelijk gericht op mijn studie in de sociale wetenschappen. De vraag van de interviewers was of ik dan überhaupt ook interesse voor de natuurwetenschappen had, omdat het programma daar soms sterk op gericht was. Gelukkig maar kon ik ze tevreden stellen, want tijdens mijn laatste twee jaren op school had ik scheikunde als een van mijn hoofdvakken en had ik ook een keer aan de sterrenwacht van Hamburg een cursus over sterrenkunde gedaan. Dus mocht ik meedoen aan het honoursprogramma!

In de eerste module, Grote Denkers, heb ik dan ook nog de hele tijd alleen maar in Engels gepraat. Dat was soms een beetje moeilijk, omdat het lastiger was in de discussies binnen te komen. Als ik nu terug kijk, denk ik dat ik veel meer had kunnen deelnemen en bijdragen aan de discussies als ik ook Nederlands had gesproken. Maar op dat moment voelde ik me (nog steeds zonder cursus) niet zeker genoeg om Nederlands te spreken ook omdat ik thuis in mijn studentenhuus nooit Nederlands praatte. Toch heb ik heel erg van de eerste module genoten, het meest van Newton en Machiavelli. Natuurlijk was het eerste hoogtepunt met onze eigen

denker ook leuk. Het idee zelf te kiezen wie wij als een grote denker keurden vond ik een uitdaging. Mijn denker Leonardo Da Vinci was dan ook een heel interessante keuze. Ik richtte me voornamelijk op zijn onderzoek naar de natuurkunde en de analogieën die hij zag tussen het lichaam van de aarde en dat van de mens. Iedereen herinnert zich vast wel nog mijn legendarische Power Point presentatie die heel veel megabyte bevatte en van die bruine perkament plaatjes, terwijl het toch heel moeilijk was om alles op bruin perkament te schrijven.

Zo begon mijn tweede jaar aan de Universiteit Twente en de tweede module, Grote Vraagstukken. Ik had me vast voorgenoemen vanaf nu alleen maar Nederlands te praten (anders zou het nooit meer iets geworden zijn). En dat deed ik dan ook vanaf de eerste bijeenkomst met Henk Procee aan het begin van de tijd. Het leidde ertoe dat ik eerst nog minder praatte, maar met de tijd werd het beter. Ik schreef een stuk over het tijdsbegrip van de oude Egyptenaren (konden zij in hiërogliefen verleden en toekomstige tijd uitdrukken?), wat een heel boeiend onderwerp was. Tijdens het leven was ik bezig met een verslag over euthanasie die ik samen met Sander Wildeman maakte. In de toekomst heb ik samen met Wiebke Wemheuer de onderhandelingen voor het Kyoto-protocol bekeken.

In de volgende module, de Domeinverkenning, kwam ik heel snel bij een onderwerp dat voor mij van belang was: het Galileo-project van de Europese Unie (EU). Ik had er al een verslag over geschreven in een economievak van mijn studie. Wat me voornamelijk interesseerde was of de EU met dit project een belangrijkere rol in de wereld zou kunnen spelen. Helaas kon ik niet zo snel een geschikte begeleider vinden. Meneer Kuhlmann wilde mij te zeer in de richting van innovatie trekken en meneer Donnelly interesseerde zich voor iets heel anders aan dat project. Dus bleef ik eigenlijk zonder een echte begeleider, hoewel Barend van der Meulen vanaf de helft deze job overnam. Aan het eind was ik niet meer bezig met de rol van de EU in de wereld, maar met de vraag hoe het Galileo-project als een publiek-private-samenwerking mislukte. Maar ik was en ben steeds nog blij met mijn project en ga misschien ook mijn bacheloropdracht erover schrijven. Het was ontzettend mooi om zo'n eigen project te doen en ik heb er ook een aantal dingen geleerd die in mijn verdere studie nog nuttig zullen zijn. Helaas heb ik nu al te veel woorden

voor dit CV dus moet ik het heel kort maken. We hebben gekozen voor het thema 'Wetenschap en werkelijkheid' in dit boek: Wetenschap en werkelijkheid? Wat is werkelijk? Is wat ons de wetenschap vertelt werkelijk? Wat is de relatie tussen wetenschap en werkelijkheid? Zijn er discrepanties tussen de twee? Wat doet de overheid er mee? Zijn er momenten waar de wetenschap bewust iets verkeers aan het publiek vertelt omdat de overheid het wil? Of ook wat gebeurt er als de overheid niet naar de wetenschap luistert? En vanuit die laatste vraag ben ik bij het onderwerp van mijn essay gekomen.





# The Queen Is Not Amused

*Karoline Marburger*

When Queen Elisabeth II. came to the London School of Economics in November 2008 to open a new building she had other things in mind than this new building. Rather, she was concerned about the financial crisis that just became apparent through the stock market crash that month. So when she attended the plenary lecture which apparently was about the reasons of the financial crisis she did not hesitate long to ask the professor (Luis Garicano) the following: “If these things were so large, how come everyone missed them? Why did nobody notice?” – The Queen and I seem to have the same questions (do you too?). Why were there no warnings and if there were why did nobody pay attention to them?

These two questions need to be separated, both of which are not simply answered. The first also implies a connection to what is called substantiation. Sometimes people claim they know or have known something which they fail to base on facts or scientific inquiry. This is opposed to scientifically based arguments. However, the first question, although highly interesting, will not be of concern in this essay. Rather the second question will be in my focus. Why have warnings been ignored? The arguments of people who did see a crash coming, which I will use, are those of renowned people with good academic reputations. They are thus assumed to not be incredible statements. The underlying problem, if there were warnings which were ignored, is that there seems to be a gap between science and reality. Scientists discover that there will or might be a crash of the financial market soon, but when they communicate their knowledge about reality to the public of this reality something goes wrong. I will focus here on the role of the governments because I feel that they were the ones who could and should have taken action. With governments I imply in general important governments such as that of the United States or of European countries. I will argue in this essay that *the governments as the main actors who would have been able to act on warnings were swallows where they should have been boars*. You don't understand what I am talking about? Well then, wait and see. In the following I will first turn my attention to the warnings that were given by several academics. In particular who they were and what they exactly said will

be of major concern. In the next part I will then unravel the mystery of the thesis by narrating two fables, one by Lessing and the other by Aesop. I will explain why and how they can be set in context to the present problem. This is followed by a discussion of the thesis in which I will search for possible reasons that could have driven governments not to act. In the end there will be some concluding remarks.

## *Who gave warnings?*

I found several people who warned against an upcoming crisis. Even though they differed in the ways they communicated their message and sometimes also had slightly different ideas of how the crisis would appear, they, nevertheless, were all convinced that a crisis would inevitably occur in the near future. When I was searching for such people, I first was not that successful in finding them, as if they were still not getting through to the public with their opinions. However, when I continued my search, I gradually found more and more about the people who warned, when they did so, and how. This strikes me because it suggests that it was not that easy to get access to such warnings if you were not explicitly searching for them. However, here I will now not yet concern myself with these aspects but rather present some people who gave warnings. I will focus on just a few which I find most important and which might have had the most influence.

First there is *Nouriel Roubini* – a reputable economist and professor at New York University. In 2006 he made his prediction of an upcoming financial crisis in front of fellow economists of the International Monetary Fund (IMF). At that time his now astonishingly precise prediction was laughed at, because he was known as a pessimistic economist. In an article called “Dr Doom” by Stephen Mihm, published August 17 2008 in the New York Times, the author describes Roubini as giving an “impression of being permanently pained as if the burden of what he knows is almost too much for him to bear”<sup>1</sup>. It seems reasonable not to believe such a man who appears to have a kaffanian pessimism in him. However, this outsider tried hard to get people to believe him – not stopping in an ivory tower but trying to reach the public audience as well. Besides the fact that Roubini was known as a pessimist, there is another aspect in his prediction that made economists skeptical about it. Namely, he based his prediction on analogies he drew with past crises.



This stands in contrast to mathematical economic predictions. Economists criticized that Roubini's "subjective approach" was claimed to be no real science and thus worthless. But when he gave his next talk at the IMF in 2007 he was already regarded as a prophet.

Another person who warned was *Stephen Roach* who works for the Morgan Stanley Investment Group as a senior executive since 2007. His in 2004 projected economic Armageddon first reached the public by accident through an article in the Boston Herald published 23 November of that year. The prediction was made to a number of people at a meeting where no press was allowed. Apparently, his prediction still found its way to the press. Roach founded his argument on the rising current account deficit of the United States and the coinstantaneous increasing household debts of the American citizens. This would – in his analysis – inevitably lead to a crash of the markets<sup>2</sup>. However, he was, just as Roubini, also known as a rather pessimistic economist. Thus his forecast of an economic Armageddon sounded too drastic for most people. Nevertheless Roach stuck to his views by communicating it again and again. For instance, he took part in a Dutch TV program named Tegenlicht in which they simulated a possible crash of the financial markets (De dag dat de dollar valt, The day the dollar falls). It was broadcasted in November 2005.

Worth mentioning are three other persons who gave warnings. *Paul Krugman*, the Noble prize winner of 2008, wrote in 1999 that a crash was coming, while he also emphasized the importance of looking at the past for understanding present events<sup>3</sup>. A second is *Paul Volcker*, who is the former chairman of the Federal Reserve System of the US and now becoming the new financial consultant of Barack Obama. For instance, in 2005 he wrote in the Washington Post that a crisis was inevitable and suggested some actions that could be taken<sup>4</sup>. To mention yet another one: *James Grant* published the prominent book "Mr. Market miscalculates" which is a collection of articles he wrote in his newsletter<sup>5</sup>.

I could have mentioned more people who also gave warnings on an upcoming crisis but this would exceed the scope of this essay. Additionally, as became clear from

what was said above that the views of those who alerted are rather similar. They agreed upon the fact that the economic situation would soon lead to a crash and prominently based this on studying past crises and crashes. Having taken a look at the different economists who predicted the crisis, I will now turn to the fables and government's attitudes.

### *The story of two fables*

As already mentioned above, my thesis is rooted in two different fables. I will start with the fable called "The Boar and the Fox". This one is meant to explain how the governments should have acted when they heard of warnings about a crash of the financial system that should soon occur.

One day a fox sees a boar<sup>6</sup> that sharpens his tusks on an oak trunk and asks him what he is doing because he sees neither an emergency nor an enemy facing him. "That's right", answers the boar, "but precisely for that reason I prepare myself for a conflict, because when the enemy is there, then it is time to fight not time for sharpening your tusks." Prepare yourself in times of luck for future misfortune; collect and arm in good days for worse ones.

The governments should have been like this boar. Even though he had a prosperous time, he did not fail to think about the future and that bad times might be coming soon. The government can from this view be seen as the "conscience" of the people. It is responsible for always trying to look for the people's well-being. Elected by the citizens, the government should do what these citizens expect it to do. Abraham Lincoln already pointed to this fact in his Gattysburg Address. He said that democracy does not only imply government by the people but also for the people, which means that government should be "in accordance to people's preferences"<sup>7</sup>. I will come back to this aspect when we have looked at the other fable which will reveal the counterpart to the boar.

The second fable is called "The young Swallow". A young swallow meets some hard working ants. "What are you doing there?" she asks the busy ants. "We collect



supplies for the winter”, was their response. “That is smart”, said the swallow, “I will do the same.” And she begins instantly to collect an amount of dead spiders and flies and carries them to her nest. “But for what purpose are you doing this?” asks her mother then. “Why? This is a supply for the evil winter, dear Mum. Collect some as well! The ants have taught me this precaution.” “Don’t bother the ants”, answered her mother, “For us swallows nature provided a better fortune. When the rich summer comes to an end we move on away from here.”

The swallows’ mentality in this fable resembles the mentality of governments that even though they got warnings about the likelihood of a soon-to-happen crash did nothing about these warnings. I will later come to possible reasons they might have had to not take action beforehand. But obviously these governments were reluctant to take action. Just as the swallows in the fable they are reluctant to collect a supply for the winter, because they knew that when the winter comes, they will search for a nicer place to live. This can explain the opinion of governments. Taking action would have been unpleasant and unpopular, hard work and/or would have also meant to acknowledge that something went into the wrong direction until then.

When connecting the two fables to the attitude of governments, two different types of governments or politicians are found. On the one hand the boar: a politician who does what he is elected for – namely doing what is best for the people and what adds to their well-being. This type can be seen as an ideal type in Weber’s sense. Max Weber developed the idea of ideal types in order to better understand and measure existing types. Thus, when for instance talking about bureaucracy, one needs to have an ideal type of bureaucracy in mind to be able to classify and understand the existing ones. In this way one can assess to what degree existing types of bureaucracy are consistent with the ideal. In the present case the ideal type of a politician would imply that he acts for the public interest and thus also has a kind of ethic responsibility towards the people.

On the other hand we have the swallow-type of a politician who does not live up to his mandate given to him by the people but rather acts out of self interest. Self interest is connected to rational choice. When people are said to be rational “they

act on *their* preferences so that they do what they think is best with regard to their own welfare”<sup>8</sup>. By trying to maximize their own utility, they do not and cannot simultaneously pay attention to the collective interests of the people. It is not their duty. This type of politician is thus the counterpart of the ideal type of the boar. It remains to see what kinds of politicians were part of the governments that ignored the warnings of a financial crisis, which will be done in the next part.

### ***Reasons for ignoring the warnings***

In this part I will discuss possible reasons that could have tempted governments not to act when they heard the warnings of the economists. Some of these reasons might speak in favour of the thesis that governments were acting as swallows rather than boars, some might not. That needs to be discovered. I will start with the reasons connected to those who warned, move to perceptions of those in charge, and in the end come to the actions that acknowledging the danger of a crash would have implied.

#### *Those who warned*

The most obvious aspect about those who warned is that some of them had a reputation of being pessimistic. As I already said above, it is not reasonable at all to believe those who walk around in a Kafkaian manner as outsiders seeing something bad in everything. But, nevertheless, these people have been right and are now the prophets of the day. Thus, it might have been not that unreasonable to listen to them and to hear how they came to their opinions. This directly leads to another aspect of the warnings. Most of them are based on a rather historical inquiry of past financial crises that search for analogies to get an idea of what might happen in the future (especially Roubini and Krugman). Their way of historical analysis is not widely accepted among the scientific community of economists. Mathematical models would provide a better foundation for a forecast in the common opinion. But there are not that many people who look at these kinds of things anyways, not to speak of an official institute or agency explicitly analyzing the financial market for possible crashes and crises. If there was such an agency, things might have been acknowledged earlier and governments might also have listened more closely to such an institution.

As a consequence from these reasons governments cannot excuse their behavior by pointing to the not that encouraging reputations of the economists who gave the warnings. Further, they can also not really point to the fact that these people based their findings on mainly historical calculations rather than on mathematical ones. This is partly because of the lack of an official agency in charge of watching the financial markets, which means there were no other people to turn to than those who did warn. Again as a government having the responsibility for the well-being of the citizens, it should take into account all means possible regarding this severe matter.

#### *Perceptions of governments*

The perceptions of the governments play an important role in assessing why they ignored the warnings. You will see that here the swallow-mentality is most clear to discover. I found several aspects which are important. One reason for governments to ignore the warnings could have been that they liked the situation as it was. They were thus too comfortable in their American lazy, luxury society to think about uneasy consequences. Volcker also pointed to this aspect. The fact that governments were unwilling to act, lead to not taking any action at all. This is a typical American way of behaving. Think for instance about the Iraq war, which is not on their territory, so they do not care that much. It is also very swallow-like: Now it is summer, why worry about the bad winter?

Another reason could have been the free market ideology in which governments tend to believe in. This theory states that the market will regulate itself, which also implies that no big crashes will happen. On the contrary just the normal ups and downs of the economic cycle occur. The article “Bush Admin Ignored Financial Crisis Warnings” also points to this aspect. “The administration’s blind eye to the impending crisis is emblematic of its governing philosophy; which trusted market forces and discounted the value of government intervention in the economy”<sup>9</sup>. In the light of this argument, governments would not that much have acted as swallows. However, having one certain ideology a government should, in my view, also pay attention to alternative explanations, because it has the duty to act in public interest. The last reason I found is somehow connected to the first one.

It might be that when the crisis really happens the particular government that could have prevented it is not in office any longer. So the government can reason that it is better for them to do nothing because it does not have to worry about the future difficulties. This is again in line with the swallow behavior. Another consideration might have been that, if the crisis really comes, it will not affect their own country but only the others. Or as put in swallows-words: when it becomes difficult to survive we will be gone anyway by then or it will not affect us.

#### *Which action to take against a crash?*

Maybe there was a problem concerning the possibility to take preventive actions. I came up with some that might have prevented governments from taking action. First of all there might not have been a best action to take to prevent a crisis. In addition to cost calculations, actions would have had to be swift which is hard to realize in most democracies, especially in representative democracies. A lot of politicians need to be involved and the decision making rule to pass laws for action is mostly unanimity when it involves questions of budget and state intervention in the economy. This could have been a reason why action was not even tried or why no action could be taken due to the slowness of political decisions. In the first case governments would again have been swallows while in the latter case governments were hindered by the complex nature of political decision making which makes prompt action nearly impossible. This is also suggested by CBS<sup>10</sup>: governments would have tried to be boars but failed. An additional problem would have been that if governments really wanted to prevent a crisis, they would have had to deal with the whole system because of its interconnectedness and co-relatedness.

Another reason, I thought of, is that the governments out of their self interest behavior feared that if they took costly action the possibility of being reelected might not be high. This is because if they took actions against a crisis that then does not occur, it might be hard to prove to the public that it was prevented by exactly these actions. The public might then only see the costly financial burden they have to carry as a result of the actions taken. This argument can be set in context to a third reason for not taking action: It might have been better for the government’s interests to not take any action and leave the responsibility to the banks and

investors. In this way they could not be blamed for doing something wrong and as a bonus could step in as the great beneficiary to help the bankrupt banks out of their crisis. Furthermore the argument is also supported by the fact that in the end there might have been no anyway. However, this way of viewing also resembles a selfish behavior that is not at all in line with a responsible boar.

In the last paragraphs I have considered several reasons why government could have ignored the warnings. Some of these arguments suggested that the governments really acted like swallows, especially when looking at self interest driven perceptions and considerations about possible actions. But some aspects also pointed to possibilities in which the governments seem not to have been swallows all the way. Here the free market ideology could be brought forward again or the fact that decision making procedures are rather lengthy. In my opinion, one of the strongest and most possible arguments, why the warnings were ignored, is that preventive measures would have required a restructuring the whole financial system; an argument not really supporting either type of politician. Additionally, and hereby speaking in favour of the thesis, I find it most probable that governments were uncomfortable about thinking of rather uncertain future disasters and excusing their behavior by pointing at the reputations of economists who give warnings.

#### ***Some concluding remarks***

When Queen Elisabeth came to the London School of Economics in November 2008 and asked the question everybody has, the answer that was given to her was not very satisfying. In my view, it is not even a real answer to the question. The answer Professor Garicano gave was the following “at every stage, someone was relying on somebody else and everyone thought he was doing the right thing”. He did not give an answer to why nobody noticed and why nothing was done. In this essay I tried to point to reasons why the governments did not do anything about the warnings they received and suggested that in the this way governments as the ones that should and could have taken action did not behave as they should have (as boars). It became apparent that it is not that easy to confirm this thesis without some buts. The question remains what to do about it. Do academics need

to get more press and simultaneously a better reputation? Or need governments to come back to a more boar-like behavior? I think there is nothing much that could be done to encourage governments to be more like boars again, if they remain to act on self interest only. Likewise promoting a better reputation for the economists is also not that easy and should start with the governments as well.

Awful - which is apparently also the only thing the Queen responded to the answer given to her by Garicano<sup>11</sup>.

#### ***Notes***

<sup>1</sup>Stephen Mihm, “Dr. Doom”, *New York Times*, 2008

<sup>2</sup>Brett Arends, “ Stephen Roach: Economic “Armageddon” Predicted“, *Boston Herald*, 2004

<sup>3</sup>Paul Krugman, “Should the Fed care about Stock Bubbles?”, <http://web.mit.edu/krugman/www/>, retrieved 3/12/2008

<sup>4</sup>Paul Volker, “An economy on thin Ice“, *Washington Post*, 2005

<sup>5</sup>Michael Henningan, “Global Financial Crisis: Warnings of danger from 2001 and a FED all bark but no bite”, *FinFacts*, 2008

<sup>6</sup>A.K.A.: wild pig, tusker, ever, everzwijn, wilde zwijn, Eber, Wildschwein, verrat, jabalí, verraco, verro,...

<sup>7</sup>Arend Lijphart, *Patterns of Democracy*, New Haven: Yale University Press, 1999, p.1

<sup>8</sup>Bruce De Mesquita, *Principles of international Politics*, Washington: CQ Press, 2006, p. 308

<sup>9</sup><http://cbs5.com/business/financial.crisis.gordon.2.876880.html>, retrieved 1/12/2008

<sup>10</sup><http://cbs5.com/business/financial.crisis.gordon.2.876880.html>, retrieved 1/12/2008

<sup>11</sup>Good that she came there to open a new building for the LSE. Now they at least have more room for more students to study economics and possible crises.



