



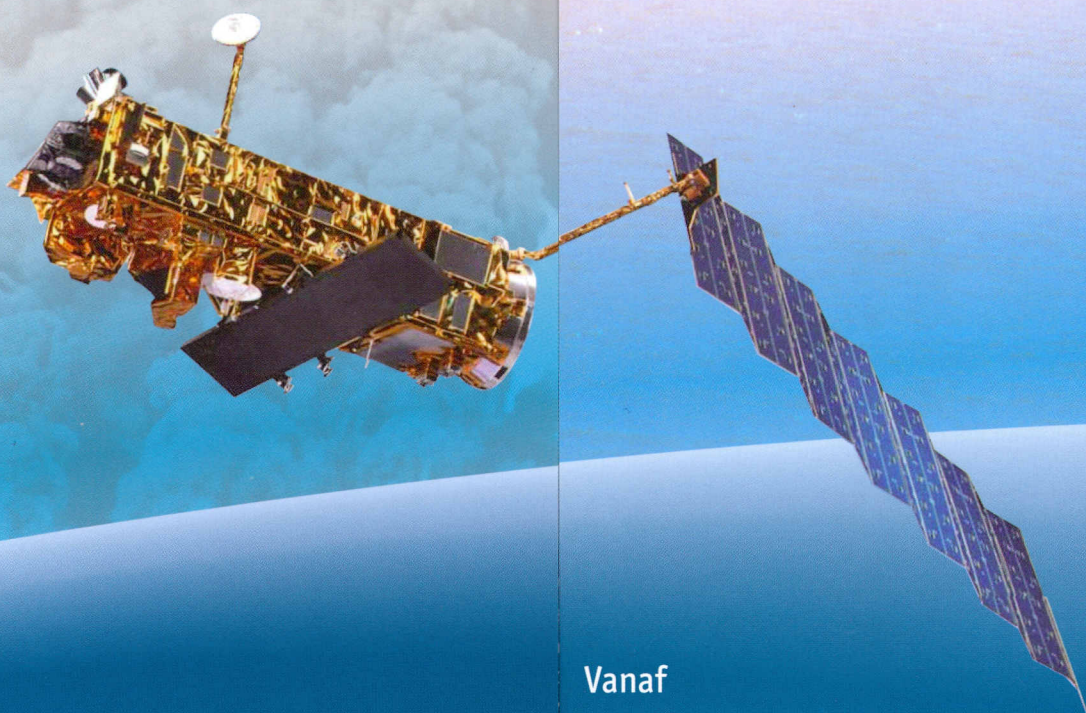
foto: W. Knap

foto: P.P. Harting / a. verschure

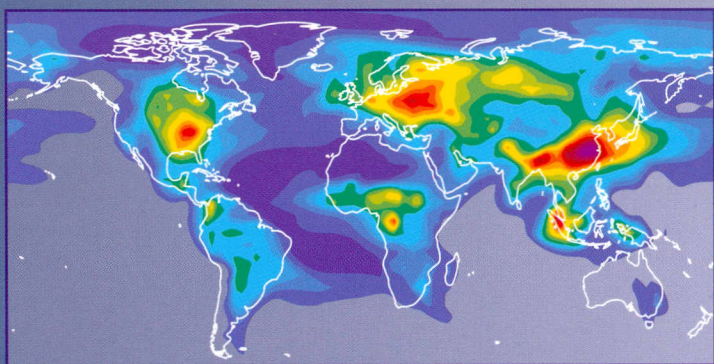
foto: ASTAD

SCIAMACHY

OOG VOOR KLIMAAT EN MILIEU



Vanaf 2002 hebben wetenschappers de Europese milieusatelliet ENVISAT, met aan boord het Nederlands-Duits-Belgisch instrument SCIAMACHY, tot hun beschikking. SCIAMACHY wordt ingezet voor onderzoek naar klimaatverandering, de ozonlaag en luchtverontreiniging. In Nederland maken verschillende instituten gebruik van de gegevens van SCIAMACHY. Het KNMI en SRON spelen daarin een belangrijke rol.



SCIAMACHY houdt de uitstoot en verspreiding van methaan in de gaten.



WOLKEN METEN

Wolken veroorzaken een fout in de metingen van sporen-gassen. Gelukkig zijn er voor SCIAMACHY methoden ontwikkeld om de hoeveelheid en hoogte van wolken te meten, en zelfs om ijs- en waterwolken te onderscheiden.

