Samen met de Sterren

Astronomie en Maatschappij

In de astronomie hebben ze het allerbeste nodig en die kennis passen we ook elders toe

-- Alexander Brink, IBM

De Nederlandse astronomie is ontzettend goed georganiseerd en maakt strategische keuzes

-- Brian Schmidt, Nobelprijs Natuurkunde 2011

Astronomie heeft waanzinnige potentie om naar 'onze' wereld te trekken

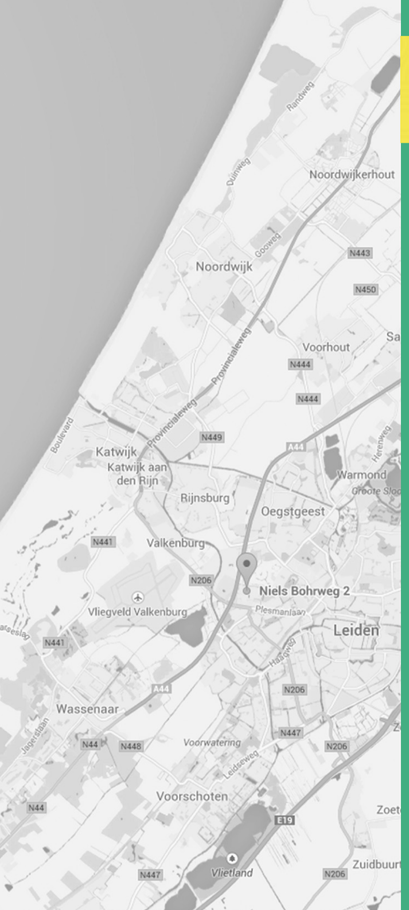
-- Lidi Brouwer, Designbureau Studio Roosegaarde

Samen met de Sterren

Hoe is het heelal ontstaan? Bestaat er leven op andere planeten? Wat zijn zwarte gaten nu eigenlijk? Nieuwe telescopen zullen een ongekend beeld opleveren van de kosmos. En Nederland speelt daarbij een prominente rol.

Wetenschappelijk gezien staat de Nederlandse astronomie in de top vijf van de wereld. Dat komt onder andere doordat Nederlandse astronomen samen optrekken. Het bindmiddel van de Nederlandse astronomen is NOVA, de Nederlandse Onderzoekschool Voor Astronomie. De onderzoekschool bestaat al sinds 1992 en zorgt voor een solide samenwerking tussen de universitaire groepen op het gebied van onderzoek en instrumentatie.

Behalve een intrinsiek wetenschappelijk belang heeft de astronomie ook een grote maatschappelijke relevantie. Hierbij zijn diverse aspecten te onderscheiden: (i) popularisering: sterrenkundigen praten enthousiast over de laatste inzichten in het heelal met een breed publiek en stimuleren kinderen richting de bètawetenschappen; (ii) kennisoverdracht aan industrie: door de hoge eisen van astronomische instrumenten worden ingenieurs gedwongen om de technologische grenzen te verleggen; (iii) maatschappelijke spin-offs: technologie ontwikkeld voor de astronomie vindt toepassingen op verschillende plaatsen in de samenleving, zoals in de medische sector, klimaatonderzoek, en ICT; (iv) talentontwikkeling: sterrenkunde leidt hoogwaardige 'systeemdenkers' op die complexe maatschappelijke problemen aankunnen. Deze brochure geeft een aantal voorbeelden van de inbedding van de astronomie in de samenleving.



De Nederlandse astronomie is ontzettend goed georganiseerd en maakt strategische keuzes

Brian Schmidt is hoogleraar sterrenkunde aan de Australian National University in Canberra. Samen met Saul Perlmutter en Adam Riess won hij in 2011 de Nobelprijs voor de Natuurkunde voor de ontdekking dat het heelal steeds sneller uitdijt.

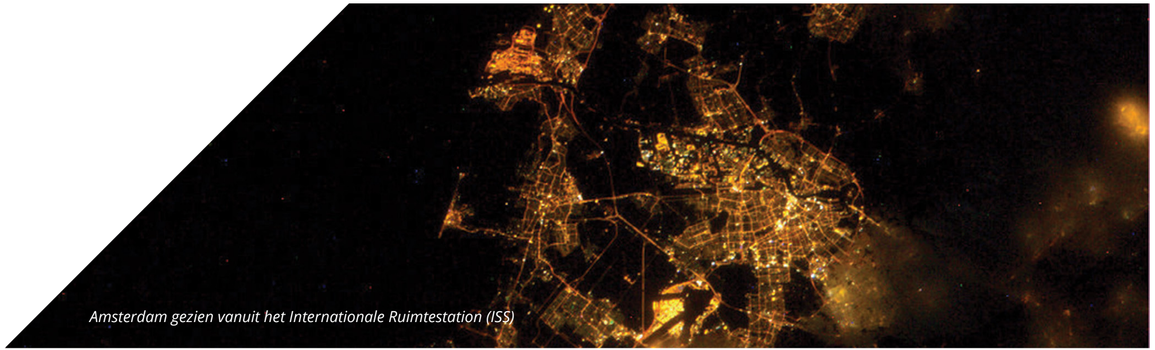
"Nederland onderscheidt zich van oudsher op het speelveld van de mondiale sterrenkunde. De internationaal vermaarde en zeer invloedrijke astronoom Jan Oort staat mede aan de basis hiervan. Hij bouwde het raamwerk voor een uitmuntend sterrenkundeprogramma. Hij stond boven de partijen - de universiteiten en astronomen - die de neiging hadden elkaar als concurrenten te zien. Hij was een *unifyer*. Door samen te werken als team kun je er veel meer uithalen. De toponderzoekschool NOVA is vanaf de start doorgegaan in de traditie van Oort. Alle universiteiten met een sterrenkundig instituut zijn in NOVA verenigd. De Nederlandse astronomie is ontzettend goed georganiseerd en maakt strategische keuzes. Door deze keuzes is de efficiëntie extreem hoog, ook als het gaat om instrumentatie. Uit iedere geïnvesteerde euro wordt alles gehaald. Door strategisch te plannen en strategisch te werken, kun je excelleren. De mentaliteit is bovendien uitstekend: Nederlandse astronomen denken in kansen, niet in bedreigingen, en gaan voor het collectief. Ook dat bevordert excellentie. In Australië kennen we deze traditie ook, wij hebben ook een uitstekend astronomieprogramma, maar in de rest van de wereld bestaat die traditie in veel mindere mate. Nederlandse astronomen worden er ook voor beloond: ze krijgen meer waarneemtijd en meer opdrachten voor het bouwen van instrumenten omdat ze zo efficiënt werken."

