

Halo's op satellietopnamen van de aarde

Halo's zijn optische verschijnselen die ontstaan door breking en reflectie van licht aan ijskristallen. In de meeste gevallen worden deze verschijnselen veroorzaakt door het zonlicht. Zij zijn dan overdag te zien. Binnen een ijskristal zijn er zeer veel manieren waarop het licht weerkaatst of gebroken kan worden. Doordat tevens elke oriëntatie van het kristal aanleiding geeft tot een ander haloverschijnsel, bestaat er een enorme verscheidenheid aan halovormen.¹ Het grootste deel hiervan is echter vrij zeldzaam, maar verschijnselen als de *kleine kring* (een flets gekleurde ring op 22° van de zon) en de *bijzonnen* (heldere gekleurde vlekken op ongeveer 22° aan weerszijden van de zon) worden veelvuldig waargenomen.

De meeste haloverschijnselen worden boven de horizon gezien, maar er is ook nog een even grote groep halo's die *onder* de horizon verschijnt. Deze groep wordt echter veel minder vaak gezien omdat de waarnemer zich hiervoor *boven* de ijskristallen moet bevinden. Doordat dit vroeger slechts vanaf bergtoppen mogelijk was, waren de waarnemingen van deze halovormen zeer schaars. Tegenwoordig worden deze verschijnselen echter veel vaker gerapporteerd, doordat mensen de gelegenheid hebben ze waar te nemen vanuit vliegtuigen. Een halo die veelvuldig vanuit vliegtuigen wordt gezien en die zich onder de horizon bevindt is de *onderzon* (fig. 1).

Nu kan men verwachten dat door de ontwikkeling van de ruimtevaart een derde mogelijkheid is ontstaan voor het waarnemen van halo's beneden de horizon. Het enige verschil dat bestaat tussen een satellietwaarneming en die vanuit een vliegtuig, is de afstand tot de ijskristallen. Deze is bij de satellieten aanzienlijk groter.

Hierdoor is het wolkengebied dat oplicht door de verschijning van een halovorm in het laatste geval vele malen groter. Een



Fig. 1 De onderzon, een heldere witte vlek op de bewolking, gezien vanuit een vliegtuig.

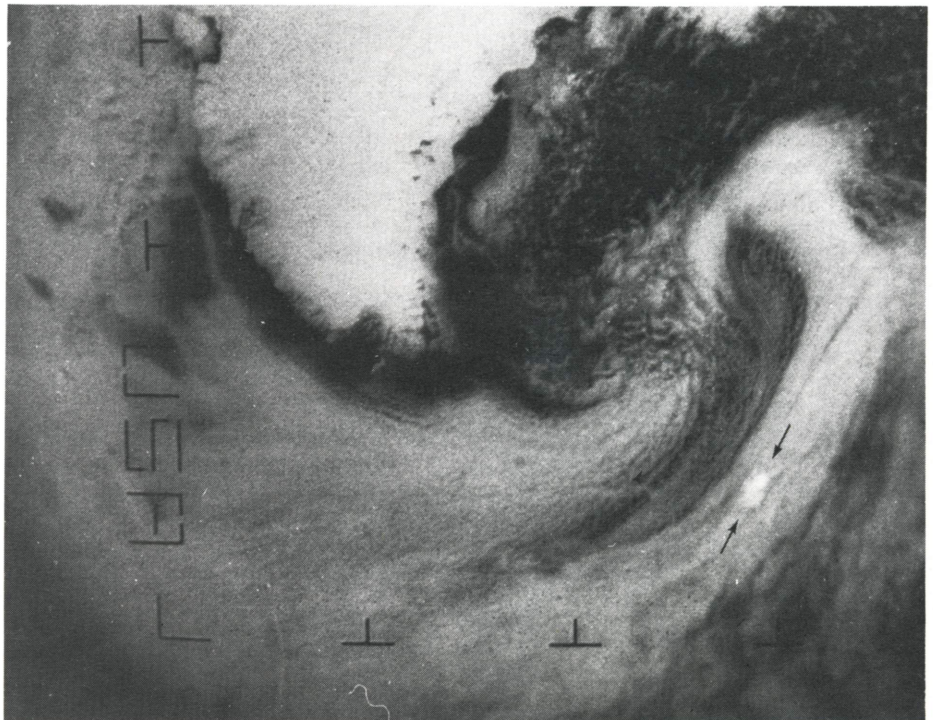


Fig. 2 De onderzon op frontale bewolking van een depressie bij IJsland. De plaats van het verschijnsel is aangegeven door pijlen. De witte driehoek bovenaan is het met sneeuw bedekte zuidelijk deel van Groenland. De foto werd genomen door de weersatelliet ESSA 8 op 27 april 1975 omstreeks het middaguur en opgevangen op het KNMI te De Bilt. Hoogte van de satelliet: 1420 km.

halovorm die ontstaat doordat de kristallen een gegeven oriëntatie bezitten, zal daarom slechts zichtbaar zijn als deze oriëntatie over een zeer groot gebied aanwezig is.

