

HET ONGELOFELIJKE HEELAL

Rede

uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van
hoogleraar in de astrofysica van actieve sterrenstelsels
aan de Rijksuniversiteit Groningen
op dinsdag 8 juni 2004
door

Pieter Dirk Barthel

Omslag: sterrenstelsel M104

© Afbeeldingen: ESO, STScI, NOAO, Ansel Adams en Robert Gendler

Mijnheer de Rector Magnificus,
Zeer geachte toehoorders,

Vandaag vier ik met u het bijzondere voorrecht dat ik op basis van ruim dertig jaar kennis vergaren mij thans hooggeleerd mag noemen. Een klein deel van die kennis maar ook andere inzichten wil ik vanmiddag met u delen. Zij die mij kennen weten dat ik mijn werk, de astronomie, met enthousiasme doe. Zij die mij niet kennen weten dat hopelijk over een half uur. Dat enthousiasme wordt ingegeven door het uitermate bijzondere karakter van dit werk. Als geen andere wetenschap verlegt de astronomie grenzen; het daarmee gepaard gaande leren begrijpen van het fascinerende Heelal geeft dat grenzen verleggen een grote bevrediging. Fascinatie enerzijds, begrip anderzijds – deze twee woorden zullen een rode draad in mijn betoog vormen.

Aan dat bijzondere karakter van de astronomie draagt bovendien bij dat ik dit vak in Groningen en in Nederland mag uitoefenen. De Nederlandse astronomie kenmerkt zich door een groot saamhorigheidsgevoel, een grote mate van onderling vertrouwen en wederzijdse waardering, naast uiteraard een gezonde onderlinge competitie. Dat daarnaast Nederlandse astronomen buitengewoon competent zijn blijkt wel uit hun statuut in het buitenland en uit de nationale faam van toponderzoekschool NOVA. De reden dat de Nederlandse astronomie een buitenproportioneel belangrijke rol in de wereld speelt, valt toe te schrijven aan een combinatie van grote nieuwsgierigheid en drang tot avontuur – denk aan de Nederlandse ontdekkingsreizigers uit de 17e eeuw – en aan de goede leermeesters. Het Groningse sterrenkundige instituut dankt zijn naam aan zo'n leermeester en grensverleggende astronoom: Jacobus Kapteyn. Interessant op te merken in dit verband is ook dat als geen andere wetenschap in Nederland de sterrenkunde een bloeiende landelijke amateurpopulatie kent, inclusief drukbezochte jeugdwerkgroepen: er is dus ook een goede voedingsbodem voor hemelbestormers. Saillant detail is dat de amateurvereniging thans Koninklijk is, de professionele vakvereniging nog niet Het fantastische onderzoeksklimaat wordt adequaat ondersteund vanuit Den Haag; het is de astronomen er alles aan gelegen die appreciatie, bij beleidsmakers maar ook bij het grote publiek, zo te houden – ik zal daar straks op terug komen.

Mijn leeropdracht is de astrofysica van actieve sterrenstelsels – dat klinkt ingewikkeld maar dat valt bij nadere beschouwing best mee. Overigens meen ik sterk dat nagenoeg ieder wetenschapper en zeker iedere astronoom aan een leek moet kunnen uitleggen waar hij of zij zijn of haar brood mee verdient; aan u straks het oordeel Echter, het voor een geïnteresseerd publiek houden van een astronomische voordracht zonder het tonen van afbeeldingen ziet¹ collega Van Dishoeck als het spelen

van een vioolconcert zonder orkest: ik zie het meer als het voorlezen van de noten of het tonen van de bladmuziek. Weinigen – ook ik niet – zullen meteen beamen dat de muziek van de noten “bes bes a bes c d” mooi is: bij het horen van deze eerste noten van Schubert’s laatste pianosonate maakt echter de ontroering zich weldra meester van de luisteraar en vallen om het zo maar te zeggen de noten op hun plaats. Kennis van andere werken van Schubert, van diens leven en van diens tijd maakt de muzikale emotie compleet. Ik zal dus gebruik maken van geprojecteerde afbeeldingen van de astronomische objecten die de revue passeren. De astronoom die met te grote distantie over zijn werk spreekt loopt bovendien het gevaar zijn gehoor kwijt te raken. Walt Whitman beschreef dat fraai in zijn gedicht² over de geleerde astronoom die zich zodanig verloor in zijn wiskundige beschrijving, grafieken en diagrammen dat de toehoorder maar naar buiten ging om daar de sterren met het blote oog te bewonderen. In dit verband vind ik het jammer te moeten constateren dat studenten sterrenkunde soms geen benul hebben waar bepaalde sterren, sterrengroepen of sterrenbeelden aan de nachthemel te vinden zijn.