-- Brian Schmidt

De Lage Landen in hoger sferen

De Boschplaat, het uitgestrekte en dunbevolkte natuurgebied aan de oostzijde van Terschelling, wordt binnenkort uitgeroepen tot het eerste Dark Sky Park in Nederland – een plaats waar gewerkt wordt aan het behoud van het nachtelijk duister, zodat je van een onbelemmerd uitzicht op het heelal kunt genieten. Het lijkt haast onmogelijk: een Dark Sky Park in een van de sterkst 'lichtvervuilde' landen ter wereld. Maar het Platform Lichthinder krijgt het toch voor elkaar. Typisch Nederlands: uitdagingen zien in plaats van problemen, tegen de stroom in zwemmen, handen uit de mouwen en aan de slag.

In Nederland groeit een hele generatie op die de Melkweg nog nooit heeft gezien. De nachtelijke hemel wordt overstraald door het licht van steden, snelwegen en kassen. Echt donker wordt het bijna nergens meer. Daar komt bij dat het weer ook niet bepaald meewerkt: wolkenloze nachten zijn zeldzaam. Het is eigenlijk onvoorstelbaar dat de Nederlandse sterrenkunde internationaal gezien op zo'n hoog niveau staat. Hoe dat kan? Door diezelfde *can do*-mentaliteit. Je niet uit het veld laten slaan door de omstandigheden. Focussen op wat er wél mogelijk is. En vervolgens niet rusten voordat je de top bereikt. Precies de aanpak van de Nederlandse Onderzoekschool Voor Astronomie (NOVA).



Amsterdam gezien vanuit het Internationale Ruimtestation (ISS)

X-Shooter instrument op ESO's Very Large Telescope.

Sterrenkundigen zijn gewild. Het bedrijfsleven zoekt mensen die complexe vraagstukken kunnen oplossen

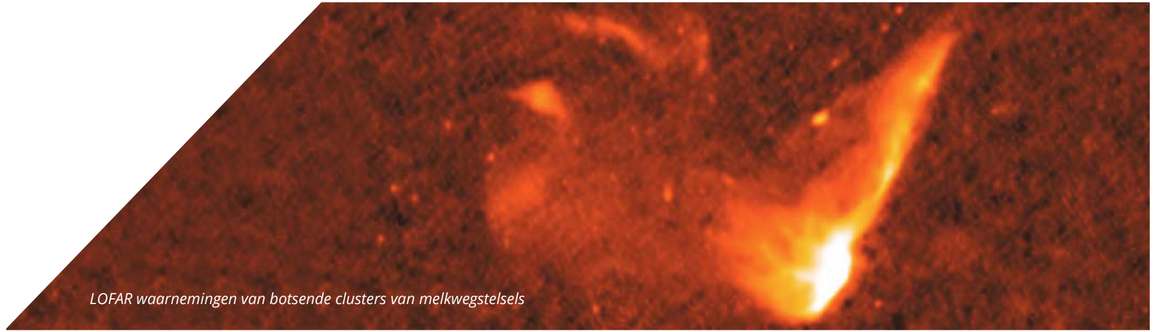
Lucas Ellerbroek promoveerde in 2014 aan de Universiteit van Amsterdam op onderzoek aan de vorming van sterren. Hij is werkzaam bij de Boston Consultancy Group.

"Bèta-wetenschappers in het algemeen zijn aantrekkelijk voor het bedrijfsleven. De industrie, maar ook banken en grote adviesbureaus zoeken mensen die in staat zijn complexe vraagstukken op te lossen. Met name sterrenkundigen zijn gewild. Zij zijn veel meer dan andere bèta's gewend in teamverband te werken, en worden getraind in actief meediscussiëren, presentaties houden en *outreach* doen. Wetenschappers die alleen communiceren met elkaar hebben die communicatieve vaardigheden veel minder goed ontwikkeld. Bijna iedereen is gefascineerd door het heelal. Als astronoom word je op bijvoorbeeld feestjes altijd gevraagd om over je vak te praten. Dat houdt je niet alleen scherp, het zorgt er ook voor dat je vaardigheden ontwikkelt om mensen die er niet zoveel van weten enthousiast te krijgen en goed te informeren. Goed communiceren en helder je boodschap overbrengen zijn precies de talenten die in de consultancy worden gevraagd. Uit Brits onderzoek blijkt ook dat PhD's een grote waarde vertegenwoordigen voor het bedrijfsleven. Ik overwoog al voordat ik aan mijn promotieonderzoek begon, om de consultancy in te gaan. Tijdens mijn promotie heb ik veel publiekscommunicatie gedaan. Ook heb ik een populairwetenschappelijk boek geschreven over de jacht op exoplaneten. Mijn interesses zijn breed. Ook naast mijn nieuwe baan wil ik *outreach* blijven doen. Vertellen over sterrenkunde is een van de leukste dingen die er zijn."

-- Lucas Ellerbroek

Duizenden jaren geleden blonken de hunnebedbouwers er eigenlijk al in uit. Van kolossale zwerfstenen uit de laatste ijstijd bouwden ze grafmonumenten, die ze met hun lange as op de opkomst- en ondergangspunten van de maan richtten. Dat vergde planning, doorzettingsvermogen, precisie. Diezelfde eigenschappen van het Trechterbekervolk vind je nog steeds terug bij de astronomen van de eenentwintigste eeuw, die in de afgelopen jaren temidden van de Drentse hunnebedden hun revolutionaire LOFAR-telescoop construeerden. Niet gericht op de maan, maar op mysterieuze pulsars en op de allereerste sterren en sterrenstelsels in het pasgeboren heelal.

