

Zwak signaal? Grote ontdekking!

TEKST SANDER KOENEN

D

DE LEIDSE HOGLERAAR
EWINE VAN DISHOECK
BEDACHT EEN
INFRAROODINSTRUMENT VOOR
DE NIEUWE JAMES WEBB SPACE
TELESCOPE, DIE WELDRA ZAL
SPEUREN NAAR DE OORSPRONG
VAN STERREN EN PLANETEN.

Het kantoor van de wereldvermaarde astrochemicus in het Huygenslab van de Universiteit Leiden oogt als een tienerkamer, maar het hele interieur ademt ruimtewetenschap. De muren hangen vol posters en foto's van grote wetenschappelijke ontdekkingen, in de boekenkasten staan paraferalia als mokken, pennen en toegangspassen van toonaangevende symposia wereldwijd. Symposia waar Van Dishoeck sprak over haar onderzoek in 'het grootste en omvangrijkste laboratorium denkbaar': het heelal.

Op haar bureau staat een computer met twee grote schermen. Deze verbindt haar rechtstreeks met wetenschappers overal ter wereld die – net als zijzelf – vanuit verschillende disciplines werken met de grootste telescopen op aarde én in de ruimte. Verder op het bureau: stapels wetenschappelijke papers en een grote glazen vaas vol plastic modellen van moleculen. Eén molecuul voor iedere promovendus en postdoc die ze heeft begeleid, ruim tachtig in totaal.

Als wetenschapper heeft u een zekere 'liefde' voor moleculen. Watermoleculen in het bijzonder. Waarom water?

Als ik kijk naar de sneeuw in de bergen of naar de meren, rivieren en oceanen, dan denk ik: waar komt al dat water vandaan? Inmiddels weten we dat het water op aarde er eerder was dan onze eigen



Ewine van Dishoeck in de Oude Sterrewacht in Leiden, de oudste nog bestaande universitaire sterrewacht ter wereld.

'IK MAAK ONDERDEEL UIT VAN DE ALLEREERSTE GENERATIE ASTRONOMEN DIE DE WATERKRINGLOOP IN DE RUIMTE KAN ONDERZOEKEN, DANKZIJ TECHNOLOGIE DIE WE SPECIAAL HIERVOOR HEBBEN GEBOUWD.'

zon. Water is meer dan 4,5 miljard jaar geleden ontstaan in een grote wolk van stof en gas, waaruit later onze zon werd geboren. En dat gebeurt niet alleen bij onze zon, maar bij het merendeel van de sterren in het heelal. Vroeger konden we naar de oorsprong van water alleen maar gissen. Maar dat is nu voorbij. Ik maak onderdeel uit van de allereerste generatie astronomen die de waterkringloop in de ruimte kan onderzoeken, dankzij technologie die we speciaal hiervoor hebben gebouwd.

Welke technologie is hiervoor nodig?

De voorloper van de James Webb Space Telescope [JWST] is de Hubble-ruimtetelescoop, gelanceerd in 1990 en nog altijd operationeel. Met deze geweldige missie zijn veel ontdekkingen gedaan. Maar water zal deze telescoop in stervormingsgebieden niet vinden. Dat heeft te maken met de golflengte waarin de Hubble waarneemt: die van zichtbaar licht. Stof absorbeert deze golflengten, waardoor je grote donkere wolken ziet op plekken waar sterren en planeten worden 'geboren'. Onderzoek je hetzelfde gebied bij langere golflengten, het infrarood, dan kun je de componenten waaruit de wolken zijn opgebouwd zichtbaar maken – óók water.

Als astrochemicus verbindt u de vakgebieden astronomie en scheikunde. Wanneer wist u dat technologische innovatie hierin een sleutelrol zou spelen?

