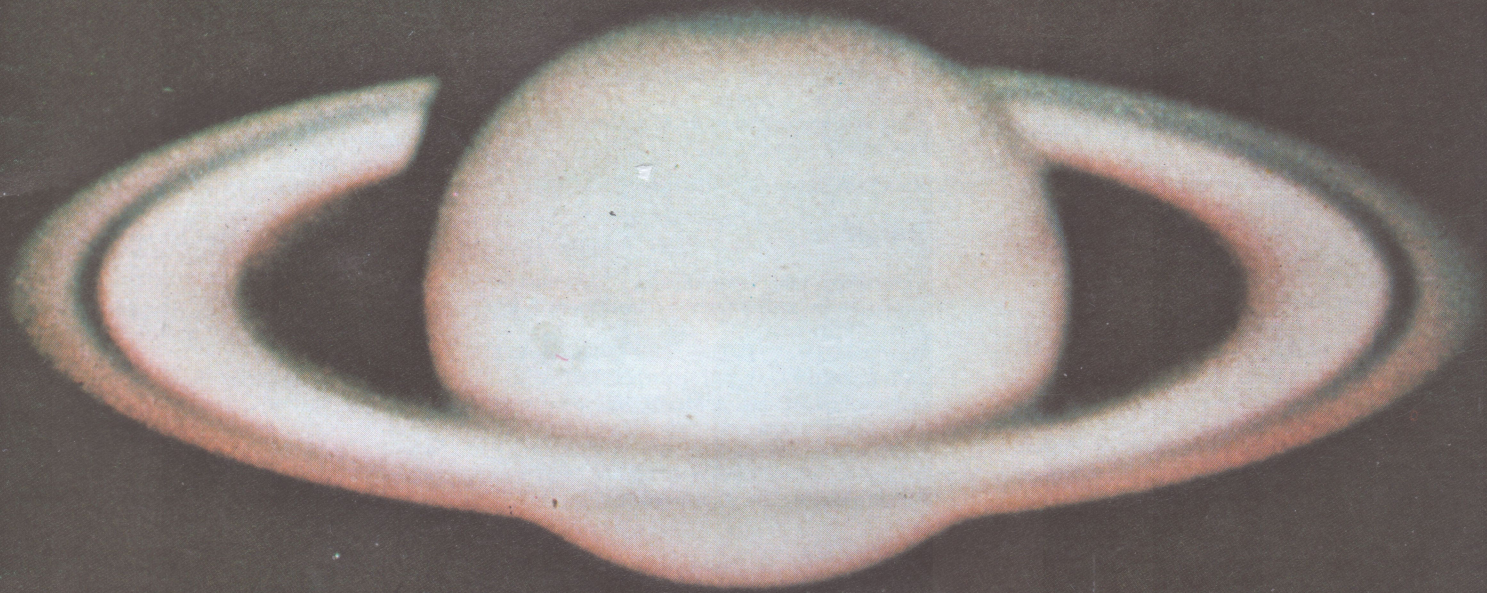


# ZENIT

# 12

2e jaargang/december 1975  
Prijs: f 4,50/voor België: 65 F

populair wetenschappelijk maandblad over  
sterrenkunde/weerkunde/ruimtevaart/ruimte-onderzoek/aanverwante wetenschappen en technieken



*In dit nummer ondermeer*

**Dubbel-  
sterren**

**Een zeldzaam  
mooie zomer**

**Rotatie van  
de zon**

*Volledige inhoud op achterzijde*



## Namen en adressen

### Nederland

#### Stichting 'De Koepel'

Voorzitter: Prof. dr. C. de Jager  
Secretaris: E. Borst  
Penningmeester: S. J. Sampiemon  
Leden: K. J. van Amerongen  
R. O. Jansen  
A. Mak  
Ir. H. R. A. Wessels  
Adres secretariaat: Nieuwe Gracht 15, Utrecht

#### Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde

Voorzitter: vacature  
Vice-voorzitter: Drs. J. J. B. van Eijk van Voort-huijsen  
Secretaris: Drs. H. J. Krijnen  
Secretariaat: Servaas Bolwerk 13, Utrecht  
Penningmeester: S. J. Sampiemon  
Consul voor de afdelingen: E. K. Wubben  
Leden: Drs. C. J. van der Ham  
Theo de Klerk  
Drs. D. Schmidt  
Bert van Sprang  
V. Varangot  
Ir. H. R. A. Wessels

#### Kontaktraad:

Drs. D. Schmidt (voorzitter)  
V. Varangot (secretaris)  
secretariaat: Burg. Lambooylaan 7, Hilversum

#### Instrumentenkommissie:

A. Mak (voorzitter)  
S. J. van Leverink (secretaris)  
secretariaat: Van Duurenlaan 15, Castricum  
Leden: F. H. Naber  
Th. van Dijk  
Drs. C. J. v.d. Meulen  
Drs. B. Zwart

#### Werkgroep Meteoren:

Prof. dr. ir. C. A. Verbraak  
Technische Hogeschool Twente, Postbus 217, Enschede.

#### Werkgroep Veranderlijke Sterren:

Prof. dr. L. Plaut (voorzitter)  
G. Comello (secretaris)  
secretariaat: Hoogbouw WSN, Postbus 800, Groningen  
J. H. M. de Smet  
H. Feyth (waarnemingsleider)  
J. Veerkamp

#### Werkgroep Weer-amateurs:

P. P. Hattinga Verschure (voorzitter)  
H. van Loon (secretaris)  
secretariaat: Mr. Sickeslaan 37, Utrecht  
W. van den Berg (penningmeester)

#### Jongerenwerkgroep:

Wim Gielingh (voorzitter)  
Theo de Klerk (secretaris)  
Bert van Sprang (penningmeester)  
Leden: Ellen Mook  
Willem Dekker  
Bureau der J.W.G.: Prunuslaan 13, Pijnacker 2224  
Secretariaat: Pastoor Jansenstraat 18, Weesp 1230

#### Werkgroep Sterbedekkingen:

Drs. D. Schmidt (voorzitter),  
Groen van Prinstererlaan 25, Huizen NH.

#### MACRO

Joh. Klaassen (voorzitter)  
secretaris: F. Reijmerink  
secretariaat: Schepersweg 257, Breukelen  
E. Borst (penningmeester)  
R. O. Jansen (lid)  
Macro Center Amsterdam, Nieuwe Teertuinen 17, Amsterdam-C.  
Sterrenwacht 'Tycho Brahe', Schepersweg 257, Breukelen

#### Volkssterrenwacht 'Simon Stevin'

Prof. dr. C. de Jager (voorzitter)  
Dr. P. J. Gathier (secretaris)  
secretariaat: Oosteinde 183, Voorburg  
K. J. van Amerongen (penningmeester)  
leden: W. A. H. C. Boellaard  
P. A. M. Sanders  
J. A. F. de Rijck

#### Volkssterrenwacht Simon Stevin, Hoeven NB

Bovenstraat 89, Tel. 01659-2439  
Th. Vermeesch (directeur)  
J. Jacobs (assistent)  
B. Apeldoorn (assistent)

#### Bureau 'De Koepel', Nieuwe Gracht 15, Utrecht, tel. 030-311360

Drs. M. M. A. Drummen (stafmedewerker)  
F. Reijmerink (stafmedewerker)  
H. G. M. Verstappen (administrateur)  
Mevr. J. D. Alberts (secretaresse)  
Redactie adres ZENIT: Bureau 'De Koepel'  
Bureau-adviseur: dr. T. de Groot

#### Werkgroep Kunstmanen (Koepelwerkgroep)

Voorzitter: P. Vijzelaar  
Secretaris-penningmeester: A. J. Dorreman,  
Postbus 803, Eindhoven.

### België

#### Vereniging voor Sterrekunde, Meteorologie, Geofysika en aanverwante wetenschappen (afgekort: VVS):

Voorzitter: Dr. T. Dethier, Oud Strijderslaan 6, 3510 Kermt  
Ondervoorzitter: Lic. J. Meeus, Heuvestraat 31, 3071 Erps-Kwerps  
Secretaris: Dr. W. de Rop  
Ringlaan 3, 1180 Brussel  
Penningmeester: Dr. J. Denoyelle,

#### Werkgroepen:

Planeten p/a A. Verschraegen,  
Einde Were 50, 9000 Gent.  
Kunstmanen p/a W. Verhaegen,  
Wegvoeringstraat 113, 9200 Wetteren.  
Meteoren p/a E. van den Broecke,  
Achterdreef 4, 9270 Laarne.

Sterbedekkingen p/a J. Meeus,  
Heuvestraat 31, 3071 Erps-Kwerps.  
Veranderlijke Sterren p/a F. van Loo,  
Heksestraat 44, 2598 Itegem.  
Weerkunde p/a Prof. H. Poppe, Redingenstraat 16 bis, 3000 Leuven.  
Zon p/a M. Michels,  
Van Steenbruggestraat 68, 8790 Waregem.  
Infokosmos p/a Kultureel Centrum,  
1820 Strombeek-Bever.

#### Voorzitters van de provinciale afdelingen:

Antwerpen:  
Mevr. Van Thienen, Berchemlei 2, 2200 Borgerhout  
Brabant:  
L. Longeville, R. Blijckaertplaats 3, 1050 Brussel.  
Limburg:  
Dr. R. Briers, Palmstraat 32, 3500 Hasselt  
Oost-Vlaanderen:  
A. van der Jeugt, Koning Albertlaan 208, 9000 Gent.  
West-Vlaanderen:  
G. Tack, Prins Leopoldstraat 47, Sint-Kruis, 8310 Brugge 3.  
JVS (Jongeren-vereniging voor Sterrenkunde):  
sekretariaat: college, Stationsstraat 39  
8790 Waregem.

### Volkssterrenwachten

Volkssterrenwacht Bussloo, Bussloselaan 4, Bussloo (Gld).

Volkssterrenwacht Coenraad ter Kuile, Natuurmuseum, M. H. Tromplaan 19, Enschede. Tel. 053-323409.

Volkssterrenwacht Copernicus, Overtonstraat 47, Haarlem.

Volkssterrenwacht Mira, Grimbergen bij Brussel, België.

Volkshogeschool Overcinge, Overcingelaan 5, Havelte.  
Tel: 05214-1541 of 1407.

Volkssterrenwacht Peter Plancius, Zonnebeeksesteenweg 169,  
8900 Ieper, België.

Volkssterrenwacht Philippus Lansbergen, Noordbolwerk 35, Middelburg. Tel: 01183-1727.

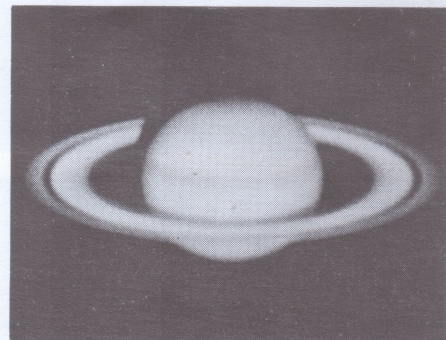
Volkssterrenwacht Rijswijk, Petronella Voûtestraat 389, Rijswijk Z.H. Tel: 070-931143.

Volkssterrenwacht Simon Stevin, Bovenstraat 89, Hoeven NB. Tel: 01659-2439.

Twentse Volkssterrenwacht, Mekkelhorsterstraat 45, Denekamp. Tel: 05413-2223.

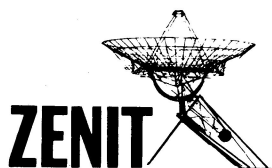
Volkssterrenwacht Urania, Hove bij Antwerpen, België.

Stichting Vesta, Oostzaanse sterrenwacht, Zuid-einde 195, Oostzaan, Tel: 020-311926.



Opname van de planeet Saturnus.  
Deze planeet is in januari in oppositie met de zon.





Populair-wetenschappelijk maandblad over sterrenkunde, weerkunde, ruimtevaart, ruimte-onderzoek en aanverwante wetenschappen en technieken.

Versijnt onder auspiciën van de Stichting De Koepel.

Aan het maandblad werken samen:

de Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde,  
de Stichting MACRO,  
de Stichting Volkssterrenwacht Simon Stevin,  
de Vereniging voor Sterrenkunde, Meteorologie, Geophysica en Aanverwante Wetenschappen in België.

#### Bureau:

Stichting De Koepel, Nieuwe Gracht 15, Utrecht, tel. 030-311360, postgiro 3064700 t.n.v. Stichting De Koepel, Utrecht.

#### Redactie:

G. W. E. Beekman, hoofdredacteur; dr. W. de Rop; Gerton van Wageningen; drs. B. Zwart.

#### Druk:

Samsom-Sijthoff Grafische Bedrijven B.V.

#### Abonnementen:

f 42,— per jaar, ingaande 1 januari. Halfjaarlijkse abonnementen, f 22,— kunnen ingaan op 1 januari of 1 juli.

Abonnementen afgesloten in de loop van een jaar zijn geldig tot het einde van dat kalenderjaar. Opzegging van abonnementen uitsluitend schriftelijk vóór 15 november aan het bureau van De Koepel te Utrecht. Bij niet tijdige opzegging wordt het abonnement automatisch voortgezet.

Doordat de edities van juli en augustus worden gekombineerd verschijnen er jaarlijks elf nummers.

#### Losse nummers:

f 4,50 of 65 Bfr.

#### Kopij:

In getypte vorm, met dubbele regelafstand; 60 aanslagen per regel; elk vel papier aan slechts één zijde gebruikt. In te zenden aan: Redactie ZENIT, bureau De Koepel, Nieuwe Gracht 15, Utrecht. Foto's en dia's, gezonden aan de redactie, worden alleen op uitdrukkelijk verzoek geretourneerd.

#### Openingstijden bureau 'De Koepel'

Dagelijks van 9 tot 17 uur en elke tweede en vierde zaterdag van de maand van 9 tot 13 uur.

Verhoging van druk- en portiekosten maken helaas een verhoging noodzakelijk van de abonnementsprijs van Zenit met ingang van januari 1976. De prijs van een jaarabonnement wordt dan f 47,50 en van een half jaarabonnement f 24,50.

Gehele of gedeeltelijke overneming van artikelen en illustraties in deze uitgave mag uitsluitend geschieden met schriftelijke toestemming van de redactie en de uitgever.

## Zenit post

## Maansverduisteringen en planetoiden

De twee boekbesprekingen in Zenit 10, 1975, geven mij aanleiding tot enkele opmerkingen. In de bespreking van de JWG-brochure 'maansverduisteringen' merkt de heer De Rop op dat de 'Nautical Almanac' sinds 1960 'Astronomical Ephemeris' heet. Er dreigt echter enige verwarring te ontstaan in dit opzicht. De grote Engelse almanak heet tegenwoordig 'Astronomical Ephemeris', zijn Amerikaanse tegenhanger 'American Ephemeris and Nautical Almanac'. In de literatuur pleegt men deze vaak af te korten tot resp. AE en AENA.

In de brochure zijn enkele foutjes geslopen (o.m. in de wiskundige vergelijkingen), welke bij de recente exemplaren apart op een vel zijn aangegeven. Mocht men deze correcties nog niet ontvangen hebben, dan kan men deze aanvragen bij het bureau der JWG.

In de bespreking van 'Tables of Minor Planets' merkt de heer Beekman op dat de naam van tenminste één der auteurs borg staat voor de volledigheid en nauwkeurigheid van het werk. Waarschijnlijk doelt hij op de heer Meeus. De andere auteur, F. Pilcher, wordt hiermee m.i. nogal tekort gedaan. Prof. Frederick Pilcher is een der meest actieve propagandisten in de V.S. van het waarnemen van planetoiden door amateurs. Samen met Meeus is hij bovendien een der meest actieve auteurs in het 'Minor Planet Bulletin'. Opmerkelijk is echter ook zijn enorme praktische ervaring: eind vorig jaar bracht hij zijn totaal van waargenomen planetoiden op 470 (!), hetgeen een record is voor amateur-astronomen!

De lijst met helderheidsvariëaties en rotatieperiodes van 49 planetoiden is niet recent. Deze is nl. afkomstig uit een in 1970 gepubliceerd standaardwerk onder redactie van prof. Dollfus.

Reeds in 1971 verscheen een verbeterde lijst in 'Physical Studies of Minor Planets' onder red. van Dr. Gehrels. Sinds die tijd zijn vele gegevens weer verbeterd. Een fraai voorbeeld is Vesta's rotatieperiode, die thans niet  $5^h20^m31^s,665$  geacht wordt te zijn, maar  $10^h41^m03^s,330$ !

Voor wat betreft de rotatieperiodes en de lichtwisselingen kunnen de lezers daarom beter gebruik maken van Gehrels werk, en voor recente wijzigingen tijdschriften als 'Icarus' en 'Astrophysical Journal' raadplegen.

Voor alle andere gegevens mag men 'Tables of Minor Planets' beschouwen als een onmisbaar hulpmiddel voor de serieuze amateur!

W. F. Gielingh

## Rectificatie

In het artikel 'Problemen bij het waarnemen van sterbedekkingen' in Zenit 11-1975, pag. 408 staan enkele drukfouten. In de tweede kolom staat -1,77. Dit moet zijn +1,77. In de derde kolom moet de dertiende regel vervallen. Ook het — teken bij de positie OL moet vervallen.

H. Betlem, Leiden.

## Abonnement Zenit 1976

De prijs voor een jaarabonnement 1976 is f 47,50 en niet f 46,50 zoals per abuis is vermeld op de acceptgirokaart die u reeds heeft ontvangen.

Halfjaarlijkse abonnementen blijven mogelijk. De prijs daarvan is f 24,50.

Wij vertrouwen op uw begrip en medewerking.

## Zojuist verschenen



Nova Cygni 1975

Laatste gegevens over deze spectaculaire nova, volgens de I.A.U.-circulars (no. 2826 t/m 2830) en volgens enkele meldingen van Nederlandse amateurs:

Preciese positie:  $\alpha = 21^h09^m52^s,9$ ;  $\delta = +47^{\circ}56'41''$  (equinox 1950,0)

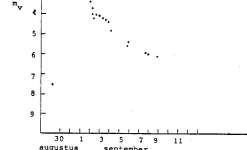
De helderheid van de nova neemt na een aanvankelijke snelle afname nu minder snel af (zie grafiek). In de grafiek zijn ook enkele pre-nova magnituden opgenomen.

Op 12 augustus was de helderheid  $\approx 16$ . De oorspronkelijke ster was vermoedelijk een object van magnitude  $\approx 21$ . De helderheidsaanname (circa 19 magnituden) suggereert een supernova. Het spectrum is echter meer typisch van een nova dan van een supernova. Volgens L. Jacchia is het mogelijk een nova die vóór de eerste maal explodeert is, vergelijkbaar met Nova C P 1942.

Het continue spectrum is zeer sterk, ook in violet en rood. Er zijn verder sterk verbreedde emissie- en absorptielijnen. Er zijn exponentiële veranderingen waargenomen tot circa 1750 km/sec.

In interferentie was de maximum helderheid van de nova nog groter dan optisch ( $\approx 0,5$  bij  $4,8 \mu$ ).

Kaarten en helderheden van verrekijkerssterren zijn verkrijgbaar bij de heer Cornelio, secretaris van de werkgroep Veranderlijke Sterren, Kapteyn Laboratorium, Postbus 809, Groningen.



### Informatieblad

Behalve Zenit geeft de Stichting 'De Koepel' sinds september 1975 ook een 'informatieblad' uit. Dit informatieblad is opgezet met de bedoeling:

1. nieuwsberichten op het gebied van sterrenkunde, ruimtevaart en ruimteonderzoek, weerkunde en aanverwante onderwerpen snel bij de lezers te brengen;
2. aktueel nieuws over de activiteiten van de afdelingen van de N.V.W.S., Macrocentra, van de Volkssterrenwacht Simon Stevin en van de andere Volkssterrenwachten in Nederland en België aan te bieden.

