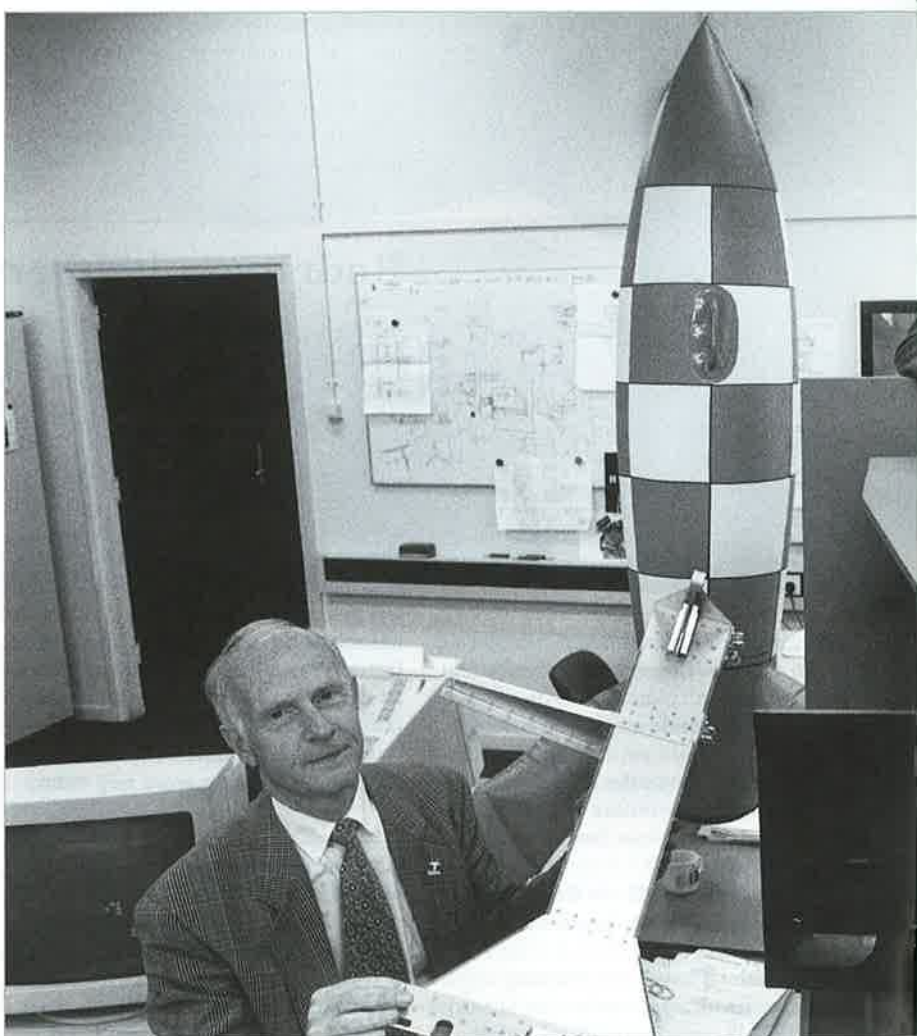


Ozondetector GOME

GOME: Nederlandse doorbraak op het gebied van ozonmetingen

Marieke Beekman en
Janneke Visser

*Het gezichtsveld
is enorm groot:
veertig bij twee
kilometer*



'We staan ontzettend in de schijnwerpers, het is nu erop of eronder. De vraag is of we de eerste plaats van de Amerikanen in het ozonruimtevaart-onderzoek overnemen'. Dit zegt dr. R. Hoekstra, hoofd Instrumentatie Ruimte-onderzoek van TNO-TPD. Hij heeft het over de GOME-spectrometer die op dit moment boven ons in de ruimte zweeft.

GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) is geen buitenaards wezentje, maar een spectrometer die zich aan boord bevindt van de aardobservatiesatelliet ERS-2. Deze is eind april in een baan om de aarde gebracht door de Ariane-4 vanaf de ESA-basis Kourou in Frans Guyana. Vol spanning bestuderen Neder-

lagen van de atmosfeer te bepalen. Hoekstra en zijn collega drs. C. Olij zijn samen met een team van deskundigen vijf jaar bezig geweest met het ontwikkelen van dit observatie-instrument. Vijf jaar is een recordtijd voor het bouwen van zo'n spectrometer. Meestal duurt het langer.

Ozon

Ozonmetingen, zoals GOME verricht, zijn heel belangrijk.

Hoekstra en Olij zijn samen met een team van deskundigen vijf jaar bezig geweest met het ontwikkelen van GOME.

de atmosfeer. Het groter worden van het 'ozongat' is volgens huidige inzichten het gevolg van chloorfluorkoolwaterstofverbindingen (c.f.k.'s). De vraag of de hoeveelheid ozon wel of niet afneemt, kan alleen beantwoord worden door regelmatig, gedurende een langere periode, ozonconcentraties te meten. Deze concentraties hangen onder andere samen met variaties in het weer. Wanneer alles volgens plan verloopt heeft de Technisch-Physische Dienst over enkele maanden inzicht in de eventuele bijdrage van GOME.

Rond de aarde

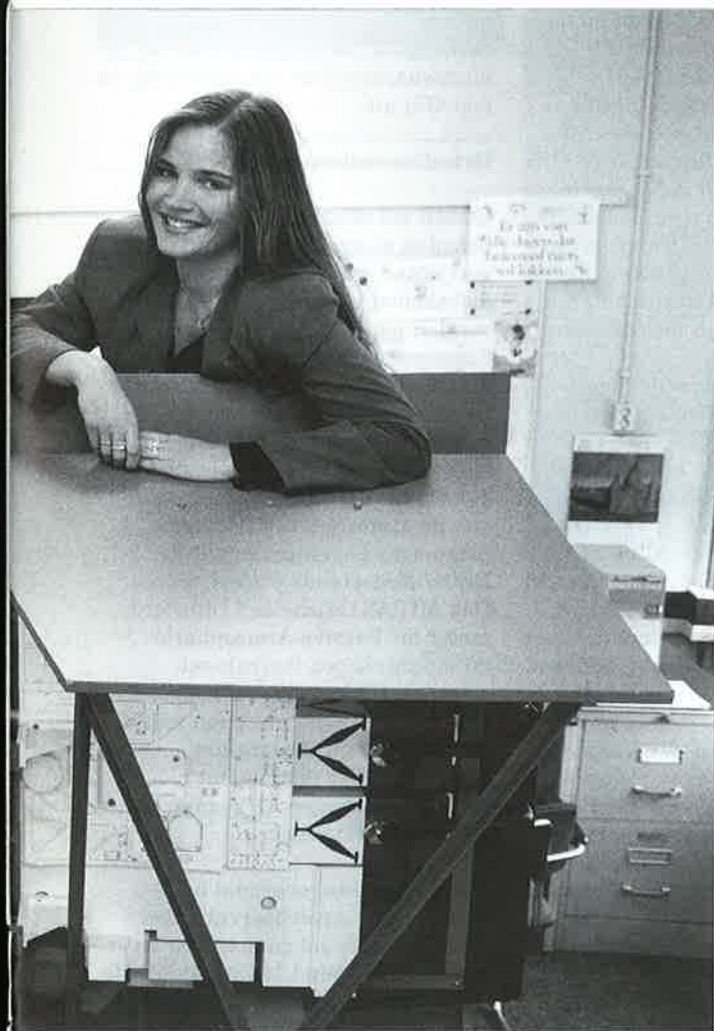
In 1989 ontstond het idee om op de ERS-2, opvolger van de ERS-1 (European Remote Sensing) satelliet, nuttig gebruik te maken van de nog beschikbare ruimte. Gekozen werd voor toevoeging van een ozonde-tector. Voor de ontwikkeling van GOME werden wel voorwaarden gesteld. GOME moest bijvoorbeeld getest, gecalibreerd (geijkt) en geïntegreerd worden in dezelfde tijd dat de satelliet herbouwd werd. Ook moest er rekening worden gehouden met beperkingen op het gebied van geld, massa en stuwkracht. Het verschil tussen ERS-1 en ERS-2 is dat GOME op de ERS-2 aanwezig is. Net als ERS-1 zal de ERS-2 vliegen op een hoogte van 780 kilometer. Per etmaal gaat hij ongeveer veertien keer rond de aarde.

