

VIJFTIENDE  
JAARGANG

NUMMER **7/8**

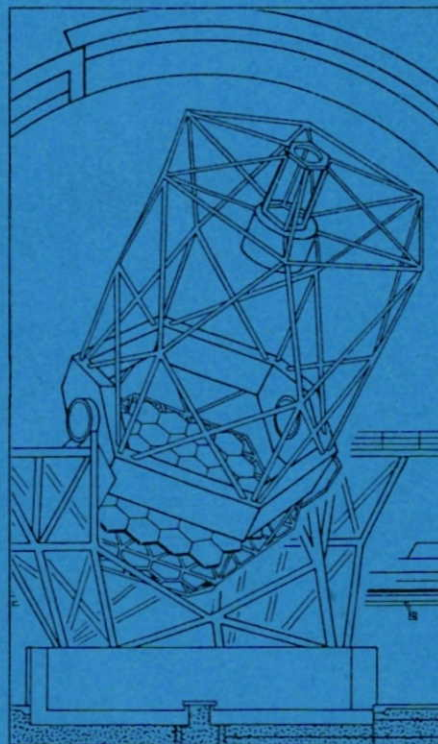
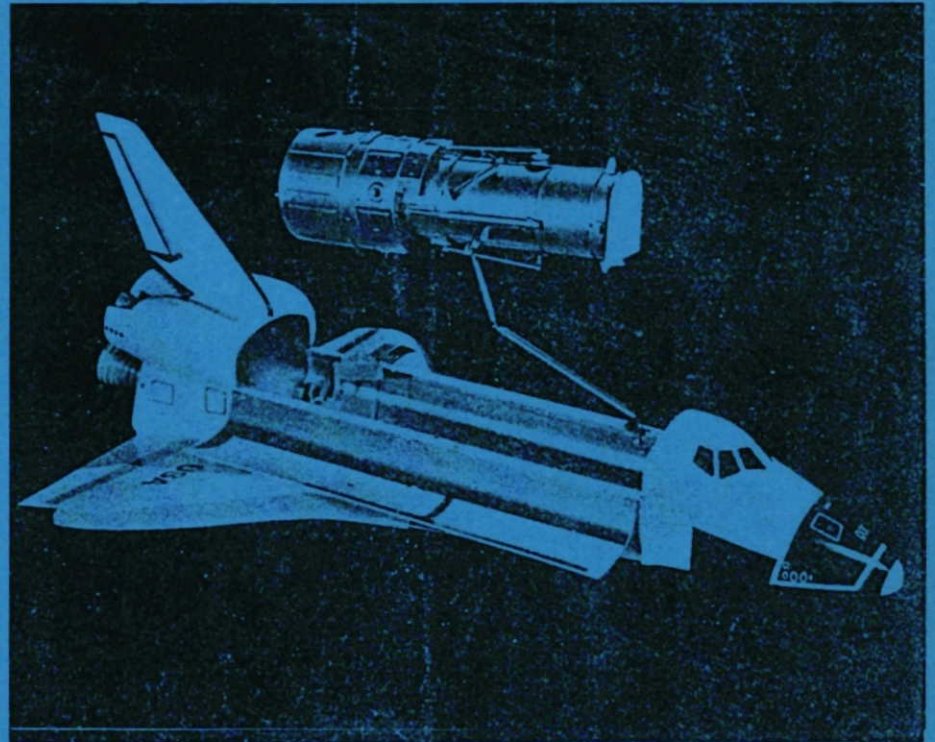
JULI/AUGUSTUS  
**1990**

# HERENGULLES

ASTRONOMIE, WETENSCHAP EN TECHNIEK



- \* NOVA , nieuws over astronomie en ruimtevaart
- \* De Zomerdriehoek
- \* Hubble Space Telescope
- \* De KECK-telescoop
- \* Vraag en antwoord
- \* Een veer op de Maan
- \* Waarnemingskalender



Een uitgave van de  
Limburgse  
Volkssterrewacht

Losse nummers f 5,50

# VOORWOORD

## DUBBELNUMMER

*Het is zo langzamerhand een beetje een gewoonte geworden om de mensen die het maandblad elke maand in elkaar zetten, eens een tijdje rust te gunnen. Dat geldt voor de schrijvers, de typisten, degenen die de correctie doen, de lay-out mensen, de eindredactie en degenen die kopieert. Vandaar nu ook weer een dubbelnummer van 'Hercules'.*

*Zoals U in de mededelingen kunt lezen zijn er wat veranderingen op komst met betrekking tot de jongerengroep. De bibliotheek werd te klein, of de jongerengroep te groot. Wij houden het erop dat de bibliotheek te klein werd, want de jongerengroep kan nooit te groot worden! Dus na de vakantie bruijt het weer van activiteiten bij de jongerengroep die gesplitst wordt in nieuwelingen, die de naam Kleine Beer krijgen en in de wat gevorderden, die de naam Grote Beer krijgen. De bibliotheek is dan weer op elk tijdstip beschikbaar.*

*Op bladzijde vier vindt U een artikel over de Hubble-telescoop. Een zeer ambitieus programma, waarvan de vlucht steeds moest worden uitgesteld. Men had hierdoor ruimschoots de tijd om verbeteringen toe te passen. Maar waar blijven de spectaculaire beelden??? En wat schetst dan de verbazing om in de NOVA te lezen dat de optiek niet perfect is. Uitgelezen apparatuur wordt de ruimte ingeschoten en dan blijkt de optiek niet goed te zijn!!! Door Carlos Sour is een artikel geschreven over de zomerdriehoek. Vooral voor de vakantiegangers die naar het buitenland gaan is de zomerdriehoek een altijd herkenbaar beeld. Onze striptekenaar Patrick gunt U een kijkje achter de schermen van de redactie; alhoewel hoe betrouwbaar is dit beeld?*

*Als experiment deze maand eens een science-fictionverhaal, geschreven door Ron Noteborn. De tekeningen zijn gemaakt in de computer door Patrick Beisser. Graag hadden we wat reacties op dit artikel om te peilen wat men over het algemeen van een science fictionverhaal in ons maandblad vindt. Alsof de Hubble telescoop nog niet voldoende is, nog een 'telescoop-artikel'. Dit gaat over de Keck-telescoop, waarvan in de NOVA al eens eerder melding is gemaakt. Hierbij is wel degelijk gelet op de optiek! Dat mag ook wel voor 94 miljoen dollar, alhoewel.....de Hubble telescoop kost 1200 miljoen dollar! Deze keer ook weer eens een vraag en antwoord. Als U wilt weten in wat voor banen een satelliet eerst komt, voordat hij zijn definitieve baan bereikt moet U dit artikel lezen. Al weer een ruimtevaartartikel zullen sommigen van U misschien denken, en terecht. Als er mensen zijn die zoveel ruimtevaart te veel van het goede vinden, wil ik ze graag uitnodigen om eens in onze bibliotheek te gaan zitten (dagelijks toegankelijk) en uit de ruime sortering tijdschriften een leuk artikel te distilleren. Wie durft?*

*De waarnemingskalender is in dit dubbelnummer uiteraard voor twee maanden. Er zijn aardig wat objecten te zien en op 12 augustus valt weer de heldere meteorenzwerm de Perseiden; een goede maand dus voor onze meteoren-aanbidders.*

*Vanaf deze plek wens ik eenieder een heel prettige vakantie toe, met veel zon en heldere nachten.*

Trudie

## Limburgse Volkssterrewacht ALGEMENE INFORMATIE

**Adres:**  
Schaapskooiweg 95  
6414 EL Heerlen  
telefoon 045-225543

### Openingstijden expositie:

- \* dinsdag t/m vrijdag 13 tot 17 uur
- \* zondag 13 tot 17 uur
- \* dinsdag- en vrijdagavond 19.30 tot 22 uur
- \* groepen ook op andere tijden, na afspraak

### Bank en giro:

AMRO bank Heerlen 44.81.06.930  
Giro 37.40.797

## HERCULES INFORMATIE

### Contribuant van "Hercules":

Wilt u van sterrenkunde, techniek, weerkunde, ruimtevaart, etc. uw hobby maken, dan moet u nu contribuant worden van volkssterrewacht "Hercules". Als contribuant hebt u altijd vrije toegang tot de sterrewacht en kunt u gebruik maken van de aanwezige voorzieningen, zoals telescopen, fotografische apparatuur, de doka, bibliotheek en de werkplaats. Ook krijgen contribuanten 10% korting op de prijs van boeken, camera's, kijkers en toebehoren. Als contribuant ontvangt u natuurlijk ook dit maandblad. De contributie (inclusief het maandblad) bedraagt f 9,- per maand.

Er zijn allerlei mogelijkheden voor contribuanten. Doorgaans komen zij bijeen in de sterrewacht op dinsdag- of vrijdagavond. Voor de jongeren van circa 12 tot 15 jaar is er op vrijdagavond de jongerengroep en de senioren ontmoeten elkaar elke donderdagmiddag van 14.30 tot 16.30 uur. Kinderen tot 11 jaar kunnen **jeugdcontribuant** worden. Zij hebben dezelfde mogelijkheden als andere contribuanten, maar zij betalen slechts f 4,50 contributie per maand.

### Donateur:

U kunt het werk van de Limburgse Volkssterrewacht ook steunen door donateur te worden. Donateurs betalen minimaal f 35,- per jaar. Als donateur ontvangt u maandelijks de Hercules-Mededelingen over exposities en activiteiten. Verder kunt u op vertoon van uw donateurs-pasje twee maal per jaar gratis de volkssterrewacht bezoeken en ontvangt u na overmaking van uw donatie een informatiepakket.

### Bestuur:

F.A.G. Hol, voorzitter  
G.R.M. Souren - van de Geijn, secretaris  
W.J.H. Franssen, penningmeester  
J.G.A. Bonten, bestuurslid  
H.P.C. Essers, bestuurslid  
R. Hoenen, bestuurslid  
C.M. Jongmans, bestuurslid  
G. Peeters, bestuurslid  
Mr. J.L.M. Schutgens, bestuurslid

### Direkteur:

J.W. Souren



**HERCULES JULI/AUGUSTUS 1990**

**INHOUD NR. 7/8**

**Hoofredactie:**

Trudie Souren - van de Geijn

**Redactie:**

Patrick Beisser, Rob Essers, Marijke Heuyerjans, Jos Heuyerjans, Frank Hol, Berry Sanders, Carlos Sour, Ger Stoffer

**Medewerker drukwerk en verzending:**

Jo Coort

© Copyright 1990, Limburgse Volkssterrewacht "Hercules".

Overname van artikelen, geheel of gedeeltelijk, uitsluitend met de bronvermelding.

**Mededelingen en nieuws van de volkssterrewacht**

Zonsverduistering in Mexico - Rondleiders gezocht - Nieuwe opzet jongeren - 7 augustus gesloten - Europlanetarium in opbouw - 14 oktober: Nationale Wetenschapsdag - Nieuw in Astroshop ..... 2

**Hubble Spacetelescope**

Een verslag van shuttlevlucht STS 31 ..... 4

**NOVA, Nieuws Over Vele Astronomigheden**

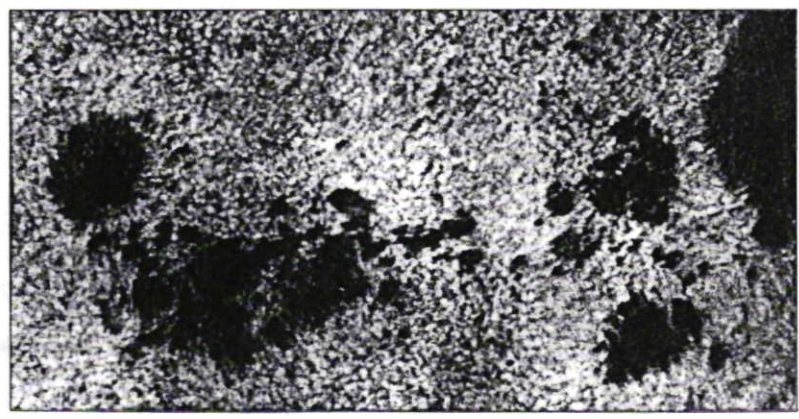
NASA werkt aan Extended Duration Orbiter - Pulsar hapert - Oorzaak ariane-ontploffing gevonden - Columbia terug naar VAB - MIR in de problemen - Nieuwe gezamenlijke vlucht tussen de Russen en de Amerikanen - Seeing de baas - Laatste nieuws: Problemen met Hubble ..... 11

**De zomerdriehoek**

De sterrenhemel in de zomer ..... 14

**Strip**

De redactievergadering ..... 17



*Deze grote zonnevlekgroep van het type F, was op 25 februari 1990 op het zonnepoppervlak te zien. De opname is gemaakt met een 18 cm refractor, d.m.v. oculairprojectie en werd 1/500 seconde belicht. De effectieve brandpuntsafstand bedroeg 21 meter.*

**Een veer op de Maan**

Is de Maan bewoond geweest? ..... 18

**De KECK-telescoop**

Een nieuw oog voor de astronomen ..... 20

**Vraag en antwoord**

Wat is een geostationaire baan? ..... 26

**Waarnemingskalender juli/augustus/september 1990**

Algemene kalender - Planetenkalender ..... 29

**Abonnement:**

Het maandblad 'Hercules' verschijnt 12 maal per jaar. Het abonnement kan op elk gewenst moment ingaan. **Abonnementsprijs f 54,50 per jaar.** Bel voor een abonnement 045-225543 of stuur een kaartje naar de volkssterrewacht, Schaapskooiweg 95 te Heerlen. Betaling abonnement via giro 37.40.797 of bank 44.81.06.930, onder vermelding van 'abonnement'.

## NIEUWS EN AKTIVITEITEN

## MEDEDELINGEN / NIEUWS

**Zonsverduistering in Mexico**

Zin in een reisje naar Mexico? Boek nu voor een 'zonsverduistering-trip' van 7 tot 21 (of 27) juli 1991 bij onze collega's van de Limburgse Volkssterrewacht te Genk (B). Op 11 juli 1991 vindt namelijk in Mexico een totale zonsverduistering plaats en u zou deze gelegenheid kunnen aangrijpen om uw vakantie nou eens daar te boeken. Meer informatie kunt u krijgen op de extra bijeenkomsten in Genk op 20 oktober en 22 december 1990. Op de sterrewacht hebben we een folder liggen voor geïnteresseerden.

**Europlanetarium in opbouw**

In Genk wordt een nieuw planetarium gebouwd. Een deel van onze jongerengroep heeft recent op een vrijdagavond een bezoek gebracht aan de volkssterrewacht te Genk en het planetarium bekeken. Momenteel ligt de bouw stil wegens de vakanties, maar binnenkort start men met de bouw van de binnenkoepel, waar zeven mensen zo'n twee maanden aan zullen werken! Het Europlanetarium wordt in een prachtig gebouw ge-

*De bouw van het planetarium bij onze collegasterrewacht in Genk vordert gestaag. De jongerengroep heeft het bouwwerk tijdens een bezoek aan de sterrewacht kunnen bewonderen.*

**Rondleiders gezocht**

In de komende weken van zomervakantie wordt de sterrewacht druk bezocht door toeristen en dagrecreanten. Als u zin hebt om een of meer middagen/avonden in de week ons rondleidersteam te komen versterken, dan nodigen wij u bij deze uit. We zijn open op dinsdag-, woensdag-, donderdag-, vrijdag- en zondagmiddag en op dinsdag- en vrijdagavond (behalve op 17 augustus). U kunt terecht achter de balie (kaartverkoop), in de koepel (zon projecteren en wat uitleg geven), in het planetarium of in de zonnestelselgang. Interesse om een of enkele malen mee te werken? Bel dan tussen 8.30 en 17.00 uur met Ger Stoffer (045-225543) of kom langs en maak met hem een afspraak.

**14 oktober: Nationale Wetenschapsdag**

De jaarlijkse Wetenschapsdag wordt gehouden op zondag 14 oktober. In de Limburgse Volkssterrewacht zullen twee thema's aan de orde zijn: Telematica en Mars. Overdag, tussen 12 en 18 uur komt mevrouw Drs. Vesseur naar de sterrewacht om drie maal

een inleiding te houden over 'Telematica en lange afstandscommunicatie'. 's Avonds zal J.W. Souren vanaf 19.30 uur dialezingen verzorgen over Mars. In het volgende nummer van 'Hercules' kunt u meer informatie verwachten over de wetenschapsdag.

**Nieuwe opzet jongerengroep**

Op de recent gehouden activiteitenvergadering werd het al aangekondigd: de opzet van de jongerengroep gaat veranderen. U kon al herhaaldelijk lezen dat deze groep nu zo groot is dat de bibliotheek te klein is geworden. Een goede zaak, waar echter wel iets aan gedaan moet worden, omdat anders toch achteruitgang te verwachten is.

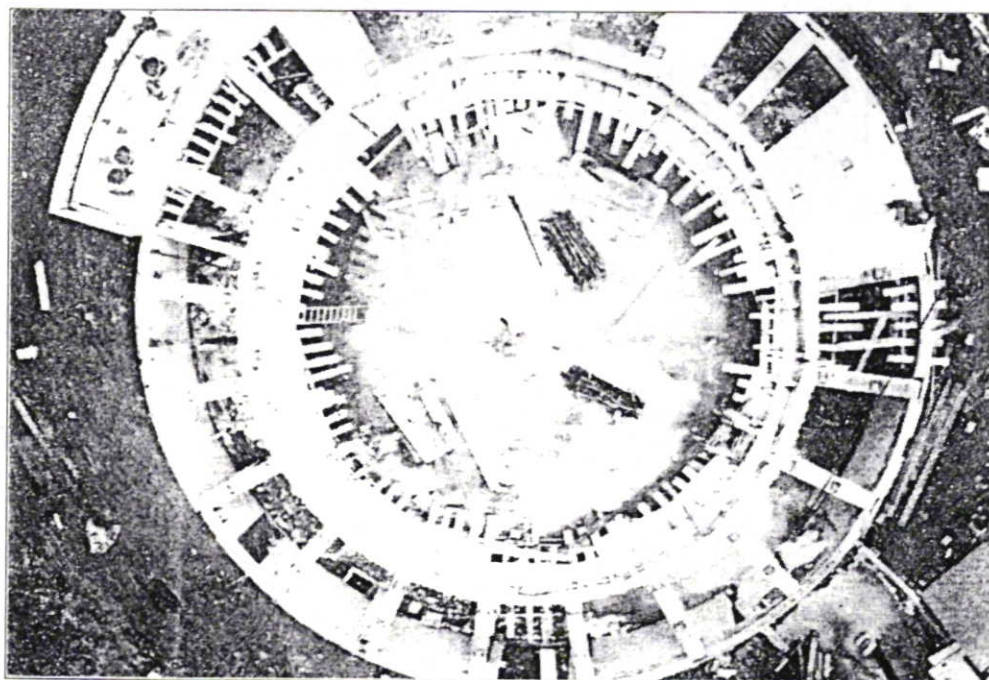
**17 augustus gesloten**

Op vrijdag 17 augustus is de sterrewacht 's avonds voor **IEDEREEN** gesloten (dus ook voor contribuanten).

Vanaf september 1990 wordt de jongerengroep gesplitst in de 'Grote Beer'-groep en de 'Kleine Beer'-groep. Elke groep krijgt om de week een programma aangeboden op het gebied van astronomie, ruimtevaart, weerkunde of techniek. Voor 1991 wordt dit programma opgezet in vier blokken per groep; voor de rest van 1990 wordt per groep één blok-programma aangeboden.

**Gezocht**

De sterrewacht is op zoek naar enkele hulpmiddelen voor activiteiten. Graag vragen wij uw aandacht voor het volgende lijstje. Kunt u ons helpen, bel dan even. Heeft u iets, maar is het kapot neem dan toch contact op, wellicht kunnen we er toch iets mee doen.



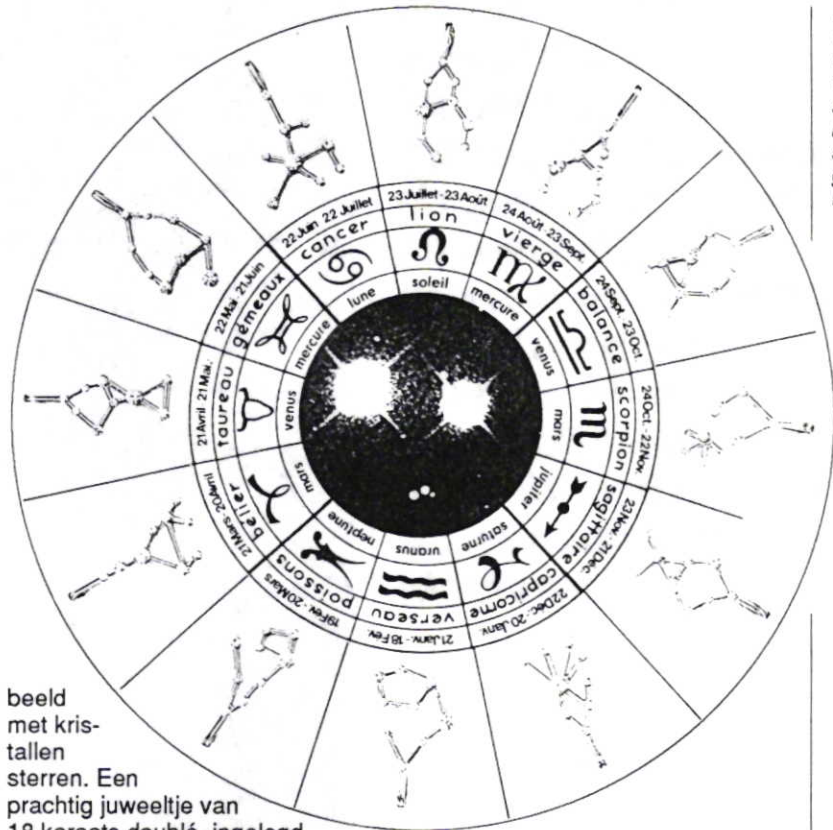
# van de volkssterrewacht

Om alles ook praktisch soepel te laten verlopen zal het volgende op vrijdagavond gebeuren. Eén van beide groepen heeft een programma van 20 tot 21.30 uur in de diazaal. De overige jongeren kunnen werken in het observatorium, lezen in de bibliotheek, of gezellig praten of een spelletje doen in de daartoe speciaal ingerichte ruimte onder het grote observatorium. Hiermee komt de bibliotheek dus weer geheel vrij voor alle contribuanten op vrijdagavond.

Als alles volgens de planning verloopt, dan kunnen we op vrijdag 31 augustus feestelijk een begin maken met de nieuwe opzet en we wijden dan ook de nieuwe ruimte in. We zullen dan natuurlijk ook aandacht besteden aan wijlen Luc Vincken, die de grondlegger van de huidige jongerengroep genoemd mag worden. Luc heeft de sterrewacht ook ruim 850 gulden nagelaten, en dat geld zal worden besteed aan voorzieningen voor 'zijn' jongerengroep. U krijgt allen nog een extra uitnodiging voor deze dag.

## Nieuw in de astroshop

In de astroshop vindt u nu een nieuw artikel: uw vergulde sterren-



Sinds kort is de Astroshop uitgebreid met 18 karaats sterrenbeeld-hangertjes met sterretjes, geslepen uit Frans kristal

beeld met kristallen sterren. Een prachtig juweeltje van 18 karaats doublé, ingelegd met geslepen Frans kristal is verkrijgbaar in de twaalf beelden van de dierenriem. De prijs is maar f 39.95 en contribuanten krijgen nog eens 10% korting ook. Een bijpassend Venetiaans model

collier (40 cm) kost f 17,50. Kom eens kijken.

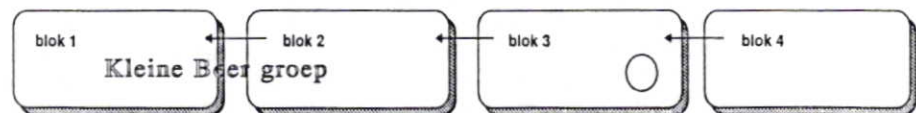
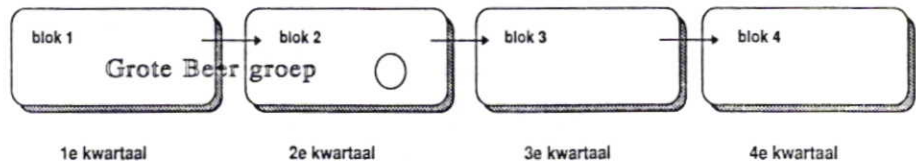
J.W. Souren

Om de week wordt een groep een programma aangeboden. Het programma wordt samengesteld voor 12 weken: één blok. In zo'n blok krijgt men zes avonden les over uiteenlopende thema's. De andere weken worden gevuld met praktijk. Deze lessen zullen worden gehouden in de diazaal en niet meer in de bibliotheek.