Actieve sterrenstelsels dus. Sterrenstelsels zijn gigantische wolken van sterren. Onze zon is een geel-oranje ster, een van dertien in een dozijn, waarvan er nog miljarden andere zijn in ons sterrenstelsel, de Melkweg. Enkele duizenden van die sterren kunnen we in een heldere nacht met het blote oog zien. Als we dat in een maanloze nacht doen, buiten de stad op een donkere plek, dan valt op dat er weliswaar overal sterren zijn, maar dat ze bovendien geconcentreerd zijn in een wazige band over de hemel. Deze band – de Melkweg – is het simpele gevolg van het feit dat de sterren van ons sterrenstelsel zich in een plat, schijfvormig systeem bevinden. Van binnenuit gezien doet zo’n systeem zich dan voor als een band aan de hemel. Kijken we uit de schijf omhoog dan zien we wel sterren maar lang zoveel niet als in het vlak van de schijf. Voor de volledigheid nog even: rond onze eigen ster, de zon, bewegen zich een negental planeten. De aarde is nummer drie gerekend vanaf de zon, en maakt in 365,25 dagen een rondje met een diameter van ruwweg 300 miljoen kilometer rond de zon. Dat doet zij vergezeld van haar begeleider, de maan; deze laatste maakt in 29,5 dag een rondje met een diameter van ruwweg 750.000 kilometer rond de aarde. Als u dit al wist behoort u overigens tot een selecte minderheid in Nederland – dadelijk meer daarover.

Astrofysica is de natuurkunde achter de objecten en processen in het Heelal. Gebruik makend van de in de vorige eeuw ontdekte wetten van de atoom- en de kernfysica heeft men kunnen berekenen dat ster zon nu zo’n zes miljard jaar oud is en nog wel twee keer zo oud kan worden. Gebruik makend van groepen van sterren heeft men dit soort berekeningen kunnen toetsen, en correct bevonden. Dat is een geweldige triomf: aardse fysica blijkt toepasbaar op grote schaal. Door onderzoek-

op-afstand snappen we hoe sterren werken! De zon is destijds ontstaan als condensatie in een enorme wolk waterstofgas en na verloop van enige tijd tot zelfontbranding gekomen. Dit stervormingsproces zien we nog steeds optreden in het Heelal, dichtbij en ver weg. Sterren waarvan we weten dat ze nog jong zijn zien we gewoonlijk in de buurt van gigantische gaswolken; bijgaande afbeelding toont zo'n uitgestrekt stervormingscomplex, een eindje verderop in de Melkweg. Naast de rode waterstofwolken en jonge felblauwe sterren zien we ook donkere roetwolken. Er is genoeg gas voor de vorming van duizenden sterren.



Stervormingsgebieden in Orion

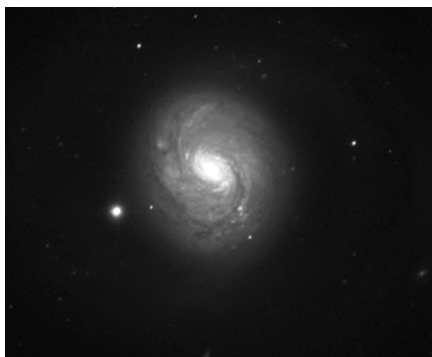
Ver buiten ons sterrenstelsel Melkweg kunnen we met telescopen ook andere sterrenstelsels zien. Een daarvan, schijfstelsel M104, staat op de omslag van dit boekje. Hoewel dit sterrenstelsel nog relatief dichtbij staat kunnen we de sterren erin niet afzonderlijk zien. Uit de hoeveelheid licht van M104 kunnen we echter simpel afleiden dat dit object honderden miljarden sterren moet bevatten. Merk op dat we de schijf prachtig op zijn kant zien. Dat de vorming van sterren in schijfstelsels gewoonlijk geconcentreerd is in spiraalvormige armen is goed te zien in de opname van sterrenstelsel NGC613. De lichte vlekjes in de spiraalarmen van het stelsel verschillen in wezen niet van de stervormingsgebieden in onze Melkweg: we zien het fenomeen stervorming zoals we dat in ons eigen sterrenstelsel waarnemen dus ook in andere meer verafgelegen sterrenstelsels. Grote verschil is dat we hier de vorming



van tienduizenden tot soms miljoenen sterren per gebied gadeslaan. Van deze en van andere typen sterrenstelsels had men een redelijk begrip opgebouwd in de jaren vijftig en zestig van de vorige eeuw. Steeds weer opnieuw maakten verwondering, ongeloof en fascinatie plaats voor begrijpen, of zoals Simon Stevin het in de zeventiende eeuw al zei: “een wonder ende is gheen wonder.”