## Roy van Koten

(Haarlem, 1985, Advanced Technology)

“Zoek jij een intellectuele uitdaging om je bachelor te verrijken? Ben je een eerste- of tweedejaars die bovengemiddeld scoort? Vanaf [datum] biedt de UT het honoursprogramma aan voor talentvolle en ambitieuze studenten. Op [datum] kun je bij een (gratis) lunch nader kennismaken met de inhoud, opzet en toelatingseisen van het honoursprogramma.”

Hmmm... een gratis lunch...

Nee daarvoor deed ik niet mee aan het honoursprogramma, die gratis lunch was immers eenmalig. Waarom dan wel? Ben ik een talentvolle en ambitieuze student? Blijkbaar behoorde ik tot het groepje studenten van mijn opleiding AT (Advanced Technology) dat bovengemiddeld scoorde. Op het VWO scoorde ik zeker niet bovengemiddeld. Er waren wel enkele vakken die mij goed af gingen, vooral de bètavakken waren dat, maar zo makkelijk dat ging, nog moeilijker was de rest. AT ging me echter verassend goed af. Waarschijnlijk omdat ik me nu vooral bezig kon houden met de dingen die ik leuk vond en waar ik goed in was. Regelmatig kwam ik dingen tegen waar ik me al eerder in verdiept had, en het feest der herkenning was voor een tijdje zeer aangenaam. Ik leerde dat niet alleen de docenten wisten hoe alles zat, maar dat ik door middel van logisch en wetenschappelijk redeneren ook mijn eigen autoriteit kon zijn.


Toch miste er iets. Bij het normale bacheloronderwijs werd vooral verteld wat bekend was en eigenlijk ben je er dan nog niet. De meeste vakken hebben dan ook een naam beginnend met ‘Introduction to...’. Het begrijpen van de stof was, hoewel soms lastig, over het algemeen niet zo een probleem. Maar zelfs na een bacheloropleiding weet ik nog vrij weinig vergeleken met al die onderzoekers aan de universiteit. Misschien was dat het doel ook niet, maar was het doel om zelf al die wetenschappelijke kennis te kunnen begrijpen, als een basis om verder te kunnen leren. Wanneer begin ik dan met me meer te verdiepen in die dingen die ik interessant vind? Hoe hadden die mensen die mij voorgedaan zijn, en nu onderzoek doen, dat gedaan? Eigenlijk wist ik het antwoord al, gewoon bezig zijn met de dingen waar ik geïnteresseerd in ben. Ok, ‘gewoon bezig zijn’ is misschien

wat simpel uitgedrukt. Want waar begin ik? En waarmee? Die bachelorvakken waren misschien ze gek nog niet, alleen het moest ietsje verder gaan, meer gericht op wetenschappelijk onderzoek. Het honoursprogramma kwam dus als geroepen.

In de eerste module van het honoursprogramma hebben we het werk van enkele grote denkers bekeken om enig inzicht te krijgen in hoe zij tot hun ontdekkingen zijn gekomen. Als afsluiting van de module heeft ieder een eigen denker onder de loep genomen. Hierbij heb ik Maxwell’s afleiding van zijn theorie van elektromagnetisme bestudeerd. Hoewel ik wel elektromagnetisme had gehad bij AT, was me vrijwel niets bekend over hoe hij tot de bekende Maxwell-vergelijkingen kwam. Zijn logische redeneringen en het gebruik van analogieën was fascinerend maar soms toch wel lastig te volgen. De afleiding begrijpen was een stuk ingewikkelder dan het begrijpen en toepassen van het eindresultaat.

In de volgende module hebben we complexe maatschappelijke vraagstukken bekeken zoals de klimaatproblematiek. Begrippen als tijd en leven bleken erg moeilijk te definiëren. Echte afbakening van een begrip als leven lijkt vrijwel onmogelijk omdat er altijd wel uitzonderingen zijn. In het eerste deel, dat over tijd ging, hebben we een Veni-subsidie voorstel geschreven. Ik heb daarbij gezocht naar nog onbekende verschijnselen in de biologische klok. Hierbij bleek het vinden van een onderwerp, waarbij nog iets uit zoeken is, nog wel mee te vallen. Gelukkig bleef dit bij het schrijven van een voorstel, want daarna bleek het vrijwel onmogelijk om met andere onderzoeksgebieden dan waar ik normaal zelf mee bezig ben nog iets nuttigs te kunnen doen. Het gebruik van analogieën zoals Maxwell deed is niet altijd even goed mogelijk. Dit maakt maatschappelijke vraagstukken ook zo moeilijk op te lossen, omdat het vele verschillende gebieden bevat. In het onderdeel ‘Leven’ ben ik toch wat dichterbij mijn eigen vakgebied gebleven en heb ik samen met Arvid Keemink kunstmatige evolutie gesimuleerd, om er achter te komen wat voor invloed selectieparameters op de evolutie hadden. Evolutie bleek zeer goed na te bootsen op een pc maar vergde wel erg veel tijd.

In mijn zoektocht naar een master-studie, aangezien AT alleen een bachelor heeft, kwam ik een voor mij nieuwe technologie tegen, fpga’s. Dit zijn chips waarmee



hardware ontworpen kan worden zonder dat er steeds een hele nieuwe chip geproduceerd moet worden. Nadat ik me hier al redelijk veel in verdiept had, heb ik bij de domeinverkenning, waarbij we een onderzoeksvorstel moesten schrijven, hier meer mee gedaan. Mijn oorspronkelijke idee was om simulaties uit te voeren met deze fpga's, omdat deze enkele voordelen meebrengen ten opzichte van computers. Uiteindelijk heb ik een voorstel geschreven voor een chip die, door middel van evolutie, gericht een specifiek probleem kan oplossen. Hierbij ging het dan om het verwijderen van ruis uit afbeeldingen. Normaal gesproken is hiervoor bepaalde informatie nodig die in de praktijk niet voor handen is. Door de toepassing van deze techniek kan dit probleem dan omzeild worden.


Hoewel in het begin van het honoursprogramma mij niet echt duidelijk was hoe onderzoek gedaan kon worden is dit mij gaandeweg wel duidelijker geworden. Natuurlijk vergt het tot een succesvol einde brengen van een onderzoek erg veel kennis en ervaring, maar langzaam aan komt dit steeds een stapje dichterbij.

## Hoe kan wetenschap de werkelijkheid veranderen?

*Roy van Koten*

Waarom doen mensen aan wetenschap? Er zijn vast meerdere beweegredenen om iets met wetenschap te doen of 'de wetenschappelijke methode' toe te passen. Het ideaalbeeld dat we met wetenschap de werkelijkheid kunnen begrijpen en zelfs kunnen veranderen fascineert mij echter het meest. Misschien kunnen we nooit alles begrijpen maar er is ook veel dat we al door wetenschap te weten zijn gekomen. Wetenschap maakt de werkelijkheid begrijpbaarder maar niet volledig zichtbaar. Het is een middel om een beschrijving van de werkelijkheid te maken. Door deze kennis kunnen we dingen makkelijker doen en zo meer bereiken. We leven langer doordat we weten waardoor we ziek worden en hoe we dat kunnen voorkomen. Communiceren met anderen aan de andere kant van de wereld is normaal en eenvoudig geworden.

Er lijkt een nieuwe werkelijkheid te zijn ontstaan door nieuwe kennis. Maar heeft de wetenschap echt de werkelijkheid veranderd? Hoe kan iets dat een beschrijving is van wat er is juist datgene veranderen? Het ideaalbeeld dat we met wetenschap denken te kunnen bereiken is doordrongen van een platoons wereldbeeld. Doordat wetenschap de 'echte' werkelijkheid begrijpbaar maakt kunnen er nieuwe manieren ontstaan om dingen te doen, waar te nemen, of na te denken. De werkelijkheid kan veranderen doordat we een beter begrip krijgen van hoe deze werkt. Ons wereldbeeld gaat dan een beetje meer lijken op hoe de wereld werkelijk is. De 'echte' werkelijkheid is dus helemaal niet veranderd. De werkelijkheid kan echter ook veranderen doordat er nieuwe mogelijkheden ontstaan. Zowel onze kijk op de wereld als de mogelijkheden die we hebben bepalen wat we doen en hoe we dat doen. Vooral de nieuwe mogelijkheden vind ik interessant. Tot voor kort dacht ik dat eigenlijk alleen dat technologie tot echte veranderingen kan leiden. Onze kijk op de wereld hoeft hier namelijk helemaal geen rol bij te spelen (ook al doet dit het vaak wel). Mensen kunnen een bepaalde kijk hebben op de wereld en toch gebruik maken van technologie of mogelijkheden die eigenlijk tegenstrijdig zijn



met het beeld dat ze van de werkelijkheid hebben. Ook worden er technologieën geïntroduceerd voordat veel mensen daar over nagedacht hebben en verandert hun beeld van de werkelijkheid daarna pas. Hoe verandert wetenschap onze alledaagse werkelijkheid dan precies?

### ***Mogelijkheden***

Van alle wetenschappelijke of technologische ontwikkelingen is er één die mij het meest fascineert. Misschien komt dat ook wel doordat ik deze voor een groot deel zelf meemaak terwijl de meeste andere wetenschappelijke ontwikkelingen iets uit het verleden zijn. Deze ontwikkeling, het internet, heeft een aantal eigenschappen die niet eerder voorkwamen en die een versnelling in de ontwikkeling mogelijk maakte en onze alledaagse werkelijkheid drastisch verandert.

Iemand die opgroeit in een tijd dat de televisie het primaire medium is zal vooral een gebruiker zijn van dit medium. De kans dat diegene iets zal bijdragen aan de ontwikkeling van de televisie zelf is gering. Slechts een kleine groep mensen zal zich interesseren voor de ontwikkeling van deze technologie. Iemand die opgroeit met internet als het primaire medium zal veel eerder iets bijdragen aan de content van het medium. Daarnaast zijn de 'tools' en de kennis om de technologie te ontwikkelen ook direct beschikbaar. Iedereen kan eigenlijk meteen 'onderzoeker' worden zonder dat je eerst jarenlang kennis moet vergaren en daarna nog een mogelijkheid moet zoeken om gebruik te kunnen maken van het juiste instrumentarium. Natuurlijk heb je wel wat basisvaardigheden nodig maar er is genoeg informatie te vinden om zelf te leren programmeren en hiermee dus de technologie verder te helpen. Veel mensen zullen dit natuurlijk niet doen, maar de mogelijkheid om het te kunnen doen zorgt voor een snellere ontwikkeling van de technologie. Zelfs wanneer je totaal geen ambitie hebt om gebruik te maken van de nieuwe mogelijkheden die het internet biedt, word je enigszins gedwongen om er toch gebruik van te maken, omdat het oude technologieën vervangt en daar soms iets aan toevoegt. Zeker wanneer steeds meer mensen hun dagelijkse bezigheden verplaatsen naar dit medium, worden ook anderen gedwongen om dat te doen. Hoewel de meeste bezigheden op het internet eigenlijk vrij nutteloos zijn,

zoals het posten van een foto van een grappig kijkende kat met een nog grappiger onderschrift, kunnen deze nutteloze bezigheden zelfs nuttig worden. Zo worden de miljoenen plaatjes op het internet gebruikt om robots leren om objecten te herkennen. Het onderschrift dat je bij de foto hebt getypt scheelt de onderzoekers een hoop typewerk.

Deze mogelijkheden van het internet vinden zijn oorsprong in de onderliggende technologie, de computers. Hoewel deze natuurlijk bestaat uit hardware die ontwikkeld wordt door een kleine groep mensen, zoals dat ook destijds bij de televisie het geval was, is er een soort tweede 'virtuele' technologie waarvoor geen extra materiële spullen nodig zijn. Alles wat nodig is om software te maken en de ontwikkeling verder te helpen is de kennis en de 'tools' die al op het internet staan, samen met wat verbeelding en creativiteit. Het verschil tussen de beschrijving of het ontwerp van de technologie en de technologie zelf is vrijwel verdwenen. Deze virtualisatie van de technologie heeft gezorgd voor een gigantische versnelling van de ontwikkeling van het internet. En daarmee ook voor een verandering van onze alledaagse werkelijkheid. Ik denk dat in de komende jaren zal blijken dat deze virtualisatie nog verder gaat dan de software alleen. Hetzelfde trucje kan namelijk ook op de hardware toegepast worden. De eerste ontwerpen van 'virtuele' hardware die aangepast kunnen worden zonder dat er fysiek iets nieuws nodig is zijn al op internet te vinden.

De virtualisatie is een drijvende kracht achter de ontwikkeling van internet. Er is echter nog meer dat gezorgd heeft voor de snelle ontwikkeling van het internet. Computers en het internet zijn ontwikkeld met bepaalde ideeën in het achterhoofd van de onderzoekers. De continue groei van het internet was mogelijk doordat de technologie die het internet mogelijk maakte, 'routing', al vanaf het begin de capaciteit had om de groei die pas veel later volgde te ondersteunen. Natuurlijk is het wel noodzakelijk om de hardware te blijven ontwikkelen om nieuwe mogelijkheden van de 'virtuele technologie' te kunnen ondersteunen, maar ook hier hebben de onderzoekers vanaf het begin rekening mee gehouden. Elke nieuwe computer is compatibel met de voorgaande en de software blijft bruikbaar. Een mooie verwoording van de invloed van deze ideeën die ten grondslag liggen





aan de ontwikkeling van het internet vond ik natuurlijk op het internet zelf: 'The ideology behind the world in which you develop must have a strong influence over how you see the world. The ideas behind the web have had a strong influence over my world. It's not just about hardware and software. It's about ideas.'

Het internet heeft onze alledaagse werkelijkheid vooral kunnen veranderen doordat het in nieuwe mogelijkheden voorzag. Dit is het 'technologische antwoord' op de vraag hoe wetenschap de werkelijkheid kan veranderen. Technologie kan van zichzelf echter niet snel tot veranderingen leiden. Zoals bij het internet het geval was, moeten de omstandigheden wel ruimte geven voor de groei en verspreiding van de technologie. Bij het internet was dit dus zeer goed geregeld. De technologie moet echter ook geaccepteerd worden door de maatschappij. Dit is het ideologische antwoord op hoe wetenschap de werkelijkheid verandert. Het wereldbeeld dat mensen hebben is vaak bepalend voor de acceptatie van technologie of wetenschap. Dit wereldbeeld kan echter ook weer door wetenschap en technologie beïnvloed worden. Ook hierbij is het internet natuurlijk een uitstekend voorbeeld. Het internet is dan ook vooral ontwikkeld om kennis en informatie te verspreiden, hoewel in eerste instantie niet op de schaal waarmee dit nu gebeurt.


### ***Tegenstand***

Er zijn dus situaties waarbinnen wetenschap de alledaagse werkelijkheid kan veranderen. Er is vaak ook een ideologie achter de toepassing, maar hiervoor moet er eerst natuurlijk ook een probleem zijn waarvoor een oplossing in de wetenschap te vinden is, maar echt grote veranderingen ontstaan alleen wanneer de technologie zich kan ontwikkelen. Bij het internet ondersteunde de technologie groei en maakte het tegelijkertijd de ontwikkeling toegankelijker. De veranderingen leken onvoorzien en tegelijkertijd vrijwel niet tegen te houden. Doordat de technologie de ontwikkeling ondersteunde en de technologie geaccepteerd werd door de maatschappij was er een verandering mogelijk. Zelfs wanneer de weg vrij ligt voor een wetenschappelijke toepassing zal dit niet altijd leiden tot een verandering van de alledaagse werkelijkheid. Dit was ook zo bij gouden rijst. Gouden rijst was oorspronkelijk gemaakt uit ideologisch oogpunt. Rijst is het hoofdvoedsel in een

groot aantal delen van de wereld waar gebrek aan vitamine-A een groot probleem is. Vaak is er maar één kom rijst per persoon per dag beschikbaar, en verder niets. Een tekort aan vitamine-A kan leiden tot blijvende blindheid. Ook zijn veel kinderziekten dodelijk bij een gebrek aan vitamine-A en sterven hierdoor jaarlijks twee miljoen kinderen. Er zijn duizenden rijst soorten waarvan geen enkele vitamine-A bevat in de eetbare delen, terwijl vrijwel alle groenten en vlees vitamine-A bevatten. De distributie van andere voedingsmiddelen en medicijnen naar de werelddelen waar dat nodig is blijkt een groot probleem. Wanneer de rijst, die toch al beschikbaar is, vitamine-A zou bevatten zou dit een hoop levens redden. De rijst zou gratis beschikbaar komen voor boeren met een laag inkomen, tot aan een jaarsalaris van tienduizend dollar, wat in deze landen eigenlijk geen laag inkomen is. Er zijn totaal geen beperkingen in tegenstelling tot andere genetisch gemodificeerde gewassen. Bij de al bestaande gemodificeerde gewassen moest er na elke oogst weer opnieuw zaad ingekocht worden bij de producenten. De gouden rijst kon simpelweg één keer verspreid worden en de al bestaande infrastructuur zou zorgen voor de rest. Het project was uniek omdat dit het eerste genetisch gemodificeerde gewas was waarbij er ook een voordeel was voor de consument.

Om de gouden rijst te kunnen maken was er echter een hoop onderzoek en geld nodig. Hiervoor waren bedrijven nodig die wilden investeren. Ze konden dan de rijst verkopen in de rijkere landen, onder de voorwaarde dat de rijst gratis beschikbaar kwam voor boeren met een laag inkomen. Een win-win situatie voor alle partijen dus. Het vinden van investeerders was geen probleem omdat de bio-gen bedrijven stonden te springen om hun imago te verbeteren. Na zes jaar onderzoek was de gouden rijst een succes door voor het eerst een volledig nieuw gen toe te voegen waardoor de rijst bètacaroteen bevat. Hoewel de eerste soorten gouden rijst vrij weinig hiervan bevatten, doordat er gebruik was gemaakt van genen uit de narcis, is het ondertussen al gelukt om het zelfde te doen met genen uit maïs. Hierdoor bevat de rijst genoeg bètacaroteen welke omgezet wordt in vitamine-A.

Het project liep echter vast op juridische procedures over patenten. Het proces om de rijst te maken bevat zeventig methoden die allemaal gepatenteerd zijn en dus niet gratis gebruikt mogen worden. Ook is er tegenstand van organisaties als



Greenpeace vanwege mogelijke risico's van genetisch modificatie. Vooral vanwege de risico's is er veel weerstand vanuit de maatschappij tegen genetische modificatie. Echt mislukt is het project echter nog niet. De problemen lijken langzaam toch opgelost te worden. Ook zijn er al gewassen in ontwikkeling die andere belangrijke voedingsstoffen bevatten, zoals ijzer en foliumzuur en, mits de problemen opgelost worden, onder dezelfde voorwaarden verspreid kunnen worden.

Dat technologie op zichzelf niet direct tot veranderingen van de werkelijkheid leidt, is bij de gouden rijst zeer duidelijk. De wereldbeelden en de belangen van bepaalde groepen mensen houden de ontwikkeling tegen. Veranderingen van de werkelijkheid ontstaan door technologische toepassing, maar voordat dit mogelijk is zal eerst het wereldbeeld moeten veranderen.

### ***Wereldbeeld***

Dat technologie onze werkelijkheid kan veranderen is wel duidelijk. Maar wetenschap resulteert niet altijd direct in technologische toepassingen. Toch kan wetenschap ook dan nog een grote invloed hebben op onze werkelijkheid, doordat het ons beeld van de werkelijkheid verandert. Evolutie wordt hierbij vaak als voorbeeld gebruikt, omdat het contrast met het wereldbeeld voordat evolutie aanvaard werd zo groot is. Darwin's evolutietheorie gaf een verklaring voor de verschillen in en verandering van eigenschappen tussen individuen en soorten. Door variatie in eigenschappen en de overerving van deze eigenschappen kan er een selectie op eigenschappen plaats vinden. Wanneer de eigenschappen nadelig of voordelig zijn bij bepaalde omstandigheden kunnen deze verdwijnen of juist vaker voorkomen. Hierdoor is er een langzame aanpassing aan de omgeving. De verschillen in eigenschappen ontstaan door overerving van de genen en mutaties in genen. Voordat Darwin zijn theorie bekend maakte was vooral creationisme het gangbare wereldbeeld. Daarnaast waren er nog enkele andere theorieën, zoals spontane generatie, die iets minder populair waren. Ook waren er wel enkele met evolutie vergelijkbare ideeën, maar die waren over het algemeen niet bekend. De evolutietheorie was zeer overtuigend en werd later ook door andere ontdekkingen bevestigd, waardoor het een wijd verspreid wereldbeeld is geworden. Toch betekent

dit niet dat evolutie voor iedereen bepalend is voor het wereldbeeld, waarschijnlijk voor de meeste mensen zelfs niet. De invloed van wetenschap op ons wereldbeeld is veel subtieler dan de invloed van technologie op onze alledaagse werkelijkheid. Theorieën of ideeën over hoe iets 'is' zijn veel makkelijker te negeren dan een technologische toepassing. Een andere wetenschappelijke ontdekking, die vrij dicht bij evolutie ligt en ook een grote invloed heeft gehad op ons wereldbeeld, is geologische tijd. In de 19e eeuw was de algemene opvatting dat de aarde slechte enkele duizenden jaren oud was. Andere hadden de aarde op 100 miljoen oud geschat, soms zelfs met berekening zoals Lord Kelvin had gedaan. Door de ontdekking van radioactiviteit door Marie Curie wist Ernest Rutherford een methode te ontwikkelen om steen te dateren. Enkele jaren later leidde dit tot de ontdekking dat de oudste stenen en dus de aarde 1600 miljoen jaar oud waren. Dit was zelf ouder dan het universum toen werd geschat. De ontdekking van radioactiviteit heeft dus uiteindelijk een gigantisch invloed gehad op het wereldbeeld van heel veel mensen.