## Gezocht

- een eenvoudig dia-apparaat voor de jongerengroep
- een radio met SSB (single side band) t.b.v. fax-conversie
- computers (C64, Acorn, e.d.)
- overheadprojector
- zachte vloerbedekking

- |  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <p>astronomie:<br/>sterrenbeelden - astrofotografie - werken met atlasen - deep sky- objecten - meteoren - maan - kosmologie<br/>computers:<br/>planetariumprogramma - gravitatie - eigen werk</p> | <p>astronomie:<br/>telescopen - planeten - planetoiden -<br/>computers:<br/>opkomst- en ondergang - efermeriden<br/>weerkunde:<br/>wolken - eigen weerstation</p> | <p>astronomie:<br/>zon - sterren - observatoria<br/>ruimtevaart:<br/>raketten - planeetonderzoek - rakettechniek<br/>weerkunde:<br/>Meteosat, NOAA e.a. - uren zonneshijm</p> | <p>astronomie:<br/>melkwegstelsels - telescopen - planeten - catalogi en jaarboeken - spectroscopie<br/>ruimtevaart:<br/>satellieten - reis naar de sterren<br/>computers:<br/>baanberekeningen</p> |
|--|---|---|---|

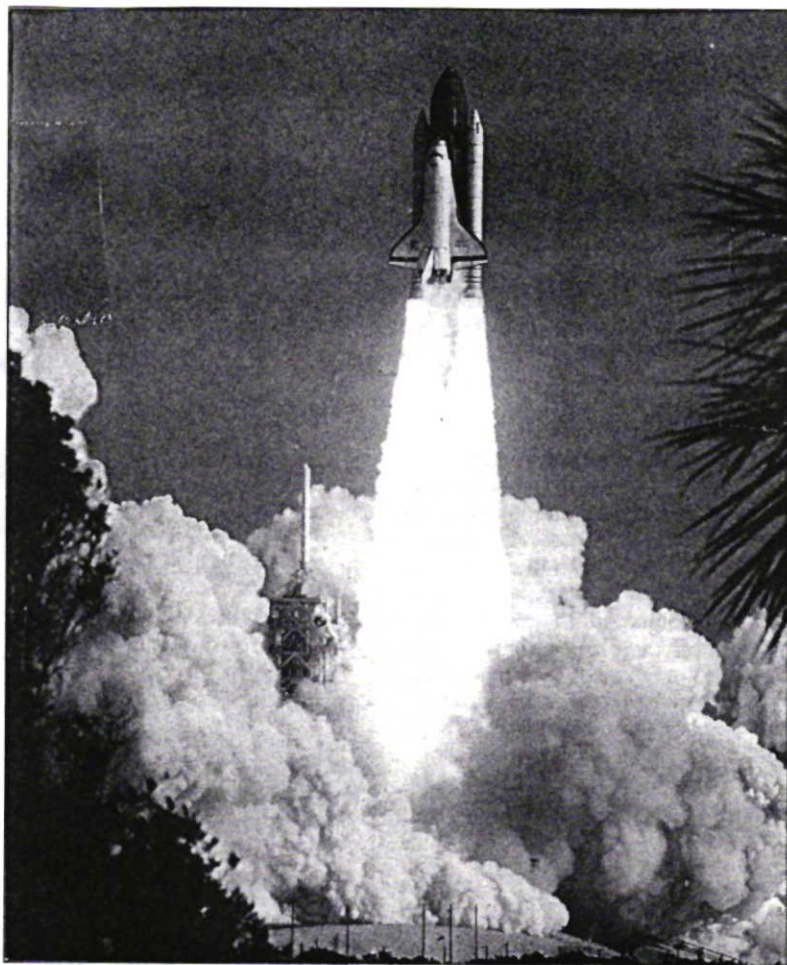


- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <p>astronomie:<br/>sterrenbeelden - fotografie - werken met een atlas - gaswolken en nevels - meteoren - maan<br/>computers:<br/>planetariumprogramma</p> | <p>astronomie:<br/>telescopen - planeten - planetoiden<br/>ruimtevaart:<br/>lanceer je eigen raket<br/>computers:<br/>opkomst- en ondergang<br/>weerkunde:<br/>wolken - eigen weerstation</p> | <p>astronomie:<br/>zon - sterren - observatoria<br/>ruimtevaart:<br/>raketten - planeetonderzoek<br/>weerkunde:<br/>Meteosat, NOAA e.a. - uren zonneshijm</p> | <p>astronomie:<br/>melkwegstelsels - telescopen - planeten - jaarboeken<br/>ruimtevaart:<br/>satellieten - reis naar de sterren</p> |
|---|---|---|---|

## EEN VERSLAG VAN SHUTTLEVLUCHT STS-31

**HUBBLE SPACE TELESCOPE**

*Op 24 april j.l. werd de Hubble Space Telescope met het ruimteveer Discovery gelanceerd. Tijdens de vlucht werd de telescoop, ondanks een aantal problemen uitgezet. Dit verslag geeft je veel informatie over de voorbereidingen, de problemen en de verdere vlucht*



*Op dinsdagmorgen, 10 april waren vele mensen getuige van de lancering van het ruimteveer Discovery met aan boord de Hubble Space Telescope, die na jaren van vertraging eindelijk in de ruimte werd gebracht.*

**Inleiding**

**D**e Hubble Space Telescope is een van de meest ambitieuze programma's die de NASA ooit heeft uitgevoerd. Oorspronkelijk was er een lancering voorzien in het midden van 1986, maar zoals iedereen weet gooide de ramp met de Challenger roet in het eten. De Hubble werd net als vele andere ruimtevaartuigen opgeslagen in afwachting van een nieuwe lanceerdatum. Overigens werd deze tijd goed gebruikt. Tijdens extra onderzoek bleek namelijk dat met name de zonnepanelen nooit de geplande tijd in de ruimte zouden kunnen uithouden. Ze werden dan ook vervangen door betere panelen, nu gefabriceerd door het Engelse British Aerospace. Ook werden enige instrumenten verfijnd zodat nog betere waarnemingen mogelijk waren. Na de hervatting van het Shuttle programma kreeg de Hubble een plaatsje voorin het lanceerschema. Maar door allerlei

problemen liep de lancering nog een jaar uit en werd verplaatst van het voorjaar 1989 naar het voorjaar 1990. De telescoop werd in oktober 1989 naar Cape Canaveral vervoerd in een container waarin ook de geheime Amerikaanse spionagesatellieten worden getransporteerd. Dit zorgde voor enige opwinding in de pers. Omdat een geheime container werd gebruikt was het transport ook geheim om zodoende niet de vorm en grootte van een geheime satellieten te onthullen. Maar, zo schreef de Amerikaanse pers, iedereen weet dat deze militaire satellieten heel veel op de Hubble moeten lijken als ze in dezelfde container worden vervoerd! Ondanks alle opschud-

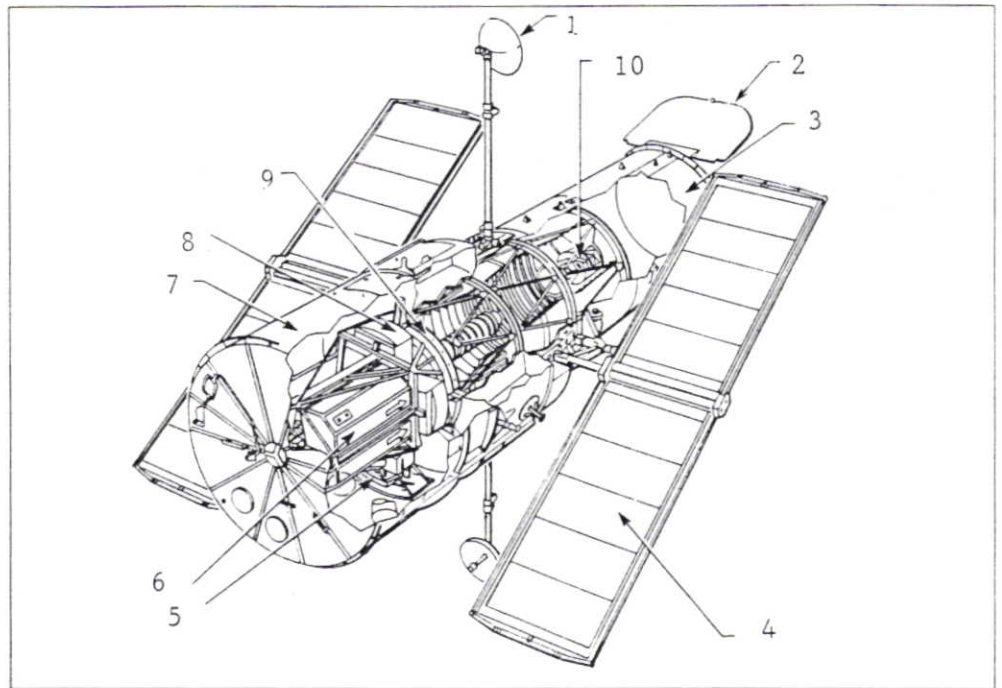
ding begon in maart de lancering toch echt te naderen. De Discovery werd in de vroege uren van 25 maart naar het lanceerplatform gereden.

**De voorbereidingen voor de lancering**

Een van de eerste problemen die men ontmoette op het lanceerplatform waren kleine insecten. Nadat de insecten door speciale insectenvallen waren verdreven kon men beginnen met de laatste voorbereidingen voor de lancering. Ondanks het insectenprobleem verliepen de voorbereidingen zo goed dat men de lanceerdatum twee dagen kon vervroegen. Een

Een schema van de Space Telescope

1. Antenne voor communicatie met de TDRS-satelliet
2. Afsluitklep voor de telescoop
3. Lichtschild
4. Zonnepanelen
5. Wetenschappelijke instrumenten voor radiale richting
6. Wetenschappelijke instrumenten voor axiale richting
7. Beschermkap voor achterste gedeelte van de telescoop
8. Sternsensoren voor fijne standregeling
9. Hoofdspiegel
10. Vangspiegel



unicum in de geschiedenis van NASA die normaal gevuld is met vertragingen. De lanceerdatum werd bepaald op 10 april. Op zondag 8 april werden de laaddeuren van de shuttle gesloten nadat de Hubble aan boord was gebracht. Vanaf die dag bracht de Amerikaanse televisie ook dagelijks nieuws over de lancering. De volgende dag bleef alles goed gaan. Een woordvoerder van NASA vertelde dat de Shuttle in goede conditie was en dat de lancering dichterbij was dan ooit tevoren. De lancering was op dat moment voorzien op dinsdag 10 maart om kwart voor drie Nederlandse tijd. 's Morgens (in Florida was het nog midden in de nacht, want tussen Florida en Nederland zit een tijdsverschil van zes uur) ging de bemanning aan boord van de Discovery. De bemanning bestond uit commandant Loren Shriver, piloot Charles Bolden en missiespecialisten Bruce McCandless, Steven Hawley en Kathryn Sullivan. McCandless en Sullivan waren de mensen die als het erop aankwam een ruimtewandeling zouden maken. Dit zou alleen gebeuren als de Hubble telescoop in grote problemen zou komen. Op de lanceerdag verliep alles perfect, tot vier minuten voor de start. Toen moest Pilot Charlie Bolden de APU's opstarten. Dit zijn krachtbronnen die de verschillende hydraulische systemen onder druk brengen en aandrijven.

Een van de drie APU's (Auxillary Power Units) werkte alleen op zijn hoge snelheid en niet op de lage. De vluchtleiding besloot daarop de lancering te schrappen en het probleem te onderzoeken. "Call it a day" vertelden de vluchtleiders de bemanning. Dit is de NASA term voor het afblazen van de lancering. Later vertelde men dat het aftellen eigenlijk te goed was gegaan; er moest gewoon iets misgaan. Bij onderzoek in de navolgende dagen bleek dat de controler unit, dus de apparatuur die de werking van de APU in de gaten moet houden, gefaald had doordat er via een lek hydrazine in terecht was gekomen. Dit lek werd weer veroorzaakt door een falende klep ergens binnenin de APU. Men moest dus de gehele APU vervangen voordat men weer

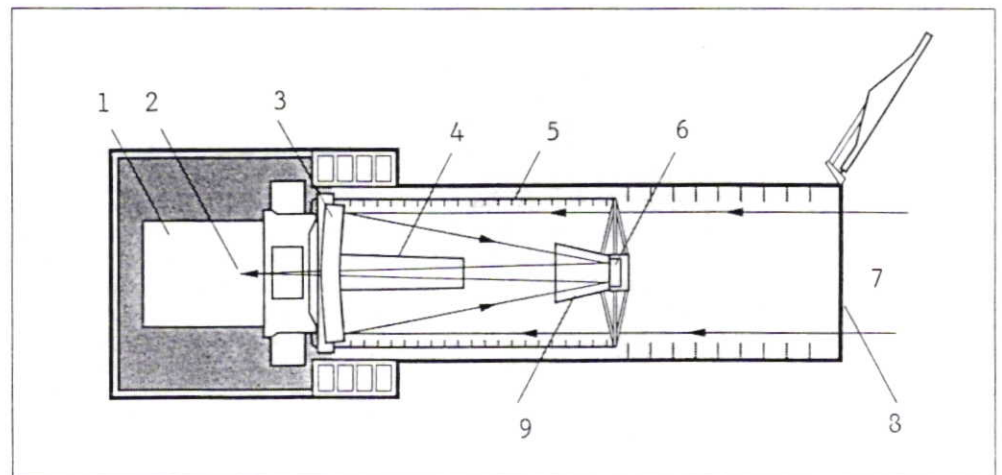
verder kon gaan met het aftellen. De lancering werd met twee weken vertraagd en dit bracht de Hubble weer in de problemen. De telescoop heeft namelijk als hij in het vrachtruim zit continu stroom nodig. Daarom werd de Hubble weer op de grondvoeding aangesloten en werden naast de controler unit ook de klep en de batterijen van de Hubble vervangen. Op 18 april werd de nieuwe APU ingebouwd en getest. De werkzaamheden gingen echter zo goed dat men de lancering alweer kon vervroegen. In plaats van 25 april werd de lancering gepland op 24 april.

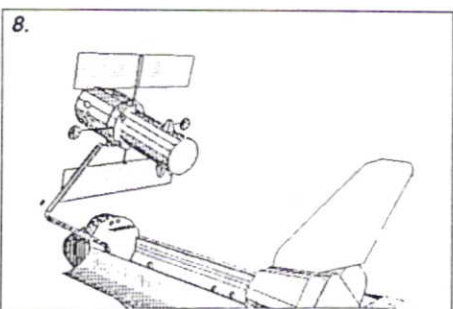
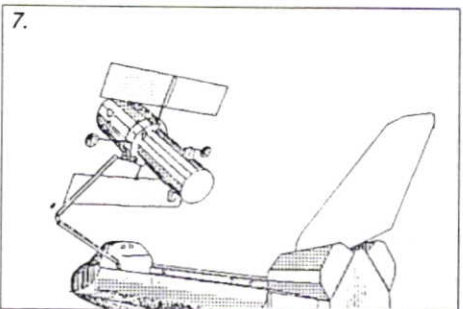
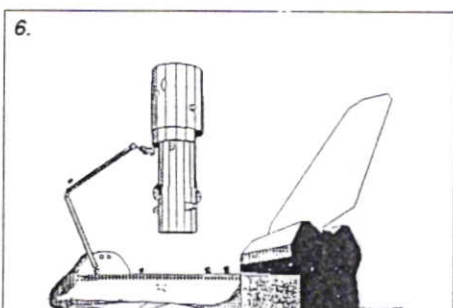
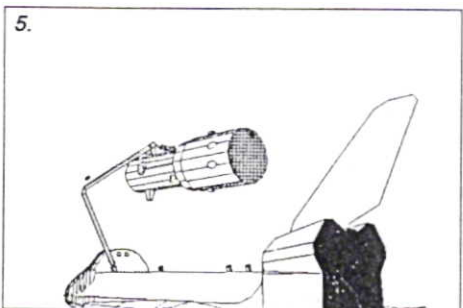
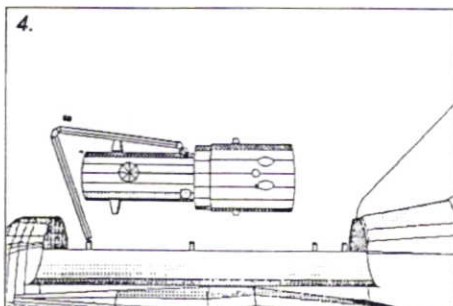
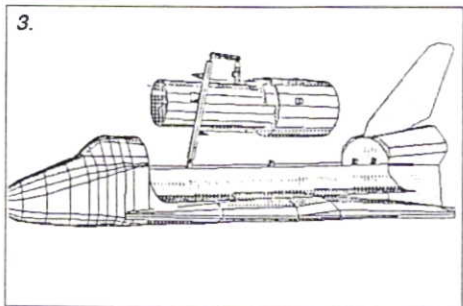
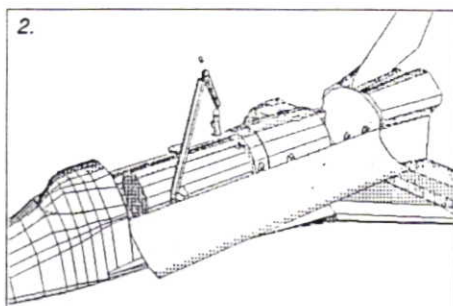
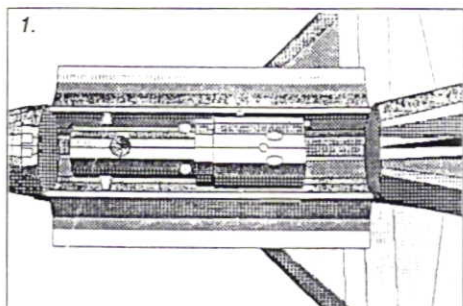
### De lancering

Op die dag om een uur of twaalf Nederlandse tijd gingen de

De Space Telescope van opzij gezien.

1. Wetenschappelijke instrumenten
2. Brandvlak
3. Hoofdspiegel
4. Centrale afschermbuis
5. Telescoopbuis
6. Vangspiegel
7. Invallend licht
8. Vrije opening telescoopbuis
9. Afschermkap van vangspiegel





*Nevanstaand schema toont de wijze, waarop de Hubble Space Telescope in de ruimte werd geplaatst.*

1. De telescoop tijdens de lancering in het vrachtruim.
2. De mechanische arm koppelt vast aan het rechter koppelpunt
3. Nadat de telescoop is losgemaakt van de verbindingen met de shuttle, wordt hij voorzichtig omhoog getild.
4. De telescoop wordt daarna 90° rond de lengte-as gedraaid.
5. Vervolgens wordt hij in positie gebracht voor het uitklappen van de zonnepanelen en de antennes
6. De telescoop wordt in verticale richting 90° gedraaid.
7. De uitklappositie van de zonnepanelen
8. De loslaatpositie.

op volle kracht. Als U zelf een keer een Shuttlelancering op de televisie ziet, moet U eens opletten hoeveel de Shuttle verbuigt. Dit komt door de gigantische stuwkrachten die de hoofdmotoren op de Shuttle loslaten. Op T-0 worden de boosters ontstoken en was er geen houden meer aan. De Shuttle sprong van zijn lanceerplatform omhoog en begon aan zijn ruimtereis. Nadat het ruimteschip boven het lanceerplatform uit was draaide de Shuttle in de goede richting. Alle systemen werkten perfect. De boosters werden 2 minuten en 6 seconden na de lancering afgeworpen en zes minuten later doofden de hoofdmotoren. De Discovery was nu in zijn overgangsbana van 50 bij 601 kilometer hoogte. De grote tank bleef in deze baan achter. De Discovery zelf liet op het hoogste punt van de baan zijn OMS motoren voor viereneuhalf minuut ontbranden, om zo in een baan met als laagste punt 576 km en als hoogste punt 613 km te komen. Nadat de Shuttle in zijn definitieve baan was gekomen (de hoogste baan die een Shuttle ooit heeft gehaald) werden de vrachtdouren geopend en werden alle systemen in de vluchtconfiguratie gebracht. Toen dat was gebeurd, kreeg de bemanning een 'go' voor het starten van de belangrijkste taak van deze vlucht: het uitzetten van de Hubble.

## Het uitzetten van de Hubble Space Telescope

Allereerst werd de mechanische arm, waarmee de Hubble uit het laadruim zou worden gehaald,

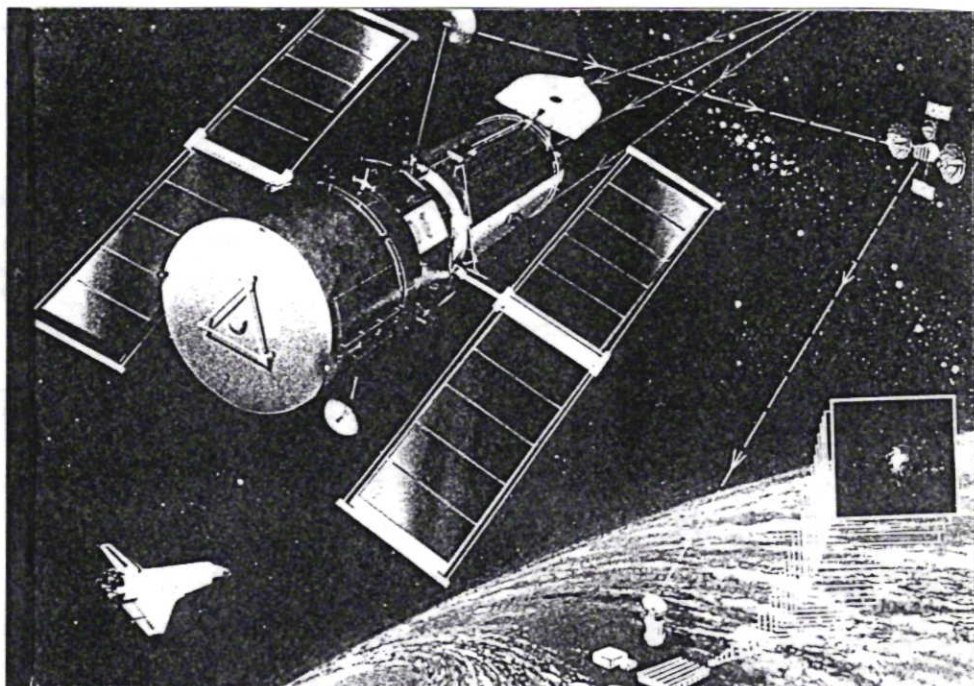
astronauten weer aan boord. Het aftellen verliep zonder grote problemen en in tegenstelling tot andere Shuttlemissies werkte het weer ook mee. Overigens stond de tweede Shuttle, de Columbia al klaar voor de lancering op het tweede platform in Florida. Het was voor het eerst in zeer lange tijd dat er weer eens twee Stuttles tegelijk klaar werden gemaakt voor een lancering. Maar het venijn zat 'm ook deze keer weer in de staart. Op 31 seconden voor de lancering stopte de computer het aftellen. Een klep in het vloeibare zuurstofsysteem sloot niet. Dit systeem zorgt ervoor dat

het vullen van de grote tank tot het laatste moment doorgaat om zo het verdampen van de zuurstof zoveel mogelijk tegen te gaan. Een snel onderzoek wees uit dat er niets mis was met de klep zelf maar wel met de besturingssoftware. Men gaf daarna met de hand het commando om de klep te sluiten, waarna het aftellen verder ging. Iedereen slaakte een zucht van verlichting toen de klok op Cape Canaveral weer begon te lopen. Op 6,6 seconden voor lift-off werden de hoofdmotoren van de Shuttle met tussenpozen van 0,12 seconden ontstoken en een paar seconden later werkten ze al



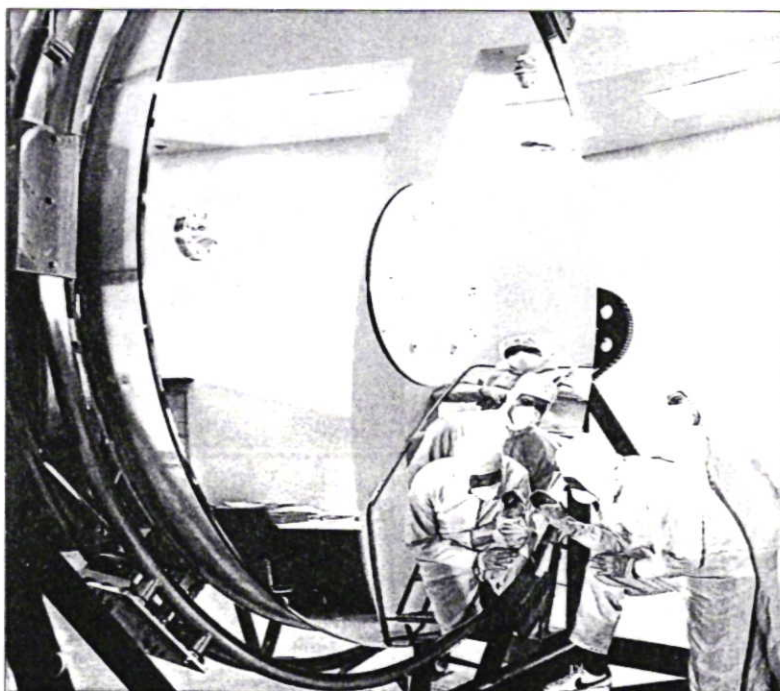
De data-overdracht vindt plaats met behulp van een TDR-satelliet (Tracking and Data Relay-satellite), die zich in een geostationaire baan bevindt. Deze satelliet stuurt de data naar het bodemstation van de NASA in White Sands, New Mexico. Van daaruit worden de data met een commerciële satelliet naar het Goddard Space Flight Center in Greenbelt, Maryland verzonden. Over land gaat het dan verder naar het Space Telescope Science Institute in Baltimore.

getest. Daarna begonnen Mc Candless and Sullivan met de voorbereidingen voor een eventuele ruimtewandeling. De Hubble werd ingeschakeld en de eerste signalen van de telescoop werden op de grond met gejuich begroet. Daarna begon men met het testen van de verschillende systemen van de telescoop en men kwam tot de conclusie dat de Hubble de lancering goed had doorstaan en in een uitstekende conditie verkeerde. Dit testen duurde de gehele dag en pas elf uur na de lancering kreeg de bemanning toestemming om naar bed te gaan. Op donderdag 26 April was dan de dag waarop iedereen had gewacht, de dag dat de Hubble zou worden uitgezet. Sullivan en McCandless begonnen zich klaar te maken voor een ruimtewandeling voor als er iets mis zou gaan. Steve Hawley startte de robotarm weer op. Hij maakte deze vast aan de telescoop en daarna werden de klampen waarmee de Hubble in het laadruim lag verankerd losgelaten. Nadat de telescoop uit het laadruim was getild begon de inspectie vanuit de Shuttle. De Hubble werd in alle standen gedraaid om te kijken of er misschien nog iets mis was. Toen dit niet zo bleek te zijn, kon het ontplooiën van de zonnepanelen beginnen. Deze panelen bestaan uit oprolbare dekens waarop de zonnecellen zijn gelijmd. Deze dekens zitten tijdens de lancering opgerold in een container. Na de lancering moet eerst een mast worden uitgestoken, waarna de dekens langs deze mast worden uitgerold. De zonnepanelen van de Hubble zijn dus van een nieuw soort, want ze zijn slap en kunnen verkreukelen en oprollen. Dit in tegenstelling tot de oudere types die allemaal stijf zijn en als scharnierende vlakken worden uitgeklaapt. Om te beginnen moesten dus de containers waarin de zonnepanelen waren opgeslagen naar buiten worden geklaapt.