Van de halovormen onder de horizon komt de onderzon het meest voor. De onderzon is een weerkaatsing van de zon op horizontaal georiënteerde ijskristalletjes; de horizontale vlakken werken dan als een enorme spiegel. Hierdoor ontstaat er beneden de horizon een ongekleurde, vaak enigszins elliptisch gevormde lichtvlek. Op dezelfde manier ontstaat de weerspiegeling van de zon op het vlakke water van een sloot of een plas op de weg. Door zijn grote helderheid en zijn kleine afmeting was het te verwachten, dat er een behoorlijke kans was dat de onderzon ook te zien zou zijn op foto's gemaakt door weersatellieten. Het blijkt nu dat deze halo inderdaad vaak op satellietopnamen verschijnt. In fig. 2 is er een voorbeeld van gegeven. Hier is de heldere vlek op de frontale bewolking (rechts op de foto) de onderzon; deze onderzon verschijnt juist waar de weerkaatsing van de zon te verwachten is. Het is in dit geval natuurlijk duidelijk dat de reflectie niet op het oceaanwater kan zijn ontstaan². Opmerkelijk is ook hier de onregelmatige vorm van het haloverschijnsel. Dit wijst er op dat de ijskristallen in dit gebied niet geheel perfect horizontaal waren georiënteerd.

Men zou verwachten dat ook andere haloverschijnselen op satellietopnamen van de aarde te zien zouden moeten zijn. De meeste halovormen zijn echter aanzienlijk lichtzwakker en diffuser dan de onderzon, zodat ze lastiger te vinden zullen zijn. Van gekleurde halo's lijkt het echter waarschijnlijk dat zij zich soms vrij opvallend zouden kunnen manifesteren op kleurenfoto's van de aarde.

1. S. W. Visser, *Optische verschijnselen aan de hemel*, KNMI verspreide opstellen no. 3, 's-Gravenhage, 1957.

2. B. Zwart, *De weerspiegeling van de zon*, Hemel en Dampkring 71 (1973), pag. 299-302.

(Vervolg van pagina 139)

1. *Basis Sounding Unit* (BSU), een 14-kanaals infrarood stralingsmeter, waarmee gegevens worden verkregen voor het samenstellen van een profiel van de atmosferische temperatuur en de vochtigheid. Tevens verschaft het instrument informatie over de ozoninhoud van de atmosfeer.

2. *Microwave Sounding Unit* (MSU), een 4-kanaals microgolfstralingsmeter voor het verkrijgen van een temperatuurprofiel van het gebied tussen 0 en 20 km hoogte, met de eventueel daarin aanwezige wolken.

3. *Stratospheric Sounding Unit* (SSU), een 3-kanaals druk-stralingsmeter voor het verrichten van peilingen in de stratosfeer tussen 25 en 50 km hoogte.

Het is de bedoeling dat de TOVS-signalen gelijktijdig worden uitgezonden op de frequenties van 137 en 1690 MHz.

Bron: APT Information Note 76-2, juni 1976.

Russische reuzen-radiotelescoop gereed

De Russen hebben kort geleden de bouw voltooid van een nieuw type radiotelescoop. Het instrument staat in Zelentsjoekskaja in het noorden van de Kaukasus en maakt deel uit van hetzelfde sterrenkundige instituut dat ook de grootste optische kijker ter wereld herbergt (zie Zenit nr. 10, 1974). Het radio-instrument heet RATAN-600. De letters zijn de initialen van (de Russische woorden voor) radioastronomische telescoop van de academie van wetenschappen en het getal geeft – bij benadering – de diameter van het instrument aan. De nauwkeurige waarde is 576 meter.

Radiotelescopen moeten noodzakelijkerwijs gigantische instrumenten zijn; dat vloeit voort uit het verlangen naar o.a. een zo groot mogelijk oplossend vermogen. Dat vermogen wordt bepaald door de verhouding 'diameter van het instrument' tot 'golflengte van de ontvangen straling'. Gegeven het feit dat de golflengten van de radiostraling uit het heelal een veelvoud zijn van die van het zichtbare licht, zijn de constructeurs van radiotelescopen erop uit de diameters van hun instrumenten zo groot mogelijk te maken. Maar hier stelt de techniek haar grenzen (evenals trouwens de economie). En die grenzen liggen in de grootte-orde van zo'n honderd meter, ongeveer het formaat van de in het Westduitse Eifelgebergte gebouwde radiotelescoop van het Max-Planck Instituut.