Het Informatieblad telt gemiddeld vier gestencilde pagina's per nummer en zal verschijnen op ongeregelde tijden, in totaal ongeveer 12 maal per jaar. In december 1975 zal nummer 4 verschijnen. Voor lezers van Zenit is dit blad verkrijgbaar voor f 10,— per jaar. Bestellen door storting van dit bedrag op postgiro 3191545 ten name van 'De Koepel', Nieuwe Gracht 15, Utrecht.



# NOVAE (3)

## Voortekenen van de eruptie

Doordat een nova wordt ontdekt tijdens of vlak voor het moment van zijn maximale helderheid, zijn van zo'n ster vóór de opvlamming vrijwel nooit visuele waarnemingen gedaan. De helderheid van de prenova bijvoorbeeld kan alleen m.b.v. reeds bestaande fotografische platen worden afgeleid. Edward L. Robinson heeft na een uitgebreid literatuuronderzoek een overzicht samengesteld van alle gepubliceerde helderheden van prenovae en van 12 van hen een lichtkromme kunnen afleiden. Hieruit bleek o.a. dat bij de helft van deze prenovae de helderheid in de periode van 1 tot 15 jaar vóór de opvlamming langzaam iets was toegenomen en dat één prenova zelfs een langperiodelijke veranderlijke was geworden. De resultaten van dit onderzoek zijn gepubliceerd in het julinummer (1975) van *The Astronomical Journal*.

Onze oudere kennis van prenovae danken we voor een belangrijk deel aan de onderzoeken van de Amerikaanse sterrenkundige Dean B. McLaughlin (1901-1965). Deze trok uit zijn nog vrij onvolledige waarnemingsmateriaal de volgende conclusies over het gedrag van novae:

1. Er is geen wezenlijk verschil in het gedrag van een nova vóór en na de uitbarsting.

2. Nova-uitbarstingen gebeuren zonder voorafgaande aanwijzingen en, met uitzondering van de RT Serpentis sterren, vrijwel altijd binnen één of twee dagen.

Momenteel is er veel meer waarnemingsmateriaal beschikbaar gekomen dan dat, waarop McLaughlin zijn conclusies baseerde. Edward L. Robinson heeft al het beschikbare materiaal bijeen gebracht om het gedrag van deze sterren vóór de uitbarsting opnieuw aan een uitgebreid onderzoek te kunnen onderwerpen. Een van de grootste problemen hierbij waren de talrijke magnitudensystemen en meettechnieken die gebruikt waren. Als gevolg hiervan kon een gepubliceerde helderheid nooit zonder meer worden opgenomen. Dit probleem deed zich niet alleen voor bij de oudere waarnemingen, maar ook bij de vrij recente. De helderheid van FH Serpentis (1970) bijvoorbeeld, gemeten door drie onderzoekers op de E-platen van de Palomar Sky Survey Atlas, bleek 0,7 mag. uiteen te lopen en op de O-platen zelfs 1,1 mag. Gelukkig bleek het in vrijwel alle gevallen mogelijk de helderheid van een prenova in een uniforme magnitudenschaal onder te brengen. Hoewel natuurlijk niet mag worden uitgesloten

dat enkele gepubliceerde waarnemingen over het hoofd zijn gezien, meent Robinson toch dat zijn materiaal als vrijwel compleet kan worden beschouwd.

In de tabel zijn alle 33 novae opgenomen, waarvan een of meer metingen in het prenovastadium bekend zijn. Van deze novae wordt het jaar van de opvlamming gegeven, de maximale helderheid, de helderheid van de postnova en de klasse (zie verderop in dit artikel). In sommige gevallen is de helderheid in het postnova-stadium niet bekend, doordat de ster nog bezig is zwakker te worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor RR Tel, die na bijna 30 jaar nog niet in zijn oorspronkelijke toestand is teruggekeerd. Sommige postnova-waarnemingen bleken niet te zijn gepubliceerd.

### Een ietwat arbitraire indeling

Om de talrijke gegevens te kunnen verwerken werden de novae ingedeeld in vijf klassen, gebaseerd op zowel de hoeveelheid beschikbare waarnemingen, als op de morfologie van de lichtkromme. Deze indeling kan dus tot op zekere hoogte als arbitrair worden beschouwd.

*Klasse 1* bevat alle novae waarvan zo weinig gegevens bekend zijn, dat er niets kan worden gezegd over eventuele helderheidsveranderingen in het prenova-stadium. Deze klasse bevat 12 van de 33 novae.

*Klasse 2* bevat de 9 novae waarvan de helderheid voor en na de opvlamming goed bekend is, maar waarvan men toch niet genoeg gegevens heeft om er een lichtkromme uit te kunnen construeren.

*In afwijking van eerdere berichten zal deze serie over 'novae' niet uit twee maar uit vier artikelen bestaan. Nevenstaand artikel is gewijd aan lichtkrommen van prenovae; in het vierde artikel zal een overzicht worden gegeven van de waarnemingsresultaten van Nova Cygni 1975.*

*Klasse 3* bevat de 5 novae waarvan de lichtkromme vóór de opvlamming nu goed bekend is, en die op grond hiervan passen in het klassieke beeld dat men van een prenova heeft. De helderheid is zwak veranderlijk, maar blijft tot op enkele dagen voor de opvlamming gemiddeld constant. Een voorbeeld hiervan is DQ Herculis (zie fig. 1).

*Klasse 4* bevat de 5 novae waarvan de helderheid in de periode van 1 tot 6 jaar voor de opvlamming een kleine doch duidelijke toename vertoont. V533 Her (zie fig. 2) en LV Vul behoren duidelijk tot deze klasse. De eerste nam in de 1,5 jaar voor de uitbarsting circa 1,4 magnituden toe. De lichtkromme van LV Vul vertoont hetzelfde beeld, maar de helderheidstoename was hier iets geringer. CP Lac nam in de drie jaar voor zijn opvlamming met 0,25 mag. toe. BT Mon kwam op de oudste fotografische platen niet voor, waaruit bleek dat hij toen zwakker dan mag. 17 moest zijn geweest. In de zes jaar voor de eruptie vertoonde hij zich van mag. 15,4. GK Per tenslotte bleek in de twee jaar voor de opvlamming ongeveer 0,75 mag. helderder te zijn geworden. Met als enige uitzondering mischien BT Mon zijn alle sterren die voor de opvlamming iets helderder werden, alle teruggekeerd naar het stadium vóór deze helderheidstoename.

*Klasse 5* tenslotte is gereserveerd voor de twee unieke novae V446 Her en RR Tel. De eerste is de enige nova waarvan de helderheidsveranderingen voor en na de eruptie verschillen. Voor de opvlamming vertoonde de helderheid snelle veranderingen tot bijna 4 magnituden. Enkele jaren na de opvlamming was de gemiddelde helderheid van de nova gelijk geworden aan die ervoor, maar de helderheidsschommelingen waren nu niet groter meer dan 0,4 mag. Het zou echter mogelijk zijn dat deze verandering maar tijdelijk is en dat de grote amplitude in de toekomst toch weer tevoorschijn komt.

Bijzondere aandacht verdienen de helderheidsveranderingen van RR Tel (zie fig. 3). Vóór 1930 vertoonde deze ster zich als een onregelmatig veranderlijke ster met een amplitude van 2 magnituden en een gemiddelde van mag. 14. Omstreeks 1930 verschenen er regelmatige helderheidsvariëaties met een periode van 387 dagen en een toenemende amplitude. Omstreeks 1940 was de amplitude tot minstens 3,5 magnituden toegenomen. Bovendien nam de gemiddelde



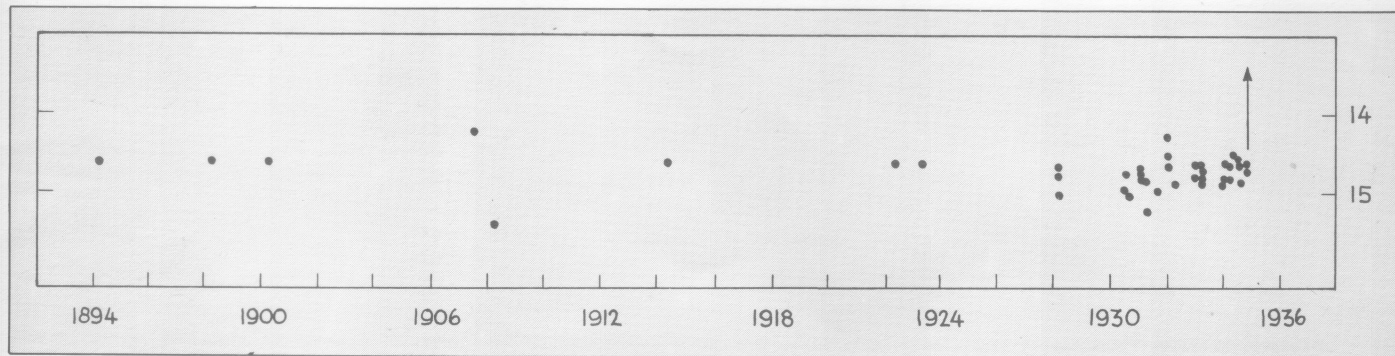


Fig. 1. De lichtkromme van DQ Her in het prenovastadium. De pijl geeft de datum van opvlamming aan.

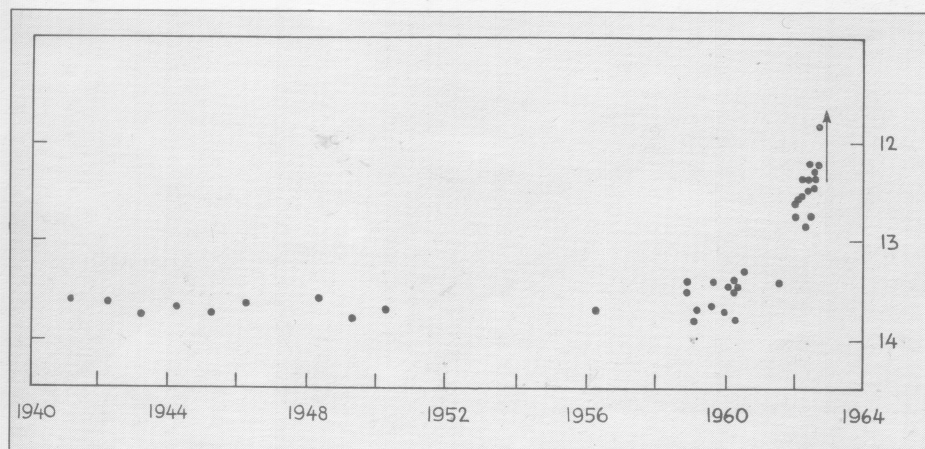
helderheid van 1930 tot 1938 af tot circa mag. 16, om daarna tot het moment van de opvlamming geleidelijk toe te nemen tot opnieuw de 14e grootte. Gaposchkin classificeerde RR Tel op grond van dit gedrag als een bijzondere, langperiodieke, halfregelmatige veranderlijke.

### Nieuwe resultaten

De waarnemingsresultaten van dit onderzoek worden nu door Robinson als volgt samengevat:

1. Met uitzondering van misschien BT Mon is de gemiddelde helderheid van de postnova en prenova gelijk voor alle 18 sterren waarvan de beide waarden bekend zijn. Uit de tabel blijkt dat het grootste verschil 0,7 mag. bedraagt, maar in de regel 0,2 of minder is.
2. De 12 prenovae uit de klassen 3, 4 en 5 hebben goed bepaalde lichtkrommen. Zes van deze prenovae vertonen een duidelijke of zeer waarschijnlijke toename van de helderheid in de periode tot 15 jaar vóór de opvlamming. Vijf prenovae werden 0,25 tot 1,5 mag. helderder en RR Tel werd een langperiodieke veranderlijke.
3. Slechts bij één ster is er een verschil geconstateerd tussen de lichtkromme in het pre- en postnova-stadium (V446 Her).

Fig. 2. De lichtkromme van V553 Her laat zien dat deze ster al ongeveer 1,5 jaar vóór de opvlamming helderder begon te worden.



Deze resultaten tonen aan dat de eerder door McLaughlin getrokken conclusies bij nauwkeurig onderzoek niet meer geheel blijken te kloppen. Verder zouden de waarnemingsresultaten het aannemelijk maken dat een nova-eruptie zeer weinig effect heeft op zowel de erupterende ster als op het gehele dubbelstersysteem. Dit zou overigens ook al aannemelijk zijn gemaakt door het gedrag van DQ Hercules als eclipsveranderlijke.

Het is het enige systeem waarvan men ook eclipswaarnemingen van vóór de uitbarsting heeft. In de jaren 1930-1934 (vóór de opvlamming) bleek de prenova een periode te hebben van 4h 38m,2. Twintig jaar na de opvlamming werd gevonden dat de periode (slechts) 0,6 minuten groter was geworden, wat verklaard kon worden m.b.v. de hoeveelheid uitgeworpen materie. De uitzonderingspositie die V446 inneemt door zijn veranderde amplitude zou misschien kunnen worden toegeschreven aan de tijdelijke verstoring van het massatransport tussen de twee componenten van het systeem.

De door Bath e.a. gedane suggestie (1974) dat dwergnovae (waarvan men eveneens weet dat ze dubbelsterren zijn, bestaande uit een rode en een witte dwerg) eventueel novae zouden kunnen worden, wordt echter door de resultaten van het onderzoek niet ondersteund. Geen van de prenova-lichtkrommen vertoont dwergnova-karakteristieken. Bovendien is de gemiddelde absolute helderheid van de prenovae 3 magnituden kleiner dan die van dwergnovae tijdens hun 'rustige' periode. Aangezien het bovenstaande onderzoek echter nog maar een periode van minder dan een eeuw bestrijkt, mag een eventuele evolutie van dwergnova naar nova niet worden uitgesloten wanneer dit in een veel grotere tijdsperiode zou plaatsvinden.

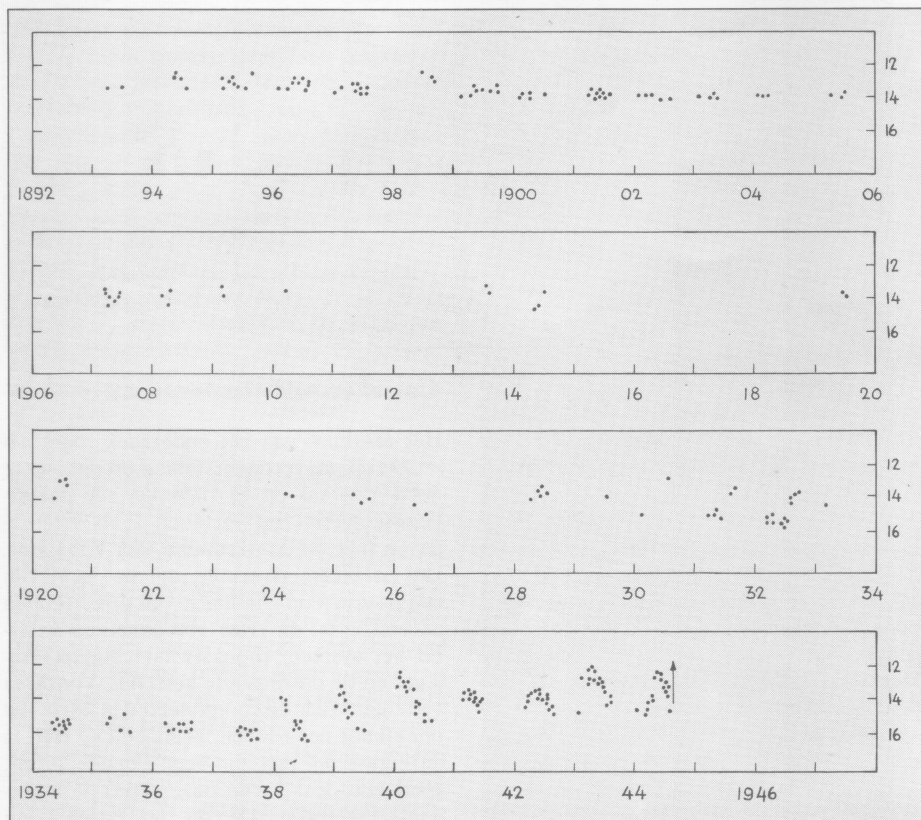
### Oorzaken helderheidstoename

Het resultaat van het onderzoek roept gemakkelijk de veronderstelling op dat iedere nova alvorens op te vlammen een helderheidstoename zou vertonen zoals weergegeven met de lichtkromme van V553 Her. Het probleem is echter, dat het licht van een prenova op zijn minst van drie bronnen afkomstig is: de twee componenten waaruit het systeem (hoogstwaarschijnlijk) bestaat en de omringende gasschijf. Vooral in systemen waar de componenten in korte tijd om elkaar heen lopen, zoals bij DQ Her, is deze gasschijf met zijn begeleidende 'bright spot' (zie deel 2 van deze serie) de dominante lichtbron. De nu ter beschikking staande gegevens zijn volgens Robinson nog onvoldoende om te kunnen uitmaken welke van deze drie bronnen de helderheidstoename vóór de eruptie veroorzaakt. Maar het is duidelijk dat deze toename, wanneer de bron ervan niet een belangrijke bijdrage levert aan de totale hoeveelheid licht dat het systeem uitstraalt, door de twee andere bronnen verborgen zal worden.

Het is dus nog niet duidelijk of in een van de theorieën die gebruikt worden voor het verklaren van de nova-eruptie, ook de prenovale helderheidstoename kan worden ingepast. Als de eruptie zou ontstaan door kernreacties in de steeds massarijker wordende schil rond de witte dwerg (zie het model in deel 2), dan zou de helderheid van de ster pas veranderen op het moment van de massa-uitstoting. Wanneer de eruptie zou worden veroorzaakt door een directe of indirecte onstabiliteit in de atmosfeer van de andere component, dan zou men alleen met een periode van jaren mogen rekenen wanneer deze component een reuzenster zou zijn.

Volgens Robinson brengt ons dit op RR Tel, waarvan vermoed wordt dat één van de componenten een reus van spectraaltipe M5 is. De periodieke helderheidsveranderingen vóór de opvlamming zouden dan veroorzaakt zijn doordat de ster begon te pulseren. Aangezien het onwaarschijnlijk is dat deze pulsatie 'toevallig' zo'n 15 jaar voor de eruptie begon of dat de M5-ster 'wist' dat er een eruptie zou gaan plaatsvinden, is het waarschijnlijk dat de M5-ster zelf de eruptie heeft veroorzaakt. Vele sterrenkundigen hebben de theorie naar voren gebracht dat laat-typesterren met diepe convectieve lagen dynamisch onstabiel zijn wanneer zij deel uitmaken van een dubbelstersysteem en hun Rocheoppervlak hebben bereikt. De helderheidstoename zou





dan kunnen worden veroorzaakt door de toenemende helderheid van deze late ster zelf, of door de helderheidstoename van de witte dwerg als gevolg van toegenomen instroming van massa via het eerste Lagrangepunt. Met deze theorieën zou men geen eruptie kunnen verklaren die overeenkomt met helderheidstoenames van 10 tot 15 magnituden, zoals bij gewone novae, maar misschien wel de 7 tot 9 magnituden van RR Tel (afhankelijk van de minimum helderheid waarvan wordt uitgegaan). Het gedrag van RR Tel zou er daarom volgens Robinson op duiden, dat er meer dan één oorzaak voor een nova-eruptie zou kunnen zijn.

