

## **De Nederlandse bijdrage aan ENVISAT**

Arno Landewers, 13 januari 2010

De Europese ENVISAT satelliet is de eerste satelliet welke geheel ontwikkeld is voor observatie van de chemische samenstelling van de aardatmosfeer en de temperatuur van zowel atmosfeer als zeeën. Hiervoor zijn 10 instrumenten aan boord, bestaande uit radar, spectrometers en radiometers.

De ontwikkeling van ENVISAT begon in 1990. Het was aanvankelijk de bedoeling de satelliet eind jaren 90 in de ruimte te brengen, maar, zoals niet ongebruikelijk bij dit soort complexe projecten, was vertraging niet te voorkomen. Begin 2001 waren alle instrumenten geïntegreerd en werd ENVISAT onderworpen aan de laatste tests (onder meer een vibratie test en een thermische test) bij het ESA (European Space Agency) technologisch centrum ESTEC in Noordwijk. Op 15 mei 2001 arriveerde ENVISAT aan boord van een Antonov 124 in Kourou, Frans Guyana, vanwaar de satelliet gelanceerd zou worden. Op 1 maart 2002 werd ENVISAT gelanceerd met behulp van een Ariane V raket. Met een massa van 8200 kg, afmetingen die te vergelijken zijn met die van een stadsbus (10 x 5 x 5 m, spanwijdte van de zonnepanelen 26 m), is ENVISAT de grootste aardobservatie satelliet ooit gelanceerd, en daarmee nog steeds een paradepaardje van de ESA. ENVISAT werd in een 800 km hoge baan gebracht die over de polen loopt; de omlooptijd is 100 minuten (de meeste instrumenten zijn hierdoor in staat ruwweg eens per week een globaal beeld te leveren). Op 3 maart kwam de satelliet in deze baan aan, en op 5 maart kon worden begonnen met testen en kalibreren van het instrumentarium, waarbij voor het eerst meetgegevens werden doorgezonden. Vanaf 1 januari 2003 levert ENVISAT elke dag meer dan 280GB aan wetenschappelijke gegevens. Deze gegevens worden via een Artemis communicatiesatelliet naar de aarde verzonden (naar het grondstation in Kiruna, Finland). Iedere 3 tot 4 weken wordt ENVISAT licht bijgestuurd, om de inclinatie (de hoek tussen het baanvlak de evenaar) op pijl te houden.

Sinds de jaren 80 is aardobservatie één van de speerpunten van de Nederlandse ruimtevaart. In de praktijk vertaald zich dit door de ontwikkeling en bouw van instrumentarium voor aardobservatie (vooral door Dutch Space, SRON en TNO) en door de verwerking en interpretaties van meetgegevens (door de TU Delft en het KNMI). Aan boord van ENVISAT zijn 2 instrumenten waaraan de Nederlandse ruimtevaart industrie belangrijke bijdragen heeft geleverd: SCIAMACHY en MIPAS.

### **SCIAMACHY**

SCIAMACHY (SCanning Imaging Absorption spectroMeter for Atmospheric Chartography, sciamachy is tevens klassiek Grieks voor "het gevecht der schaduwen") is een spectrometer waarmee de chemische samenstelling van alle luchtlagen kan worden geobserveerd. Tevens worden luchtdruk en temperatuur gemeten. Dit instrument is ontwikkeld en gebouwd door een Nederlands-Duits samenwerkingsverband. Hoofdaannemers waren Fokker Space (sinds 2002 Dutch Space) en Dornier Satellitensysteme (thans EADS Astrium), met beide ruwweg 50% aandeel. De andere Nederlandse deelnemers aan het consortium waren SRON in Utrecht, TNO-Technisch Fysische Dienst in Delft en Delft Sensor Systems (OIP) in Oudenaarde. Van de Nederlandse bijdrage is een deel gefinancierd door de Belgische overheid.

