

SRON Netherlands Institute for Space Research maakt deel uit van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO)

Adres:  
Sorbonnelaan 2  
3584 CA Utrecht  
Nederland  
Telefoon +31 (0)30 253 5600  
Fax +31 (0)30 254 0860  
info@sron.nl  
www.sron.nl

Juli 2007

## Samenwerking

Niet alleen technologisch, maar ook organisatorisch is het HIFI-project complex. Maar liefst 25 partners uit meer dan tien landen zijn erbij betrokken. SRON is de Principal Investigator die de samenwerking coördineert. Nederlandse partners in dit project zijn onder andere: TU Delft, TNO, Dutch Space en ontwerpbureau Mecon.

## Traditie in infraroodruimtetelescopen

Al in de jaren zeventig is SRON zich gaan toeleggen op infrarood-onderzoek. Na verkennende metingen met de BIRAP-ballon was IRAS, een Nederlands-Amerikaans-Britse ruimtetelescoop die in 1983 werd gelanceerd, de eerste wetenschappelijke satelliet voor waarnemingen in het infrarood. SRON bouwde een instrument voor deze pionier en coördineerde de Nederlandse deelname. IRAS bracht voor het eerst de infraroodhemel in kaart. Een vervolg op IRAS was de Europese ESA-missie ISO, gelanceerd in november 1995. Deze satelliet produceerde tot april 1998 een continue stroom gegevens. De bijdrage van SRON was de spectrometer voor korte golflengten SWS, ISO's succesvolste instrument. SRON heeft nu de leiding over het hele proces van het ontwerpen, bouwen en testen van HIFI.

## Waarnemen van onzichtbaar licht

Met ruimte-instrumenten die gevoelig zijn voor andere straling dan zichtbaar licht ziet het heelal er vaak heel anders uit. Vergelijk deze foto's van een gebied in het sterrenbeeld Orion maar eens. De bovenste werd gemaakt met een camera die gevoelig is voor zichtbaar licht, de onderste met een camera die gevoelig is voor infraroodlicht. HIFI zal licht waarnemen in een golflengtegebied dat tot nu toe nog nooit vanuit de ruimte is waargenomen. (Beeld: NASA / HST)

Het vluchtmodel van HIFI wordt in de cleanroom van SRON met blacklight gecontroleerd. Eventuele vuil- of stofdeeltjes op het instrument die hiermee te zien zijn, worden verwijderd met een speciale stofzuiger en een marterharen penseel.

## HIFI: grensverleggende ruimtetechnologie voor een nieuwe blik op het heelal



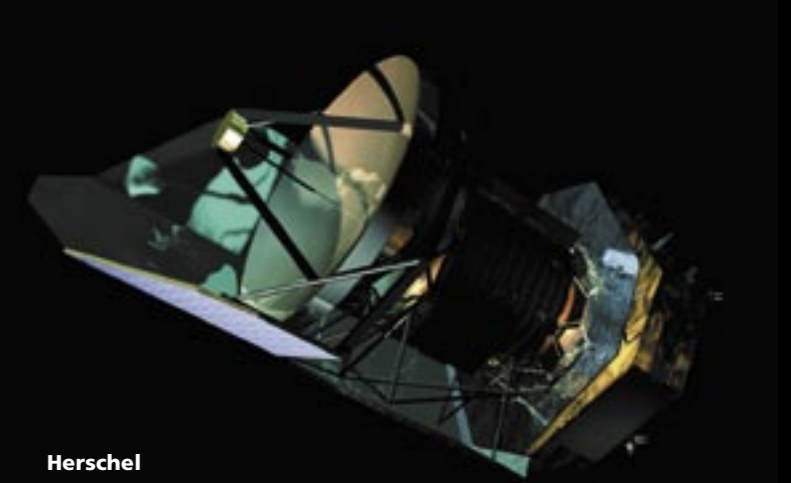
Werkzaamheden in de cleanrooms van SRON aan een opstelling die in het laboratorium de hoofdspiegel van Herschel simuleert.

### Metten in nog nooit verkende golflengtes

Vanaf 2008 zullen sterrenkundigen wereldwijd een instrument tot hun beschikking hebben dat waarnemingen gaat doen in het nagenoeg onverkende overgangsgebied van infraroodstraling en radiostraling, het zogenoemde submillimetergebied. Dit instrument heet HIFI, wat staat voor: Heterodyne Instrument for the Far-Infrared. HIFI is een van de drie wetenschappelijke instrumenten van Herschel, een ruimtetelescoop van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA. Herschel zal z'n waarnemingen gaan doen vanaf een punt dat anderhalf miljoen kilometer van de aarde verwijderd is.

### Thermosfles

Het grootste deel van HIFI bevindt zich in de centrale cryostaat van Herschel. De cryostaat is in feite een enorme 'thermosfles', maar dan met een zeer koude vloeistof gevuld: 2200 liter supervloeibaar helium. Dit zorgt ervoor dat delen van HIFI op een constante temperatuur worden gehouden van 2 tot 10 graden Kelvin (0 graden Kelvin, het absolute nulpunt, is -273 °C). Naast HIFI zitten er twee andere instrumenten in de cryostaat, te weten PACS en SPIRE.