Het gezichtsveld van GOME is veertig bij twee kilometer groot, zodat hij elke drie dagen de hele aardse atmosfeer, zowel de strato- als de troposfeer, in kaart kan brengen.

De rol van Nederland

Een team van optische ontwerpers van TPD-TNO maakte een ontwerp voor GOME waarvan de bouw in 1990 werd goedgekeurd door ESA. In het kader van GOME voert TPD twee projecten uit: Het GOME Calibratie Unit project, uitgevoerd in opdracht van Officine Galileo te Florence en het GOME Calibratie project, uitgevoerd voor ESA-ESTEC te Noordwijk.

Het ontwerp was van TPD en daarom zouden ze natuurlijk het liefst het hele instrument gebouwd hebben, maar alleen Italië kon zich snel garant stellen voor de financie-



Bart Versteeg

landse onderzoekers de gegevens die GOME nu naar de aarde stuurt. Zes maanden na de lancering zal blijken of deze gegevens de gewenste informatie opleveren. De spectrometer is niet groter dan een koffer, maar stelt Europa in staat om wereldwijd de ozonconcentratie en andere bestanddelen in zowel de hogere als lagere lucht-

Het zonlicht dat de aarde bereikt bestaat voor een groot deel uit schadelijke ultraviolette (UV) straling. Deze straling verhoogt de kans op huidkanker en staar; er zijn bovendien aanwijzingen dat ons afweersysteem erdoor wordt aangetast. Tegen deze schadelijke UV-straling worden we beschermd door de aanwezigheid van ozon in

ring. De Italiaanse industrie mocht GOME dus produceren.

Nederland is in verhouding een klein land en levert daarom een kleinere bijdrage aan de ESA dan de grotere landen. 'Het is moeilijk zo'n extra grote opdracht van twintig miljoen in Nederland uit te voeren. Italianen zijn wat dit betreft gemakkelijker', vertelt Hoekstra. 'De Italianen hebben van de één op de andere dag besloten dat ze GOME wilden financieren.'

Een goede samenwerking met de Italianen heeft onder andere geleid tot de zeer snelle ontwikkeling van GOME. Hoekstra zegt hierover: 'Het was een uitdaging om die job met elkaar in een extreem korte tijd te doen'. Nederland is een belangrijke rol blijven spelen in het GOME project, omdat het een deel van de hardware levert en tevens verantwoordelijk is voor de calibratie van het instrument. Omdat er veel aandacht is besteed aan de calibratie (ijking) van GOME voor de lancering, hoopt TPD in staat te zijn om veel nauwkeuriger de ozonconcentratie te meten dan tot nu toe het geval was. Calibratie is van groot belang, omdat onzekerheden in meetresultaten kunnen leiden tot onjuiste conclusies met betrekking tot ozonconcentraties. De verandering in gevoeligheid van het meetinstrument compenseert GOME volledig. Uit wetenschappelijk oogpunt is het vereist dat GOME op één procent nauwkeurig moet worden gecalibreerd. De nauwkeurigheid blijft gewaarborgd dankzij calibratie tijdens de vlucht.