Handelsgeest is ons natuurlijk ook niet vreemd. Niet voor niets verhuisde brillenslijper Hans Lipperhey eind zestiende eeuw naar Middelburg, indertijd een van de belangrijkste handelssteden in Noordwest-Europa. Lipperhey vond er rond het jaar 1600 de telescoop uit; het instrument dat een ware revolutie in de sterrenkunde teweeg zou brengen is een Nederlandse vinding. Gewiekst zakenman als hij was vroeg Lipperhey octrooi op de uitvinding aan, en verkocht hij een paar grote 'verrekijkers' voor veel geld aan Prins Maurits. Die wist er, halverwege de Tachtigjarige Oorlog, wel raad mee. De enorme impact die zijn uitvinding zou hebben op de wetenschap had Lipperhey niet voorzien.



LOFAR waarnemingen van botsende clusters van melkwegstelsels

De Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) op de Chajnantor-hoogvlakte in Noord-Chili

Wat wij voor de sterrenkunde ontwikkelen kunnen we later in onze mainstreamactiviteiten uitbouwen

Simon Bambach en Hans Priem zijn resp. CEO en Business Manager bij VDL Enabling Technologies Group in Eindhoven. Bij VDL ETG werken 2000 mensen, van wie twee derde in Nederland en een derde in Azië.

Priem: "Waar wij goed in zijn is *prototyping* op de grens van wat de precisietechnologie in huis heeft. Dat levert in eerste instantie geen omzet op voor ons, maar het houdt ons wel scherp. We behouden op deze manier een voorsprong. Wat wij voor de sterrenkunde ontwikkelen, bijvoorbeeld de onderdelen voor de ALMA-telescoop in Noord-Chili, kunnen we later in onze *mainstream*-activiteiten uitbouwen. Dit soort samenwerkingen zorgen ervoor dat we onszelf blijven ontwikkelen en dat is in deze *business* heel waardevol." Bambach: "De samenwerking tussen wetenschap en industrie is ontzettend belangrijk.

In Nederland ontbreekt het aan een coherent beleid op dit vlak. De ministeries van EZ en OCW zouden beter met elkaar moeten praten en samenwerken om tot een gezamenlijke visie en gesynchroniseerd beleid te komen. In bijvoorbeeld Singapore gebeurt dat al. Ik pleit voor een nieuw marktsegment: Science & Technology." Priem: "Het gaat om de kennis en kunde die wij met onze precisietechnologie binnen de sterrenkunde inzetten. Soms lijkt een bijdrage in eerste instantie eenmalig te zijn. Maar vanuit het prototype gaat het dan op termijn naar volume. Dat heeft voor ons toegevoegde waarde. Daarom zijn we ook blij met het contract voor de ontwikkeling van de ondersteuningsstructuur van de hoofdspiegel van de E-ELT dat we samen met TNO en NOVA hebben binnengehaald."

-- Simon Bambach & Hans Priem

Zo aan het begin van de Gouden Eeuw leek het wel tekenend voor de situatie in Nederland: de aandacht ging uit naar praktische zaken en toepassingen; de wetenschappelijke opbrengst was bijvangst. Neem de grote cartografen als Plancius en Blaeu. Ze lieten de zuidelijke sterrenhemel gedetailleerd in kaart brengen, niet vanwege de sterrenhemel maar vanwege de scheepvaart; in die tijd werd er nog echt 'op de sterren' genavigeerd. Maar daarmee werd wel de basis gelegd voor de hedendaagse hemelcartografie, zoals die wordt beoefend door de Europese ruimtetelescoop Gaia. Dankzij een extreem nauwkeurig metrologiesysteem, ontwikkeld door TNO, meet Gaia posities en snelheden van één miljard sterren in het Melkwegstelsel – daar konden de kaartenmakers van vierhonderd jaar geleden slechts van dromen.

Dat de wetenschap gediend is met fundamenteel onderzoek liet Christiaan Huygens op overtuigende wijze zien. Het veelzijdige Hollandse genie – zoon van dichter en staatsman Constantijn Huygens – verwierf wereldfaam met zijn bestudering van botsende voorwerpen en de golfeigenschappen van licht. De praktische toepassingen – betere telescopen, een extreem nauwkeurig slingeruurwerk, het principe van de stoommachine, en de buskruitmotor – kwamen later vanzelf. Opmerkelijk genoeg is Huygens (die ook als eerste astronoom de ware aard van de ringen van de planeet Saturnus begreep) in het buitenland veel bekender dan in Nederland, ook al sierde zijn bepruikte hoofd lange tijd het briefje van vijfentwintig gulden.

ESO's Very Large Telescope (VLT)

Het academische klimaat in Nederland moedigt mensen aan te presteren, op te vallen

Scott Trager is Universitair Hoofddocent sterrenkunde aan de Rijksuniversiteit Groningen. Hij onderzoekt de grootste en zwaarste sterrenstelsels in het heelal.

"Mijn academische carrière is begonnen in mijn geboorteland, de Verenigde Staten. De Nederlandse astronomen die ik daar leerde kennen vielen me op: één voor één topwetenschappers. Hoe kan dat, vroeg ik me af. Dat het Verenigd Koninkrijk en Nederland de beste universiteiten hebben om sterrenkunde te bedrijven, wist ik al. Europa timmerde destijds bovendien flink aan de weg: met de Very Large Telescope ging ESO de concurrentie aan met de VS. Ik wilde daar deel van uitmaken en mede daarom ben ik naar Nederland gekomen. Wat het vierjarige Nederlandse PhD-programma zo sterk maakt, is het extra hoge competentieniveau als je het vergelijkt met de driejarige promotieplaatsen elders. Het niveau van de studenten is hoog. Door de lange en succesvolle traditie heeft de sterrenkunde een grote mate van excellentie ingebouwd in het systeem. Dat trekt op zijn beurt toptalenten aan uit het buitenland, die helemaal in de astronomische gemeenschap worden opgenomen. Dat heb ik zelf ervaren. Ik moest een keer uitleggen waarom ik als Amerikaan in een internationale commissie Nederland vertegenwoordigde: *Why do you care, you're not Dutch?* Het is de open houding naar en acceptatie van niet-Nederlandse sterrenkundigen die maakt dat ik me hier thuis voel. Het academische klimaat moedigt mensen aan te presteren, op te vallen. Ideeën van buiten worden geïmplementeerd in de wetenschappelijke cultuur. Dat houdt de Nederlandse astronomie vitaal."

