

Nieuwe zonnetelescoop op La Palma



Rob Rutten, Rob Hammerschlag en Felix Bettonvil

Op het eiland La Palma is een nieuwe zonnetelescoop verrezen, de 'Dutch Open Telescope' (DOT). Hij doet zijn naam eer aan: de DOT staat open en bloot op een vijftien meter hoog open statief, ogend alsof een spin op lange poten van Mars is neergedaald tussen de eerbiedwaardige koepels van de internationale Roque de los Muchachos sterrenwacht. De bedoeling van de open structuur is het onderste uit de kan te halen van de op La Palma vaak goede seeing. De afwezigheid van een telescoopgebouw minimaliseert lokale verstoringen van de passaatwind die de beste seeing brengt. Zo wordt de hoogst mogelijke beeldscherpte bereikt en wordt het mogelijk de zogenaamde fluxbuizen in de fotosfeer van de zon in kaart te brengen. Het uitkomen van dit nummer van *Zenit* valt samen met 'First Light Ceremony' van de DOT, een goede gelegenheid om het hoe en waarom van deze nieuwe telescoop uit de doeken te doen.

Het revolutionaire ontwerp van de DOT illustreert dat het in het zonneonderzoek gaat om een zo hoog mogelijk scheidend vermogen. Dat is niet verwonderlijk gezien het feit dat de zon als forse schijf aan onze hemel pronkt. De eerstvolgende ster, Proxima Centauri, staat maar liefst driehonderdduizend keer zo ver weg en is in boogmaat kleiner dan het kleinste detail dat we op de zon kunnen onderscheiden. De zon is daarom de enige ster waarvan allereerste verschijnselen en processen in detail kunnen worden bestudeerd – voer voor astrofysici.

Onze ster voldoet gewillig aan de menselijke nieuwsgierigheid door op een veelvoud van schalen een immense rijkdom aan structuren en processen te tonen. Voor een groot deel is de

ze rijkdom te danken aan het solaire magnetisch veld. Dat is geen gelijkmatig dipoolachtig veld zoals dat van de aarde, maar een complexe kluwen van 'fluxbuizen' die als spaghetti door de fotosfeer (de schil waar het zonlicht ontsnapt – het 'zonsoppervlak') naar buiten prikken. Ze zijn dun (diameter 100-200 km), bevatten een sterk magnetisch veld (0,15 tesla = 1500 gauss; meer dan 1500 maal zo sterk als het magnetische veld van de aarde) en vormen de fundamentele bouwstenen van de zonneactiviteit.

De kluwen van fluxbuizen wordt gevormd door een 'dynamo' in het zonninwendige en zijn het resultaat van een combinatie van de zonnerotatie en de turbulente convectie waarmee de zon haar fusie-energie naar buiten transporteert. Hoe dat precies gaat is een

Overzicht van de Roque de los Muchachos sterrenwacht op La Palma. Deze opname is genomen vanaf het hoogste punt van de berg. Van links naar rechts: William Herschel Telescope (4,2 meter), de DOT (0,45 m), de Zweedse SVST (0,47 m), de Isaac Newton Telescope (2,5 m) en de Jacobus Kapteyn Telescope (1,0 m). De drie nachttelescopen vormen het Europese deel van de Brits-Nederlandse samenwerking, waartoe ook de James Clerk Maxwell Telescope op Hawaï behoort. Op deze opname, gemaakt in het najaar, is de inversielaag aan het eind van de dag omhoog gekomen. 's Zomers ligt die veel lager dan de Roque de los Muchachos zodat men van boven op een zee van wolken neerkijkt.

open vraag, evenals de verklaring van de bijbehorende 22-jarige activiteitscyclus. Dynamische verstoringen van, in en langs de fotosferische fluxbuizen dumpen zoveel energie in de corona dat de temperatuur ervan oploopt tot een paar miljoen graden, genoeg om voldoende compenserende röntgenstralingsverlies te genereren – een super-



Links de DOT, rechts de Zweedse zonnetelescoop (SVST). Dit zijn de twee zonnetelescopen op La Palma. Ze zijn elkaars tegenpool in de zin dat de DOT een spiegelkijker is, de SVST een lenzenkijker. Maar ze hebben gemeen dat ze elk de eenvoudigst mogelijke lichtweg paren aan optiek van uitzonderlijk hoge kwaliteit (zie kader op blz.483). De DOT wordt bediend vanuit het SVST-gebouw waar het DOT-team gastvrijheid geniet. De beelden worden per glasvezel daarheen getransporteerd.

