

De keuze van Ed van den Heuvel

Eva van den Broek

De Academische Boekengids 63, juli 2007, pp. 16-17.

In ieder nummer van *De Academische Boekengids* vertelt een wetenschapper over de boeken die een inspiratie vormden in leven, opleiding of onderzoek.

Ed van den Heuvel (1940), emeritus hoogleraar sterrenkunde, werd bekend door zijn onderzoek naar de evolutie van neutronensterren en zwarte gaten. Hij praat met instemming over wetenschappers die gevestigde ideeën en autoriteiten aanvallen.

Mijn vak begon als wetenschap bij de Griekse astronoom Hipparchos, een paar eeuwen voor onze jaartelling. In 1687 kwam Newton met zijn *Principia*. Einstein maakte daar een verbeterde versie van, maar het denkwerk van Newton is nog steeds zeer goed bruikbaar. Als je gewoon met ruimtevoertuigen naar de maan wilt of naar de planeten, kan dat allemaal uitstekend en nauwkeurig met Newton. Pas als je zwarte gaten bestudeert en de evolutie van het heelal, komt Einstein om de hoek kijken. Sterrenkundige en natuurkundige ontdekkingen raken niet snel gedateerd; waarnemen en meten is de basis van onze vakken, net als in de biologie.

Op de middelbare school was ik erg in biologie geïnteresseerd. Mijn interesse voor de sterrenkunde werd gewekt door het boekje van de Utrechtse hoogleraar **A.A. Nijland**, *De bouw van het heelal*. Van een onderwijzeres die vaak bij ons thuis kwam, kreeg ik dat cadeau. Nijland beschrijft daarin hoe de sterren door de ruimte bewegen. Het idee dat de zon met zijn planeten door de ruimte beweegt, sprak me erg aan. Het boek vertelt hoe Jacobus Kapteyn, hoogleraar in Groningen, in de negentiende eeuw voor het eerst metingen had verricht aan de bewegingen van grote groepen sterren en wat daaruit volgde. Dat waren geen holle theorieën. We weten nu natuurlijk veel meer van de bouw van ons melkwegstelsel, maar het boekje is zeker niet achterhaald. De wetten die we afleiden uit metingen breiden zich misschien uit, maar ze worden niet ongeldig – Newtons wetten gelden voor de bewegingen van alle voorwerpen om ons heen, niet alleen voor hemellichamen, maar bijvoorbeeld ook voor auto's, vliegtuigen en kanonskogels.

‘WE MOETEN STEEDS DURVEN TWIJFELEN ALS AUTORITEITEN IETS BEWEREN.’

Mijn leermeester **Marcel Minnaert** is beroemd geworden doordat hij uit het spectrum van een ster de atomaire samenstelling van die ster kon afleiden. Hij deed heel veel aan de popularisering van wetenschap. Hij heeft de driedelige studie over *De natuurkunde van 't vrije veld* geschreven. Vooral het eerste deel, over licht – *Licht en kleur in het landschap* – is in veel talen verschenen. Al zijn boeken gaan over dingen die je gewoon om je heen kunt zien. Hij legt bijvoorbeeld uit waarom de lucht blauw is, hoe de regenboog ontstaat, hoe halo's tot stand komen. Hij beperkt zich tot datgene wat je zonder instrumenten kunt zien als je buiten loopt en je ogen gebruikt.

Naast Minnaerts boeken zijn ook zijn colleges voor mij heel inspirerend geweest. Studenten van buiten de wis- en natuurkunde kwamen vaak naar hem luisteren omdat hij zo prachtig kon vertellen. Hij was overigens best streng. Alles wat we deden of zeiden, moest altijd goed onderbouwd zijn. Hij legde glashelder en heel enthousiast de wis- en natuurkunde uit die in ons vak aan de orde komt, met behulp van simpele voorbeelden.

Als je bijvoorbeeld plaatjes van de melkweg bekijkt, zie je donkere nevels die het licht van de sterren daarachter tegenhouden. Daardoor krijg je de indruk dat er veel materie in die donkere nevels zit. Om dat te ontcrachten, veegde Minnaert de bordewisser vol krijt en klopte die voor de projector uit. Dan zag je dat de kracht van de lichtstraal door dat beetje stof al sterk verminderde. Zelfs de rook van een sigaret blokkeert het licht al. Blijkbaar is er om licht te verduisteren in zo'n wolk maar weinig materie nodig, als die maar uit kleine deeltjes bestaat.