-- Scott Trager

Dat is dan weer een andere Nederlandse eigenschap: we zijn soms iets té nuchter, waardoor we onze eigen uitblinkers vaak niet de eer geven die hen toekomt. Doe maar gewoon, dan doe je al gek genoeg, is meestal het devies. Of: als het van eigen bodem komt, kan het nooit veel voorstellen. Met borstklopperij kunnen we ook slecht overweg, met als gevolg dat er heel wat talenten onder de korenmaat verborgen zijn gebleven. Met name in de achttiende eeuw was Nederland – en dan vooral Friesland – een broedplaats van wetenschappelijke autodidacten. Overdag in de stal of de werkplaats; 's avonds met de neus in de boeken. Die huisvlijt leidde tot bijzondere creaties, zoals het spectaculaire huiskamerplanetarium van de Franeker wolkammer Eise Eisinga, uniek in de wereld.

Gelukkig kent Nederland sinds de zestiende eeuw ook een aantal gerenommeerde universiteiten, en twee daarvan (in Leiden en in Utrecht) hadden kort na elkaar, in de eerste helft van de zeventiende eeuw, al eigen observatoria opgericht – de eerste universiteitssterrenwachten ter wereld. Aanvankelijk ging het om niet veel meer dan hooggelegen waarnemingsplatforms, maar later verrezen er aan de Leidse en Utrechtse singels professionele telescopen, gehuisvest in elegante koepels. Hier werden niet alleen precisiemetingen aan de roterende sterrenhemel verricht ten behoeve van de scheepvaart, maar vond ook fundamenteel onderzoek plaats aan zon, maan, planeten en sterren. Langzaam maar zeker begon de Nederlandse astronomie een eigen identiteit te ontwikkelen.

Koninklijk Eise Eisinga Planetarium

Impressie van de European Extremely Large Telescope (E-ELT)

Nederlandse astronomen werken samen en staan daardoor wereldwijd aan de top

Nicole van der Bliek studeerde Natuur- en Sterrenkunde aan de UvA en promoveerde in Leiden. Ze is nu Deputy Director bij het Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO) in Noord-Chili.

"Als je zoals ik al jaren in het buitenland zit en de Nederlandse sterrenkunde vanaf een afstandje bekijkt, valt een aantal dingen op. In de eerste plaats kenmerkt de astronomie in Nederland zich door samenwerking. In de Verenigde Staten zijn de prestigieuze privé-universiteiten in een enorme concurrentiestrijd verwikkeld, terwijl de Nederlandse sterrenkunde gezamenlijk optrekt. Daardoor staat die internationaal gezien - nog steeds - aan de top. Kwalitatief, maar ook als je kijkt naar het aantal gepromoveerde Nederlandse astronomen dat in het buitenland topposities bekleedt. Dat is echt indrukwekkend. Sowieso doen de kleine landen met een rijke astronomische historie het goed. Zweden is ook een mooi voorbeeld hiervan. Samenwerking vereist een andere mentaliteit, en is een essentiële voorwaarde om grote astronomische projecten, zoals de European Extremely Large Telescope (E-ELT) van de grond te krijgen. Nederland heeft veel voor elkaar gekregen. Veel Nederlanders stonden en staan aan de top van grote sterrenkundige samenwerkingen. Daar heb je als land veel aan, want je bepaalt mede het beleid en de wetenschappelijke koers. NOVA is een uitstekend voorbeeld van hoe het wél moet. Door mee te investeren in instrumenten op de grote telescopen van de toekomst ben je ook zeker van waarneemtijd voor je wetenschappers."

-- Nicole van der Bliek

Die oude universiteitsobservatoria zijn gelukkig bewaard gebleven – ze maken een belangrijk deel uit van ons wetenschappelijk erfgoed – maar inmiddels doen Nederlandse sterrenkundigen hun waarnemingen op grote, internationale sterrenwachten in Chili of op La Palma. Louter Nederlandse sterrenkunde bestaat heden ten dage eigenlijk niet meer. Het vakgebied is zo sterk uitgedijd – het heelal is er niets bij – dat een klein land als Nederland in z'n eentje eigenlijk geen rol van betekenis meer kan spelen. Op alle fronten vindt daarom internationale samenwerking plaats, vooral binnen de Europese Zuidelijke Sterrenwacht (*European Southern Observatory*, ESO), die een aantal grote observatoria beheert in het noorden van Chili, qua waarnemingsomstandigheden een waar astronomisch paradijs – daar kan de Boschplaat niet aan tippen.

Wie echter denkt dat internationale samenwerking iets van de laatste tijd is, vergist zich. Begin twintigste eeuw was het de vermaarde Groningse astronoom Jacobus Kapteyn die er de eerste aanzet toe gaf. Het was een typisch staaltje van omdenken en mogelijkheden zien. Kapteyn was een astronoom zonder telescoop – daar was in Groningen het geld niet voor. Maar, zo realiseerde hij zich, als je zelf geen astronomische waarnemingen kunt doen, kun je je altijd nog bekwamen in het uitwerken van de waarnemingen van anderen. Zo zette hij zich aan de gigantische opgave om posities en helderheden op te meten van een paar honderdduizend sterren aan de zuidelijke hemel, die op Kaap de Goede Hoop fotografisch waren vastgelegd door de Schotse astronoom David Gill. Later smeedde Kapteyn soortgelijke samenwerkingsverbanden met sterrenkundigen in de Verenigde Staten. Wie niet sterk is, moet slim zijn.