### ***Cultuur***

Echte wetmatigheden afleiden uit wetenschappelijke ontwikkelingen die leiden tot een verandering van de alledaagse werkelijkheid is vrij moeilijk. Dit blijkt ook vaak als dezelfde trucs opnieuw toegepast worden. Zo bleken mobiele versies van het internet, zoals wap, de afgelopen decennia over het algemeen toch een mislukking. Hoewel wap misschien meer lijkt op een product dat ontwikkeld is uit commercieel oogpunt dan op een technologische toepassing van wetenschap, is dit, denk ik, toch niet helemaal het geval. Wap is eigenlijk een soort tweede internet met de ideologie dat deze altijd en overal beschikbaar is. In Japan leek het dan ook een groot succes. Toch sloeg het in vele andere landen en ook in Nederland niet aan. Wap leek dezelfde potentie als internet te hebben, met als toevoeging dat het mobiel was. Het was echter vrijwel los opgezet van het internet waardoor alle informatie op het internet eigenlijk ontoegankelijk bleef. Ook de toepassing op mobiele telefoons bracht nadelen met zich mee zoals een veel te klein scherm. De toevoeging van mobiliteit woog blijkbaar niet op tegen de alternatieven die al beschikbaar waren. Het moment waarop een wetenschappelijke ontwikkeling of toepassing wordt

geïntroduceerd lijkt dus ook van invloed te zijn op de mate waarop deze de alledaagse werkelijkheid kan veranderen. Was wap al mogelijk geweest voordat er internet was, dan was deze vast veel succesvoller geweest. Misschien heeft ook de cultuur invloed, aangezien mobiel internet in Japan een veel groter succes was dan in Europa.

Sinds kort is het in Nederland ook mogelijk om TV te kijken op je mobiel. Of dit een succes wordt kan ik natuurlijk niet met zekerheid zeggen, maar er lijken wel enige overeenkomsten te zijn met wap. Ook dit is weer een bestaand medium dat geïntegreerd wordt met de mobiele telefoon. Het voegt zeker nieuwe mogelijkheden toe aan onze werkelijkheid, maar het is niet echt een oplossing voor een bestaand probleem. Mobiele TV is slechts op enkele specifieke momenten handig zoals in de trein. Op andere momenten zijn er betere alternatieven. In Japan is mobiele TV echter ook weer een succes. Een mogelijke verklaring hiervoor is de cultuur. In Japan is het veel minder gewoon om meerdere TV's of PC's in huis te hebben. Vaak hebben de huizen zelfs verplaatsbare muren en heeft niet ieder gezinslid een eigen kamer terwijl het in Nederland bijvoorbeeld heel gewoon is om in bijna elke kamer een TV of PC te hebben. Het hebben van mobiele TV of internet voorziet in Japan dus in een behoefte waar geen alternatieven voor zijn.

### ***Toekomst***

Wetenschap kan ons wereldbeeld veranderen omdat het een middel is waarmee we de wereld om ons heen kunnen begrijpen. Meer kennis kan simpelweg leiden tot het kunnen zien van meer mogelijkheden die vervolgens in toepassingen omgezet kunnen worden. In eerste instantie lijkt een wereldbeeld waarbij evolutie aanvaard wordt niet echt snel te leiden tot een verandering van onze alledaagse werkelijkheid. Gouden rijst kon echter niet bedacht worden zonder te weten van het bestaan van genen. Wanneer de omstandigheden, zoals de cultuur en al bestaande mogelijkheden, juist zijn en de maatschappij de technologie aanvaard kan een technologische toepassing pas echt tot veranderingen leiden.

Wat zou de volgende grote verandering door technologie zijn? Er zijn enkele veelbelovende onderzoeksgebieden zoals de eerder genoemde genetische modificatie

maar ook nanotechnologie en robotica. Vooral nanotechnologie en robotica zijn echter nog ver weg van de echte toepassingen in het dagelijks leven die tot grote veranderingen leiden. Toch zijn deze wel al merkbaar. Robots worden bijvoorbeeld al lang gebruikt in de industrie en er zijn al materialen gebaseerd op nanotechnologie. Dit is echter nog maar het topje van de ijsberg van mogelijkheden. Er is echter nog een technologie die misschien wel veel eerder tot grote veranderingen kan leiden. In een documentaire van Tegenlicht, eind 2008, wordt het zelfs de energierevolutie genoemd. In de afgelopen dertig jaar is de zonnecel zover ontwikkeld dat deze nu een goed alternatief lijkt te zijn voor energieproductie. Een oppervlak ter grootte van Frankrijk is, volgens de documentaire, nu al genoeg om met zonnecellen de hele wereld te kunnen voorzien van energie. De grote ontwikkeling van zonnecellen in de afgelopen jaren komt vooral doordat de productietechnologie vrijwel dezelfde is als die van de elektronica die natuurlijk ook een gigantisch ontwikkeling heeft doorgemaakt in de afgelopen decennia. De meeste zonnecelproducenten hebben voor volgend jaar een productiedoelstelling van enkele gigawatts aan zonnecellen. Ter vergelijking: een kolencentrale levert ongeveer 1 gigawatt. Achter de zonnecel zit natuurlijke de ideologie van duurzame energie, welke vooral de laatste jaren erg populair lijkt te zijn. Ook zijn er steeds meer landen die subsidies verlenen zoals in Duitsland al enkele jaren gebeurt. Zonnecellen lijken op het punt te staan om voor een nieuwe grote verandering te zorgen. Of dit echt gaat gebeuren weet ik natuurlijk niet, er zijn wel vaker zulke grote beloftes gedaan bij de ontwikkeling van een bepaalde technologie. Maar als iets echt een grote invloed zal hebben op onze alledaagse werkelijkheid, dan zijn het dit soort technologische toepassingen en de idealen daarachter.

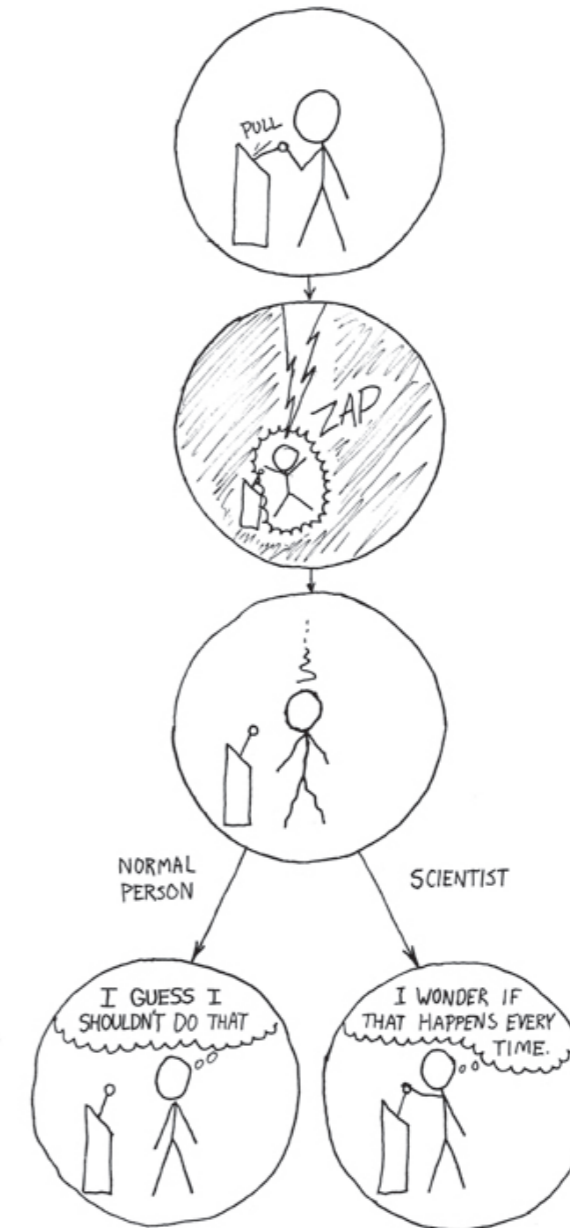
## Arvid Keemink

(Purmerend, 1987, Advanced Technology)

Voor mensen met een lichte bindingsangst voor één enkel bèta-vakgebied is er de studie Advanced Technology, een handige en veelzijdige studie die eigenlijk neerkomt op toegepaste technische natuurwetenschap met wat ondernemerschap. Precies iets voor mij. In mijn tweede studiejaar kreeg ik een uitnodiging voor een gratis lunch met daarbij ook een toespraak over het honoursprogramma dat in februari 2007 zou worden gestart. Een extra-curriculair programma voor gemotiveerde en geïnteresseerde studenten die iets extra's willen. Dat sprak me wel aan. Ik deed het best goed en liep nominaal in mijn studie, dus ik vond dat ik wel tijd overhad voor de extra belasting; wekelijks twee bijeenkomsten van twee uur op de maandag- en woensdagavonden en ook nog minstens zoveel zelfstudie.

In het sollicitatieproces werden we geselecteerd op een geschreven tekst en een goed gesprek. Op de dag van sollicitatie had ik college over veiligheid bij chemische productietechnologie van een dusdanig fanatieke gastsprekerster dat ze na het 'officiële' eindigen vroeg: 'Zijn er nog vragen?', de stilte opvatte als een 'nee', en toen doorging: 'Oké, dan vertel ik nog wel verder', en dat terwijl ik nog maar tien minuten had de afstand Horst naar Capitoel (ongeveer 1.7 km) te overbruggen, niet te vergeten: met tegenwind. Maar gelukkig is mijn eerste indruk naast vermoeid en verwaaid gelukkig ook nog positief gebleken, net als van de andere studenten die mee doen aan het programma. De eerste lichting van het honoursprogramma bestaat dan ook uit een geweldig leuke groep mensen waar ik twee jaar mee samen heb gewerkt.

In de eerste module 'Grote denkers' hebben we ons vooral gericht op de werken en werkwijze van de wetenschappers Newton, Darwin, Machiavelli en Freud. Tot slot behandelde ieder een aspect van een zelf gekozen denker. Hierbij heb ik gekozen om, in tegenstelling tot zijn welbekende filosofie, de analytische geometrische wiskunde van René Descartes onder de loep te nemen. Deze wiskunde had hij in 1637 uiteen gezet in een bijlage *La Géométrie* bij zijn in het algemeen filosofische werk *Discours de la méthode*, aangezien het volgens hem daaraan puur ondergeschikt



zou zijn. Toch is het alsnog een erg invloedrijk werk geweest op sommige aspecten van de algebra en meetkunde, zoals de ontwikkeling van de grafiek bijvoorbeeld.

De tweede module 'Grote vraagstukken' bracht ons in aanraking met de vragen wat tijd en leven zijn, hoe we dit onderzoeken en hoe we wetenschap kunnen bedrijven over veelzijdige en complexe problemen als bijvoorbeeld klimaatproblematiek (de toekomst). Als afsluitend werk heb ik voor 'tijd' samen met Pascal Sleutel een soort Veni-voorstel geschreven voor onderzoek naar het fysiologische mechanisme in de hersenen dat zorgt voor tijdswaarneming volgens het model van een pulsgenerator en een pulsenteller. Bij 'leven' heb ik samen met Roy van Koten een simulatie van kunstmatig evoluerend leven gemaakt om de invloeden van selectiefactoren op het evolutionaire eindresultaat te bekijken. Bij 'toekomst' heb ik me samen met Rob Rorije gericht op de oorzaken en een mogelijke oplossingsstrategie voor de toename van CO<sub>2</sub> in de atmosfeer volgens het wiggenmodel van Pacala en Socolow (*Science* 2004).

Voor mijn eigen onderzoek in mijn vakgebied, de domeinverkenning, heb ik me bezig gehouden met organische zonnecellen. Deze worden gemaakt van een (organisch) plastic. Het voordeel van deze cellen is dat ze printbaar, goedkoop, weinig milieubelastend en de grondstoffen niet schaars zijn. Ze kunnen bijvoorbeeld deels uit olie bij lage temperaturen gemaakt worden, in tegenstelling tot de bekende blauwe silicium-zonnecellen die een duur productieproces hebben. Het nadeel is nog wel dat ze minder lang meegaan en minder energie opwekken dan silicium zonnecellen. Daarom was mijn onderzoeksvoorstel ook om via een Life Cycle Assessment uit te zoeken hoeveel het produceren op grote schaal van een aantal verschillende organische zonnecellen zou kosten op energie- en milieugebied, waaruit de economische kosten dan zouden volgen. Met dit onderzoek zou men dan kunnen bepalen of het in sommige gevallen rendabel is om al over te gaan op deze organische cellen of wanneer dit rendabel wordt. Dit onderzoeksvoorstel is ook werkelijk ingediend bij *Senter Novem*, een onderdeel van het Ministerie van Economische zaken dat onder andere subsidie verleent voor onderzoek naar (nieuwe) energiemogelijkheden. Helaas paste het onderzoek niet direct binnen hun programma met als hoofdreden dat het te los stond van ander onderzoek.

Alles heeft me veel inzicht gegeven in hoe onderzoek nou echt gedaan wordt en werd en hoe bureaucratisch en arbeidsintensief het tegenwoordig kan zijn. Het idee van de knutselende wetenschappers van vroeger is totaal uit mijn hoofd verdwenen en de drempel, of berg, lijkt soms ook wel hoog te worden met alle stappen die ondernomen moeten worden om eindelijk eens aan je eigen onderzoek te mogen beginnen.

Op het moment zijn we aanbeland bij 'Synthese', waarbij we iets integrerends doen met al de opgedane kennis van de meer dan anderhalf jaar daarvoor. Dit boek is daar dan ook de vrucht van. Een manier om twee jaar intensief werk en denken mooi en gezamenlijk af te sluiten.

## De onnatuurlijkheid van wetenschap

*Arvid Keemink*

“Wat heeft het nu eigenlijk voor nut dat we die hele academische wereld hebben opgericht? We zijn er wel wijzer door geworden, maar heeft het ook niet veel negatiefs met zich meegebracht? De atoombom, eugenetische ideeën, de wereld en het universum ontdaan van zijn schoonheid en mysterie? En dan ook nog eens zoveel geld uitgeven aan LHC's, instituten, campussen en hoogleraren die doen alsof ze het beter weten. Het staat allemaal zo ver van de mens, het is zo kil en koud en laat geen ruimte meer over voor creativiteit. Het lijkt alsof een stel robots bezig is van belastingsgeld uit te vogelen, dat wanneer je de adapter van je mobiele telefoon altijd in het stopcontact laat zitten je elektriciteitsrekening jaarlijks zeven euro hoger zal zijn. Al die resultaten kan ik zelf ook nog wel bedenken! Aan mij is al dat wetenschappelijke niet besteed. Doe maar gewoon normaal, dan doe je al gek genoeg.”

“Wat is wetenschap toch leuk en interessant. Samen met andere wetenschappers proberen we onze kennis samen te brengen en ons zo een objectief beeld te vormen van alles om ons heen. Uitgaande van een paar vooronderstellingen komen we door experimenten en logisch redeneren tot mooie elegante theorieën die de wereld beschrijven en die we ook zelfs nog kunnen gebruiken om deze beter of gemakkelijker te maken. Als we kennis ontwikkelen over bepaalde principes kunnen we samen proberen creatieve oplossingen te verzinnen voor klein, maar ook grote problemen, zoals voedselvoorziening of waterzuivering in arme landen of energievoorziening voor de hele wereld. Elk onderzoek leert ons nieuwe dingen. Soms blijft het bij een anekdote, maar het kunnen ook baanbrekende theorieën of technieken zijn die ons menselijk bestaan of denken totaal kunnen veranderen en verbeteren. De wereld om ons heen is fascinerend en verassend interessant en het is een ware uitdaging de mysteries en onderliggende schoonheid te onderzoeken. Wetenschap is echt iets voor mij. Ik wil zoveel mogelijk weten en daar als het kan iets nuttigs en positiefs mee doen.”

Hier zijn twee fictieve mensen aan het woord: een persoon die totaal het nut niet inziet van wetenschap, en iemand wiens leven er juist door wordt gedreven. Natuurlijk zijn ze allebei een beetje overdreven of eenzijdig, maar eigenlijk kunnen we in de maatschappij ook twee extreme typen mensen of *concepten* onderscheiden: het type ‘normale mens’ en het type ‘ideale wetenschapper’. De normale mens die toch eigenlijk bij alles alledaags denkt en doet volgens het gezonde verstand en de wetenschapper die bepaalde dingen in een ander, en misschien correcter, daglicht bekijkt en handelt volgens de wetenschappelijke methode. Denken dat iemand puur een van de twee kan zijn is naïef, iemand scoort eigenlijk gewoon voor een deel op beide typen.

### *Twee werelden*

C.P. Snow sprak in 1959 zijn beroemd geworden lezing *The Two Cultures* uit. Hij analyseert daarin de splitsing tussen twee culturen in de moderne maatschappij, en in het verlengde daarvan de communicatieproblemen ertussen: de natuurwetenschappen en de ‘humanities’. Naar mijn idee is het echter nog erger gesteld: er is niet alleen een kloof tussen verschillende typen wetenschap, maar ook tussen mensen die wel wat met wetenschap hebben en mensen die er helemaal niets mee hebben. Zo komen niet-gelijk-toepasbare wetenschappelijke ideeën moeilijk over bij het grote publiek. De evolutietheorie riep destijds veel weerstand op en is nog steeds niet bij veel mensen duidelijk of echt bekend. En de paus heeft nog maar een tiental jaren geleden Galilei in ere hersteld, want het is toch echt moeilijk te zien dat de aarde om de zon draait. En als de mensen het wel weten, betekent dat nog niet dat ze het begrijpen; ze hebben dan nog geen inzicht in het mechanisme hierachter, laat staan in het waarom daarvan. Er worden, zeker in het basisonderwijs, veel dingen onderwezen waarvan aangenomen moet worden dat ze ‘waar’ zijn, zonder uitleg daarover. Dit is niet erg, omdat die kennis zelf vaak nuttiger is dan het werkingsprincipe, maar op deze manier ontstaat er een kloof tussen feiten en verklaringen, die wetenschap juist probeert te overbruggen.

De wetenschappelijke ideeën, of het gevoel dat wetenschap eigenlijk gewoon is, komen niet echt aan bij veel van de mensen. De ‘normale mens’ heeft moeite met wetenschap. Deze moeite loopt van het niet weten wat wetenschap nou eigenlijk inhoudt of voor

nut heeft, tot angst voor of zelfs afkeer van wat de wetenschap aan het doen is. Een oorzaak voor het laatste is de ‘ontmenselijking’ of ‘demystificatie’ van de mens, de wereld of de religie door wetenschap, mooi weergegeven in het volgende citaat:

*Modern science... abolishes as mere function the innermost foundations of our natural World:  
it kills God and takes his place on the vacant throne so henceforth it would be science that would hold the order of being in its hand as its sole legitimate guardian and so be the legitimate arbiter of all relevant truth... People thought they could explain and conquer nature – yet the outcome is that they destroyed it and disinherited themselves from it.*  
Václav Havel, Tsjechische schrijver en politicus, in een toespraak in 1992.

Ten grondslag aan dit verwijt van Havel ligt een combinatie van een totaal andere levensinstelling én onbegrip. Er zijn mensen die kennelijk liever leven in een wereld van magie en romantiek dan in het volgens hen koude universum van de wetenschap:

*Knowledge has killed the sun, making it a ball of gas with spots... knowledge has killed the moon, it is a dead little earth pitted with extinct craters as with small-pox... The world of reason and science, the moon a dead lump of earth, the sun, so much gas with spots, this is the dry and sterile World the abstracted mind inhabits.*  
D.H. Lawrence, Engelse auteur, in ‘A Propos of ‘Lady Chatterley’s Lover’, 1928.