Dit is geheel aannemelijk gezien de geheel verschillende afmetingen van dubbelsterren, zoals DQ Her enerzijds en die van het type RR Tel en T CrB anderzijds. Het eerste type heeft omlooptijden van enkele uren, zodat de rode component een rode dwerg moet zijn. Het laatste type heeft omlooptijden in de orde van een jaar, waarbij de rode component een rode reus is.

(Met dank aan prof. dr. Van den Heuvel voor het nalezen van het manuscript)

Fig. 3. De helderheidsveranderingen van RR Tel in de 50 jaar vóór zijn opvlaming. Vanaf omstreeks 1930 deed de ster zich voor als een langperiodelike, halfregelmatige veranderlijke.

| ster      | jaar | $m_1$ | $m_2$ | $m_3$ | K |
|-----------|------|-------|-------|-------|---|
| V356 Aql  | 1936 | 16,5  | 7,0   | 16,5  | 2 |
| V603 Aql  | 1918 | 10,5  | -1,1  | 10,5  | 3 |
| V1229 Aql | 1970 | 19,4  | 6,5   | —     | 1 |
| OY Ara    | 1910 | 17,5  | 6,2   | —     | 1 |
| IV Cep    | 1971 | 15,4  | 7,5   | —     | 1 |
| WX Cet    | 1963 | 18    | 10,5  | —     | 1 |
| V655 CrA  | 1967 | 17    | 8     | —     | 1 |
| V465 Cyg  | 1948 | 17,5  | 8     | —     | 1 |
| HR Del    | 1967 | 12,3  | 3,3   | —     | 3 |
| DN Gem    | 1912 | 15    | 3,5   | 14,8  | 2 |
| DQ Her    | 1934 | 14,7  | 1,4   | 14,5  | 3 |
| V446 Her  | 1960 | 15,0— | 3,0   | 15,8  | 5 |
|           |      | 18,0  |       |       |   |
| V533 Her  | 1963 | 14,2  | 3,0   | 14,4  | 4 |
| CP Lac    | 1936 | 15,5  | 2,1   | 15,6  | 4 |
| DI Lac    | 1910 | 14,0  | 4,6   | 14,2  | 3 |
| BT Mon    | 1939 | 16,8— | 4,5   | 15,8  | 4 |
|           |      | <17   |       |       |   |
| GI Mon    | 1918 | 15,1  | 5,6   | 15    | 2 |
| GK Per    | 1901 | 13,8  | 0,2   | 13,5  | 4 |
| RR Pic    | 1925 | 12,7  | 1,2   | 12,6  | 3 |
| HZ Pup    | 1963 | 18,5  | 7,7   | —     | 1 |
| GR Sgr    | 1924 | 16,6  | >11,4 | 16,5  | 2 |
| V441 Sgr  | 1930 | 16,0  | 8,7   | 16,5  | 2 |
| V999 Sgr  | 1910 | 16,5  | 8,0   | 16,5  | 2 |
| V1016 Sgr | 1899 | 15,0  | >8,6  | 14,9  | 2 |
| V2572 Sgr | 1969 | 13    | 6,3   | 13    | 2 |
| Sgr       | 1962 | 17,1  | >8,4  | —     | 1 |
| EU Sct    | 1949 | 16,3  | 8,0   | 17,0  | 2 |
| FS Sct    | 1952 | 16,6  | 10,1  | —     | 1 |
| FV Sct    | 1960 | 21    | 7     | —     | 1 |
| V368 Sct  | 1970 | 19,3  | 7,7   | —     | 1 |
| FH Ser    | 1970 | 16,1  | 4,4   | —     | 1 |
| RR Tel    | 1946 | 16,6  | 6,8   | —     | 5 |
| LV Vul    | 1968 | 16,9  | 4,5   | —     | 4 |

Tabel. Overzicht van alle novae waarvan een of meerdere metingen in het prenovastadium bekend zijn. Resp. zijn gegeven het jaar van opvlaming, de helderheid in het prenovastadium ( $m_1$ ), de maximale helderheid ( $m_2$ ) en de helderheid in het postnovastadium ( $m_3$ ). De indeling in klassen (K) wordt in het artikel besproken.

## Zoeker-kijker combinatie

Deze foto toont een Pollux 15x80 prismakijker als zoeker voor een 10-cm panorama-kijker van hetzelfde merk, die vergrotingen van 15 tot 60 maal geeft. De waarnemer achter deze 'batterij', G. Wagenaar, schrijft erbij:

Wanneer men een eenvoudige lichtsterke kijker bezit en hiermee moeilijk nevels en andere lichtzwakke objecten kan vinden, zal men veel gemak hebben van het plaatsen van een lichtsterke prismakijker er vlak naast. Wanneer men beide kijkers één keer precies op hetzelfde onderwerp instelt en daarna vastschroeft, dan zal men de onderwerpen die men met de prismakijker beter kan vinden nu ook meteen door de andere kijker kunnen zien. Zo kan men één object bijna gelijktijdig eerst door prismakijker en daarna door andere kijker, meer vergroot, bestuderen.





# Dubbelsterren(1)

## Indeling gebaseerd op waarnemingsmethoden

**Dubbelsterren heeft men historisch steeds als een welbepaalde groep van objecten beschouwd die apart bestudeerd werden. Het is de bedoeling om in een serie artikeltjes een idee te geven van wat er in de sterrenkundige wereld gedaan wordt aan onderzoek in verband met dubbelsterren, waarbij we ons echter bij een aantal onderwerpen zullen moeten beperken tot het noemen ervan. Daarnaast zullen we wat langer stilstaan bij bepaalde soorten dubbelsterren, voornamelijk bij de visuele (die het best toegankelijk zijn voor de niet-professionele sterrenkundige).**

Niet alleen is er een grote verscheidenheid van dubbelsterren, maar langzamerhand blijkt zelfs dat deze objecten de meerderheid van de waargenomen hemellichamen uitmaken. Naargelang de astronomen hun waarnemingstechnieken verbeterden, werd het zichtbare en berekende percentage dubbelsterren en meervoudige sterren steeds groter. Het berekende percentage (misschien zouden we beter kunnen spreken van het geschatte percentage) is daarbij steeds wat hoger dan het rechtstreeks waargenomen. Wij komen daar in de tweede aflevering nog op terug. Op het ogenblik liggen de schattingen bij 80% meervoudige systemen. Een moeilijkheid vormen de witte dwergen en andere uitgebluste sterren, in het algemeen de te lichtzwakke sterren. Hun aantal schatten is reeds moeilijk, hoeveel dubbelsterren erbij zitten is (nog) niet te zeggen. In ieder geval zijn de enkelvoudige sterren kennelijk eerder uitzondering dan regel.

Wat verwachten wij van de studie van dubbelsterren? Indien men weet hoe één ster in elkaar zit, weet men natuurlijk ook hoe twee sterren er uitzien, afgezien van de werking die ze op elkaar uitoefenen. Een studie over dubbelsterren zal dan ook vooral gaan over de wisselwerking tussen beide (baanbeweging, massa-uitwisseling e.d.). Aangezien er echter een ontzaglijk aantal verschillende soorten combinaties mogelijk zijn van twee sterren, zullen we eerst proberen enig onderscheid tussen de soorten dubbelsterren te maken. We laten de meervoudige stelsels nog even rusten. Men kan allerlei soorten indelingen maken: bijv. systemen met sterren van ongeveer gelijke massa, respektievelijk met toenemende onderlinge massaverhouding; een indeling naar kleur, type of ouderdom; of,

meest voor de hand liggend, een indeling naar onderlinge afstand.

Het bezwaar van al deze indelingen is, dat voor een belangrijk gedeelte van de sterren de grootheid of eigenschap die als criterium gebruikt zou moeten worden niet bekend zal zijn. Daarom is het onderscheid dat van oudsher gemaakt wordt, gebaseerd op de manier waarop wij de ster kunnen waarnemen: men spreekt van visuele, astrometrische, spektroskopische en fotometrische dubbelsterren; deze laatste noemt men ook wel eclips- of bedekkingsveranderlijken.

### Visuele dubbelsterren

Wij willen de benaming 'visueel' hier letterlijk gebruiken; dus voor dubbelsterren waarvan de componenten met het oog (en door een kijker) gescheiden kunnen worden. Met de sterkste kijkers slaagt men erin sterren op  $0'',10$  hoekafstand van elkaar te scheiden. Reeds in de jaren 1900 voerde R. G. Aitken nauwkeurige metingen uit met de 36-inch refractor van de Lick Sterrenwacht van afstanden tot  $0'',12$ . Het theoretisch scheidend vermogen van zijn teleskoop was  $0'',14$ ; een geroutineerd waarnemer kan echter voor een niet volledig gescheiden paar behoorlijk nauwkeurig de afstand 'meten' uit de vorm van het ellipsvormige beeld. In principe kunnen componenten gescheiden worden die een onderlinge afstand van  $12''/D$  hebben, waarbij  $D$  de opening van de kijker is (in cm). De omlooptijd van de nauwste visuele dubbelsterren bedraagt toch nog altijd enkele jaren. Voor de volledigheid: paren die met interferometrische methoden worden gemeten, worden eveneens onder de visuele dubbelsterren gerangschikt.

Paren die meer dan  $1''$  uit elkaar staan kan

men onder gunstige omstandigheden ook fotografisch waarnemen; indien de sterbeeldjes duidelijk fotografisch gescheiden kunnen worden (bijv. bij een afstand van  $3''$ ) heeft de fotografische methode trouwens de voorkeur boven de visuele meting. Daarnaast zijn diverse spitsvondige waarnemingstechnieken bedacht, die echter vaak nogal omslachtig zijn; de meest recente en veelbelovende ontwikkeling is die van de toepassing van beeldversterkers (TV-technieken).

Hoe groter de afstand tussen de componenten, hoe minder interessant de ster meestal is. Bovendien neemt de kans dan ook toe dat het paar optisch is. Met een *optische dubbelster* bedoelt men een paar, dat alleen maar toevallig samen te zien is, maar fysisch niet samenhoort en waarvan de componenten zich in werkelijkheid op zeer verschillende afstand van ons bevinden. Optische paren kan men o.a. ontmaskeren door aan te tonen dat de componenten ervan een verschillende eigenbeweging hebben.

### Astrometrische dubbelsterren

Als astrometrische dubbelsterren moeten beschouwd worden die dubbelsterren, die met astrometrische methoden waargenomen worden, d.w.z. met de middelen van de plaatsbepalende sterrenkunde. Daar vallen dus in principe ook de visuele dubbelsterren onder. Meestal bedoelt men met astrometrische dubbelsterren echter alleen die, welke net niet visueel kunnen worden waargenomen en waarvan men het dubbelzijn alleen kan aantonen door het optreden van de veranderingen in de positie van de ster. Een onzichtbare component kan inderdaad de beweging van de zichtbare ster zodanig beïnvloeden, dat deze een schommeling vertoont. Men ziet dan in feite de beweging van het fotocentrum (figuur 1). Over de precisie van de fotografische plaatsbepaling zullen we het nog hebben. Daarnaast kan men bij de astrometrische paren eventueel ook de sterren rekenen, waarvan men ontdekt dat ze bij elkaar horen omdat ze dezelfde eigenbeweging vertonen. Zulke dubbelsterren kunnen natuurlijk reeds als visueel gekatalogeerd staan. Specialist op 'dit gebied is Willem J. Luyten in Minnesota, die in 1972 meer dan 3000 aldus ontdekte dubbelsterren op zijn naam had staan.



Fig. 1 (a) en (b): twee maal een voorstelling van een nauwe astrometrische dubbelster: de componenten A en B (waarbij B veel minder helder is) hebben elkaar overlappende fotografische beelden; men ziet slechts één 'sterbeeld' (de grote cirkel), waarvan het middelpunt, het fotocentrum, in verloop van tijd een slingerende beweging beschrijft ( $P_1$ ,  $P_2$ ); (c): dezelfde slingerende beweging van het fotografisch middelpunt P. Indien de ster werkelijk enkelvoudig was zou men een rechtlijnige beweging zien (A). De minder massieve kompaan (B) is onzichtbaar, maar beschrijft in werkelijkheid een veel uitgesprokener slingerbeweging dan het fotocentrum P.

## Spektroskopische dubbelsterren

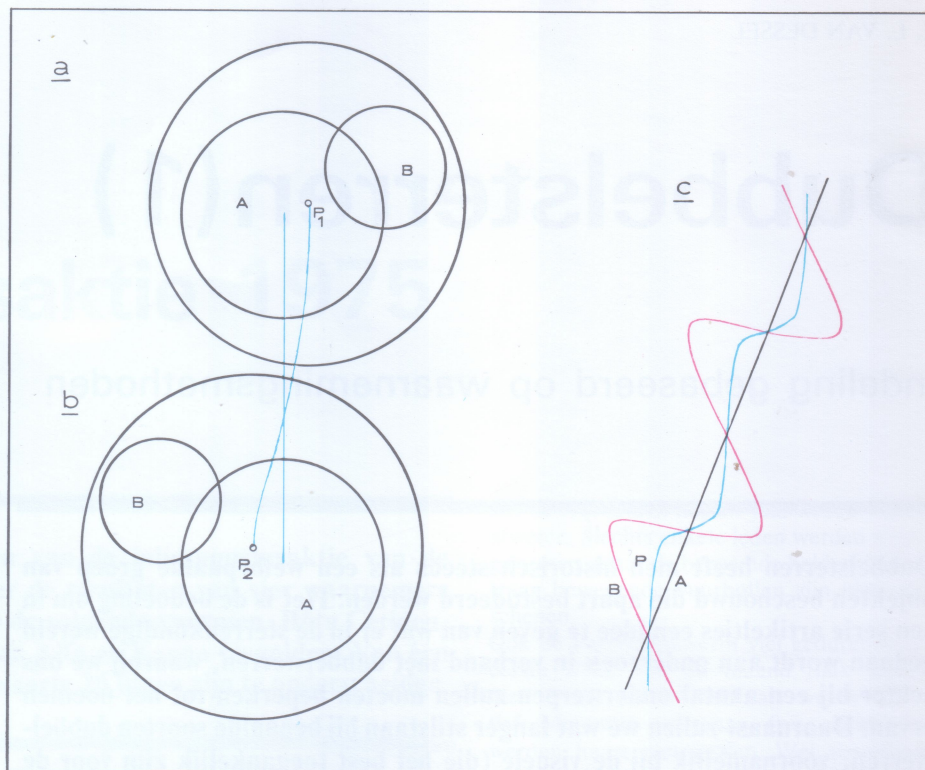
Spektroskopische dubbelsterren zijn sterren waarvan men aan de hand van het spectrum heeft ontdekt dat ze dubbel zijn. Het duidelijkste geval is dat waarbij de lijnen dubbel voorkomen, zij het niet altijd in dezelfde verhoudingen (schematisch voorbeeld: figuur 2), omdat de twee componenten niet van hetzelfde type zijn. In werkelijkheid zullen de lijnen ook maar gedeeltelijk gesplitst zijn, zodat een onduidelijk beeld ontstaat (voorbeeld: figuur 3). Het merendeel der spektroskopische dubbelsterren wordt echter als zodanig herkend, omdat de radiële snelheid varieert: naargelang de helderste component zich tijdens zijn baanbeweging in de gezichtsrichting naar ons toe of van ons vandaan beweegt, zullen de lijnen op verschillende golflengten te vinden zijn. Indien de lijnen een dergelijke periodieke variatie vertonen kan men besluiten dat het om een dubbelster gaat, zelfs al ziet men niets van de lijnen van de kompaan (die bijv. veel lichtzwakker kan zijn).

De periode van de baanbeweging bedraagt gewoonlijk enkele dagen, maar kan ook maanden of zelfs jaren bedragen. Een aantal visuele dubbelsterren is ook spektroskopisch waarneembaar.

## Fotometrische dubbelsterren

Deze sterren worden ook eclips- of bedekkingsveranderlijken genoemd. Waarnemingstechniek: fotometrie (meten van de hoeveelheid licht die ons bereikt in een vrij uitgebreid golflengtegebied, dus zonder de spektrale resolutie die bij de spektroskopie wordt gebruikt); men ziet dan periodieke inzakkings in de lichtkromme, die erop wijzen dat de componenten elkaar beurtelings geheel of gedeeltelijk bedekken: vanwaar de naam eclipsveranderlijke. Figuur 4 toont enkele typen lichtkrommen.

Het gaat hier meestal om zeer nauwe dubbelsterren, d.w.z. waarvan de componenten dicht bij elkaar staan (zelden meer dan 1 astronomische eenheid, maar zonder benedenlimiet: kontaktsystemen). De perioden liggen meestal in de orde van enkele uren, maar variëren toch nog van aanzienlijk minder dan een uur (bijv. HZ 29: een witte dwerg met een periode van 1051 seconden) tot in het domein van de spektrosko-



pische dubbelsterren ( $\epsilon$  Aurigae: 9898,5 dagen). Wil een spektroskopische dubbelster ook fotometrisch worden waargenomen, dan moet de waarnemer zich in het vlak van de baan van de componenten bevinden (totale eclips) of er dicht bij (partiële eclips). Men ziet dat men meer geluk zal moeten hebben om een wijd paar als bedekkingsveranderlijke waar te kunnen nemen dan om een nauwe dubbelster te kunnen ontdekken.

In figuur 5 zijn enkele bekende eclipsveranderlijken in beeld gebracht. De computertekeningen tonen duidelijk de ellipsoïdale vorm van de componenten in het systeem MR Cygni, die een gevolg is van de getijwerking die in dergelijke nauwe stelsels zeker niet te verwaarlozen is. RZ Tauri is een kontaktsysteem; d.w.z. dat de componenten massa uitwisselen. Nog op te merken valt dat een component na een eclips wat extra kan 'nagloeien' doordat zijn naar ons toegekeerde oppervlak extra verhit wordt door de nabijheid van de bedekkende ster: zie bijv. MR Cygni, waar de lichtkromme niet vlak is tussen het primaire en secundaire minimum; bij EE Pegasi daarentegen staan de componenten te ver van elkaar af opdat het verschijnsel op zou treden.

## Ontdekkingskansen

Het spreekt vanzelf dat een indeling gebaseerd op de methode van waarnemen sterk gebonden is aan de afstand van de dubbelster. Visuele dubbelsterren zullen overwegend dicht bij ons te vinden zijn. Verre gelegene paren hebben dan ook echt ver uit elkaar staande componenten; dergelijke paren hebben een zeer lange omlooptijd (honderden of duizenden jaren), wat ze, behalve als groep, weinig interessant maakt. Een baan berekenen (waarvoor een visuele dubbelster toch in de eerste plaats wordt

waargenomen) is meestal af te raden indien de waarnemingen zich niet uitstrekken over ongeveer de helft van de periode; er zijn daarbij slechts weinig sterren die voor 1880 systematisch werden gemeten. Het moeilijkst waar te nemen, maar het leukst om de resultaten ervan te verzamelen, zijn de nauwe visuele dubbelsterren, die vaak omlooptijden hebben van enkele jaren. Het is voor een waarnemer een zelden voorkomend en dus zeer gesmaakt genoegen om een dubbelster zelf te ontdekken, gedurende een tiental jaar te observeren en er dan een baan voor af te leiden. Er wil wel eens spraakverwarring optreden indien het gaat over nauwe dubbelsterren. Voor een visueel waarnemer zijn dit sterren die hij niet kan scheiden; deze sterren zijn voor een specialist in fotometrische dubbelsterren echter zeer wijd. Wij zullen hier voortaan het gebruik van de benaming 'nauw' vermijden indien het gaat over visuele dubbelsterren en deze benaming reserveren voor de fysisch echt dicht bij elkaar staande sterren.