William Herschel Telescoop op La Palma

De nieuwe lesboeken maken scholieren duidelijk hoe sterrenkundig onderzoek werkt

Peter Koopmans is Senior publisher Science & Education bij Noordhoff Uitgevers, uitgever van de Pulsar-methode voor natuurkunde. In het Nieuwe Natuurkunde-curriculum voor het voortgezet onderwijs heeft sterrenkunde weer een prominente plaats gekregen.

"Voor de introductie van de Nieuwe Natuurkunde in het voortgezet onderwijs, hebben wij onze natuurkunde-methode Pulsar volledig herzien. Bij het schrijven van de nieuwe Pulsar-boeken hebben we voor het eerst samengewerkt met een academische partner. De auteurs van de methodes zijn meestal docenten in het voortgezet onderwijs, en die zitten vaak ver van het onderzoek. Voor de sterrenkundehoofdstukken van zowel het HAVO- als het VWO-boek hebben we gebruik gemaakt van de expertise van professionele astronomen. Het NOVA Informatie Centrum was bij ons vertegenwoordigd in de schrijfgroep van Pulsar. We zijn natuurlijk gebonden aan het examenprogramma, maar er is ook ruimte voor contextbronnen. Die vormen geen verplichte examenstof, maar bieden een duidelijke meerwaarde, omdat er actueel sterrenkundig onderzoek in zit. Dat maakt het onderwerp aantrekkelijk voor de leerlingen. Niet alleen in tekst maar ook in beeld komt de sterrenkunde duidelijk naar voren, bijvoorbeeld in de manier waarop we de boeken hebben vormgegeven. Door de nieuwe aanpak wordt het voor leerlingen ook duidelijk wat je ermee kunt, en hoe sterrenkundig onderzoek aan de universiteit wordt gedaan. De boeken bieden nu zoveel meer dan alleen formules. Het is ons zo goed bevallen dat we overwegen ook voor andere disciplines een dergelijke samenwerking met de universiteiten aan te gaan."

-- Peter Koopmans

Astronomisch grootmeester in het over de grenzen kijken was Kapteyn's leerling Jan Hendrik Oort, wereldwijd een van de belangrijkste sterrenkundigen van de twintigste eeuw. Hoewel Oort zelf maar korte tijd in de Verenigde Staten werkzaam was (daarna, van 1924 tot aan zijn dood in 1992, was hij verbonden aan de Leidse Sterrewacht), had hij altijd een scherp oog voor de ontwikkelingen die elders in de wereld plaatsvonden en de rol die Nederlandse astronomen daarin zouden kunnen spelen. Daarbij hielp het dat hij lange tijd algemeen secretaris van de Internationale Astronomische Unie was. Mede door zijn enorm uitgebreide netwerk – in een tijd vér voor e-mail en sociale media – hielp Oort de Nederlandse sterrenkunde internationaal op de kaart te zetten.

Wie in de eerste helft van de twintigste eeuw geboeid was door de wonderlijke wereld van het oneindige heelal, voelde haast als vanzelf ook de aantrekkingskracht van de wijde wereld hier op onze eigen thuisplaneet. De ene na de andere Nederlandse astronoom koos voor een carrière aan de andere kant van de oceaan: Dirk Brouwer, Tom Gehrels, Piet van de Kamp, Willem Luyten, Jan Schilt, en ga zo maar door. Kopstukken als Bart Bok, Gerard Kuiper en Maarten Schmidt schopten het tot directeur van grote observatoria of onderzoeksinstituten in de Verenigde Staten. Nederlanders waren overal; de Amerikaanse sterrenkundige Harlow Shapley zei ooit dat Holland 'tulpen en astronomen exporteert'.

Het Antennestelsel, gezien met ALMA en Hubble

Donkere wolken tegen het gloeiende gas van de IC 2944 nevel

Sterrenkunde is een echte bètatrekker. Een voorstelling in het mobiele planetarium is een magische ervaring

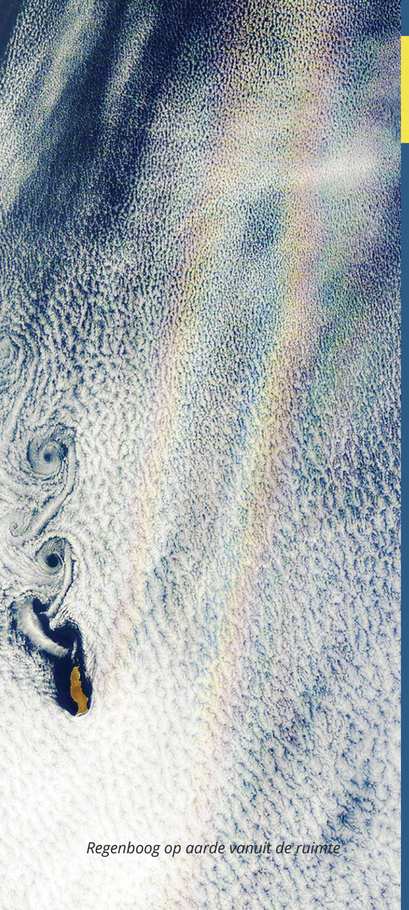
André Kuipers is ESA-astronaut, en verbleef twee maal in het Internationale Ruimtestation (ISS). Hij is ambassadeur van Techniekpact, dat de aansluiting van het onderwijs op de arbeidsmarkt in de techniektsector moet verbeteren. De drie NOVA Mobiele Planetaria reizen sinds 2010 langs scholen en evenementen. In 2014 verwelkomde Kuipers de 100.000ste scholier.