Ik denk dat de meeste mensen die onderwijs geven, weten dat juist daaruit ook veel vernieuwend onderzoek voortkomt. Als je je ergens zo in moet verdiepen dat je het anderen kunt uitleggen, leer je altijd zelf nieuwe dingen. Daarom vind ik dat er niet te veel instituten moeten zijn die zich puur op onderzoek richten. Dat merkte ik toen ik verbonden was aan het Institute for Advanced Study in Princeton. Op dat instituut is altijd alles open, je kunt midden in de nacht naar de bibliotheek en je hoeft nooit college te geven, maar ondanks alle faciliteiten komt er niet zoveel goed onderzoek uit voort als je zou verwachten. Al die knappe koppen sloegen daar helemaal dicht. Kurt Gödel en zelfs Einstein hebben niets opzienbarends gepresteerd terwijl zij in Princeton zaten.

Richard Feynman, een briljant natuurkundige, heeft er een tijd als postdoc gewerkt, maar het aanbod van een leerstoel heeft hij afgeslagen. Zijn argument was: als je in Princeton zit met een dik salaris en je hebt eens een jaar geen inspiratie, dan heb je geen enkel excuus voor je gebrek aan productiviteit. Dan raak je gefrustreerd en gedeprimeerd. Op een universiteit kun je altijd nog zeggen: 'Ik had het zo druk

met onderwijs, of met administratie, dat ik wetenschappelijk niets heb kunnen presteren.' En gek genoeg: juist die vele andere taken op een universiteit stimuleren je bij je onderzoek; je ziet er dan naar uit om in die kostbare resterende uren weer daarmee aan de slag te gaan.

Feynman is bij uitstek iemand die laat zien dat je juist op een universiteit uitstekend onderzoek kunt doen. Een ongelooflijk goed boek van hem vind ik *What Do You Care What Other People Think?* Hij beschrijft daarin de periode in zijn leven toen zijn eerste vrouw overleed. Hij had zelf een diagnose gesteld, afwijkend van die van de artsen. Achteraf bleek dat hij en één van de artsen, naar wie niemand had willen luisteren, gelijk hadden. Sindsdien beseft hij dat men steeds moet durven twijfelen als autoriteiten iets beweren.

Dat is ook de kern van een ander deel van het boek, waarin hij het onderzoek naar het ongeluk met de Challenger in 1986 beschrijft. De onderzoekscommissie, waarvan Feynman deel uitmaakte, had als voornaamste taak het lezen van rapporten. De commissie vond het beneden haar waardigheid om in de fabriek te gaan kijken of er een moer of schroefje loszat en bij de mensen op de werkvloer te informeren wat er technisch fout zou kunnen zitten. Feynman is op onderzoek uitgegaan in de fabrieken die de spaceshuttle gebouwd hadden, ook al werd hij door de voorzitter tot de orde geroepen. Hij vond de oorzaak: een rubberen ring die verkrumelde bij een lage temperatuur. En wat bleek, de mannen op de werkvloer wisten al wat er fout zou gaan en hadden al vóór de lancering gewaarschuwd dat het project niet in orde was. Maar hun boodschap was niet door de hogere echelons heen gekomen. Het hele project was te bureaucratisch georganiseerd; er werd te veel naar de autoriteiten geluisterd.

'DAT HET LEVEN HIER OP AARDE ONTSTAAN IS, KOMT MIJ TOCH OOK WEL ALS HET MEEST WAARSCHIJNLIJK VOOR.'

Een andere geniale wetenschapper was **Fritz Zwicky**. Zijn boek *Morphological Astronomy* vond ik erg interessant, ook omdat ik mijzelf veel met neutronensterren, waarover dit boek onder meer gaat, heb beziggehouden. Zwicky had al in 1934 voorspeld dat er neutronensterren bestaan - wat pas in 1967 ontdekt werd - en dat die de oorzaak van supernova-explosies waren. In de jaren dertig van de vorige eeuw werkte hij op het California Institute of Technology, waar men beschikte over de Mount Wilson-telescoop met tweeënhalve diameter spiegel, toen de grootste ter wereld. De man die ontdekt heeft dat het heelal uitdijt, Edwin Hubble, een ontstellend autoritair figuur, zwaaide de scepter over dat apparaat. Zwicky wilde natuurlijk ook ermee werken en diende een voorstel in om naar dwergmelkwegstelsels te gaan zoeken. Een door Hubble voorgezeten commissie die de aanvragen moest beoordelen, keek ernaar. Hubble zei 'dwergmelkwegstelsels bestaan niet' en daarmee was het voorstel afgewezen.