# De geschiedenis van het heelal doorgelicht...

### Het onzichtbare heelal

Alle objecten stralen infraroodlicht uit, maar onze ogen kunnen dit niet zien. Wel kunnen we zeer krachtige infraroodstraling voelen als warmtestraling. Om infraroodlicht te zien, zijn speciale camera's nodig. Alles ziet er wel anders uit dan in het zichtbare licht en dat geldt ook voor het heelal. Het heelal zit vol met koude gassen en stofdeeltjes, die straling uitzenden in het infrarood. En omdat infraroodlicht ook door de stofwolken kan dringen, zijn er in dit licht ook dingen te zien die voor gewone telescopen verborgen blijven. Verder heeft ieder molecuul in het infrarood z'n eigen 'vingerafdruk'. Zo is uit de infraroodstraling ook af te leiden wat de samenstelling van de stralingsbron is en kan worden bepaald welke scheiden natuurkundige processen er in het heelal plaatsvinden.

### Water

Water speelt een sleutelrol in een heleboel processen in het heelal, waaronder de ontwikkeling van sterren. Water in de ruimte kan het beste vanuit de ruimte zelf worden gedetecteerd. Op aarde is daarvoor het vocht in de atmosfeer een zeer storende factor, zelfs op de hoogste en droogste woestijnberg. HIFI zal in staat zijn om water te meten, niet alleen in interstellair gaswolken, maar ook bij kometen, planeten en hun manen.



Een trilltest bewees dat HIFI de trillingen die vrijkomen bij de lancering goed kan doorstaan.

### Geboorte en sterven van sterren

Een ster ontstaat uit een gaswolk, die de eerste stadia van dit ontstaansproces echter aan het zicht onttrekt. Maar in het diepe infrarood is het mogelijk om door de gaswolk heen te kijken. HIFI zal in staat zijn om gegevens te verzamelen over deze stervormingsprocessen. Daarnaast zal HIFI onderzoek kunnen doen naar het sterfproces van sterren. Sterren van het zontype eindigen hun leven met het uitstoten van grote gaswolken. Een groot deel van de interstellair materie bestaat uit deze restgassen. HIFI zal deze gasschillen, de samenstelling ervan en de snelheid van de gasstromen kunnen waarnemen. De geboorte en het sterven samen bepalen hoe onze eigen Melkweg en andere sterrenstelsels eruitzien en hoe dat zo gekomen is.



Een Ariane-5-raket brengt Herschel de ruimte in, waar de satelliet naar een punt op 1,5 miljoen kilometer van de aarde gaat.

### Onderwerpen van onderzoek

Naast de detectie van water zal HIFI naar verwachting veel nieuwe informatie opleveren voor het nog niet goed begrepen proces van stervorming, en op grotere schaal, het ontstaan van sterrenstelsels. De telescoop zal onder andere straling opvangen van de oude stelsels die op grote afstand staan. Maar ook op kortere afstand zullen metingen worden gedaan aan de diverse stoffen en reacties in ons eigen zonnestelsel.