De nauwe dubbelsterren (close binaries) staan op het ogenblik sterk in de belangstelling van de astronomen. Er bestaat een indeling van deze sterren in kontaktsystemen, gescheiden en half-gescheiden systemen (zie volgend paragraafje), een indeling die de klassifikatie in fotometrische of spektroskopische dubbelsterren doorsnijdt. De kans op het ontdekken van een spektroskopische dubbelster neemt, net zoals bij een visuele dubbelster, toe naargelang de ster dichter bij ons staat, maar dit komt dan door de lichtkracht. Als de hoeveelheid licht die ons bereikt maar groot genoeg is, hangt de rest af van de werkelijke dimensies van het systeem en niet van de schijnbare zoals bij de visuele dubbelsterren. Spektroskopische dubbelsterren kunnen in ieder geval tot op grotere afstanden herkend worden. Aangezien wij het



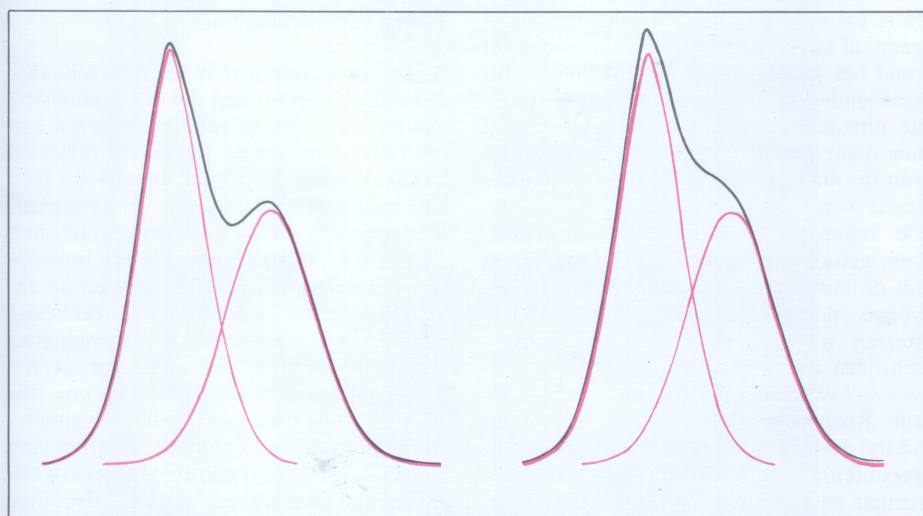
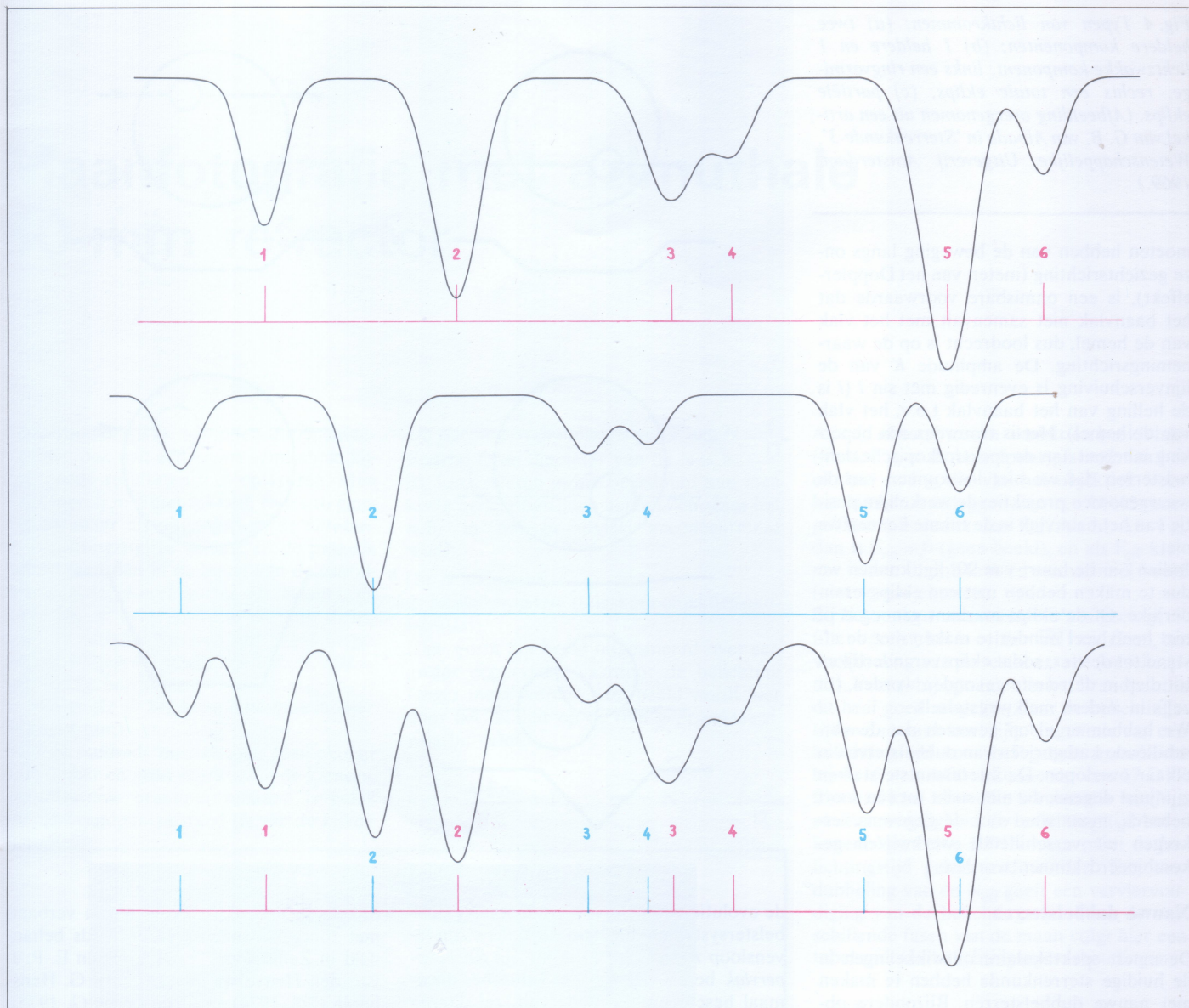


Fig. 3 Twee voorbeelden hoe lijnen die niet ver genoeg uit elkaar liggen in elkaar kunnen overgaan. Indien men ook nog rekening houdt met enige ruis zal het profiel links

er uitzien als een asymmetrische enkelvoudige lijn; men kan dan alleen vermoeden dat er een 2e lijn aanwezig is.

Fig. 2 Zo zou een spectrum er kunnen uitzien (na eliminatie van de ruis). Boven het spectrum van de eerste component (positie van de lijnen aangegeven in rood), daaronder dat van de 2e component (blauw). De lijnen van de ene component zijn systematisch verschoven t.o.v. die van de andere (verschil in radiële snelheid). Het spectrum van de beide sterren samen is onderaan te zien. Drie verschillende gevallen zijn getoond: 1) lijnen 1 en 2 zijn netjes ontdebeld; men kan het verschil in golflengte tussen de lijnen van de twee componenten meten; 2) met lijnen 3 en 4 is niets aan te vangen: zij vormen een onontwarbaar geheel; 3) lijnen 5 en 6 tonen aan dat men moet uitkijken: men heeft neiging om in het gezamenlijke spectrum lijn 5 te gebruiken om het verschil in golflengte te meten, maar in werkelijkheid is de diepe lijn een combinatie van de rode lijn 5 en de blauwe lijn 6; dit kan aanleiding geven tot een foute meting.



Fig. 4 Typen van lichtkrommen: (a) twee heldere componenten; (b) 1 heldere en 1 lichtzwakke component; links een ringvormige, rechts een totale eklips; (c) partiële eklips. (Afbeelding overgenomen uit een artikel van G. B. van Albada in 'Sterrenkunde-3', Wetenschappelijke Uitgeverij Amsterdam, 1969.)

moeten hebben van de beweging langs onze gezichtsrichting (meten van het Dopplereffekt), is een onmisbare voorwaarde dat het baanvlak niet samenvalt met het vlak van de hemel, dus loodrecht is op de waarnemingsrichting. De amplitude  $K$  van de lijnverschuiving is evenredig met  $\sin i$  ( $i$  is de helling van het baanvlak t.o.v. het vlak van de hemel). Het is trouwens een beperking inherent aan de spektroskopische dubbelsterren dat we niet los kunnen van de waargenomen projectie: de werkelijke positie van het baanvlak in de ruimte kennen we niet.

Indien  $i$  in de buurt van  $90^\circ$  ligt kunnen we dus te maken hebben met een eklipsveranderlijke. Of de eklips markant genoeg is of niet heeft veel minder te maken met de afstand tot de ster, zodat eklipsveranderlijken tot diep in de ruimte gevonden worden, tot zelfs in andere melkwegstelsels.

We hebben er al op gewezen dat de verschillende categorieën van dubbelsterren in elkaar overlopen. De interessantste sterren zijn juist degene, die niet strikt tot één soort behoren, maar waarvoor de gegevens verkregen uit verschillende werkwijzen gecombineerd kunnen worden.

### Nauwe dubbelsterren

De meest spektakulaire ontwikkelingen in de huidige sterrenkunde hebben te maken met nauwe dubbelsterren. Bijzondere objecten, zoals sterke röntgenbronnen, neutronensterren en zwarte gaten, worden in verband gebracht met late evolutiefasen van nauwe stelsels, of in de eerste plaats gezocht bij dubbelstersystemen. Het idee dat sterren zo dicht bij elkaar staan dat ze massa uitwisselen heeft nog niet zo erg lang vaste voet gekregen. Men vond in de zestiger jaren in een aantal systemen spektroskopische bewijzen voor het stromen van materie; stelsels waarbij één component of het hele stelsel omgeven is door een ring van gas vindt men nu niets bijzonders meer. Ook het bestaan van sterren die vroeger in het Hertzsprung-Russell diagram een nogal aparte plaats innamen kan verklaard worden door het optreden van massauitwisseling tijdens de evolutie. De kennis van wat er zich afspeelt in nauwe dubbelsterstelsels is snel toegenomen met de opkomst van grote en snelle computers (ongeveer vanaf 1965).

Het mechanisme van het uitstoten van massa op grotere schaal dan via de gewone 'sterrewind', berust op het feit dat een ster door de aanwezigheid van een nabije kompanon slechts een beperkte 'eigen' ruimte ter beschikking heeft. Figuur 6 zal de meeste lezers wel bekend voorkomen: hij wordt in allerlei variaties getoond in artikelen over

de evolutie van diverse soorten nauwe dubbelstersystemen. Een ster die tijdens zijn levensloop zo ver uitzet dat hij zijn *Rocheoppervlak* bereikt, d.w.z. het kritische, maximaal beschikbare volume vult, zal daarna een deel van zijn massa kwijtraken. De materie zal naar de andere component overgaan, of in een ring rond die component of rond het gehele stelsel terecht komen. Bij voldoende hevige massauitstoting (over de uitstotingsmechanismen is kwantitatief nog maar weinig bekend) kan een gedeelte van de materie ook uit het stelsel geëjecteerd worden.

De zogenaamde equipotentiaaloppervlakken, getoond in figuur 6, geven aanleiding tot de indeling die we aankondigen in een vorige paragraaf. *Kontaktstelsels*: beide sterren vullen hun Rocheoppervlak of overschrijden dit limietoppervlak. *Half-gescheiden stelsels*: één van de componenten vult zijn Rocheoppervlak en stoot massa af, vooral door het punt  $L_1$  (één van de Lagrangepunten); de kompanon kan massa opnemen zolang hij binnen zijn kritisch volume blijft, m.a.w. tot het stelsel een kontaktsysteem wordt. *Gescheiden stelsels*: géén van beide componenten vult zijn kritisch volume.

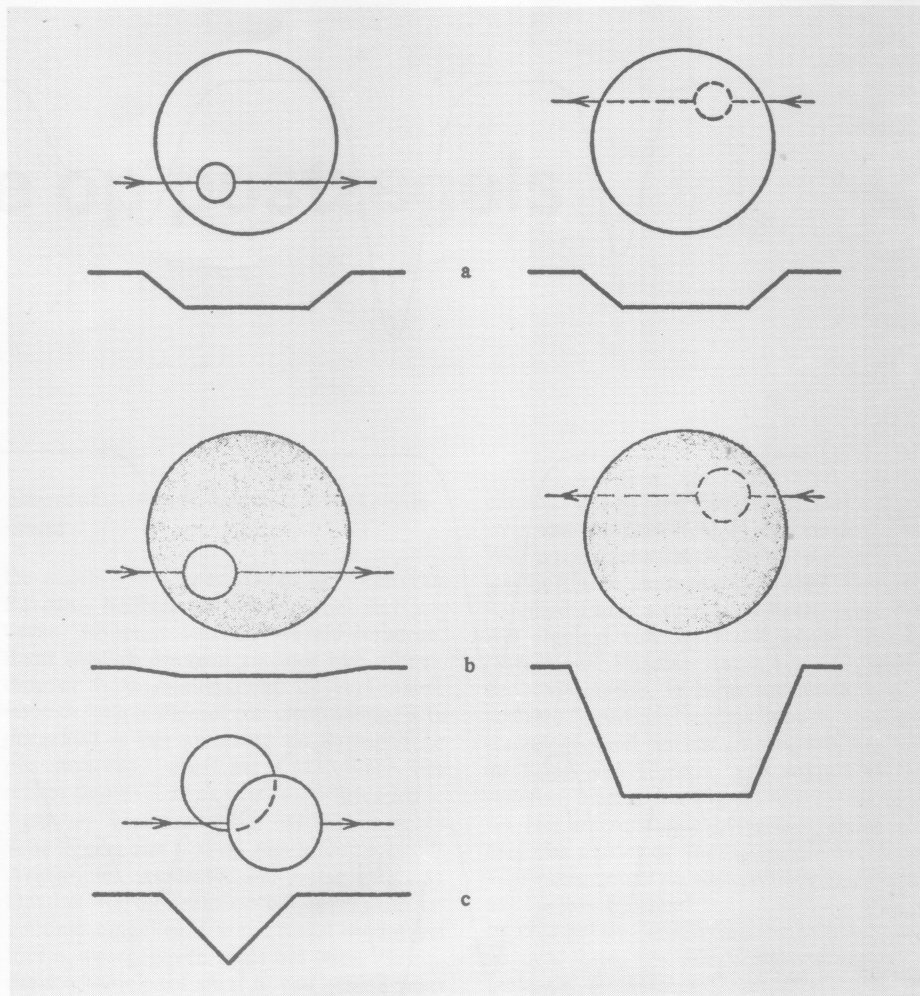
Voor wie nog weinig gelezen heeft over evolutie van nauwe dubbelsterren is het zeker de moeite waard om op zoek te gaan naar literatuur hierover. Het onderwerp is ongemeen boeiend, maar helaas te uitgebreid om er in deze serie op in te gaan,

Enkele recente ontwikkelingen in verband met röntgenbronnen werden reeds behandeld in Zenit door Tj. de Vries en E. P. J. van den Heuvel (Zenit 2, 1974), G. Hensberge (7/8, 1974) en C. de Loore (2, 1975).

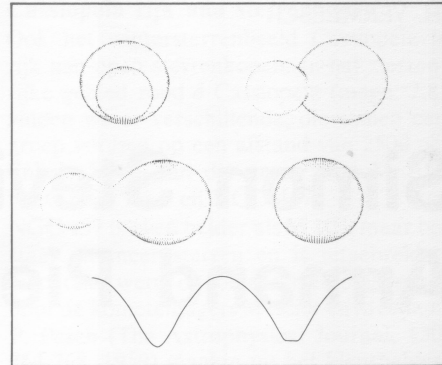
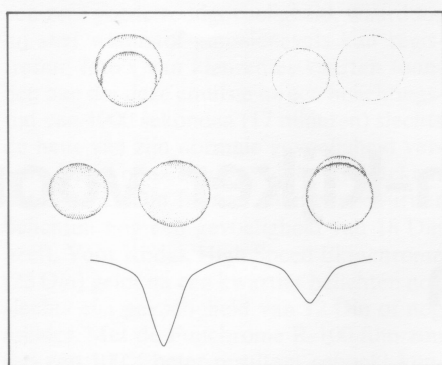
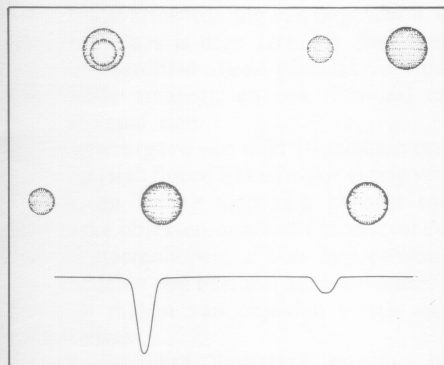
### Grote verscheidenheid

In dit korte overzicht is het waarschijnlijk wel duidelijk geworden dat een combinatie van twee sterren op velerlei manieren kan optreden. Van sterren die elkaar raken en in enkele uren om elkaar draaien (in feite om hun gemeenschappelijk zwaartepunt) tot koppels waarvan de componenten niet zichtbaar bij elkaar horen, die een omlooptijd van duizenden jaren hebben en op enkele honderden astronomische eenheden van elkaar kunnen staan. Van combinaties van componenten met ongeveer gelijke massa tot combinaties waarbij de ene ster 10 à 20 maal zwaarder is dan de andere. Dubbelsterren met kleine massaverhouding ( $m_{\text{kompanon}}/m_{\text{totaal}}$ ) zijn echter niet erg talrijk, al kan daar wel een selectie-effect mee gemoeid zijn. Het zij nog opgemerkt dat in paren met grote onderlinge afstand (visuele dubbelsterren) de componenten zelf vaak spektroskopisch of fotometrisch dubbel zijn; ook de meervoudige systemen zijn rijk aan mogelijke combinaties.

Vergeleken met de nauwe dubbelsterren in een actief evolutiestadium, of met combinaties van een min of meer gewone component met een kompanon die een explosie







of een ineenstorting achter de rug heeft, zijn de enkelvoudige sterren meestal vrij saai. Het is ook de vraag of er wel enkelvoudige sterren gevormd worden. Niet alleen blijken er volgens recente schattingen maar 20% enkelvoudige sterren te bestaan (en de schattingen worden steeds lager), maar indien de theorieën van massalager, maar indien men de theorieën van massa-uitwisseling en -verlies toepast op de vormingsfase (vóór de ster de hoofdreeks bereikt), kan men een zich vormende dubbelster laten uiteenvliegen (omdat tengevolge van de zich wijzigende massaverhouding hyperbolisch kan worden).

En dan zijn er dus nog de 'brave' dubbelsterren, die geen sensationele effecten vertonen en zich in een rustig evolutiestadium bevinden: de meerderheid. Over deze sterren zullen we het in de volgende afleveringen hebben.