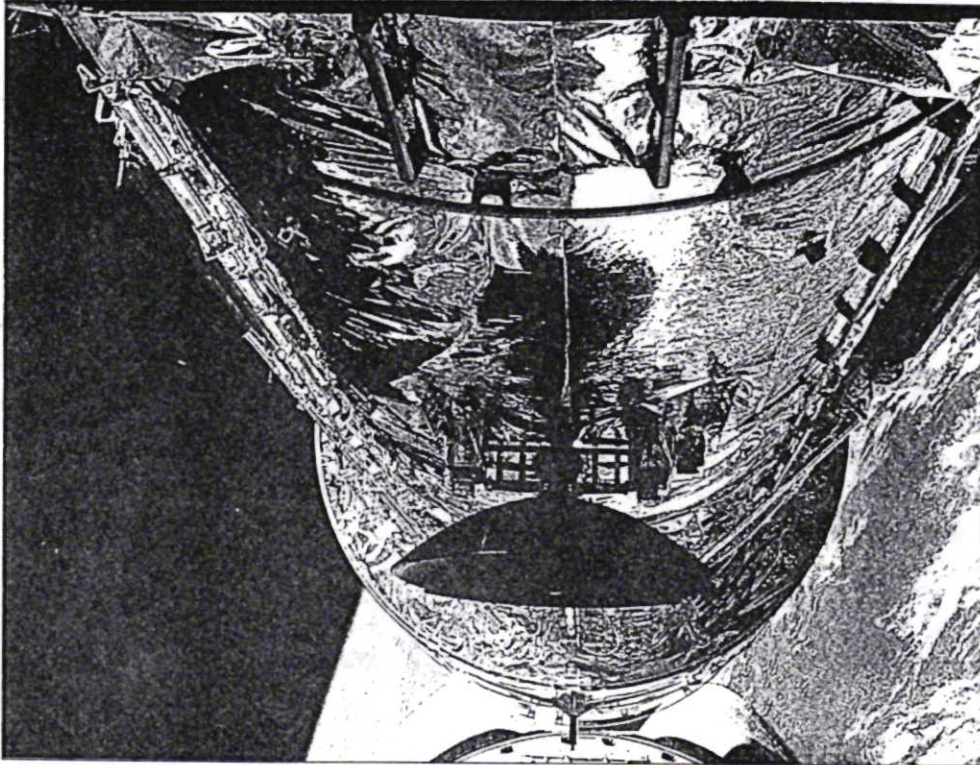
Hierbij begonnen de eerste problemen, problemen die het verdere uitklappen zouden blijven plagen. Vanuit de Shuttle leek het alsof de containers in de goede positie stonden maar de boordcomputer van de Hubble berichtte dat de containers niet vergrendeld waren. Toen de ingenieurs op de grond dit probleem hadden opgelost was men al twee uur achter op het schema. Om verdere problemen voor te zijn, gaf de vluchtleiding McCandless en Sullivan opdracht hun pakken

aan te trekken en de druk uit de luchtsluis te laten wegvloeien. De twee astronauten waren al sinds het begin van de operaties in de luchtsluis aanwezig om voorbereidingen te treffen, maar nu werd het echt serieus. Op de grond gaf men het eerste zonnepaneel het bevel uit te klappen. Het paneel deed wat er van hem gevraagd werd en de bemanning van de Shuttle was getuige van het uitrollen van het Britse paneel. Helaas kreeg men weer van de computer geen bevestiging dat het



Technici testen de hoofdspiegel van de Hubble Space Telescope. De spiegel is volgens het honingraatprincipe opgebouwd en met een hoog reflecterende laag van aluminiummagnesiumfluoride voorzien. De spiegel heeft een diameter van 2,4 meter en weegt 829 kg.

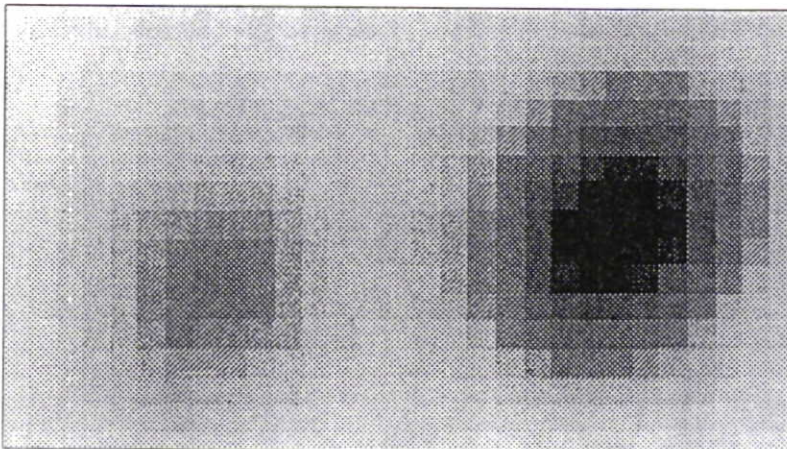
JUL/AUG. 1990



**Boven:** Vierentwintig uur na de lancering begon men met het hijsen van de 11.600 kg zware telescoop uit het laadruim van de shuttle. Aan de onderkant van de telescoop is een van de communicatieschotels zichtbaar. Beneden aan de foto is het achtereind van de shuttle nog net zichtbaar.

paneel vergrendeld was, maar onderzoek vanuit de Shuttle wees uit dat dit wel het geval was. Toen werd hetzelfde commando gegeven aan het tweede paneel. Deze begon inderdaad met uitrollen maar stopte daarna vrijwel onmiddellijk. Een sensor gaf aan dat de krachten in het

paneel te groot werden en dat de dekens konden scheuren. Hierop stopte de computer het uitrollen. Men probeerde uit te vinden wat er aan de hand was maar men kon niets vinden en in de luchtsluis namen de twee astronauten de procedures door voor het met de hand uitrollen van de dekens.



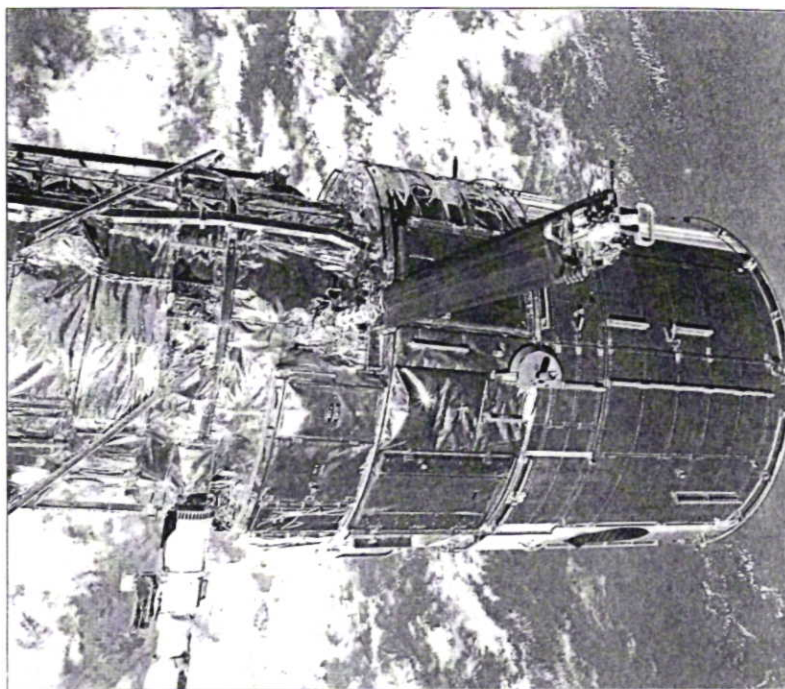
Aan de hand van deze testopname kan getoond worden, waartoe de Hubble Space Telescope in staat is. De bovenste opname is gemaakt met een telescoop op Aarde: de Nordic Optical Telescope. De opname links is dezelfde opname, maar dan genomen met de Hubble Space Telescope.

Toen men niets kon vinden probeerde men het gewoon weer opnieuw. De dekens ontrollen weer iets verder maar weer gaf de sensor een te grote kracht aan en weer stopte het ontrollen. De vluchtvaarders besloten daarna het waarschuwingssysteem uit te schakelen en voor de derde keer werd het commando "ontrollen" gegeven. Dit keer ging het goed en het paneel ontplooidde zich tot zijn volle lengte. Hiermee was de ruimtewandeling van de baan en kon de luchtsluis weer onder druk worden gebracht. Even later werd de Hubble door de manipulatorarm losgelaten en begon hij aan zijn eigen ruimtereis.

### De verdere vlucht

De rest van de tweede dag in de ruimte werd besteed aan andere experimenten die de Discovery aan boord had. Onder andere werd een experiment dat de groei van eiwitkristallen bestudeert, opgestart. Een ander experiment dat werd aangezet was het "Investigations into Polymer Membrane Processing" (IPMP); een experiment dat de productie van organische membranen onderzoekt. Door de motoren van de Shuttle een paar keer te ontsteken kwam de Discovery ongeveer 70 km achter de telescoop terecht. Op de grond ging men door met het testen van de telescoop en in deze baan kon de Discovery in noodgevallen nog altijd snel de telescoop bereiken. Daarna ging de bemanning naar bed. De derde dag in de ruimte werd weer gevuld met een aantal experimenten. Onder andere werden er opnamen gemaakt met de IMAX camera die aan boord was. Door de recordhoogte was het uitzicht op de Aarde fantas-

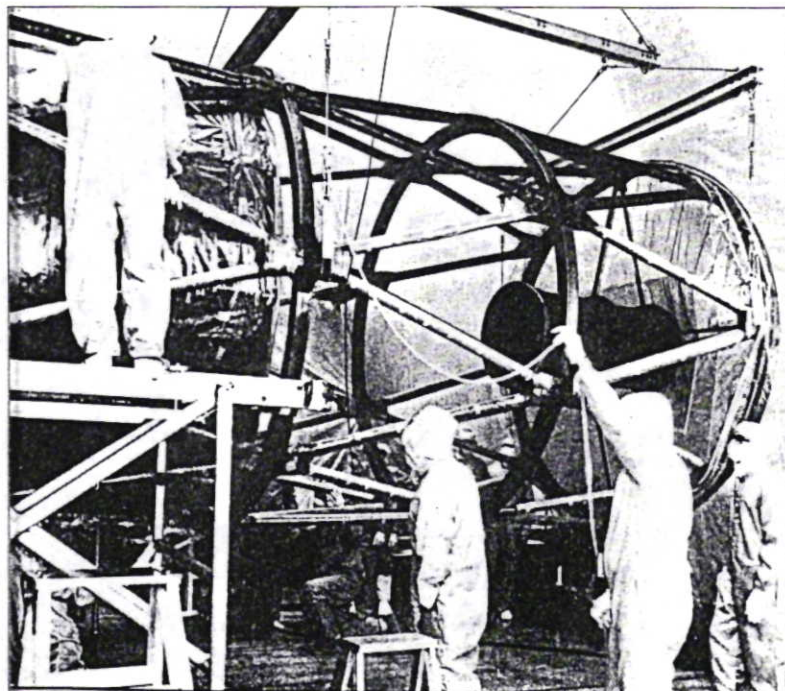
tisch en konden er vele fraaie opnamen worden gemaakt. Ook werd de standregeling van de Shuttle getest. Normaal wordt de Shuttle in een stand gehouden door de stuurraketten te ontsteken als de stand teveel afwijkt. Dit kost natuurlijk brandstof. Een andere manier van stabilisatie is gravitatiegradient standregeling. Zoals U weet neemt de zwaartekracht af als we verder van de Aarde af komen. Dus wordt het uiteinde van het ruimteschip dat het verst van de Aarde af is iets minder aangetrokken dan het uiteinde dat het dichtst bij de Aarde is. Het gevolg is dat langere ruimtevoertuigen de neiging hebben loodrecht op hun vliegrichting te gaan staan. Zelfs bij een Shuttle van 41 meter lengte geeft deze gravitatie gradient in de gewichtsloze omstandigheden van de ruimte een merkbaar effect. Normaal is dit effect storend omdat men de stuurraketten moet laten ontbranden om de goede stand aan te houden. Nu zette men de Discovery in een dergelijke stand dat dezelfde gravitatiekrachten ervoor zorgen dat de Shuttle in deze stand blijft. De neus wees nu naar de aarde en de staart naar de ruimte, terwijl de geopende laaddeuren naar het noorden wezen. Het bleek dat deze methode inderdaad een brandstofbesparing oplevert. Aan het einde van de derde dag werden de motoren nog een keer ontstoken om ervoor te zorgen dat de Discovery de volgende morgen in de buurt van de Hubble zou zijn. Dan zou men namelijk de afsluitklep van de telescoop openen en in geval van problemen zou men weer een ruimtewandeling zou gaan maken. Terwijl Sullivan en McCandles weer de ruimtepakken aantrokken, keken de andere astronauten vanuit de cockpit naar de ruimtetelescoop. De eerste poging om de deur te openen mislukte. Door problemen met de antenne die contact met de Aarde houdt ging de computer aan boord van de Hubble over op een veiligheidsstand die alle systemen van de telescoop op een laag pitje zet. Contact was nog wel mogelijk maar alleen via een tweede antenne die slechts een veel beperktere gegevensstroom aankon. Nadat de veiligheidsstand was opgeheven en de antenne weer goed was gericht, kon men het nog eens proberen en dit keer opende de deur zoals verwacht.



*De Hubble Space Telescope is net uitgezet. Op de voorgrond is een van de opgerolde zonnepanelen te zien, die voor de energievoorziening moeten zorgen.*

"Hubble is open for bussiness" riep men in het vluchtleidingscentrum uit en er werden heel wat felicitaties uitgewisseld. De bemanning van de Discovery werd nu ontheven van hun Hubble-ondersteuningstaak en kon zich nu geheel aan de andere experimenten gaan wijden. De ruimtepakken werden opgeborgen en door het ontsteken van de motoren werd de Discovery in een nieuwe baan van 615 bij 607 km geplaatst. De rest van de dag werden er weer kleine experimen-

ten uitgevoerd en werden er nog opnamen gemaakt met de IMAX camera. Eén van de opmerkelijkste ontdekkingen van die dag werd niet gedaan tijdens het uitvoeren van experimenten of door waarnemen met de Hubble Space Telescope maar door de astronaut Steve Hawley. Het was namelijk de horloge van Sonny Carter die hij tijdens de vorige vlucht van de Discovery was verloren. Toen de bemanning sliep passeerde de Hubble ongeveer 3,5 km van hen vandaan. De



*Technici bezig met het aanbrengen van de grote vangspiegel aan de Hubble Space Telescope.*

telescoop was weer eens in de problemen omdat de computer hem weer in een veiligheidsstand had gebracht. Het kostte de vluchtleiders veertien uur om de telescoop weer normaal te krijgen. Inmiddels was de vijfde vluchtdag aangebroken. Het grootste deel van de dag werd gevuld met het voorbereiden van de Discovery voor de landing. Verschillende systemen werden getest en gecontroleerd. Later op de dag gaf de bemanning nog een persconferentie. Daarna werden alle experimenten afgezet en opgeslagen en begon de bemanning aan hun laatste nacht in de ruimte.

### De landing

De landing begon op de zesde vluchtdag, 29 april om 14.40 uur nederlandsche tijd toen de OMS motoren werden ontstoken om de Shuttle in de aardatmosfeer te laten terugkeren. Alles ging goed en een uur later kwam de Shuttle in aanraking met de bovenste lagen van de atmosfeer. Tijdens deze vlucht zouden nieuwe remmen worden getest. De oude remmen waren opgebouwd uit beryllium en koolstof. De nieuwe remmen zijn opgebouwd uit versterkte koolstof en zijn daarom veel meer hittebestendig. Ook gaan ze veel langer mee. De oude remmen waren na zes vluchten versleten terwijl men denkt dat de nieuwe het minstens 50 vluchten zullen uithouden. Door gebruik van de nieuwe remmen zal het in de toekomst weer mogelijk worden

om op Cape Canaveral te landen, iets wat grote voordelen heeft omdat men dan de Shuttle niet meer vanuit Californië naar Florida hoeft te transporteren. Dit alleen al zou één miljoen dollar per vlucht kunnen besparen. De aanvlucht op baan 22 van Edwards verliep ook perfect en de wind die in de morgen nog tegen de veiligheidsliemieten aanlag ging vrijwel geheel liggen. Sierlijk zette commandant Shriver de Discovery aan de grond en STS-31 was een succes. In het eerste onderzoek na de landing bleek de Discovery in een uitstekende staat te verkeren en hij zal in Oktober opnieuw vliegen, dan om de Europese sonde Ulysses naar Jupiter te sturen.

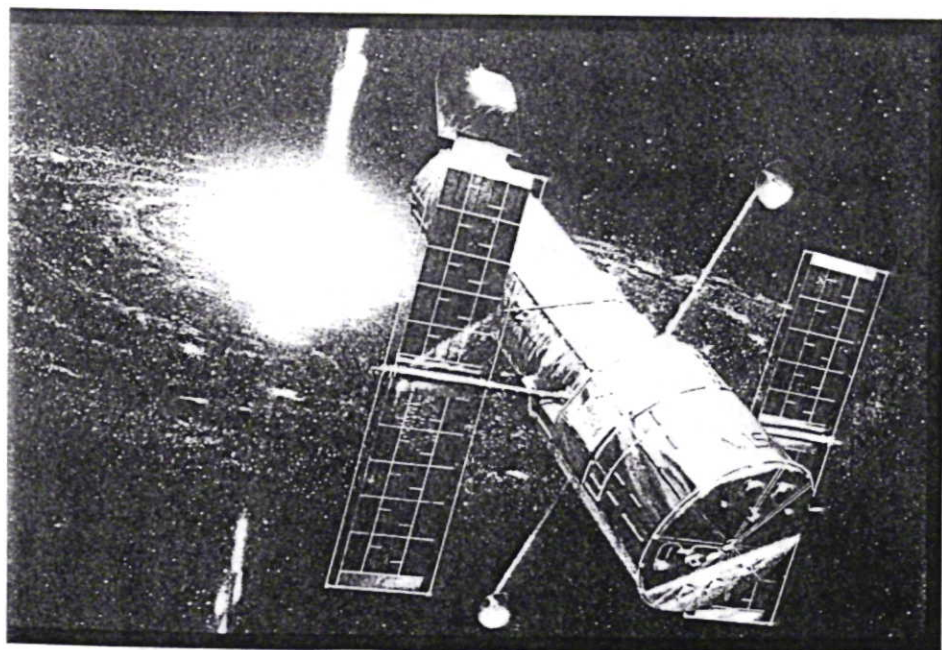
### Hoe staat het nu met de Hubble?

Nadat de Discovery was geland gebeurde er iets wat het schaamrood op de kaken van de vluchtleiders bracht. Door een fout commando werd de deur van de telescoop weer gesloten en nu was er geen Shuttle meer in de buurt om te helpen bij het openen van de telescoop. Gelukkig ging de deur op commando van de vluchtleiders weer open. Daarna bleek dat een van de antennes de TDRS satellieten niet meer kon volgen. Deze satellieten vliegen in de geostationaire baan en zorgen voor vrijwel continu contact tussen de Hubble, Shuttle en andere satellieten en hun grondstations zonder dat er over de gehele

aarde grondstations hoeven te worden gebouwd. Het bleek dat de antennebeweging werd geblokkeerd door een electriciteitsdraad. Men veranderde daarop het besturingsprogramma voor de antenne, zodat hij niet met de kabel in contact kwam. Toen men eindelijk klaar was voor het maken van de eerste opname bleek het standregelingsstelsel van de telescoop van slag. De sensors konden het sterrenpatroon rond de nevel NGC 3532 niet vinden omdat men de coördinaten van een sterrencatalogus uit 1950 had ingevoerd. Ook hiervoor werd een nieuw programma naar de telescoop gestuurd en inmiddels is de eerste foto al op de Aarde ontvangen. NASA geeft toe dat er meer problemen met de ruimtetelescoop zijn dan verwacht, maar benadrukt dat de Hubble verreweg het gecompliceerdste ruimtevaartuig is dat ooit is gebouwd. Problemen zijn dus te verwachten zijn, ondanks allerlei intensieve testen op de grond. Toch is men er zeker van dat de Hubble de grote ontdekkingen zal opleveren die men ervan verwacht. Om de paar jaar zal de Hubble bezocht worden door een shuttle om onderhouden te worden. Door de modulaire opbouw van de telescoop is het zelfs mogelijk om instrumenten en gehele systemen te vervangen of te vernieuwen. We zullen dus nog veel van de Hubble horen.

*Literatuur:*  
Spaceflight juni 1990  
Diverse nummers van SpaceNews

Berry Sanders



*Nu de Hubble Space Telescope in de ruimte is uitgezet, is hij met zijn diameter van 2,4 meter het grootste en meest complexe astronomisch observatorium, dat ooit in een baan rond de Aarde werd gebracht. Vijftien jaar lang zal deze telescoop een stroom van data naar de Aarde sturen.*

## NIEUWS OVER VELE ASTRONOMIGHEDEN

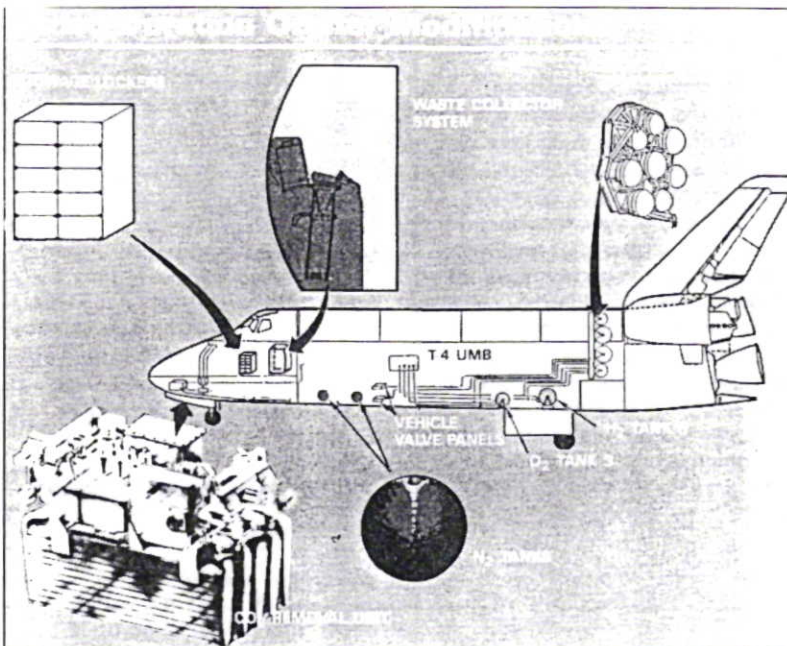
## NOVA

## NASA werkt aan Extended Duration Orbiter

Met het oog op de toekomst heeft Rockwell de opdracht gekregen om de in aanbouw zijnde shuttle 'Endeavour' te modificeren tot een EDO (Extended Duration Orbiter), een shuttle die langere tijd in de ruimte kan blijven. Met deze verbeteringen zou de shuttle minstens zestien dagen of langer in de ruimte kunnen blijven. De belangrijkste verbetering is de zogenaamde Cryo-kit. Dit is een verzameling vloeibare zuurstof- en waterstoftanks met bijbehorende elektronica die in een speciale structuur achterin het laadruim worden opgehangen. De waterstof en de zuurstof zijn voor de brandstofcellen van de orbiter, zodat deze ook voor langere tijd electriciteit kunnen leveren. Verdere veranderingen zijn extra kooldioxidefilters die de lucht adembaar moeten houden en extra voorraadkasten. Een laatste nieuwtje is het Waste Collector System, een soort pers waarin afval wordt verwerkt tot compacte in plastic verpakte eenheden die veel minder ruimte innemen dan de huidige verpakkingen.

## Pulsar hapert

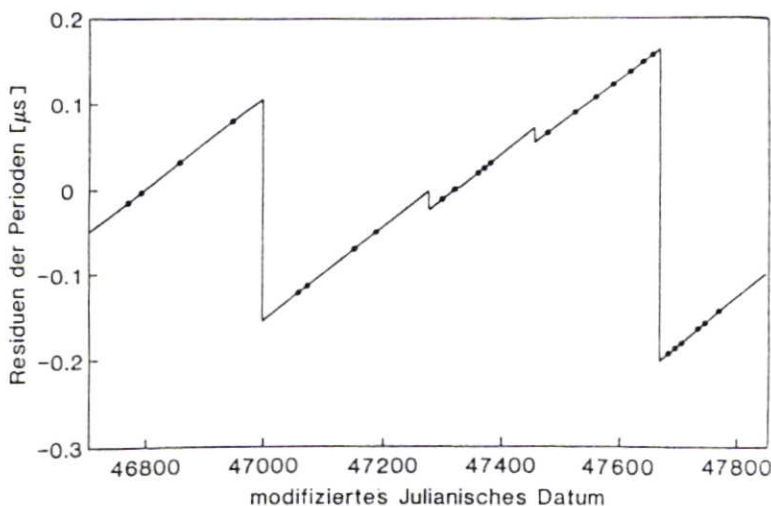
Een pulsar is een snel roterende neutronenster, die overbleef als restant van een supernova-uitbarsting. Normaal zal een pulsar in de loop van de tijd steeds sneller gaan afnemen. Bij sommige pulsars werden onregelmatigheden in de rotatie ontdekt. Deze gebeurtenissen kunnen voor de astronomen van grote waarde zijn, omdat zij een eenmalige gelegenheid bieden in het inwendige van de sterrenmaterie te onderzoeken. Helaas zijn deze onregelmatigheden zeer moeilijk te onderzoeken, omdat zij zeer zelden en onregelmatig optreden. Onderzoekingen tonen aan dat de onregelmatigheden vaker optreden bij jongere pulsars. J. McKenna en Andrew Lyna van het radio-observatorium Jodrell Bank bestuderen reeds meerdere jaren circa veertig overwegend jonge pulsars.