Internationale positie

Het aardobservatieprogramma van ESA bestrijkt twee hoofdgebieden. Ten eerste houdt ESA zich bezig met de observatie van zeeën, oceanen en landmassa's van onze planeet. Een tweede hoofdtak van ESA is het observeren van de atmosfeer die ons tevens informatie over het weer verschaft. De steeds grotere belangstelling voor aardobservatie en

kennis van processen die zich afspelen in de atmosfeer van onze aarde, heeft geleid tot de definitie van een groot aantal aardobservatieinstrumenten binnen het ESA-programma. Aan een aantal van deze instrumenten leveren Nederlandse bedrijven een bijdrage. Nederland mag dan een klein land zijn, toch vormt het inmiddels een spil van de ESA. Toen Nederland zich eind jaren tachtig bezig ging houden met onzonmetingen stonden de Amerikaanse wetenschappers hier in het begin zeer argwanend tegenover. In de Verenigde Staten kon men al vanaf 1976 ozon meten. Maar hier is de wet van de remmende voorsprong gaan werken. 'In de Verenigde Staten is men niet meegegaan met de nieuwste ontwikkelingen', licht Olij toe. 'In vier jaar tijd is het beeld van de Amerikanen over Nederland op ruimtevaartgebied totaal veranderd. De Amerikanen komen nu ook naar Nederland om hun ozonmetingen te vergelijken met die van ons.'

TPD heeft wel één van de meest ervaren Amerikaanse onderzoekers als consultant ingehuurd bij het bouwen van GOME. 'In het begin wist hij meer dan TPD, maar nu weet TPD meer dan hij', vertelt Olij. 'Nederland gebruikt de technologie van nu, terwijl de Amerikanen twintig jaar lang succes hebben gehad, gebaseerd op de technologie van twintig jaar geleden', verklaart Hoekstra.

De toekomst

De Nederlandse inbreng in ERS en GOME lijkt voor de betrokken partijen in de toekomst interessante gevolgen te kunnen hebben. Daarmee zou ons land een sterke positie veilig kunnen stellen als het gaat om het Europese Aardobservatieprogramma. Een ERS-3 zal er niet komen. Het is de bedoeling dat de taak van ERS-2 omstreeks 1998-1999 zal worden overgenomen door het veel grotere observatieplatform ENVISAT-1. Die satelliet zal zijn uitgerust met een sterk verbeterde versie van GOME, het zogeheten Sciamachy-instrumentarium (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography). Olij: 'GOME is eigenlijk het kleine

broertje van Sciamachy, maar GOME zal als eerste gebruikt worden om aan te tonen dat de DOAS-techniek en de SBUV-techniek juiste methoden zijn om de samenstelling van de atmosfeer te analyseren.' De SBUV-techniek wordt gebruikt om uit de diffuse verstrooiingseigenschappen van de atmosfeer in het ultraviolette gebied ozonconcentraties af te leiden. De DOAS-methode maakt onderscheid tussen de verschillende bronnen die het spectrum kunnen beïnvloeden, zoals reflecties van zeeën, besneeuwde bergtoppen en wolken. Het DOAS-principe verhoogt de nauwkeurigheid van de meetwaarden drie- tot vijfvoudig, zo legt Olij uit.

Driedimensionaal

GOME zal alleen recht naar beneden waarnemingen kunnen verrichten waarbij totale kolomdichtheden worden verkregen. Dit worden *nadir scans* genoemd. Sciamachy daarentegen kan ook metingen verrichten in de vliegrichting (limb scan), waardoor het mogelijk zal zijn om een driedimensionale verdeling van de bestanddelen over de verschillende lagen van de atmosfeer te verkrijgen. Sciamachy is een gezamenlijk Duits/Nederlands project. Ook MIPAS (Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding) is een instrument waaraan Nederland een bijdrage levert. MIPAS zal meegaan met de toekomstige milieusatelliet ENVISAT. Het instrument moet infraroodmetingen verrichten van de aardse atmosfeer.

De Nederlandse overheid heeft ingezien dat aardobservatie een steeds grotere rol gaat spelen en heeft daarom eind 1993 besloten de financiële ruimte voor aardgericht ruimteonderzoek te vergroten. Deze jaarlijkse verhoging van ongeveer 25 tot 70 miljoen gulden zal vanaf 1995 worden ingezet voor programma's van ESA, maar bevat ook onderdelen die nationaal onderzoek betreffen. Nu maar met spanning afwachten of de gegevens die GOME de wetenschappers zendt belangrijke informatie oplevert. Eind van dit jaar weten we meer.