HET 'OOG' SCIAMACHY

Een eigenschap van licht is dat het te ontleden is in een spectrum van kleuren. Het spectrum is karakteristiek voor de samenstelling van de lucht; het vormt als het ware een vingerafdruk van de gassen die erin zitten. SCIAMACHY is gebaseerd op dit principe. Zonlicht wordt door de atmosfeer teruggekaatst en wordt door SCIAMACHY opgevangen en ontleed in een spectrum. Als we SCIAMACHY vergelijken met een oog, dan zijn de detectoren het netvlies van het oog. Nadat het licht dat het instrument binnenkomt een reeks spiegels en lenzen is gepasseerd, komt het terecht op een detector. SCIAMACHY heeft acht detectoren om het hele spectrum van het ultraviolet tot het zichtbaar licht en infrarood in kaart te brengen. Het licht wordt vertaald in een digitaal signaal dat naar het ontvangststation op aarde wordt gestuurd. Onderzoekers kunnen uit dat signaal afleiden wat voor soort licht SCIAMACHY heeft gezien en kunnen daaruit de samenstelling van de lucht bepalen.

ENVISAT met SCIAMACHY aan boord

SCIAMACHY bevindt zich aan boord van de Europese milieusatelliet ENVISAT. ENVISAT is in de jaren negentig door de Europese ruimtevaart organisatie ESA ontwikkeld. Deze satelliet is in 2002 gelanceerd, vanaf Kourou in Frans Guyana, in een baan over de Noord- en de Zuidpool op 800 km hoogte. Een rondje om de aarde duurt ongeveer 100 minuten. Dagelijks gaat de satelliet dus ongeveer 14 keer de aarde rond, en binnen enkele dagen kunnen de meeste plaatsen worden gezien. Er zijn tien meetinstrumenten aan boord, SCIAMACHY is er één van. SCIAMACHY kijkt vooral naar de samenstelling van de lucht samen met de instrumenten MIPAS en GOMOS. Andere instrumenten meten eigenschappen van het land, de oceantemperatuur en de zeespiegel. ENVISAT zal 5 tot 10 jaar operationeel zijn.

Wat betekent SCIAMACHY?

De naam SCIAMACHY komt uit het Grieks en betekent "schaduwgevecht". SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption SpectroMeter for Atmospheric Cartography) is een absorptiespectrometer voor het in kaart brengen van de aardatmosfeer. SCIAMACHY wordt uitgesproken als 'skiamakkie'.



SCIAMACHY

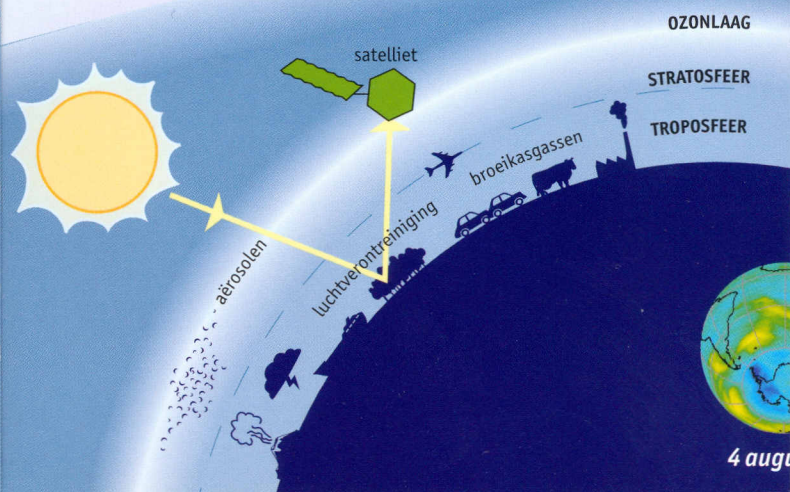
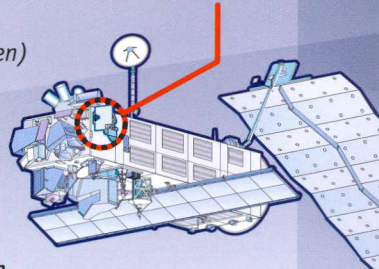
gewicht 214 kg
elektrisch vermogen 155 W
ruwe gegevensstroom 400 kbit/s
blikveld 960 km
grootte nadir pixels 30 x 30 km tot 30 x 240 km
grootte limb pixels 3 x 240 km
mondiale bedekking in maximaal 6 dagen
spectrum 240-1750 nm, 1940-2040 nm, 2265-2380 nm
atmosfeergegevens O_3 , NO_2 , CO , CO_2 , CH_4 , N_2O , H_2O , SO_2 , H_2CO , BrO , $OCIO$, stofdeeltjes, wolken.