Om die grenzen toch te kunnen overschrijden hebben de ontwerpers diverse methoden bedacht. Het resultaat van één daarvan is te zien in Drenthe, waar sinds 1970 een opstelling staat van twaalf schotels van het formaat van 'Dwingeloo' (25 meter middellijn). Die twaalf schotels (binnenkort uit te breiden tot veertien) staan op een ruim anderhalve kilometer lange rij van west naar oost. Daarmee simuleert de opstelling een spiegel met een diameter van anderhalve kilometer, – zij het, dat voor die simulatie een prijs

moet worden betaald in de vorm van wachttijd. Een echte schotel met een middellijn van dat formaat zou direct een waarneming kunnen opleveren; in Westerbork is men hiervoor afhankelijk van de aswenteling van de aardbol. In een paar woorden gezegd: het bereiken van een groot oplossend vermogen kost dus tijd. Het levert echter ook een groter beeldveld op.

De Amerikanen hebben het, in Arecibo op het eiland Puerto Rico, op een andere manier opgelost. Zij maakten voor de constructie van een radiotelescoop daar gebruik van een natuurlijke geologische formatie – een komvormig dal – waarin ze een schotel bouwden met een middellijn van 330 meter. Nadeel van die constructie is weer dat dit instrument als het ware met starre ogen het heelal inkijkt: het kan alleen objecten 'zien' die precies door zijn blikveld gaan, want het is niet beweegbaar. Door dat blikveld passerende objecten kunnen dus slechts korte tijd worden waargenomen.

De Russen hebben nu in Zelentsjoekskaja een opstelling gebouwd die (het klinkt wat paradoxaal) tegelijkertijd vast en beweegbaar is. Hun spiegel is enerzijds een vaste opstelling, maar die bestaat uit 895 afzonderlijke elementen, die stuk voor stuk te kantelen zijn om zowel een horizontale als een verticale as. Voor de coördinatie daarvan zorgt een elektronisch systeem (zoals een soortgelijk systeem in Westerbork zorgt voor synchronisatie van de waarnemingen van de twaalf afzonderlijke elementen waaruit deze zg. interferometer bestaat).

De RATAN-600, waarvan de bouw in 1968 is begonnen, kan radiostraling waarnemen op golflengten tussen 8 mm en 30 cm. Het instrument zal worden gebruikt voor onderzoek aan nabije zowel als ver verwijderde objecten, d.w.z. van de zon en de planeten tot aan (de kern van) ons melkwegstelsel en quasars.

(GvW/Nature)

Pluto niet groter dan de maan?

Begin 1976 werd op een wetenschappelijk congres te Austin (Texas) bekend gemaakt dat op Pluto de aanwezigheid van bevroren methaan was aangetoond. Dit was het werk geweest van Morrison, Cruikshank en Pilcher, die de planeet in het nabije infrarood hadden waargenomen met de 4-meter telescoop te Kitt Peak (zie Zenit 11, 1976, blz. 382). Deze ontdekking houdt echter in dat Pluto kleiner moet zijn dan voorheen werd aangenomen. Uitgaande van een tamelijk donker, rotsachtig oppervlak komt men op een diameter van circa 5500 km. Ijs heeft echter een veel groter albedo (reflecterend vermogen), zodat het oppervlak en dus ook de diameter kleiner kunnen zijn. Het methaan-ijs zou echter niet de gehele pla-

neet bedekken, aangezien de schijnbare helderheid een variatie van circa 20% vertoont als gevolg van de rotatie van de planeet. Door de albedo van Pluto te vergelijken met die van andere objecten in het zonnestelsel die met ijs zijn bedekt, vonden de onderzoekers een maximale diameter van 3300 km en een minimale diameter van 2800 km voor Pluto. De planeet zou dus in ieder geval kleiner moeten zijn dan de maan, die een diameter van 3476 km heeft. Aangezien Pluto vermoedelijk een soort 'ijsbal' uit de beginperiode van het zonnestelsel is, zal zijn dichtheid tussen de 1 en 2 gr/cm³ liggen. Dat betekent dat zijn totale massa vele malen kleiner zou zijn dan die van onze maan. (GB/Science, 19 nov. 1976)