

*“Utrechtoscoop”, nr. 5, september 1996
Afdeling Utrecht, Jongeren Werk Groep,
Nederlandse Vereniging voor Weer en Sterrenkunde
Redactie: Laurens Simonis en Sanne Mos*

DOT ziet zon

Rob Rutten

Op een 2350 meter hoge vulkaan in de Canarische Eilanden verrijst momenteel een nieuwe Utrechtse telescoop, de “Dutch Open Telescope”(DOT). De DOT gaat de zon bestuderen met ongekende beeldscherpte. Om die te krijgen is hij heel anders dan alle andere telescopen. Hij is helemaal open. Daarover hieronder meer.

Zoals je weet is de zon een ster. Niet anders dan alle andere sterren — behalve dat hij zo dichtbij staat? Hoe dichtbij? Reken maar uit! Het licht van de zon doet er acht minuten over om bij ons te komen, en het licht reist met een snelheid van 300.000 kilometer per seconde.

Het licht van de naastbijzijnde eerstvolgende ster (die heet Alpha Centauri oftewel Rigel) doet er veel langer over: vier jaar. Vier jaar is $4 \times 365 \times 24 \times 60 = 2.102.400$ minuten, $2.102.400/8 = 262.800$, dus de eerstvolgende ster staat 262.800 keer verder weg dan de zon. Rigel geeft net zoveel licht als de zon maar dat merk je niet omdat wij er zo ver vandaan zijn. Wij zien Rigel $1/(262.800 \times 262.800)$ maal zwakker, maar een honderd-miljardste van de zonnehelderheid. En Rigel blijft zelfs in de allergrootste telescoop maar een puntje, terwijl we de zon als een schijfje aan de hemel zien.

De zon is natuurlijk geen schijf maar een bol. Een grote bol, 100 keer zo groot als de aarde. Op het Domplein staat voor de ingang van het academiegebouw een bronzen standbeeld van de zon, van anderhalve meter doorsnede. Dat is maar één miljardste van de echte zon. Als je daar de aarde op schaal bij zet is die maar anderhalve centimeter groot en komt hij op flinke afstand, ongeveer bij de ingang van het stadhuis.

De zon is een bol van heet gas. De hitte komt uit de kern (waar waterstofdeeltjes samensmelten tot heliumdeeltjes) en ontsnapt aan de buitenkant. Die hitte is het licht dat we zien. De buitenkant is niet een echt oppervlak waar je op kunt staan, maar meer een schijnbaar oppervlak waar het licht dat wij zien vrij komt. Als je met een kijker naar de zon kijkt (NIET doen! Tenzij het een echte zonnekijker

is die nauwelijks licht doorlaat) zie je dus dat schijnbare oppervlak. Dat bevat allerlei interessante verschijnselen, zoals zonnevlekken en soms zonnevlammen (enorme explosies), en allerlei andere verschijnselen met geleerde namen zoals granulen, spikulen, filamenten en nog veel meer.

Andere sterren hebben ook zulke verschijnselen, maar die staan te ver weg voor ons om dat te kunnen zien. Dus moeten we de verschijnselen op het zonsoppervlak bestuderen om te weten wat we bij andere sterren niet kunnen waarnemen. Die verschijnselen zijn extra interessant omdat ze op aarde ook niet voorkomen, en ook niet kunnen worden nagebootst. De laboratoria op aarde zijn veel te klein om zulke verschijnselen te kunnen bevatten.

De zonnefysica is het vak waarin alle verschijnselen in, op en rond de zon onderzocht worden. "Fysica" betekent natuurkunde, en zonne-natuurkunde is gewoon natuuronderzoek. Zon en sterren zijn immers deel van de natuur om ons heen. En die verschijnselen zijn heel interessant! Dat komt vooral omdat magnetische velden er een grote rol in spelen. Niet alleen op de zon maar bijna overal in het heelal; magneetvelden zijn een belangrijk onderdeel van de buitenaardse natuur.