"Sterrenkunde is een echte bètatrekker. Het is exotisch, veel mensen zijn erin geïnteresseerd. Vooral stadskinderen kijken niet zo vaak omhoog, want in onze verlichte steden is de sterrenhemel slecht te zien. Daarom is het Mobiel Planetarium zo'n goed middel om kinderen te leren over het heelal. Heel veel aspecten van de natuur- en scheikunde komen in het MP aan de orde: van klassieke mechanica, zwaartekracht, klimaatverandering tot aan de chemische samenstelling van sterren en planeten. Dat zijn stuk voor stuk dingen die kinderen en volwassenen enorm aanspreken. Ik heb met mijn kinderen ook een voorstelling in het mobiele planetarium bijgewoond. Het is intiem, je hebt een beetje een vakantiegevoel. Je zit in een andere wereld, alsof je buiten naar de sterrenhemel kijkt. Het is echt een magische en fascinerende ervaring. Mijn eigen interesse in de sterrenkunde heb ik te danken aan een uitstekende en enthousiaste natuurkundeleraar op de middelbare school. Het enthousiasmeren van scholieren, zowel in het basis- als het voortgezet onderwijs, is heel belangrijk. Ik had hogere cijfers voor biologie, en ben uiteindelijk geneeskunde gaan studeren, maar de sterrenkunde en ruimtevaart zijn me altijd blijven trekken. Het bleef kriebelen, dus toen ik de kans kreeg om astronaut te worden, kwamen die werelden ineens samen."

-- André Kuipers

Geen wonder dus dat het ook Nederlanders waren die een doorslaggevende rol speelden bij de totstandkoming van grote internationale samenwerkingsverbanden in de astronomie. Het mooiste voorbeeld daarvan is wel de Europese Zuidelijke Sterrenwacht, die in 1962 werd opgericht op initiatief van Oort. ESO staat sinds 2007 onder leiding van Tim de Zeeuw – de vierde Nederlandse directeur-generaal. De organisatie, met het hoofdkwartier in Garching (Duitsland), is toonaangevend in de internationale sterrenkunde; momenteel wordt in Chili gewerkt aan de bouw van de European Extremely Large Telescope – met een spiegelmiddellijn van bijna 40 meter de grootste telescoop in de geschiedenis van de mensheid.

De E-ELT in grootte vergeleken met de Very Large Telescope en het Colosseum in Rome



Regenboog op aarde vanuit de ruimte

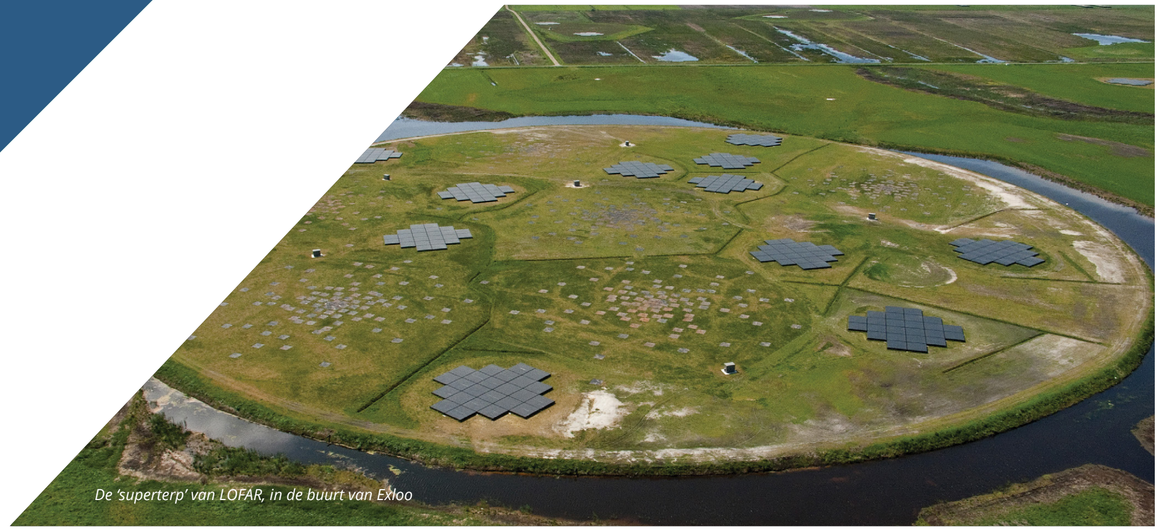
In de astronomie hebben ze het allerbeste nodig en die kennis passen we ook elders toe

Arno van Mourik is CEO van Airborne International BV. Airborne Space maakte de draagconstructie van de South Pole Telescope en die van 25 ALMA-schotels, en is in de race voor de bouw van draagconstructies voor de toekomstige Square Kilometre Array (SKA).

"De uitdaging voor ons is om thermisch stabiele constructies te maken. Dat is de eis die aan ALMA werd gesteld. Het materiaal moet stijf en licht zijn. Door slimme combinaties van koolstof met normale kunsthars is het gelukt dat de constructie niet krimpt of uitzet bij wisseling van temperatuur. Dat is ontzettend belangrijk omdat de telescoop op 5000 meter hoogte in het Noord-Chileense Andes-gebergte staat. Dat zijn extreme omstandigheden, die aan de schotels bijzonder hoge eisen stellen. De nauwkeurigheid die wij hebben bereikt is een tiende millimeter over een lengte van zes meter. Dat heeft nu tot een spin-off geleid, een opdracht voor de Cerro Chajnantor Atacama Telescope, een submillimetertelescoop die in de buurt van ALMA wordt gebouwd. Daar zijn we nu prototypes voor aan het maken. We gaan de kennis die we hebben vergaard om deze mate van nauwkeurigheid te bereiken, ook toepassen voor satellieten en raketten. De combinatie van composiet en koolstof is nog niet heel volwassen. Er gaat onevenredig veel in R&D zitten, maar het uiteindelijke doel is om er industriële processen van te maken, tegen veel lagere kosten. In de astronomie hebben ze het allerbeste nodig en voor ons is het heel belangrijk om daar een bijdrage aan te kunnen leveren. We hopen daarom dat we ook gaan meedoen met de Square Kilometre Array die in Zuid-Afrika en Australië wordt gebouwd."

-- *Arno van Mourik*

Tijdens de Tweede Wereldoorlog was Jan Hendrik Oort ook een van de weinigen die de enorme potentie van de radioastronomie onderkenden – een geheel nieuwe tak van sterrenkunde. Op Oort's initiatief kwamen de grote radiotelescopen van Dwingeloo en Westerbork tot stand, en de pioniersrol die Nederland altijd is blijven spelen in de radiosterrenkunde leidde in de afgelopen jaren tot de bouw van de revolutionaire LOFAR-telescoop – een gigantisch internationaal netwerk van kleine antennes, met het kerngebied in Drenthe.