De DOT tijdens de montage, zomer 1996. De torenpijpen zijn zojuist opgehesen. Het platform staat ernaast klaar om op de puntverbindingen van de torendriehoeken te worden getild. De telescoop is nog met plastic afgedekt. Links ligt het trappenhuis in delen. Naast de container rechts liggen de pijpen waardoor de computer- en signaalkabels inmid-
dels van de DOT naar de Zweedse telescoop lopen. Ze dienen als afscherming tegen blikseminslag. Onder het witte dak rechts achter de DOT staat de Carlsberg Automatic Meridian Circle, een 17,8-cm kijker die geheel onbemand de meridiaanpassages van honderden sterren registreert. Op de achtergrond, zo'n driehonderd meter lager, de 'bijkasten' van HEGRA en de Residencia, het lokale hotel voor waarnemers.



broeikaseffect. De hoge temperatuur resulteert in een continu gaslek in de vorm van de zonnewind die supersoon naar buiten stroomt, tot ver voorbij de aarde. In grote lijnen staat dit allemaal vast, maar de precieze processen vormen een rijk onderzoeksterrein met veel vraagtekens.

De zonnewind, of beter: de wijze waarop deze de kosmische straling moduleert, beïnvloedt de magnetosfeer van de aarde. Dit feit krijgt momenteel in de VS veel aandacht en is daar een belangrijke politieke stimulans voor het bedrijven van zonneonderzoek. *Space weather* is daar nu de leuze, de relatie tussen zon en aarde, waarbij soms wat sensationeel de nadruk wordt gelegd op de bedreigingen van 'coronale massa-ejecties' die satellieten verloren kunnen doen gaan, elektriciteitsstoringen teweeg kunnen brengen en wellicht zelfs – middels geomagnetische stormen – de oliepijpleidingen in Alaska kunnen doen scheuren. Zonnewetenschap als redder van de mensheid! Met als belangrijk chapter de vraag in hoeverre de wisselende zonsactiviteit het aardse klimaat beïnvloedt.

Buitenaards laboratorium

Al komt de Amerikaanse nadruk op *space weather* als maatschappelijk relevant onderzoeksterrein op sterrenkundigen wat overdreven over, feit

*In Nederland wordt zonneonderzoek verricht op het Utrechtse Sterrekundig Instituut, het FOM-Instituut te Rijnhuizen en de afdeling Space Science van ESA te Noordwijk. Er is nauwelijks Nederlands onderzoek aan de zonnewind en de magnetosfeer. Het laatste betekent dat geen Nederlandse onderzoeker direct werd gedupeerd door het mislukken van de CLUSTER-missie, maar ook dat Nederland niet mee doet in de inmiddels door ESA aanvaarde opvolger CLUSTER-II. Nederland is trouwens opvallend afwezig in al het ruimteonderzoek betreffende het zonnestelsel. Ruwweg de helft van de Nederlandse bijdrage aan het Europese ruimteonderzoek gaat zo qua wetenschappelijk rendement helemaal naar de andere lidstaten.

blijft dat wij met de aarde middenin de heliosfeer zitten en geheel en al van onze privé-ster afhankelijk zijn. Niettemin wordt in Europa de zonnepysica toch vooral gezien als pure wetenschap van astrofysische snit. Dan gaat het niet alleen om het begrijpen van het hoe en waarom van zonachtige sterren, maar veel algemener om fysieke structuren en processen die gemeengoed zijn in het heelal, die niet nabootsbaar zijn in aardse laboratoria, maar die wel toetsbaar zijn aan het detail dat de zon tentoonspreidt. Dus gaat het om het gebruik van de zon als een astrofysische steen van Rosetta, met name voor stralingsprocessen, gasdynamica, magnetohydrodynamica en plasmafysica.