Op aarde merk je niet zoveel van magneetvelden. De kompasnaald draait er netjes op naar het noorden. Het schijnt dat Albert Einstein daar al als klein jongetje helemaal geïntrigeerd door was. Hoe kon het dat die naald weet waar hij heen moet wijzen terwijl Albertje zelf daar niets van zag of voelde? En dat is inderdaad een moeilijkheid. Wij hebben geen zintuig of gevoel voor magneetvelden, en dus is het moeilijk voor ons te beseffen dat magneetvelden buiten de aarde zo belangrijk zijn. Op aarde nauwelijks, dat komt omdat de meeste deeltjes op aarde elektrisch neutraal zijn. In sterren en rond sterren en tussen sterren (en ook tussen de planeten) is dat niet zo, daar zijn de meeste deeltjes elektrisch geladen en trekken ze elkaar aan (min en plus) of stoten ze elkaar af (min en min of plus en plus). Met al die electriciteit krijg je daar sterke magneetvelden. Wij hebben er geen weet van maar het heelal is er van vergeven.

De magneetvelden op de zon zijn erg ingewikkeld. Ze prikken in de vorm van dunne sliertjes door het zonsoppervlak. Die zijn zo dun dat ze ook in de beste zonnetelescopen maar nauwelijks te zien zijn. Maar zo'n 100 km dik! Dat is erg weinig als je naar de zon kijkt. De beste telescopen kunnen zulke scherpte maar net halen. Zo'n telescoop, ontworpen en gebouwd door Utrechtse sterrekundigen, wordt momenteel opgebouwd op het eiland La Palma (Canarische Eilanden, voor de kust van Marokko). Hij heet de DOT, de "Dutch Open Telescope".

Voor ik uitleg hoe de DOT in elkaar zit moet ik eerst wat meer zeggen over gangbare zonnetelescopen. De DOT kijkt daar namelijk flink van af. In het algemeen zijn zonnetelescopen dun en lang. Dun omdat ze niet zo'n grote doorsnede hebben. De spiegel (of soms een lens) die het beeld vormt is veel kleiner dan bij de telescopen voor de (andere) sterren. Die zijn, zoals je weet, al vlug een paar meter in doorsnede; momenteel komen er telescopen bij (in Chili en op Hawaii) die wel

acht tot tien meter doorsnede hebben. Bijna alle zonnetelescopen hebben daarentegen een doorsnede van maar een halve meter tot driekwart meter. Dat komt natuurlijk omdat de zon zoveel licht geeft. De spiegel hoeft niet zo groot te zijn om daar genoeg van op te vangen.

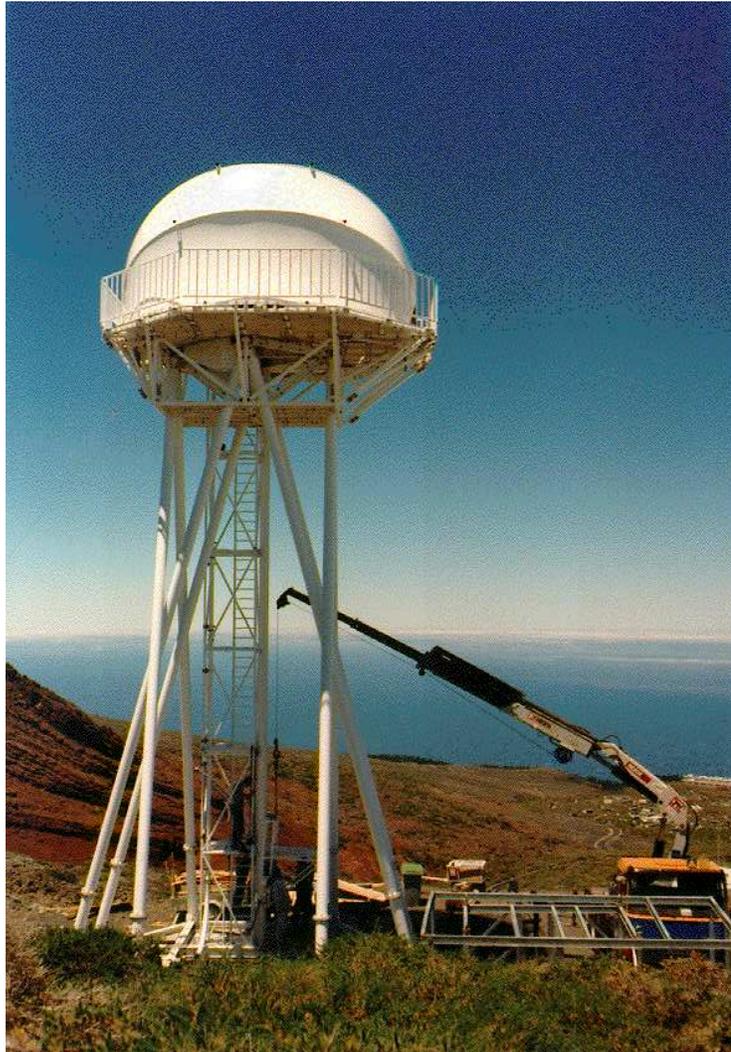
Maar zonnetelescopen zijn wel heel lang. In Amerika staat er eentje die maar 80 cm in doorsnede is maar die wel zo lang is als de Domtoren, 100 meter. Dat is om voldoende vergroting in het beeld te krijgen. Om de dunne sliertjes van het magneetveld scherp te zien moet het beeld enorm worden vergroot. Dat betekent een hele lange brandpuntsafstand.