De 'superterp' van LOFAR, in de buurt van Exloo

Impressie van een planeetvormende schijf rond een jonge ster

Wij besteden miljarden aan R&D: zonder fundamenteel onderzoek kun je geen wezenlijke stappen maken

Alexander Brink is als Head of Science Alliances bij IBM bestuurlijk eindverantwoordelijk voor de samenwerkingen tussen IBM Research en de maatschappij. IBM heeft met ASTRON vanuit het project DOME het ASTRON & IBM Center for Exascale Technology opgericht. DOME is de succesvolle wetenschappelijke samenwerking tussen IBM Research in Zürich en ASTRON. Samen met de RuG hebben ASTRON en IBM nu een volgende stap gezet naar een samenwerking in het European Research Center for Exascale Technology (ERCET).

"Als softwareontwikkelaar en technologiehuis besteden wij ruim 6 miljard dollar per jaar aan Research & Development, waarvan nog steeds een groot deel aan fundamenteel onderzoek. Zonder fundamenteel onderzoek kun je nooit de wezenlijke stappen in *computing* maken. Zo hebben we in de sterrenkunde te maken met gigantische hoeveelheden data. Dat geeft prachtige research mogelijkheden. De astronomen gebruiken *devices* die *big data to the extreme* genereren.

De toekomstige SKA wordt de *biggest data producing device ever*. In die data zit natuurlijk een heleboel ruis. Maar hoe vangen we de bruikbare data op een efficiënte manier op, zonder al die gegevens te verslepen en zonder enorme energieverspilling? Dit is ook een steeds groter maatschappelijk probleem aan het worden. Door samen te werken met de astronomen, zoeken we naar oplossingen voor echte problemen binnen de samenleving, waarvoor nog geen oplossingen beschikbaar zijn. Niet alleen onderzoeksfinanciers doen hieraan mee, maar ook bedrijven zijn geïnteresseerd. We werken nu binnen DOME aan een microserver. Met een serie daarvan krijg je ineens een '*datacenter in a box*'. Dat levert een enorme energiereductie en ruimtebesparing op. We hebben bij DOME postdocs en ook twee promovendi in dienst. We bieden de samenleving de mogelijkheid mee te bewegen met deze ontwikkelingen. En uiteindelijk kunnen producten die binnen dit soort wetenschappelijke samenwerkingen worden ontwikkeld bijvoorbeeld ook in de maakindustrie terecht komen."

-- Alexander Brink

Ook onderzoeksinstituten als ASTRON Netherlands Institute for Radio Astronomy en SRON Netherlands Institute for Space Research hebben in de loop der jaren een enorme expertise opgebouwd op het gebied van ontwerp, ontwikkeling en bouw van sterrenkundige instrumenten. De grootste vestiging van het Europese ruimtevaartagentschap ESA, het European Space Research and Technology Centre (ESTEC), is ook in Nederland gevestigd, in de duinen bij Noordwijk. Daarnaast hebben de astronomische *big data*-activiteiten van de Rijksuniversiteit Groningen een aanzuigende werking op internationale IT-bedrijven als IBM. Op al die manieren levert de Nederlandse sterrenkunde indirect ook veel werkgelegenheid op.

Wat trouwens niet wil zeggen dat economische spin-off de belangrijkste drijfveer is voor Nederlandse astronomen – of zou moeten zijn voor onderzoeksfinanciers als NWO. Astronomie is vooral een wetenschap die onze horizon verbreedt en ons wereldbeeld beïnvloedt. Nieuwe inzichten over oorsprong en evolutie van het universum, onderzoek aan planeten bij andere sterren dan de zon, en een beter begrip van onze eigen plaats in dat onbegrensde heelal hebben ons niet alleen geleerd om zorgvuldiger om te gaan met de kleine planeet die we bewonen, maar kunnen op termijn ook bijdragen aan de ontwikkeling van het menselijk zelfbeeld.

De Carinanevel, gezien door ESO's Very Large Telescope

Astronomie heeft waanzinnige potentie om naar 'onze' wereld te trekken

Lidi Brouwer is verantwoordelijk voor Strategie & Business Development bij het innovatieve designbureau Studio Roosegaarde van kunstenaar en innovator Daan Roosegaarde. In december 2014 opende Rainbow Station, een lichtkunstwerk op Amsterdam Centraal.

"Wat wij doen is waanzinnige ideeën bedenken, de juiste partijen zoeken om daarbij aan te sluiten, en vervolgens die ideeën ook verwezenlijken. Voor het Smog Free Project in Beijing hebben we bijvoorbeeld samengewerkt met Delftse wetenschappers. Toen we gevraagd werden voor een lichtkunstwerk ter gelegenheid van de heropening van de monumentale stationshal op Amsterdam Centraal, hebben we eerst uitgezocht wat de mogelijkheden waren om een echte regenboog te creëren parallel aan de grote boog die de perrons overspant. We wilden geen plaatje van een regenboog laten zien, maar een echte regenboog en zochten naar manieren om dit te realiseren. We hebben van alles uitgeprobeerd, maar kregen overal te horen: het kan niet. En "kan niet" bestaat gelukkig niet in onze filosofie. Zo raakten wij in gesprek met sterrenkundigen van de Universiteit Leiden, die technologie aan het ontwikkelen zijn voor het bestuderen van atmosferen van planeten rond andere sterren dan de zon. Zij experimenteren met een vloeibaar kristaltralie om te gaan gebruiken in de grootste telescoop van de toekomst, de E-ELT. Die technologie, die nog maar net is ontwikkeld, hadden wij nodig om dit project te realiseren en het licht van een sterke lamp uiteen te rafelen in alle kleuren van de regenboog. 2015 is het mede door Unesco geïnitieerde Internationaal Jaar van het Licht. Rainbow Station gaat tijdens heel 2015 iedere dag na zonsondergang even aan: onverwacht en maar een paar minuten lang. Wij zijn erg enthousiast over deze samenwerking. Astronomie is een vakgebied waar volgens ons veel verborgen kennis in zit. Dit heeft waanzinnige potentie om naar 'onze' fysieke wereld te trekken."

