



De satelliet Herschel, hier in een artist's impression, gaat met Nederlands instrumentarium op zoek naar de bouwstoffen van leven in het heelal.

Ogen in de ruimte

Nederlandse astronomen zagen al een halve eeuw geleden dat ruimtevaart de wetenschap kan dienen. Met zelfgebouwde instrumenten zochten ze buiten de dampkring naar nieuwe fenomenen in het heelal. Zo ontstond een rijke traditie in ruimteonderzoek, die met de aanstaande lancering van het jongste instrument HIFI aan boord van de satelliet Herschel haar hoogtepunt beleeft.

TEKST: SANDER KOENEN



FOTO: JOCHEM WIJNANDS

Alleen de allerbeste sensoren vormen over tien tot vijftien jaar de ogen van een nieuwe generatie ruimtetelescopen die scherper en verder het heelal in kunnen kijken dan ooit tevoren.

In de hightech vesting van ruimteonderzoeksinstituut SRON is het dragen van een stofjas, een haarnetje en nauw sluitende overschoenen verplicht.

De cleanroom van het ruimteonderzoeksinstituut SRON in Utrecht is hermetisch afgesloten van de stoffige buitenwereld. Ik mag pas naar binnen als ik een 'luchtdouche' heb genomen en mijn schrijfblok heb ingeruild voor speciaal latexpapier dat geen vezels achterlaat. Zelfs het kleinste stofdeeltje is een bedreiging voor de ultragevoelige sensoren die hier worden gemaakt. Elk van die sensoren is met de precisie van een nanometer (een miljoenste millimeter) laagje voor laagje opgebouwd uit fotogevoelig materiaal – een proces dat twee weken handwerk vraagt. Alleen de allerbeste exemplaren vormen over tien tot vijftien jaar de ogen van een nieuwe generatie ruimtetelescopen die scherper en verder het heelal in kunnen kijken dan ooit tevoren. Naar gebieden waar sterren worden geboren en planeten als onze aarde ontstaan.

Lithografisch ingenieur Marcel Ridder werkt al negen jaar in de gele gloed van de 'schone kamer'. Hij werkt aan een microcalorimeter, een superthermometer die zelfs de kleinste variaties in de energie van röntgenstraling kan meten. De uiteindelijke vluchtversie moet 1024 thermometertjes hebben op een plaatje ter grootte van een vingernagel. "Deze technologie is één van onze specialiteiten," vertelt Ridder. "Misschien werpt een satellietmissie over vijftien jaar nieuw licht op het fenomeen donkere materie, iets waarvan we nu nog maar weinig begrijpen. De kans is groot dat die ontdekking wordt gedaan met sensoren die hier zijn gemaakt."

Ridder maakt deel uit van een rijke traditie die Nederland de voorbije halve eeuw heeft opgebouwd in ruimteonderzoek. Een handvol astronomen zag al vóór de lancering van de allereerste satelliet Spoetnik (1957) de kansen die sondeerraketten en satellieten bieden voor waarnemingen van zon, sterren en elektrisch geladen deeltjes uit de ruimte. Immers, buiten de aardse dampkring kan een meetinstrument ongehinderd door waterdamp of verstrooid zonlicht de hemel aftasten, op jacht naar fenomenen die met een telescoop vanaf de aarde onzichtbaar zijn. "We zagen dingen die niet eerder waren gezien," herinnert emeritus hoogleraar astrofysica Kees de Jager zich die pioniersjaren. "Eerst met ballonexperimenten en instrumenten in de neuskegel van oude Duitse V2-raketten. Later met satellietinstrumenten die dag en nacht waarnemingen konden doen vanuit een baan rond de aarde." De instrumenten zagen onder meer dat de activiteit van de zon varieert met de tijd. En ze ontdekten sterke röntgenbronnen buiten ons zonnestelsel, pas veel later gedefinieerd als zwarte gaten of neutronensterren.