ENVISAT

gewicht 8140 kg
(waarvan 2050 kg instrumenten)
lengte 10,5 meter
afmetingen in de ruimte 26 x 10 x 5 meter
elektrisch vermogen 5 kW
aantal instrumenten 10
baanhoogte 800 km
omlooptijd om de aarde 100 min.
overkomsttijd 10:00 uur (lokale zonnetijd)
geplande levensduur minimaal 5, mogelijk 10 jaar

<http://envisat.esa.int>

SCIAMACHY



ONZE WERELD VERANDERT

Menselijke activiteiten hebben onmiskenbaar een grote invloed op het klimaat en het milieu. De uitstoot van broeikasgassen heeft de aarde al zodanig opgewarmd dat de zeespiegel de afgelopen eeuw met 10 tot 20 centimeter is gestegen. De temperatuur zal in 2100 naar verwachting met 1.4 tot 5.8 °C zijn gestegen, de neerslag zal zijn toegenomen en er zullen meer extreme weersituaties voorkomen. Internationale afspraken worden gemaakt om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Wetenschappers leveren een bijdrage aan het nakomen van die afspraken in de vorm van onderzoek.

KLIMAATVERANDERING

Broeikasgassen zijn essentieel voor het leven op aarde. Ze vormen een comfortabele (gas)deken die de warmtestraling van de aarde vasthoudt. Menselijke activiteiten veroorzaken echter een forse toename van de uitstoot aan broeikasgassen, zoals kooldioxide, methaan (aardgas), lachgas en ozon. Deze toename zorgt ervoor dat de temperatuur op aarde stijgt. De gevolgen van temperatuurstijging kunnen desastreus zijn. Een groot aantal landen, waaronder alle landen van de Europese Unie, heeft met het Kyoto-verdrag van 1997 vastgelegd dat zij de uitstoot van broeikasgassen wil beperken. De hoeveelheid uitgestoten broeikasgassen moet volgens dit verdrag in Europa met acht procent zijn afgenomen in 2010. SCIAMACHY meet deze broeikasgassen.

OZONLAAG

Het leven op aarde wordt tegen het schadelijke ultraviolette zonlicht beschermd door de ozonlaag. Deze ozonlaag bevindt zich in de stratosfeer op 20 km hoogte. De afgelopen decennia is de ozonlaag dunner geworden, vooral boven de Zuidpool. Dit is het zogenaamde ozongat. De oorzaak van de ozonafbraak ligt bij de uitstoot van CFK's. Deze gassen werden vroeger gebruikt in spuitbussen en koelkasten. Nu de uitstoot van deze gassen aan banden is gelegd door het Verenigde Naties Protocol van Montreal (1987) wordt verwacht dat de ozonlaag zich de komende jaren herstelt. Of dit gebeurt, wordt op wereldwijde schaal gemeten door SCIAMACHY.

LUCHTVERONTREINIGING

Luchtverontreiniging kan gezondheidsproblemen veroorzaken. Met name ozon, koolwaterstoffen, koolmonoxide, fijn stof en roet zijn schadelijke stoffen voor de gezondheid. Deze luchtverontreiniging wordt veroorzaakt door industrie, verkeer, energieopwekking en bosbranden. Ook natuurlijke processen zoals een vulkaanuitbarsting of bliksem zorgen voor verontreiniging. De luchtkwaliteit wordt op nationale, Europese en wereldwijde schaal bewaakt. Bewaking vindt wereldwijd plaats door metingen vanaf grondstations en satellieten. Hieraan levert SCIAMACHY een belangrijke bijdrage.

ROL VAN SATELLIETEN

Wetenschappelijk onderzoek op het gebied van klimaatverandering, luchtverontreiniging en veranderingen in de ozonlaag is noodzakelijk. Door het voortdurend waarnemen van de gassen in de atmosfeer kunnen wetenschappers de veranderingen in klimaat en milieu beter begrijpen. Met deze kennis kunnen beleidsmakers hun adviezen beter onderbouwen en hun beleid toetsen. De enige manier om wereldwijd een goed overzicht te krijgen van de toestand van onze atmosfeer en de gevolgen op het klimaat en het milieu, is door gebruik te maken van satellieten.