Voor een langer verblijf in de ruimte zullen aan de shuttle enkele verbeteringen aangebracht worden, zoals apparatuur voor het adembaar houden van de lucht en het opwekken van extra electriciteit.

Inderdaad werden bij enkele pulsars onregelmatigheden in de rotatieperiode ontdekt. Bij een enkele pulsar werden vijf storingen in een periode van drie jaar ontdekt. Interessant is op te merken dat de rotatieperiode binnen enkele minuten af kan nemen, wat dus inhoudt dat de pulsar sneller gaat roteren. De eerste 'sprong' in de rotatieperiode werd in 1969 reeds bij de Vela-pulsar ontdekt. Men dacht dat dit veroorzaakt werd door een breuk in de bovenste korst van de sterrenmaterie, een soort beving. Deze zou dan door de afnemende rotatiesnelheid veroorzaakt

worden, waarbij de middelpuntvliedende kracht aan de equator zou afnemen. Hierdoor zou de oorspronkelijk afgeplatte neutronenster steeds meer weer zijn ronde vorm willen aannemen. In de reeds vast geworden korst roept dit spanningen op die open scheuren, waarbij plotseling het traagheidsmoment afneemt en de rotatiesnelheid groter wordt. Volgens deze theorie zou de Vela-pulsar binnen honderd jaar zijn ronde vorm verkregen hebben. Omdat deze tijd een zeer kort moment is in verhouding tot de levensduur van een pulsar, kan deze theorie de vaak waargenomen plotselinge



Nevenstaand grafiekje laat duidelijk sprongen zien in de rotatieperiode van pulsar PSR 1737-30 (de Vela-pulsar). Een periode van 606,59181 ms, als ook een periodetoename van  $1,45 \times 10^{-5}$  seconde werden van elkaar afgetrokken. Op deze manier is het mogelijk duidelijk de veranderingen in de rotatieperiode zichtbaar te maken

JUL/AUG. 1990

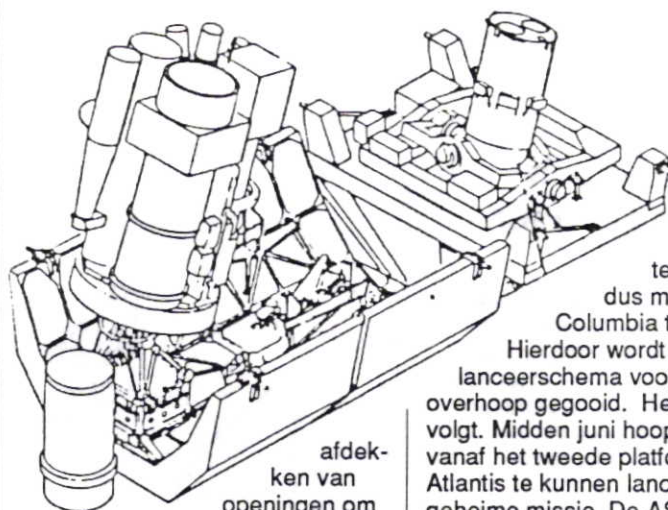
Omdat de shuttle is teruggereeden naar de VAB, zal ook de lancering van de ASTRO-1 vertraging oplopen. Deze satelliet zal gebruik gaan worden voor waarnemingen in het ultraviolet.

rotatieveranderingen niet verklaren.

Beide wetenschappers denken aan een andere mechanisme. Zij vermoeden dat zich in de kern van de pulsar een supravloeibare kern bevindt en met tussenpozen een draai-impuls aan de binnenwand van de korst afgeeft. Als tegelijkertijd een aantal malen tegelijkertijd een grote hoeveelheid draai-impuls wordt doorgegeven. Hierdoor zal de rotatiesnelheid sprongsgewijs toenemen. Onmiddellijk nadat het draaimoment is afgegeven zal de rotatiesnelheid weer afnemen. Om deze theorie te controleren, is het bijvoorbeeld belangrijk het verloop van de rotatieperiode te bestuderen. Verder kan nu reeds gezegd worden dat deze sprongen bij pulsars met een leeftijd tussen 10.000 en 20.000 jaar het vaakst optreden.

### Oorzaak Ariane-ontploffing gevonden

Na intensieve naspeuringen tussen de resten van de ontplofte en neergestorte Ariane 4-raket heeft men het 'foreign object', die de waterleiding heeft geblokkeerd, gevonden. Het bleek een simpel stukje textiel te zijn. Dit soort doekjes wordt in de fabriek veelvuldig gebruikt voor het....Juist ja,



afdekken van openingen om te voorkomen dat er dingen in vallen die er niet in thuishoren.

### Columbia terug naar het VAB

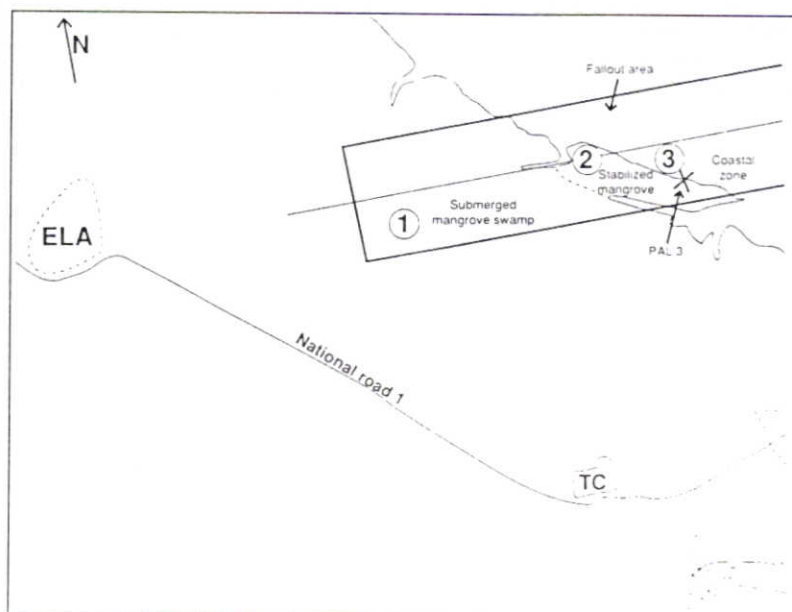
De shuttle Columbia stond al tijdens van de lancering van de Hubble Space Telescope op het lanceerplatform om twee weken na de Hubble het luchtruim te kiezen. Maar helaas, het mocht niet zo zijn. De al meer dan vier jaar vertraagde ASTRO-1 missie moet wachten tot augustus. Er is namelijk een lek geconstateerd in de grote brandstoftank maar men kan het niet precies localiseren. De gehele tank moet worden vervangen en daarom moet de gehele combinatie uit elkaar worden gehaald. Dit kan alleen in het VAB (montagehal waar de shuttle aan de brandstoftank

gemon-teerd wordt), dus moet de Columbia terug. Hierdoor wordt het gehele lanceerschema voor dit jaar overhoop gegooid. Het is nu als volgt. Midden juni hoopt men vanaf het tweede platform de Atlantis te kunnen lanceren op een geheime missie. De ASTRO-1 vlucht zal dan in augustus van start gaan. De vlucht bevat een aantal Ultraviolet en Roentgentlescopen die op een Spacelabpalet zijn gemonteerd. Rond 5 oktober volgt dan de lancering van de Ulysses. Dit is de enige lancering die vast ligt omdat hij binnen een bepaald lanceervenster moet vertrekken. Begin november moet de Atlantis het Gamma Ray Observatory in een baan brengen en de laatste geplande vlucht van dit jaar wordt dan de Space Life Sciences vlucht, een Spacelabvlucht met de Columbia.

### MIR in de problemen

De komst van de nieuwe module 'Kristall' is vertraagd door computerproblemen. Deze nieuwe module heeft onder andere een koppeling voor de Buran en bevat verder apparatuur om nieuwe materialen te maken en te onderzoeken. Oorspronkelijk zou de module op 18 april worden gelanceerd maar de lancering is minstens twee maanden uitgesteld. De oorzaak hiervan is de nieuwe computer die de kosmonauten Solovjov en Balandin in het ruimtestation hebben gemonteerd. Deze computer werkt nog niet naar behoren, wat met name gevolgen heeft voor de standregeling van het station. Dit standregelingssysteem moet natuurlijk feilloos werken als de nieuwe module aankomt en wil koppelen. Op dit moment is men bezig om de computer onder controle te krijgen. Een ander probleem betreft de Sojoez TM 9. Volgens bepaalde westerse bronnen zou het ruimteschip onbruikbaar zijn geworden, maar de Russen

De 'fallout area' geeft de plaats aan waar de brokstukken van geëxplodeerde raket zijn terecht gekomen.



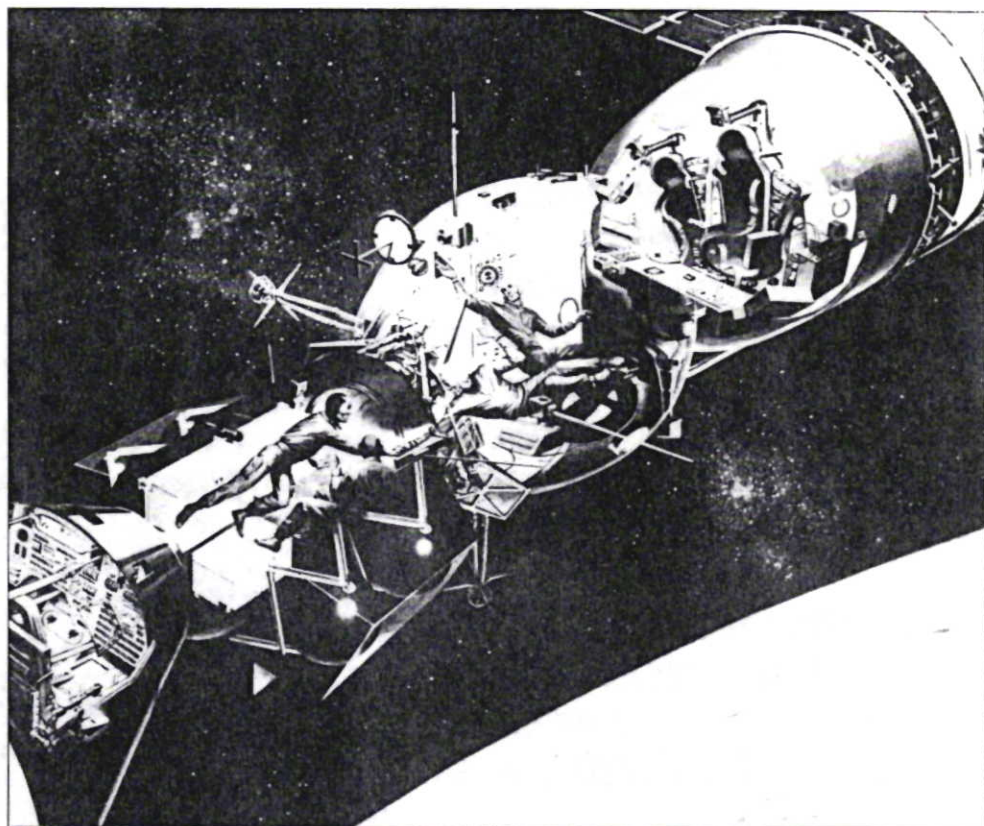
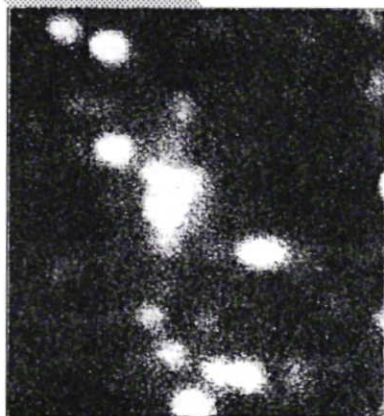
houden het erop dat stukken van de thermische dekens hebben losgelaten. In juni zullen de ruimtevaarders een nieuwe deken aanbrengen tijdens een ruimtewandeling, waarna de Sojoez gewoon kan worden gebruikt. De Russen hebben verder bekend gemaakt dat ze nog twee modules in aanbouw hebben. De eerste, 'Spektr' genaamd, is bedoeld voor aardonderzoek en zal in 1991 worden gelanceerd. De tweede, de Priroda zal in 1992 gelanceerd worden en bevat nieuwe instrumenten voor aardonderzoek die de instrumenten van de Spektr zullen aanvullen.

## Nieuwe gezamenlijke vlucht tussen Rusland en Amerika

Tijdens de recente topontmoeting tussen Bush en Gorbatsjov is ook gesproken over een gezamenlijke vlucht. De Russen hebben de Amerikanen uitgenodigd om een astronaut van hen naar de MIR te laten vliegen. De Amerikanen zouden in ruil daarvoor een Rus met de Shuttle mee laten gaan. Op dit moment is er nog niets ondertekend maar men verwacht dat dit binnen een paar maanden zal gebeuren. Overigens zullen de vluchten niet voor 1992 plaatsvinden, omdat na de ondertekening van het verdrag de bemanningen een tot anderhalf jaar in training zullen zijn. Overigens denkt Europa ook al aan een dergelijke gezamenlijke vlucht. Men wil de Europese Hermes minishuttle de mogelijkheid bieden om zowel met de MIR als met het Amerikaanse ruimtestation aan te koppelen.

## Seeing de baas

In NOVA, Hercules 4, pagina 15

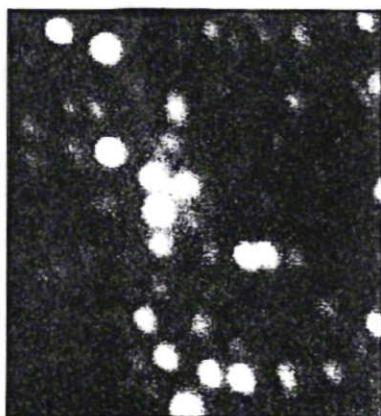


werd melding gemaakt van een manier om een rustig beeld te krijgen. Wel nu, zie hier een andere methode. Bij een normale foto zal het sterrenbeeldje door het heen en weer bewegen tot een vlekje uitgesmeerd worden. Een andere methode om dit te voorkomen, is door een aantal korte belichtingen te maken, waardoor het heen en weer dansen van het sterretje bevroren wordt. Vervolgens worden de verschillende opnamen bij elkaar opgeteld. Let wel: deze methode is alleen bij heldere objecten te gebruiken, zoals Zon, Maan en planeten. Een andere methode is een kleine spiegel kort voor het brandpunt aangebracht. Deze spiegel werpt

het licht op een tweede spiegel, die van een centrale boring voorzien is, waardoor het licht van een referentiester doorheen valt en door een fotometer geregistreerd wordt. De rest van het beeld wordt gevormd op een CCD-sensor. Met intervallen tussen één en vijftig milliseconden wordt de fotometer uitgelezen. Van de verkregen waarden wordt een 3-D beeld gemaakt. Het zwaartepunt van deze grafiek wordt gebruikt om de eerste spiegel zo aan te sturen, dat het hoofdbeeld op gelijke wijze gecorrigeerd wordt.

Berry Sanders  
Ger Stoffer

*De laatste maal dat de Amerikanen en de Russen een gezamenlijke vlucht uitvoerden was in 1975. Toen koppelden een Sojoez en een Apollocapsule. Bij de nu getekende overeenkomst zal een Amerikaanse astronaut naar de MIR vliegen en zal een Russische kosmonaut met de Amerikaanse shuttle meevliegen.*



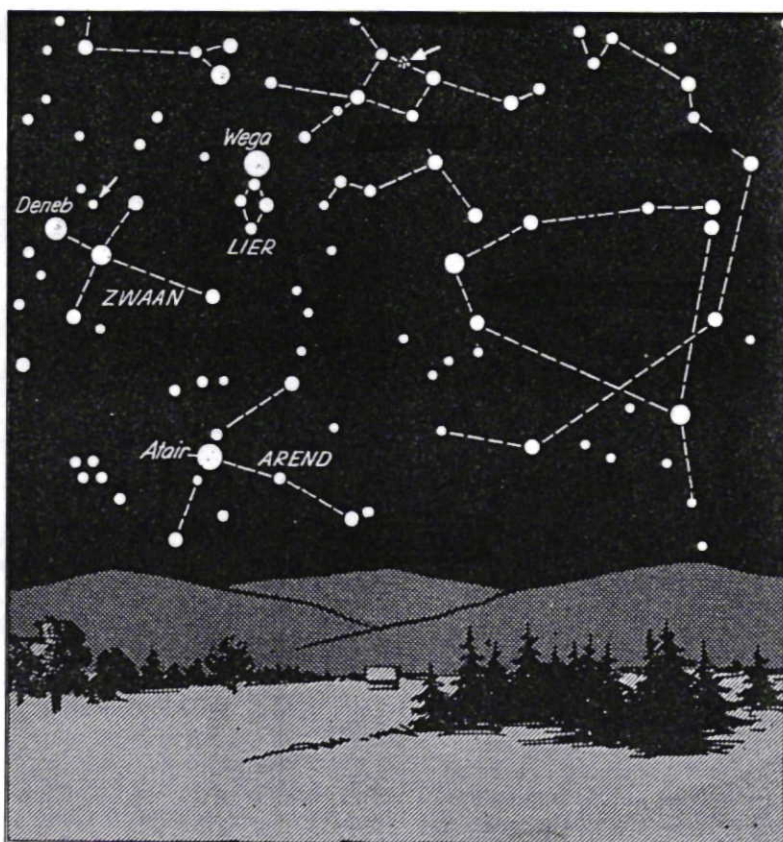
## Laatste nieuws! Problemen met Hubble

Na bijna vier weken testen, waarbij verschillende testopnamen zijn gemaakt, blijkt dat twee van de vijf camera's niet naar behoren werken door slechte optiek. Dit betekent dus dat er een reparatievlucht met de shuttle uitgevoerd zou moeten worden. Volgens de NASA zou dit binnen twee jaar kunnen gebeuren. Het Senaat eist dat deze reparatievlucht zo snel mogelijk moet gebeuren, omdat het hier om te veel geld gaat

## DE STERRENHEMEL IN DE ZOMER

## DE ZOMERDRIEHOEK

**De zomersterrenhemel is bij veel amateurs favoriet, om dan de melkweg op zijn mooist te zien is. Ook het sterrenbeeld Zwaan staat precies in de melkweg. De helderste sterren van de sterrenbeelden Zwaan, Lier en Arend vormen samen de Zomerdriehoek**



## Inleiding

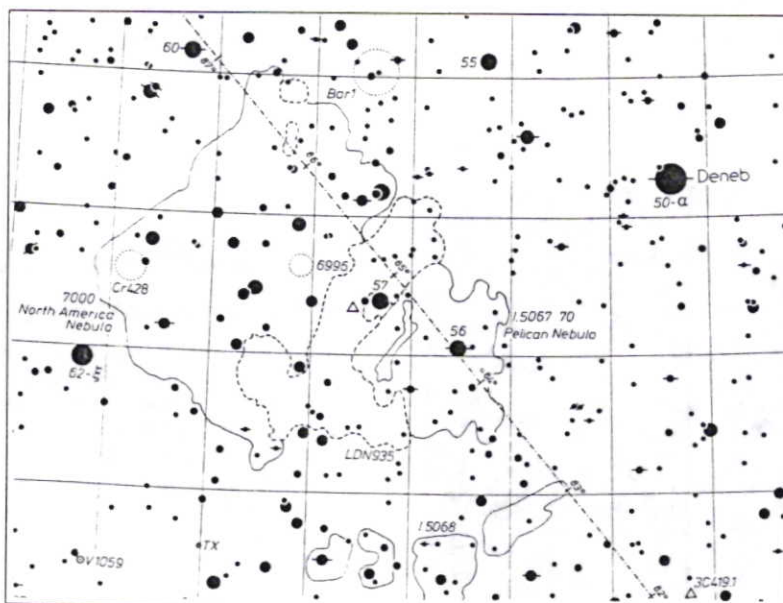
In de maanden juni, juli en augustus kan men rond elf uur 's avonds drie heldere sterren aan de hemel zien staan, die samen een grote driehoek vormen. Deze driehoek wordt de Zomerdriehoek genoemd. In de steden zie je met het blote oog

slechts de drie heldere sterren. Maar kom je eenmaal op een plek waar geen of weinig strooilicht aanwezig is, dan is de Zomerdriehoek pas in volle pracht te zien. De Zomerdriehoek wordt gevormd door de drie helderste sterren aan

onze zomerhemel: Deneb in Zwaan, Altair in Arend en Wega in Lier. In deze driehoek zijn nog een aantal minder bekende kleinere sterrenbeelden te vinden, zoals Dolfijn, Pijl en Vosje. Deze sterrenbeelden zijn bij helder weer gemakkelijk te vinden.

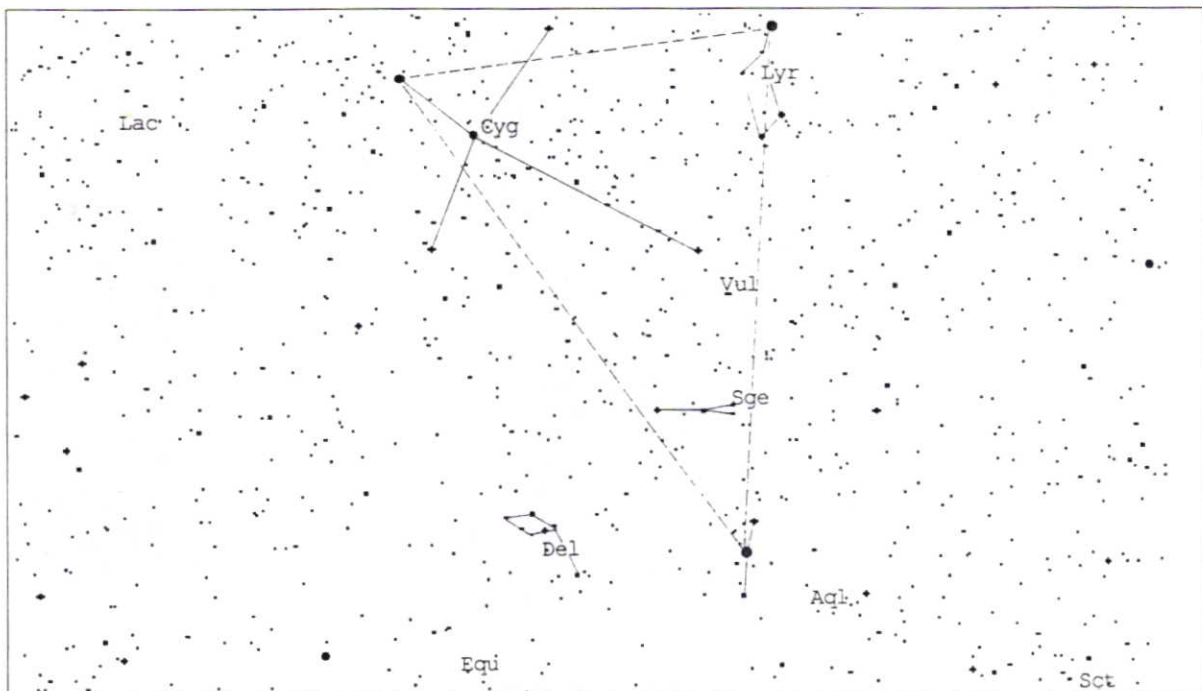
## Het sterrenbeeld Zwaan

Dit sterrenbeeld kun je gemakkelijk herkennen omdat het een heel groot kruis vormt. De ster Deneb (dit is Arabisch voor 'staart') is de helderste ster van dit sterrenbeeld en heeft een schijnbare helderheid van magnitude +1,2. De ster staat op een afstand van ongeveer 1.500 lichtjaar. De absolute lichtkracht van de ster is ongeveer 10.000 maal groter dan die van onze eigen zon. De ster Albireo ('vogel') heeft een helderheid van magnitude +3,2 en staat op een afstand van 320 lichtjaar. De kleur van deze ster is oranjeblauw en het is een dubbelster die met een verrekijker



Links van Deneb is de Noord Amerikaanse nevel te vinden. Op donkere plaatsen moet deze nevel reeds met een verrekijker te zien zijn.





De 'Zomerdriehoek' en zijn omgevingssterren. Bekijk het sterrenbeeld Zwaan eens met een verrekijker. Dit sterrenbeeld is rijk aan sterrenhopen en neveltjes. Bovendien staat dit sterrenbeeld in de melkweg, zodat met een verrekijker miljoenen en miljoenen zwakke sterretjes te zien zijn.