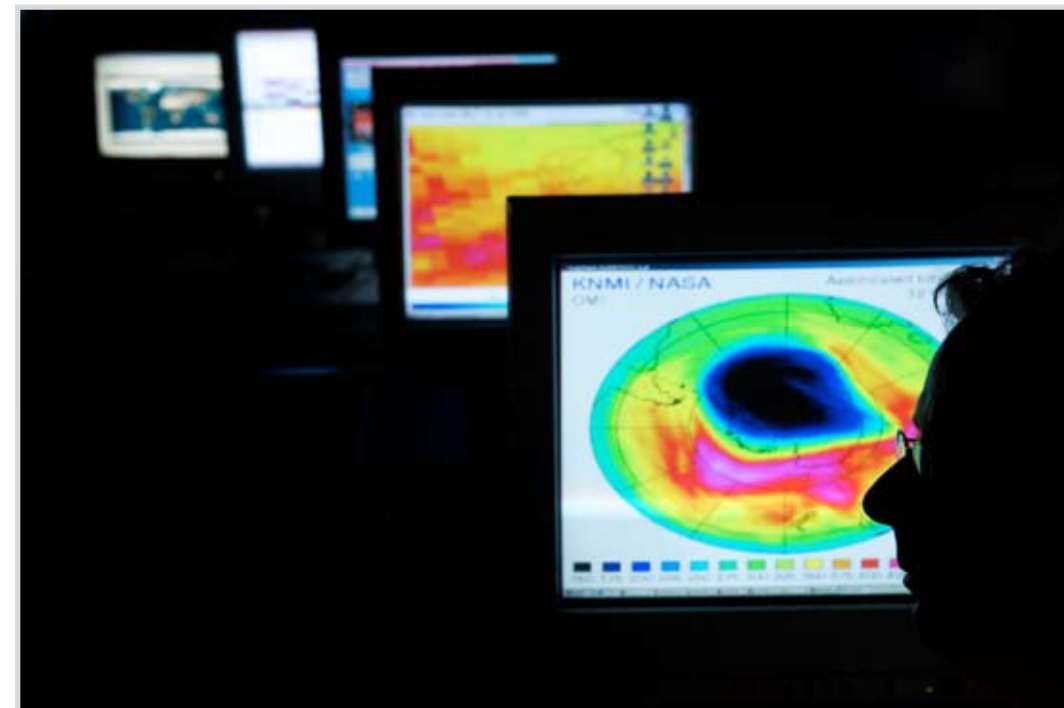
De Jager stond erop dat Nederland alle vaardigheden voor het bouwen van een instrument zelf zou ontwikkelen: wetenschappers formuleerden een programma van eisen, daarna gingen technologen aan de slag om een instrument te ontwikkelen dat eerst het geweld van een raketlancering zou doorstaan en vervolgens kon functioneren in de vijandige omgeving van de ruimte.

Het ministerie van Onderwijs en Wetenschap investeerde in die tijd veel geld in de professionalisering van het ruimteonderzoek, dat meer en meer een Europese aangelegenheid werd. Om een vuist te maken tegen de Amerikaanse en Russische dominantie in de ruimte werden de krachten gebundeld in wat later de Europese ruimtevaartorganisatie ESA zou worden.

De tijd dat een projectvoorstel een half A4'tje besloeg was met de komst van ESA definitief voorbij. Toch is de pioniersgeest niet helemaal uit het ruimteonderzoek verdwenen. Er wordt nog steeds 'geknutseld', zo blijkt in het Aardobservatielaboratorium van SRON in Utrecht. Instrumentontwikkelaar Ruud Hoogeveen toont me de proefopstelling voor het nieuwe meetinstrument TROPOMI, dat voortbouwt op succesvolle Nederlandse aardobservatie-instrumenten. TROPOMI moet nóg scherper kijken naar gassen als stikstofdioxide en methaan, na koolstofdioxide het belangrijkste antropogene broeikasgas. "We begrijpen nog niet waarom methaanconcentraties in de atmosfeer zich gedragen zoals ze zich gedragen en wat hun effect precies is op het klimaat," zegt Hoogeveen. "Met dit instrument kunnen we de hele atmosfeer tot honderd vierkante kilometer nauwkeurig in kaart brengen in zichtbaar licht, ultraviolet én infrarood, elke dag opnieuw."