NGC613

Stralen gewone sterrenstelsels voornamelijk door het licht van hun sterren, bij actieve sterrenstelsels ligt dat anders. Deze categorie, of liever categorieën want ze komen voor in soorten en maten, vertonen veel exotischer bronnen van straling. Naast het stralen van de miljarden sterren zijn er andere processen aan het werk in actieve stelsels. Men ontdekte sommige schijnbaar normale sterrenstelsels plotseling als sterke bron van radiostraling, van ultravioletstraling, van infraroodstraling, van röntgenstraling – allemaal ongehoord voor normale sterrenstelsels. In zekere zin is het onderwerp actieve sterrenstelsels gedreven door de technologie: men ontdekte het bijzondere karakter van deze objecten gebruik makend van nieuw ontwikkelde telescopen, zoals radio- of infraroodtelescopen, op de grond of in de ruimte. Het hieronder afgebeelde sterrenstelsel NGC5128 bijvoorbeeld genereert een enorme hoeveelheid radiostraling, terwijl het eveneens afgebeelde stelsel NGC1068 een buitengewoon heldere en hete kern heeft die bovendien ongewoon veel ultraviolet licht uitzendt.

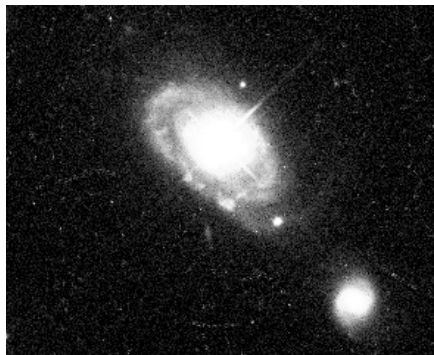


NGC5128 en NGC1068

We hebben hier te maken met episodes van ongewone stralingsproductie in overigens niet ongewone sterrenstelsels; deze activiteit valt niet terug te voeren op de eigenschappen van of processen in de sterren. Sinds de jaren vijftig van de vorige eeuw hebben we verschillende typen van deze actieve sterrenstelsels ontdekt. Gebruik makend van de grootste telescopen en de modernste technieken, op de grond en in de ruimte, bestuderen we deze objecten in steeds meer detail. We vinden actieve stelsels niet dankzij hun sterlicht maar dankzij hun exotische stralingsbronnen, en we hebben grote vorderingen gemaakt in het begrijpen van actieve sterrenstelsels. We weten nu dat de activiteit zijn oorsprong heeft in de allercentraalste delen, de zogenaamde kernen van de sterrenstelsels. Ten gevolge van een buitengewoon grote zwaartekrachts-aantrekking wordt materie naar die kernen gezogen; dat proces leidt tot extreme verhitting en andere astrofysische fenomenen die intense straling van exotische aard in en rond die kernen opleveren.

Ook M104, het prachtige spiraalstelsel in de achtertuin dat op de omslag van dit boekje staat is in zeer geringe mate actief: die activiteit openbaart zich door radio- en röntgenstraling vanuit de kern van het stelsel. Meer dan twintig procent van de nabije sterrenstelsels vertoont dergelijke activiteit; stelsels met sterkere activiteit zijn zeldzamer. De meeste mensen die dit boekje lezen zijn ongeveer 1m80 lang. We moeten een tijdje zoeken voordat we iemand vinden die 2m meet en nog langer totdat we iemand van 2m20 tegenkomen. Analoog moeten we ook verder het Heelal in om een superactief stelsel te vinden, dan om een stelsel met een activiteit à la M104 te vinden. Maar die superactieve, waarvan de kernen wel een miljoen maal actiever zijn dan M104, zijn er wel degelijk. Omdat die categorie zo enorm véél exotische straling opwekt kunnen we ze tot in de verste verten van het Heelal detecteren, dat wil zeggen tot in het verste verleden van het Heelal. Naast het in kaart brengen van de verschillende typen actieve stelsels proberen we uiteraard het hoe en waarom, kortom de astrofysica, van deze objecten te begrijpen. We willen de aard van de activiteit in relatie tot de moederstelsels weten – ziedaar mijn broodwinning.

Een in eerste instantie bijzonder raadselachtige populatie van objecten is ook een belangrijk lid van de familie actieve stelsels gebleken. Ik doel hier op de quasars, in 1963 ontdekt door de in Groningen en Leiden opgeleide Nederlandse astronoom Maarten Schmidt. Een quasar, kort voor quasi-ster, is niets anders dan een fase van extreme helderheid van de kern van een sterrenstelsel. Pas sinds kort zijn we in staat om de eigenlijke quasarsterrenstelsels af te beelden; deze worden namelijk compleet overstraald door het felle licht van de actieve kern. Hieronder staat een opname gemaakt met de Hubble ruimtetelescoop van quasar PG0052+251. In de buitenden van het actieve sterrenstelsel zien we overigens dezelfde stervormingsgebieden als waarover ik eerder sprak.