-- Lidi Brouwer

Het zijn die filosofische aspecten van de astronomie die ook bij het grote publiek zo tot de verbeelding spreken – zeker ook bij jongeren. Het populariseren van de sterrenkunde is een uitstekende en succesvolle manier om scholieren te interesseren voor wetenschap en technologie, en de fascinatie voor de kosmos vormt vaak een springplank voor jong talent, in welk werkgebied dan ook. De activiteiten van NOVA op het gebied van educatie en publieksvoorlichting reiken dan ook veel verder dan de sterrenkunde zelf. De succesvolle *outreach*-programma's van NOVA staan overigens in een solide Nederlandse traditie, die al teruggaat op astronomen als Frederik Kaiser in Leiden en Jacobus Kapteyn in Groningen.

De mensheid staat op het punt om eeuwenoude vragen te beantwoorden. Hoe is het heelal ontstaan? Wat is onze plaats in ruimte en tijd? Bestaat er leven op andere planeten? Nieuwe, grote telescopen, zowel op aarde als in de ruimte, zullen een ongekend gedetailleerd beeld opleveren van de kosmos waarvan wij een klein maar onlosmakelijk onderdeel vormen. Nederland speelt in al die fascinerende ontwikkelingen een prominente rol. We staan aan de vooravond van belangrijke doorbraken en potentiële omwentelingen. Niet langs de zijlijn, maar in de frontlinie. Handen uit de mouwen en aan de slag.

Rainbow Station op Amsterdam Centraal

Het Noorderlicht gezien vanuit Dark Sky Park Terschelling

NOVA: brengt astronomie en samenleving bij elkaar

De Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie (NOVA) coördineert en stimuleert het universitaire sterrenkundig onderzoek in Nederland. NOVA bundelt de krachten van astronomen aan de universiteiten van Amsterdam, Groningen, Leiden en Nijmegen en werkt nauw samen met de NWO-instituten SRON en ASTRON. NOVA-astronomen doen waarnemingen met de krachtigste telescopen op aarde en in de ruimte. Ook bouwt NOVA mee aan nieuwe, nog krachtiger instrumentenomhetheelalteverkennen. Tegelijkertijd leidt NOVA studenten op die met veel succes meedingen naar posities op het allerhoogste niveau wereldwijd. De technologie die sterrenkundigen ontwikkelen, vindt ook zijn weg in de maatschappij. Denk aan navigatiesystemen, sterkere constructies, slimmere computers, kunstwerken met licht en methodes om met een mobieltje de luchtkwaliteit te meten.

Colofon

NOVA
Nederlandse Onderzoekschool voor Astronomie

Postadres
Postbus 9513
2300 RA Leiden

Telefoon: 071-5275835
E-mail: nova@strw.leidenuniv.nl
www.nova-astronomy.nl

Bezoekadres
J.H. Oortgebouw
Niels Bohrweg 2
2333 CA Leiden

NOVA Informatie Centrum (NIC)
www.astronomie.nl
E-mail: nova@astronomie.nl

Tekst en Interviews:
Govert Schilling en Marieke Baan met bijdragen van David Redeker en Frans Snik

Eindredactie
Wilfried Boland en Ewine van Dishoeck

© NOVA, april 2015

Fotocredits

Voorzijde omslag: Studio Roosegaarde; Achterzijde omslag: iSPEX; Binnenzijde omslag voorkant: Marco de Swart; Binnenzijde omslag achterkant: ISPEX; P.2: Google Maps; P.3: ESA; P.4: ESO; P.5: LOFAR/R.J. van Weeren et al; P.6: ESO/L. Calçada & H.H.Heyer; P.7: ESO; P.8: ESO; P.9: Koninklijk Eise Eisinga Planetarium; P.10: ESO; P.11: Isaac Newton Group; P.13: ALMA/NASA/ESA; P.14: ESO; P.15: ESO; P.16: NASA; P.17: LOFAR; P.18: ESO/L. Calcada; P.19: ESO; P.20: NASA's Earth Observatory; P.21: Studio Roosegaarde; P.22-P.23: www.schylgenieuws.nl;

Nawoord - van sterrenstof tot fijnstof en verder

De spectaculaire afbeeldingen van astronomische objecten in deze brochure zijn allemaal gemaakt met digitale cameras. Astronomen waren de eersten die zulke cameras gebruikten en zijn nog steeds een drijvende kracht achter de technologische ontwikkeling ervan. Het is dus voor een groot deel te danken aan astronomische ambities dat u nu rondloopt met een geavanceerde digitale camera in uw broekzak of handtas! Dit soort cameras kunnen we inzetten voor meer dan alleen het schieten van mooie plaatjes. Het door Nederlandse sterrenkundigen ontwikkelde iSPEX-opzetstukje voor smartphonecameras (zie omslag achterkant) wordt nu door duizenden Nederlanders gebruikt om metingen aan fijnstof uit te voeren. In 2015 zal het iSPEX-netwerk zich uitbreiden over heel Europa. De meetmethode van iSPEX is een directe spin-off van nieuwe technieken die astronomen ontwikkelen om met de E-ELT op zoek te gaan naar tekenen van buitenaards leven op exoplaneten. De iSPEX-meting maakt op vele manieren gebruik van sterrenkundige kennis. De GPS voor plaatsbepaling werkt alleen dankzij kennis van de Relativiteitstheorie en de precieze posities van sterrenstelsels op miljarden lichtjaren afstand. Het versturen van de meetgegevens via de draadloze internetverbinding is gebaseerd op de technologie die één beeld maakt van de signalen die de radiotelescopen in Westerbork opvangen. Door verrassende samenwerkingen aan te gaan, zullen astronomen ook in de toekomst actief bijdragen aan het vinden van maatschappelijke toepassingen van onze technologie.

ISPEX opzetstukje op iPhone voor metingen van fijnstof