Vanuit zo een levensinstelling wordt er soms rechtstreeks kritiek geleverd op een theorie, in dit geval die van Newton over wit licht:


*Do not all charms fly  
At the mere touch of cold philosophy?  
There was an awful rainbow once in heaven:  
We know her woof, her texture; she is given  
In the dull catalogue of common things.  
Philosophy will clip an angel’s wings,*

*Conquer all mysteries by rule and line,  
Empty the haunted air and gnomed mine --  
Unweave a rainbow...*

J. Keats, Engelse dichter uit de Romantiek, in “Lamia, Isabella, The Eve of St. Agnes and Other Poems”, 1820

Bij het lezen van deze uitspraken merk je een soort van wrijving tussen de schrijvers en de wetenschap, omdat deze de natuur of mens in hun ogen kan reduceren tot ‘gewone’ objecten. Het haalt de flair weg bij het menselijk ‘zijn’ en het mysterie ervan. Op de wetenschap is, anders gezegd, de kritiek geleverd dat deze alleen natuurlijke verklaringen wil leveren over de wereld en niet toestaat bovennatuurlijke of spirituele elementen mee te nemen in de manier van denken. Aangezien wetenschap, ik heb het hier uiteraard over natuurwetenschap, zich enkel bezighoudt met feitelijke toetsbare of consistente redeneerbare waarheden, kan zij over bovennatuurlijkheid of metafysica eigenlijk niets zeggen. Onderzoeken lijken te wijzen op het feit dat bovennatuurlijke aspecten in het leven zijn uitgesloten en daarom houdt men zich hiervan afzijdig in conclusies en theorievorming. De (huidige) wetenschap kan er eigenlijk niets feitelijks of zinnigs over zeggen. Er zijn ‘groepen’ die zeggen dit wel te kunnen. Zij kunnen echter ook niets hard maken of met argumenten komen die op welke manier dan ook gegrond, logisch of minder omslachtig zouden zijn. Beide partijen zouden eigenlijk het hele gebied zingeving en metafysica moeten laten rusten en zich hier ignostisch (de vraag is niet beantwoordbaar en doet er dan ook niet toe) op moeten stellen.

Vanaf deze afkeer loopt een continuüm tot de angst voor wetenschap, ook aangewakkerd door schrijvers en de media zelf. De stereotypen van wetenschappers zijn bekend: zo iemand is óf de saaie theoreticus die geen enkel praktisch nut dient, óf de gestoorde machtswellustige in zijn ivoren toren van de wetenschap die met zijn uitvindingen de wereld wil overnemen. Door verkeerde of eenzijdige inlichting ontstaat er angst voor techniek en wetenschap. Dit is dan ook op het eerste gezicht niet zo heel vreemd. Denk maar aan claims die gedaan worden over mogelijk gevaarlijke dingen als kernsplitsing, straling, genetische manipulatie en industriële milieuvervuiling. Deze nieuwe technieken en mogelijkheden zijn allemaal ontstaan met behulp van de wetenschappelijke theorieën. Toch is het niet de wetenschap die



hier de oorzaak van het probleem is, het is de verkeerde toepassing of eenzijdigheid bij de beoordeling daarvan. Een bijkomend probleem in de redenering is ook dat er geen onderscheid gemaakt wordt tussen techniek en wetenschap. Er bestaat namelijk ook wetenschap puur om het weten. Hoe zit de natuur in elkaar? Hoe zit de mens in elkaar? Sommige theorieën en ideeën hebben wellicht een vruchtbare bodem voor technische ontwikkelingen, waarvan sommige minder plezierig zijn, maar dat geldt zeker niet voor alle.

104

Waar wetenschap dan wel naar streeft, is de ontwikkeling van ideeën. Ideeën over hoe de wereld in elkaar zit, bijvoorbeeld de natuur (fysica en chemie) of de mens (economie en psychologie). Binnen de wetenschappelijke gemeenschap formuleren mensen theorieën over hoe zij denken dat iets in de kern is, toetsen dit idee via experimenten of beredeneren dit en delen de resultaten openlijk via publicaties of wat moderner via het internet. Hierdoor kunnen binnen een vakgebied theorieën worden uitgewisseld, waarvan sommige als sterk worden beschouwd en andere weer minder houvast zullen vinden. Door met elkaar tot een consensus te komen over de validiteit van de ideeën zorgt de wetenschap voor het in stand houden van de tot dan toe beste verklaringen voor alles binnen het menselijk bestaan. Uiteindelijk is met deze kennis dan ook soms nog iets nuttigs te doen in de vorm van technische ontwikkeling.

### ***Denken, denken, denken***

*People mistakenly assume that their thinking is done by their head;  
it is actually done by the heart which first dictates the conclusion,  
then commands the head to provide the reasoning that will defend it.*

Uitspraak van A. de Mello, Indische schrijver.

Naast angst en afkeer is het onbegrip voor wetenschap er ook omdat mensen zichzelf niet kunnen identificeren met het wetenschappelijke redeneren. Via het natuurlijke denken van de mens, het gezonde verstand, kan iemand nooit uitdenken hoe de natuur of een complex systeem in elkaar zit. De ideeën die de wetenschap verkondigt zijn vaak erg tegen-intuïtief en niet wat we op alledaags

niveau meemaken. Het logisch- of wetenschappelijk redeneren en nadenken is iets dat dan moet (en kan!) worden ontwikkeld, aangezien het niet standaard aanwezig is bij de mens, om dit wel te kunnen. Wat onmisbaar is voor de beoefening van natuurwetenschap is de ontwikkeling van het logisch- of rationeel denken. Het nut hiervan is om eenduidige verbanden te leggen en uit feiten en aannames conclusies te trekken die consistent zijn. Bij alledaags denken gaan we te vaak te ondiep met onze logica en houden we ons een idee voor dat iets wel zo is als het is, terwijl nadenken (logisch redeneren) ons erop kan wijzen dat iets niet mogelijk of heel anders is.

105

Het onvolledige denken of redeneren van het menselijk (on)verstand zorgt voor interessante problemen of misverstanden. Simpele voorbeelden komen uit de natuurkunde, de wetenschap die de natuur op fundamenteel niveau wil verklaren. De wetten van Newton in de klassieke mechanica geven een simpele maar ijzersterke theorie voor de beweging van alle objecten in het universum, mits deze niet te klein zijn en niet in de buurt van de lichtsnelheid bewegen. De natuurlijke bewegingswetten zijn tegen-intuïtief en dit blijkt uit algemene misconcepties over bewegingen. Een voorbeeld is bijvoorbeeld het vallen van objecten. Veel mensen hebben de (Aristotelianse) gezond-verstand-opvatting dat zware voorwerpen altijd sneller vallen dan lichte voorwerpen. De grote hindernis die bij deze visie moet worden overwonnen is dat iemand de krachten op een voorwerp los zal moeten beschouwen en dus wrijvingskrachten moet kunnen opmerken die we met de alledaagse redenering eigenlijk al gelijk meenemen in de natuurlijke valbeweging. Sommige voorwerpen vallen met een andere snelheid doordat hun vorm hun luchtwrijving bepaalt. Stel dat we naar een simpele omgeving zonder lucht gaan en dat we net als in Galileo Galilei's gedachte-experiment twee kogels van verschillend gewicht van de toren van Pisa laten vallen, dan raken zij toch echt op hetzelfde moment de grond. Het probleem met de alledaagse waarneming is dat we snel denken aan bijvoorbeeld een baksteen of een vogelveertje. De reden dat het veertje veel later de grond raakt komt door de luchtwrijving door het relatief grote oppervlak die de aantrekking van de aarde tegenwerkt, niet omdat het veertje lichter is. Als we de lucht nog even buiten beschouwing laten en als we dan verder gaan met dit gedachte-experiment, zien we ook wel dat de Aristotelianse opvatting niet kan kloppen. Stel dat het wel waar is wat Aristoteles zegt en we nemen een licht en zwaar object, dan



moet het zware object sneller vallen. Wat als we nu de twee objecten aan elkaar verbinden met bijvoorbeeld een touw? Zal dan het lichte object het zware object afremmen, of het zware object het lichte meetrokken? Of indien we heel veel lichte objecten aan elkaar verbinden, hebben we dan niet gewoon één zwaar object? Hoe snel valt het dan? Wat trekt aan wat? Wat als we alles aan elkaar lassen of lijmen? Kunnen we in het begin het lichte en zware object met hun touw dus al niet zien als één object? Vanwege de paradox die hier optreedt, zal je al snel tot de conclusie moeten komen dat onder invloed van zwaartekracht alles plaatselijk wel even snel moet vallen en het de lastige luchtwrijving is die ons elke dag iets anders laat zien. Dit vallen is onafhankelijk van andere bewegingen. Een afgeschoten kogel of pijl raakt altijd even snel de grond als een kogel of pijl die iemand uit de hand laat vallen. De bewegingen in beide richtingen hebben geen invloed op elkaar. Iets dat je intuïtie je vertelt dat niet waar kan zijn, omdat het doorgaans niet zo lijkt.

Andere misconcepties zijn er op het gebied van schaal en getallen. Laten we een glas zeewater uit de zee scheppen en elk molecuul markeren zodat we het later herkennen. Vervolgens gooien we de inhoud van het glas terug in zee. We geven de moleculen wat tijd om te verspreiden over alle zeeën en rivieren. Als we dan na lange tijd opnieuw water scheppen, hoeveel gemerkte moleculen zal ons glas dan ongeveer bevatten? Het antwoord wordt erg onderschat. Dit komt omdat één glas water gigantisch veel meer moleculen bevat, ongeveer 7 quadriljoen (25 cijfers), dan de zee aan glazen water, 7 triljoen (19 cijfers). Het later opgeschepte glas bevat dus ongeveer een miljoen gemerkte watermoleculen. Een verder voorbeeld vormt het ontstaan van bergen en diersoorten. Met relatief kleine krachten kost het erg veel tijd om bergen te creëren. Dit is wat voor de mensheid heel lang onmogelijk en dus wel goddelijk leek. Na verder onderzoek blijkt dit proces miljoenen of miljarden jaren geduurd te hebben, iets dat veel mensen zich niet kunnen voorstellen. Mensen kunnen eigenlijk niet goed denken in grote getallen of hebben moeite met rekenen in het algemeen. Wat als we weten dat de omtrek van de aarde 40.000 kilometer is en dit strak omtrekken met een touw. Als we nu dit touw 25 centimeter langer maken, hoeveel steekt het dan in een ruime cirkel hangende touw dan uit boven het aardoppervlak? Het antwoord is ongeveer 4 centimeter en is onafhankelijk van de omtrek van de aarde. Dit idee gaat dus ook op voor een jampot of een wielband

terwijl je intuïtie je blijft zeggen dat dit toch niet waar zou kunnen zijn!

Dit zijn voorbeelden van hoe menselijke intuïtie er niet in slaagt iets te zeggen dat klopt voor de werkelijkheid. De kunst van een goede wetenschapper is dan ook het (h)erkennen van diens tekortkomingen op deze gebieden om zo verder te kunnen kijken dan de menselijke ‘natuurlijke neus’ en open te staan voor nieuwe theorieën. En dit is niet altijd even gemakkelijk, want we zijn nou eenmaal niet voor rekenen, redeneren en experimenteren gebouwd. Het is voor ons onnatuurlijk.

### *Dankjewel Darwin*

Een voorbeeld om het verhaal te illustreren levert de giraffe. Hypothetisch zou het zo kunnen zijn dat nog-net-niet-giraffes eerst een korte nek hadden en misschien verwant waren aan lama-achtigen (waarschijnlijk is deze aanname taxonomisch niet correct). Binnen deze niche hadden ze weinig nieuws te bieden tot er per toeval door mutaties een individu kwam met een iets langere nek, die het voordeel opleverde bij hogere blaadjes van de bomen te komen dan de dieren in dezelfde niche. Krijgt hij nu een nakomeling met een kortere nek, dan is dat jammer, maar als er nu ook enkele bijzitten met even lange of weer langere nekken dan zullen deze goed overleven, omdat zij een nieuwe niche kunnen bezetten: die van de hoge-blaadjes-eters. Voordelen worden uitgeselecteerd. Dit proces is natuurlijk, omdat het niet bewust of door iets of iemand wordt gedaan. Op deze manier ontstaan er dieren en planten die lijken te zijn ontworpen. Toch is dit volgens de evolutietheorie niet het geval. Ze ‘werken’ en zijn nu zoals ze zijn, in evenwicht met de andere dieren en hun omgeving. Sommige mensen willen hier graag een soort esthetisch of bovennatuurlijk waardeoordeel aan koppelen: het zit zo mooi in elkaar, het werkt zo mooi samen, dus het moet wel ontworpen en geschapen zijn. Ik zie het persoonlijk als verschuivend (instabiel) evenwicht binnen de natuur, een evenwicht dat constant verschuift en zo telkens de meest geschikte kandidaten uitselecteert.

Waar ik naar toe wil met deze redenering is de mens. In wetenschappelijke kringen is het nagenoeg onomstreden dat wij en apen gemeenschappelijke voorouders hebben. De antropobiologie heeft overtuigend (genetisch en verder ook cultureel)

bewijs dat wij afstammen van een ‘oermens’ ergens in Midden Afrika die zich vervolgens als nomade over de gehele wereld verspreidde binnen een aantal duizenden jaren. Blijkbaar was deze oermens succesvol, anders had hij zichzelf na verloop van tijd natuurlijk nooit gekroond tot het dominante ras van deze planeet. Deze mens was erg goed in het overleven in de wildernis dankzij zijn eigenschappen. Eigenschappen die ook nog invloed hebben op de huidige mens en diens manier van doen.

### ***De mens als dier***

De dierlijke mens bevat(te) het vermogen om een situatie snel in te schatten en te handelen en zo zichzelf of, wat meer altruïstisch gezien, zijn naasten te doen overleven. Andere dieren doen dit ook, wat bijvoorbeeld duidelijk te zien is bij vluchtgedrag van herbivore zoogdieren. De wilde mens was niet ongevoelig voor roofdieren of agressieve soortgenoten en het had dus evolutionair voordeel om de situatie te overzien en actie te ondernemen. Een mens oog in oog met een tijger, die eerst gaat uitzoeken hoe deze in elkaar zit, hoe scherp zijn tanden zijn, hoe sterk het dier is, uit welke moleculen hij is opgebouwd, enzovoorts, zou na veel honours-sessies wel een betere strategie hebben ontwikkeld dan de oermens om deze tijger te lijf te gaan, maar is dan al lang opgegeten en vergeten. Het snel primair handelen zorgde dus in de meeste gevallen voor een positieve uitkomst voor de oermens. De oermens gaat dus uit van een bepaalde doelmatigheid in de natuur om hem heen. Deze manier van doelmatig denken is heel vruchtbaar, maar zorgt voor misconcepties die we terug zien bij onszelf. Mensen zijn geneigd een doel of intentie te verbinden aan levenloze objecten als de zon of het weer. Dit is al te zien in de eerste Griekse filosofieën die bijvoorbeeld stellen dat er wolken zijn om te regenen, dat we voeten hebben om schoenen te dragen, enzovoorts. Onderzoek bij kinderen toont ook aan dat de mens van nature uitgaat van bepaalde intenties van dingen om zich heen (achtervolging bijvoorbeeld) en dat we dit beeld als we ouder worden (maar deels) ontstijgen. We worden alsnog boos op onze computer als hij niet meewerkt, omdat we er van uitgaan dat deze ons opzettelijk tegenwerkt. Het is makkelijk als we er vanuit gaan dat iets met een reden iets doet, omdat dat in onze oorspronkelijke natuur ook zo was.

Richard Dawkins schreef een stukje over zelfmoordmotten. Het schijnt dat motten de neiging hebben in een kaarsvlam te vliegen. Dit zelfmoordgedrag lijkt niet echt

nuttig voor het overleven van de mot, het moet dus wel het disfunctioneren of een bijverschijnsel zijn van iets nuttigs. Motten navigeren op maanlicht. Ze moeten dit licht onder een vaste scherpe hoek opvangen in hun oog om zo een koers te bepalen. Dit ging altijd prima, totdat de mens kwam met kunstlicht zoals kaarsen en lampen. Hier was de mot niet op geëvolueerd. Als hij geen onderscheid kan maken tussen de nagenoeg oneindig ver weg staande maan en de kaars, zal deze door het uitwaaiende kaarslicht richting die kaars vliegen en uiteindelijk in de vlam belanden. Net als het navigeermechanisme van de mot doorslaat naar zelfmoordgedrag, slaat ons impulsief teleologisch (doel toekennend) denken, welke eigenlijk alleen bij de oermens vooral voordelen had, ook door naar ons dagelijks ‘moderne’ denken en handelen.

Een tweede eigenschap die evolutionair voordeel heeft en had is het volggedrag van de mens. Kinderen, voor de puberteit, zijn heel goed in het luisteren naar hun ouders of andere ‘wijzen’ om hun raad op te volgen. Kinderen zouden ook zelf kunnen ondervinden dat het eten van bepaalde vruchten en schimmels, of zwemmen met krokodillen niet goed voor hen is. Maar kinderen die luisteren naar hun ouders, leraren of medicijnmannen hebben een evolutionair voordeel. Dit is natuurlijk heel nuttig, maar het kan, weer zoals bij de mot, ‘fout’ gaan. Het probleem is namelijk dat kinderen (en de ouders) het onderscheid niet merken tussen goede raad en onzin die als kennis en waarheid worden doorgegeven. De nuttige wijsheid van hoe je moet jagen, of welke bladeren in de natuur gegeten kunnen worden, zijn voor een kind niet te onderscheiden van de onnuttige wijsheden als offerrituelen en ander (bij) geloof. De hardnekkigheid waarmee ook vandaag de dag nog mensen vasthouden aan hun bijgeloof zijn deels het gevolg van het moeilijk kunnen ontstijgen van de dierlijk- menselijke aard die ons ‘belemmert’ in het ontwikkelen van objectieve waarheden. Voor mensen is wat ze weten, of wat aan hen doorgegeven is, vaak de waarheid. Wetenschap probeert juist de waarheid te benaderen door deze eerst objectief te onderzoeken wat toch heel anders is dan we van nature doen.

### ***Wetenschappelijk dier***

Maar als het eigenlijk niet natuurlijk is om wetenschap te bedrijven, waarom doen we het dan toch? Waarom zijn we er ooit mee begonnen? De mens is kennelijk toch

uniek en heeft op bepaalde gebieden de andere dieren overstegen. Het menselijk vernuft dat er voor gezorgd heeft dat we werktuigen konden creëren, vuur konden maken, vee konden houden en dergelijke, heeft ons in staat gesteld goed te gedijen. Blijkbaar zijn we, vergeleken met andere zoogdieren, leergierig en in staat anders of beter over iets na te denken om daarna de omgeving naar onze hand te zetten. Puur instinctief handelen en je bij je eerste gedachten houden blijkt niet (altijd) te werken. Leren van je omgeving en je ervaringen zorgt voor een beter begrip en betere inschatting van je directe omgeving, die je kunt gebruiken in je eigen voordeel.

Dit leervermogen is bij mensen redelijk uitgebreid en wordt gevoed door een bepaalde vorm van honger naar kennis. Iedereen wil op zijn eigen vakgebied wel iets weten. Al is het haarmode of quantumfysica, we willen kennis ontvangen, er iets mee doen, erover nadenken en soms ook nog iets bijdragen aan de bron van de informatie. We zijn in staat na te denken over wat we aan het doen zijn. In samenwerking met taal ontstaat er dan een mechanisme dat ons in staat stelt onszelf, de wereld en ons handelen te reflecteren. Zo zijn er verschillende filosofische stromingen ontstaan waarin de mens ging nadenken over wat de natuur om ons heen was en wat het doel daarvan was. Later zijn we begonnen systematisch te kijken hoe de natuur of systemen zich gedragen en hebben zo de wetenschap ontwikkeld.

### ***Wetenschap, kunst en kunde***

De mens kan niet loskomen van zijn zowel dierlijk-doelmatige als zijn leergierige aard. Iedereen is eigenlijk zowel ‘normale mens’ als ‘ideale wetenschapper’, maar nooit puur een van de twee. Het is handig om met deze twee concepten de uitvoering van wetenschap te benaderen. Vaak wordt bij fundamentele kennis gevraagd ‘Wat is nu het nut?’. De mogelijkheid om met kennis iets te doen, is kennelijk toch wat ons drijft om met de ontwikkeling ervan door te gaan. Een universiteit waar bijvoorbeeld puur theoretische natuurkunde zou worden onderwezen, is natuurlijk erg interessant, maar zou in de huidige maatschappij snel ophouden te bestaan, of maar matig belangrijk zijn voor de vorming van de wereld.

Omgekeerd ontstaan bij een puur arbeidsgerichte scholing uiteindelijk ook vragen binnen het vakgebied die verklaard willen worden, en daardoor gaan we vanzelf met kennisverwerving aan de slag. Hierdoor gaan we fundamenteel onderzoek doen. Het is interessant om te weten hoe de natuur eigenlijk werkt en soms (of vaak) blijkt het ook nog mogelijk dingen daarmee te gaan doen wat ons op een tweede manier weer heel goed uitkomt en ons kan bevredigen in het maken van werktuigen die ons meer rust, gemak, veiligheid, voorzieningen en nog meer kennis verschaffen.