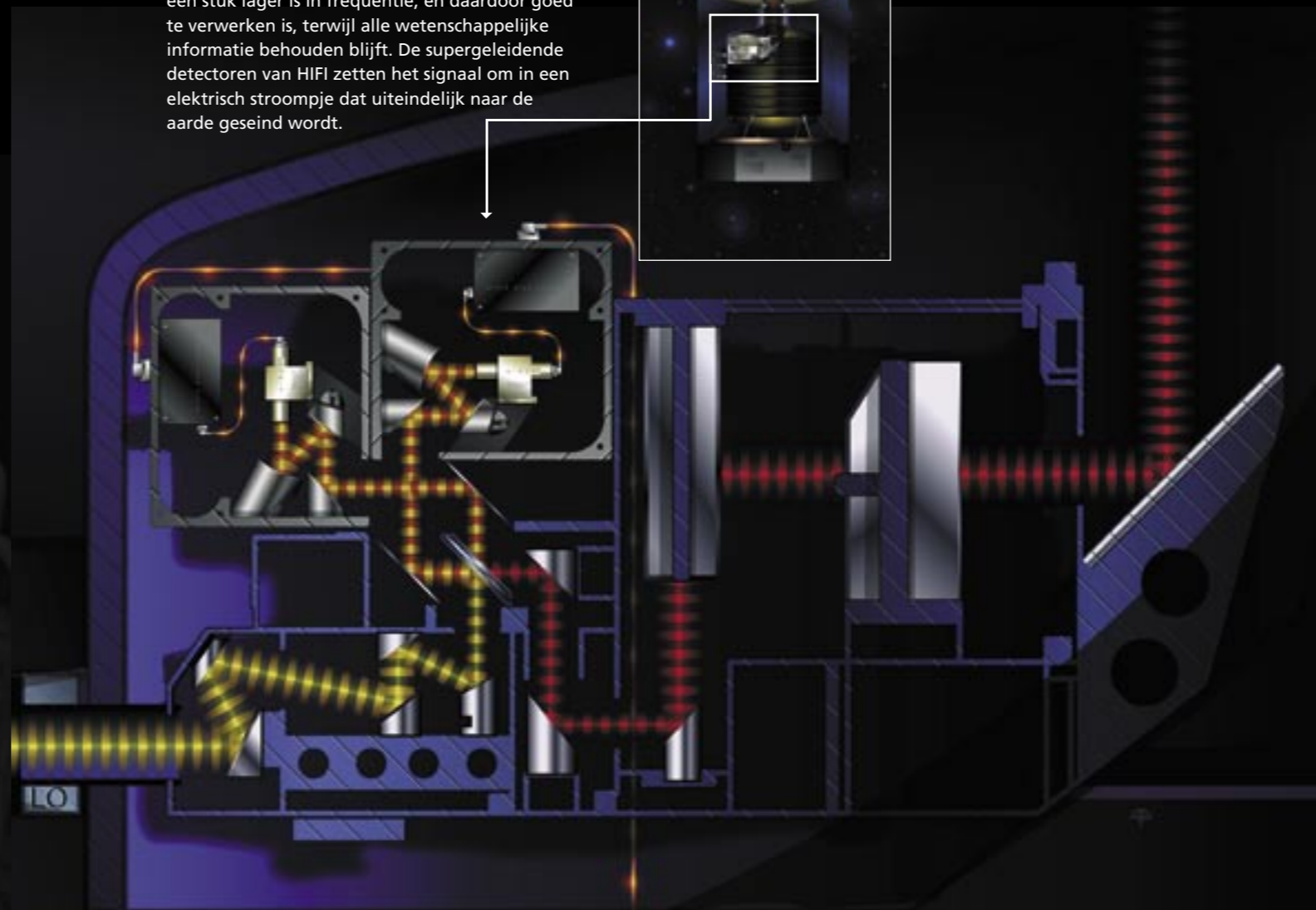
### Zweeftoon

De straling uit het heelal waar HIFI naar kijkt, is van een heel hoge frequentie. Het is zogenoemde terahertzstraling. Een probleem bij de verwerking van deze hoogfrequente straling is het feit dat er geen elektronica bestaat die zo snel kan werken. Daarom wordt de straling in HIFI gemengd met een kunstmatig in de satelliet opgewekt signaal (geel in de tekening). Zo ontstaat, net als bij geluid, een zweeftoon, die een stuk lager is in frequentie, en daardoor goed te verwerken is, terwijl alle wetenschappelijke informatie behouden blijft. De supergeleidende detectoren van HIFI zetten het signaal om in een elektrisch stroompje dat uiteindelijk naar de aarde geseind wordt.



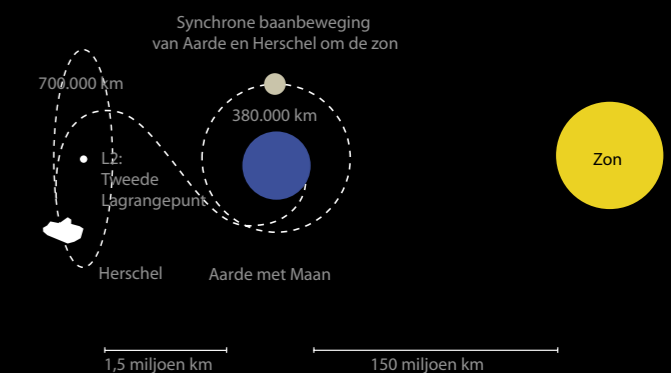
### Brandpunt

De enorme hoofdspiegel van Herschel (met een diameter van 3,5 meter de grootste satellietspiegel tot nu toe) vangt de straling uit het heelal op. De straling komt via een tweede spiegel terecht in het brandpunt, waar de wetenschappelijke instrumenten zitten. Het vangspiegeltje van HIFI stuurt de straling het instrument in.



### HIFI

Gewicht:	ongeveer 50 kg
Grootte:	40 x 40 x 50 cm (het 'koude' deel van HIFI)
Spectrum:	480-1250 GHz (0,63-0,24 micrometer) en 1410-1910 GHz (0,21-0,16 micrometer)



### Baan

Herschel komt niet in een baan om de aarde te draaien, maar gaat naar het zogenoemde Tweede Lagrangepunt. Dat is een punt op 1,5 miljoen kilometer van de aarde. Herschel draait dan op een iets grotere afstand dan de aarde rond de zon, maar wel met dezelfde omlooptijd als de aarde (dat is het bijzondere van een Lagrangepunt!). Voor de satelliet is de temperatuur op dit punt veel stabielere dan bij een baan om de aarde.

... met de gevoelige ogen van SRON