## Literatuur

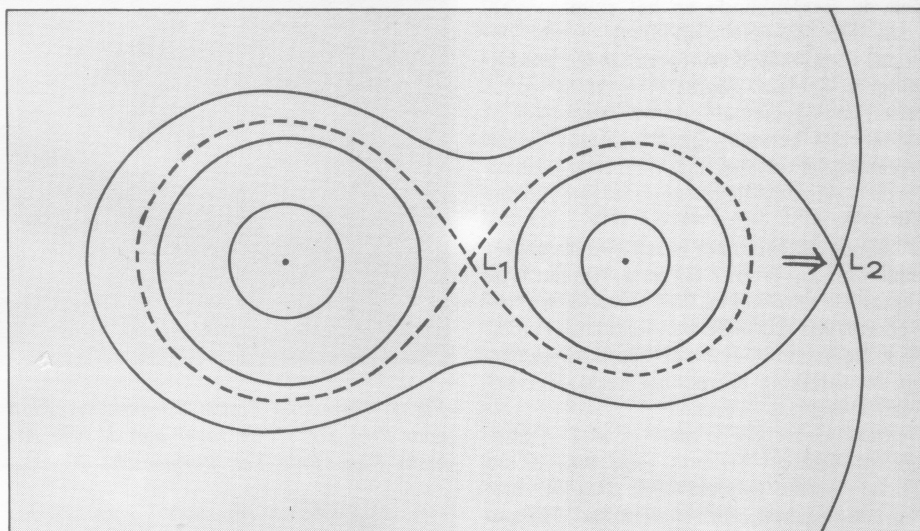
- G. B. van Albada in *Sterrenkunde*, deel 3, Wetenschappelijke Uitgeverij Amsterdam, 1969.  
A. H. Batten, *Binary and multiple systems of stars*, Pergamon Press, 1973.  
H. Gursky en E. P. J. van den Heuvel, X-ray emitting double stars, *Scientific American* 232, nr 3 (1975).  
M. Plavec, Mass exchange and evolution of close binaries, *Advances in Astronomy and Astrophysics* 6, pag. 201 (1968).

Fig. 5 Voorstelling van enkele eklipsveranderingen. Gegeven zijn telkens 4 verschillende fasen tijdens de omwenteling en daaronder de lichtkromme.

Links: EE Pegasi, een duidelijk gescheiden stelsel.

Midden: MR Cygni, ook een gescheiden stelsel, waarvan de componenten (hete, blauwe sterren) echter vervormd zijn. Rechts: RZ Tauri, een kontaktsysteem. (Overgenomen van R. E. Wilson, *Mercury* vol. 3, nr. 5, 1974.)

Fig. 6 'Equipotentiaaloppervlakken' in een dubbelster. Gestippeld het kritische oppervlak (Rocheoppervlak); een component die dit oppervlak vult of overschrijdt zal massa verliezen door de punten  $L_1$  (massaoverdracht naar de andere component) of  $L_2$  (massa uit het stelsel). Men ziet ook dat alleen een ster die ruim binnen zijn kritisch oppervlak blijft bolvormig kan zijn.



## Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde

Kort verslag van de 96e Algemene Ledenvergadering (Jaarvergadering) van 3 mei 1975 te Utrecht.

1. De voorzitter opent te 14.05 uur de vergadering. Hij memoreert het heengaan van de heer Tjonne de Vries op 12 januari 1975. De heer De Vries had kort tevoren het hoofdredacteurschap van *Zenit* op zich genomen; sinds 1968 maakte hij deel uit van het hoofdbestuur van de NVWS. De voorzitter geeft een korte schets van zijn levensloop. De vergadering neemt enkele minuten stilte in acht.

### 2. Ingekomen stukken en mededelingen

2.1 De heer T. de Groot kondigt aan het voorzitterschap van het bestuur van de NVWS neer te leggen aan het einde van deze vergadering, vooral tengevolge van een sterke toeneming van zijn werkzaamheden op de sterrewacht.

2.2 Er is geen kandidaat voor de Dr J. van der Bilt-prijs 1975.

2.3 De resolutie van de Werkgroep Veranderlijke Sterren (Bezinning omtrent de positie van de NVWS binnen de Stichting 'De Koepel', zie punt 7).

3. De notulen van de 95e algemene ledenvergadering worden goedgekeurd.

4. Het jaarverslag van het Hoofdbestuur over 1974 wordt, na het aanbrengen van enkele wijzigingen, goedgekeurd.

5. Het financieel verslag over 1974 alsmede de begroting 1975 van de penningmeester worden goed-

gekeurd, na een gunstig verslag van de kascommissie. De penningmeester wordt later décharge verleend en gekomplimenteerd voor het goede beleid.

Er wordt een nieuwe kascommissie voor 1976 benoemd bestaande uit Meuffrouw Papenburg en de heren De Smet en Van Veghel.

6. Jaarverslagen van commissies en werkgroepen over 1974 zijn reeds in *Zenit* gepubliceerd (Zie *Zenit* 3 en volgende nummers van 1975).

7. De werkgroep Veranderlijke Sterren van de NVWS, in haar Jaarvergadering in het voorjaar 1975 te Roden bijeen, geeft haar mening omtrent de positie van de NVWS binnen de Stichting 'De Koepel', waarbij evenzo met bezorgdheid de kwaliteit van het blad *Zenit* wordt betrokken. Het resultaat van de discussie is zodanig dat de meerderheid van de aanwezigen de bezorgdheid betreffende het blad deelt.

8. De in *Zenit* 3-1975 voorgestelde wijzigingen in de Statuten van de NVWS worden, op een enkele uitzondering na, goedgekeurd.

De wijzigingen geven een aanpassing aan de huidige situatie van de NVWS.

9. Het voorstel de Bibliotheekcommissie van de NVWS op te heffen, werd aanvaard. Het hoofdbestuur kreeg opdracht een opheffingsprocedure voor de bibliotheek te ontwikkelen.

### 10. Mutaties in hoofdbestuur en commissies

In het hoofdbestuur worden benoemd:

- J. van Eijk van Voorthuysen tot vice-voorzitter
- E. Wubben tot Consul voor de afdelingen
- H. Krijnen tot secretaris
- A. Mak is aan de beurt van aftreden en stelt zich niet herkiesbaar (T. de Groot spreekt dankwoord uit).
- T. de Groot treedt af als voorzitter.

### Bij de Instrumenten Commissie

F. Naber en B. Zwart worden herkozen.

### Bij de Bibliotheek Commissie

H. ten Kate treedt af als voorzitter.

11. Rondvraag en vaststelling datum Algemene Ledenvergadering 1976

11.1 Naar een oplossing voor de financiën van het Instrumentenfonds van de NVWS wordt het komende jaar gezocht.

11.2 Het Bureau van 'De Koepel' gaat in 1975/1976 astronomische cursussen organiseren, waarvan nog bericht komt.

11.3 De vice-voorzitter dankt T. de Groot voor het vele werk dat hij als voorzitter, secretaris, redacteur en anderszins in de laatste tien jaar voor de NVWS heeft gedaan.

11.4 De Jaarvergadering van de NVWS in 1976 wordt in overleg vastgesteld op zaterdag 8 mei.

12. Om 17.25 uur sluit de voorzitter de vergadering onder dankzegging voor de waardevolle bijdragen van de aanwezigen in de discussies.



# Simon Stevin-kijker voor Armand Pien

Op zaterdagmiddag 18 oktober heeft Armand Pien, de weerman van de Vlaamse televisie, op de Volkssterrewacht 'Simon Stevin' te Hoeven de 'Simon Stevin-kijker 1975' ontvangen. Deze onderscheiding wordt zo mogelijk jaarlijks uitgereikt aan één of twee personen, die zich bijzonder hebben ingezet of nog actief werkzaam zijn voor de popularisering en de verbreiding van de sterrenkunde en het ruimteonderzoek. De Simon Stevin-kijker is niet bedoeld voor amateur-astronomen die iets bijzonders hebben gepresteerd op astronomisch gebied, die met hun waarnemingen of ideeën iets hebben bijgedragen tot de astronomische wetenschap; daarvoor bestaan reeds onderscheidingen zoals de Dr. van der Bilt-prijs.

De Simon Stevin-kijker is een zwaar verguld miniatuur-kijkertje, 7 cm lang, van het type Hollandse verrekijker. Het kijkertje is voorzien van een facsimile-handtekening van Simon Stevin (1548-1620) en het jaartal waarop de uitreiking betrekking heeft. Het kijkertje vergroot twee keer.

De bekende Belgische meteoroloog en amateur-astronoom Armand Pien was al op jeugdige leeftijd geboeid door alles wat met het natuurgebeuren te maken had. Hij studeerde wiskunde aan de Universiteit van Gent en kwam in 1948 in dienst van het Koninklijk Meteorologisch Instituut te Ukkel. Professor De Jager gaf tijdens de uitreiking met behulp van enkele getallen een overzicht van de indrukwekkende staat van dienst van de heer Pien.

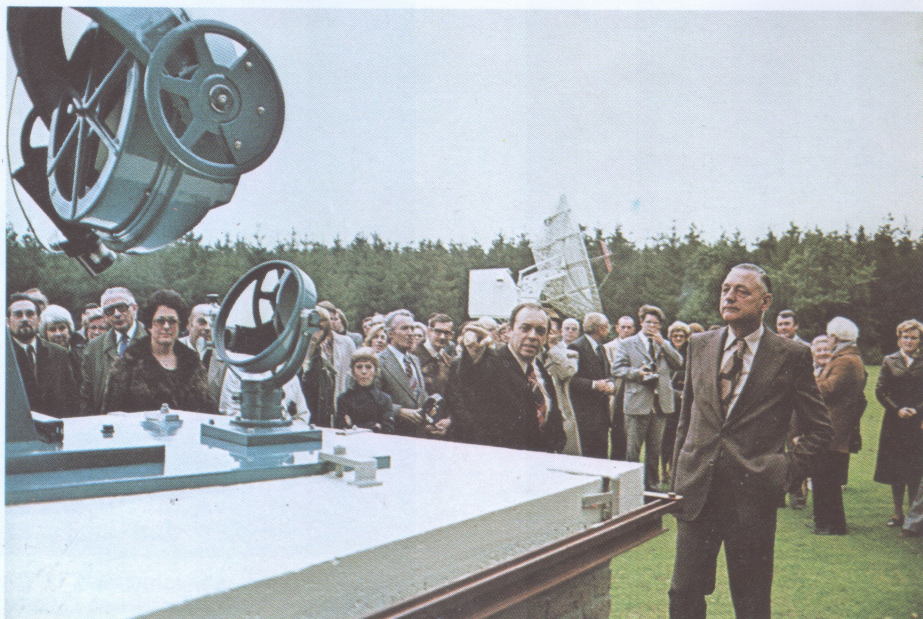
In 1951 hield deze zijn eerste weerpraatje voor de radio en twee jaar later, op 31 oktober 1953, verscheen 'de weerman' voor het eerst op de televisie. Op 4 april 1957 ontving hij de eerste televisie-oscar voor de popularisering van het weerbericht. Wekelijks verzorgt Armand Pien de radiatorubriek 'Het weer bij ons' en maandelijks de radio-uitzending 'Kijk Omhoog'. Tot nu toe heeft hij maar liefst 3172 populaire televisie-uitzendingen op zijn naam staan en ruim duizend radio-uitzendingen. Voorts werkte Armand Pien mee aan talrijke documentaires en schreef hij vijf boeken over sterrenkunde en meteorologie en een aantal brochures over de ruimtevaart.

De Kijker werd door de voorzitter van de Stichting Volkssterrewacht Simon Stevin, Prof. Dr. C. de Jager, overhandigd aan Armand Pien. Nadat hij de Simon Stevin-kij-



Fig. 1. Uitreiking Simon Stevin-kijker 1975 door Prof. Dr. C. de Jager aan de heer Armand Pien (Foto Ton Vermeesch).

Fig. 2. Officiële ingebruikstelling heliostaat door de heer J. Punt, directeur Prins Bernhard Fonds (foto Ton Vermeesch).



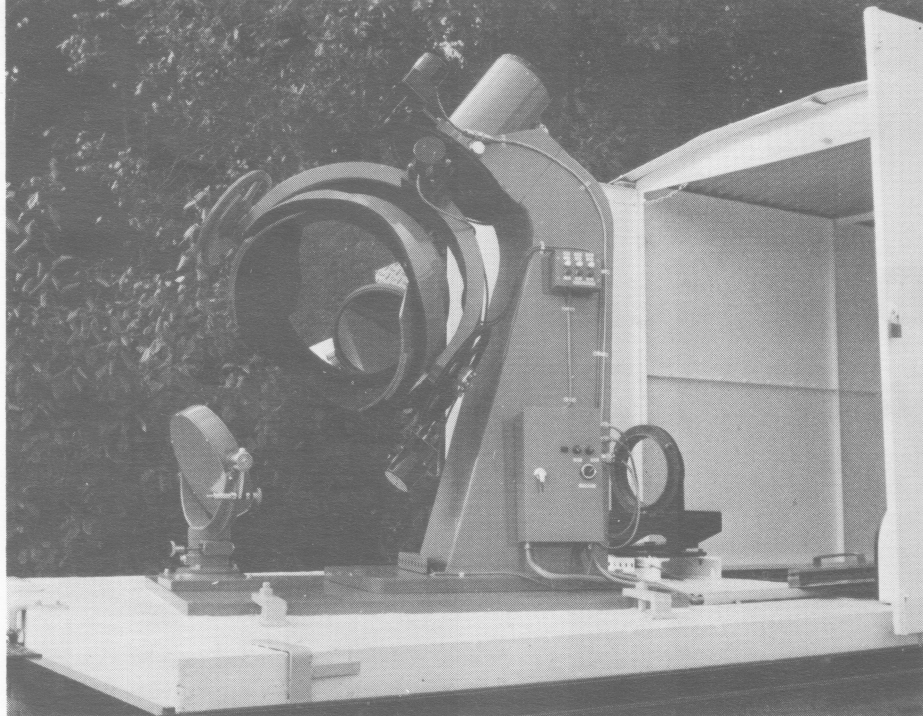


ker in ontvangst had genomen, hield de 55-jarige weerman een boeiende causerie over de geschiedenis en het nut van de ruimtevaart: 'Het sprookje begon op 4 oktober 1957, toen de eerste satelliet in een baan om de aarde werd gebracht', en over daarmee samenhangende zaken als sterrenkunde, meteorologie en medische wetenschap. Armand Pien pleitte daarbij voor uitbreiding van het aantal Volkssterrewachten in België. Op dit moment zijn er slechts twee en volgens hem zou er in elke provincie minstens één moeten staan. Verder zou een uitbreiding van de culturele en wetenschappelijke contacten met Nederland hem welkom zijn. Een van zijn vurigste wensen is echter dat het enkele maanden geleden afgebouwde planetarium in Brussel wordt opengesteld. Dit prachtige gebouw, met een Zeiss-planetarium, is nog steeds niet open omdat men het er nog niet over eens zou zijn of er een Nederlands- of Franstalige directeur aangesteld moet worden. 'De zaak moet toch open te krijgen zijn door via Simon Stevin en sterrenkundige verenigingen druk uit te oefenen!', aldus Armand Pien.

### Heliostaat in gebruik gesteld

Na de boeiende voordracht van de heer Pien gingen de genodigden, voornamelijk sterrenkundigen uit Nederland en België, naar het zonne-observatorium van de Volkssterrewacht. Daar stelde de heer J. Punt, directeur van het Prins Bernhard Fonds, de heliostaat officieel in gebruik. Deze heliostaat, die een belangrijk onderdeel is van het zonne-observatorium, is een geschenk van het Prins Bernhard Fonds. Het instrument werd ontworpen door Dr. O. Namba van de sterrenwacht in Utrecht en is gebouwd door de firma Nishimura in Japan.

Met deze nieuwe aanwinst van de Volkssterrewacht zijn de mogelijkheden om de zon te observeren belangrijk uitgebreid. De heliostaat bestaat uit een spiegel-stelsel dat het zonlicht elk moment van de dag in een projectieruimte werpt. Met behulp van een lenzenstelsel kan in deze ruimte een zeer scherp zonnebeeld van één meter middellijn worden geprojecteerd. De bezoekers kunnen details op het zonne-oppervlak, zo-



*De heliostaat van de Volkssterrewacht Simon Stevin.*

*De 40 cm hoofdspiegel (midden), de 30 cm, vangspiegel (links) en de 20 cm objectieflens (rechts) zijn zichtbaar.*

als zonnevlekken, granulatie en fakkels bieden, goed waarnemen. Bovendien kan in de projectieruimte een prachtig spectrum met talloze Fraunhoferlijnen worden getoond. Daarnaast beschikt de sterrenwacht nog over een SkySpear-Ha filter (bandbreedte 0,5 Å) waarmee de zon in het licht van de H lijn bekeken kan worden.

De Volkssterrewacht koestert overigens nog een heel grote wens: een nieuw, definitief onderkomen. Directeur Th. Vermeesch zei tijdens zijn welkomstwoord te hopen dat die vurige wens over enige tijd in vervulling zal gaan. 'Onze sterrewacht expandeert voortdurend, behalve in ruimte. Wat betreft het aantal bezoekers zitten we al aan ons plafond; dit jaar komen we zeker boven de 20.000 bezoekers uit, wat eigenlijk al boven onze accommodatiemogelijkheden gaat. Voor de verschillende cursussen die

we op de Volkssterrewacht geven bestaat zo'n enorme belangstelling, dat er momenteel al een wachtlijst is van 65 personen. Het aantal groepsbezoeken zal dit jaar zeker de 600 overschrijden.'

Na het officiële gedeelte van deze feestelijke middag bleef men geruime tijd, onder het genot van een apéritief, bijeen. De gasten bezichtigden de tentoonstellingszaal, het Copernicus-planetarium, de radiokamer, de telescoopboxen, de grote radiotelescoop en het Professor Minnaert Observatorium.

De heer Vermeesch bedankte ten slotte het bestuur en de 27 vrijwillige assistenten van de Volkssterrewacht voor hun werklust, teamgeest en hun geheel belangeloze inzet. Zonder hun medewerking zou de Volkssterrewacht nooit zijn geworden tot wat zij nu is.

## Aardsynchrone weersatelliet

De eerste operationele aardgesynchroniseerde weersatelliet is in oktober 1975 gelanceerd, met als doel tegelijkertijd de zon en de aarde in het oog te houden voor stormwaarschuwingen. De 294 kg zware satelliet heet GOES-A (Geostationary Operational Environmental Satellite-A) en is voorafgegaan door twee testsatellieten, SMS, Synchrone Meteorologische Satellieten genoemd. Alle drie zijn ze werkzaam vanuit een geosynchrone baan; dat wil zeggen dat ze een zodanige omloopsnelheid hebben, dat zij stilstaan boven eenzelfde punt op aarde. De hoogte die met deze snelheid correspondeert is circa 36.000 km.

GOES-A verschaft ons foto's van dag- en nachtgebieden op aarde; telkens wordt daarbij een kwart van de hele aardbol bestreken. Deze foto's worden elke dertig minuten genomen. De foto's in visueel en in infrarood licht worden overgeseind naar het NOAA's weercentrum in Suitland (USA) en vandaar naar de regionale weerstations, waar ze gebruikt kunnen worden voor weersvoorspellingen. Weerfoto's verkregen door middel van andere satellieten die op lagere niveaus hun baan beschrijven en ook konventionele gegevens over het weer, kunnen via de GOES naar verschillende grondstations gezonden worden. De GOES-

A bevat ook apparatuur die geschikt is om de straling van de zon te meten, met name de straling van zonnevlammen. Deze informatie is van belang voor de voorspelling van zonnestormen die de radio-communicatie op aarde beïnvloeden.

Een voorloper van de GOES, de reeds genoemde SMS-1 werd in mei 1974 gelanceerd en heeft zijn diensten al bewezen. Dr. Neil L. Frank, directeur van het tornado-centrum van NOAA in Miami zegt er dit van: 'Dag- en nachtfoto's verkregen met de SMS-1 hebben ons niet alleen geholpen om tornado's en tropische stormen beter te begrijpen, maar ze hebben ook ons inzicht in het totale weerpatroon van de Atlantische Oceaan verdiept.'