PG0052+251

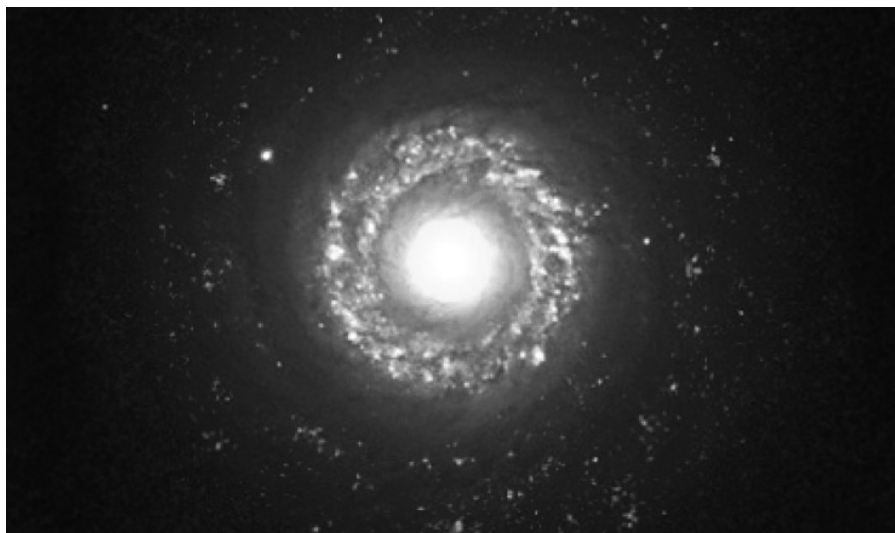
Staat quasar PG0052+251 een stuk verder dan de eerder besproken actieve stelsels, voor quasars staat dit object nog relatief dichtbij. Quasars zijn de verst bekende objecten in het Heelal: de verste quasars staan zó ver van ons vandaan dat we die objecten waarnemen in de omstandigheden van het Heelal toen dat nog maar een paar procent van zijn huidige leeftijd had. Het licht van deze objecten heeft simpelweg miljarden jaren nodig gehad om ons te bereiken; dat licht verliet de verre quasar toen aarde en zon nog niet eens bestonden. Vooral dankzij

quasars en andere verre actieve sterrenstelsels zijn we veel te weten gekomen over de vroege fasen van het Heelal. Dat onderzoek naar de wordingsgeschiedenis van het Heelal is een van de kernpunten van de moderne astronomie. Een raadsel is het bijvoorbeeld hoe het mogelijk is dat in het heel jonge Heelal al zeer energetische quasars worden aangetroffen: het kosmische vuurwerk begon al vroeg...

Actieve sterrenstelsels en quasars markeren een kort, fascinerend hoofdstuk in de astronomie. Tot 1950 meende men dat het Heelal op sterrenstelselschaal gekenmerkt was door serene rust, nu weten we dus wel anders. De ontdekking van actieve sterrenstelsels plaatste astronomen voor grote vraagtekens: wat zijn het, waar komt de activiteit vandaan, en wat is hun rol in het evoluerende Heelal? Lange tijd was er hier en daar ongeloof over de realiteit van de waarnemingen doordat de implicaties ervan zo verstrekkend waren. Het voorkomen van deze objecten was een belangrijke stimulans om radiotelescopie zoals die in Westerbork te bouwen, evenals de grote 4m- en thans 10m-klasse optische telescopen. Vanuit de ruimte zijn actieve stelsels intensief bestudeerd, dat wil zeggen hun infrarode, ultraviolette en röntgenstraling. Met wereldwijde netwerken van radiotelescopie kon men inzoomen op de eigenlijke motor. In luttele decennia zijn geweldige vorderingen gemaakt in het begrip van de astrofysica van deze objecten. De ingrediënten van de diverse soorten actieve stelsels, de relevante stralingsprocessen, de onderlinge verschillen en overeenkomsten zijn thans goed bekend. Wisten we honderd jaar geleden niet eens hoe groot onze Melkweg is, laat staan van andere sterrenstelsels, en hebben we pas een halve eeuw kennis van actieve stelsels, de thans verworven kennis en begrip betekenen in mijn beleving opnieuw een triomf. Weliswaar dankzij een grote krachtsinspanning, maakte enorme verwondering en ongeloof verbluffend snel plaats voor begrip.