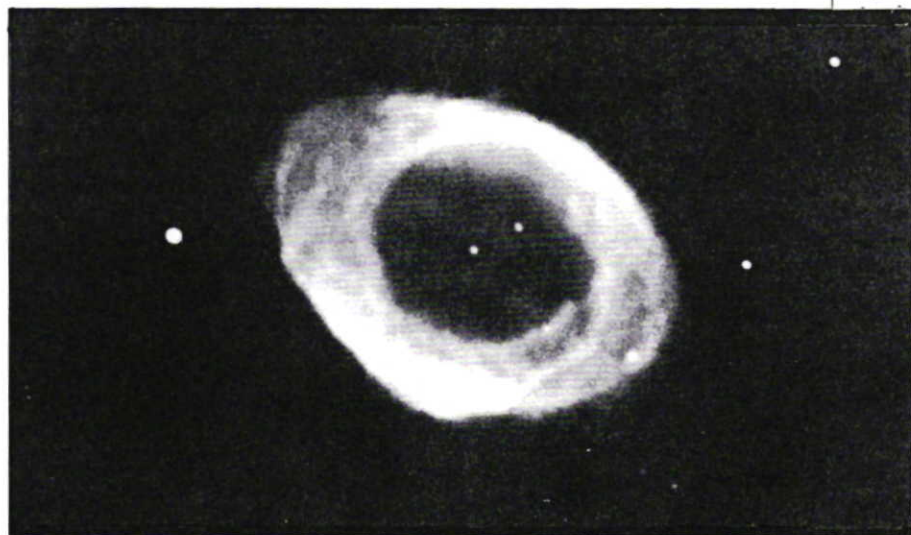
gemakkelijk te scheiden is. Dit is een van de mooiste dubbelsterren die aan onze hemel te vinden is. De middelste ster heet Schedir en betekent 'borst'. De ster staat op een afstand van 500 lichtjaar. De absolute helderheid van deze ster is 2.000 maal groter dan die van onze Zon. Het sterrenbeeld Zwaan is rijk aan open sterrenhopen. De belangrijkste sterrenhopen zijn M 29 met een twintigtal sterren op een afstand van 3.100 lichtjaar, NGC 6910 met veertig sterren (variërend in helderheid van magnitude zeven tot tien) en M 39 met ongeveer vijftig sterren met

een helderheid van magnitude +5,0. Links van Deneb is de bekende Noord-Amerikanevel te vinden, drie graden van deze ster verwijderd. De nevel is 3.600 lichtjaar van de Aarde verwijderd en is op donkere plaatsen met een lichtsterke verrekijker zichtbaar. Het sterrenbeeld Zwaan ligt precies in het vlak van onze melkweg, die vanuit donkere plaatsen schitterend te zien is als een lichtende band aan de hemel.

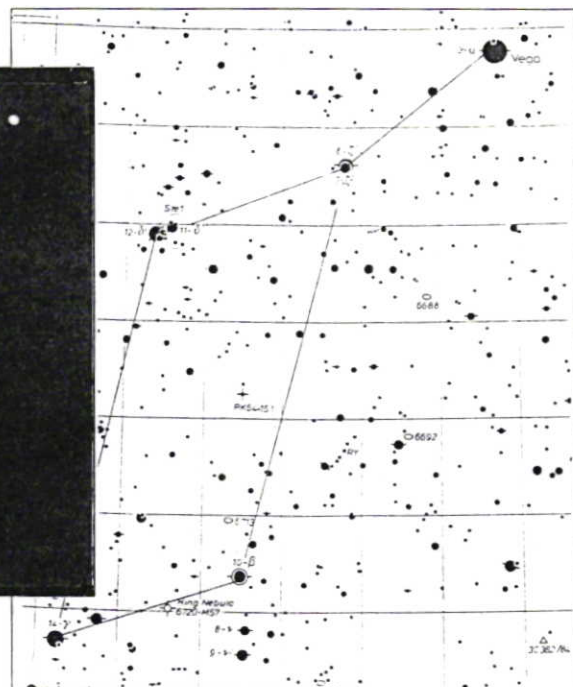
opvallend. Je kunt dit sterrenbeeld vergelijken met een parallellogram en een zeer helder puntje erbij. De helderste ster van dit sterrenbeeld is Wega, hetgeen betekent 'neerstortende arend'. De ster heeft een schijnbare helderheid van magnitude +0,1. De afstand van Wega bedraagt 28 lichtjaar. De ster Scheliak betekent 'Byzantijnse harp' en staat op een afstand van 1.000 lichtjaar van de Aarde. De ster  $\gamma$  Lyrae heeft een helderheid van magnitude +3,3 en de afstand tot de Aarde bedraagt

## Het sterrenbeeld Lier

Dit sterrenbeeld is klein maar



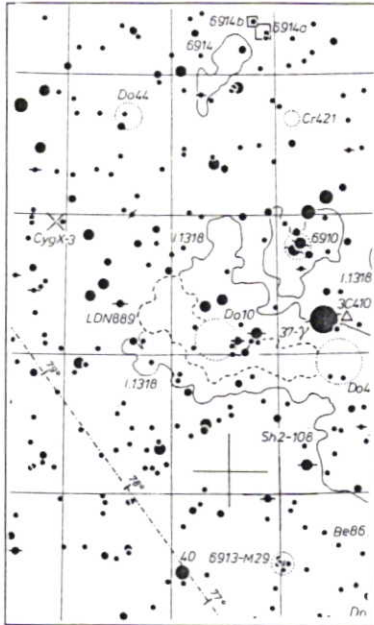
De Ringnevel in het sterrenbeeld Lier is reeds met een kleine kijker vrij gemakkelijk te vinden tussen de twee onderste sterren van de 'ruit'. Dit neveltje is door een kijker te zien als een klein wazig cirkeltje.



JULI/AUG. 1990

Foto links M29 is een open sterrenhoop met rond twintig sterren op een gemiddelde afstand van 3.100 lichtjaar.

Foto rechts: M39, ook een open sterrenhoop, bevat vijftientig sterren met een gemiddelde helderheid van magnitude vijf. Beide objecten zijn reeds met een eenvoudige verrekijker waarneembaar.



218 lichtjaar. Precies tussen deze twee sterren is de planetaire nevel M 57 te vinden. Door een telescoop is deze nevel bij een kleine vergroting als een klein cirkeltje te zien. Grotere telescopen tonen ook de centrale ster van deze nevel.

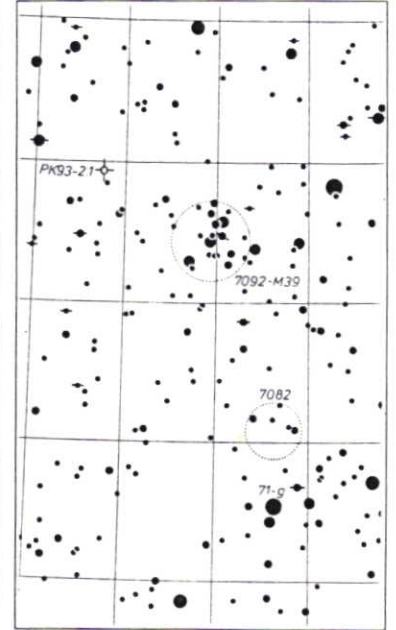
## Het sterrenbeeld Arend

De helderste ster van dit sterrenbeeld is Altair; dit betekent 'vliegende arend'. Zij heeft een helderheid van magnitude + 0,8. Alschain staat vlak onder Altair en is veel zwakker. Hij heeft een helderheid van magnitude + 3,9.

De ster boven Altair draagt de Arabische naam Tarazet en betekent 'weegschaal'. Hij is iets helderder: magnitude +2,8. Iets ten westen van deze ster is een driedelige donkere nevel te vinden, die in lichtsterke kijkers goed te vinden is. In 1918 verscheen in Arend een nova, die de naam Aquila 1918 ontving. De maximale helderheid die toen bereikt werd was magnitude -1,0. We hebben de drie grootste sterrenbeelden, waarvan de heldere sterren de zomerdriehoek vormen, besproken. Maar dat is nog niet alles. In de driehoek bevinden zich nog een aantal kleinere sterrenbeelden, die voor enkelen onder ons vrij onbekend zullen zijn, maar bij helder weer toch goed zichtbaar zijn: Dolfijn, Pijl en Vosje.

## De sterrenbeelden Dolfijn, Pijl en Vosje

Het sterrenbeeld Dolfijn wordt gevormd door zeven tamelijk zwakke sterren.  $\alpha$  Delpini heeft een helderheid van magnitude +3,7 en staat op een afstand van 272 lichtjaar van ons verwijderd.  $\beta$  Delphini is een fysische dubbelster, bestaande uit twee componenten van magnitude +4,1 en +5,1. Pijl is een klein sterrenbeeld ten noorden van Arend. Ook dit sterrenbeeld bestaat uit tamelijk zwakke sterren. Sham is de helderste ster.  $\beta$  Sagitta heeft ook een helderheid van magnitude +4,4 en heeft een diepe gele tot oranje kleur. In dit sterrenbeeld is

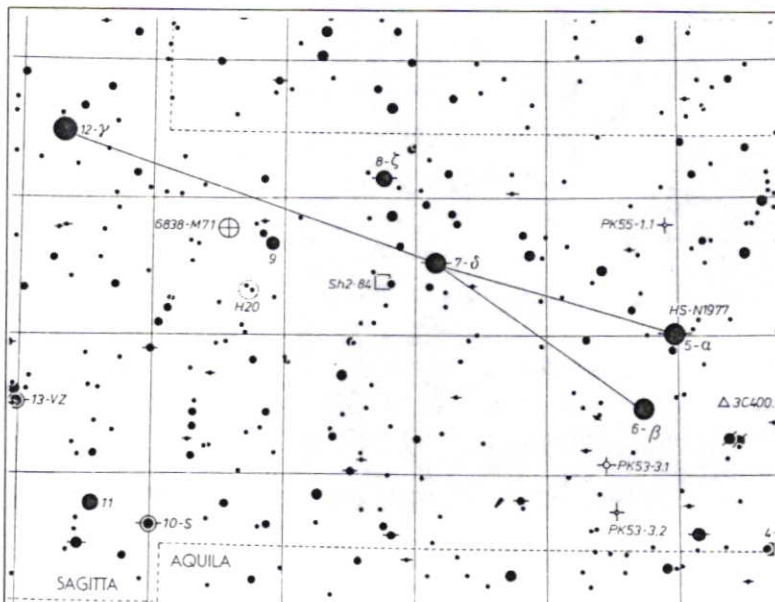


ook een open sterrenhoop te vinden M 71. De totale helderheid van M 71 bedraagt magnitude +8,3 en staat op een afstand van 19.000 lichtjaar. Vosje is een erg klein sterrenbeeld. De helderste ster van dit sterrenbeeld staat slechts 3° ten zuiden van de ster Albireo van Zwaan. Verder zijn in dit sterrenbeeld geen noemenswaardig heldere sterren te vinden. Toch is het interessant om dit sterrenbeeld eens nader onder de loep te nemen. In dit sterrenbeeld zijn namelijk twee mooie objecten te vinden. NGC 6940 is een open sterrenhoop bestaande uit wel honderd sterren. Ook is er een planetaire nevel te vinden: M 27. Deze nevel wordt ook wel de 'Halternevel' genoemd en heeft een helderheid van magnitude 7,6.

## Tot slot

De Zomerdriehoek heeft veel te bieden. Iedereen kan aan de slag. Niet alleen mensen met een telescoop, maar ook beginnende amateurs onder ons beleven er hun plezier aan. Zwaan is het grootste en naar mijn mening ook het mooiste sterrenbeeld van de Zomerdriehoek, omdat hier ook de melkweg doorheen loopt. Ga bij helder weer eens wat later slapen. Je zult zien dat het de moeite loont.

Carlos Sour.



In het sterrenbeeld Vosje is een planetaire nevel te vinden, die vanwege zijn vorm ook wel de Halternevel genoemd wordt.

Literatuur:  
*Uranometria 2000.0*, Wil Tirion  
*Welke ster is dat?* W. Widman

DE REDACTIEVERGADERING

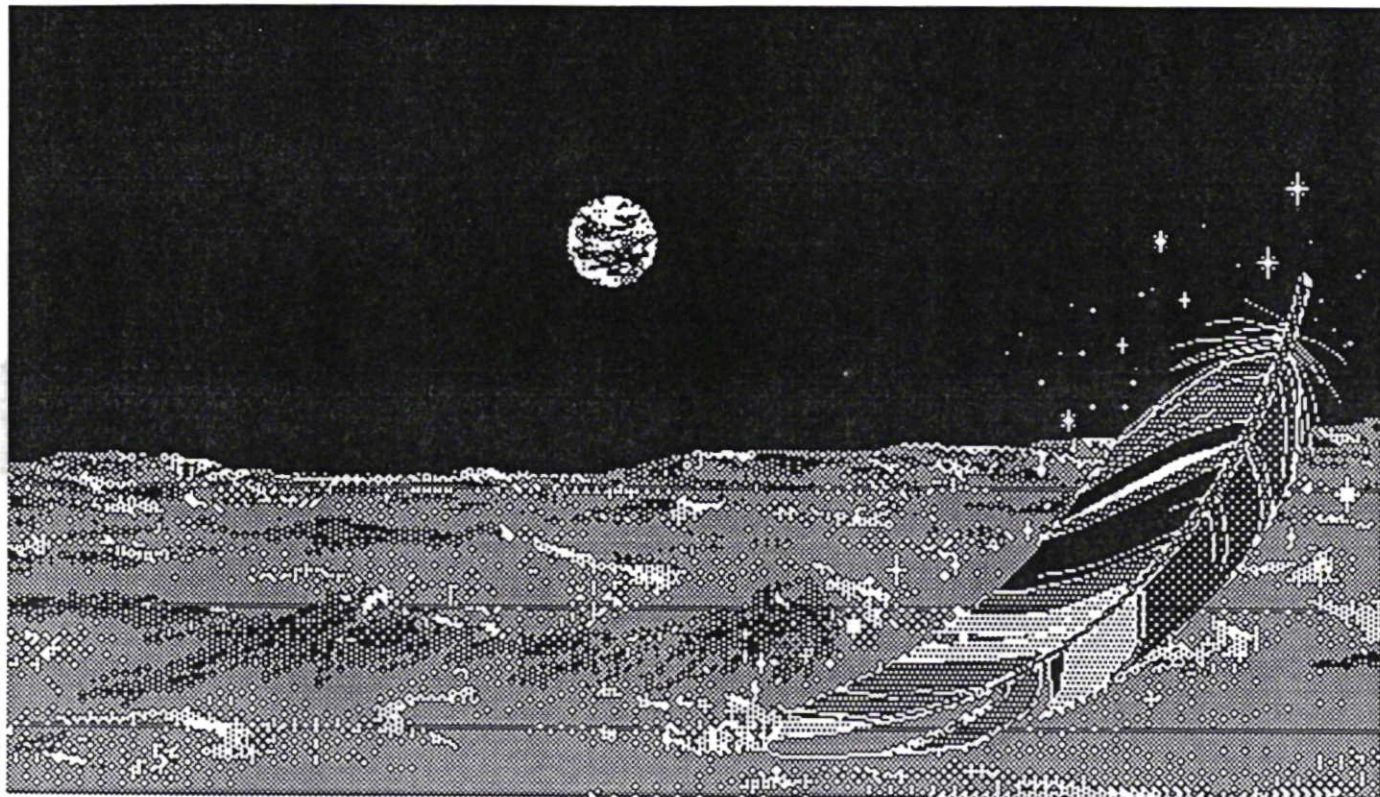
STRIP



Een opname van komeet Austin met een Canon telelens op 24 april 1990. De foto is gemaakt door een Japanse amateur, juist nadat de komeet boven de bomen zichtbaar werd.

IS DE MAAN BEWOOND GEWEEST?

## EEN VEER OP DE MAAN



**H**arrison Clyde keek naar de kleine glazen stolp met het kostbare kleinoord erin dat in het kantoor voor hem op een kleine tafeltje stond. Enkele weken geleden was het door de bouwvakkers in de Hadley Apennijnen gevonden bij werkzaamheden op de Maan. Een eeuw of wat nadat de eerste mensen voet op de Maan hadden gezet, was de satelliet van de Aarde een kolonie geworden. Er leefden hier al enkele generaties lang mensen en er kwamen er nog steeds bij. Het was dus nodig om steeds maar weer nieuwe ondergrondse maanbases te bouwen om aan de grote vraag naar woongelegenheden op de Maan te voldoen. Harrison Clyde was lunoloog zoals ze dat in die tijd noemden. Hij bestudeerde de Maan. Samen met veel andere wetenschappers waren ze in het diepste geheim bij elkaar gebracht om kennis te nemen van het mysterie. Het was al heel lang bekend dat er op de Maan geen leven voorkwam. Men wist zeker dat de mens de eerste levensvorm op de Maan was. Toen men voor de eerste keer op

de Maan landde had men wel met het tegengestelde rekening gehouden, maar men was er al snel van overtuigd dat de eeuwige begeleider van de Aarde volstrekt levenloos was. En nu, door een heel klein dingetje dat door een paar maanbouwvakkers gevonden was onder het stof, werd die hele leer omver geworpen. De maanbouwvakkers hadden bij het opmeten van een stuk land een veer gevonden. Een gewone vogelveer. Ze hadden geen idee hoe dat ding daar kwam en uiteindelijk kwam het terecht op de maanuniversiteit. De veer werd natuurlijk meteen naar de beste laboratoria die er op de Maan te vinden waren, gebracht. Daar werd de veer met de modernste apparatuur onderzocht. Zodoende had men vastgesteld dat het veertje meer dan een eeuw onder het stof had gelegen. Maar volgens de jonge onderzoeker die de veer had onderzocht, kon het ook langer geweest zijn vanwege de conserverende werking van de maanbodem. Er was een ornitholoog bij gehaald die beweerde had dat de veer veel leek op die van

een uitgestorven vogelsoort: de valk. Dat leek haast onmogelijk. Hoe kon het veertje, als de ouderdomsschatting klopte, op de Maan zijn terechtgekomen? Tenslotte had de mens in die tijd nog niet veel uitgevoerd op de Maan. Harrison Clyde stond op en liep naar zijn bureau. Daar stond een computer die, ondanks zijn geringe afmetingen, toch grote capaciteiten had. Hij las het verslag vanaf het scherm die een collega hem op microdisk had meegegeven. 'Wanneer we aannemen dat het zich hier niet om een of andere flauwe grap handelt, komen we tot de conclusie dat er behalve de mens ooit nog een andere levensvorm op de Maan moet zijn geweest. Het is onmogelijk dat iemand een valk mee naar de Maan genomen heeft om hem vervolgens op het oppervlak te deponeren. De veiligheidsmaatregelen van het Internationale Bureau voor Ruimtevaart laten zulks niet toe. Naar mijn mening moeten de bouwwerkzaamheden in de Hadley Apennijnen worden stopgezet en moeten enkele

bekwame archeologen met de opgravingen beginnen. Deze enkele valkeveer zou kunnen leiden naar nooit verwachte ontdekkingen over onze voorgangers op de Maan. De veer die we nu met open mond aanschouwen, is misschien naar boven gekomen door geologische processen. De rest van het vogelachtig wezen ligt waarschijnlijk dieper in de maanbodem. De mogelijkheid bestaat zelfs dat we een soort verzonken Atlantis op de Maan ontdekken. De veer is het onomstotelijk bewijs dat er ooit leven op de Maan is geweest. Nee, er mag geen minuut gewacht worden met het starten van de opgravingen.' Clyde geeuwde. Het was al laat. Hij zou nu naar huis gaan en morgen verder gaan met het lezen van dat verslag. Hij pakte zijn tas en schakelde alle apparatuur in zijn kantoor uit. Na nog een laatste blik op de geheimzinnige veer geworpen te hebben, liep hij naar buiten en sloot de deur af. Hij liep naar een van de monorails van de basis. Het waren treintjes die je overal in de basis heenbrachten. Onderweg dacht hij na over de vele theorieën die er in de laatste weken geopperd werden door de wetenschappers. Sommigen hielden het voor een flauwe grap. Anderen dachten serieus na over vergane beschavingen. Er waren theorieën over vroeger uitgestorven maanbeschavingen; over een mensenras dat nog voor de huidige mens bestond en al de hoogste technologie had ontwikkeld, maar ten onder was gegaan aan een grote ramp. Theorieën over buitenaardse wezens die zich op de maan gevestigd hadden. Niemand wist wie er gelijk had; als er al iemand gelijk had. De monorail was aangekomen bij zijn woning. Clyde stapte uit en liep zijn kleine appartement binnen. Vanavond zou hij zich vermaken met een nieuwe aanwinst voor zijn verzameling. Hij verzamelde oude films. Er waren natuurlijk al die prachtige holografische films die Clyde dan ook graag bekeek, maar hij had een voorliefde voor dat antieke beeldmateriaal. Hij had verschillende antieke speelfilms in kleur en zwart-wit. Hij had materiaal over allerlei gebeurtenissen, zoals het eindigen van de oorlog tussen Iran en Irak, de verzoening van beide wereldmachten en het grootscheepse milieuplan dat in een jaar of tien de hele Aarde

weer had schoongemaakt. Wat Clyde er nu had bijgekregen, was een samenvatting van een van de eerste bemande maanlandingen die de Verenigde Staten alweer meer dan een eeuw geleden had gemaakt. Het was iets als 'Abollo' of 'Apollo'. Clyde stopte de band in het video-apparaat en ging in de stoel voor het scherm zitten, om te zien wat zijn vriend voor hem had meegebracht. Er was een man te zien die in een ruimtepak over de maan huppelde. Even later kwam er een tweede man bij. Samen zetten zij een vlag op, die Clyde herkende als de toenmalige vlag van de Verenigde Staten. Overal zetten de mannen instrumenten neer. Na een tijdje kwam een van de astronauten voor de camera staan. Het bleek volgens de gesprekken tussen de vluchtleiding en de maanwandelaars, ene Scott te zijn. Scott begon te spreken. 'In mijn linkerhand heb ik een veer en in mijn rechterhand een hamer. Als ik ze beide op hetzelfde moment zou laten vallen, moeten ze volgens de natuurkunde op hetzelfde moment op de grond terecht komen. Dat

komt omdat ze hier op de Maan geen luchtweerstand ondervinden. Laten we het eens proberen.' Scott liet de dingen vallen en zijn beweringen bleken te kloppen. Beide voorwerpen kwamen exact op hetzelfde moment op de maanbodem terecht. Toen Scott de veer wilde oprapen kon hij hem niet meer terugvinden. De andere astronaut had er per ongeluk op getrapt en zo was er een laag stof overheen gekomen. De veer was verdwenen in het maanstof. Het was dezelfde veer die de bouwvakkers op de Maan bijna een eeuw later onder het stof vandaan zouden halen.

Ron Noteborn



Apollo 15-astronaut David Scott onderzoekt de bodem 16 kilometer ten oosten van de landingsplaats.

EEN NIEUW 'OOG' VOOR DE ASTRONOMEN

# DE KECK-TELESCOOP

**Met de lancering van de ruimtetelescoop is een nieuwe mijlpaal in de optica bereikt. Ook op Aarde staat de ontwikkeling van de telescoop niet stil. Op Hawaii wordt gewerkt aan een telescoop die op korte termijn de grootste op Aarde zal zijn: de Keck-telescoop.**

## Inleiding

De lancering van de space telescoop 'Hubble' zal niet leiden tot de afschaffing van grote telescopen op Aarde. In tegendeel: er worden al plannen gemaakt voor de realisatie van een 16-meter telescoop door de ESO. Deze 16-meter telescoop zal bestaan uit vier telescopen met spiegels van acht meter, die al samenwerkende een telescoop van 16 meter simuleren. Voorlopig echter zal de in aanbouw zijnde Keck-telescoop de grootste ter wereld zijn met z'n 10 meter spiegel. De Keck-telescoop krijgt een revolutionaire, gesegmenteerde hoofdspiegel.