De natuurkundegroep van Hans Goedbloed op het FOM-Instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen in Nieuwegein bijvoorbeeld* gebruikt de zon als aanvulling op het onderzoek met tokamaks (plasma-opsluitingsmachines bedoeld om gecontroleerde kernfusie te bewerkstelligen), om plasmafysi-

sche structuren en processen te doorgronden. De ontwikkeling van plasmafusie als onuitputtelijke energiebron blijft immers bemoeilijkt worden door allerlei complexe instabiliteiten. De oplossing daarvan vereist inzicht waaraan de zon belangrijk kan bijdragen.

Netwerk van waarneeminstrumenten

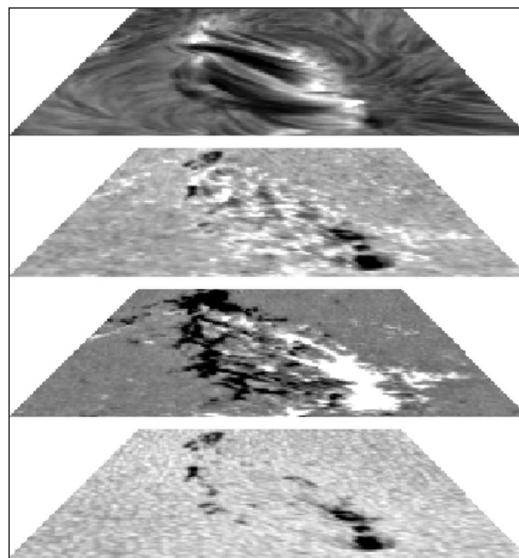
De fijnstructuur van het magnetische veld van de zon, en met name de fluxbuizen in de fotosfeer, vormt het voornaamste werkterrein van de DOT. De fluxbuizen vormen het basisingrediënt van het magnetische veld van de zon. Ze manifesteren zich als kleine (0,2 boogseconde) heldere puntjes in de donkere lanen van de granulatie. In combinatie met SOHO, de ruimtesonde waarmee ESA en NASA gezamenlijk de zon bestuderen, zal de DOT onder meer de oppervlaktepatronen waarin de fluxbuizen verschijnen en verdwijnen meten, teneinde meer te weten te komen over de werking van de zonnedynamo.

Bij voldoende beeldscherpte – en dat is waar de DOT op uit is – is het namelijk mogelijk de fluxbuizen te identificeren, te lokaliseren en te volgen. We krijgen dan een direct inzicht in de manier waarop de zonnedynamo de oppervlaktemanifestaties van het magneetveld regelt. Daartoe moeten wel allerlei diagnostieken worden gecombineerd, zoals metingen van temperatuur, dichtheid, snelheid en magnetisch veld op verschillende hoogtes in de zonnefotosfeer. De tomografiefiguur bij dit artikel geeft een voorbeeld waarin dit is gedaan met optische metingen van diverse aard.

Ook is combinatie nodig van optische metingen van de fotosfeer en ultravio-

Tomografie van de zonsatmosfeer. Pseudoperspectivische collage van opnames met de Zweedse zonnetelescoop: een fotosferisch beeld (onder), het fotosferische magneetveld

gemeten uit de zeemansplitsing van een ijzerlijn, de intensiteit in het centrum van deze lijn (die straling ontsnapt wat hoger in de fotosfeer), en de chromosferische structuur getoond door de waterstof H α -lijn (golflengte 656,3 nm). Schaal: 54.000 km (75 boogseconden) per zijde. Omslagillustratie van Louis Strous' proefschrift uit 1994. De grote verschillen tussen deze vier beelden illustreren dat diverse diagnostieken moeten worden gecombineerd. Met name is het door H α getoonde magnetisch veld in de chromosfeer wezenlijk anders dan het veld in de fotosfeer. Op grotere hoogte waaiëren de fluxbuizen uit en groeperen ze zich tot veel grotere structuren.