Al mag wetenschap dan eigenlijk onnatuurlijk zijn, het ontrafelen van de innerlijke schoonheid van de natuur en het beseffen hoe de natuur in elkaar zit maakt ons er niet minder verbonden mee in tegenstelling tot wat Lawrence zou beweren. Of zoals een van de great minds of our time eens zei:

*The most beautiful thing we can experience is the mysterious. It is the source of all true art and all science. He to whom this emotion is a stranger, who can no longer pause to wonder and stand rapt in awe, is as good as dead: his eyes are closed.*

Albert Einstein, in ‘An Ideal of Service to Our Fellow Man’, 1954.

### ***Referenties***

Richard Dawkins, *God als misvatting*, 15e druk, 2008, Amsterdam: Nieuw Amsterdam. p.188-200.

Lewis Wolpert, *The Unnatural Nature of Science*, 2e druk, Londen: Faber and Faber, 1993.

Illustratie: Monroe, R., The Difference – <http://xkcd.com/242/>

# Remco Bloemen

(Ootmarsum, 1986, Technische Natuurkunde / Toegepaste Wiskunde)

## *Over mijzelf*

Ik ben met een hevige interesse in techniek, programmeren en wetenschap geboren. Van jongs af aan heb ik mij al verdiept in de werking van apparaten, de kunst van het programmeren en de natuurwetenschappen die hieraan ten grondslag liggen. Hoe dit in mijn geval tot conflicten heeft geleid met het belabberde voortgezet onderwijs is een heel ander verhaal. Een verhaal dat erop neerkomt dat ik tot aan de universiteit het meeste heb geleerd van het internet (en daarna misschien ook nog wel).

## *Universiteit Twente*

In 2005 ben ik op de UT ben ik begonnen met een dubbele bachelor technische natuurkunde en toegepaste wiskunde. De keuze voor natuurkunde lag al vanaf de brugklas vast, wiskunde kwam er niet veel later bij, ik wou een uitdaging. Nadat ik leerde dat ik hier wel wat moest doen om goede cijfers te halen ging deze combinatie mij goed af. Eind 2006 was er zelfs nog ruimte voor een Skills Certificate module Ondernemersgeest. Vanaf begin 2008 begon ik een studenten-onderneming. En natuurlijk startte ik in 2007 met het honoursprogramma.

## *Grote denkers*

De eerste module van het honoursprogramma was ‘grote denkers’. Hierin analyseerden we een belangrijk werk van een aantal mensen die als grote denker worden beschouwd. Het was erg leuk om de originele stukken te lezen (Newton, Darwin) of getrouwe vertalingen. Ook was het interessant om meer te leren over de persoon achter de stukken, zo was Newton een religieus fanaticus en lang niet de man van de verlichting waar hij symbool voor staat. Darwin’s schitterende tocht met de HMS Beagle was al eens aan de orde gekomen in de teleurstelling die ‘algemene natuurwetenschappen’ heet op het VWO. Maar door zijn eigen werk te lezen ontdek je pas wat een goede verteller hij is en hoe zorgvuldig hij tegenwerpingen anticipeert en weerlegt. Machiavelli was verhelderend, niet erg wetenschappelijk, maar wel informatief. Freud daarentegen vond ik (en anderen)


erg onwetenschappelijk. Het hoogtepunt van de module was de eigen denker, ik koos ervoor om Claude E. Shannon te behandelen, en met name zijn informatietheorie. Een van de bijzonderheden van deze theorie is dat het een verband suggereert tussen de natuurkundige entropie en hoeveelheden informatie.

## *Grote vraagstukken*

In de module grote vraagstukken behandelden we enkele thema’s die erg verweven zijn met de maatschappij en de mens en daarom moeilijk te omvatten zijn. Het eerst onderwerp was tijd, ik ben op zoektocht gegaan naar de oorsprong van de asymmetrie van de tijd: ‘Waarom herinneren we ons het verleden en niet de toekomst?’. En dat terwijl de natuurwetten (althans, het deel dat relevant is voor mensen) symmetrisch zijn in de tijd. Het verband tussen entropie en informatie werd weer eens duidelijk. Ik ben uiteindelijk niet verder gekomen dan de hypothese dat het komt door diffundering van de informatie. Het tweede vraagstuk ging over leven. Hiervoor heb ik samen met Pascal Sleutel een stuk geschreven over de emergentie van complexiteit uit eenvoudige systemen. Specifiek combineer ik de Church-Turing-Deutsch these (dat de werkelijkheid perfect te simuleren is op een ideale computer) met Wolframs’s regel 110, het eenvoudigste model van een ideale (Turing-complete) computer.

## *Domeinverkenning*

In de module domeinverkenning heb ik een volledig eigen onderzoeksvoorstel gemaakt. Het eerste onderzoeksvoorstel was de vraag hoe de Galoistheorie uitgebreid kan worden met Bringradicalen en of dit het mogelijk maakt om elke  $n$ -de graads vergelijking op te lossen. Deze wiskundige puzzel spookte al enkele maanden door mijn hoofd. Nadat mijn eerste onderzoeks idee strandde op een gebrek aan begeleiding besloot ik mij te verdiepen in een andere puzzel, de fundamente en interpretatie van de quantummechanica. De zoektocht naar de fundamente leidde mij via Neumann en ‘rigged Hilbert spaces’ naar de fundamente van de wiskunde en uiteindelijk naar de crisis die ik in mijn essay beschrijf. De andere tak, de interpretatie, leidde via het werk van Zurek tot een onderzoeksvoorstel met de poëtische titel: ‘Quantum Entanglement in a Thermodynamic Environment – Taking Schrödingers Cat to Bath’. Ook al is



deze titel niet meteen helder voor iedereen, ik zal ze hier maar niet proberen uit te leggen. Tijdens deze module was de fundamentele crisis in de natuurkunde niet het enige waar ik tegen op liep, ook kwam ik erachter wat nou die 'ivoren toren' is waar de wetenschap zich in verbergt. Af en toe lijkt het alsof de wetenschap niets meer is dan een betekenisloos spelletje van referentiemetriecken. Maar dit is niet de plek om deze kritiek te bespreken.

#### *Synthese*

De afsluitende module is synthese, hiervoor heb ik het bijgaande essay geschreven. Om niet in het probleem van zelfreferentie te vallen brei ik er dus maar gauw een slot aan: het honoursprogramma heeft mij vele kanten van de wetenschap laten zien en mij kennis laten maken met allerlei soorten jonge en oudere talenten.

## Op zoek naar de werkelijkheid

### *Remco Bloemen*

Van jongs af aan ben ik al gefascineerd door de natuurkunde. Waar economie niet verder reikt dan de menselijke samenleving, de biologie niet verder dan de soorten op aarde en de scheikunde niet veel dieper kijkt dan atomen is natuurkunde universeel. De natuurkundige basisstellingen zijn overal in het hele universum geldig voor alles dat zich erin bevindt. Het enige dat deze omnipresentie mogelijk kan overtreffen is de wiskunde. Wiskundige theorieën blijven, bij wijze van spreken, zelfs in andere universa geldig.

### *Waarheid*

Deze fascinatie drijft mijn zoektocht naar absolute waarheden, die vrij zijn van historische, culturele en andere menselijke invloeden. Ik beschouw deze invloeden als willekeurig en irrelevant. Dit leidde er onder meer toe dat ik op het VWO weinig gaf om 'willekeurige' en 'irrelevante' vakken als Frans, Duits, cultuur en kunstzinnige vorming, enzovoorts, ze stonden onderaan mijn waarheidsladder. Naarmate ik mij meer verdiepte in de formele wiskunde, zag ik deze zoektocht terug in Hilbert's programma en zijn gevolgen. In dit programma wordt gebruik gemaakt van symbolen en regels die zo nauwkeurig gespecificeerd zijn dat een computer ze kan controleren. Dit voorkomt dat er door menselijke willekeur fouten in optreden, maar het bracht ook veel problemen met het begrip waarheid aan het licht.

### *Relatieve waarheid*

Een van de, voor mij belangrijkste, consequenties van Hilbert's programma is dat er universele relatieve waarheid is. Relatieve waarheid is dat een stelling waar is als een aantal andere stellingen waar zijn. Bijvoorbeeld, de stelling 'Plato is sterfelijk' is waar als 'Plato is een mens' en 'Elk mens is sterfelijk' en de benodigde afleidingsregels geldig zijn. Dit proces van het toepassen van afleidingsregels op

stellingen om zo nieuwe stellingen te krijgen, die relatief waar zijn ten opzichte van de beginstellingen en regels heet bewijzen. Deze bewijzen zijn objectief en mechanistisch, er zijn zelfs computerprogramma's die deze kunnen controleren. Sterker nog: het bewijs van de vier kleuren stelling<sup>1</sup> is tot op heden zo complex dat alleen een computer deze kan controleren, wat zeer interessante discussies oplevert.

### ***Absolute waarheid***

Absolute waarheid zou betekenen dat een stelling waar is zonder dat dit afhankelijk is van de waarheid van andere stellingen en de geldigheid van afleidingsregels. Het is best mogelijk om een dergelijke stelling te poneren, zo zou je kunnen beweren dat elk mens sterfelijk is. Als ik echter poneer dat er een onsterfelijk mens bestaat, dan roept dit conflict waarschijnlijk argumenten op die mij ervan moeten overtuigen dat mensen wel sterfelijk zijn. Het probleem is dat de waarheid van de stelling dan weer afhangt van de waarheid van deze argumenten. Absolute waarheid kan dus niet objectief bestaan, het beste dat je kunt bereiken is overeenstemming over welke stellingen binnen een sociale groep als absoluut waar worden beschouwd. De absolute waarheid wordt dan een kwestie van geloven in de waarheid, zonder deze in twijfel te trekken, iets wat mij meer doet denken aan religie dan aan wetenschap.

Toen ik mij dit realiseerde sneuvelde mijn hoop om ooit een universele waarheid te vinden, het bracht mij recht in de 'fundamentele crisis' van de wiskunde. Het gevoel is vergelijkbaar met een existentiële crisis, de oplossing voor mij ook. Over beide ben ik heengekomen door een agnostisch standpunt in te nemen. Dat wil zeggen dat ik het probleem en de vragen als betekenisloos beschouw en dus onbeantwoordbaar. Het concept van absolute waarheid heeft geen betekenis die het individu overstijgt, het heeft dus geen zin hiernaar te zoeken. Dit is in tegenstelling tot relatieve waarheid, die alles overstijgend, mechanistisch en objectief is.

### ***Concepten***

Neem de stelling 'Plato is een mens' en stel dat ik dit wil beargumenteren zodat ik de relatieve waarheid toe kan passen. Om de argumentatie objectief te maken

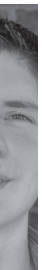
moeten ik de termen 'mens', 'Plato' en 'zijn' precies definiëren, zodat we hetzelfde onderliggende concept associëren. Echter, als ik dit doe dan bevatten de geschreven definities weer nieuwe termen, die weer eigen objectieve definities vereisen. Er ontstaat weer een cyclus die een parallel heeft met die van waarheid. Een term (of symbool) kan relatief gedefinieerd worden in met andere termen, maar niet absoluut. Het is weer een kwestie van overeenstemming binnen een groep over de betekenis van een aantal basistermen waarin andere termen worden uitgedrukt. Het dilemma is dat we slechts kunnen communiceren in termen en niet in concepten, zodat we nooit zeker kunnen zijn dat de ander hetzelfde concept associeert. Dit probleem is in de kunstmatige intelligentie (ontologie, niet te verwarren met de filosofische ontologie) en linguïstiek (semantiek) uitgebreid bestudeerd.

### ***Wetenschap***

Als absolute waarheid en termen niet bestaan, wat blijft er dan over van wetenschap? Moeten we het streven naar universele waarheden verwerpen en blind op zoek gaan naar relatieve waarheden? Dit is wat de (formele) wiskunde doet, het analyseert systemen van basisstellingen en afleidingsregels en kijkt welke relatieve waarheden eruit rollen. Dat is de enige manier om zeker te zijn dat je werk vrij is van subjectiviteit. De zoektocht van een formeel wiskundige is echter niet blind, de persoon heeft een bepaald probleem voor ogen dat hij probeert te vatten in een model gevormd door de stellingen. Zo verzekert hij er zich ervan dat de gevonden relatieve waarheden een toepassing krijgen op zijn probleem. Binnen het probleem zijn de basisstellingen (axioma's) van het model 'waar' en daarom zijn de relatieve waarheden 'echte' waarheden binnen het probleem. Hier zitten nog wat haken en oog aan waar ik straks op terug kom.

### ***Platoonse wereld***

Of de zoektocht naar relatieve waarheden nu blind is of gestuurd, ze zijn universeel waar. Dit zorgt er ook voor dat ze al relatief waar zijn voordat ze ontdekt werden. Dit geeft deze waarheden een soort bestaansrecht buiten dit universum, in een



tijdloos landschap van axioma's en daarvan afgeleide waarheden. De wiskundige verkent dit landschap en zoekt naar het equivalent van zijn probleem in deze wereld, wetende dat de oplossing er naast ligt. Deze wereld wordt ook wel de Platoonse wereld genoemd.<sup>2</sup> De bouwstenen in deze wereld zijn de termen en symbolen alsook de afleidingsregels. Elke combinatie van termen en symbolen representeert een stelling en alle afleidingsregels die van toepassing zijn leiden tot nieuwe stellingen. Meer betekenis heeft het niet, betekenis ontstaat doordat een waarnemend wetenschapper concepten associeert met de termen en symbolen, dit proces heet interpretatie.

### ***Fysische wereld***

Een fysisch gaat nog een stap verder, hij zit niet zozeer met een probleem als wel met een fenomeen dat hij wil modelleren. Het fenomeen speelt zich af in de fysische realiteit, dit is een hele rare realiteit. De wetenschapper neemt er passief dingen waar, terwijl er voor een glimp van de Platoonse wereld hard gewerkt moet worden. Hij kan ook een bepaalde macht uitoefenen in deze wereld en dingen veranderen, terwijl de Platoonse wereld onveranderbaar is. Deze veranderingen kunnen naar willekeur, dus subjectief, aangebracht worden. Het rare is echter dat deze veranderingen ook door andere wetenschappers worden waargenomen en dus een objectieve status krijgen!<sup>3</sup> De bouwstenen van deze wereld zijn voor ons een mysterie waarover we slechts kunnen speculeren. Dit speculeren is een taak van de fysisch, maar wat betekent dit voor de andere wetenschappers? Wat we waarnemen en manipuleren zijn in feite fysische eigenschappen. Ik kies voor eigenschappen en niet voor grootheden omdat we niet alleen grootheden zoals snelheid en gewicht waarnemen en manipuleren maar ook niet of moeilijke kwantificeerbare eigenschappen zoals geur of de mate van massahysterie in een maatschappij.

### ***Mentale wereld***

We hebben nu twee werelden die onafhankelijk van de wetenschapper bestaan. Eentje die hij alleen kan verkennen en eentje die hij kan manipuleren en observeren. Daarnaast bestaat er nog een wereld: de gedachtenwereld van de wetenschapper zelf. In deze wereld worden concepten gevormd, ideeën gecreëerd,

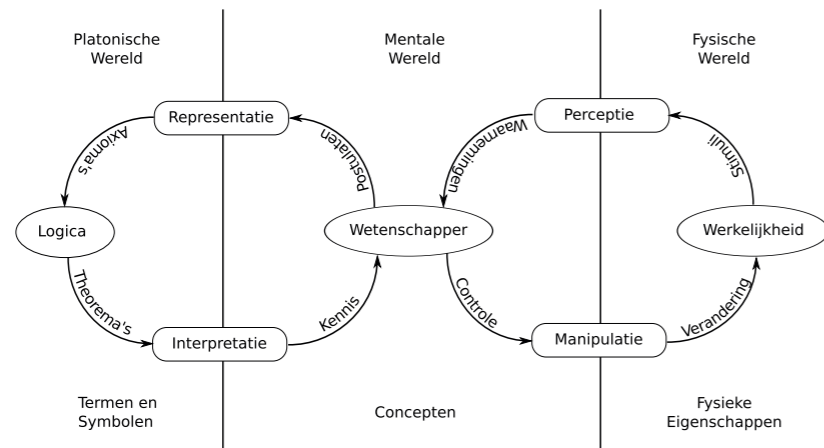
en relaties en verbanden gelegd. Het is hier waar de wetenschapper zijn volle creativiteit en individualisme uit. Maar daar moet hij wel een prijs voor betalen, hij is alleen in deze wereld. Geen ander kan waarnemen wat hij denkt of er direct iets aan veranderen. Elke wetenschapper heeft een eigen mentale realiteit en deze zijn dus zuiver subjectief. De bouwstenen van deze wereld zijn dan ook moeilijk te vatten, maar concepten, de relaties ertussen en gevoelens lijken de lading enigszins te dekken. Er moet wel een duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen woorden (die in feite termen zijn) en de concepten die ze representeren. Dit laat ook gelijk de moeilijkheid zien, probeer maar eens uit te leggen wat een concept is zonder woorden te gebruiken.

### ***Verbindingen***

De drie werelden staan niet los van elkaar, ze interacteren. De wetenschapper zit in zijn persoonlijke mentale wereld, dat is waar zijn vragen en ideeën ontstaan en waar hij zich onderscheidt van anderen. Vanuit deze troon kan hij gebieden de Platoonse wereld te bezichtigen of experimenten uit te voeren in de fysieke wereld. De grens tussen de Platoonse wereld en de mentale wereld wordt gevormd door betekenis. Voordat de wetenschapper met zijn vraag de Platoonse wereld binnen kan gaan moet hij de vraag ontdoen van elke betekenis. De mechanistische Platoonse wereld kent immers geen betekenis; dat zou de objectiviteit vernietigen, er zijn slechts symbolen en regels. Toch wil de wetenschapper niet blind deze wereld induiken, hij wil er een structuur vinden die overeenkomsten heeft met zijn vraag. Hiervoor moet de vraag nader beschouwd worden. Elke vraag bestaat uit concepten die een bepaalde betekenis hebben. Deze betekenissen vormen de postulaten van de vraag. Om nu de Platoonse wereld te betreden moet de wetenschapper voor de belangrijkste concepten termen of symbolen gebruiken en de betekenis benaderen met stellingen. De zo gevormde stellingen, de axioma's, gaan dan het probleem representeren. Vervolgens kan hij bewust of onbewust afleidingsregels toepassen om gevolgen te ontdekken, de theorema's. Deze worden weer geassocieerd met de concepten uit het probleem, een proces dat ik interpretatie noem. De wetenschapper heeft nu de consequenties van zijn representatie gezien en kan besluiten om verder te zoeken in dit deel van de Platoonse wereld, of om zijn representatie aan te passen. Hoe dan ook heeft hij kennis verworven over het probleem. De verbinding met de

fysische wereld is anders, de wetenschapper kan eigenschappen soms observeren en soms manipuleren. Observeren bestaat uit een deel dat zich afspeelt in de fysische werkelijkheid, namelijk de werking van meetinstrumenten en zintuigen, die door stimuli geproduceerd worden. Deze stimuli worden vervolgens geassocieerd met de concepten van de mentale wereld in het proces van perceptie. De zo gevormde waarnemingen zijn gekleurd door het onbewuste van de wetenschapper. Stimuli waar hij geen concepten of goed representerende termen voor kent kan hij moeilijk waarnemen. Een mooi voorbeeld hiervan zijn de vijf primaire smaken, zoet, zuur, zout en bitter neemt iedereen waar omdat iedereen de concepten kent, maar de smaak umami drinkt pas echt tot het bewustzijn door als we het concept geleerd hebben. Dit maakt waarnemingen subjectief.

Een wetenschapper kan ook experimenten uitvoeren door de werkelijkheid te manipuleren. Bij een experiment kiest een wetenschapper een aantal concepten waarvan hij de onderlinge relaties duidelijk wil krijgen. Hij kiest dan een aantal concepten waar hij denkt invloed op te kunnen uitoefenen, bepaalt hoe hij deze wil veranderen en voert deze veranderingen uit. Zodoende kan een wetenschapper de wereld manipuleren om hem de stimuli te geven die hem de meeste informatie opleveren. De informatiestromen tussen de werelden kunnen als volgt weergegeven worden:



### Communicatie

Deze schets van een wetenschapper is niet volledig, want communicatie met medewetenschappers ontbreekt nog. Het is echter wel eenvoudig te zien hoe dit proces integreert, want communicatie gebeurt in een informele taal die getypt en gepubliceerd wordt of verteld, en bij taal spelen woorden (termen) de hoofdrol. Het lijkt dus op de verbinding met de Platoonse wereld en er kunnen vergelijkbare fouten gemaakt worden door ongelukkige representaties of verkeerde interpretaties. Helemaal in de Platoonse wereld zit de communicatie echter zeker niet, zelfs de meest grondige wetenschappelijke artikelen staan vol met termen en impliciete stellingen die niet geïntroduceerd worden. Zoals in het eerste deel beschreven is dit ook niet mogelijk omdat de introducties zelf weer termen en axioma's bevatten. In de praktijk wordt ervan uitgegaan dat er een bepaalde basisset aanwezig is, het paradigma. Hoe deze ontstaat en verandert valt buiten het bestek van dit essay.