## De ontwikkeling van de telescoop

De Universiteit van Californië besloot in 1977 de astronomiefaculteit verder uit te bouwen, met als 'hot item' de bouw van een zeer grote telescoop. Hun in 1959 gebouwde Shane-telescoop met een spiegel diameter van drie meter was eens de op één na

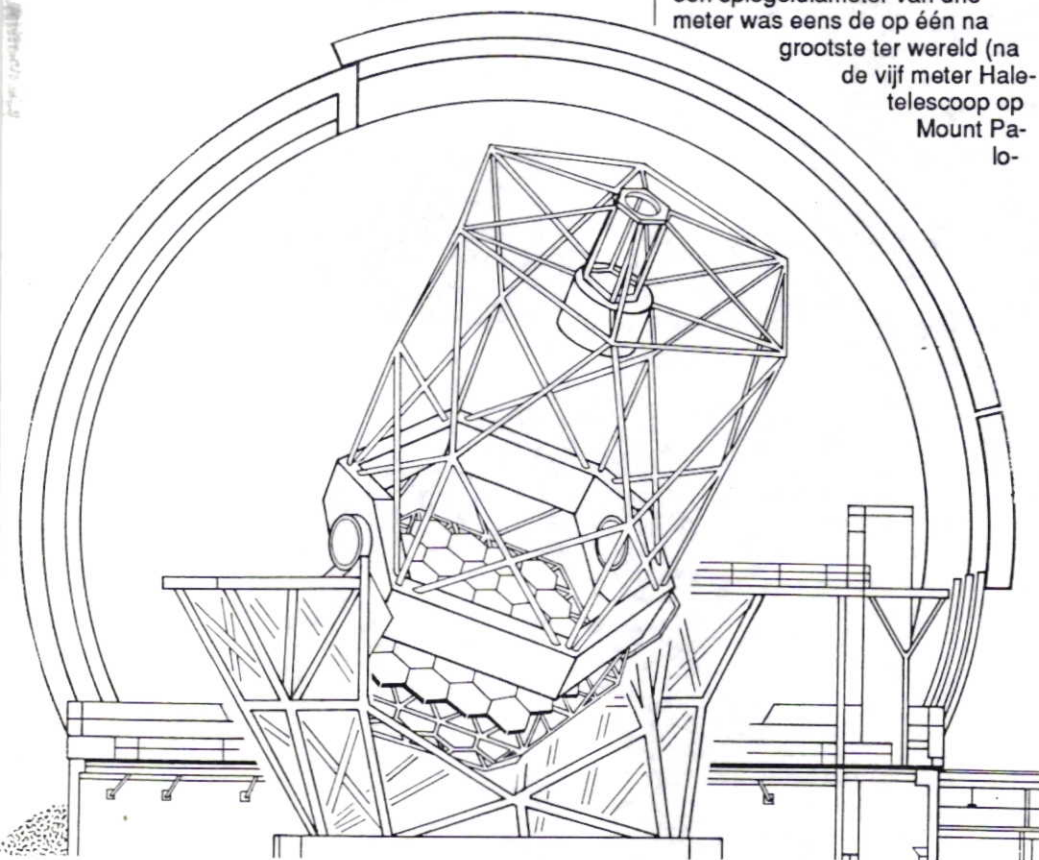
grootste ter wereld (na de vijf meter Hale-telescoop op Mount Palom-

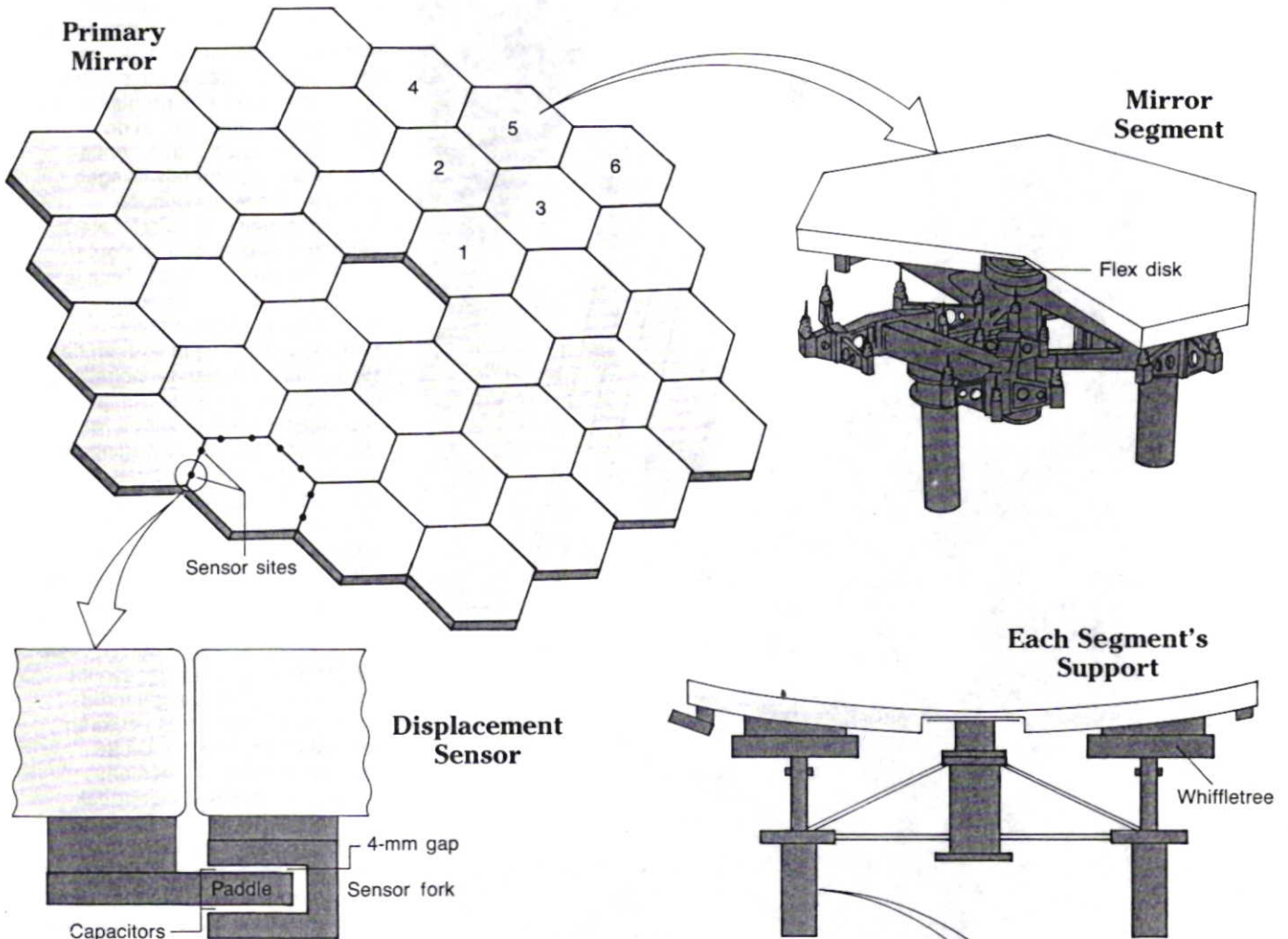
ar), maar bezette op dat moment slechts de dertiende plaats. Verder was de omgeving rond het Lick Observatorium bezaaid geraakt met storende lichtbronnen. Na overleg werd besloten een kijker met een spiegel van tien meter te bouwen, ondanks de enorme constructieve problemen die dit op zou leveren. Oorspronkelijk was gekozen voor een spiegel diameter van zeven meter, maar nadat besloten was een gesegmenteerde spiegel toe te passen, kon de diameter groter gekozen worden. Het getal '10' staat beter dan '7'. Grootste probleem bleek echter niet de constructieve uitwerking te zijn, waaraan met een budget van een paar miljoen gulden gewerkt werd, maar het gebrek aan financiële middelen voor de bouw. De ontwerpfase werd fifty-fifty betaald door de Universiteit van Californië en het Lawrence Berkeley Laboratory. In 1984 besloot de W.M. Keck Foundation 70 miljoen dollar bij te dragen. Nodig was nog 24 miljoen dollar; dit bedrag werd na aandringen van de W.M. Keck Foundation opgebracht door Caltech. De exploitatie gedurende 25 jaar wordt betaald door de Universiteit van Californië.

## De bouwplaats

Om het strooiligte te ontlopen, was het noodzakelijk een andere plaats dan het Lick Observatorium te kiezen. Uiteindelijk viel het oog op Mauna Kea, een uitgedoofde vulkaan op de Hawaii eilanden. Op deze vulkaan staan reeds vele grote telescopen opgesteld. De telescoop komt op een hoogte te staan van 4150 meter. De waarnemingsomstandigheden zijn ideaal: 250 dagen per jaar helder met een luchtvochtigheid van minder dan 10% (gunstig voor infra-roodwaarnemingen). Ongeveer 125 dagen per jaar kan een scheidend vermogen van minder dan 1"

*De koepel van de Keck-telescoop is iets kleiner dan die van Mount Palomar. De extreem korte openingsverhouding van F/1.75 maakt deze telescoop tot een compact instrument. De massa van de hoofdspiegel bedraagt slecht een derde deel van die van zijn naaste rivaal: de zes meter reflector in de Sovjet-Unie*





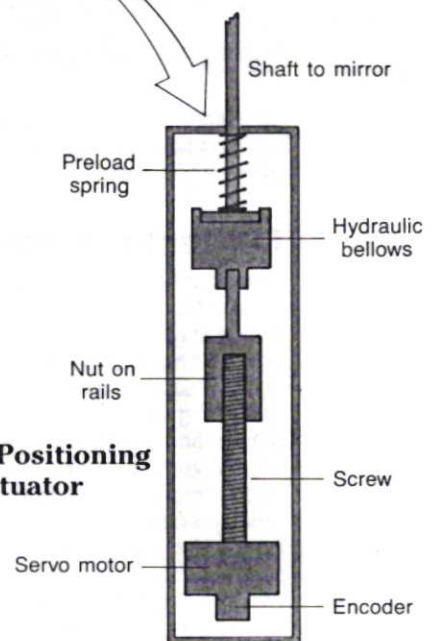
De hoofdspiegel heeft een hyperboolvorm en bestaat uit 36 spiegelsegmenten (mirrorsegments). Windvlagen, gravitatieveranderingen als de telescoop beweegt en temperatuursveranderingen kunnen de exacte vorm van de spiegel beïnvloeden. Daarom zijn alle spiegelsegmenten voorzien van verschillende sensoren die voortdurend de ligging van elk segment controleren (displacementsensor). Wijk de ligging af, dan zorgen de regelaars (mirror positioning actuators) voor dat het segment gecorrigeerd wordt.

bereikt worden. Er zijn toch enige nadelen, die echter niet het waarnemen beïnvloeden: de windsnelheden op zo'n hoogte zijn hoog (constructief op te lossen), de temperatuur is laag en de lucht is ijl (alleen problematisch voor de telescoop-operators). De telescoop komt naast de drie meter infrarood-telescoop van de NASA te staan.

Op 12 september 1985 werd begonnen met de grondwerkzaamheden (op zo'n vulkaankegel beter te noemen 'rotswerkzaamheden'). Anderhalf jaar later, in mei 1987, kwamen de eerste onderdelen van de koepel op de berg aan. De bouw van de koepel vergde ruim een jaar: in oktober 1988 was

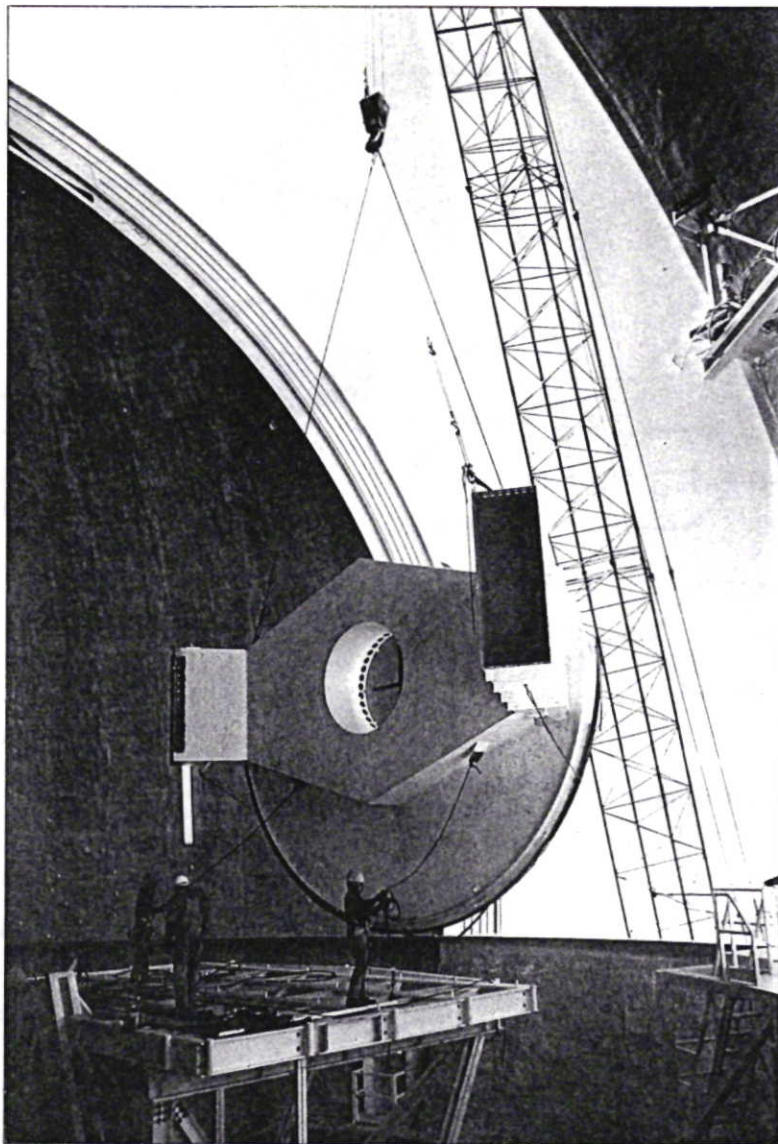
hij klaar. De koepel is eigenlijk niet eens zó groot: slechts 37 meter in diameter en 31 meter hoog. Dat is bijvoorbeeld een stuk kleiner dan de koepel voor de Hale-telescoop, die een veel grotere (parallactische) montering heeft dan de Keck-telescoop. De koepel van de Keck-telescoop heeft niet de vorm van een halve bol, maar is iets groter. De montering is azimuthaal, zoals de laatste tijd gebruikelijk is voor grote telescopen. Problemen levert dit niet op bij het volgen, daar computers deze taak makkelijk aankunnen. De montering en de buisstructuur zijn gebouwd in Tarragona in Spanje en daar ook getest. Na uiteen genomen te zijn, werd hij getran-

Mirror-Positioning Actuator



JULI/AUG. 1990

*Een hoogwerker hijst een van de lagerringen voor de declinatie-as door de opening van de grote koepel. Deze lagerring heeft een gewicht van maar liefst 12,5 ton en maakt maar vier procent van de totale bewegende massa van de telescoop uit.*



sporteerd naar Mauna Kea, alwaar hij in de tweede helft van 1989 gemonteerd werd.

### De hoofdspiegel

Een hoofdspiegel met een diameter van tien meter, vervaardigd uit één stuk glas, zou 1,7 meter dik zijn, en honderden tonnen zwaar zijn. Dit zou betekenen dat de montering werkelijk gigantische afmetingen zou moeten hebben, om het verrichten van goede waarnemen mogelijk te maken. De gekozen oplossing behelst de toepassing van 36 zes-hoekige spiegels, die samen een spiegel van tien meter diameter en een openingsverhouding van  $f/1,75$  vormen. De enige regelmatige geometrische vormen die aaneengelegd een gesloten vlak kunnen vormen, zijn de driehoek, het vierkant en de zeshoek. De

zeshoek is de interessantste vorm, daar een vrijwel cirkelvormig geheel te vormen is uit zeshoeken.

Ieder zeshoekig segment wordt vervaardigd uit een cirkelvormig stuk Schott-Zerodurglas met een diameter van 1,8 meter en een dikte van 7,5 centimeter. Elk segment weegt 400 kilogram. Zerodurglas kenmerkt zich door een zeer geringe thermische coëfficiënt (dit glas zet dus weinig uit bij het stijgen van de temperatuur). Het polijsten vindt plaats volgens het 'stressed-mirror polishing'-proces dat ook gebruikt wordt voor de vervaardiging van de correctielens van een Schmidt-camera. Nadat het segment sferisch gesepen is, wordt hij op de polijsttafel op een speciale manier vervormd en ingespannen. Na het vlakpolijsten van het segment, wordt hij ontspannen en

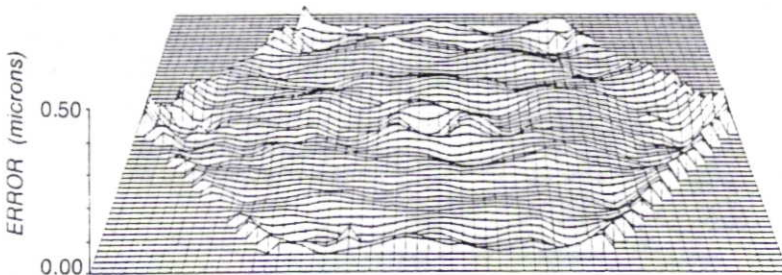
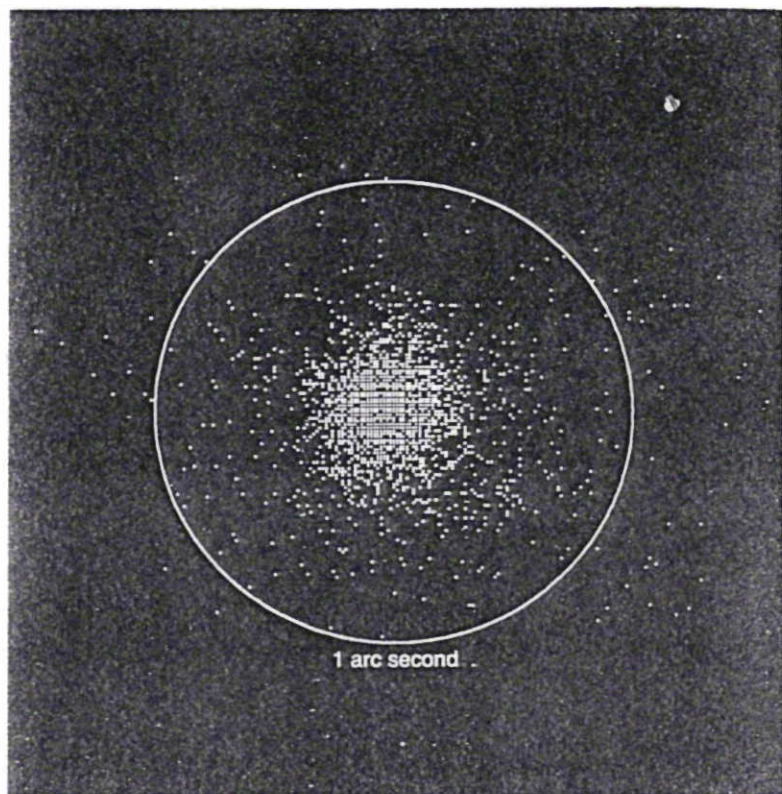
neemt dan z'n juiste, hyperbolische vorm aan. Het dan nog ronde segment wordt met een glaszaag bewerkt tot z'n zeshoekige vorm. Dit laatste levert een probleem op: ingesloten spanningen in de glasschijf kunnen zich nu ontladen, waardoor vormafwijkingen ontstaan. Deze afwijkingen kunnen tot één  $\mu$  m (micrometer) groot zijn, waardoor beeldfouten van 4" kunnen ontstaan. Toch is het niet mogelijk andersom te werk te gaan, dus eerst de schijven zeshoekig maken en dan slijpen, daar het dan onmogelijk is het 'stressed-mirror polishing' toe te passen. Er ontstaan ook nog afwijkingen door de bewegingen met de kijkerbuis. Hierdoor kunnen de segmenten zich verplaatsen ten opzichte van elkaar of ten opzichte van de vangspiegel(s) of randapparatuur. Deze bewegingen kunnen tot 0,6mm groot zijn, wat 10.000 maal groter is dan toelaatbaar. Al deze afwijkingen worden weggewerkt door het speciale spiegelondersteuningssysteem, wat verderop besproken zal worden. De 36 segmenten plus zes reserve zouden oorspronkelijk door Itek geproduceerd worden. Dit bedrijf fabriceert ook de optiek voor spionagesatellieten, zodat geen problemen verwacht werden. Het eerste segment werd afgeleverd in december 1987, maar na een half jaar was het tweede nog niet gereed. Op die manier zou de bouw zo'n 20 jaar duren, zodat contact gezocht werd met Tinsley Laboratories in Richmond. Tinsley neemt de helft van het 'stress polishing' van Itek over.

### Spiegelondersteuning

Voor een spiegel van traditioneel ontwerp (met een dikte van  $1/6$  van z'n diameter) voldoet een eenvoudige ondersteuning met gewichten. Deze ondersteuning bestaat uit een groot aantal oplegpunten die, bestuurd door gewichten, afhankelijk van de stand van de telescoopbuis verder in- of uitschuiven. De spiegel van de Keck-telescoop is veel te slap voor deze constructie, zodat een actief (corrigerend) systeem toegepast moest worden. In het midden van elk segment is een cirkelvormige kamer gemaakt, waarin een bewegbare schotel rust. Deze schotel voorkomt dat het segment wegglijdt of uit de telescoop valt, maar laat elke



kantelbeweging en beweging volgens de optische as van de telescoop van het segment toe. Het segment wordt verder ondersteund door 36 oplegpunten, die weer gemonteerd worden op drie beweegbare steunen. Deze steunen kunnen over één mm versteld worden, in stappen van 0,004 mm. De sturing van de beweegbare steunen vindt plaats door een twaalftal Micro-VAX computers. Deze computers krijgen hun informatie van 168 sensoren. Deze sensoren zijn gemonteerd tussen de spiegelsegmenten, op elke grens tussen twee segmenten twee. De sensoren zijn capaciteits-verplaatsingsmeters. Aan het ene segment is een vork gemonteerd, en aan het andere segment een plaatje. Dit plaatje steekt tussen de poten van de vork, met een speling van 4 mm aan beide zijden. Bij bewegingen van de segmenten verplaatsen de vork en de plaat zich ten opzichte van elkaar, waardoor de capaciteit van het geheel zich wijzigt. Op deze manier kan een verplaatsing van 0,001  $\mu$  m (micrometer) gemeten worden, wat ruim voldoende is. De beweging en de positie van de segmenten wordt elke halve seconde gemeten en (indien noodzakelijk) gecorrigeerd. Bij het activeren van het systeem wordt de ideale spiegelvorm na vijf minuten bereikt, zelfs bij gesloten koepel. Er is rekening gehouden met mogelijk falen van het systeem. Zo zijn er in feite slechts 105 sensoren nodig in plaats van de toegepaste 168. Wanneer één van de sensoren een vreemde (dus niet in de rest van de meetresultaten passende) meting verricht, concludeert de computer dat deze sensor stuk is, schakelt hem uit en



laat de operator weten dat reparatie noodzakelijk is. Het waarnemen kan echter gewoon doorgaan, zodat een geschikte reparatietijd gezocht kan worden. Met dit systeem kunnen de spiegels zodanig ingesteld worden

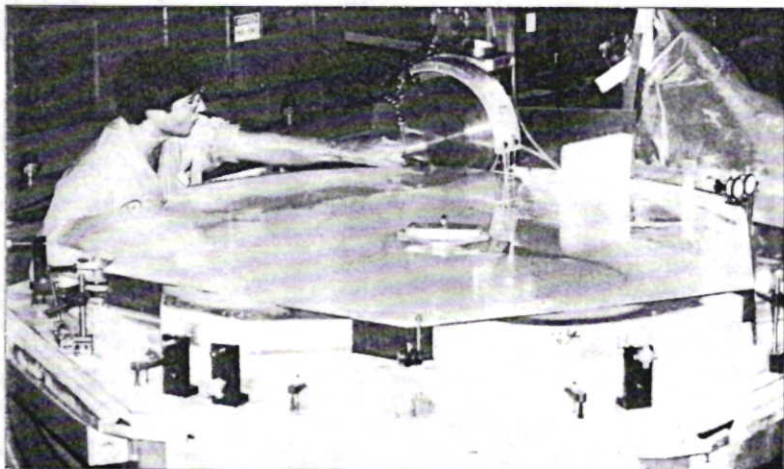
dat 80% van het licht bij een 20 minuten durende waarneming in het f/15 Ritchey-Chrétien brandpunt binnen een gebiedje van 0,5" valt.

Nevenstaand computerdiagram laat zien wat segment 18 presteert. Enkele vormfouten en beeldfouten aan de randen, die veroorzaakt zijn als gevolg van het knippen van de platen, kunnen opgespoord en gecorrigeerd worden. De resterende beeldfouten liggen ver beneden 0,1 micrometer. Het spotdiagram toont dat 80% van alle licht binnen het criterium van 0,39 boogseconden valt.

### Verschillende soorten hulp spiegels

Er wordt gebruik gemaakt van een drietal bandpunten in de Keck-telescoop, waarvoor verschillende hulp spiegels gebruikt worden. De secundaire spiegel voor gebruik van het f/15 Ritchey-Chrétien brandpunt is convex-hyperbilsch geslepen en heeft een diameter

Bij de firma Itek Optical Systems in Lexington werd met behulp van een met diamantsplinters uitgeruste zaag de hexagonale glasplaten gezaagd. Om de 36 segmenten tijdig af te kunnen leveren is een deel van de opdracht door Tinsley Laboratories in Richmond overgenomen



## Enkele gegevens van de KECK-telescoop

Optisch systeem Ritchey-Chrétien

## HOOFDSPIEGEL

Effectieve opening 9,82 meter  
 Maximum diameter 10,95 meter  
 Lichtverzamelend opp. 75,76 m<sup>2</sup>  
 Spiegelvorm concaaf hyperboloïde  
 Aantal segmenten 36  
 Krommingsradius 35 meter  
 Opening tussen elk segment 3 mm  
 Totaal gewicht spiegel 14,4 ton  
 Aantal regelaars 108 (3 per segment)  
 Sensors voor positionering 168 (6 tot 12 per segment)  
 Structurele resonanties 5 Hz en hoger  
 Maximale doorbuiging 0,6 mm  
 Tijdsduur van controle spiegelvorm 1/2 seconde  
 Positioneringssnelheid 10 seconden

## SEGMENTEN

Verschillende asferische typen 6  
 Aantal segmenten van elk type 6  
 Tolerantie in brandpuntsafstand 0,2 mm  
 Vorm hexagonaal  
 Grootste diameter 1,8 meter  
 Dikte 75 mm  
 Glassoort Schott Zerodur  
 Gewicht 400 kg

## VANGSPIEGEL (F/15)

Spiegelvorm convex hyperboloïde  
 Vorm rond  
 Diameter 1,4 meter  
 Krommingsradius 4,73 meter  
 Afstand tot hoofdspiegel 15,41 meter  
 Brandvlak 2,5 meter achter hoofdspiegel  
 Effectieve brandpuntsafstand 150 meter  
 Beeldmaatstaf 0,7" is gelijk aan één mm  
 Beeldveld 0,33°

## ALGEMENE GEGEVENS

Plaats observatorium Mauna Kea  
 Hoogte boven zeespiegel 4.150 meter  
 Gemiddelde windsnelheid 25 km per uur  
 Gemiddelde jaartemperatuur 0° C  
 Aantal heldere nachten 250 per jaar  
 Seeing slechter dan 1" 50% van waarnemingstijd  
 Hoogte van koepel 31 meter  
 Diameter koepel 37 meter  
 Gewicht bewegende massa van de koepel 700 ton  
 Tijd nodig voor luchtverversing 5 minuten per keer  
 Soort montering azimutaal  
 Gewicht bewegende massa van de telescoop 298 ton  
 Totale kosten van het project \$94.000.000  
 Hoofdkwartier KECK-telescoop Kamuela (Hawaii)

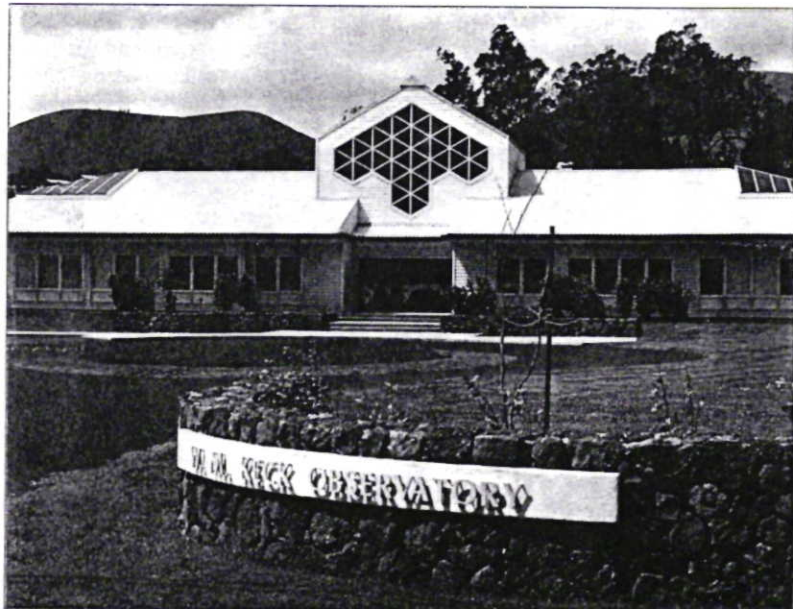
van 1,4 meter. Deze spiegel wordt geslepen in de optische ruimten van het Lick Observatorium in Santa Cruz, Californië en lag daar ook toen de aardbeving van 17 oktober San Fransisco trof. De spiegel lag toen op de polijstmachine en sprong één centimeter omhoog. Deze klap werd zonder schade aan de spiegel doorstaan, zodat het met de stevigheid ervan wel goed zit. Een kleinere spiegel wordt gebruikt voor infra-roodwerk. Deze spiegel klappt heen en weer om afwisselend een blik te bieden op het object en een 'leeg' stuk hemel. De spiegel zorgt voor een f/25 brandpunt in het centrale stuk van de kijkerbuis, vier meter boven de hoofdspiegel. Deze spiegel is zeshoekig van vorm om zo min mogelijk obstructie te vormen. Een vlakke (tertiaire) spiegel staat onder een hoek van 45° met de hoofdspiegel en wordt gebruikt om het licht te weerkaatsen naar één van de zes 'blokken' die centraal, ter hoogte van de horizontale as van de telescoop, gemonteerd zijn. In deze blokken kan waarnemingsapparatuur opgesteld worden. De horizontale assen zijn hol uitgevoerd, zodat het licht op het (vast gemonteerde) Nasmyth-waarnemingsplatform kan vallen. Op dit platform kunnen zeer zware waarnemingsinstrumenten geplaatst worden.