SCIAMACHY is een absorptie spectrometer. Absorptie is het opnemen van energie door een molecuul en kan gezien worden als de afname van de hoeveelheid licht (of meer algemeen: straling) dat door een gas schijnt. De spectrometer meet concentraties van bepaalde moleculen door de afname van zichtbaar licht en ultraviolet en (korte golf)infrarood straling te bepalen. De bestanddelen van het gas zijn te onderscheiden omdat ieder type molecuul een zeer specifieke stralingsfrequentie absorbeert. SCIAMACHY weegt 215 kg, en is ongeveer 1 x 1 x 0.65 m. Het is geplaatst op de rechter bovenkant, aan de voorkant (= vliegrichting) van ENVISAT en "kijkt" in 3 richtingen: in vliegrichting (naar de horizon van de aarde), loodrecht hierop richting aarde en

richting zon of maan. SCIAMACHY bevat een spectrometer die op de aarde is gericht, een telescoop, gericht op de zon, een spiegel systeem en enkele elektronische en thermische subsystemen. Hiermee is het mogelijk een 3-dimensionaal beeld te verkrijgen van een geobserveerd deel van de atmosfeer. Het licht uit de atmosfeer wordt via spiegels de spectrometer ingeleid. Dit signaal wordt vergeleken met het licht van de zon of maan, zodat de absorptie kan worden bepaald. SCIAMACHY leverde voor het eerst zeer nauwkeurige gegevens over de wereldwijde verdeling van koolmonoxide, methaan, water, natriumdioxide en ozon; onmisbare gegevens voor de bepaling van globale trends en patronen in de chemische samenstelling van de atmosfeer.

Begin 2009 werd SCIAMACHY, bij wijze van experiment, twee maanden lang gericht op Venus. De resultaten van deze metingen worden vergeleken met die van de Venus Express satelliet, welke sinds 2006 om Venus cirkelt. Het doel van de exercitie is te bepalen hoe de metingen vanaf grote afstand (door SCIAMACHY) zich verhouden tot de metingen van dichtbij (door de Venus Express).

### **MIPAS**

Dit instrument is een zogenaamde Fourier spectrometer, en meet chemische componenten in de atmosfeer tussen 7 en 70 km hoogte. MIPAS (Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding, Michelson heeft de methode ontwikkeld) meet in de richting van de horizon. De principiële werking wijkt ietwat af van de eerder beschreven werking van de spectrometer van SCIAMACHY. Bij de toepassing van Fourier spectrometrie wordt het ontvangen signaal (de "lichtstraal") in tweeën gesplitst met behulp van een spiegel. Eén van deze signalen wordt teruggekaatst via een reflector, welke naar de spiegel toe beweegt. Hierdoor verandert de golflengte van dit signaal. Wanneer beide signalen weer worden gecombineerd, ontstaat een signaal dat afhankelijk is van de positie van de reflector. Dit signaal representeert een wiskundige bewerking: de Fourier transformatie, waaruit de dominante frequenties uit een signaal kunnen worden bepaald. Deze frequenties hangen af van de chemische samenstelling van het deel van de atmosfeer dat werd geobserveerd. MIPAS heeft inmiddels zeer waardevolle gegevens geleverd voor onder meer het onderzoek naar vorming van ozon in de hogere luchtlagen.

Fokker Space heeft het gehele thermische systeem voor MIPAS ontwikkeld en gebouwd, waarbij TNO en Marconi (in Engeland) als onderaannemers optraden. Het was voor het eerste dat Fourier spectrometrie werd toegepast in de ruimtevaart, voornamelijk omdat zeer hoge eisen moesten worden gesteld aan detectie van de positie van de beweegbare reflector. Daarom wordt dit deel van MIPAS (de zogenaamde Focal Plane Assembly, FPA) gekoeld tot een temperatuur van ruim 200 graden onder nul, waardoor effecten van uitzetting minimaal zijn. De FPA is geheel geïsoleerd van de rest van het instrument, waarbij rekening moest worden gehouden met de mechanische verbindingen met het minder geïsoleerde deel van de constructie en bekabeling naar deze delen. Bijna 8 jaar na de lancering van ENVISAT levert MIPAS nog steeds gegevens. De resolutie moest enige tijd geleden wel licht worden verlaagd, maar dit heeft nauwelijks effect op de bruikbaarheid van de data.