ROL VAN SCIAMACHY

SCIAMACHY meet de samenstelling van de ozonlaag, de hoeveelheid broeikasgassen en hoeveelheid luchtvervuiling om zo de veranderingen in de samenstelling van de lucht te begrijpen. Door de infrarooddetectoren van SCIAMACHY is het voor het eerst mogelijk vanuit de ruimte de gassen methaan en koolmonoxide te meten. Andere belangrijke gassen die SCIAMACHY meet zijn: ozon, stikstofoxiden, broomoxide, chlooroxiden, waterdamp, kooldioxide, lachgas en formaldehyde. Daarnaast meet SCIAMACHY ook stofdeeltjes en wolken. In het geval van een vulkaanuitbarsting is SCIAMACHY ook in staat de verhoogde hoeveelheid zwaveldioxide te meten.

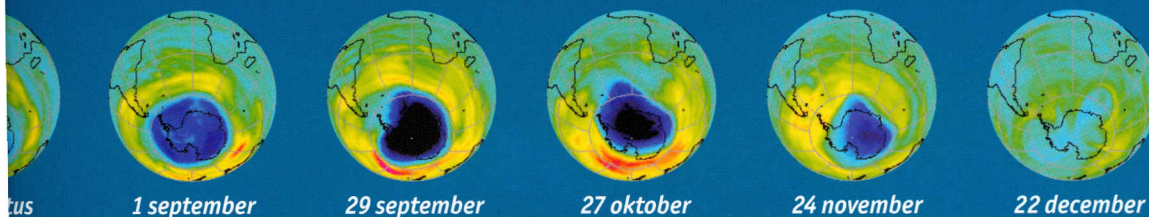


KIJKRICHTINGEN SCIAMACHY

SCIAMACHY meet het door de aarde teruggekaatste zonlicht door afwisselend in twee richtingen te kijken: naar beneden (nadir-meting) en vooruit naar de rand van de atmosfeer (limb-meting of horizonmeting). De nadir-meting is geschikt om de totale hoeveelheid van de gassen op een bepaalde plaats te meten, terwijl uit de limb-meting de hoogteverdeling van de gassen wordt bepaald. De twee kijkrichtingen worden afgewisseld om de 60 seconden. In enkele dagen meet SCIAMACHY op deze manier de gehele aarde.

ONTWIKKELING OZONGAT

Elk jaar ontstaat er vanaf augustus een ozongat boven de Zuidpool. Chloor en broom tasten de ozonlaag aan onder invloed van zonlicht en kou. Het gat groeit weer dicht rond december, als de heersende winden ozonrijkere lucht aanvoeren.





Rol van KNMI en SRON

De gegevens die SCIAMACHY naar de aarde stuurt, worden door een internationaal team van wetenschappers geanalyseerd en gebruikt voor klimaat- en milieuonderzoek. Het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) en de Stichting Ruimteonderzoek Nederland (SRON) spelen hierin een belangrijke rol.

Voordat wetenschappers de metingen van SCIAMACHY gebruiken voor onderzoek, worden de metingen gecontroleerd op kwaliteit. Dat gebeurt door de metingen te vergelijken met soortgelijke metingen vanaf de grond, vanuit vliegtuigen of ballonnen. Het KNMI heeft de leiding over deze zogenaamde 'validatie', die wordt uitgevoerd door 34 wetenschappelijke instituten verspreid over de hele wereld.

Het KNMI gebruikt de SCIAMACHY-metingen in combinatie met weer- en klimaatmodellen om vragen op het gebied van klimaatverandering en veranderingen in de ozonlaag te kunnen beantwoorden. Dit onderzoek draagt ook bij aan het verbeteren van weersverwachtingen.

Door de barre omstandigheden in de ruimte (harde UV-straling en kosmische deeltjes) krijgt het SCIAMACHY-instrument veel te verduren. Daarom moet het instrument regelmatig opnieuw worden geijkt, de zogenaamde 'calibratie'. Hieraan werken de ruimteonderzoekers van SRON. Dat is een groot voordeel omdat SRON de detectoren zelf heeft gebouwd. Met name een paar unieke infrarood detectoren voor de metingen aan methaan en kooldioxide zijn belangrijk omdat dit sterke broeikasgassen zijn. Ook de concentratie van het vervuilde gas koolmonoxide kan door deze detectoren goed gemeten worden. Door kennis van het SCIAMACHY-instrument kan

SRON belangrijke correcties uitvoeren op de wetenschappelijke metingen en extra informatie over de samenstelling van de atmosfeer uit de metingen halen.