## De

## waarnemingsapparatuur

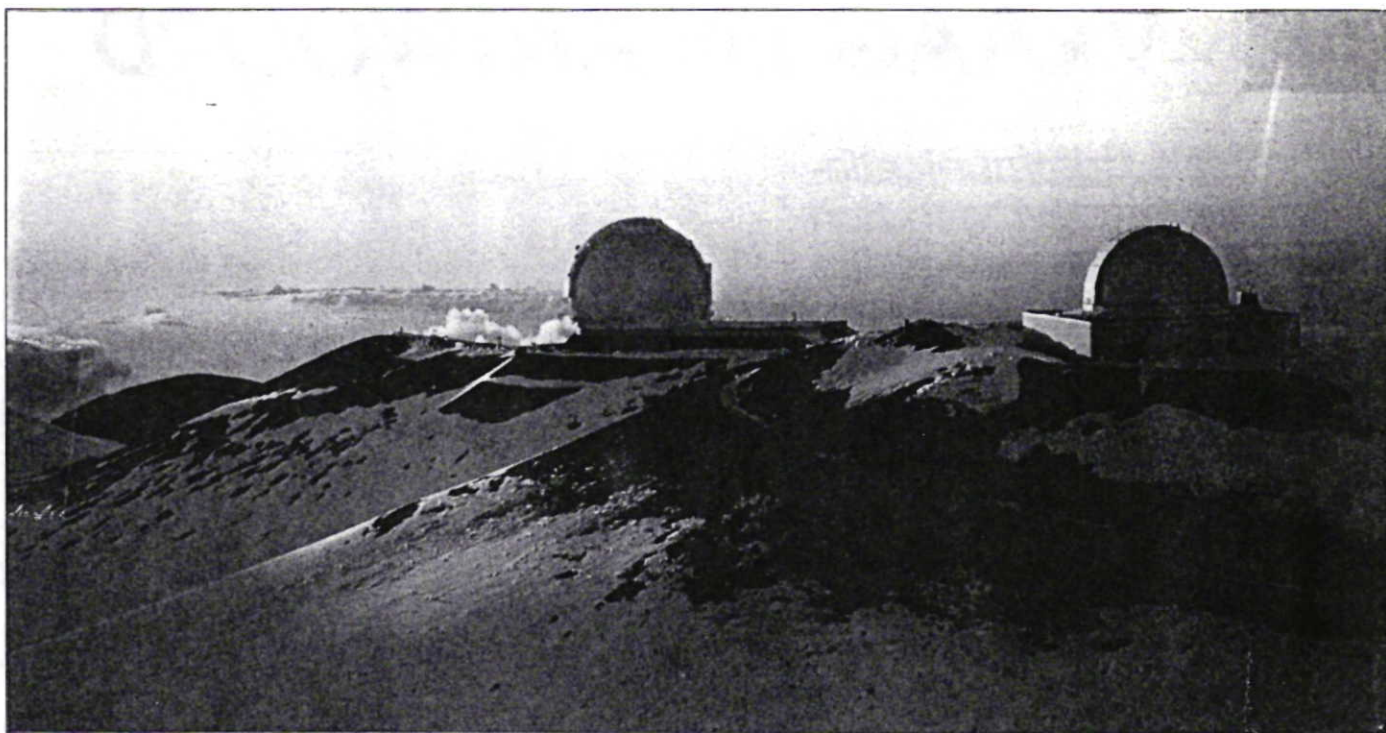
Vier hoofdwaarnemingsinstrumenten worden voor deze telescoop

gebouwd. De 'Low-resolution imaging spectrograph' is een spectrograaf met een laag spectraal-scheidend vermogen (lager dan 10.000). Het scheidend vermogen bedraagt 0,15". In dit instrument wordt gebruik gemaakt van vier CCD's, elk met 2048 bij 2048 pixels, waarmee een veld van zes bij acht boogminuten afgebeeld kan worden. De 'High-resolution spectrograph' kan een veel hoger spectraal scheidend vermogen bereiken, namelijk bijna 100.000. Het is echter geen beeldvormend instrument. De toegepaste CCD is gelijk aan die in de 'Low-resolution imaging spectrograph'. De 'Near-infrared camera' is bedoeld voor waarnemingen in infrarood licht met golflengten tussen één en vijf  $\mu$  m. Dit instrument maakt gebruik van een indium-antimonide detector van 256 bij 256 pixels. Een scheidend vermogen van 0,15" kan bereikt worden. De 'Long-wavelength infrared camera' neemt waar op golflengten tussen acht en twintig mm (micrometer), dus ruim in het infrarood. Een detector van 20 bij 64 pixels zorgt voor een scheidend vermogen van 0,08" bij 0,32". De mogelijkheid bestaat dat later een fotografische camera in het primaire brandpunt aangebracht wordt. Er wordt dan een correctielens toegepast die de openingsverhouding van f/1,75 vergroot tot f/2,0. Op cirkelvormige platen van 17,5 centimeter diameter kan dan een beeldveld van een halve graad bereikt worden.



**Boven:** Een lijst met technische gegevens van de KECK-telescoop. Deze telescoop heeft een grensmagnitude van +28.

**Rechts:** Ongeveer 72 km van de KECK-telescoop verwijderd, bij het stadje Kamuela, ligt het hoofdkwartier van de telescoop. Vanuit dit hoofdkwartier kan de telescoop op afstand bestuurd worden, zodat ook bezoekende astronomen, die niet gewend zijn op grote hoogte te werken, waarnemingen kunnen doen.



## Keck en Hubble

De Keck-telescoop ontstond in de schaduw van de Hubble Space Telescope, waarmee de Keck-telescoop onrecht aangedaan wordt. Beide telescopen bereiken naar verwachting magnitude +28, met een beter scheidend vermogen voor de 'Hubble', maar een beter spectraal scheidend vermogen voor de 'Keck'. Aardse telescopen blijven noodzakelijk, alleen al vanwege het feit dat een ruimtetelescoop monsterachtig duur is ten opzichte van grote aardse kijker (de Hubble-telescoop kostte 1200 miljoen Dollar; de Keck-telescoop slechts 94 miljoen Dollar). Daarbij is de waarnemingstijd aan boord van de Hubble veel te kort voor alle waarnemingen. Tenslotte gaat Hubble naar verwachting slechts 15 jaar mee, tegenover vele tientallen jaren voor Keck (gezien de geschiedenis van oude telescopen waarschijnlijk meer dan honderd jaar).

## Tot slot

Sinds februari worden er nu twee segmenten per maand geprodu-

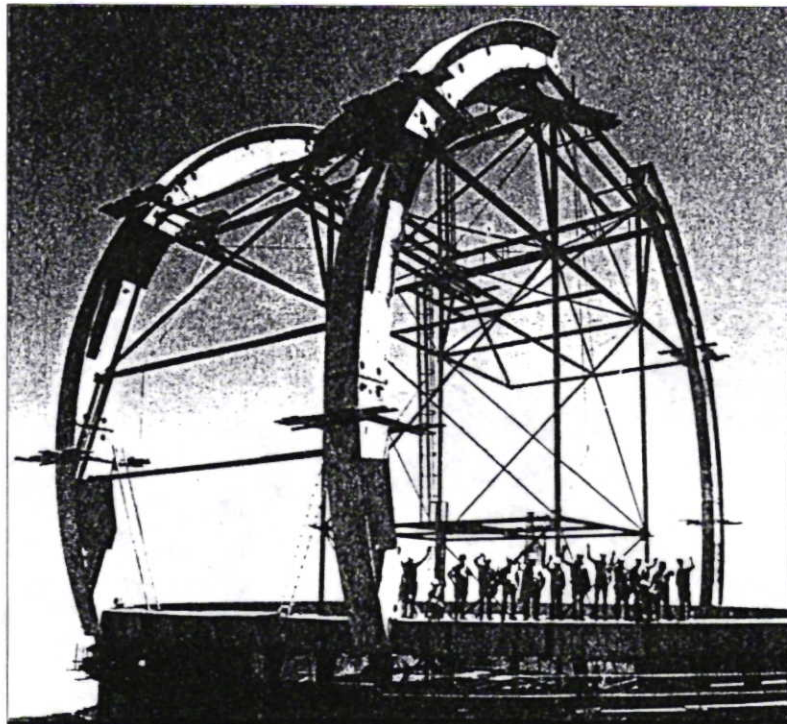
*Toen in 1987 begonnen werd met het in elkaar zetten van de staalconstructie van de koepel, heeft de firma Schwartz & Hautmont de telescoopconstructie getest op doorbuiging.*

ceerd. Waarschijnlijk zullen in de herfst reeds negen segmenten gemonteerd zijn. Afgesproken is dat de telescoop op dat moment 'first light' ziet om testprocedures met de spiegelondersteuning uit te voeren.

F. Hol

*Literatuur:*  
Sky & Telescope, juli 1990  
Sky & Telescope, april 1989

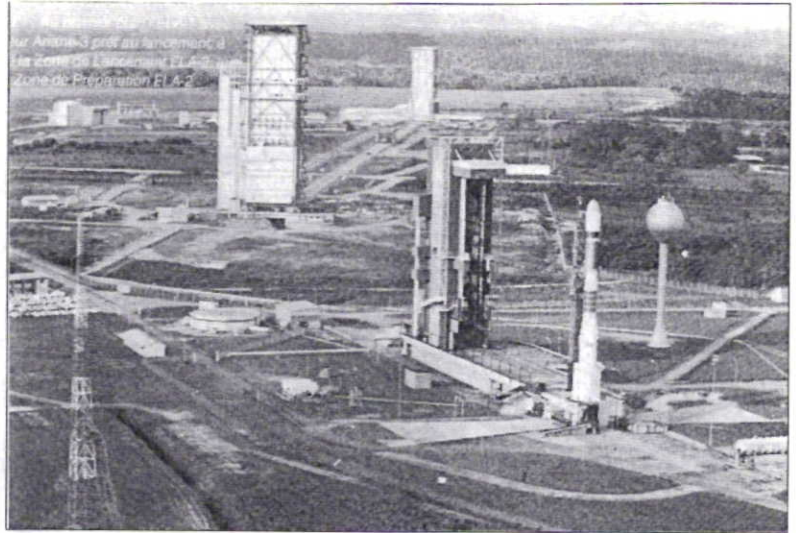
*In het gloed van de zonsopgang op Mauna Kea liggen twee grote koepels. In de rechter koepel staat de 3,5 meter infraroodtelescoop van de NASA opgesteld. In de linker koepel staat de Keck telescoop.*



## WAT IS EEN GEOSTATIONAIRE BAAN?

## VRAAG EN ANTWOORD

**Vele communicatie-satellieten bevinden zich in een geostationaire baan rond de Aarde, op 36.000 km hoogte. Wat een geostationaire baan is en hoe deze wordt bereikt, is in dit artikel te lezen.**



De lanceerbasis in Kourou, Frans Guyana, ligt bijna aan de evenaar en is daarom zeer geschikt om satellieten in een geostationaire baan te brengen.

### Wat is de geostationaire baan?

*De Hipparchos is een satelliet die vanuit een geostationaire baan posities van sterren moest gaan meten. De lancering op zich is goed verlopen, maar hij is niet in zijn geostationaire baan terecht gekomen, vanwege een defecte motor.*

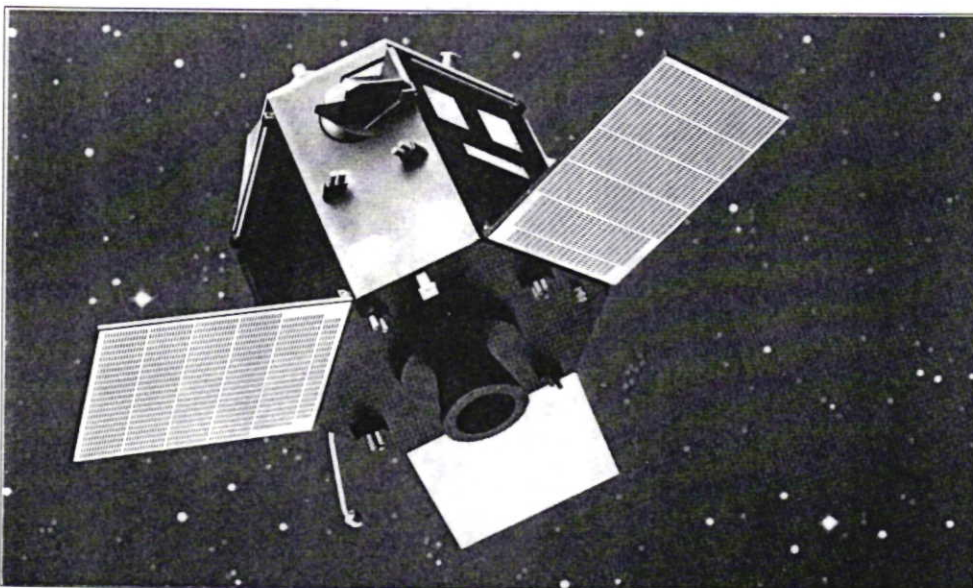
Voor dat we deze vraag beantwoordenn moeten we eerst weten wat de geostationaire baan zelf is. Het bijzondere van deze baan is dat een satelliet die zich erin bevindt precies in 24 uur om de aarde draait. Wil men dit bereiken dan moet de satelliet in een cirkelvormige baan op 36000 km boven het aardoppervlak draaien. Als het baanvlak van de satelliet zich dan ook nog pal boven de evenaar bevindt staat de satelliet ten opzichte van de aarde vast. Dit is erg handig voor verschillende

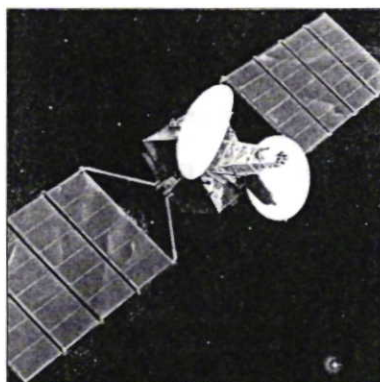
soorten satellieten, zoals communicatie satellieten die dan continu de aarde kunnen bestrijken en zo ononderbroken verbindingen kunnen realiseren. Of bijvoorbeeld voor de weersatelliet meteosat die vanuit deze hoge positie het weer boven Europa kan fotograferen.

### Overgangsbanen

Omdat de geostationaire baan zo hoog boven de aarde ligt is het niet mogelijk om een raket vanaf

de aarde in een keer zo hoog te laten komen. Het moet in onderdelen gebeuren. De raket brengt de satelliet eerst in een baan om de aarde waarna er verschillende manoeuvres worden uitgevoerd om de geostationaire baan te bereiken. De eerste vraag die we dus moeten beantwoorden is: waarom kan een raket niet direct doorvliegen naar een geostationaire baan. Allereerst kunnen we stellen dat een raket twee dingen moet doen. Hij moet allereerst de satelliet hoger brengen en ten tweede moet hij de satelliet versnellen. Het omhoogbrengen kost over het algemeen meer brandstof dan het versnellen. Het is dus gemakkelijker een satelliet laag boven de aarde een flinke snelheid te geven dan een satelliet in één keer in een hoge baan te brengen. Daarnaast zijn er een aantal technische bezwaren tegen een directe vlucht. Omdat de geostationaire baan zo ver van de aarde vandaan ligt duurt het heel lang voor de raket er zou aankomen, en daarop zijn hedendaagse raketten niet berekend. Ze zouden dan langer moeten werken (uren!) en er zouden veel grondstations nodig zijn om de raket te kunnen volgen. Ook zou de raket in deze lange tijd weinig stuwkracht moeten leveren wat ongunstig is. Al met al is het niet gunstig om in





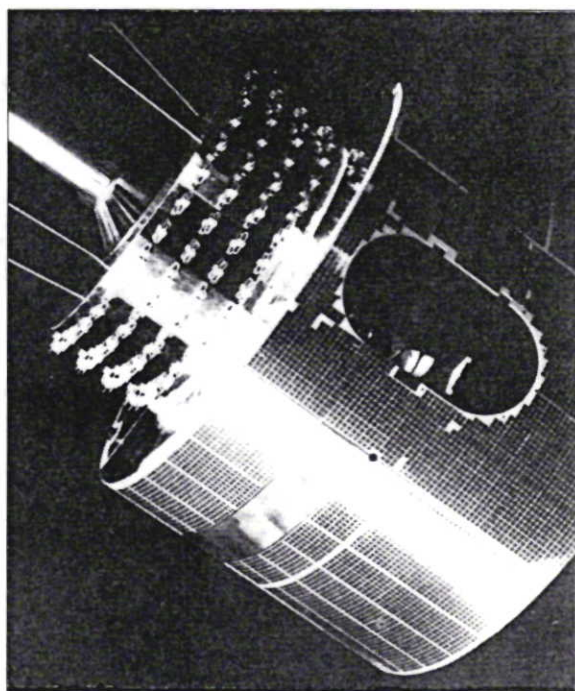
Communicatiesatellieten vormen een belangrijke schakel tussen verschillende delen van Europa en tussen de werelddelen. Ze zijn er voor verschillende doeleinden, zoals het doorgeven van TV-beelden, telefoonverbindingen. Voorbeelden van communicatiesatellieten zijn Eutelsat, ECS (boven) en TV-Sat.

vliegt de satelliet zonder aandrijving in een vaste baan.

### De praktijk

Nu we het principe hebben gevonden om naar een geostationaire baan te vliegen gaan we eens bekijken hoe men dat principe in de praktijk brengt.

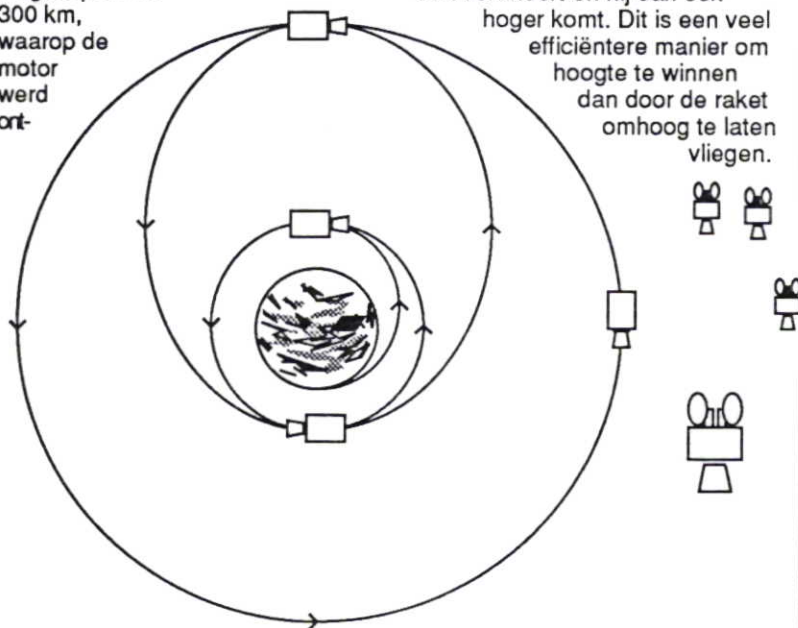
Daarvoor gaan we de vluchten van een tweetal raketten en hun satellieten volgen. Allereerst de baan van een satelliet die met een Titan-raket of de spaceshuttle wordt gelanceerd. De Titan-raket en de spaceshuttle zijn lanceervoertuigen die heel geschikt zijn om grote ladingen in een lage baan om de Aarde te brengen maar niet om kleinere ladingen in hogere banen te brengen. De satelliet wordt voor de lancering voorzien van twee motoren en daarna wordt hij door de Titan-raket of spaceshuttle op een hoogte van ongeveer 300 km uitgezet. Deze baan noemen we de parkeerbaan. Op het juiste moment wordt daarna de één van de twee motoren ontstoken. Zoals eerder al is gezegd, zijn raketten beter in versnellen dan in hoogte winnen, en dus zorgt de motor ervoor dat de hoogte niet verandert, maar dat de snelheid flink wordt opgevoerd. In de parkeerbaan is de snelheid ongeveer 7,8 km per seconde en na het ontsteken van de eerste motor is deze opgelopen tot 10,3 km per seconde. Door deze snelheidsverandering verandert ook de baan. Het wordt een elliptische baan met als laagste punt de 300 km, waarop de motor werd ont-



stoken en als hoogste punt 36.000 km. Het is ook mogelijk de parkeerbaan over te slaan en de satelliet direct in deze baan te brengen. Dit is mogelijk door de raket minder lading mee te geven en op deze wijze de satelliet extra te versnellen. Een voorbeeld van deze methode is de Arianeraket die de satelliet direct in een baan met als laagste punt 200 km en als hoogste punt 36.000 km brengt. Maar de Arianeraket is hier dan ook speciaal voor ontworpen. De omlooptijd in dit soort banen is ongeveer elf uur. U ziet dat, door de satelliet te versnellen, de baan ook verandert en hij dan ook

hoger komt. Dit is een veel efficiëntere manier om hoogte te winnen dan door de raket omhoog te laten vliegen.

Een satelliet wordt, nadat hij in een baan rond de Aarde is gebracht, versneld, waardoor hij in een elliptische baan terecht komt, waarvan het verste punt op een geostationaire baan ligt. Bij het bereiken van het verste punt wordt de motor weer ontstoken en komt hij in zijn definitieve geostationaire baan terecht.



één keer naar de geostationaire baan door te vliegen. Het gaat allemaal veel eenvoudiger als we gebruik maken van overgangsbannen. Het principe is als volgt: de raket geeft de satelliet op een lage hoogte een grote snelheid waarna de satelliet in een elliptische baan komt, waarvan het hoogste punt raakt aan de geostationaire baan. Met een eigen motor verandert de satelliet dan bij het hoogste punt zijn baan om in de gewenste baan te komen. De voordelen zijn duidelijk: de raket hoeft, nadat hij de satelliet heeft versneld, niets meer te doen en zijn vlucht is ten einde. In de overgangsbaan hoeven er geen motoren ingeschakeld te worden en er zijn dus minder grondstations nodig die de zaak continu in de gaten houden. Verder kan men alle systemen nog eens testen voordat men verder gaat. De gehele vlucht bestaat nu uit een aantal korte stoten waarmee de baan wordt veranderd. Tussen de stoten in

Een voorbeeld van een grondstation, die dient voor het opvangen van signalen van satellieten



Wel neemt de snelheid af naarmate de satelliet hoger komt. Deze baan, met zijn hoogste punt van 36.000 km en zijn laagste punt van 300 km, wordt de overgangsbaan of transferbaan genoemd. Hij vormt de overgang tussen de lage en de geostationaire baan. Om nu in de geostationaire baan te komen, moeten we nog de tweede keer de motor inschakelen. Als de satelliet om 36.000 km hoogte aankomt, wordt de tweede motor ontstoken. Deze verandert weer de snelheid om de overgangsbaan te veranderen in een geostationaire baan. De snelheid van de satelliet in de geostationaire baan is ongeveer 3 km per seconde en de snelheid op het hoogste punt van de transferbaan is dan ongeveer 1,5 km per seconde. De

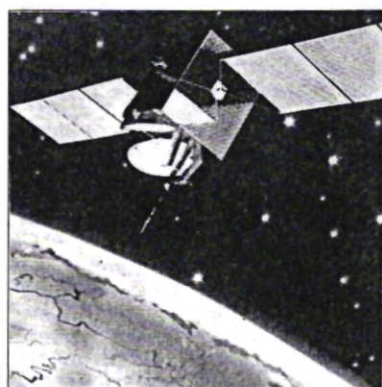
motor moet dus de snelheid verdubbelen.