lette en röntgenmeting van chromosfeer en corona om de verschillende regimes in de zonsatmosfeer aan elkaar te knopen. Dat kan door optische telescopen op aarde gelijktijdig te laten waarnemen met de kortgolvlige telescopen aan boord van de SOHO-missie, die de zon ononderbroken waarnemen. [Binnenkort wordt aan SOHO een apart artikel gewijd - red.] Daarnaast levert de Michelson-Doppler Interferometer (MDI) aan boord van SOHO langdurige reeksen magnetogrammen. De MDI haalt niet de resolutie en gevoeligheid die bij goede seeing met aardse telescopen worden bereikt, maar toont de evolutie van de grootschalige magnetische patronen op het oppervlak zonder onderbrekingen. De DOT en de MDI vullen elkaar dus goed aan. En dat komt tot uitdrukking in de hechte samenwerking tussen de Utrechtse zonnephysici en die van de Lockheed-Martingroep in Palo Alto, die met Stanford University de MDI heeft gebouwd en opereert. Daarnaast is het aantrekkelijk en eenvoudig de DOT tegelijk met de Zweedse zonnetelescoop op La Palma te gebruiken, omdat de DOT vanuit het Zweedse gebouw wordt bediend;



Pasfoto's van Canarische zonnetelescopen in volgorde van apertuur. De gebouwgroottes corresponderen daar helemaal niet mee; in die maat zijn de GCT en VTT op Tenerife het grootst. Hun ontwerp dateert uit de tijd dat film als detector werd gebruikt; CCD's volstaan met kleinere beeldschaal. Er zijn op Tenerife nog een tiental andere zonnetelescopen voor specialistische doeleinden, vooral helioseismologie; dit zijn de algemeen inzetbare afbeelders. Ze zijn allemaal spierwit om lokale verhitting en turbulentie te vermijden. De DOT is duidelijk een buitenbeentje (ook financieel, een koopje vergeleken bij de rest). Van links naar rechts: • DOT (Dutch Open Telescope), La Palma, apertuur 45 cm, 'first light' in 1997. Geschikt voor filtermagnetometrie met hoog oplossend vermogen.

- GCT (Duitse Gregory Coudé Telescope), Tenerife, apertuur 45 cm. Vacuümreflector, vooral voor spectrografische magnetometrie.
- SVST (Swedish Vacuum Solar Telescope), La Palma, apertuur 47 cm. Vacuümrefractor met goede beeldscherpte.
- VTT (Duitse Vacuum Tower Telescope), Tenerife, apertuur 70 cm. Algemene zonnetelescoop met uitgebreide postfocusapparatuur.
- THEMIS (Frans-Italiaanse Telescope Héliographique pour l'Etude du Magnétisme et des Instabilités Solaires), Tenerife, apertuur 90 cm, 'first light' in 1996. Grote nieuwe-generatie telescoop speciaal voor spectrografische magnetometrie met hoge precisie. Nog niet in bedrijf.

de computers maken deel uit van een gemeenschappelijk netwerk. Er zullen ook gezamenlijke campagnes worden uitgevoerd met de drie grote zonnetelescopen op Tenerife. De EU heeft voor een dergelijke combinatie van SOHO en de zonnetelescopen op de

Canarische Eilanden zojuist subsidie toegekend aan een 'netwerk-consortium' van acht instituten, onder leiding van de Utrechtse groep. Het accent ligt daarbij vooral op de fluxbuizen in de magnetische netwerkpatronen (zie illustratie hierboven) die de rustige zon

Drie zonnetelescopen

In de schets hieronder worden drie zonnetelescopen vergeleken. THEMIS is de grote nieuwe Frans-Italiaanse zonnetelescoop op Tenerife. Het is een 90-cm vacuümreflector met bijzonder complexe postfocusapparatuur, het hele gebouw vullend, die hier niet is ingetekend. De lichtweg omvat meer dan twintig reflecties voordat de fotonen uiteindelijk de ccd's bereiken. (De 90-cm hoofdspiegel is overigens inmiddels alweer afgedankt, omdat hij sferisch aberrereert, net als de hoofdspiegel van de Hubble-ruimtetelescoop; een nieuwe is in de maak.)