In de jaren tachtig promoveerde ik aan de Universiteit Leiden op een onderzoek naar moleculen in de interstellaire ruimte. Daarna ging ik als onderzoeker aan het werk bij Harvard en Princeton. In die tijd deed ik klassiek onderzoekswerk in het laboratorium. De resultaten kwamen uit kamer-grote computers die nog werkten met ponskaarten. Voordat ik in 1990 terug naar Nederland kwam, heb ik eerst nog twee jaar gewerkt bij het California Institute of Technology in Pasadena. Daar ging een nieuwe wereld voor me open: die van *big science*. Ik leerde denken in grootschalige, internationale en multidisciplinaire samenwerkingen. Dat paste goed bij de wereld van de ruimtevaart, die ook erg internationaal georiënteerd en volop in ontwikkeling was. Ik ben zelf nooit een instrumentbouwer geweest, maar wel een instrument-*pusher*. Want elk nieuw meetinstrument maakt een volgende grote golf van ontdekkingen mogelijk.

En zo verplaatste u uw onderzoek van een laboratorium hier op aarde naar het laboratorium dat 'de ruimte' heet.

Een prachtig laboratorium waarin nog zo veel te ontdekken valt. Mijn vakgebied heeft de afgelopen tientallen jaren een hoge vlucht genomen dankzij de ontwikkeling van nieuw instrumentarium. Met de ruimtetelescoop ISO [Infrared Space Observatory] vonden we in 1996 warm water bij sterren die nog geboren moesten worden. De Spitzer Space Telescope nam in 2008 organische moleculen waar in stofschijven rond heel jonge sterren. En met de 66 schotels van de radiotelescoop ALMA in Chili ontdekten we in 2013 'stofvallen', waarvan we nu denken dat het de kraamkamers zijn waar nieuwe planeten worden geboren. Zo heeft elk decennium wel een nieuw, baanbrekend instrument gekend dat de astrochemie een impuls heeft gegeven.

U stond 25 jaar geleden aan de wieg van MIRI, het Mid-Infrared Instrument, dat nu wordt gelanceerd aan boord van de nieuwe James Webb Space Telescope. Hoe voorzag u dat dit zo'n baanbrekend instrument kon zijn?

Mijn mantra is altijd geweest: de grootste ontdekkingen zitten verstopt in zwakke signalen, zoals het infrarood. Op aarde kun je die signalen maar heel beperkt opvangen, want de dampkring zit in de weg. En zelfs in de ruimte is het een uitdaging: je moet extreem nauwkeurige en sterk gekoelde apparatuur bouwen. Maar als het lukt, betreed je een bijna onontgonnen gebied in de astronomie. Dat wist ik in de jaren negentig en samen met mij een klein aantal Europese en Amerikaanse collega's. Letterlijk bij de koffieautomaat vormden we samen een front: Europa en Amerika moesten een infraroodinstrument voor JWST gaan bouwen. Dat werd MIRI.

Aan dit infraroodinstrument is in veel landen twee decennia lang gewerkt. U was al die tijd nauw betrokken. Hoe verloopt zo'n ontwikkelproces?

Het is een interactie tussen ingenieurs aan de ene kant en wetenschappers, zoals ik, aan de andere kant. Voor mij is de nauwkeurigheid van een instrument heel belangrijk. De resolutie moet bijvoorbeeld groot genoeg zijn om koolstofdioxide

van water te onderscheiden. In hun eerste opzet willen wetenschappers altijd méér dan op dat moment technisch mogelijk is. Vervolgens zijn de ingenieurs aan zet, die vertellen wat zij kunnen bouwen binnen het beschikbare volume, gewicht en budget. Dit gaat over en weer, tot wetenschappers en ingenieurs samen tot een werkbaar ontwerp komen. In het geval van MIRI heeft alleen dit proces al ruim tien jaar geduurd. Na de ontwerp-fase doen de wetenschappers een stap terug en wordt het instrument door de ingenieurs en technici gebouwd en uitvoerig getest.

Welke rol speelde Nederland hierin?

Nederlandse universiteiten bouwden het belangrijkste onderdeel: de spectrograaf. Dat gebeurde onder leiding van de Optische-Infraroodgroep van de Nederlandse Onderzoeksschool voor Astronomie (NOVA), die is gehuisvest in Dwingeloo bij onderzoeksinstituut ASTRON.

Van de James Webb-telescoop zijn veel mooie animaties beschikbaar. Maar hoe ziet het MIRI-instrument eruit?