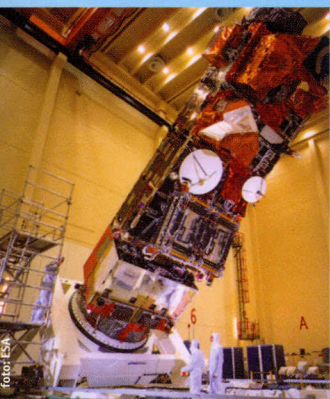


foto: ESA

De **Stichting Ruimteonderzoek Nederland (SRON)** bevordert en coördineert het wetenschappelijk onderzoek in en vanuit de ruimte. SRON ontwikkelt innovatieve instrumenten die worden gebruikt aan boord van internationale satellieten voor grensverleggend astrofysisch en aardgericht onderzoek. Bij SRON zijn de daarvoor noodzakelijke kennis en vaardigheden geconcentreerd, zowel in technisch als wetenschappelijk opzicht. Hiermee speelt SRON een hoofdrol in het internationale ruimteonderzoek. Daarnaast adviseert SRON de Nederlandse overheid met betrekking tot deelname aan internationale ruimtevaartprogramma's.

SRON

SRON
Sorbonnelaan 2 • 3584 CA • Utrecht
telefoon 030 253 56 00 • fax 030 254 08 60
e-mail: info@sron.nl • www.sron.nl

KNMI en SRON hebben een eigen satelliet datacentrum ontwikkeld voor bewerking en verspreiding van SCIAMACHY-gegevens. Wetenschappers uit de hele wereld kunnen daar terecht voor metingen van SCIAMACHY om die te gebruiken voor hun onderzoek naar klimaat en milieu. In Nederland zullen deze gegevens, behalve door medewerkers van bovengenoemde instituten, ook gebruikt worden door onderzoekers van het RIVM, TNO en verschillende universiteiten.

Internationale en nationale samenwerking

Eind jaren tachtig heeft een aantal Europese wetenschappers ten behoeve van klimaatonderzoek voorgesteld SCIAMACHY te bouwen. De bouw van SCIAMACHY is betaald door de Duitse, Nederlandse en

Belgische overheid. De wetenschappelijke leiding van SCIAMACHY heeft de Universiteit van Bremen, ondersteund door het KNMI

en het Belgisch Instituut voor Ruimte Aëronomie. Andere internationale partners zijn: Universiteit Heidelberg (Dld.), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Dld.), Centre for Astrophysics (USA). Verantwoordelijk voor de ENVISAT-missie is de European Space Agency.

Uit een Nederlandse studie over nut en noodzaak van het meten van gassen en stofdeeltjes vanuit de ruimte bleek dat er grote behoefte bestond aan een instrument als SCIAMACHY. De studie is in 1989 uitgevoerd door KNMI, RIVM, SRON en TNO-TPD. Het ontwerp, de bouw, het testen en ijken is in Nederland onder leiding van Fokker Space uitgevoerd in samenwerking met TNO-TPD en SRON. Het SCIAMACHY-project staat in Nederland onder leiding van het Nederlandse Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart.



foto: Thea van den Heuvel

Het **Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)** is in Nederland vooral bekend van de weersverwachtingen, maar het instituut doet veel meer. Het KNMI is het nationale data- en kenniscentrum voor weer, klimaat en seismologie. Een belangrijke kerntaak van het KNMI is doen van vooraanstaand wetenschappelijk klimaatonderzoek. Het meten van veranderingen in het klimaat is een belangrijk onderdeel daarvan. Satellietmetingen van broeikasgassen, ozonlaag, wolken en luchtvervuiling zijn hiervoor onontbeerlijk. Het KNMI participeert daarom in de belangrijkste satellietmissies van ESA en NASA op het gebied van klimaat- en milieuonderzoek.

KNMI
Klimaatonderzoek & Seismologie
Postbus 201 • 3730 AE • De Bilt
telefoon 030 220 69 11 • fax 030 221 04 07
e-mail: prv@knmi.nl • www.knmi.nl

KNMI