### Het positioneren van een satelliet

Meestal zorgt men dat de satelliet na de laatste stoot niet precies in de geostationaire baan komt. Men moet dan denken aan een baan die een paar kilometer hoger of lager dan de eigenlijke geostationaire baan ligt. Deze kleine afwijking zorgt ervoor dat de satelliet ten opzichte van de Aarde langzaam gaat bewegen. Zo kan men de satelliet zeer nauwkeurig naar zijn uiteindelijke positie sturen, waarna hij door zijn eigen kleine stuurraketten in de echte geostationaire baan wordt gebracht.

### De inclinatie

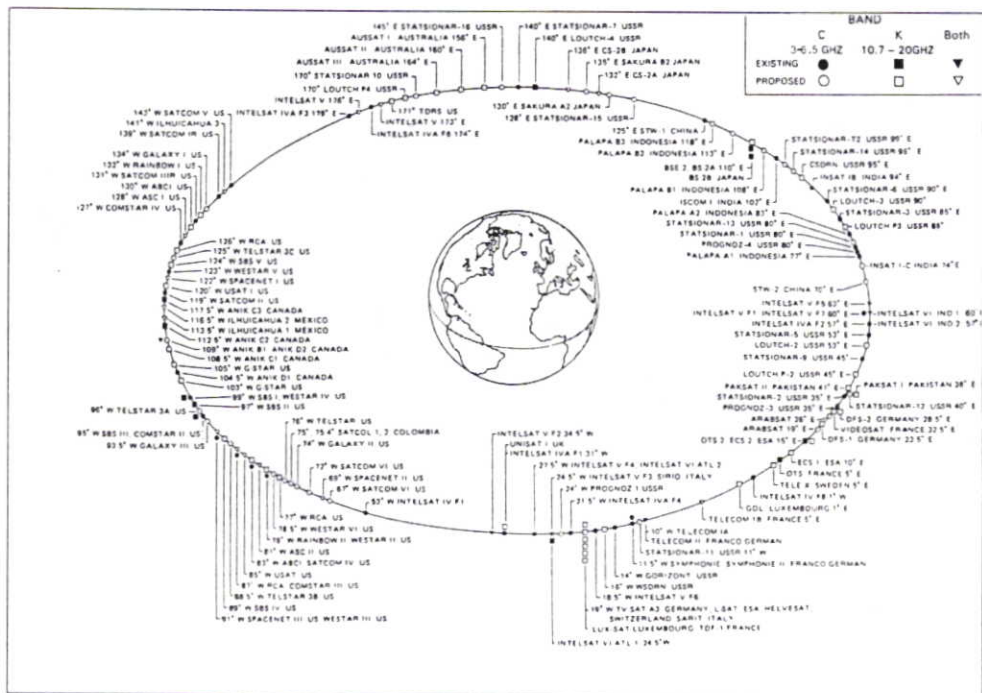
Tot nu toe hebben we alleen gepraat over de verandering in hoogte van de baan en de daarmee samenhangende snelheidsveranderingen. In de beschrijving van de geostationaire baan werd ook gezegd dat de baan pal boven de evenaar moet liggen. Dit kunnen we alleen maar bereiken als de lanceerbasis ook aan de evenaar ligt en soms is dit niet het geval. Hierdoor moeten we in de overgangsbaan niet alleen de hoogte, maar ook de hoek met de evenaar veranderen. Deze hoekverandering kunnen we bereiken door de richting van de snelheid te veranderen. Ook dit kunnen we het beste doen in het hoogste punt



De TDF-satelliet

van de baan omdat de snelheid daar het laagst is. Immers, in een auto is het ook veel gemakkelijker een bocht te maken met 20 km per uur dan met 70 km per uur. Toch kost het veranderen van de hoek veel brandstof, dus het is belangrijk zo dicht mogelijk bij de evenaar te lanceren. Kourou, de basis van waaruit de Arianeraketten gelanceerd worden, ligt vijf graden noorderbreedte en is daarmee zeer geschikt. Cape Canaveral op 28,5° noorderbreedte ligt daarmee een stuk ongunstiger. De Russische basis Baykonur ligt op 65° noorderbreedte en is daarmee een handicap voor de Russische satellietlanceerders. Zij kunnen dus met een raket veel minder lading in een geostationaire baan brengen.

Berry Sanders



ALLE TIJDEN IN ZOMERTIJD\*

# WAARNEMINGSKALENDER JULI/AUGUSTUS / SEPTEMBER 1990

\*Zomertijd =  
UT + 2 uur  
MET +1 uur



**Nu de vakantie is begonnen, is er meer tijd voor je hobby. In deze rubriek vindt je vele interessante waarnemingstips. Rond half augustus staan Venus en Jupiter heel dicht bij elkaar. De belangrijkste gebeurtenis in deze periode is wel de meteorenzwerm Perseïden.**

Een foto van de bekende Duitse amateur Bernd-Flach Wilken. De foto werd met een 20 cm flatfieldcamera gemaakt en werd elf minuten belicht.

## Algemene kalender

zo 15 juli, de planeet Jupiter is in conjunctie met de Zon, waardoor de planeet voor enkele weken uit ons zicht verdwenen is.

zo 15 juli, Laatste Kwartier om 13.04 uur.

ma 16 juli, om 11 uur staat de Maan op 7° noordelijk van Mars. Deze samenstand moet enige uren eerder, voordat de Zon opkomt, bekeken worden.

ma 16 juli, planetoïde 8 Flora van magnitude +9,3 staat 7' zuidelijk van de ster 14 Sgr van magnitude +5,7. Ook deze samenstand is niet op het moment van dichtste nadering te zien, doch enige uren later.

wo 18 juli, vannacht is weer eens een bedekking van de Pleiaden door de Maan te zien. De Maan is

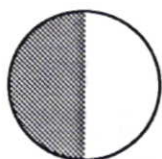
vannacht voor ongeveer één kwart verlicht; aan de westelijke ('linker') kant. Hierdoor zijn vrijwel alleen maar wederverschijningen te zien. Alleen de bedekking van 27 Tau (magn. +3.8) om 2h46.8m is waarneembaar. Aan wederverschijningen is waarneembaar: om 2h36m, 23 Tau (magn. 4.2); om 2h59.4m, 24 Tau (magn. 6.3); om 3h02.3m,  $\eta$  tau (magn. 3.0); om 3h35.0m, 27 Tau (magn. 3.8) en om 3h39.0m, 28 Tau (magn. 5.2). vr 20 juli, om 4 uur staat de maan 4° noordelijk van Venus; deze samenstand is prachtig in de

De Zon met zonnevlekken. Probeer in de vakantie eens een zonnevlek een paar dagen te volgen. Het is schitterend te zien hoe zo'n vlek van dag tot dag verandert.

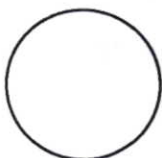




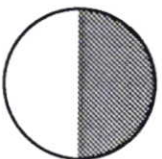
**Nieuwe Maan**  
22-7, 4.54 uur  
20-8, 14.39 uur  
19-9, 2.46 uur



**Eerste Kwartier**  
29-7, 16.01 uur  
28-8, 9.34 uur

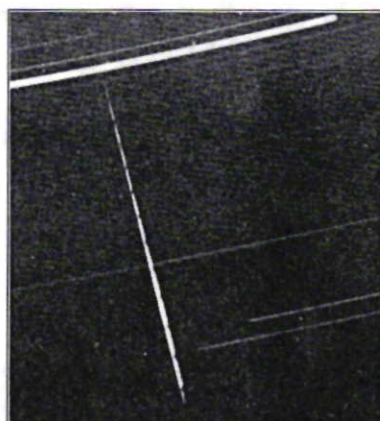


**Volle Maan**  
6-8, 16.19 uur  
5-9, 3.46 uur



**Laatste Kwartier**  
15-7, 13.04 uur  
13-8, 17.54 uur  
11-9, 22.53 uur

Twee opnamen van Perseiden, gefotografeerd vanuit twee verschillende observatieplaatsen. De opname is gemaakt op 7 augustus 1972 om 1u32m04s.



ochtendschemering waarneembaar boven de oostelijke horizon. **za 21 juli**, de Maan komt vanmorgen om 4h25m op, gevolgd door de Zon om 5.44 uur. De maansikkel is deze ochtend zeer smal, op nog geen 24 uur voor Nieuwe Maan, maar probeer haar eens waar te nemen tussen 5h00m en 5h10m.

**za 21 juli**, Venus bevindt zich om 14h49m op 1'44" noordelijk van SAO 77996 (magn. +7,3). Bekijk deze nauwe samenstand op de ochtend van 22 juli.

**zo 22 juli**, Nieuwe Maan om 4h54m. In een deel van Finland, Estland en de Sovjet Unie is een totale zonsverduistering waarneembaar.

**ma 23 juli**, de Maan staat om 20 uur drie graden zuidelijk van Mercurius. Dit gebeuren is moeilijk waarneembaar; kijk enige uren later.

**za 28 juli**, om 22 uur staat de Maan vijf graden zuidzuidoostelijk van Spica.

**za 28 juli**, planetoïde 85 lo (magn. +10,3) staat om 21 uur op 2' noordelijk van de ster SAO 125805 (magn. +6,6;  $\alpha = 20^h26,3m$ ,  $\delta = +02^{\circ}57'$

**zo 29 juli**, Mercurius (magn. +0,1) staat om 7h56m op 2'17" noordelijk van Regulus (magn. +1,3).

Bekijk de samenstand in de avondschemering. **zo 29 juli**, Eerste Kwartier om 16h01m.

**di 31 juli**, Venus is om 5h58m op

2'18" noordelijk van SAO 78921 (magn. 6,9) te vinden.

**di 31 juli**,  $\pi$  Sco (magn. 3,0) komt om 21h56m achter de Maan tevoorschijn. De Maan is voor 71% verlicht en staat 11° boven de horizon.

**wo 1 augustus**, de Maan komt om 11 uur in conjunctie met Antares. Bekijk dit 's avonds.

**za 4 augustus**, planetoïde 194 Prokne (magn. +9,8) komt in oppositie met de Zon.

**za 4 augustus**, om 20 uur staat de

Mercurius		
datum	Zon onder	Merc. onder
10-7	21 58	22 39
15-7	21 54	22 44
20-7	21 48	22 42
25-7	21 41	22 35
30-7	21 34	22 25
4-8	21 25	22 12
9-5	21 16	21 56

Mercurius op		
datum	Zon op	Merc. op
13-9	6 27	7 10
18-9	5 54	7 18

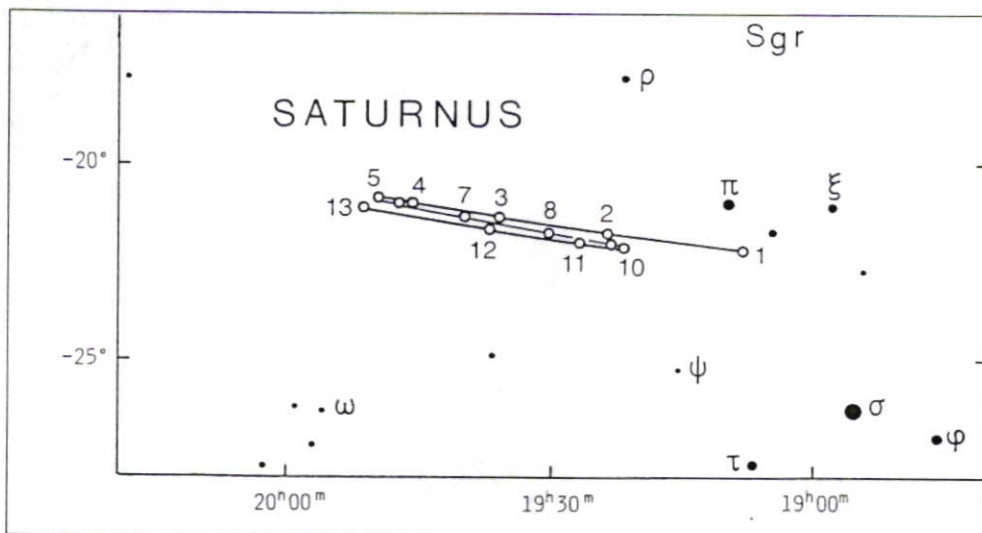
Zon			
datum	opk.	doorg.	onder
10-7	5 31	13 45	21 58
20-7	5 43	13 46	21 48
30-7	5 57	13 46	21 34
9-8	6 13	13 45	21 16
19-8	6 29	13 43	20 56
29-8	6 46	13 40	20 43

Venus			
datum	opk.	doorg.	onder
10-7	3 29	11 37	19 46
20-7	3 34	11 49	20 04
30-7	3 48	12 02	20 16
9-8	4 09	12 15	20 20
19-8	4 35	12 27	20 17
29-8	5 05	12 37	20 07
8-9	5 37	12 46	19 53
18-9	6 09	12 53	19 36

Mars			
datum	opk.	doorg.	onder
10-7	1 24	8 16	15 07
20-7	0 57	8 02	15 06
30-7	0 31	7 48	15 03
9-8	0 05	7 33	14 59
19-8	23 39	7 17	14 52
29-8	23 13	6 59	14 43
8-9	22 46	6 39	14 30
18-9	22 18	6 17	14 14

Jupiter			
datum	opk.	doorg.	onder
10-7	5 51	14 00	2 08
20-7	5 24	13 30	21 36
30-7	4 57	13 00	21 03
9-8	4 29	12 30	19 30
19-8	4 02	11 59	19 57
29-8	3 34	11 29	19 23
8-9	3 06	10 58	18 49
18-9	2 37	10 26	18 15

Saturnus			
datum	opk.	doorg.	onder
10-7	21 59	2 05	6 08
20-7	21 17	1 19	5 24
30-7	20 36	0 36	4 41
9-8	19 55	23 54	3 58
19-8	19 14	23 13	3 16
29-8	18 33	22 31	2 34
8-9	17 53	21 51	1 49
18-9	17 13	21 11	0 09



Half juli komt de planeet Saturnus in oppositie met de Zon en is derhalve de hele avond en nacht zichtbaar. De planeet moet opgezocht worden in de sterrenbeelden Steenbok en Boogschutter.



Maan 2° zuidelijk van Saturnus. Kijk enige uren later.

*ma 6 augustus*, Volle Maan om 16h19m. De vandaag plaatsvindende gedeeltelijke maansverduistering is niet in Nederland waarneembaar.

*di 7 augustus*, planetoïde 10 Hygiea (magn. 10,4) passeert 1' noordelijk van  $\kappa$  Psc (magn. +4,9) De samenstand moet 's nachts waargenomen worden.

*wo 8 augustus*, vannacht is weer een samenstand waarneembaar, en wel tussen Mars (magn. +0,1) en SAO 93235 (magn. +7,3). Mars nadert de ster om 2h52m tot op 42".

*za 11 augustus*, Venus is om 0h20m op 1'17" zuidelijk van de ster SAO 79782 (magn. +7,0) te vinden. De samenstand is enige uren later te zien. Een tweede samenstand vindt plaats om 13h43m, dit keer met SAO 79818 (magn. +7,1) De afstand tussen beide objecten bedraagt dan 35".

*za 11 augustus*, om 15 uur staat Jupiter op één lijn met Pollux en Castor.

*za 11 augustus*, planetoïde 41 Daphne passeert om 22h30m op 12" westelijk van de ster 61 Ser (magn. +5,8).

*za 11 augustus*, Mercurius bereikt om 23 uur z'n grootste oostelijke elongatie op een hoekafstand van 27°25' van de Zon.

*zo 12 augustus*, maximum van de Perseïdenzwerm. Probleem is de storing van de Maan; het is op 13 augustus Laatste Kwartier.

*zo 12 augustus*, Mars in kwadratuur met de Zon.

*zo 12 augustus*, Venus staat om 19 uur in rechte lijn met Pollux en Castor.

*ma 13 augustus*, Venus nadert Jupiter vanacht om 1 uur tot op slechts 3'. Helaas komen ze pas later op. Bekijk het gebeuren na het begin van de ochtendschemering.

*ma 13 augustus*, Laatste Kwartier om 17h54m.

*ma 13 augustus*, de Maan komt om 21 uur in conjunctie met Mars, zeven graden noordelijk ervan. de samenstand is later op de avond waarneembaar.

*wo 15 augustus*, de Maan staat om 3 uur op negen graden noordelijk van Aldebaran.

*do 16 augustus*, de Maan staat om 3 uur op vier graden zuidoostelijk van  $\beta$  Tau.

*za 18 augustus*, de Maan komt om 16 uur in conjunctie met Jupiter. Op andere plekken op Aarde is



een bedekking waarneembaar. De samenstand is 's ochtends voor zonsopkomst te zien.

*za 18 augustus*, de meteorenzwerm  $\kappa$  Cygniden bereikt vannacht waarcshijnlijk z'n maximum. Deze zwerm kenmerkt zich door het voorkomen van een flare aan het einde van de relatief langzaam bewegende meteoren.

*zo 19 augustus*, de Maan komt om 2 uur in conjunctie met Venus.

*ma 20 augustus*, Nieuwe Maan

om 14h39m.

*do 23 augustus*, planetoïde 2 Pallas (magn. +9,0) bevindt zich om 18 uur op 4' noordelijk van de ster 25 Mon (magn. +5,2). De samenstand moet enige uren eerder bekeken worden.

*di 28 augustus*, planetoïde 85 Io (magn. +10,7) staat om 8 uur op 1' oostelijk van de ster 64 Aql (magn. +6,0). De samenstand is enige uren later waarneembaar.

*di 28 augustus*, Eerste Kwartier

JULI/AUG. 1990



Het sterrenbeeld Zwaan, gefotografeerd met een spiegelreflexcamera, uitgerust met een standaardlens. De belichting bedroeg ongeveer 20 seconden.

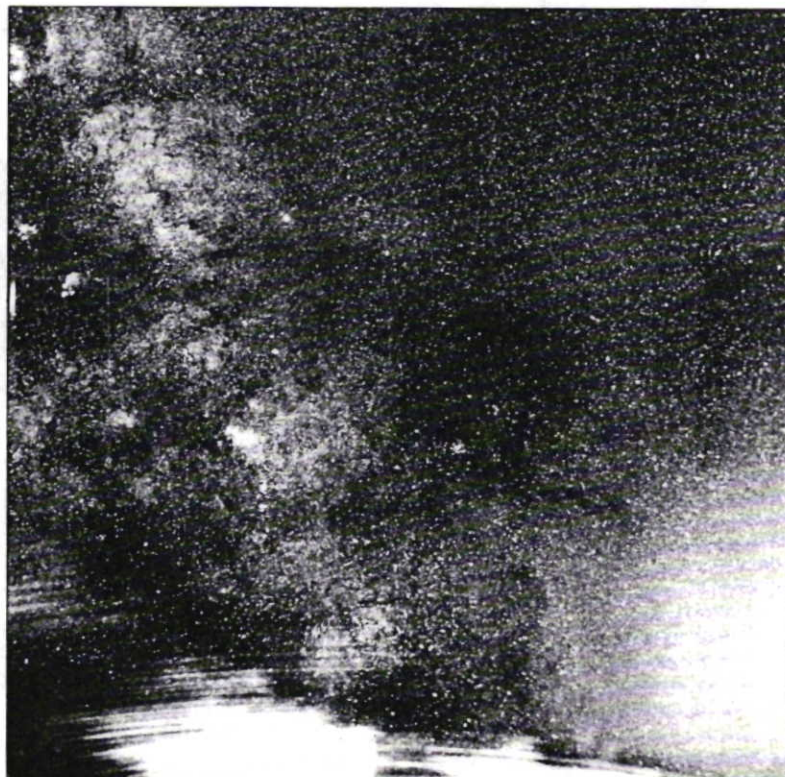
om 9h34m. di 28 augustus, de Maan komt om 18h53m, dus ruim voor zonsopgang, in conjunctie met Antares. Kijk daarom enige uren later. vr 31 augustus, planetoïde 44 Nysa (magn. +10,5) staat om 10 uur op slechts 1' ten noorden van  $\alpha$  Aqr (magn. +4,3). Kijk in de

voorafgaande en/of de opvolgende nacht.

za 1 september, de Maan staat om 2 uur twee graden zuidelijk van Saturnus.

za 1 september, begin van de weerkundige herfst.

di 4 september, planetoïde 368 Siegena (magn. +10,7) staat om 2 uur op 2' oostelijk van de ster 24



Een schitterende opname van de melkweg. De opname is gemaakt met een spiegelreflexcamera, uitgerust met een 50mm standaardlens. De belichting bedroeg één uur.

Maan datum	opk.	doorg.	onder
15-7	0 21	7 12	14 40
16-7	0 44	8 03	14 07
17-7	1 15	8 59	17 35
18-7	— —	10 00	18 58
19-7	2 01	11 04	20 08
20-7	3 05	12 08	21 00
21-7	4 25	13 10	21 36
22-7	5 52	14 07	22 01
23-7	7 20	15 00	22 19
24-7	8 44	15 48	22 34
25-7	10 03	16 33	22 47
26-7	11 19	17 16	22 59
27-7	12 34	17 59	23 11
28-7	13 47	18 42	23 26
30-7	16 12	20 12	— —
31-7	17 21	21 00	00 05
1-8	18 25	21 51	00 35
2-8	19 19	22 42	01 15
3-8	20 01	23 34	02 08
4-8	20 33	— —	03 12
5-8	20 57	00 26	04 26
6-8	21 16	01 15	05 44
7-8	21 31	02 03	07 03
8-8	21 45	02 50	08 23
9-8	21 58	03 36	09 43
10-8	22 12	04 22	11 04
11-8	22 28	05 10	12 27
12-8	22 48	06 00	13 53
13-8	23 16	06 54	15 20
14-8	23 56	07 52	16 44
15-8	— —	08 53	17 57
16-8	00 52	09 56	18 54
17-8	02 04	10 57	19 34
18-8	03 27	11 55	20 03
19-8	04 53	12 49	20 23
20-8	06 18	13 38	20 40
21-8	07 39	14 25	20 53
22-8	08 57	15 09	21 06
23-8	10 13	15 52	21 18
24-8	11 27	16 36	21 32
25-8	12 41	17 20	21 48
26-8	13 54	18 05	22 08
27-8	15 05	18 53	22 34
28-8	16 12	19 42	23 10
29-8	17 10	19 33	23 57
30-8	17 57	21 25	— —
31-8	18 33	22 16	00 56
1-9	19 00	23 06	02 06
2-9	19 20	23 55	03 55
3-9	19 37	— —	04 41
4-9	19 52	00 30	06 02
5-9	20 05	01 30	07 23
6-9	20 19	02 17	08 45
7-9	20 35	03 05	10 10
8-9	20 55	03 56	11 37
9-9	21 20	04 49	13 05
10-9	21 56	05 47	14 31
11-9	22 47	06 47	15 48
12-9	23 53	07 49	16 50
13-9	— —	08 50	17 34
14-9	01 12	09 48	18 06
15-9	02 35	10 42	18 28

De opkomst-, doorgangs- en ondergangstijden van de Maan, geldig voor de maanden juli, augustus en september.

Psc (magn. +6,1).

di 4 september, Saturnus beweegt zich door de dalende knoop van z'n baan.

wo 5 september, Volle Maan om 3h46m.

wo 5 september, planetoïde 15 Eunomia (magn. +10,2) bevindt zich om 5 uur op 3' noordelijk van de ster  $\kappa$  Gem (magn. +3,7).

za 8 september, Mercurius komt om 4 uur in benedenconjunctie met de Zon.

ma 10 september, maantje Ganymedes van Jupiter beweegt zich om 5h40m uit de schaduwkegel van Jupiter. Vijf minuten later verdwijnt Ganymedes weer achter de planeetrand.

ma 10 september, planetoïde 10 Hygiea komt in Vissen in oppositie.

ma 10 september, de Maan staat om 24 uur op vijf graden noordelijk van Mars.

di 11 september, Laatste Kwartier om 22h53m.

wo 12 september, de Maan staat om 2 uur op twee graden zuidelijk van  $\beta$  Tauri.

wo 12 september, de vier heldere heldere jupitermanen bevinden zich alle nabij hun grootste elongatie; lo ten westen en de overige ten oosten van de planeet.

za 15 september, om 6h26m komt de Maan in conjunctie met Jupiter op een afstand van 25'. Voor geluksvogels in Afrika, Madagas-

kar, Arabië en de Indische Oceaan vindt een bedekking plaats.

## Planetenkalender

**Mercurius** is eind juli kort na zonsondergang, vlak boven de westnoordwestelijke horizon te vinden, als een zeer moeilijk object. Vanaf 18 september is de planeet weer aan de ochtendhemel te vinden.

**Venus** is op dit moment de bekende 'morgenster' en komt in juli ongeveer twee uur vóór de Zon op. Venus beweegt zich echter steeds meer in de richting van de Zon: half september komt ze nog maar een uur eerder dan de Zon op.

**Mars** komt steeds eerder op; eind september is hij al gedurende vrijwel de gehele nacht waarneembaar. Gestadig nadert hij de Aarde, waarbij ook zijn helderheid zal toenemen.

**Jupiter** is, door zijn conjunctie met de Zon op 15 juli, rond die tijd niet zichtbaar. Begin augustus verschijnt de planeet weer uit de ochtendschemering.

**Saturnus** kwam op 14 juli in oppositie met de Zon en is de hele nacht zichtbaar. Half september is te zien hoe de planeet in de nacht onder de horizon verdwijnt.

**Uranus** en **Neptunus** staan beiden in het sterrenbeeld Schutter in de buurt van Saturnus.



Frank Hol

Literatuur:  
*Sterrengids 1990*, M. Drummen en J. Meeus  
*Sky & Telescope*, 7-89  
*Sky & Telescope*, 7-90



# ONDER WELK STERRENBEELD BENT U GEBOREN?



**NIEUW IN ONZE  
'ASTROSHOP'**

Sterrenbeeldjes; 18-karaats  
double, met sterretjes van  
geslepen Frans kristal.

Prijs per stuk **39,95**