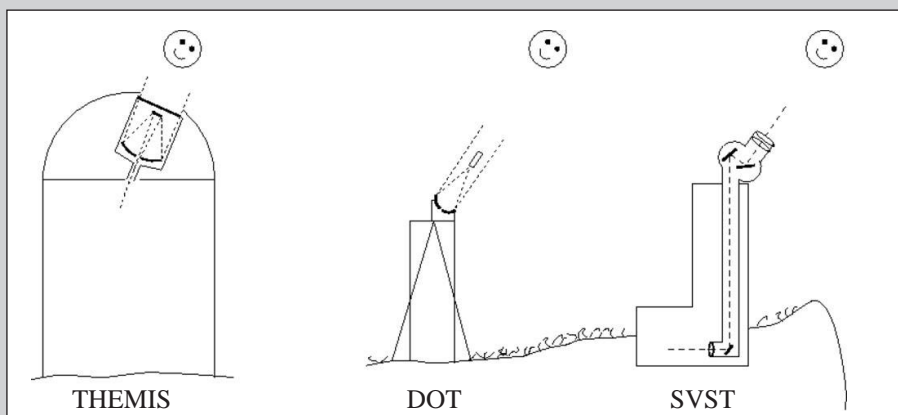
De DOT is een open reflector. De primaire parabolische spiegel heeft een diameter van 45 cm en is van uitstekende kwaliteit. Interferometrische tests hebben laten zien dat de gemiddelde afwijking van de ideale vorm overeenkomt met 1/50 golflengte – zonder sferische aberratie. Het diafragma-

gaatje in het primaire focus meet maar 1,3 mm en laat een veld van 2 bij 2 boogminuten door. De koker daarachter met de naverhoging en de postfocusapparatuur heeft de diameter van het gat in de hoofdspiegel; met de kleine moderne ccd-camera's is dit mogelijk. Opzij van de inkomende bundel en achter de spiegel (in een soort Cassegrainbrandpunt) is plaats voor grotere apparatuur. In de toekomst zullen daar smalbandige filters komen, onder meer een verstembaar H α -filter in bruikleen van de Canadian Research Council, en wellicht een magnetograaf van Italiaanse makelij. De Zweedse SVST op La Palma is een 22 meter lange vacuümrefractor waarbij de 47-cm lens tegelijk als vacuümafsluitvenster dient. De lens is een doublet dat zo is geslepen dat onder één atmosfeer drukverschil de juiste vorm wordt aangenomen. De telescoop is niet volmaakt buigingsbegrensd, maar komt daar dichterbij dan wel-

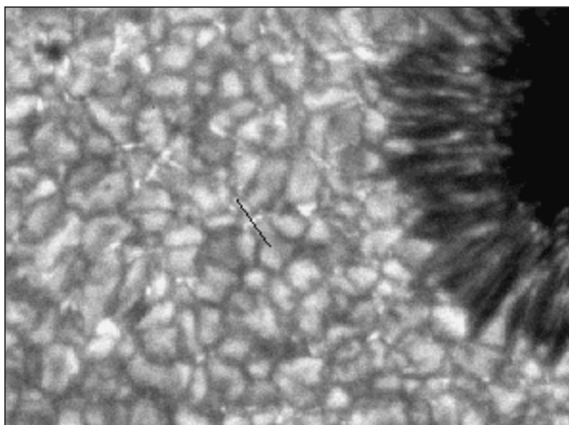
ke andere niet-actief gecorrigeerde telescoop dan ook. Na de lens volgen twee altazimutspiegels die samen de heliostaat vormen. Ze bemoeilijken polarimetrie, maar bederven de beeldscherpte niet omdat ze vlak zijn.

De DOT en de SVST vormen in complexiteit het tegenovergestelde van THEMIS. Ze zijn respectievelijk de simpelst denkbare reflector en de simpelst denkbare refractor. Ze hebben gemeen dat ze slechts één afbeeldend stuk optiek hebben vóór het primaire brandpunt. THEMIS heeft daarentegen al zes gekromde spiegels (plus vijf vlakke plus het vacuümvenster) voor z'n focus. Bovendien ontmoeten fotonen uit de zon bij de DOT en de SVST het afbeeldende element als allereerste. Simpel kan het niet.

Het grote voordeel van het DOT-ontwerp boven het SVST-ontwerp is dat de DOT kan uitgroeien tot veel grotere aperturen. Daar is in de DOT al rekening mee gehouden: de huidige mechanische structuur kan een 76-cm hoofdspiegel bevatten. Als het open principe aan de verwachtingen voldoet, komt deze snel op de lijst van wensen; de DOT zal dan uitgroeien tot een van de grote zonnetelescopen. De SVST zit daarentegen aan z'n bovengrens: kwalitatief uitstekende lenzen van meer dan een halve meter zijn onbetaalbaar.