Het oog van TROPOMI, een uiterst gevoelige spectrometer, ligt in een doodgewone diepvrieskist, gekocht bij de witgoedzaak om de hoek. De kou isoleert het instrument van storende infraroodstraling uit zijn omgeving, bijvoorbeeld van mijn lichaam en de lampen in het lab. Kabels lopen naar buiten door isolatieschuim van de bouwmarkt en aan de zijkant doorboren delen van holle vishengels de vriezer, om de zichtlijn tussen de spectrometer en de gesimuleerde zon en atmosfeer een paar meter verderop vrij te houden. Als Hoogeveen het instrument inschakelt, verschijnt op het computerscherm een overwegend rood spectrogram (zie kader). Laat hij vervolgens het gastankje in de zichtlijn vollopen met koolstofmonoxide en methaan, dan schiet de grafiek vol met gele, blauwe en oranje absorptielijnen. "Dit is het echte pionierswerk," zegt Hoogeveen. "In deze fase kunnen we nog een schroevendraaier pakken en aanpassingen doen. Als we straks het vluchtmodel bouwen, is dat voorbij."

Van de schone kamers bij SRON ga ik naar die van ESTEC, het technisch centrum van ESA net achter de duinen van Noordwijk. Voordat Europese satellieten worden gelanceerd, wordt hier getest of ze zijn opgewassen tegen het gerommel van een versnellende raket. Dat gebeurt in een akoestische kamer met grote trompetten, en, zoals vandaag, op een grote vibrerende 'triltafel'. Lijdend voorwerp is ESA's jongste ruimtetelescoop: Herschel. Achter een immense hoofdspiegel en een zilverkleurige isolatiedeken gaan drie wetenschappelijke meetinstrumenten schuil. Eén daarvan



Kosmische vingerafdruk

Het heelal openbaart zich in veel meer golflengten dan alleen de voor het menselijk oog zichtbare. Ultraviolet, röntgen, infrarood- en radiogolven vertellen elk hun eigen verhaal over de geboorte van sterren- en planetensystemen, de dynamiek van zwarte gaten en het gewelddadige overlijden van zware sterren.

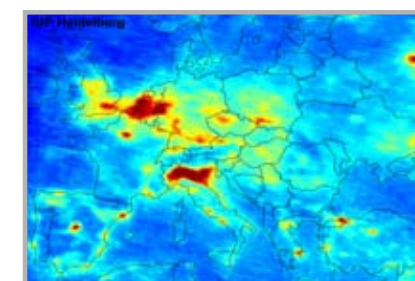
Astrofysici kijken op de kleinst mogelijke schaal naar spectra (het resultaat van metingen met een spectrometer) van objecten in het heelal. In een spectrum verraden moleculen en atomen zich door een 'emissielijn', zeg maar een kosmische vingerafdruk. Andersom kan licht van een ster ook worden geabsorbeerd door moleculen en atomen in zijn

omgeving. Dit proces heeft 'absorptielijnen' tot gevolg.