Onopgelost echter is nog steeds de vraag naar de eigenlijke oorzaak van de activiteit: waarom en hoe slaat de motor aan? Hoe lang duurt een actieve fase en hoe stopt deze? Het heeft er momenteel veel schijn van dat het optreden van kernactiviteit in een sterrenstelsel op een of andere manier samen gaat met intense stervorming in de buurt van de kern. Door stervorming, dat in feite niets anders is dan het omzetten van diffuus gas in compacte gasbollen ofwel sterren, “groeit” een sterrenstelsel; de aanwijzingen nemen toe dat rond of na die periode van groei er ook een episode van kernactiviteit is. Een prachtig voorbeeld van een sterrenstelsel dat een sterke mate van stervorming vertoont vlak rond zijn kern is NGC7742. Het stelsel valt nog niet echt als actief te klassificeren maar wie weet is het dat over tien- of honderduizend jaar wel.

Het hoe en waarom van die samenhang tussen stervorming en kernactiviteit evenals het optreden van deze fenomenen al vanaf de vroegste fasen van het Heelal zijn nog een raadsel. De Herschel ruimtetelescoop die het Europese ruimteagentschap ESA over enkele jaren gaat lanceren evenals de Japanse ASTRO-F satelliet die volgend jaar zomer gelanceerd zal worden moeten daar meer duidelijkheid in brengen. Samen met de in de ontwerpfase verkerende LOFAR en ALMA radiotelescopen zullen deze ruimtemissies de grenzen van het heel jonge Heelal opnieuw ingrijpend verleggen. Met die vooruitzichten werk ik als lid van internationale teams mee aan het helpen realiseren van ASTRO-F en Herschel, met buitengewone interesse.



NGC7742

Combineerde tot de renaissance de astronomie voornamelijk het waarnemen van verschijnselen met astrologisch getinte interpretatie, vanaf die renaissance gaan astronomen het Heelal dus echt begrijpen. Een triomf uit die tijd is natuurlijk het besef dat niet de aarde maar de zon centrum van het zonnestelsel is. Door gezond verstand te gebruiken, door interpretatie van nauwkeurige waarnemingen en door onbevooroordeelde redentatie vallen de puzzelstukken op hun plaats – dat gold in de 16e en de 17e eeuw en dat geldt nog steeds. Niemand minder dan Galileo zelf zei het in 1616 als volgt: “Ik kan niet geloven dat dezelfde God die ons zintuigen, spraak en verstand gaf, niet wil dat we deze gebruiken.” Verwondering – want daar begint het altijd mee – en soms ongeloof maken steeds plaats voor begrip. Ik citeerde het devies van Simon Stevin al eerder: “wonder ende is gheen wonder.” Professor Oort, Nederlands beroemdste astronoom, beschreef³ zijn lange carrière eens als een continue fascinatie en verwondering over wat is en wat nog komen gaat. Ook de befaamde Utrechtse hoogleraar Minnaert was zoals sommigen van u wellicht weten buitengewoon gefascineerd en diep onder de indruk van het grote en het kleine in het Heelal. Eens te meer zijn die verwondering en fascinatie terecht, omdat steeds weer aardse, dat wil zeggen op aarde afgeleide natuurkunde adequaat is gebleken om de meest uiteenlopende, ongelofelijke fenomenen waar dan ook in het Heelal te beschrijven. Hier moet ik Einstein citeren die immers zei dat het meest onbegrijpelijke van het Heelal is dat het begrijpelijk is!

Kennis, begrip en het zien van verbanden doen de fascinatie en de verwondering verder toenemen. Dat geldt op ieder niveau, dus ook bij scholieren en bij het grote publiek. Goede wetenschapspopularisering speelt daarom in op fascinatie enerzijds en begrip anderzijds: ik noem dat wel eens de wow-factor en de aha-factor. Zaken die in eerste instantie ongelofelijk lijken, blijken toch begrijpelijk te zijn – da’s de ultieme beloning voor de beroepswetenschapper maar moet ook het doel van publieksvoorlichting zijn. Dat naast het geïnteresseerde publiek ook – met name! – scholieren en niet te vergeten beleidsmakers doelgroepen zijn spreekt voor zich, want samen geven verwondering en begrip, wow en aha dus, appreciatie. Deze is voor wat de astronomie betreft in Nederland relatief groot, maar popularisering moet ons continu aan het hart gaan. De appreciatie in Den Haag is van levensbelang, en het grote publiek en met name kinderen leren graag iets over het Heelal. Als voorbeelden mogen dienen de aandacht voor ’s-Neerlands tweede astronaut (de “zwevende Hollander”) afgelopen voorjaar en de belangstelling voor de Venusovergang op de ochtend van deze oratie. Bovendien: gegeven dat kinderen moeten leren hoe de wereld in elkaar steekt is natuuronderwijs – in de breedste zin – gewoon nodig. “Er gaat een wereld, nee een Heelal voor hen open!” Het Heelal is van ons allemaal, nietwaar? Mag ik u nog even in herinnering brengen dat het onderwijs vanaf de klas-sieke oudheid tot en met de Middeleeuwen bestond uit het Trivium (grammatica,