(NASA-News/MD)



# De differentiële rotatie van de Zon

**Dat de zon niet op alle breedten even snel roteert is al vanaf omstreeks 1630 bekend. Deze differentiële rotatie kan worden afgeleid uit de verschillende rotatietijden van de zonnevlekken. Van veel recenter datum is de ontdekking dat ook het gas van de fotosfeer, de zonnefakkels, de grootschalige magnetevelden en de corona een 'eigen' rotatie hebben. De verklaring van deze rotatieverschillen wordt gezocht in de convectieve stromingen in de buitenste lagen van de zon; de theorie die dit alles met elkaar in verband moet brengen staat echter nog in de kinderschoenen.**

De eerste die constateerde dat de zon roteerde was Galileï. In het jaar 1610 nam hij met zijn telescoop zonnevlekken waar, en vond hij dat deze een rotatieperiode van ongeveer 27 dagen hadden. Het lag echter niet in zijn aard werkelijk systematisch dit verschijnsel te bestuderen. Twintig jaar later echter deed de Duitser Christopher Scheiner meer gedetailleerde waarnemingen. Hij kwam tot de opzienbare conclusie, dat zonnevlekken dicht bij de equator korter over een rotatie deden dan vlekken op hogere breedte. In die tijd dachten velen dat zonnevlekken niet tot de zon behoorden, maar dat het planeten waren die men voor de zon langs zag trekken. Na Scheiner's ontdekking duurde het twee eeuwen voordat het onderzoek aan de differentiële rotatie van de zon werd voortgezet, onder andere omdat, naar het schijnt, de zon toen veel minder actief was dan nu. Tussen 1850 en 1860 werden nauwkeurige metingen van de positie van zonnevlekken gedaan door de Engelse amateurastronoom Carrington, die als eerste de rotatiewet van vlekken nauwkeurig vastlegde. Zijn waarnemingen werden voortgezet door de Duitser Spörer en sinds 1873 worden iedere dag de posities van alle zichtbare zonnevlekkengroepen gemeten door de sterrenwacht van Greenwich (nu te Herstmonceux).

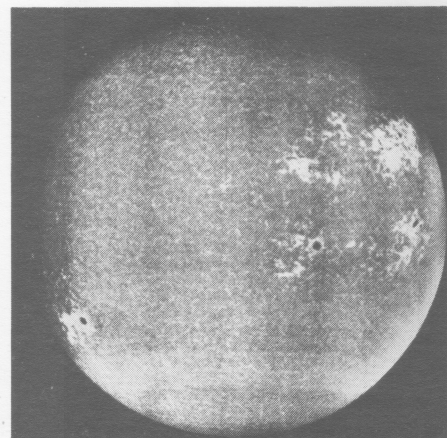
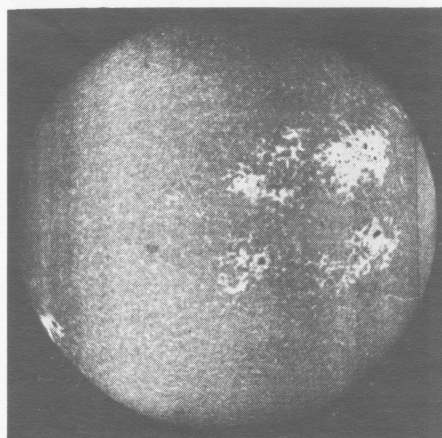
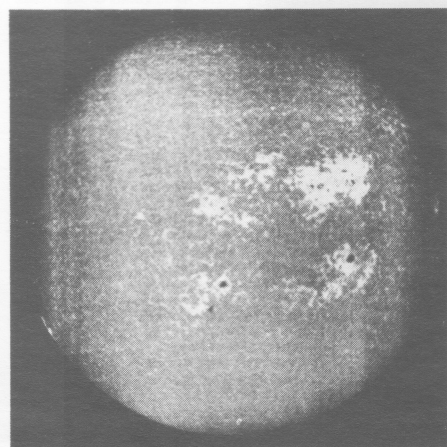
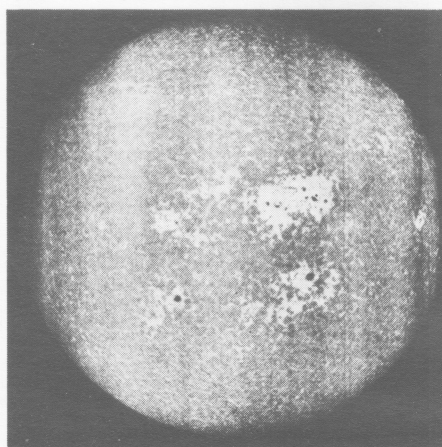
De bepaling van de rotatie van de zon met behulp van zonnevlekken is natuurlijk alleen goed mogelijk als de vlekken geen bewegingen vertonen die niets met hun rotatie op zich te maken hebben. Een vleggroep

bestaat, afgezien van wat kleine, kortlevende vlekken, meestal uit een grote, stabiele leidende vlek, met daarachter een veel korter levende volgende vlek. Spörer nu ontdekte, dat leidende vlekken tijdens de eerste dagen van hun bestaan een sterke voor-

waartse beweging vertonen. Om van dit effect geen last te hebben gebruikt men voor een nauwkeurige bepaling van de rotatie liefst de alleen overgebleven (dus al wat oudere) leidende vlekken die men meerdere malen over de schijf ziet trekken.

## Rotatie van fakkels

Vleggroepen zijn altijd vergezeld van fakkelcomplexen. In het licht van de K-lijn van Calcium zijn deze te zien als heldere 'pluizen' (zie figuur 1). Fakkels zijn evenals vlekken concentraties van magnetische veldlijnen (veldbuisen). Bij fakkels is echter het oppervlak van de veldbuis kleiner, hetgeen de thermische structuur zodanig beïnvloedt dat een fakkel helderder is dan zijn omgeving en een vlek donkerder. Individuele elementjes in fakkelcomplexen kan men



*Fig. 1: Op deze vier in calciumlicht opgenomen foto's is de rotatie van de zon duidelijk te zien. Opnamen van Fox-Abetti in 1908. Van links boven naar rechts onder resp. 1, 2, 3 en 4 september 1908 (Publ. Yerkes Obs. III).*



Fig. 2: Overzicht van de rotatie van de zon aan de hand van de onderscheiden atmosferische kenmerken. De rotatie van een star lichaam zoals de aarde zou in deze grafiek door een horizontale lijn worden voorgesteld.

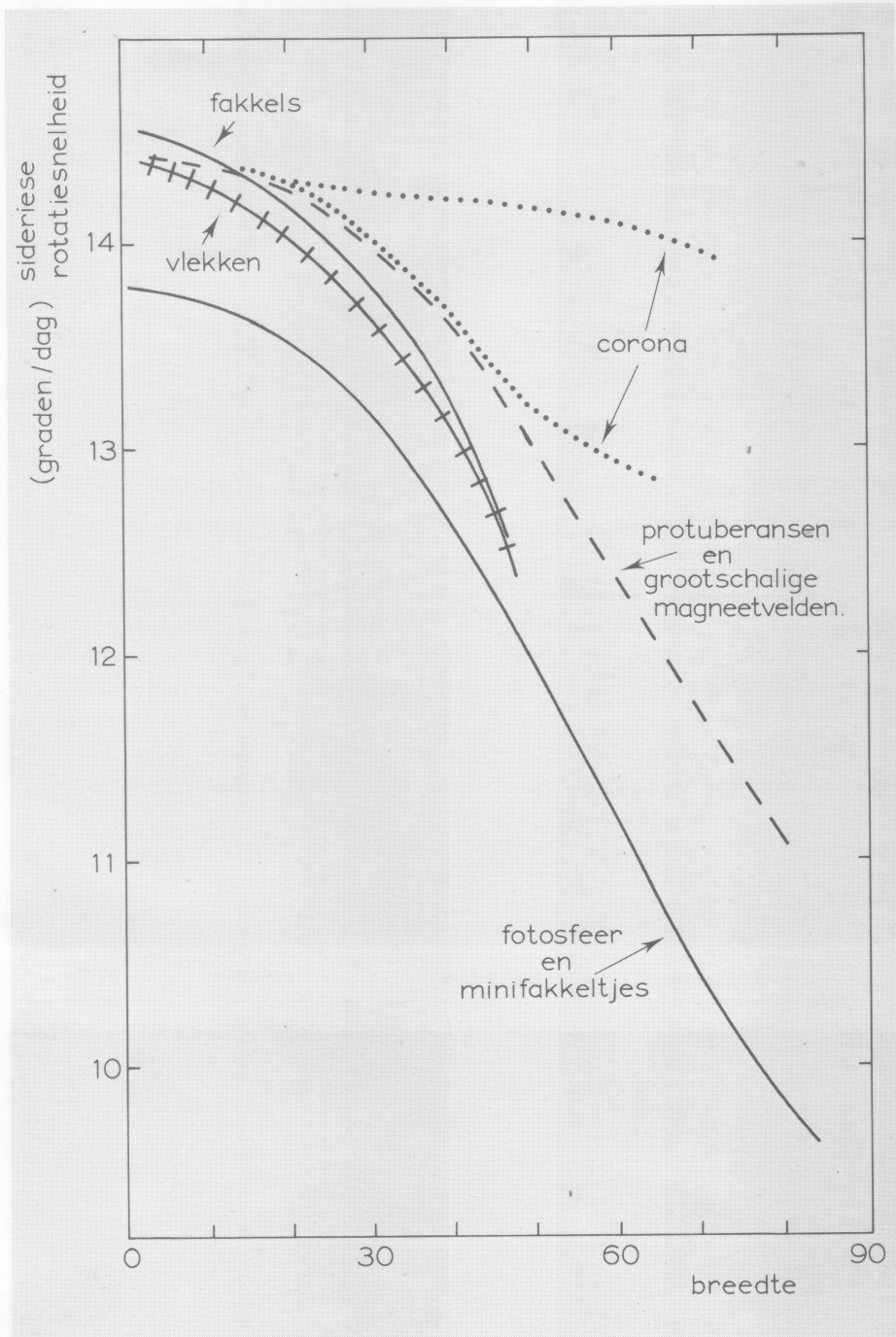
gedurende een paar dagen volgen. Men vindt dan dat hun rotatie iets sneller is dan de rotatie van vlekken. Dit verschil wordt kleiner op hogere breedte (zie figuur 2). Fakkels en zonnevlekken zijn vrijwel alleen te zien in de activiteitszones die zich uitstrekken van 40° noorderbreedte tot 40° zuiderbreedte. Buiten de actieve gebieden waarin vlekken optreden vinden we echter over de hele zonschijf nog kleine fakkeltjes. Deze minifakkeltjes zijn waarneembaar in het licht van de kern van de K-lijn van Calcium. Ze maken deel uit van een netwerk van kleine magnetische fluxbuisjes, dat zich over het hele zonsoppervlak uitstrekt (zie figuur 3). De draden van het netwerk komen overeen met de randen van de zogenaamde supergranulatiecellen. In het midden van deze cellen, die een afmeting hebben van ongeveer 36000 km (ter vergelijking: één graad langs de equator van de zon is 12000 km) komt gas naar boven. Dit gas stroomt vervolgens in alle richtingen weg langs het oppervlak, met een snelheid van 400 meter per seconde, en zinkt bij de randen van de cel gekomen weer in diepere lagen weg.

Magnetische fluxbuisjes worden door deze stroming meegesleept en samengedrongen op de randen van de cellen om daar de minifakkeltjes te vormen.

De rotatie van minifakkeltjes werd in de vijftiger jaren bepaald door de in Frankrijk werkzame astronome Kovina Milosevič. Zij vond een rotatiesnelheid die duidelijk kleiner was dan bij vlekken en grotere fakkels. Dit is niet zo vreemd als het lijkt. De minifakkeltjes volgen in hun beweging helemaal het fotosferisch gas, dat, zoals we verderop zullen zien, ook zo langzaam rotereert.

### Rotatie van de fotosfeer

Om de rotatie van het fotosferische gas waarin de magnetische structuren zijn ingebed te bepalen, maakt men gebruik van het bekende Dopplereffect. Lijnen in het spectrum van de oostrand van de zon, die naar ons toedraait, zijn naar het blauw verschoven, terwijl lijnen afkomstig van de zich van ons verwijderende westrand een roodverschuiving vertonen. De eerste bepaling van de rotatie van het fotosferische gas uit spectra opgenomen aan de uiterste zonsrand werd gedaan door Vogel in 1871, en sindsdien zijn door talloze waarnemers dergelijke metingen gedaan. De resultaten van deze methode zijn echter nogal onbetrouwbaar. Men heeft veel last van strooielicht van de andere delen van de zon. Verder wordt het spectrum aan de uiterste zonsrand behalve door het dopplereffect nog door vele andere factoren beïnvloed. Tegenwoordig beschikt men gelukkig over een betere me-



thode om uit het dopplereffect rotatiesnelheden af te leiden. Men maakt hiervoor gebruik van een zogenaamde magnetograaf. Dit instrument kan met een zeer grote nauwkeurigheid verschuivingen en splitsingen van spectraallijnen direct meten. Uit de splitsing van lijnen door het zeemaneffect kan men magneetvelden bepalen, terwijl uit de dopplerverschuiving de snelheid kan worden afgeleid. Men is nu niet langer aangewezen op de uiterste zonsrand, want ook de veel kleinere lijnverschuivingen op de andere delen van de schijf kunnen goed bepaald worden.

Sedert 1966 zijn door Howard en zijn medewerkers vrijwel iedere dag magnetografmetingen van de fotosfeerrotatie gedaan. De apparatuur is verregaand geautomatiseerd, en Howard heeft in alle bescheidenheid opgemerkt dat hij tijdens zijn eerste

waarneemdag meer gegevens verzamelde dan al zijn voorgangers tezamen.

De fotosfeer vertoont, zoals hierboven reeds is opgemerkt, dezelfde trage rotatie als de minifakkeltjes. Het grote verschil tussen de rotatiesnelheid van vlekken en die van het fotosferisch gas verklaart men uit het feit dat vlekken via hun magneetveld gekoppeld zijn aan een diepere, sneller roterende laag.

Uit Howard's metingen blijkt dat de fotosfeerrotatie van dag tot dag sterk varieert, (zie figuur 4). Tot nu toe is men er nog niet in geslaagd een duidelijke periodiciteit in die variaties te vinden. De verklaring van deze fluctuaties laat nog op zich wachten. ►►



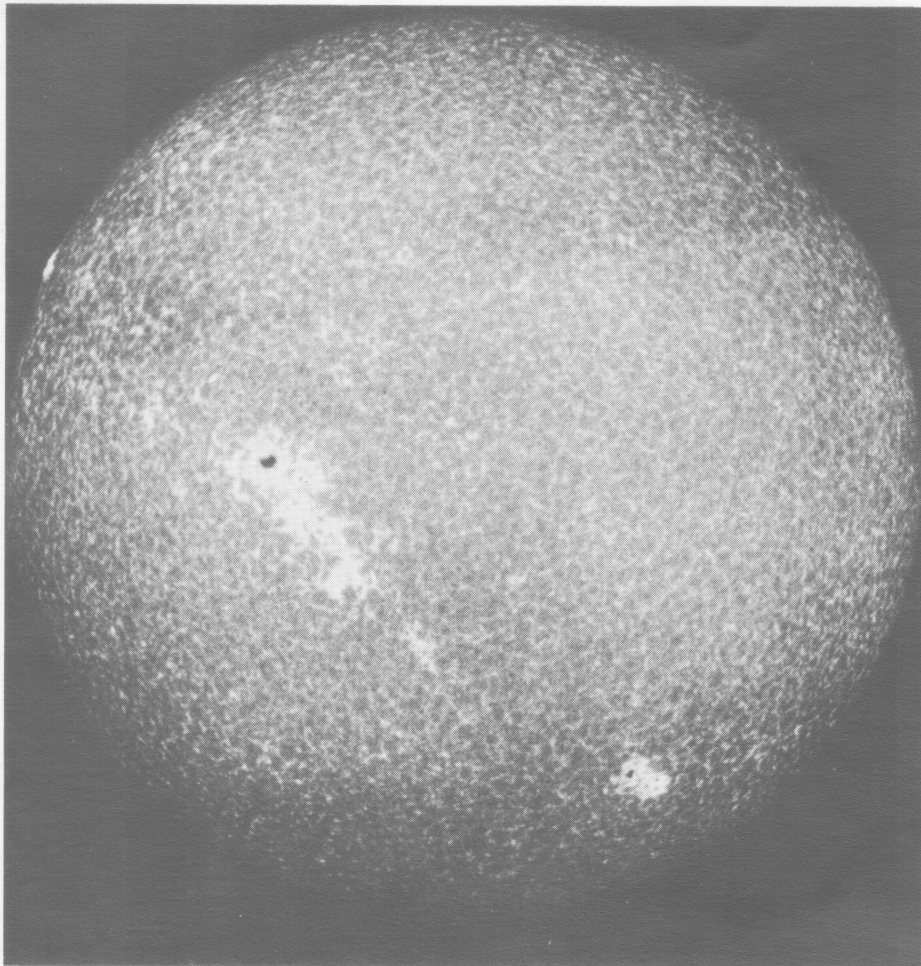


Fig. 3: Het calciumnetwerk. De hier zichtbare heldere structuren corresponderen met de randen van de supergranulatiecellen (Opname Mt. Wilson).

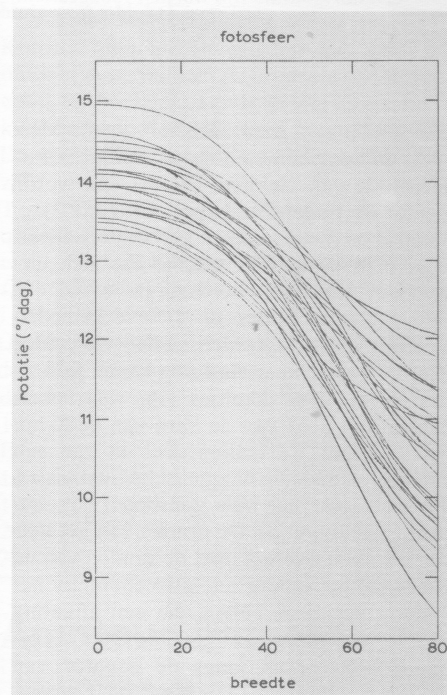


Fig. 4: De rotatie van de zon op 25 verschillende dagen. Doordat men de beschikking heeft over enorme aantallen metingen, is de gemiddelde rotatie toch erg goed te bepalen.