Zwicky heeft toen vijfduizend dollar losgepeuterd van een rijke meneer in Californië en daarmee een vijftig centimeter middellijn spiegelcamera gebouwd. Als de belichtingstijd maar lang genoeg is, kun je met een korte brandpuntsafstand en een kleine groothoekcamera ook nog zeer zwakke sterren en sterrenstelsels fotograferen. Het eerste wat hij hiermee ontdekte, waren zes dwergmelkwegstelsels. Naar aanleiding hiervan stelde Zwicky een wet op om ontdekkingen te doen, 'Making discoveries by negation and subsequent construction'. Zijn idee was: je gaat naar een autoriteit en laat hem een absolute uitspraak doen. Die autoriteit kan nooit alles weten wat er in de natuur bestaat, zodat die absolute uitspraak gegarandeerd fout is. Je moet daarom juist gaan zoeken naar het tegenovergestelde van wat die autoriteit zegt. Hierna is het tussen Zwicky en Hubble nooit meer goed gekomen; Zwicky heeft dus nooit met de Mount Wilson-telescoop mogen werken. Hij noemde Hubble een *spherical* (want van alle kanten) *bastard*.

In het boek staan ook vreemde dingen. Zwicky was een tikje paranoïde. Ondanks zijn genialiteit was hij echt een lastige man. Aan het einde van zijn carrière had hij met iedereen bonje en was zijn kamer verplaatst naar de kelder van het instituut. Toch heeft Zwicky, met die kleine camera, al in de jaren dertig ook ontdekt dat in clusters van sterrenstelsels een grote hoeveelheid onzichtbare materie aanwezig is. Het bestaan daarvan merk je door de zwaartekracht die deze materie op de sterrenstelsels in de clusters uitoefent. Zwicky zag aan de door hem gemeten snelheden van de stelsels dat er vijf tot tien keer meer donkere materie dan gewone sterren in die clusters zit. Zijn vroege ontdekking van het bestaan van deze mysterieuze 'donkere materie' is sinds de jaren zeventig door tal van andere waarnemingen bevestigd. De aard van deze materie vormt een van de grootste onopgeloste problemen uit de hedendaagse natuurkunde.

Sterrenkunde is de evolutietak van de natuurkunde. Natuurkunde beschrijft en leidt de wetten af volgens welke de materie zich gedraagt, maar kan niet vertellen waar die vandaan komt. Voor de ontstaansgeschiedenis van de materie in het heelal moet je bij de sterrenkunde zijn. Sterrenkunde is als 'evolutietak' eigenlijk nauw verwant aan de biologie, ook in aanpak. De biologie begon met mensen als Linnaeus, die alles wat hij zag beschreef en in categorieën indeelde, op basis van vermeende verwantschappen in de bouw van de dieren en planten. Die inventarisatie is essentieel geweest om een idee over evolutie zoals dat van Darwin te kunnen voortbrengen.

Bij de sterrenkunde gaat het ook zo. Er zijn heel veel verschillende soorten sterren: rode, blauwe en oranje sterren, dwergen, reuzen, super- en subreuzen. Het heeft lang geduurd voordat men erin slaagde hierin een systeem te ontdekken. Dat begon, net als in de biologie, door ze in verschillende categorieën

te rangschikken, bijvoorbeeld naar kleur (temperatuur) en afmetingen. Pas in de laatste decennia beginnen we een beetje te begrijpen hoe het in elkaar steekt, maar we zitten nog in het beginstadium.

Onze zon is een gele ster en houdt het ongeveer tien miljard jaar vol. Inmiddels is hij ongeveer 4,6 miljard jaar oud. De eerste half miljard jaar na het ontstaan van ons zonnestelsel en de aarde was het hier onbewoonbaar. Er was een bombardement van asteroïden gaande. Tijdens het vormingsproces van de aarde en de andere planeten hebben de grotere brokken de kleinere opgeveegd, waarbij de grootste uitgroeiden tot planeten. Dat zijn gigantische klappen geweest - een inslag was, in energietermen, zo sterk als duizenden atoomoorlogen. Dat bombardement heeft ongeveer zeshonderd miljoen jaar aangehouden. Daardoor is de korst van de aarde jonger dan vier miljard jaar; je vindt nergens een oudere steen in de aardkorst. De stenen waaruit de maan bestaat, zijn echter 4,5 miljard jaar oud. We denken dat er een grote klap is geweest, een inslag van een asteroïde zo groot als Mars, waaruit de maan heel vroeg in de geschiedenis van het zonnestelsel is ontstaan. We komen tot die conclusie omdat de maan uit heel licht materiaal bestaat, met dezelfde dichtheid als de aardkorst. Eén liter korst weegt slechts ongeveer 3,2 kilo, net als maan. Kennelijk bestaat de maan uit aardkorstmateriaal.