retorica en logica – zeg maar het basisonderwijs) en het Quadrivium (meetkunde, rekenkunde, muziek en astronomie – het gevorderde onderwijs). Astronomie vormde dus een van de zeven klassieke “vrije”, of beter “vrij-makende kunsten” (artes liberales). Ovidius⁴ sprak als volgt over astronomen: “O heil de geesten die voor ’t eerst, naar kennis strevend, opstegen in het sterbezaaide hemelruim! Verheven moeten zij geweest zijn boven ’t leven, en menselijk vreugd, en menselijk feil...” Doordat er tevens een metafysische component aanwezig was (astrologie naast astronomie, numerologie naast rekenkunde) werd het systeem na de middeleeuwen rationeler en praktischer. Die metafysische componenten zijn uiteraard terug te voeren op de verwondering en het ontzag voor natuur en Heelal. Ook in de bijbel wordt al gesproken over de grootsheid van Orion en de Pleiaden, en de symboliek van de ster van Betlehem kennen we allemaal. Dat met het toenemende begrip die metafysische component verdween betreur ik niet, maar de balans is thans wel enorm doorgeslagen naar toepasbare praktijkkennis. Een voorbeeld? Slechts drie van de vier Nederlanders weten dat de aarde rond de zon draait en slechts een op de drie Nederlanders weet daarnaast ook nog dat de aarde daar een jaar over doet. Deze statistiek plaats Nederland bij de slechtst scorende landen van Europa⁵. Ik zei al eerder dat u bij een selecte minderheid behoort als u weet wat een jaar is, hoe de seizoenen ontstaan en waardoor de fasen van de maan ontstaan. Dat ondanks het feit dat de appreciatie voor astronomie in Nederland relatief groot is. Maar ja, appreciatie is één, kennis is twee. Wilde Nederland niet bij de Top-3 van de Europese kenniseconomieën horen...? Ook de biologen klagen over het gebrek aan eenvoudige natuurkennis bij de man in de straat. Er zijn echt investeringen nodig in kennisgeneratie en kennisoverdracht en daartoe dienen alle mogelijke formele en informele wegen te worden bewandeld. Voor wat betreft de wow-factor zit de astronomie goed, maar de aha-factor behoeft verhoogde aandacht, ook al opdat het imago van exacte studies en exacte middelbare-schoolprofielen verbetert. Bèta-studies worden onterecht gecapiceerd als studies voor nutteloze wijsneuzen. Voor wat betreft het formele circuit willen biologen en astronomen deze zaak samen gaan aanpakken en wel op de basisschool. Ik ben betrokken bij een nationaal project in dit verband en U mag mij over tien jaar ter verantwoording roepen als de situatie dan niet verbeterd is. De contacten met het ministerie van OCW in dezen worden thans geïntensiveerd. Ook de plannen om een astronomisch pret- en leerpark in Nederland te gaan realiseren ondersteun ik van ganser harte. Misschien dat het recente Groningse initiatief van de Kinderuniversiteit in dit opzicht ook goed werk kan doen: met plezier zal ik aan dit initiatief meewerken. Steun vanuit de media – een belangrijk informeel circuit – is hierbij nodig, want het kan niet zo zijn dat er buiten Het Klokhuis en School-TV geen populaire wetenschap op de televisie komt⁶. In hun befaamde Berenstain Bears kinderboekjes stellen de Amerikaanse auteurs Jan en Stan Berenstain allerlei opvoedingszaken op een speelse manier aan de orde. In het deeltje⁷ “Too much TV”,

destijds favoriet bij mijn dochtertje Judith, komt de familie Berenstain tot de ontdekking dat het kijken naar de sterrenhemel soms te verkiezen is boven de kijkkast (“een scherper beeld dat bovendien veeel groter is”) – die boodschap zou in Nederland ook eens vaker moeten klinken! Minister van OCW: wilt u de natuuronderwijskerndoelen alstublieft weer meenemen in de CITO-eindtoets?