Schetsen van THEMIS, DOT en SVST. De aperturen en de telescoophoogtes boven de grond zijn ruwweg op vergelijkbare schalen; de telescopen zelf, de bouwwerken en de berghellingen niet.



Op de beste opnamen van de zon, zoals degene hierboven die tijdens 'superseeing' is gemaakt door P.N. Brandt en G.W. Simon met de Zweedse zonnetelescoop op La Palma, zijn fotosferische fluxbuizen te herkennen als

kleine witte puntjes die zich, vaak op rij, in de donkere lanen tussen de granulen bevinden. De foto toont rechts een deel van een zonnevlek. De filamentaire structuren in de penumbra van de vlek markeren zowel horizontale als opwaarts hellende waaiers van fluxbuizen, geplooid zoals een tutu van een ballerina.

overdekken, en zal met het toenemen van de zonsactiviteit verschuiven naar nieuw uitbrekende actieve gebieden en zonnevlekken. Het komende maximum wordt verwacht omstreeks het jaar 2000; ESA heeft de financiering van SOHO daarom gegarandeerd tot tenminste 2002.

Straalkachel in de telescoop
Zonnetlescopen zijn in principe gelijk aan 'sterrentlescopen', maar in de praktijk zijn er grote verschillen. De zon is veel helderder dan een ster, een verschil van dag en nacht, zodat met een veel kleinere openingsverhouding (diameter/brandpuntsafstand) kan worden volstaan. Zonnetlescopen zijn daarom meestal veel langer (tot 150 meter toe), maar kleiner in diameter (40-80 cm) dan andere telescopen. Daarmee is hun diame-



ter overigens nog steeds veel groter dan de intrinsieke resolutie die de aardatmosfeer toelaat. Zelfs op de beste lokaties op aarde, waaronder La Palma, is overdag maar zelden een hogere hoekresolutie te halen dan het theoretische oplossend vermogen van een 20-cm telescoop. Alleen bij 'superseeing' kan de atmosfeer beter zijn, maar dat is maar zelden het geval. Vorige zomer trof ik (R.R.) bijvoorbeeld in een hele maand waarnemen met de Zweedse zonnetelescoop maar twee dagen superseeing. Op de Pic du Midi in de Franse Pyreneeën komt superseeing alleen voor als het er 's zomers sneeuwt – dat gebeurt slechts om de paar jaar. Vandaar dat het zoeken naar de beste lokatie veel aandacht heeft gekregen (en in de VS nu krijgt, voor CLEAR). Aan de keuze van La Palma en Tenerife in de jaren zeventig lagen lange Europese meetcampagnes ten grondslag, waarin de Utrechtse zonneonderzoekers een grote rol hebben gespeeld. De DOT is voortgekomen uit C. Zwaans deelname daaraan.

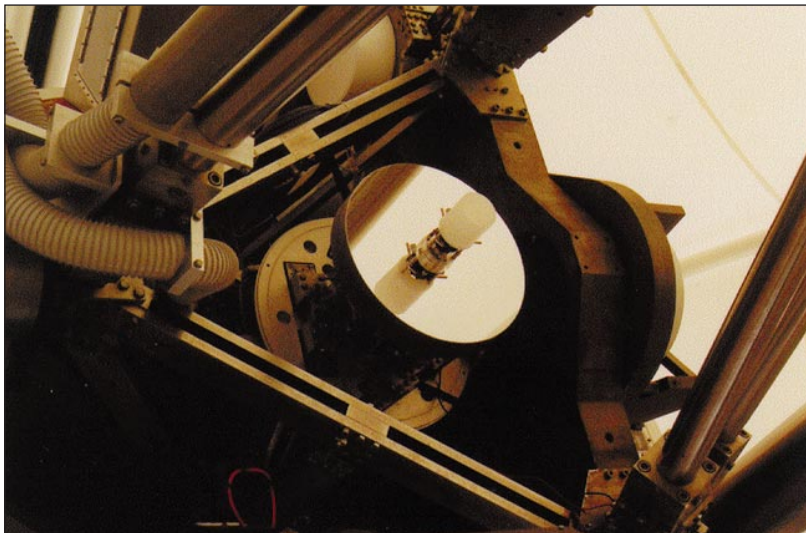
De koepeltent van de DOT klapt als een oester open, heeft een diameter van zeven meter en is vervaardigd van met teflon en PVC-gecoat polyesterdoek. De dubbele kromming van elk segment voorkomt dat het doek in harde wind klapt. Het doek is gemonteerd op zware stalen ribben. Dat maakt het ontwerp verschillend van blaashallen en van een eerder ontwerp voor ESO's VLT waarin de ribben met lucht worden gevuld. Openen en sluiten is dan slechts bij zwakke wind mogelijk. Deze tent kan nog gesloten worden bij windsnelheden van 30 m/s – maar het voorkomen is dat al te doen bij windkracht 7 (20 m/s). In gesloten toestand moet de tent de zwaarste stormen kunnen weerstaan. De platformvloer bestaat uit open roosters.