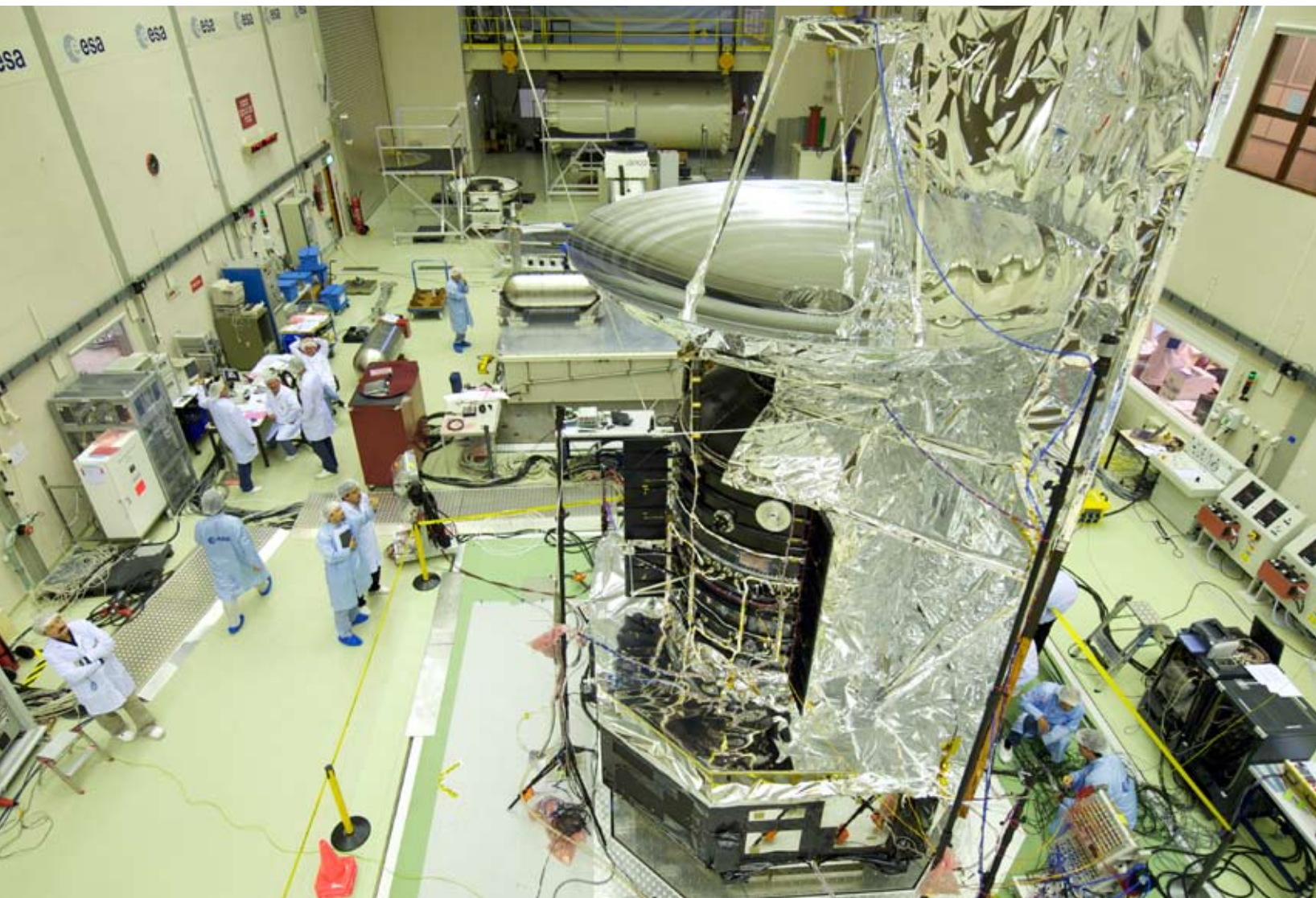
Infraroodstraling legt processen bloot die in zichtbaar licht verborgen blijven. Zo absorbeert de stofwolk rond een pasgeboren ster bijvoorbeeld

straling in het zichtbare deel van het spectrum, terwijl infraroodstraling er wél doorheen komt. Infrarood is dus de aangewezen golflengte voor onderzoek naar stervorming.