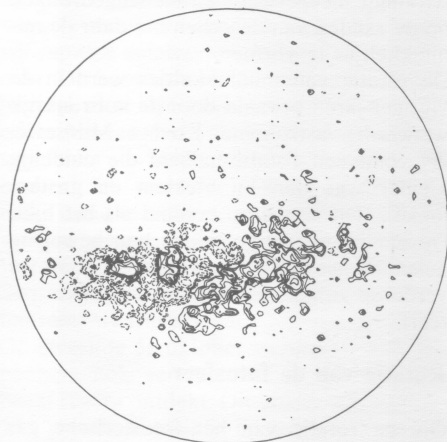
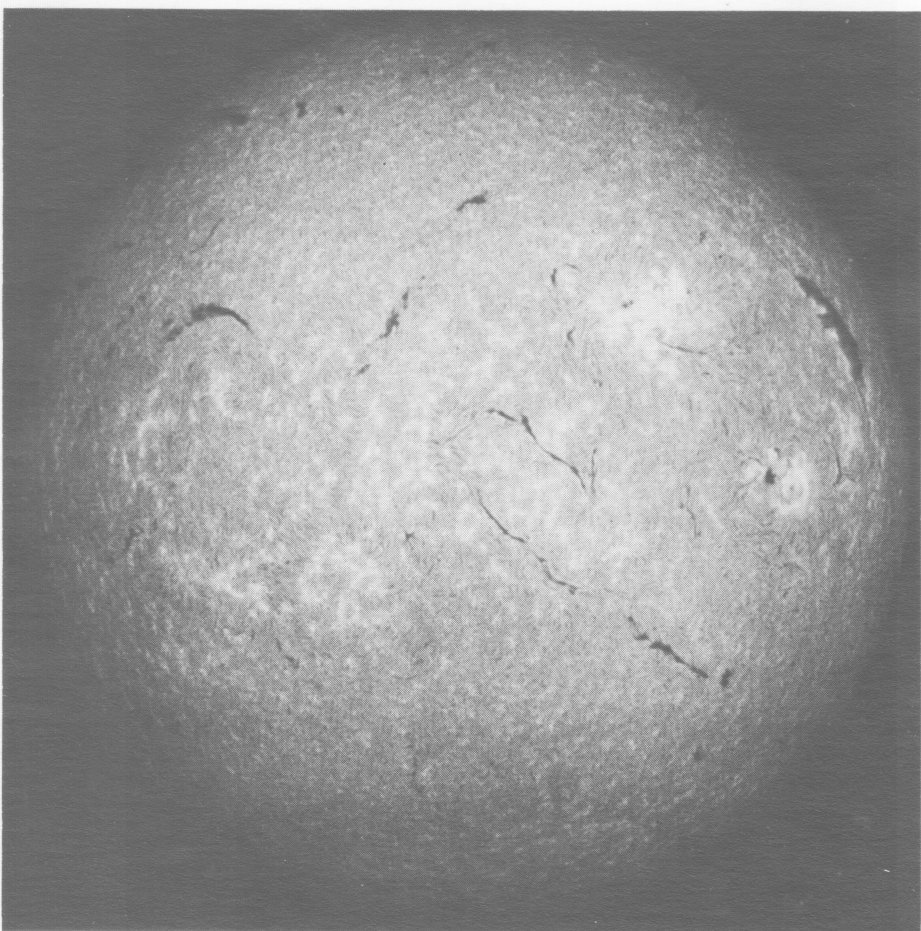


Fig. 5: Grootschalige magneetvelden op de zon. Getrokken lijnen en streeplijnen geven de tegengestelde magnetische polariteiten aan (Mt. Wilson magnetograaf).

Fig. 6: Filamenten voor de zonneshijf. De opname is gemaakt in het centrum van de spectrale lijn van waterstof bij een golflengte van  $6562 \text{ \AA}$  (H $\alpha$ ). Opname door R. B. Leighton, Mt Wilson 1961.



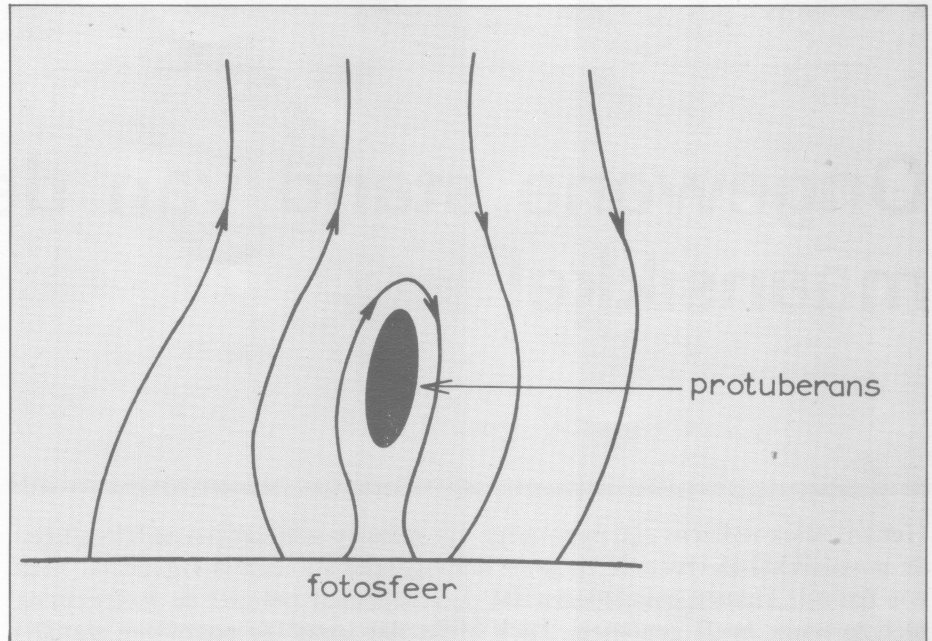
Fig. 7: De structuur van een protuberans, die als het ware door het magnetische veld wordt gedragen.

### Rotatie van grootschalige magneetvelden

Met behulp van een magnetograaf kan men over de hele zonneshijf de sterkte van het magneetveld bepalen. In kaartjes waarin lijnen van gelijke magnetische veldsterkte getekend zijn ziet men dan grootschalige magnetische structuren, zoals in figuur 5. Deze complexen, die vaak gedurende meerdere rotaties blijven bestaan, roteren sneller dan zonnevlekken en fakkels (zie figuur 2). De rotatie van de grootschalige magneetvelden komt precies overeen met die van protuberansen. Protuberansen, ook wel filamenten genaamd, zijn lange, donkere slierten gas die zichtbaar zijn in het licht van de waterstoflijn  $H\alpha$  (zie figuur 6). Een filament ligt op een hoogte van ca 30000 km boven de fotosfeer, precies op de grens van de tegengestelde magnetische polariteiten, zoals te zien is in figuur 7. Aangezien de protuberansen precies tussen twee magnetische complexen inligt, roteert hij ook precies even snel.

### Rotatie van de corona

Zonder twijfel is de bepaling van de rotatie van de corona moeilijker dan de meting van andere rotatiesnelheden. In de eerste plaats is de corona alleen goed zichtbaar wanneer bij een zonsverduistering het licht van de zonneshijf wordt afgeschermd door de maan. Buiten de zeldzame zonsverduisteringen moet men zich behelpen met een coronograaf, een kijker waarin een schijf het strooielicht onderschept. Door de hoge temperatuur in de corona zijn de spectraallijnen zo breed dat het dopplereffekt moeilijk meetbaar is. De enige bruikbare methode



om de rotatie te bepalen is via het zoeken naar een periodiciteit in helderheidsvariaties. Helderere condensaties in de corona zijn vaak geassocieerd met magneetvelden, zodat het niet verwonderlijk is, dat ze ongeveer even snel roteren als grote magnetische complexen.

Merkwaardiger is het dat de rotatiesnelheid van langlevende structuren, die niet duidelijk samenhangen met activiteit op het niveau van de fotosfeer, nauwelijks met de breedte afneemt.

Hiervoor bestaat nog geen bevredigende verklaring.

### Nog vele open vragen

De verklaring voor het optreden van differentiële rotatie zoekt men in de convectie die in de buitenste lagen van de zon optreedt: warme gasbellen stijgen op, koele

dalen. De theorie die deze van plaats tot plaats verschillende en van het ene moment op het andere veranderende locale stromingen beschrijft, staat nog in de kinderschoenen. Tot nu toe heeft men zich tot sterk vereenvoudigde theorieën beperkt, waarin golven of magneetvelden de drijvende kracht leveren om de verschillen in rotatiesnelheid in stand te houden.

Een goede verklaring voor de differentiële rotatie van de verschillende structuren en lagen zou ongetwijfeld ook tot een beter begrip van de elfjarige activiteitscyclus leiden.

Hopelijk zal de aanhoudende stroom van nieuwe waarnemingen inspireren tot betere theorieën. Voordat alle problemen zijn opgelost zal de zon hoe dan ook nog vele malen om zijn as draaien.

## Röntgensatelliet ontdekt Nova

Op 3 augustus j.l. detecteerden onderzoekers van de universiteit van Leicester (Engeland) via de Ariel 5 in het sterrenbeeld Monoceros een röntgenbron, waarvan de intensiteit snel toenam. Op 11 augustus was hij circa 500 maal 'helderder' dan op het moment van ontdekking. Vanaf 8 augustus werd de bron ook waargenomen door de Amerikaanse kunstmaan SAS-3, waarmee de positie tot op 2' nauwkeurig kon worden vastgelegd. Kort hierna werd het object fotografisch waargenomen met de 130-cm telescoop van McGraw-Hill Observatory te Kitt Peak. Men vond een ster van de 12e grootte die, zoals wat later bleek, ongeveer 8 magnituden helderder

was dan op blauwe platen van de Palomar Sky Survey uit omstreeks 1950. Op 21 augustus bereikte de 'röntgen-nova' visueel de grootte 10.4.

Inspectie van fotografische platen van de Harvard sterrenwacht bracht aan het licht dat de ster in 1917 ook was opgevlamd en toen de 12e grootte of iets minder had bereikt. De ster was toen 75 tot 150 dagen helderder dan de 13e grootte geweest. De huidige fotografische amplitude van 8 magnituden zou karakteristiek zijn voor recurrenente novae met halfregelmatige tijdsintervallen tussen de uitbarstingen.

De nova werd ook waargenomen op de decimetergolflengten met o.a. de radiotele-

scopen te Puerto Rico, Green Bank, Jodrell Bank en Nancy. Eind oktober was de helderheid van het object tot de 12e grootte afgenomen.

(GB/IAU Circulars)



# Ongewone stand van de maansikkel

Het zal velen wel eens zijn opgevallen dat soms op schilderijen en tekeningen de maansikkel in vreemde en soms onmogelijke standen is afgebeeld. Men zou daaruit kunnen concluderen dat de kunstenaar het met de waarneming niet zo nauw heeft genomen. Toch blijkt dat sommige ongewone standen van de maan toch niet onmogelijk zijn.

Het overkwam mijzelf, aan het eind van een wandeling op zondagmiddag 19 januari 1975, dat ik getroffen werd door een naar mijn idee ongewoon horizontale stand van de nog niet zo oude maan boven de horizon. De vraag kwam toen in mij op: kan men op onze breedtegraad de maan in een horizontale ligging zien ondergaan? Ik bedoel hiermee: kan de verbindingslijn van de beide 'hoortjes' van de maansikkel evenwijdig zijn aan de horizon? En: kan het noordelijke hoorntje eventueel zelfs dichterbij de horizon zijn dan het zuidelijke? Het is wel direct duidelijk dat men zal moeten denken aan een betrekkelijk jonge maan bij zonsondergang; iets dergelijks zal dus alleen kunnen plaatsvinden kort vóór nieuwe maan bij zonsopkomst. Op de eerste mogelijkheid zal ik hier nu ingaan.

De bedoelde verbindingslijn van de beide hoorntjes staat aan de hemel loodrecht op de verbindingslijn van de middelpunten van zon en maan, en de vraag is dus: kan deze laatste lijn loodrecht op de horizon staan, of eventueel zelfs nog naar het noorden overhellen?

Aangezien de maan zich steeds in de buurt van de ecliptica bevindt, zal men moeten kijken wanneer de ecliptica zo steil mogelijk op de horizon staat, d.w.z. bij het begin van de lente. De hoek is dan circa  $61^{\circ},5$ . De maanbaan helt nog eens ruim  $5^{\circ}$  ten opzichte van de ecliptica, en als de klimmende knoop van de maanbaan in het lentepunt viel, zou daardoor de verbindingslijn zon-maan nog eens  $5^{\circ}$  extra kunnen hellen, dus circa  $67^{\circ}$ . Gunstiger wordt het echter als de klimmende knoop van de maanbaan  $90^{\circ}$  vóór het lentepunt ligt. Dan bevindt de nieuwe maan zich in het begin van de lente op circa  $5^{\circ}$  ten noorden van de zon, en hangt de zichtbaarheid bij zonsondergang van de gezochte, ongewone maanstanden alleen af van het zichtbaar zijn van de jonge maan in de stralen van de ondergaande zon.

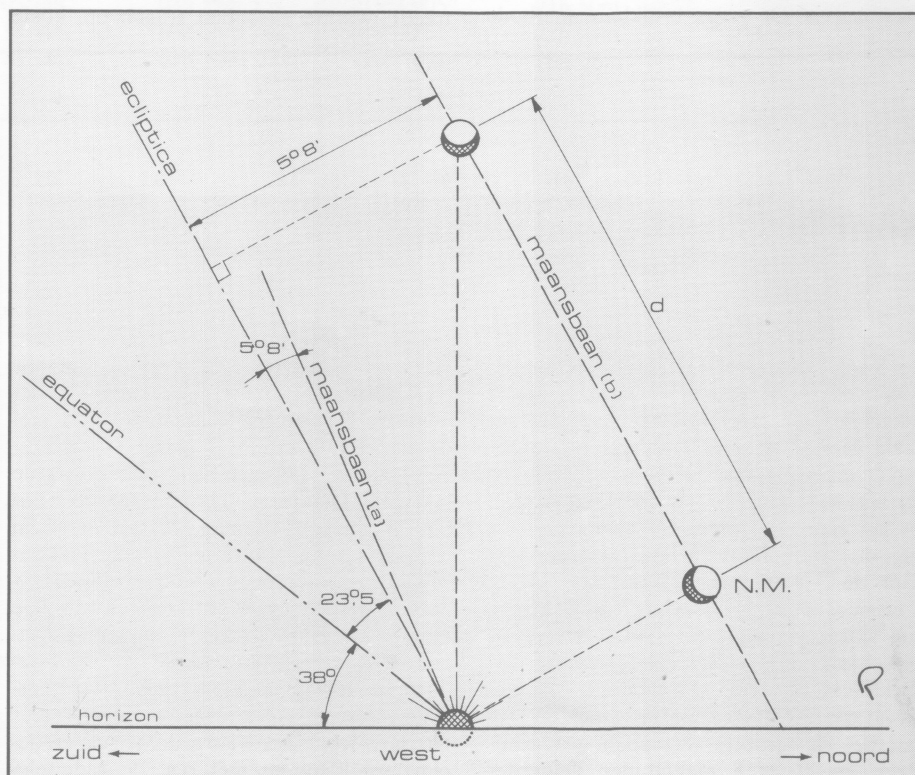
## Zeldzaam, doch niet onmogelijk

Theoretisch zou het dus kunnen. Fig. 1 geeft deze situatie weer. Hier is de stand van de hemelequator en van de ecliptica getekend op het moment dat de zon in het westen ondergaat terwijl hij het lentepunt passeert. Twee mogelijke liggingen van de maanbaan zijn aangegeven, a) waarbij de klimmende knoop samenvalt met het lentepunt en b) waarbij de klimmende knoop  $90^{\circ}$  vóór het lentepunt valt. Wil, in deze getekende stand, de verbindingslijn zon-maan loodrecht op de horizon staan, dan moet hij nog een hoek van  $28^{\circ},5$  met de ecliptica maken. (Wel zal hij dan bij onder-

gang van de maan al een beetje tegen de wijzers van de klok in gewenteld zijn, maar dat verwaarloos ik maar even.) Voor de afstand  $d$  in de getekende driehoek bereken ik ongeveer  $9^{\circ}$ , dat wil zeggen de maan moet ongeveer  $3/4$  dag oud zijn. Laat ons nu eens aannemen dat zo'n jonge maan op onze breedtegraad ook waargenomen kan worden. Dan komt nog de vraag: wanneer moet men kijken? Wij zagen al: bij het begin van de lente. Erg gevoelig zal het verschijnsel niet zijn voor het precieze tijdstip van fig. 1; men kiest dus de nieuwe maan die het dichtst bij het begin van de lente valt.

Belangrijker is de plaats van de klimmende knoop van de maanbaan. Deze had midden maart 1975 een lengte van ongeveer  $245^{\circ}$ , en was dus niet  $90^{\circ}$  maar  $115^{\circ}$  vóór op het lentepunt, en dit wordt nu elk jaar groter. Hierdoor is de afstand van de maan tot het eclipticavlak niet meer de volle  $5^{\circ}$ , maar slechts circa  $4^{\circ},5$ . Dit verkleint ook de ouderdom die de maan nog mag hebben om het gewenste effect te vertonen met ongeveer  $10\%$ .

Figuur 1





Een heel beslissende factor ten slotte, is, of er zich in de gunstige periode een maan voordoet die nieuw is ongeveer 3/4 dag vóór hij ondergaat. Bij het zoeken in jaargangen van Hemel en Dampkring naar gegevens over waargenomen jonge manen viel mij op dat in november 1970 Jean Meeus over waarnemingen van de smalle maansikkel heeft geschreven, echter zonder op de stand van die maansikkel speciaal de aandacht te vestigen. Uit zijn tabel 1 (pag. 265) maak ik op dat 13 maart 1975 een goede gelegenheid moet zijn geweest. De maan was toen bij ondergang ongeveer 18,5 uur oud! Een nog wat betere kans had men op 5 maart 1973, met een 17,9 uur oude maan, terwijl de klimmende knoop circa 74° vóór was op het lentepunt. Beide gelegenheden heb ik gemist, hoewel de in de aanhef genoemde waarneming dus wel verklaarbaar is.

Aangezien de knopenlijn van de maanbaan in ongeveer 18 jaar eenmaal volledig rondraait, zullen wij nu 16 à 17 jaar moeten wachten voor er zich misschien weer kansen voordoen. Echter, de matineuzen onder ons hebben een kans over een jaar of acht, bij het opkomen van de maan in het oosten aan het begin van de herfst. Volgens tabel 2 van Meeus op pag. 266 komt wellicht 16 oktober 1982 het meest in de buurt. Zeker is dus een horizontale ligging van de maan aan de hemel bij ons zo niet een onmogelijke, dan toch een zeldzame waarneming.