### Esthetica

Nog onbelicht is het irrationele aspect van de persoon, bijvoorbeeld zijn voorliefde voor mooie structuren in theorieën. Het diagram dat ik gemaakt heb is een goed voorbeeld, het zit vol met symmetrieën, zowel grafisch als conceptueel. Het lijkt ook alsof deze symmetrie er hoort te zijn, maar waarom? Spelen deze symmetrieën in op ons onbewuste? Geeft de eenvoud van een symmetrie ons houvast om een ingewikkeld concept te bevatten? Van dit laatste is het bewijs van de vier kleuren stelling weer een mooi voorbeeld, een tegenargument is dat het bewijs door zijn voor mensen onvatbare complexiteit aan wiskundige schoonheid ontbreekt.

### Wetenschap

Ook het verschil tussen een wetenschapper en een niet-wetenschapper is nog niet duidelijk. Al het bovenstaande is van toepassing op elk rationeel denkend persoon, maar moet elk rationeel denkend persoon ook een wetenschapper zijn? Ik denk dat de wetenschapper zich onderscheidt door de moeite die hij/zij neemt om een idee zo goed mogelijk uit te werken, vragen zo correct mogelijk te beantwoorden en



dit zo volledig en eenduidig mogelijk communiceert aan anderen en daarbij hun kritiek in acht neemt. Misschien moet ik het begrip ‘wetenschap’ ook met ignosme behandelen, een eenduidige betekenis lijkt er niet te zijn.

### **Noten**

<sup>1</sup>Het is opmerkelijk dat de stelling zelf zo eenvoudig is: ‘Elke vlak verdeeld in gebieden kan ingekleurd worden met vier kleuren zonder dat twee gebieden met dezelfde kleur elkaar raken’. De eenvoud van de termen is echter bedrieglijk.

<sup>2</sup>Er is binnen de filosofische ontologie sinds de oude Grieken al debat over de vraag of deze wereld nu ‘echt’ bestaat. Ik zelf neem uiteraard weer een agnostisch standpunt in, deze vraag is volstrekt betekenisloos.

<sup>3</sup>Ik neem even aan dat de lezer gelooft in het bestaan en de individualiteit van andere wetenschappers. Zo niet, dan heeft objectiviteit geen betekenis meer, dit essay ook niet en raad ik hem/haar aan te stoppen met lezen.

### **Literatuur**

Roger Penrose, *The Road to Reality. A Complete Guide to the Laws of the Universe*, London: Vintage Books, 2007. Dit dikke boek, bijna 1100 pagina’s, begint met een korte introductie in de filosofie van de wetenschap en bouwt vandaaruit stap voor stap de moderne natuurkunde en de relevante wiskunde op, formules worden daarbij niet geschuwd.

John R. Lucas, *The Conceptual Roots of Mathematics*, London: Routledge, 2000. Dit boek doet een diepgaande studie naar de filosofische basis van de wetenschap, het behandelt veel verschillende standpunten en beschouwt hun krachten en zwaktes.

Gerard ’t Hooft, *How to Become a Good Theoretical Physicist*. Deze website wil ik met verwijzing tot de inleiding van mijn cv niet achterwege laten. Het is een zelfstudie theoretische fysica, samengesteld uit vrij toegankelijke internet bronnen. Te vinden op: <http://www.phys.uu.nl/~thooft/theorist.html>

Norman Megill et al. – *Metamath*. Deze site leidt een aanzienlijk deel van de wiskunde af op een formele en computergecontroleerde manier. Te vinden op: <http://metamath.org/>  
Tot slot, ik gebruik bijna geen technische/wetenschappelijke term of symbool zonder deze op te zoeken in Wikipedia (wel de Engelse uiteraard).

## Deel II: Achter de schermen

# Grote Vraagstukken - Wetenschap in Praktijk

## *Mieke Boon*

Wat zegt wetenschap over de werkelijkheid en wat doet wetenschap met de werkelijkheid? Tegen de achtergrond van deze twee vragen zal ik de ideeën belichten die de basis vormen van de didactische doelen en aanpak in deze module, en sterker nog, wellicht in het hele honoursprogramma. Het ruwe doel is te leren hoe wetenschappelijk onderzoek te doen ten behoeve van maatschappelijke vraagstukken. Energie, klimaatverandering, voedsel, water, gezondheid, communicatie, infrastructuur, milieu en duurzaamheid, het zijn thema's die direct zijn gekoppeld aan de eerste levensbehoeften van mensen; ze zijn schaars of ze worden bedreigd waardoor zelfs het overleven van mensen op het spel kan komen te staan. Daarom zijn deze thema's tegelijkertijd benamingen van grote maatschappelijke problemen, waar wetenschap en technologie moet bijdragen aan de oplossing ervan.

Het idee dat wetenschap en techniek het leven van mensen zou kunnen verbeteren deed al opgang aan het begin van de zeventiende eeuw. Francis Bacon (1561–1626), een Engelse filosoof en staatsman, wordt beschouwd als katalysator van dat idee. Hij brengt zijn aspiraties en idealen tot uitdrukking in *The New Atlantis* – dat hij schreef in 1623 en dat werd gedrukt in 1627, een jaar na zijn dood. Deze roman beschrijft een utopisch eiland in de buurt van Peru dat wordt ontdekt door gestrande Europese zeevaarders. Het is een soort paradijs, maar dan één waar mensen samenleven in een ideale maatschappij en waar het menselijke leven aangenaam is dankzij allerhande technologie die destijds op geen stukken na was uitgevonden. Bacon toont in die roman zijn hoge verwachtingen van wetenschappelijk onderzoek en wat dit de mensen zou brengen, en als we de wereld van nu vergelijken met die waarin Bacon leefde, dan is een deel van zijn utopie inderdaad werkelijkheid geworden. Dat wetenschap en techniek ook heel nieuwe, mensen bedreigende problemen met zich mee zou brengen, voorzag hij niet. Zou hij die wel hebben voorzien, dan had hij waarschijnlijk geloofd dat ook die problemen met wetenschap en technologische benaderd moeten worden. Bacon's denkwijze lijkt in die zin op die van moderne mensen. Wat hij ook niet heeft

voorzien is dat de werkelijkheid waarin we leven door wetenschap en technologie veel complexer is geworden, en daardoor de problemen waar we voor staan eveneens.

Hoe we grote maatschappelijke problemen met behulp van wetenschappelijke kennis moeten oplossen is niet altijd even duidelijk. Geaccepteerde wetenschappelijke methoden, waar ook Francis Bacon zijn bijdrage aan leverde – hij introduceerde het idee dat experimenteren belangrijk is – zijn niet eenvoudig bruikbare gereedschappen voor het oplossen van een probleem, daar moet je echt mee leren werken. Eén van de aller-lastigste kanten van wetenschappelijk onderzoek is hoe samenhang tussen verschillende disciplines kan worden aangebracht om zodoende met behulp van het beste dat we hebben complexe problemen te kunnen aanpakken. Het doel van deze module was om vanuit dat perspectief beter te begrijpen hoe wetenschap werkt.

## *De technologische samenleving*

Wat doet wetenschap met de werkelijkheid? De wetenschapstechnologische denkwijze die aan het begin van de zeventiende eeuw door mensen als Bacon werd geïntroduceerd, heeft grote veranderingen teweeg gebracht, niet alleen in hoe onze wereld eruit ziet, maar ook in hoe we over die wereld denken. In 1964 schreef de Franse filosoof en theoloog Jacques Ellul een boek dat later werd vertaald onder de titel *The Technological Society*. In dit boek en ook in zijn latere werk kapittelt Ellul wat hij de 'technologisering' van de samenleving noemt. De technologische samenleving tekent zich volgens hem niet in de eerste plaats af door de toenemende aanwezigheid van technische objecten zoals auto's, vliegtuigen, computers en telefoons waarzonder we ons het dagelijks leven bijna niet meer kunnen voorstellen, maar vooral door de manier waarop mensen de samenleving organiseren. In de technologische samenleving is efficiency volgens Ellul een doel op zichzelf geworden waar ons denken en handelen op is afgestemd en waarin weinig ruimte meer is voor 'natuurlijkheid' of menselijke maat. Ellul was bezorgd en somber over deze ontwikkeling: het zou leiden tot een onmenselijke samenleving. Overal heeft rationalisatie en schaalvergroting van zowel sociale als technologische processen plaatsgevonden. Geen mens, geen bedrijf, geen industrie, geen institutie of organisatie

ontkwam daaraan. Het is echter de vraag of deze ontwikkeling zonder meer tot het verlies van humaniteit heeft geleid zoals Ellul dacht – misschien is het eerder zo dat sommige kanten van ons leven humaner zijn geworden terwijl andere kanten verlies hebben geleden.

### ***Ontwerpde wetenschappen***

Wetenschappelijk onderzoek speelt een hoofdrol in deze maatschappelijke en culturele ontwikkeling die ertoe heeft geleid dat we nu volop leven in een technologische samenleving. Niet alleen door de aanwezigheid van materiële techniek, maar ook door de rationele manier waarop allerlei instanties in de samenleving tegenwoordig worden ‘gemanaged’. Het onderzoek aan de Universiteit Twente is er zelfs bijna helemaal op afgestemd. Veel van het onderzoek is gericht op steeds verdergaande rationalisering van zowel fysisch-technologische processen als van sociale processen, en de afstemming daartussen. Dit wetenschappelijk onderzoek gebeurt in twee zuilen die traditioneel bèta en gammawetenschappen worden genoemd, maar de aanpak is allesbehalve traditioneel: zowel de technische als de sociale wetenschappen profileren zich als ontwerpde wetenschappen. Ontwerpde wetenschappen zijn niet wetenschappelijk in de traditionele zin, namelijk gericht op het ontdekken van universele waarheid, d.w.z. op het vinden van universeel ware kennis over een natuur die ordelijk en onveranderlijk zou liggen achter of onder de chaotische wereld die we om ons heen zien. Veel meer dan op kennis om te weten richten ontwerpde wetenschappen zich op kennis om er problemen mee te kunnen oplossen. Kennis wordt *gemaakt* om te kunnen *veranderen*, *in te grijpen*, *te controleren* en *te creëren*. Door deze ontwikkeling heeft wetenschap haar romantische karakter verloren waar ook iemand als Ellul nog aan hechte: wetenschap leidt ons niet naar een hogere wereld waar alles goed en harmonisch en ordelijk is, maar, veel prozaïscher, naar grote en kleine problemen waar mensen in het alledaagse leven, hier en nu mee te maken hebben.

### ***Twee beelden van wetenschap***

Wat zegt wetenschap over de werkelijkheid? Twee tegenstrijdige beelden strijden om de voorrang. Aan de ene kant wordt wetenschappelijke kennis vaak gezien

als een soort afspiegeling, een representatie van de ware werkelijkheid achter het gewone alledaagse en waarneembare. In die opvatting beschrijft wetenschap dus eigenlijk een soort Platoonse werkelijkheid. Die werkelijkheid wordt in wetenschap ‘ontdekt’, en wat zich daar bevindt en afspeelt is verantwoordelijk voor alles wat er in de waarneembare werkelijkheid om ons heen gebeurt. De technische term voor deze opvatting is wetenschappelijk realisme. Aanhangers van het wetenschappelijk realisme geloven bijvoorbeeld dat de natuurwetten zelfstandig bestaan in die niet-waarneembare wereld en alles wat er in de waarneembare werkelijkheid gebeurt sturen en determineren. In die ‘realistische’ opvatting is wetenschappelijke kennis onafhankelijk van hoe mensen denken (d.w.z. van het menselijke kenvermogen) en evenmin van welke epistemische (cognitieve) doelen mensen nastreven.

Hiertegenover staat het beeld dat wetenschappelijke kennis een menselijke constructie is: kennis komt niet tot stand door het ‘ontdekken’ van de wereld achter het waarneembare, maar doordat mensen structuur aanbrenge in alles wat ze waarnemen. Kennis wordt eerder uitgevonden dan ontdekt. Dit betekent natuurlijk niet dat de wereld door ons wordt gemaakt. Wat wordt gemaakt is onze kennis van die wereld. Wetenschappelijk onderzoekers postuleren een structuur die past bij wat ze waarnemen. De Euclidische meetkunde is een voorbeeld van zo’n structuur, maar ook de wetten van Newton of Einstein. Wat mensen waarnemen en ervaren van de wereld wordt door hen ‘in het gelid gezet’ – niet de wereld, maar de kennis ervan. Voor deze opvatting bestaan meerdere technische termen – één ervan is constructief empiricisme. In die ‘constructivistische’ opvatting ontstaat wetenschappelijke kennis uit de wisselwerking tussen de wereld die we waarnemen en het menselijke denken (het ‘kenvermogen’) dat door het maken van kennis probeert samenhang en orde aan te brengen in die chaotische hoeveelheid indrukken.

Gewoonlijk gebeurt het aanbrenge van orde en structuur niet zomaar in het wilde weg. Allereerst wordt het geleid door het menselijke kenvermogen, dat bijvoorbeeld wil kunnen tellen of wiskundige structuren wil aanbrenge (denk maar aan Newton en Einstein), of taxonomieën aanbrengt zoals Linnaeus en Darwin, of op zoek gaat naar fundamentele bouwstenen van de werkelijkheid zoals de onderzoekers van CERN; weer een andere mogelijkheid is om statistische wetmatigheden aan te brengen zoals veel gebeurt in de sociale wetenschappen. Vervolgens wordt de

manier waarop onderzoekers orde en structuur aanbrengen ook geleid vanuit een bepaald perspectief, zoals het perspectief van de fysicus of chemicus of bioloog. Ieder heeft oog voor andere zaken, en ieder heeft een ander raamwerk dat bestaat uit typen van objecten en processen die moeten verklaren wat ze zien. De fysicus zoekt bijvoorbeeld verklaringen in termen van elementaire deeltjes en krachten of velden, de chemicus in atomen en interacties daartussen, de bioloog in organismen die zich voortplanten en in interactie met hun omgeving staan.

### ***Dichotomieën***

Wetenschap lijkt dus op twee manieren verlies te hebben geleden. Enerzijds heeft wetenschap zelf haar verheven karakter verloren omdat absolute waarheid voor mensen niet haalbaar lijkt, anderzijds zou volgens mensen als Ellul de door het wetenschappelijke denken gedreven rationalisering, zowel van fysisch-technische processen als van sociale processen, tot verlies van ‘natuurlijkheid’ en ‘ontmenselijking’ van de samenleving hebben geleid.

Een Hollands orakel beweert dat aan ieder verlies ook winst kleeft en daar wil ik het nu over hebben. Mijn punt zal zijn dat in wetenschap mensen de grenzen zoeken van hun intellectuele kunnen, en dat dit één van de redenen is waarom we wetenschap nog steeds kunnen beschouwen als een grootse en in bepaalde opzichten bovenmenselijke activiteit. Dat te tonen en het zich eigen laten maken is één van de didactische doelen van het onderdeel Wetenschap in Praktijk.

Eén van de valkuilen waardoor de winst van het tweede beeld van wetenschap soms niet wordt gezien is de hardnekkigheid van bepaalde dichotomieën, zoals, ‘wetenschap is objectief óf subjectief’, ‘wetenschap is vrij van morele waarden of juist niet’, en ‘wetenschappelijke kennis is waar óf sociaal geconstrueerd’. Zulke dichotomieën sturen ons denken. De controversen die daardoor ontstaan los je gewoonlijk niet op door één van de twee te laten winnen: de andere steekt namelijk altijd de kop wel weer op. Naar believen nu eens de ene en dan eens de andere te kiezen is evenmin een bevredigende oplossing. Om de grootheid en waarde van wetenschap te kunnen zien is het misschien beter om de traditionele waarden

van objectiviteit en universele waarheid die tot deze dichotomieën leiden even tussen haakjes te plaatsen. Daardoor kunnen dan opeens heel andere waarden van wetenschap naar voren komen. Het leren wat die nieuwe waarden van wetenschap zijn en hoe ze doorwerken in het doen van wetenschap is een van de achtergronden geweest voor de opzet van mijn module.

### ***Weten***

Traditionele waarden zitten vaak zo diep geworteld in ons denken dat je ze niet maar eventjes opzij kunt zetten –meestal merk je zelfs niet eens dát ze je denken sturen. Toch zijn ze goed te herkennen in reacties op grote vraagstukken, zoals de (vermeende) klimaatverandering die door toegenomen menselijke uitstoot van broeikasgassen in gang zou zijn gezet. De informatie daarover is chaotisch, veelvormig en vaak tegenstrijdig. In de beoordeling daarvan zie je al snel dat mensen worden geleid door de genoemde dichotomieën en heen en weer hinken tussen de twee verschillende beelden van wetenschap. De meeste mensen willen allereerst weten of het waar is wat over klimaatverandering en de gevolgen daarvan wordt beweerd. Sommigen geloven dat wetenschap dit inderdaad heeft aangetoond, terwijl anderen zeggen dat wetenschappers het daar nog helemaal niet over eens zijn en zij het dus niet geloven, terwijl een derde partij denkt zich daarom te moeten onthouden van een mening. Daarnaast is een veel gehoorde opvatting dat geloven in de klimaatverandering vooral een politieke keuze is, zelfs van de betrokken wetenschappers. Deze reacties passen in het beeld dat wetenschappelijke kennis ofwel waar is, objectief en vrij van waarden, ofwel sociaal geconstrueerd, subjectief en gedreven door politieke belangen. Het tweede is naar mijn idee een bijzonder slecht alternatief voor de traditionele waarden, ook al zijn die op hun beurt ook niet goed houdbaar.

### ***Epistemische verantwoordelijkheid***

Wat moet je met zo’n situatie? Op dit punt heb ik de notie *epistemische verantwoordelijkheid* geïntroduceerd. Van het schema objectief-subjectief naar een term die beide omvat onder één noemer en daardoor een *contradictio in*

*terminis* lijkt uit te drukken? Want kennis (epistème) is toch vooral objectief, en verantwoordelijkheid vooral subjectief? Epistemische verantwoordelijkheid behelst ruwweg het idee dat je ten aanzien van problemen die jou op een of andere manier aangaan, bijvoorbeeld als wetenschappelijk onderzoeker maar ook als academisch opgeleide burger, verantwoordelijkheid draagt voor je eigen opvattingen. Allicht! Goed, maar wat betekent dat precies en hoe neem je die verantwoordelijkheid? Het betekent bijvoorbeeld dat je ervoor zorgt kennis te verwerven die relevant is voor het probleem. Ook als wetenschap geen uitsluitsel geeft, zal iemand zich toch zo goed mogelijk moeten informeren over hoe het klimaatprobleem in elkaar zit om zodoende een opvatting te kunnen vormen. Dus te zeggen: ‘wetenschappers zijn het niet eens, dus ik hoef er geen oordeel over te hebben’ past goed in het traditionele beeld van wetenschap als waarheidsgever, maar klopt niet als wetenschap niet zo werkt. Als we het niet weten, is het zo goed mogelijk begrijpen het hoogst haalbare. Begrip en inzicht verwerven in zulke lastige zaken is een verantwoordelijkheid die vooral op de schouder van de betrokken wetenschappelijk onderzoekers rust, maar ook op die van academisch opgeleide burgers. Epistemische verantwoordelijkheid gaat dus over de plicht die we hebben om een oordeel te vormen en over de manier waarop. Wetenschap is daarmee niet in de eerste plaats het genereren van objectieve dan wel subjectieve kennis, maar eerder het streven naar het beste waartoe mensen intellectueel in staat zijn.

### ***Wetenschappelijk redeneren***

Hoe verwerf je relevante kennis en hoe vorm je daaruit een eigen oordeel? Door de overvloed aan beschikbare informatie, die dankzij Google met een druk op de knop zomaar over ons beeldscherm komt rollen, lijkt één van de belangrijkste intellectuele vermogens van mensen onder te sneeuwen, namelijk het wetenschappelijk redeneren. Wetenschappelijk redeneren is iets anders dan het verzamelen en ordelijk onder elkaar plaatsen van gevonden informatie. Om ermee te kunnen denken en redeneren moet je die informatie ook begrijpen. Voordat mensen iets geloven moeten ze zich afvragen welke feiten en welke argumenten er eigenlijk aan het beweerde ten grondslag zouden kunnen liggen. Als je die argumentatie kunt volgen ben je al een heel eind in het begrijpen gevorderd. Dat is ruwweg

wat met wetenschappelijk redeneren wordt bereikt: een bewering moet worden onderbouwd met een deugdelijke argumentatie. Daardoor ga je die bewering ook pas goed begrijpen en kun je op niveau gaan meedenken. In dit onderdeel hebben we daar flink op geoefend door argumentaties ‘achter’ beweringen of verhalen over klimaatverandering te reconstrueren. Dat is hard werken: Je moet relevante feiten verzamelen maar ook uitzoeken hoe die feiten gemaakt zijn. Daarvoor moet je iets begrijpen van wetenschappelijke methoden en van wat wetenschap wel en niet kan bewijzen. En verder moet je kunnen analyseren hoe een argumentatie kan worden opgebouwd. Op die manier kun je uiteindelijk veel beter onderzoeken waar de zwakke plekken zitten in de gepostuleerde kennis, en zo beter je eigen mening erover vormen. Het is een heel belangrijke manier om wetenschap in praktijk te brengen.