Allemaal leuk en aardig, meneer Barthel, maar wat is het nut eigenlijk van die astronomie? In hoeverre wordt onze maatschappij er wijzer van? Op vragen als deze zou ik het volgende willen antwoorden. Ten eerste, het rechtstreekse praktische nut van sterrenkunde voor de maatschappij is klein maar fijn: u moet denken aan technieken en materialen die hun oorsprong hebben in de ruimtetechnologie, maar ook aan uw digitale foto- en videocamera. Digitale beeldbewerkingstechnieken uit de astronomie vinden thans belangrijke toepassing in onder meer de medische technologie. Ten tweede, de astronomie leidt jonge mensen op om, vaak in teamverband, complexe natuurverschijnselen op afstand te onderzoeken, deze te beschrijven en vervolgens te begrijpen. Die vaardigheden zijn waardevol voor de maatschappij. Ten derde – met collega Longair uit Engeland ben ik het volstrekt eens dat dit een belangrijk punt is –, de grote internationale astronomische samenwerkingsverbanden brengen wederzijds vertrouwen en appreciatie in een wereld vol wantrouwen. Ten vierde is er de fascinatie van het astronomische bedrijf op zich: de mens leert zijn wereld kennen en de oorsprong daarvan, zijn plaats in die wereld en wellicht zijn mogelijke rol in die wereld. Bezien we nog eens de opname met de Very Large Telescope van sterrenstelsel M104. Dit is geen animatieplaatje uit de studio’s van George Lucas, maar een stukje echte, verre natuur. Ook wij wonen in zo’n soort sterrenstelsel, met onze zon als nietig sterretje ergens in de buitengebieden van de schijfcomponent. Sommige astronomische objecten zijn van een onaardse schoonheid. De afbeelding van M104 hoort in mijn beleving tot die categorie: ver verwijderd van onze Melkweg, van onze zon, onze aarde en ons aardse politieke gekrakeel ademt dit sterren-



stelsel een sfeer van serene rust. Ver ook in tijd: de afbeelding is zo’n vijftig miljoen jaar oud, want zo lang is het licht naar ons onderweg geweest. Ook vanuit dat gegeven doet de afbeelding ons weer de betrekkelijkheid van het mens-zijn beseffen. Desgevraagd antwoordde de beroemde Amerikaanse fotograaf Ansel Adams eens dat zijn foto van de Yosemite vallei daarom een van zijn

Yosemite Valley

favorieten was omdat er niets op die foto stond dat mensen gemaakt hadden. De aanblik van Yosemite Valley, van de Grand Canyon, van de ondergaande zon boven de Waddenzee, maar net zo die van de Melkweg, van de Orionnevel en van M104 – alle representeren ze momenten van intense schoonheidsbeleving, die niet verschillen van het genieten van een schilderij, een gedicht of een stuk muziek.

Aan verwondering zitten ook religieuze aspecten en dat brengt me tot het laatste punt van mijn beschouwing. Natuurwetenschap en religie leven niet zelden op gespannen voet. Dat is ten onrechte want het zijn volstrekt complementaire vormen van wereldbeschouwing. Beperk ik me nu – zonder waardeoordeel te geven – tot de westerse christelijke religie, dan hoef ik maar de naam van Galileo te laten vallen en u snapt wat ik bedoel met ‘gespannen voet.’ Wijze woorden van Galileo citeerde ik reeds eerder; het volledige citaat is echter: “Ik kan niet geloven dat dezelfde God die ons zintuigen, spraak en verstand gaf, niet wil dat we deze gebruiken, te meer daar we met deze capaciteiten ieder voor onszelf dingen kunnen onderzoeken die de bijbel onvermeld laat, zoals bovenal de astronomie ...” Da’s dus de spijker op zijn kop: de bijbel is geen wetenschappelijk boek. ’t Is evenmin een geschiedenisboek, maar een bonte verzameling verhalen, overleveringen en getuigenissen over een diepere achtergrond van ons bestaan. Toen men de befaamde natuurkundige James Clerk Maxwell in 1876 vroeg of diens ether-theorie wellicht niet het probleem oploste waarom volgens Genesis 1 het licht er eerder was dan de zon antwoordde deze dat de wetenschap er niet is om de schrift te verklaren. Integendeel, zo stelde de diep-religieuze Maxwell, een dergelijk interpretatie zal wetenschappelijke vooruitgang in de weg staan! “Ieder individu moet doen wat in zijn vermogen ligt om zijn geest te verrijken met de grootsheid, de orde en de eenheid in het Heelal, en mét die kennis de bijbel lezen”, zo schreef hij. Die woorden hebben nog niets aan kracht ingeboet, want kennis lost het mysterie niet op maar verdiept het. Vele gelovige wetenschappers delen deze visie en hun aantal neemt niet af⁸ ondanks de toenemende secularisatie in de westerse wereld. Ook blijven in navolging van Albert Einstein en Carl Sagan veel wetenschappers het Heelal en het ontstaan daarvan zien als een dermate uniek gebeuren dat voor hen Kosmos en Theos synoniemen zijn. Rijst natuurlijk onmiddellijk de vraag naar de positie van de mens in die zich ontvouwende Kosmos. Is God louter een gepensioneerd ingenieur? Zijn wij (a) toevallige passanten in een zelfregulerend systeem, gelukkig resultaat van natuurlijke evolutie en selectie, of (b) meer dan dat, namelijk eregasten in het evoluerend Heelal? Dit laatste is natuurlijk het kernpunt van religie. Terwijl wetenschap een proces is, een methode gebaseerd op twijfel en nieuwsgierigheid stoelt religie op vertrouwen. Religie brengt een extra dimensie (de bekroning volgens Max Planck⁹): de feiten versus de volheid. Wetenschap leert hoe het Heelal werkt, religie leert hoe wij (daarin) moeten werken.