MIRI heeft het oppervlak van een wasmachine, maar is iets minder hoog. Het is gemaakt uit één stuk aluminium waar al het materiaal dat niet nodig was voor de constructie uit is weggefreed. Dit alles om het instrument zo licht mogelijk te maken: 115 kilogram. Binnenin vind je een uitgekende collectie aan spiegels, filters en tralies. Die rafelen het invallende licht steeds verder uit elkaar. Het hele instrument wordt gekoeld tot -266 °C, dertig graden koeler dan de rest van de telescoop. Die temperatuur is nodig om met de sensor straling op te vangen tussen vijf en 28 micrometer. In dat golflengtegebied kunnen we onder meer water, methaan en CO₂ onderscheiden.

Geen onderzoek op de millimeter, maar op de micrometer dus...

Ik zie het als mijn taak om het detailniveau dat we kunnen onderscheiden steeds verder op te drijven. Twintig jaar geleden zagen we een heel stervormingsgebied als een 'blob' ter grootte van één pixel op onze camera's. Dankzij missies als de ruimtetelescoop Herschel, waarvoor Nederland het instrument HIFI bouwde, en de ALMA-telescoop, ook met een belangrijke Nederlandse bijdrage, kunnen we nu meer dan duizend keer verder inzoomen, tot details ter grootte van ons eigen zonnestelsel. Met MIRI gaan we hopelijk zelfs de individuele componenten waarnemen waaruit planeten bij andere sterren ontstaan.

Waarom zijn juist deze waarnemingen voor u zo belangrijk?

Ik heb mijn hele carrière gewijd aan de reis die moleculen maken door de ruimte en de tijd. Ik onderzocht hoe sterren worden gevormd uit

'DIT ONDERZOEK RAAKT
AAN EEN VAN DE GROOTSTE
ONBEANTWOORDE VRAGEN
DIE DE WETENSCHAP
KENT: WAAR KOMEN DE
BOUWSTENEN VOOR LEVEN
VANDAAN?'

invallende wolken en daarna het proces van planeetvorming. Met de ruimtetelescoop Herschel konden we helemaal terug naar de oorsprong van moleculen: we ontdekten dat waterstof- en zuurstofatomen samenklonteren op kleine stofdeeltjes en zo water vormen. En de komende jaren willen we met MIRI de chemische samenstelling onderzoeken van het gas dat in de atmosfeer van exoplaneten terecht komt. Dit onderzoek raakt aan een van de grootste onbeantwoorde vragen die de wetenschap kent: waar komen de bouwstenen voor leven vandaan?

Wat gebeurt er als u het antwoord vindt?

Elk wetenschappelijk resultaat roept weer nieuwe vragen op. We weten dat er meer planeten zijn dan sterren in het heelal. Als we hebben aangetoond hoe die planeten ontstaan en welke materialen dat proces allemaal voortbrengt, dan kunnen de astronomen het stokje overdragen aan wetenschappers in de *life sciences*. Wij 'geven' de biologen voldoende water en ander organisch materiaal in dat mooie laboratorium dat we samen delen: de ruimte. Zij mogen vervolgens uitpuzzelen hoe uit die bouwstenen levende cellen kunnen ontstaan.

Toen u uw wetenschappelijke carrière begon, stond de astrochemie in de kinderschoenen.

Mede door uw inzet is het nu een volwassen wetenschapsgebied. Hoe zal het zich in de toekomst verder ontwikkelen?

Met MIRI hebben we mogelijk een gamechanger ontwikkeld. Ruim honderd Nederlandse wetenschappers hebben waarneemtijd met JWST aangevraagd én gekregen. Daarin zijn we, nu al, ongekend succesvol. We zullen zien welke nieuwe ontdekkingen deze ruimtetelescoop de komende jaren mogelijk maakt. Ondertussen ligt er een uitdaging bij de jonge onderzoekers, de moleculen in mijn vaas. Zij moeten de technologie ontwikkelen waarmee we rond het jaar 2050 een volgende reeks grote ontdekkingen kunnen doen. Ontdekkingen die ons verder helpen in de zoektocht naar leven op andere planeten. j

Sander Koenen is wetenschapsjournalist en auteur. Hij schrijft veel over techniek, astronomie en ruimtevaart.