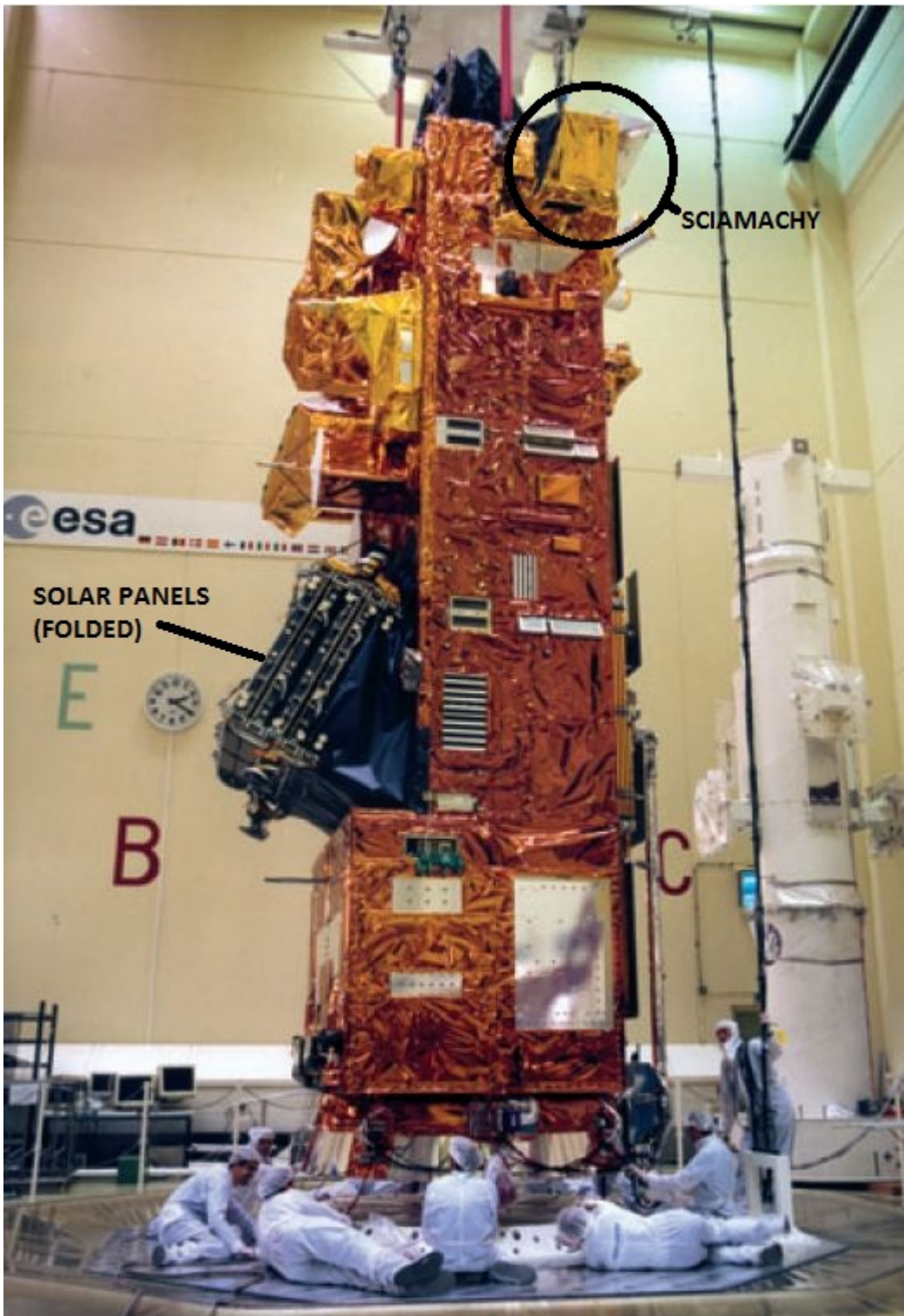
### **De toekomst van ENVISAT**

In juni 2009 besloten de ESA-leden de ENVISAT missie te verlengen tot in 2013. Tot op heden werken alle instrumenten vrijwel probleemloos. Een belangrijke reden om de missie te verlengen is de grote behoefte aan metingen over langere periodes. Bovendien zijn er momenteel geen satellieten beschikbaar met dezelfde capaciteiten als ENVISAT. ESA is inmiddels wel begonnen met de ontwikkeling van een reeks kleine satellieten, Sentinel genaamd, welke vanaf 2012 de taken van ENVISAT gaan overnemen. Er staan nu 4 Sentinel satellieten gepland, terwijl in het kader van dit programma ook instrumentarium op een weersatelliet wordt gezet. In juli 2009 tekende Minister van der Hoeven al een overeenkomst met de ESA voor de bouw van een opvolger van SCIAMACHY. Het instrument, dat TROPOMI (Tropospheric Monitoring Instrument) is gedoopt, zal in een verhoogde resolutie grotendeels dezelfde metingen gaan verrichten als SCIAMACHY en