'ER ZIJN HEEL VEEL VERSCHILLENDE SOORTEN STERREN: RODE, BLAUWE EN ORANJE STERREN, DWERGEN, REUZEN EN SUPERREUZEN.'

Vrijwel direct na afloop van het grote bombardement met asteroïden was er leven op aarde: 3,8 miljard jaar geleden vormden zich de eerste simpele eencelligen, nog zonder celkern, waarvan men nu nog in gesteenten in Australië en Groenland de fossielen vindt. Deze observatie zette **Francis Crick** aan tot het schrijven van het boek *Life Itself, Its Origin and Nature*. Crick is met Watson de ontdekker van de dubbele helix van het DNA. Hij meent dat het leven niet hier op aarde ontstaan is maar al ergens anders, en dat het uitgezaaid wordt - *directed panspermia* is de term die hij daarvoor gemunt heeft. Hij meent dat het beginsel van leven over melkwegstelsels verspreid wordt in de vorm van heel primitieve cellen, die ook het interstellaire reizen kunnen overleven. In het heelal zijn er grote hoeveelheden ultraviolet licht en andere vervelende straling die schade kan aanrichten aan complexe cellen. Die simpelere cellen zijn daar veel minder gevoelig voor. Als aanwijzing geeft Crick dat het zo verbazingwekkend is dat het leven er al zo vroeg was, toen ons zonnestelsel nog maar net bewoonbaar was. Crick meent dus dat het ergens anders vandaan komt. Het boek zelf is als gedachte erg interessant en Crick schrijft geweldig, maar de meeste biologen denken toch dat het leven hier op aarde ontstaan is. Ik moet zeggen dat mij dit toch ook wel als het meest waarschijnlijk voorkomt.

Het Institute for Theoretical Physics in Santa Barbara, Californië, waaraan ik nu voor vier maanden verbonden ben, is puur bedoeld om slimme mensen uit verschillende hoeken van de natuurkunde bij elkaar te brengen. Het is een zeer inspirerende omgeving; ik werk tussen onderzoekers uit de hele wereld. Samenwerken is erg belangrijk in de wetenschap. Wetenschap is topsport, maar de competitie die dit inhoudt, conflicteert niet met samenwerking. Je gaat iemand anders geen vliegen afvangen. Als iemand een betere oplossing voor een probleem heeft gevonden, erken je dat, net zoals je in de sport een tegenstander die van je gewonnen heeft de hand schudt.

Het heeft lang geduurd voordat men in Nederland doorkreeg dat wetenschap net als sport competitie inhoudt, waarin alleen de beste mensen uitblinken. In de jaren zeventig heerste het idee dat we allemaal dezelfde aanleg voor wetenschap zouden hebben, terwijl het bij sport geaccepteerd is dat één iemand de beste atleet is. Ook in de wetenschap *moet* je op kwaliteit selecteren. Net zomin als het criterium 'hij vindt voetbal toch zo leuk' een rol kan spelen om bij Ajax in het team te komen, is 'hij vindt wetenschap zo leuk' een criterium om iemand aan te stellen, zeker niet als het gaat om een baan in een wetenschap die niet onmiddellijk nut heeft. Zo'n wetenschap moet hoge kwaliteitsstandaarden aanhouden om zich te kunnen handhaven. Gelukkig is deze gedachte nu in Nederland ook weer gemeengoed.

Prof. dr. Ed van den Heuvel is emeritus hoogleraar sterrenkunde aan de Universiteit van Amsterdam en was directeur van het Sterrenkundig Instituut Anton Pannekoek. Hij ontving onder meer de Descartesprijs van de Europese Unie (2002) en de Spinozaprijs (1995) en is Ridder in de Orde van de Nederlandse Leeuw.

De keuze van:

De bouw van het heelal
door **A.A. Nijland**
Haarlem: Bohn 1924;
herzien door Blaauw 1950.

De natuurkunde van 't vrije veld, deel 1. Licht en kleur in het landschap
door **Marcel Minnaert**
Zutphen: Thieme 1968.

Life Itself, Its Origin and Nature
door **Francis Crick**
New York: Simon & Schuster 1981.

Morphological Astronomy
door **Fritz Zwicky**
Berlijn: Springer Verlag 1957.

What Do You Care What Other People Think? - Further Adventures of a Curious Character
door **Richard Feynman**
New York: W.W. Norton 2001 (1988)., € 18,60