### ***Wetenschappelijke disciplines***

Als eindopdracht van deze module hebben alle studenten een analyse gemaakt van wetenschappelijk onderzoek binnen hun eigen discipline naar een deelprobleem van het klimaatprobleem. Belangrijk was om te leren dat, ook in de context van een groot maatschappelijk probleem, wetenschappelijke disciplines verschillende objecten of processen kiezen om te onderzoeken. Door de gevarieerdheid van de studierichtingen van de studenten – van technische natuurkunde tot bestuurskunde, en van psychologie tot Europese studies – kwam dit gegeven heel goed naar voren in deze cursus. Onderzoeken hoe temperatuur en broeikasgasconcentraties nu en in het verleden kunnen worden gemeten, en hoe opwarming ten gevolge van broeikasgassen werkt behoort tot fysisch-chemische disciplines. Onderzoek van de effecten van temperatuurverandering op planten en dieren is het domein van de biologie en de ecologie. Onderzoeken hoe de uitstoot van broeikasgassen verminderd kan worden, of hoe het kan worden opgevangen en opgeslagen is het domein van de chemische technologie en werktuigbouwkunde. Onderzoek naar de effecten van overstromingen en hoe die te voorkomen van de civiele techniek. Onderzoeken van de redenen waarom mensen de risico’s van dit soort problemen al dan niet serieus nemen, en onder welke voorwaarden mensen bepaalde maatregelen zullen accepteren, behoort tot de psychologie. Onderzoeken of onderhandelingen

op wereldschaal tot gewenste resultaten kunnen leiden is het domein van de politicologie en economie. Studenten kozen een of twee wetenschappelijke publicaties voor deze analyse. Doel van die analyse was niet primair bedoeld om de conclusies te weten te komen, maar om uit te zoeken hoe zulk onderzoek wordt gedaan en hoe de conclusie is onderbouwd.

### ***Wetenschappelijk modelleren***

Een van de basisideeën van de module Wetenschap in Praktijk is dat wetenschappelijke kennis weliswaar over de werkelijkheid gaat, maar tegelijkertijd past bij en zelfs geleid wordt door het menselijke kenvermogen. Het gaat dus uit van het tweede beeld van wetenschap zoals eerder werd geschetst. Vanuit dat beeld is het plausibel dat alle wetenschappen die in algemene zin het begrijpen van processen in de werkelijkheid als epistemisch doel hebben, wel wat op elkaar zullen lijken. Niet omdat de werkelijkheid in alle geledingen dezelfde structuur zou hebben, maar omdat het menselijke kennen waarschijnlijk een beperkt aantal manieren heeft om waarnemingen en ervaringen van de werkelijkheid ‘in het gelid te zetten’. Dit moet dan ook nog zo gebeuren dat die kennis vervolgens bruikbaar is in het wetenschappelijk redeneren over de werkelijkheid.

Dit beeld is handen en voeten gegeven door te stellen dat het soort wetenschappelijk onderzoek waar we het hier over hebben vaak als doel heeft *wetenschappelijke modellen* (voor processen of verschijnselen, objecten, eigenschappen, etc) te maken. Om te beginnen representeren die modellen de structuur die onderzoekers hebben aangebracht over dat deel van de werkelijkheid waar zij zich mee bezighouden en die gericht is op hun specifieke epistemische doelen, bijvoorbeeld om bepaalde processen te begrijpen zodat je ze kunt creëren of controleren. Vervolgens worden die modellen gebruikt als epistemisch gereedschap om mee te kunnen redeneren over die processen, bijvoorbeeld over hoe je ze zou kunnen creëren of controleren. Dat is de manier waarop wetenschappelijke kennis zowel gaat passen op de werkelijkheid alsook bij ons kenvermogen. Deze manier van denken over hoe wetenschappelijke kennis wordt gemaakt geeft een belangrijk aanknopingspunt om wetenschappelijke publicaties te kunnen ontrafelen. Uitgangspunt is dat die

publicaties heel vaak (niet altijd!) kunnen worden opgevat als beschrijving van een model en van hoe dat model is gemaakt. Vervolgens is het zaak om te weten te komen voor welk *fenomeen*, dat wil zeggen, voor welk proces of verschijnsel het is gemaakt. Vaak gaat het om een klein onderdeel van de algemene context waarbinnen het onderzoek wordt gedaan. Zo gaat een artikel over de installatie die energie uit golven wint misschien alleen maar over het probleem van de verandering van de wrijvingscoëfficiënt door aangroei van schelpen en algen op de bladen. Het fenomeen waar het model voor is gemaakt is dan de verandering van de wrijvingscoëfficiënt, of de aangroei van schelpen en algen op een bepaald type oppervlak.

Ook moet je erachter zien te komen wat het epistemische doel van het model is: wilden de onderzoekers alleen een goede wiskundige beschrijving van de wrijvingscoëfficiënt als functie van een paar meetbare parameters, of wilden ze die verandering op een causaal-mechanistische manier begrijpen? En voor welke toepassingen willen ze het model kunnen gebruiken? Bijvoorbeeld, om na te kunnen denken over aanpassingen aan de bladen, of om te kunnen voorspellen hoe de efficiëntie van de installatie zal veranderen in het gebruik, of om uit te kunnen rekenen hoeveel het onderhoud zal gaan kosten.

Een model wordt nooit vanaf de grond af aan opgebouwd. Iedere onderzoeker gebruikt beschikbare theoretische en empirische kennis. Begrijpen hoe het model is gemaakt betekent achterhalen welke kennis daarvoor werd gebruikt. Dit is een van de punten waar onderzoekers onderling kritisch kunnen zijn: heb je wel de juiste achtergrondkennis gebruikt. Het is ook een van de aspecten waar inter- of multidisciplinariteit aan het licht kan komen, namelijk als er kennis uit andere disciplines wordt geïntroduceerd voor het bouwen van het model. Belangrijk is ook dat tijdens het maken van een model altijd aannames of vereenvoudigingen worden gemaakt. Welke zijn dat, en welke gevolgen heeft dat voor de epistemische doelen? Een wetenschappelijk model lijkt vervolgens behoorlijk losgezongen te zijn van de werkelijkheid. Tijdens het doen van onderzoek wordt het model vaak zelfs meer werkelijk dan de werkelijkheid zelf: onderzoekers gaan steeds meer denken binnen de begrenzingen van het model, waarbij het model bepaalde manieren van

redeneren toelaat (zoals wiskundig, causaal, statistisch) en andere niet. Dat is de manier waarop een model een epistemisch gereedschap wordt waarmee onderzoekers kunnen denken en redeneren over het fenomeen. Maar het is belangrijk om na te gaan op welke manier het model dan nog aan de werkelijkheid is gekoppeld. Daarin spelen meetbare parameters een belangrijke rol. Zij vormen als het ware de brug tussen het model en de werkelijkheid.

Tenslotte moeten we zien te achterhalen hoe een model door de onderzoekers wordt gerechtvaardigd. In het realistische beeld van wetenschap wordt het model als een soort afspiegeling van de werkelijkheid beschouwd, en om de waarheid van het model te bewijzen zou je dus moeten bewijzen dat de wereld achter het waarneembare echt is zoals het model beschrijft. Dat is lastig, zo niet ondoenlijk. Het andere, meer menselijke beeld van wetenschap vraagt niet het onmogelijke, maar is nog steeds behoorlijk veeleisend. Daar moet het model namelijk aan de gestelde epistemische doelen beantwoorden en geschikt zijn als een betrouwbaar, goed werkend gereedschap. Een deel van die rechtvaardiging zit al in de manier waarop het model is gebouwd. Daarom is het ook zo belangrijk na te gaan welke aannames er zijn gemaakt, of de juiste theoretische en empirische kennis is toegepast, en waar het model wel of juist niet voor mag worden gebruikt.

Als we een wetenschappelijk artikel op deze manier analyseren, begrijpen we gewoonlijk een stuk meer dan wanneer we ons vooral op de uitkomsten en conclusies zouden richten. Jezelf bij voorkeur op de conclusies richten past goed bij het eerste beeld van wetenschap want conclusies van het onderzoek zouden dan vertellen hoe de wereld is; hoe onderzoekers daarbij komen is bij ware conclusies niet meer belangrijk. In het tweede beeld van wetenschap is dat wel belangrijk, daar moet je achterhalen hoe en waarom kennis is gemaakt om te kunnen begrijpen wat ze waard is.

Door deze benadering wordt meer bereikt dan op het eerste gezicht lijkt. Wat in feite geleerd wordt is het zien van een algemene structuur in wetenschap zelf. Door deze aanpak krijgen studenten een conceptueel gereedschap in handen waarmee ze niet alleen artikelen kunnen begrijpen in de eigen discipline, maar ook uit andere.

Het is een gereedschap om op een intelligente en zinvolle manier vragen te kunnen stellen aan deskundigen in andere wetenschappelijke domeinen. Dat is naar mijn idee een fundamentele basis voor het kunnen doen van multi- en interdisciplinair onderzoek dat zo belangrijk is voor een wetenschappelijke aanpak van grote maatschappelijke problemen.

### *Intellectuele uitdagingen*

Het is vreemd te bedenken dat moderne wetenschap zich het grootste deel van zijn geschiedenis heeft moeten verdedigen tegenover een wetenschapsvijandige houding. Bijna nooit werd wetenschap van harte omarmd. De rooms-katholieke kerk, stromingen van de Romantiek, de flower-power en milieubeweging, de klassieke techniekfilosofie zoals vertegenwoordigd door Ellul, en moderne stromingen zoals *science, technology and society* verzetten zich ertegen of proberen wetenschap te devalueren. De achterliggende ideeën voor *Wetenschap in Praktijk* beogen tegen zulke tendensen in te gaan door zowel de grootheid als de menselijkheid van wetenschap te laten zien, en daar ook een concrete vorm aan te geven. In het traditionele beeld bestond die grootheid in het vinden van universele waarheid, terwijl je volgens een meer adequaat beeld kunt stellen dat die grootheid zit in wetenschap als een menselijke activiteit die erop is gericht de wereld te begrijpen en erop te kunnen ingrijpen om bijvoorbeeld leefomstandigheden te verbeteren, en waarbij onderzoekers steeds de grenzen zoeken van hun intellectuele kunnen. Als alternatief voor de traditionele waarden, namelijk universele waarheid en objectiviteit, wordt een aantal nieuwe waarden van wetenschap geïntroduceerd. Die nieuwe waarden gaan niet meer over de aard van kennis maar over de vermogens en kwaliteiten van onderzoekers, zoals *epistemische verantwoordelijkheid*, *wetenschappelijk redeneren*, en *wetenschappelijk modelleren*, die alle drie de grenzen van het intellectuele kunnen doorlopend op de proef stellen.

# Grote Wetenschappers

## *Fokko-Jan Dijksterhuis*

In diverse opzichten is de eerste editie van de module ‘Grote Wetenschappers’ pionierswerk geweest. Voor de eerste lichting honoursstudenten was dit de openingsmodule en hier moesten ze ontdekken wat honours-werken was. Ondertussen moest dat honours-werken nog concreet gestalte krijgen. ‘Wij van het bureau’ hadden wel allerlei ideeën over ‘honours’ maar hoe dat in de praktijk van activiteiten, opdrachten en werkvormen te brengen was nog lang niet duidelijk. Van beide kanten was de module dus een ontdekkingstocht.

Het idee achter de module is dat de studenten kennismaken met een aantal klassiekers uit de wetenschap. Een selectie maken is een redelijke opgave. Er moet een redelijke dekking zijn van de verschillende disciplines en bovendien enige spreiding in het verleden. Bovendien moet een wetenschapper een centraal werk hebben geschreven dat enigszins toegankelijk is voor iemand met een algemene ontwikkeling. Ondertussen is zelfs in het honoursprogramma de tijd niet onbeperkt. Verrassend dat de uiteindelijke selectie tamelijk onomstreden is en inmiddels redelijk robuust. Darwin, *Origin of Species*; Machiavelli, *De Heerser*; Newton, *Principia*, Freud, *Over Dromen*. Er zijn talloze namen en titels te noemen die ook grote wetenschap zijn, maar toch doen die altijd onder voor deze geheide klassiekers. De studenten zouden er geen van willen missen, zelfs Freud niet.

Voor mij als docent is de module een genot. Waar ik meestal een Newton de revue moet laten passeren in hooguit één college over leven en werk, kan ik nu een aantal weken achter elkaar met de studenten in de *Principia* duiken. Daarbij sta ik nu eens niet alleen uit te leggen wat de tekst inhoudt en wat de man bedoelde maar duik ik samen met de studenten de tekst in. Lezen, analyseren, vragen stellen, bespreken. Ik ben daarbij in de eerste plaats een gids die het leesproces in goede banen stuurt. Met name de eerste editie van de module was een ontdekkingstocht. Al werkende stuitte we op vragen en inzichten die ook voor mij nieuw waren. Een mooi moment was bijvoorbeeld een grondige discussie over de vraag wat er bij Darwin nou eigenlijk evolueert. De studenten waren goed te spreken over deze

aanpak. Ze vonden het eigenlijk wel leuk dat ook ik niet overal een antwoord op wist en regelmatig gecorrigeerd werd in groeps gesprekken. Ook met betrekking tot de inhoud van de module was de eerste editie pionierswerk, maar dat was juist de kracht ervan. In die zin maakt elke ervaring die ik opdoe me minder geschikt als docent voor deze module.

De rol van de docent als gids is een belangrijk element in het honours-karakter van deze module. In plaats van louter kennis over te dragen en studenten te vertellen hoe het zit, probeer ik ze te leren hoe je zo’n tekst benadert. Hoe je een tekst uiteenrafelt, wat voor vragen je stelt, hoe je je verder verdiept, enzovoort. Dat doen ze bovendien gezamenlijk waarbij het de bedoeling is dat ze kritisch naar elkaar luisteren, op elkaar reageren, doorvragen, enzovoort. Mijn rol bestaat in de eerste plaats uit het structureren van dat proces, door het verzinnen van gerichte opdrachten en activiteiten. Leesopdrachten, schrijfopdrachten, richtinggevend vragen, peer-reviews, debatten, enzovoort. De belangrijkste les die ik van de eerste lichting heb geleerd is dat de docent nog wel wat meer afstand kan nemen, en niet voortdurend aanwezig hoeft te zijn om het proces in goede banen te leiden.

In het honoursprogramma gaan studenten op een andere manier met teksten om dan ze gewend zijn. Ze moeten afstand nemen. Zelfs in het geval van klassieke teksten van grote wetenschappers leren ze kritische vragen bij de tekst te stellen: hoe zit de tekst in elkaar, wat bedoelt de auteur, hoe onderbouwt hij zijn claims, enzovoort. Het uiteindelijke doel is er achter te komen waarom dit zo’n toonaangevende tekst is en waarom zo’n wetenschapper zo groot is. Natuurlijk is het aan allemaal duidelijk dat we hier te maken met klassiekers, de kunst is duidelijk te kunnen maken wat er zo groots aan is. Dat blijken studenten heel goed te kunnen. Het enthousiasme waarmee ze de precisie van Newton of de scherpzinnigheid van Machiavelli aangeven werkt alleszins aanstekelijk.

De module ‘grote wetenschappers’ laat honoursstudenten kennismaken met enkele schoolvoorbeelden van wetenschap, en ook met de worstelingen die vernieuwers in de wetenschap hebben gehad. Behalve dat ze kennis opdoen van het gedachtengoed van Machiavelli, Newton, Darwin en Freud, verwerven ze vooral inzicht in het wetenschappelijke karakter ervan.



Ze leren vragen waarover zo'n theorie eigenlijk gaat, wat het daarover zegt, hoe de inferentiestructuur in elkaar zit, wat het bewijsmateriaal is, enzovoort. Een belangrijke les die ze daarbij leren is dat de verschillende wetenschappen op verschillende domeinen verschillende karakteristieken hebben. Een theorie over zoiets onbewijsbaars als de verandering van soorten ziet er noodzakelijk anders uit dan die over de val van appels en de banen van hemellichamen.

Fascinerend, en enigszins frustrerend, is dat studenten een tamelijk hardnekkig idee hebben over wat wetenschap is, waarbij het monolithische model van de moderne fysica dominant is. Zelfs, en misschien juist, de gamma's onder hen hanteren strenge, bijna rigide criteria in de beoordeling van wetenschappelijke theorieën. Popper heerst en wetenschap draait om hypothese-toetsen. Op die manier houdt zelfs van ons illustere viertal niet iedereen stand. Ik heb geprobeerd te laten zien dat een domein als de menselijke geest of de diversiteit van het leven zich niet laat reduceren tot simpele empirisch-logische structuren en wellicht andere structuren van kennisverwerving vraagt, maar zo'n reflectie is zelfs voor honoursstudenten misschien wat teveel gevraagd.

Freud's droomtheorie schiet vanzelfsprekend te kort wat betreft wetenschappelijkheid. Psychologiestudenten zijn daar overigens het strengst over. Een goed alternatief uit de menswetenschappen is er echter niet: goed geschreven, voor een breed publiek toegankelijk, van brede betekenis voor het wetenschapsgebied. Bovendien, en daar zijn de studenten het merendeels over eens, is Freud van groot belang voor het moderne mensbeeld. Wat dat betreft had hij in zijn pretenties over de krenking die hij in het voetspoor van Copernicus en Darwin aan de eigenliefde toebracht wel enigszins gelijk. Hij is daarmee misschien toonaangevender als wijsgeer dan als wetenschapper. En misschien zijn *Over Dromen*, *De Toekomst van een Illusie* en *Het Onbehagen in de Cultuur* in hun onwetenschappelijkheid juist leerzaam voor het nadenken over de vraag wat wetenschap is.

De opzet van de module brengt ook beperkingen met zich mee. Door uit te gaan van centrale teksten van wetenschappers stel je wetenschap in zekere zin gelijk

met ideeën en theorieën. Het is echter lastig om de experimentele en ontwerpende kant van wetenschap in beeld te krijgen. Hoe zou je dat aan moeten pakken, het microscoop-onderzoek van Van Leeuwenhoek of het ontwerpproces van Watt bestuderen? Als er al teksten zijn, is het eigenlijke wetenschappelijke proces meestal alleen via de omweg van secundaire literatuur zichtbaar te maken, en bovendien mis je de cruciale materiële kant van het proces. Het blijft jammer maar onontkoombaar dat er geen grote ingenieur in de module zit. De eerste editie van de module heette niet voor niets 'grote denkers'. Dat zijn het nog steeds, maar met de nieuwe titel hebben we het accent proberen te leggen op de wetenschapskant van de zaak om te voorkomen dat het té filosofisch zou worden.

Uiteindelijk gaat het in de module om de vraag wat een wetenschapper groot maakt. Ondanks de ontegenzeggelijk klassieke aard van de vier voorbeelden, zijn de studenten opvallend relativerend over de historische betekenis van de vier helden. Jazeker, ze waren slim en verstandig, maar ach, de tijd was ook wel rijp voor een theorie over zwaartekracht of evolutie. Aan hen daarom de opdracht zelf een grote wetenschapper uit te kiezen en aan hetzelfde procedé te onderwerpen: een centrale tekst kiezen, deze analyseren en in context plaatsen, en de historische betekenis bepalen.

Het leverde een mooie slotdag op met een zeer diverse portrettengalerij. In willekeurige volgorde: Maxwell, Da Vinci, Bohr, Confucius, Descartes, Mill, Shannon, Spinoza, Foucault, Madison. In de aanloop van het keuze proces bestond de wereld van 'grote wetenschappers' hoofdzakelijk uit 'dode witte mannen' en zelfs mijn uitdrukkelijk aansporing om in de marges te gaan zoeken leverde maar een paar exotische namen op. Dat heeft natuurlijk alles te maken met de aard van 'wetenschap'. Niet iedereen bleek uiteindelijk groot, niet iedereen kwam even goed uit de verf. Het valt niet eens mee om zelf op onderzoek uit te gaan in het leven en werk van een wetenschapper en daarbij de juiste vragen in het oog te houden. Ook daar heb ik als docent een belangrijke rol als gids.

De studenten ontwikkelen niet alleen hun lezen maar ook hun schrijven. Naast de discussies en besprekingen tijdens de bijeenkomsten produceren ze vooral teksten.

Als ik nu de oogst van de eerste editie grote wetenschappers doorneem, dan ervaar ik direct weer het plezier dat ik eraan beleefd heb. Een hele reeks werkstukken en essays die ik met genoegen gelezen en becommentarieerd heb. Er zitten natuurtalenten qua schrijven bij, met de Sanderproef als geheim van de smid. Zelfs de missers zijn geen gemakzucht en luiheid, maar met inzet en overleg geschreven. Het is onderwijs waarin je als docent evenveel terugkrijgt als je geeft.