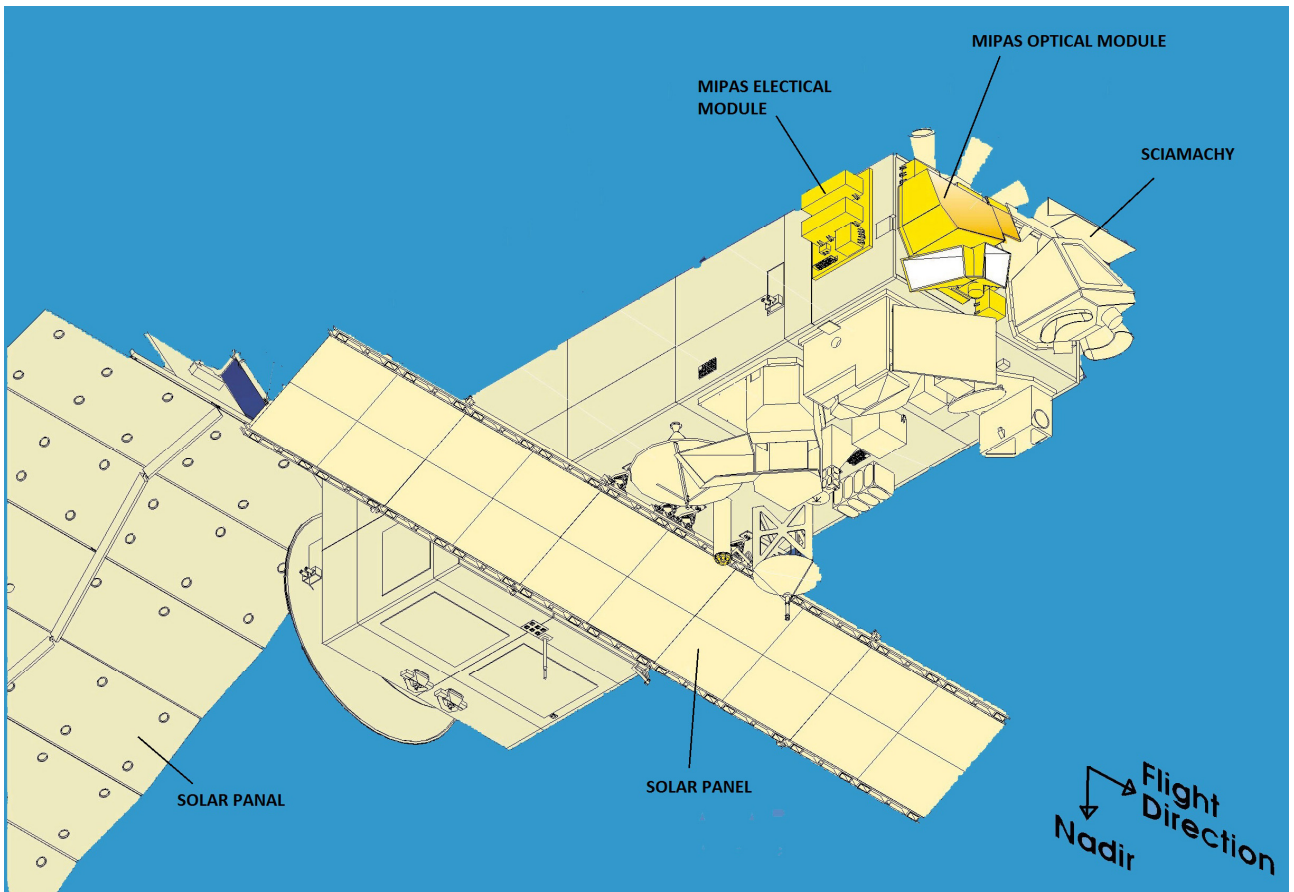
zal door Dutch Space, in samenwerking met TNO, SRON en het KNMI worden ontwikkeld. TROPOMI wordt het hoofdinstrument van de Sentinel-5 satelliet, welke naar verwachting in 2014 wordt gelanceerd.

### **Bronnen**

- persberichten ESA
- SCIAMACHY, monitoring the changing earth's atmosphere, M. Gottwald (editor), Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), 2006
- MIPAS: an instrument for atmospheric and climate research, M. Fischer et al, Journal for Atmospheric Chemistry and Physics, 2008



ENVISAT wordt op de tritafel gemonteerd bij ESTEC in Noordwijk (foto: ESA).



ENVISAT in operationele conditie (afbeelding: ESA).