Spectrometers zijn ook geschikt voor onderzoek aan onze eigen planeet. Vanuit de ruimte gericht op het aardoppervlak, kunnen ze een kaart maken van de verdeling van



gassen in de dampkring. Uit metingen van het Ozon Monitoring Instrument (OMI) in oktober 2007 maakte het KNMI (geheel boven) op dat het gat in de ozonlaag langzaam herstelt. De kaart van het meetinstrument Sciamachy (boven) toont de concentratie van het broeikasgas stikstofdioxide in de lucht boven Europa.



‘Dit is het echte pionierswerk. In deze fase kunnen we nog een schroevendraaier pakken en aanpassingen doen.’

Op een ‘triftable’ wordt de Herschel blootgesteld aan krachten zoals de satelliet die komend voorjaar, bij de lancering met een Ariane-5-lanceerraket vanuit Frans Guyana, te verduren zal krijgen.

is het Heterodyne Instrument for the Far Infrared (HIFI), dat de afgelopen vijftien jaar werd gebouwd door 23 instituten uit twaalf verschillende landen, onder leiding van SRON. “HIFI is zonder twijfel het hoogtepunt in de Nederlandse traditie van ruimteonderzoek,” aldus testleider Pieter Dieleman. “Dit is het grootste en meest complexe instrument dat we ooit hebben gebouwd.”

HIFI is typisch een product van Nederlands wetenschappelijk vooruitgangdenken. In dit geval van buitengewoon hoogleraar sterrenkunde Thijs de Graauw. Als student kwam hij eind jaren zestig in aanraking met een bijzondere techniek die voor infraroodinstrumenten onzichtbare golflengten toch zichtbaar maakt door het signaal uit de ruimte te vermengen met een heel nauwkeurig lokaal signaal. In het verschil tussen de twee signalen zit informatie verborgen over complexe moleculen in het heelal. Bijvoorbeeld over water, een van de belangrijkste bouwstoffen van leven, op zogenaamde exoplaneten.

Over enkele maanden wordt HIFI gelanceerd. Ewine van Dishoeck, internationaal vermaard astronoom gaat meteen met de meetgegevens aan de slag: “Ik zoek bijvoorbeeld naar de emissielijn van water in gebieden waar sterren en planeten worden gevormd. Die kun je vanaf de aarde niet waarnemen, de dampkring zit in de weg. HIFI opent voor de wetenschappelijke gemeenschap een grotendeels onontgonnen gebied.”

Of de Nederlandse reputatie in het ruimteonderzoek blijvend is, staat niet zonder meer vast, meent Van Dishoeck: “Het kortetermijndenken van tegenwoordig baart me zorgen. Zijn instanties nog wel bereid honderden miljoenen te investeren in de ontwikkeling en bouw van instrumenten die pas over 25 tot dertig jaar wetenschappelijk resultaat opleveren?”

Bij SRON wordt Van Dishoecks zorg gedeeld. Toch ziet Dieleman, zelf pas 38 jaar, de komende decennia van Nederland als instrumentenbouwer met vertrouwen tegemoet: “Veel mensen zijn halverwege de ontwikkeling van HIFI ingestapt. Zij willen de kennis die ze hebben opgedaan nog eens gebruiken, maar dan in de ontwerpfase van een instrument.”

De beste papieren zijn volgens hem voor instrumenten met detectoren, zoals de microcalorimeter Utrecht. Zou je de krachtigste sensoren op verschillende satellieten tegelijk zetten, dan wordt het mogelijk om de eerste rechtstreekse waarnemingen te doen van aarde-achtige exoplaneten, waar de omstandigheden ideaal zijn voor het ontstaan van complexe levensvormen. Een tweede aarde, onzichtbaar voor het menselijk oog, maar gezien door onze ogen in de ruimte. □

Online Europa is op ruimtevaartgebied kansloos tegenover de Verenigde Staten en China. Wat vindt u van deze stelling? Reageer op