Er zijn drie problemen met zulke telescopen. Het eerste is dat je ze niet direkt op de zon kunt richten. Die staat immers niet stil maar schuift van oost naar west langs de hemel. Dat komt natuurlijk omdat de aarde om zijn as draait, een keer in de rondte per etmaal. Het betekent dat zo'n honderd meter lange telescoop netjes mee zou moeten draaien, en nog heel precies ook als de dunne magneetveldsliertjes scherp in beeld moeten worden gehouden. Dat gaat niet, dus is de standaard oplossing dat het zonlicht met twee langzaam draaiende spiegels in een stilstaande telescoopbuis wordt gestuurd. Die spiegels zetten de zonsbeweging langs de hemel stil.

Het tweede probleem is dat het zonlicht nabij het brandpunt wordt samengeknepen. Ook de hitte daarin (het infrarode licht). Dat betekent dat de lucht in de buis heet wordt en gaat wervelen, net als de lucht die 's zomers boven zwart asfalt hangt te trillen. Dat bederft de beeldkwaliteit. Om dat te voorkomen worden de zonnetelescoopbuizen luchtledig gemaakt. Zonder lucht erin is er niets dat kan trillen. Probleem daarbij is wel dat er afdekvensters nodig zijn aan beide einden van de buis. Die staan onder spanning (want de lucht er buiten drukt er wel op) en bederven zelf weer de beeldscherpte.

Het derde probleem is dat ook de lucht buiten de telescoop kan wervelen en trillen. Je kunt immers alleen naar de zon kijken als hij schijnt. De zonneshijn verhit de omgeving van de telescoop. Luchtrillingen voor de telescoop zijn het gevolg, en bederven ook de beeldscherpte. Dat betekent dat je met een zonnetelescoop op een plaats moet gaan zitten waar zulke luchtrillingen door zonneverwarming het minst erg zijn.

De DOT pakt deze drie problemen aan op een nieuwe manier. De DOT wordt opgebouwd op de top van een hoge vulkaan (op 2350 meter om precies te zijn) op La Palma. In uitgebreide metingen is vastgesteld dat dat de beste plaats in Europa (nou ja, tegenover Afrika maar de Canarische Eilanden zijn wel deel van Europa) is wat betreft luchtrillingen. Dat komt omdat er meestal een stevige passaatwind waait, die vanuit zee gladjes over de berghelling strijkt. De wind voert de trillingen die ontstaan door zonneverhitting dicht langs de grond met zich mee. De DOT staat op een vijftien meter hoge toren en heeft daar geen last van.