neflux van 1,4 kilowatt per m² wordt samengeperst – een straalkachel midden in de telescoop! Sinds de jaren zestig worden alle zonnetlescopen daarom van vacuüm gezogen behuizingen voorzien waarin geen interne convectie optreedt. Het probleem dat dan rijst is de aanwezigheid van beeldbedervende spanningen in het grote afsluitvenster waar de telescoop mee moet beginnen en dat één atmosfeer drukverschil te verduren heeft. Afsluitvensters kunnen niet buigingsbegrensd worden gemaakt in afmetingen groter dan ongeveer een meter, omdat de voor sterkte benodigde dikte bij grotere diameter de kwaliteit bederft.

Bij de DOT wordt geen vacuüm toegepast, maar wordt het overgrote deel van het gebundelde zonlicht weggekaatst door een spiegellend diafragma in het primaire focus van de paraboolspiegel. Dat is watergekoeld zodat het geen bron van lokale verhitting vormt; bovendien wordt de lucht eromheen afgezogen om wervelvorming te onderdrukken. Daarnaast waait de straffe passaat die de goede seeing op La Palma brengt dwars door de telescoop: dit helpt hem op omgevingstemperatuur te houden. De DOT vormt daarmee een prototype voor toekomstige grote zonnetlescopen



De vijftien meter hoge toren van de DOT bestaat uit vier driehoeken van zware stalen buizen. Het gewicht is slechts 13 ton, veel minder dan het gewicht van het platform en de telescoop die er door gedragen worden (ruim 20 ton). Het principe is dat de paren driehoeken wel parallelbeweging van het platform toelaten maar geen kanteling. Omdat de zon ver weg staat, 'in oneindig', is parallel verschuiving toegestaan maar kanteling resulteert in beweging van het beeld in het brandvlak. Het trappenhuis en de liftschaft zijn sterk uitgevoerd om 's winters grote ladingen aangevoerd te kunnen verduren. Deze foto is gemaakt tijdens de montage vorige zomer. Bij de installatie van de DOT is (en wordt) veel werk verricht door stagiaires van technische scholen uit Utrecht en omgeving. Hier zijn er een paar bezig met het trappenhuis.



De primaire spiegel van de DOT twee maanden geleden. Hier is goed te zien dat er ruimte is voor verdubbeling van de apertuur. De kunststof koker in het centrale gat bevat een uitlijningslaser. Afgelopen voorjaar heeft de spiegel op zijn spiegelvatting deel uitgemaakt van een interferometrische opstelling in Utrecht waarmee de lokatie van het primaire focus exact is vastgelegd. Met deze laser is dat nu met grote precisie reproduceerbaar terug te vinden. In de toekomst zal achter het gat grotere beeldverwerkingsapparatuur komen. Links loopt een slang van de luchtafzuiging. De spiegelvatting zit hier verstopt achter de spiegel. Ook deze is een technologisch hoogstandje. De spiegel wordt centraal ondersteund vanuit het gat en van onderen op negen plaatsen met 'wippende' hefboompjes die, ongeacht de telescoopstand, geen radiële krachten veroorzaken. Terwijl de telescoop beweegt blijft de deformatie van de spiegel zo onder 1/40 golf lengte.

(waaronder het CLEAR-project van het National Solar Observatory in de VS), omdat die het eveneens zonder vacuüm zullen moeten stellen.