Met de onlangs overleden astronoom Robert Hanbury-Brown¹⁰ zou ik drie verbindingslijnen willen onderscheiden tussen mens en kosmos. De eerste lijn is die van de wetenschap – een niet-persoonsgebonden lijn door objectieve maar altijd beperkte kennis. De tweede lijn is die van de kunst waartoe – ik zei het al eerder – ook de aanblik van de Melkweg op een maanloze nacht gerekend moet worden. Dit is een subjectieve, persoonlijke lijn gebaseerd op schoonheidsbeleving. De derde lijn is die van de religie: een tweede persoonlijk lijn welke zin en doel geeft aan het menselijk bestaan. Voor velen is de eerste, onpersoonlijk, objectieve lijn onvoldoende. Voor vele anderen is het mens-zijn incompleet zonder de derde lijn.

Het ongelofelijke, onbegrijpelijke Heelal blijkt bij nadere beschouwing toch een stuk begrijpelijker en gelofelijker te zijn.

Ik heb gezegd.

Nawoord

Langs mijn carrièrepad hebben verschillende richtingaanwijzers gestaan die ik hier graag memoreer. Mijn Haarlemse natuurkundeleraar Daan de Kraker speelde een belangrijke rol bij mijn keuze om natuurkunde aan de VU te gaan studeren. Tijdens die studie wisten Joop Hovenier en Pieter Bosma mijn sluimerende interesse voor de sterrenkunde aan te wakkeren en was er al gauw geen weg meer terug: ik zou astronoom worden. Harry van der Laan, George Miley en Richard Schilizzi haalden mij naar Leiden, waar ik gedurende vier enerverende jaren een promotie-onderzoek uitvoerde. Op de dag voordat ik officieel in dienst trad bij de Sterrewacht zat ik al in het buitenland De vier fantastische jaren in Pasadena na mijn promotie en de contacten aldaar completeerden mijn astronomische vorming. Dank aan allen langs deze weg.

Mijn ouders ben ik dankbaar voor hun onvoorwaardelijke steun en vertrouwen tijdens mijn jaren van vorming en opleiding. Lieve Connie, van 1978 tot nu: het was en is – in binnen- en buitenland – een mooi avontuur! Ik dank je uit de grond van mijn hart voor je enorme betrouwbaarheid. Het enthousiasme van jou en de kinderen droeg veel bij aan mijn enthousiasme. Judith, Maarten en Inge: net zo als jullie trots zijn op je vader is hij dat op jullie. We hebben met ons prachtige gezin al aardig wat van de wereld kunnen zien en veel meegemaakt. Op naar de reunie in Hawaii!

Collega's van het Kapteyn Instituut, studenten en promovendi, collega's in Nederland – samen met u wil ik eraan blijven werken Nederland bij de astronomische wereldtop te houden. Er blijft nog veel te ontdekken en te onderwijzen en ik dank het Groningse College van Bestuur, het Bestuur van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen en de facultaire benoemingscommissie voor het vertrouwen, op basis waarvan ik dat nu als hoogleraar mag doen.

Referenties

1. “Moleculen tussen de sterren”, oratie Rijksuniversiteit Leiden (1996)
2. Walt Whitman: “The Learn’d Astronomer”*, in *Leaves of Grass* (1873)
3. J.H. Oort, in ‘Some notes on my life as an astronomer’, *ARAA* 19, p.1 (1981)
4. Ovidius, *Fasti* I, 297-300
5. CEC Eurobarometer Special Survey EB38.1 (1993)
6. “Alleen met dwang komt wetenschap op TV”, *Trouw*: 20 feb. 2003
7. Jan en Stan Berenstain, in “Too much TV” (1984, Random House)
8. *Nature* 386, p. 435 (1997)
9. Max Planck: “Religion und Naturwissenschaft” (1938)
10. *Current Affairs Bulletin*, vol. 56 p. 415 (1979)

**When I Heard the Learn’d Astronomer*

*When I heard the learn’d astronomer,
When the proofs, the figures, were ranged in columns before me,
When I was shown the charts and diagrams, to add, divide, and measure them,
When I sitting heard the astronomer when he lectured with applause in the lecture room,
How soon unaccountable I became tired and sick,
Till rising and gliding out I wander’ed off by myself,
In the mystical moist night-air, and from time to time,
Look’d up in perfect silent at the stars.*