Figuur 1: Hier zie je de Dutch Open Telescope op de Roque de los Muchachos (La Palma). De foto is gemaakt op 28 juli kort nadat de telescoop en de wegklapbare koepel bovenop de vijftien meter hoge toren waren gehesen. Het stalen frame waarin de telescoop werd vervoerd staat er nog naast. Telescoop, koepel en platform wegen samen zo'n dertigduizend kilo dus het was een hele hijs!

Verder is de DOT de eerste zonnetelescoop zonder telescoopbuis. Hij is juist helemaal open. De wind waait er dwars doorheen. Het idee is dat de wind zo ook werveltjes binnen de telescoop afvoert. Dat is tussen de spiegel en het brandpunt. De spiegel heeft een doorsnede van 45 cm en het brandpunt is er twee meter vandaan. De DOT is dus een heel korte zonnetelescoop. Hij werkt dan ook niet met extra spiegels om de zonsbeweging langs de hemel op te heffen, maar beweegt in zijn geheel mee, langzaam draaiend van oost naar west gedurende de dag. Net zoals sterrentelescopen 's nachts met de sterren meedraaien.

In het brandpunt van de DOT wordt al het zonlicht samengeknepen; daar zit een spiegel met een klein (2 mm) gaatje erin. Het spiegel wordt door langstro-

mend water koel gehouden. Alleen het licht dat daar het gaatje komt wordt gebruikt. Dat licht gaat de meetapparatuur in en eindigt in een videocamera die de beelden registreert. Er zitten lenzen tussen die de feitelijke brandpuntsafstand vergroten tot 25 m, dus stiekem is de DOT toch een lange telescoop.

De DOT is ontworpen door Ingenieur Rob Hammerschlag (die in Delft heeft gestudeerd) van het Sterrekundig Instituut in Utrecht en is gebouwd door de technici van de universiteiten van Utrecht en Delft. Hij wordt nu dus opgebouwd op La Palma, om daar volgend jaar in gebruik te worden genomen. Op de foto zie je de toren en erop een koepelvormige tent. Daaronder zit de DOT. De tent dient als bescherming voor slecht weer, en klapt helemaal open voor de waarnemingen zodat de wind goed door de telescoop kan blazen. De tent is voor 's winters. Dan kan het op La Palma vreselijk stormen en soms is er ook erg veel ijsel.

Naast de weersomstandigheden in de winter is de wind, die juist voor de goede waarnemingen moet zorgen, een probleem. Daar moet de telescoop niet in staan wiebelen. Hammerschlag heeft daar veel zorg aan besteed. De constructie van de telescoop en van het platform waar de DOT op staat is bijzonder stijf. Ook in harde wind (windkracht 6) zal hij niet meer dan 0.1 boogseconde wiebelen — dat komt overeen met de halve dikte van een dubbeltje gezien over de hele lengte van de Maliebaan!

Met de DOT wordt dus op een nieuwe manier naar de zon gekeken. De Utrechtse sterrekundigen verwachten dat ze met de DOT de magneetsliertjes scherper kunnen waarnemen dan met de bestaande zonnetelescopen. En dat ze de DOT dus kunnen gebruiken om uit te vinden hoe die sliertjes in elkaar zitten, hoe ze werken, en hoe ze de omgeving van de zon beïnvloeden.

Waarom zulk sliertjesonderzoek? Vergeet niet dat wijzelf midden in de zonsomgeving zitten. Het klimaat op aarde verandert met de hoeveelheid magneetsliertjes die door het oppervlak van de zon naar buiten prikt. Dat bepaalt hoe en wanneer stromen elektrisch geladen deeltjes de atmosfeer van de aarde raken, en beïnvloedt zo de patronen waarin de straalstromen in de hoge atmosfeer (die ons dagelijkse weer bepalen) rond de aarde op en neer wiebelen. Dat is dus niet onbelangrijk. Maar op zichzelf, ook zonder "maatschappelijk nut", is het begrijpen van de aard, werking en rol van de magneetsliertjes al voldoende drijfveer. Sterrekundigen zijn lui die graag willen weten hoe de natuur werkt. Daar maakt de DOT deel van uit.