De DOT heeft een parallactische opstelling en is daarom bijzonder geschikt voor precisie-magnetometrie (geen draaiende heliostaatspiegels en geen rotatie van het beeldvlak). De primaire spiegel heeft een brandpuntsafstand van maar twee meter. Met een microscoopobjectief van hoge kwaliteit dat achter het watergekoelde diafragma is geplaatst wordt het primaire beeld naver groot tot een effectieve brandpuntsafstand van 46 meter. De seeing is op La Palma het beste als de passaat met 5-10 meter per seconde (windkracht 3-4) uit noordelijke richtingen langs de kraterhelling blaast.

Bij zulke stevige wind moet de telescoop toch precies blijven volgen. Daarom zijn voor de DOT speciale drijfwerken ontwikkeld die grote mechanische stijfheid paren aan nauwkeurige beweging. Er zit trouwens veel nieuwe technologie in de DOT verwerkt, zoals is toegelicht in de illustraties bij dit artikel.

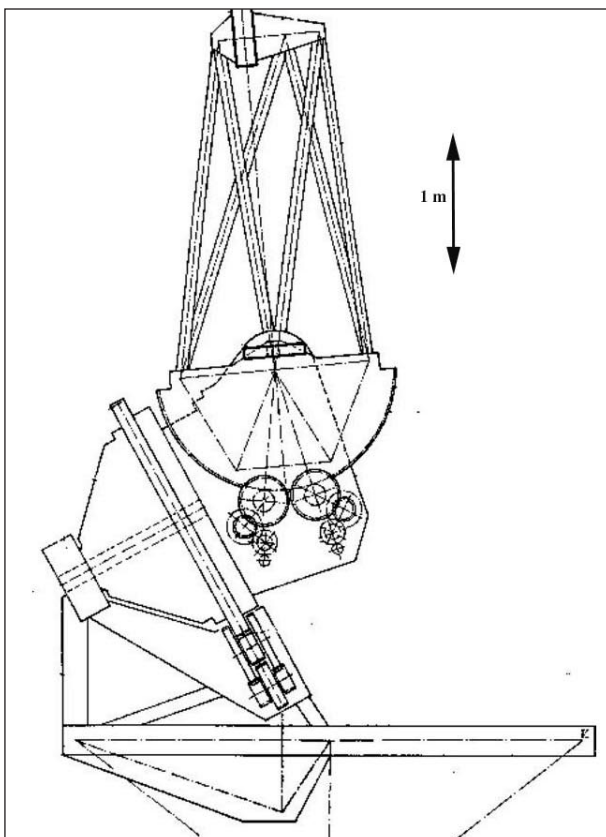
Met de First Light Ceremony treedt een nieuwe fase in voor de DOT. Er is nog veel te doen aan de telescoop, met name aan het bouwen en installeren van postfocus-instrumentatie. Maar met de huidige uitrusting kan de jacht op de zo moeilijk in beeld te krijgen fluxbuizen worden geopend. We houden u op de hoogte!

De Dutch Open Telescope is vervaardigd door de werkplaats van het Sterrekundig

Instituut Utrecht, de Instrumentele Groep Fysica van de Utrechtse Universiteit en de Centrale Werkplaats van de Technische Universiteit Delft. De voltooiing van de telescoop en de installatie op La Palma zijn gefinancierd door de Stichting Technische Wetenschappen van NWO. De DOT staat op La Palma onder auspiciën van het Instituto de Astrofísica de Canarias en wordt bediend vanuit het SVST-gebouw van de Zweedse Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

Literatuur

Bettonvil en R.H. Hammerschlag, F.C.M., 'De Utrechtse Open Toren Telescoop', *Zenit* 20, juli/augustus 1993, blz. 327-331.
Rutten, René, 'Sterrenkunde op de rand van een vulkaan', *Zenit* 17, oktober 1990, blz. 340-344.
Rutten, Rob, 'Granulatie van zon en sterren', *Zenit* 18, april 1991, blz. 147-156.



Links: schema van de DOT. Rechts: de DOT in 1996. In beide gevallen is noord naar rechts. In de tekening is de telescoop naar de zon gericht op 21 juni (grootste hoogte), rechts naar het noorden.