## Individueel project

### *Miko Elwenspoek en Barend van der Meulen*

De module ‘domeinverkenning’ heeft in het honoursprogramma een speciale plaats. Zoals de naam van deze module in de eerste lichting van het programma aanduidt gaat het daarin om studenten uit te dagen om dieper in hun eigen vakgebied te duiken. In het oorspronkelijke concept van het honoursprogramma dat werd opgesteld door Frank de Mink was er een kleine plaats voor een eigen onderzoek – dit onderdeel is in omvang sterk uitgebreid en inhoudelijk veranderd. De beschikbare tijd – zelfs na de aanzienlijke uitbreiding op 12.5 EC, overeenkomend met een studielast van 350 uur – is te beperkt voor het uitvoeren van eigen onderzoek. Een opdracht van die omvang is, zo is onze eigen ervaring, net genoeg om in een lopend onderzoek mee te kunnen komen en daarin een klein onderdeel, dat door anderen is voorbereid, uit te voeren. Dat vonden we niet voldoende appelleren aan de zelfstandigheid van de studenten. Het voor de hand liggende alternatief is om de studenten de gelegenheid te bieden om een onderzoek op een zelf gekozen gebied uit te voeren, maar dat is door de korte beschikbare tijd uitgesloten. Ook wilden we niet iets doen wat zou lijken op de eindopdrachten van de bachelor. Zo werd het idee geboren om niet een eigen onderzoek, maar een eigen onderzoeksplan op te laten stellen door de studenten. En dat op een door hun zelf gekozen terrein binnen hun studierichting. Het resultaat zou dan een onderzoeksvoorstel moeten zijn dat past in de tweede of derde geldstroom (bijvoorbeeld in de vorm van een VENI-voorstel voor NWO).

Dit idee stootte binnen de universiteit op behoorlijk veel weerstand: studenten zijn in het tweede of derde jaar en kennen het vakgebied nauwelijks, laat staan de grenzen ervan. Studenten zouden hopeloos overvraagd zijn. Maar er was ook veel steun voor dit idee: wie weet ontstaan er waardevolle ideeën, ook al verwacht uiteraard niemand dat dan in grote aantallen onderzoeksvorstellen naar NWO worden gestuurd. Noch de docenten van de module, noch de docenten betrokken bij het honoursprogramma hadden ervaring met het begeleiden van studenten op dit niveau voor het schrijven van een onderzoeksvoorstel. De module werd op de

142

volgende manier uitgevoerd. Studenten werden bekend gemaakt met de vorm van onderzoeksvoorstellen, met de procedures van beoordelen, toekennen en afwijzen, en er werden cases aangedragen waar het verloop van een onderzoek, beginnend bij het ontstaan van het idee tot de uitkomsten beschreven werden, zowel in de technische als in de maatschappijwetenschappen. (Voor de docenten trouwens was nieuw dat er grote verschillen bestaan in de geldstromen, mogelijkheden om aan middelen voor onderzoek te komen, en de procedures in technische en maatschappijwetenschappen.) De docenten hebben gepoogd om een overzicht te geven over de processen waarin ideeën voor onderzoek ontstaan, welke criteria gehanteerd worden om een thema voor onderzoek te kiezen (zoals maatschappelijke of technisch-wetenschappelijke relevantie, persoonlijk interesse, neuzen in onderzoeksbladen als Science of Nature, praten met collega's en vrienden, enzovoorts.). De studenten werd gevraagd om een A4tje te schrijven over het gebied waarop ze zich zouden richten, en vervolgens namen de docenten contact op met wetenschappers die verstand hebben van het gebied dat de studenten beschreven. Die hebben de studenten dan inhoudelijk begeleid. Meer dan dank is dan ook gepast bij dr. ir. Alexander Brinkman, dr. Angele Reinders, dr. Andreas Warntjen, dr. ing. Guus Rijnders en prof. dr. ir. Harry Hoeijmakers. In twee gevallen bleek dat het betreffende gebied niet wordt bewerkt aan de UT. In een geval is de begeleiding overgenomen door de docenten van de module, in het andere geval heeft de student een ander thema gekozen.

De bijeenkomsten waren veel minder frequent dan bij de andere modules doordat de studenten ook afspraken moesten maken met hun docenten en doordat studenten vooral individueel bezig waren. De bijeenkomsten werden vooral benut om voortgang en problemen te bespreken. De module werd afgesloten met twee dagdelen waar studenten een voordracht voor elkaar hebben gegeven over hun onderzoeksvoorstel. Het idee om studenten aan een onderzoeksvoorstel te laten werken blijkt vruchtbaarder te zijn dan we in het begin dachten. De verdieping in hun domein vindt als het ware terloops plaats, want studenten bestuderen het materiaal dat ze nodig hebben voor hun onderzoek op een voor hen nieuwe manier. Er is niemand die toetst of ze alles gelezen hebben dat aan hen wordt voorgelegd – ze moeten gewoon weten wat speelt op het voor het onderzoek relevante gebied,

ze nemen zelf de beslissing wat ze zorgvuldig, en wat ze oppervlakkig of helemaal niet lezen. De studenten hebben geleerd om met een andere kijk wetenschappelijke literatuur te lezen.

Het blijkt ook dat goede cijfers halen in vakken iets heel anders is dan creatief bezig te zijn in een vakgebied. Sommige studenten vonden het erg moeilijk om een onderwerp te kiezen. Andere studenten hadden daar helemaal geen problemen mee. Organiseren van eigen werk werd als moeilijk ervaren: zelfstandig de tijd in de gaten houden, ervoor zorgen dat er contact is met de begeleider, het evenwichtig verdelen van de belasting. Ze vonden dat ze erg veel geleerd hadden. Naast de verdieping in het vakgebied, wordt het proces genoemd om van een (wild) idee te komen tot het formuleren van onderzoekbare vragen. Ook het doorstoten in een discipline tot aan de grens van het bekende was een opmerkelijke ervaring. Zo leerden ze het 'echte' werk kennen. Eén onderzoeksvoorstel werd daadwerkelijk ingediend bij IOP, echter men vond daar dat de strekking van dit voorstel niet goed in het IOP-programma paste, de kwaliteit van het voorstel was wel goed(!).

Het zich eigen maken van kennis en het werken aan onderzoek blijken twee verschillende werelden te zijn. Studenten zijn in de bachelorfase eigenlijk alleen met het eerste bezig. Onze ervaring met deze module is dat er echt een meerwaarde inzigt, wanneer studenten al relatief vroegtijdig met het zelf aanpakken van onderzoek in aanraking komen.

## Honoursprogramma: achtergrond en organisatie

***Miko Elwenspoek***  
*Directeur honoursprogramma*

Het honoursprogramma aan de Universiteit Twente is gericht op wetenschap, in het bijzonder op het ontwikkelen van wetenschappelijke kwaliteiten. Excellente studenten worden in dit programma daarom op een vroeg tijdstip in hun curriculum geconfronteerd met wat wetenschap is, waar ze over gaat, hoe ze bedreven wordt, welk soort mensen het zijn die wetenschap bedrijven.

De academische opleidingen in de eerste drie jaren, in de bachelorfase, worden door de honoursstudenten vaak ervaren als consumptie: Reproduceren van wat de docent zegt, van wat in de boeken staat, met het niet expliciet uitgesproken idee dat dit ook nog waarheid is. Er wordt voor deze groep studenten te weinig gevraagd om een kritische houding. Er is voor hen te weinig intellectuele uitdaging. Ze lopen aan tegen kwesties die voor een wetenschappelijke ontwikkeling wezenlijk zijn: Klopt het wat we moeten leren? Is het juist wat we voorgeschoteld krijgen? Wat betekent het als een wetenschappelijke theorie wel of niet in de mainstream zit? Hoe kom je aan gegevens en hoe betrouwbaar zijn ze? Wat is goed wetenschappelijk redeneren? Is dat hetzelfde als een methodologie-handboek volgen?

In het honoursprogramma worden studenten met probleemstellingen geconfronteerd waar ze over wetenschap zelf moeten nadenken, over de rol van hun eigen discipline, hoe bij iedere interessante probleemstelling disciplines in elkaar grijpen en verschillende soorten vragen en benaderingen opwerpen. De eerste, introducerende, module (die door mij wordt verzorgd en die door de studenten van de eerste generatie nog niet werd gevolgd) draait dan ook om een complex probleem met natuurwetenschappelijke, technische en maatschappijwetenschappelijke aspecten. Vanwege het spectaculaire en actuele karakter is gekozen voor de mogelijkheid, de gevolgen, en het voorkomen van een inslag van een grote meteoriet. Vragen als

hoe groot is het risico, welk risico vind je zo groot om er een grote hoeveelheid middelen aan te besteden, komen aan de orde, welke onderzoeksprogramma's zijn denkbaar, wie betaalt die programma's, wie mag beschikken over de resultaten.

Wetenschap is het resultaat van mensenwerk, verkregen door de inspanning van individuen die wetenschap bedreven in een historische en maatschappelijke context. De tweede module, 'Grote wetenschappers', beoogt dit duidelijk te maken. Er worden originele teksten gelezen en de betekenis van het werk van deze wetenschappers in hun en in de huidige tijd geanalyseerd. Er is voor wetenschappers gekozen die bekend zijn onder studenten en die een belangrijke vernieuwende bijdrage hebben geleverd, en dat verspreid over verschillende disciplines. Deze criteria leverden de volgende lijst op: Nicolo Machiavelli, Isaac Newton, Charles Darwin en, de meest omstreden en daardoor ook meest discussie uitlokkend, Sigmund Freud. Dit onderdeel wordt verzorgd door dr. ir. Fokko-Jan Dijksterhuis, die hierover in zijn eigen bijdrage aan dit boek meer schrijft. Als eindopdracht van deze module moeten studenten zich in een wetenschapper van eigen keuze verdiepen. In de module 'Wetenschap in de Praktijk', de opvolger van 'Grote vraagstukken' waaraan drie docenten meewerkten, worden aan de hand van dr. ir. Mieke Boon (zie haar bijdrage in dit boek) de stappen gezet die nodig zijn om vanuit een thema, een interesseveld, of een probleemstelling tot onderzoekbare vragen te komen. Als kapstok is voor de klimaatproblematiek gekozen. Verschillende invalshoeken worden naast elkaar geplaatst door te kijken wat voor vragen gesteld, welke methodes en kennisbronnen gebruikt worden, op welke wijze vragen worden beantwoord en welke eisen aan bevredigende antwoorden worden gesteld. Er wordt een methode aangereikt die studenten in staat stelt om een wetenschappelijke publicatie te beoordelen op betrouwbaarheid. Deze methode blijkt vruchtbaar te zijn voor de volgende module. In tijd is deze module de meest omvangrijke. Ze behelst een individueel project, waarbij binnen het eigen domein verkenningen worden gedaan. Hier moeten studenten zich verdiepen in een thema van de eigen discipline om de grenzen van het bekende gebied op te zoeken. Zij kiezen zelf een thema, en er worden docenten vanuit de Universiteit Twente gezocht om dit proces inhoudelijk te begeleiden. Het doel is om over de grenzen van het bestaande heen te kijken door een onderzoekvoorstel te formuleren.

146

Studenten bestuderen dan een vakgebied met een ander blik: ze maken het zich niet eigen om het op een tentamen te kunnen reproduceren, maar om de gaten op te zoeken, de open vragen te vinden, nieuwe toepassingsvelden te vinden. De klemtoon ligt niet op wat men weet, maar op wat men (nog) niet weet. De studenten leren niet meer wat de docent zo nodig vindt, maar wat ze zelf nodig vinden om scherp te kunnen formuleren waar de problemen in het veld zitten. Terloops komen een aantal academische vaardigheden aan bod: literatuur vinden en verwerken, verslag leggen, een onderzoekvoorstel te formuleren, inclusief tijdsplanning en begroting. Docenten treden ondersteunend, maar niet sturend op. Zie voor deze module het verslag van de twee hoofdbegeleiders, prof. dr. Miko Elwenspoek en dr. Barend van der Meulen. De laatste module staat in het teken van de afsluiting. Inhoudelijk behelst deze module een reflectie op het individuele project in het licht van het gehele programma. Tevens wordt hier gewerkt aan de afsluiting van het programma, die resulteert in een gemeenschappelijke publicatie in de vorm van een boek en in een evenement waarmee het honoursprogramma in de (universitaire) openbaarheid treedt. Qua uitkomst is deze module, die begeleid wordt door prof. dr. Henk Procee, het meest zichtbaar, want het resultaat is het boek waarin u nu leest.

Het minst zichtbaar is het werk op de achtergrond dat door het bureau honoursprogramma wordt gedaan. Aanvankelijk speelde ook Frank de Mink daarin een inspirerend rol. Nu bestaat het bureau uit de de genoemde docenten en een aantal studentassistenten. Zonder de inzet van Pascal Hollman, Martijn Vulto en Emiel Kappert waren heel wat zaken niet goed verlopen. Ditzelfde geldt ook voor het ondersteunende werk van Susan Janse en Judith Kuipers.

Het programma vergt een inzet van een half jaar, dat bovenop het normale studieprogramma komt. Om toegelaten te worden tot het honoursprogramma moeten de studenten bij de beste 10% van hun opleiding horen. Bovendien moeten ze een sollicitatieprocedure doorlopen, waar gekeken wordt naar hun motivatie en de ruimte die in hun leven over is om dit zware programma te kunnen doorlopen. De bijeenkomsten vinden in de avonduren plaats om geen roosterproblemen te veroorzaken. Dit is het eindverslag van de eerste generatie honoursstudenten aan de Universiteit Twente. We zijn twee jaar geleden begonnen met 12 studenten,

147

daarvan hebben 9 de eindstreep gehaald; studenten vielen af door ziekte, doordat ander verplichtingen grotere prioriteiten kregen, of omdat het programma te veel inspanning vergde. Degenen die de eindstreep hebben gehaald mogen bijzonder trots zijn op hun prestatie.

## De uitdaging

### ***Henk Zijm***

*Oud-Rector Magnificus Universiteit Twente*

Those who cannot remember the past are condemned to repeat it.

George Santayana

148 Enkele jaren geleden, tijdens een discussie die het College van Bestuur voerde met vertegenwoordigers van de studentenverenigingen in de Pakkerij, werd op een vraag van mij naar de zwaarte van de studies door verschillende studenten geantwoord dat er wel iets meer uitdaging mocht worden geboden. Weliswaar waren er ook tegengeluiden, maar voor ons was dit een signaal te meer dat de tijd rijp was voor het bieden van extra mogelijkheden, tegemoet komend aan de ambities van de verschillende doelgroepen. De ontwerpers van het honourscurriculum hebben die uitdaging opgepakt, resulterend in een programma dat naast verdieping in de wetenschap ook gericht is op meer integratie van verschillende disciplines en gezichtspunten, en inzicht in de wijze waarop die verschillende inzichten tot een synthese kunnen worden gebracht. Dat is een bewuste keuze die past bij een universiteit die fundamentele wetenschapsbeoefening graag wil koppelen aan maatschappelijke relevantie. De keuze had ook anders kunnen uitvallen, gericht op meer verdieping en verdere specialisatie binnen een vakgebied. Voor ons echter is een honoursprogramma bij uitstek een poging om de disciplinaire beoefening van wetenschap in een breder kader te plaatsen; vandaar ook de opzet om complexe maatschappelijke problemen vanuit verschillende invalshoeken te willen bezien. Zoals ik ook in mijn laatste Diesrede<sup>1</sup> heb betoogd, vereisen de grote maatschappelijke problemen van deze tijd ook bij uitstek die integrale aanpak, maar zijn we daar ook bij uitstek voor geëquipeerd, vanwege de combinatie van analyse- en ontwerpgericht onderzoek enerzijds en de mogelijkheden om technische en gedrags- en maatschappijwetenschappelijke disciplines te combineren anderzijds. De problemen zijn bekend: ze variëren van de bescherming van ons leefmilieu en de ontwikkeling van schone en duurzame energiebronnen tot het vormgeven aan meer rechtvaardige economische en sociale verhoudingen, veiligheid en leefbaarheid,

en het terugdringen van de wereldwijde armoede. In de in 2000 overeengekomen *Millennium Development Goals* zijn hierover vergaande afspraken gemaakt maar een deel van die doelen lijkt onverminderd ver weg. De vraag of dit nu wel in de eerste plaats een zaak van wetenschappers is, en niet veeleer van de politiek, is wat mij betreft niet aan de orde. Juist het feit dat universiteiten de bron vormen van het hoogst opgeleide potentieel dat wij kennen impliceert ook een maatschappelijke verantwoordelijkheid en daar kunnen we niet voor weggelopen. Maar de problemen zijn zo groot dat ze onorthodoxe oplossingen vragen, en dat impliceert een holistische visie. Het is de ontwikkeling van die visie waaraan het honoursprogramma belangrijke bijdragen kan leveren.

149 Zoals gezegd, ik meen dat de Universiteit Twente juist vanwege haar excellente prestaties op verschillende wetenschapsgebieden, maar ook door haar combinatie van disciplines bij uitstek mogelijkheden heeft om dat streven vorm te geven. Maar het vereist wel een open oog voor mogelijkheden om onderzoek en onderwijs mede te willen laten leiden vanuit aspecten van maatschappelijke relevantie, waarbij het vanzelfsprekend is dat er geen concessies aan wetenschappelijke kwaliteit mogen worden gedaan. En dat hoeft ook niet. Ons onderzoek naar labs-on-a-chip is wereldvermaard maar belangrijker is dat het de mogelijkheid opent voor laagdrempelige toegang tot snelle diagnose van besmetting door bijvoorbeeld het HIV of het SARS-virus. De grootschalige toepassing van ICT in de gezondheidszorg is cruciaal voor de beheersing van de kosten in de gezondheidszorg in een vergrijzende samenleving. De winning van energie uit algen komt tegemoet aan het bezwaar dat de eerste generatie biomassa opleverde: een onacceptabele concurrentie met de voedselproductie (food or fuel). Het laatste probleem vormt meteen een voorbeeld van het type ethische dilemma's waarmee de aanpak van dit type problemen gepaard kan gaan, net zoals ICT in de gezondheidszorg vragen rond veiligheid en privacy oproept, en daarmee weldoordachte bestuurlijke afwegingen en mogelijk nieuwe wetgeving vereist.

Meer dan ooit zullen hoogopgeleide mensen nodig zijn die in staat zijn die verschillende afwegingen te maken, mensen die geleerd hebben een probleem om en om te draaien, van velerlei kanten te bekijken, gebruikmakend van kennis die zij hebben of bereid zijn zich eigen te maken, dan wel door samen te werken in,

vaak internationale, teams. Daarmee is meteen die andere noodzaak geduid, meer internationale samenwerking. Nederland is geen eiland zoals ook de huidige financiële turbulentie ons genadeloos leert en dat is dan, hoe ernstig ook, nog maar een rimpeling gezien in het licht van een langere tijdshorizon. En net zoals het honoursprogramma bedoeld is om dat ruimere perspectief te bieden, zo is ook internationale samenwerking en interactie met mensen uit andere culturen daarin een onmisbaar element. Ook daar spelen vraagstukken rond sociale cohesie en veiligheid die een multidisciplinaire aanpak vereisen. Waar in de software engineering de voordelen van open source ontwikkelingen snel veld hebben gewonnen, waar in de industrie het open innovatiemodel furore maakt, daar kan het toch niet zo zijn dat de multiculturele samenleving in Nederland op zijn retour is. De geschiedenis leert hoe anders het kan; de welvaart in de Republiek der Zeven Verenigde Nederlanden die zijn hoogtepunt bereikte in de 17e eeuw, niet voor niets de Gouden Eeuw genoemd, werd in belangrijke mate mede mogelijk gemaakt door de vele Hugonoten en andere vluchtelingen die Amsterdam wisten te bereiken en de stad een ongekeerde dynamiek hebben gegeven.

De geschiedenis kent vele voorbeelden van wetenschappelijke doorbraken die ontstonden doordat wetenschappers juist vanuit een geheel nieuw perspectief een probleem bekeken of inzichten uit andere disciplines succesvol wisten toe te passen. Diezelfde geschiedenis leert ons ook het belang van interactie met andere beschavingen; de natuurwetenschappen hebben in hun rondgang langs de Griekse, de Arabische en de moderne wereld uit elk van die beschavingen de vruchten geplukt; de Chinese cultuur heeft blijvende invloed gehad op de ontwikkelingen in Oost en West. Het honoursprogramma kan aan de ontwikkeling van dat besef een essentiële bijdrage leveren. Dat is een dubbele uitdaging, om het beste uit jezelf te halen en om een bijdrage te leveren aan een schonere en veiliger wereld.

#### ***Noot***

<sup>1</sup>W.H.M. Zijm, *Footprints of Science. Wetenschap, technologie en samenleving – keuzes en dilemma's*, Diesrede Universiteit Twente, 28 november 2008.