Tabel 1 Avondverschijningen van de smalle maansikkel in Nederland en België

| Tijdstip Nieuwe Maan |       | Einde burgerl. schemering |       | 'Ouderdom' maan (uren) |
|----------------------|-------|---------------------------|-------|------------------------|
|                      | h m   |                           | h m   |                        |
| 1971 jan 26          | 22 55 | jan 27                    | 17 00 | 18,1                   |
| 1971 mrt 26          | 19 23 | mrt 27                    | 18 39 | 23,3                   |
| 1972 apr 13          | 20 31 | apr 14                    | 19 11 | 22,7                   |
| 1973 mrt 5           | 0 07  | mrt 5                     | 18 03 | 17,9                   |
| 1973 mei 2           | 20 55 | mei 3                     | 19 45 | 22,8                   |
| 1974 mei 23          | 21 24 | mrt 24                    | 18 34 | 21,2                   |
| 1975 mrt 12          | 23 47 | mrt 13                    | 18 14 | 18,5                   |
| 1976 feb 29          | 23 25 | mrt 1                     | 17 57 | 18,5                   |
| 1977 mrt 19          | 18 33 | mrt 20                    | 18 28 | 23,9                   |
| 1980 mrt 16          | 18 56 | mrt 17                    | 18 24 | 23,5                   |
| 1981 feb 4           | 22 14 | feb 5                     | 17 17 | 19,0                   |
| 1981 apr 4           | 20 19 | apr 5                     | 18 56 | 22,6                   |
| 1982 feb 23          | 21 13 | feb 24                    | 17 47 | 20,6                   |
| 1982 apr 23          | 20 29 | apr 24                    | 19 28 | 23,0                   |
| 1984 mrt 2           | 18 31 | mrt 3                     | 18 00 | 23,5                   |
| 1985 feb 19          | 18 43 | feb 20                    | 17 42 | 23,0                   |

Tabel 2 Ochtendverschijningen van de smalle maansikkel in Nederland en België

| Tijdstip Nieuwe Maan |       | Begin burgerl. schemering |      | 'Ouderdom' maan (uren) |
|----------------------|-------|---------------------------|------|------------------------|
|                      | h m   |                           | h m  |                        |
| 1971 aug 20          | 22 53 | aug 20                    | 4 00 | 1,9                    |
| 1972 nov 6           | 1 21  | nov 5                     | 6 06 | 19,3                   |
| 1973 aug 28          | 3 25  | aug 27                    | 4 13 | 23,2                   |
| 1973 okt 26          | 3 16  | okt 25                    | 5 49 | 21,4                   |
| 1974 sep 16          | 2 45  | sep 15                    | 4 44 | 22,0                   |
| 1974 nov 14          | 0 53  | nov 13                    | 6 18 | 18,6                   |
| 1975 okt 5           | 3 23  | okt 4                     | 5 13 | 22,2                   |
| 1976 okt 23          | 5 10  | okt 22                    | 5 43 | 23,4                   |
| 1978 aug 4           | 1 01  | aug 3                     | 3 31 | 21,5                   |
| 1979 okt 21          | 2 23  | okt 20                    | 5 39 | 20,7                   |
| 1980 okt 9           | 2 50  | okt 8                     | 5 21 | 21,5                   |
| 1981 sep 28          | 4 07  | sep 27                    | 5 03 | 23,1                   |
| 1982 aug 19          | 2 45  | aug 18                    | 3 56 | 22,8                   |
| 1982 okt 17          | 0 04  | okt 16                    | 5 33 | 18,5                   |
| 1983 sep 7           | 2 35  | sep 6                     | 4 29 | 22,1                   |
| 1984 sep 25          | 3 11  | sep 24                    | 4 59 | 22,2                   |
| 1985 okt 14          | 4 33  | okt 13                    | 5 29 | 23,1                   |

## Zachte Röntgenstraling van Sirius en Capella

In april 1975 hebben onderzoekers van het Laboratorium voor Ruimteonderzoek te Utrecht via de ANS zachte röntgenstraling van Sirius gedetecteerd op golflengten van 44 tot circa 62 Å. De metingen wezen uit dat Sirius in dit golflengtegebied ongeveer  $9 \times 10^{27}$  erg/sec aan energie uitzendt. De straling zou volgens de onderzoekers afkomstig kunnen zijn van een hete corona om Sirius, die dan een temperatuur van enkele miljoenen graden zou moeten hebben. De tweede mogelijkheid, het invangen van de 'sterrewind' van Sirius door zijn begeleider (een witte dwerg), werd door hen verworpen. In dit geval zou de hoofdstel namelijk duizend tot miljoen maal meer massa moeten verliezen dan men van zo'n type ster verwacht.

Sirius is niet de eerste nabije ster waarvan zachte röntgenstraling werd geregistreerd. In april 1974 werd door onderzoekers van het Lockheed Palo Alto Research Laboratory (USA) via een raket korte tijd zachte röntgenstraling van Capella opgevangen. Aangezien deze bron echter niet tijdens vroegere waarnemingen was gedetecteerd zou hij veranderlijk moeten zijn. De onderzoekers wijzen er verder op dat er in de afgelopen jaren verschillende andere bronnen van zachte röntgenstraling zijn gerapporteerd en met nabije sterren in verband gebracht, hoewel een werkelijke identificatie niet mogelijk was. Zij stellen daarom het bestaan voor van een nieuwe klasse galactische röntgenbronnen, als nabije sterren met een sterk veranderlijke emissie. Deze

objecten zouden dan een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de diffuse röntgenstraling die vanuit alle richtingen van het heelal komt.  
(GB/Astroph. J. Lett., 1.3.1975; Nature, 28.8.1975)



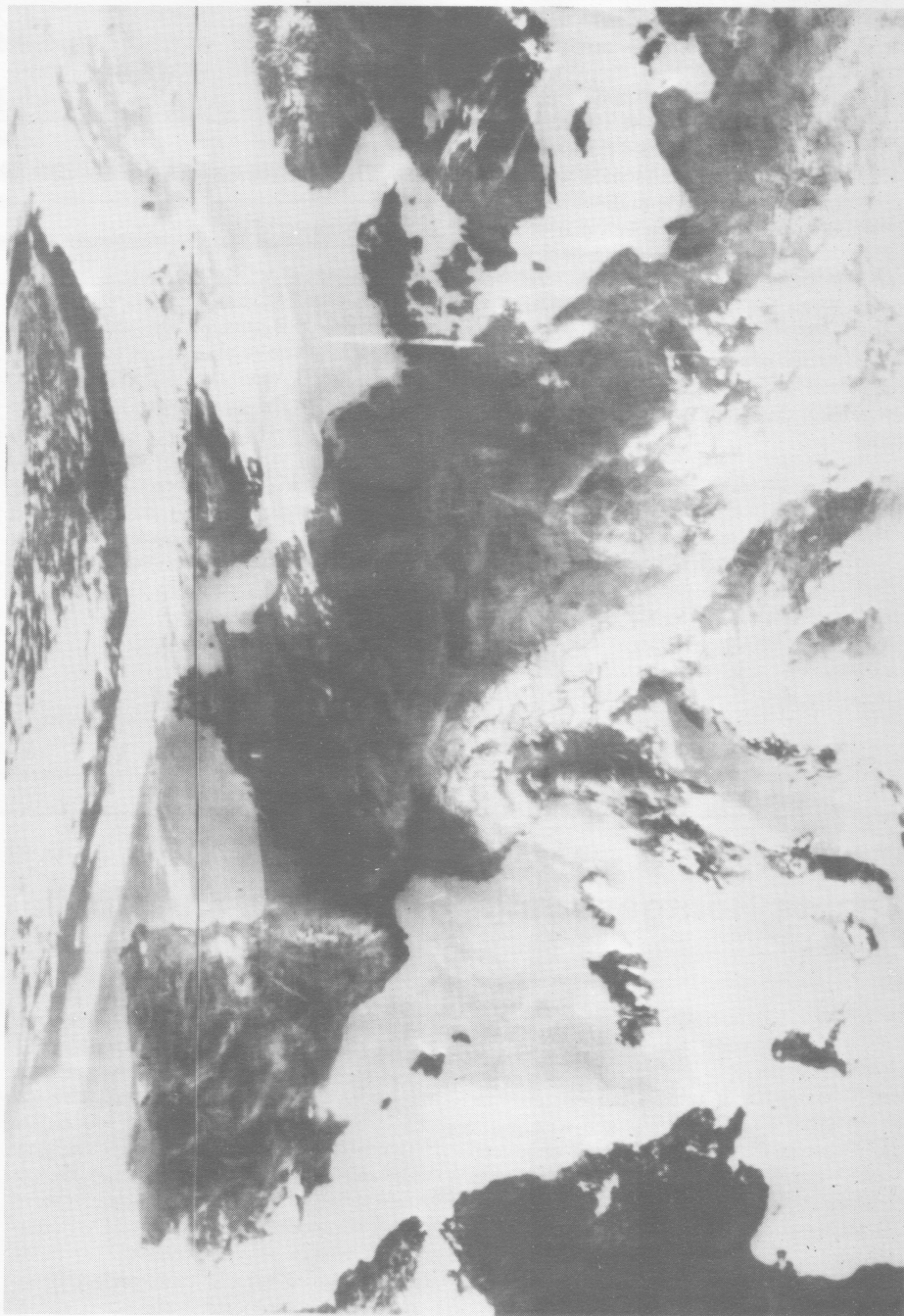
# Een zeldzaam mooie zomer

## De zomer van 1975

Als later over het jaar 1975 wordt gesproken, zal door velen worden teruggedacht aan de fraaie zomer die dat jaar heeft gebracht. Het was me het zomertje wel: vooral in augustus was het ongekend heet met veel zon en met heel weinig regen.

Zomers die droog en zeer warm zijn, blijken in ons klimaat niet dicht te zijn gezaaid. In 1959 kon de zomer zeer warm en zeer droog worden genoemd, in 1947 zeer warm en droog. Ook in 1911 was de zomer zeer warm en zeer droog, maar daarmee hebben we de zeer warme zomers van deze eeuw wel gehad. Daarbij is onder een zeer warme zomer verstaan: een zomer waarin de gemiddelde temperatuur gedurende de drie zomermaanden juni, juli en augustus hoger is dan 17,3°C (volgens metingen te De Bilt). De zomer van 1975 leverde een gemiddelde temperatuur van 17,6°C, een waarde die in de laatste honderd jaar maar eenmaal is overtroffen (in 1947). De normale waarde bedraagt 16,4°C. Dat dit gemiddelde zo hoog is geworden, is uitsluitend aan augustus te danken. Juni was wat aan de koude kant, juli was gemiddeld slechts weinig boven normaal wat de temperatuur betreft, zodat aan het einde van juli gezegd kon worden dat de zomer tot dusver gemiddeld een ongeveer normaal be- loop had. Doordat augustus de warmste augustus werd in de 270-jarige reeks metingen van de temperatuur, is het gemiddelde van de gehele zomer belangrijk omhoog gebracht. Op het kaartje van figuur 1 is te zien dat het warmste deel van het land in Noord-Limburg was gelegen en het koudste deel aan de kust. Het warmste waarnemingsstation bevond zich in Venlo, de koudste waarnemingsposten lagen op Terschelling en op de zeedijk bij Den Helder. Aan de kust was de temperatuur gemiddeld ruim een halve graad boven normaal; in het midden en in het oosten van het land ruim één graad boven normaal.

Zomerse dagen waarop de temperatuur tot 25°C of hoger oploopt (figuur 2), zijn er dan ook heel wat geweest. De afkoelende werking van de Noordzee is op het kaartje van figuur 2 nog duidelijker te zien dan op dat van figuur 1. In Almen bij Zutphen werden veertig zomerse dagen genoteerd, op de zeedijk bij Den Helder maar acht. In menige zomer van de laatste jaren is het voorgekomen dat aan het Noorden van de kust geen enkele zomerse dag kon worden opge-



De weersatelliet NOAA 3 maakte op 6 augustus 1975, midden in de warmtegolf, omstreeks 9<sup>h</sup>45<sup>m</sup> deze opname van Europa in het infrarood. Donkere tinten betekenen relatief hoge, lichte relatief lage temperatu-

ren. Het landoppervlak is omstreeks tien graden warmer dan het zeeoppervlak. Witte tinten boven land zijn sneeuw (Alpen) of hoge bewolking. Boven West-Europa ontbreekt bewolking bijna geheel.



tekend; ditmaal hadden zelfs de Waddeneilanden er meer dan tien! April en mei hadden dit jaar geen zomerse dagen opgeleverd, september heeft nog een enkele aan deze aantallen toegevoegd, maar niet in het westen van het land. Op enkele dagen kon van zeer grote hitte worden gesproken; daarvoor zij verwezen naar Zenit 10, 1975. De hoogste temperatuur die in ons land is gemeten, bedroeg 34,7°C te Eelde op 10 augustus.

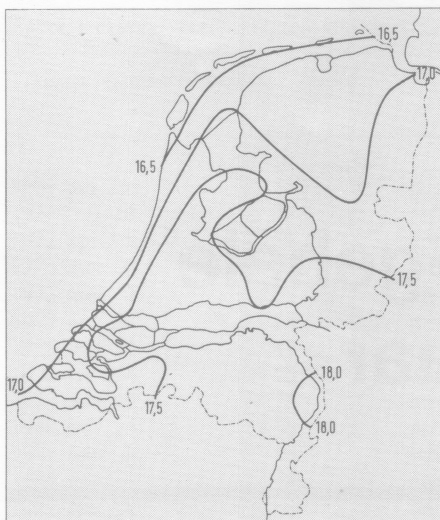
Behalve warmterecords werd er deze zomer ook nog een kouderecord gebroken. Dit gebeurde op 2 juni toen de temperatuur te De Bilt tot +0,2°C zakte en het in de Achterhoek plaatselijk één graad vroom! Nog nooit was het voorgekomen in de 125-jarige reeks metingen te Utrecht en De Bilt dat de temperatuur in de zomer een zo lage waarde bereikte. Al waren de warme dagen ditmaal ver in de meerderheid, toch waren er nog dertig van de 92 dagen die de zomer telt aan de koude kant. Overdag lag de temperatuur over het algemeen meer boven normaal dan 's nachts; de gemiddelde dagelijkse schommeling van de temperatuur was te De Bilt ruim 1°C groter dan normaal, hetgeen wijst op een grotere continentaliteit van het klimaat van de afgelopen zomer.

### Zonneschijn

De zon heeft erg veel geschenen; in de meeste streken was de zomer na 1959 niet meer zo zonnig geweest. Dit geldt echter niet het noordoosten van het land waar in Eelde 791 uur zon werd geregistreerd: het grootste aantal uren in een zomer sedert het begin van de registreringen in 1906. Ook Zuid-Limburg bracht een uitzondering, want daar had de zomer van 1973 nog acht uur meer zon gebracht. Er is dan ook een vrij belangrijk verschil tussen het noorden en midden van het land enerzijds en het zuiden anderzijds (zie figuur 3); in de zuidelijke provincies scheen de zon 13 tot 14% meer dan normaal, in De Bilt 21, in Den Helder 22 en in Eelde zelfs 38% meer dan normaal. Ditmaal was dan ook niet Den Helder of Terschelling het zonnigste waarnemingsstation maar Schiermonnikoog waar de zon niet minder dan 825 uur scheen. Daarentegen werd in het bij Roermond gelegen Linne niet meer dan 645 uur geregistreerd; een verschil dus van 180 uur of een gemiddeld verschil van twee uren per dag.

De drie zomermaanden brachten alle overal in het land meer zon dan normaal; een uitzondering vormde Zuid-Limburg in juni, toen het daar een weinig aan de sombere kant was. Augustus leverde het grootste aantal uren zon van de drie zomermaanden, ondanks het feit dat deze maand niet de langste dagen heeft. Over het algemeen was augustus sedert 1947 niet meer zo zonnig geweest; in Eelde evenwel had augustus sedert het begin van de registreringen in 1906 nog nooit zo veel zon opgeleverd.

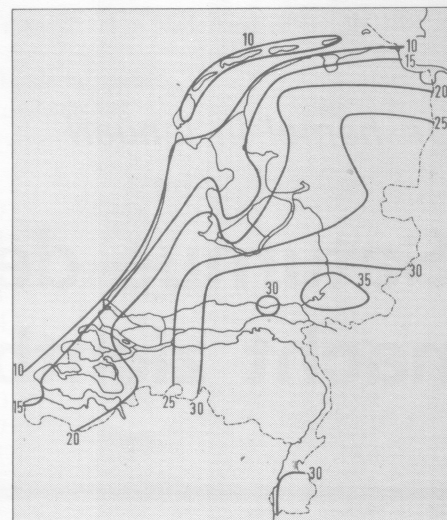
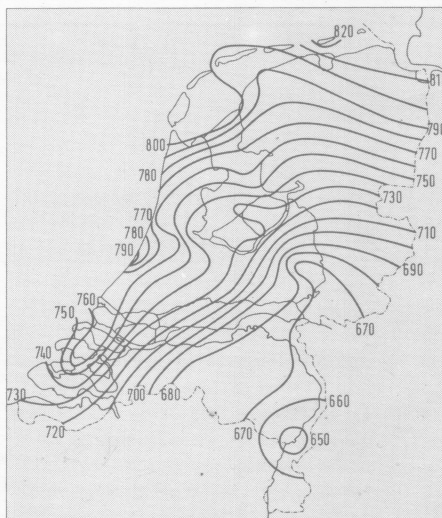
*Figuur 3. De verdeling van de zonneschijn (in uren) in de drie zomermaanden van 1975.*



*Figuur 1. Gemiddelde temperatuur (in °C) in de drie zomermaanden juni, juli en augustus 1975.*

### Neerslag

De hoeveelheid regen was minder onder normaal dan wel eens uit de berichten was af te leiden. Door het veelal zonnige weer was de verdamping vooral in augustus groot, waardoor een klein tekort aan regen al ernstig werd gevoeld. Gemiddeld over het gehele land genomen is 168 mm regen gevallen tegen 214 mm normaal. Uit het kaartje van figuur 4 blijkt dat de droogte vooral de noordelijke helft van het land in haar greep heeft gehad; in het zuiden is over het algemeen meer water gevallen, zelfs was de hoeveelheid in Zeeland en West-Brabant gemiddeld groter dan normaal. Zware buien hebben op 23 juni in Gouda en Rotterdam met omgeving bijzonder veel hemelwater bezorgd; in Gouda viel in 24 uur tijds een hoeveelheid van 146 mm. In juli gingen de elementen ook enkele malen hevig te keer, vooral op 14 juli in Friesland en Groningen, waar hier en daar grote stukken ijs naar beneden vielen en waar hevige rukwinden plaatselijk grote schade aanrichtten. Augustus begon met een hevig onweer in Zeeland; ook in de avond van 10 augustus was dat weer het geval. Op 21 augustus viel daar opnieuw een grote hoeveelheid regen tijdens onweer.





De hemel in januari

Saturnus de gehele nacht zichtbaar

Alle tijdstippen genoemd in deze rubriek berusten op de Midden Europese Tijdaanwijzing (M.E.T.).

De posities gelden steeds voor 0,0h E.T., en hebben, tenzij anders vermeldt, betrekking op het actuele equinoctium.

Tijdstippen voor opkomst, culminatie en ondergang gelden steeds voor 52,° 10' noorderbreedte en 05° oosterlengte.

Mercurius

Mercurius bereikt op 7 januari te 06h voor de eerste keer in '76 zijn grootste oostelijke elongatie en is derhalve 's avonds kort na zonsondergang zichtbaar boven de westelijke horizon. Ten tijde van zonsondergang staat Mercurius slechts 12 à 13 graden boven de horizon, waardoor voor het opzoeken van de kleine planeet het gebruik van een verrekijker of telescoop noodzakelijk is.

De schijnbare diameter van het Mercurius-schijfje bedraagt op 7 januari 6,8 boogseconden.

Een conjunctie met de jonge maansikkel vindt plaats op 3 januari te 07h; deze samenstand moet in de avond van 3 januari bekeken worden, wanneer de maan zich echter weer verder van Mercurius verwijderd heeft.

Op 23 januari te 06h is Mercurius in benedenconjunctie met de zon, hetgeen wil zeggen dat hij zich in zijn baan tussen de zon en de aarde in bevindt, op weg naar een grootste westelijke elongatie, die bereikt zal worden op 16 februari a.s.

Venus

Venus komt in januari ongeveer twee uur voor de zon op en is dus s'morgens vroeg te vinden boven de oostelijke horizon.

Op 8 januari te 13h is Venus in conjunctie met Antares op een afstand van 7° noordelijk van de ster.

Een zeer nauwe conjunctie met Neptunus vindt plaats op 12 januari te 05h; Venus staat dan 0°, 4 ten noorden van de veel lichtzwakkere Neptunus.

Tenslotte is er nog een conjunctie met de maan op 28 januari te 09h waarbij Venus 2° ten zuiden van de maansikkel te vinden is.

Mars

De rode planeet, in afwachting van het bezoek dat hij binnenkort zal krijgen van twee Vikingruimteschepen, is in januari 's avonds in het sterrenbeeld Stier te vinden.

Op 14 januari te 04h is de planeet in conjunctie met de maan; Mars staat op dat moment 5° ten noorden van onze natuurlijke satelliet.

Tabel I – Mercurius

| datum '76 | elongatie | helderheid | ondergang zon | ondergang Mercurius |
|-----------|-----------|------------|---------------|---------------------|
| 03 jan.   | Oost 19°  | −0,5m      | 16h 40m       | 18h 11m             |
| 08 jan.   | Oost 19°  | −0,3m      | 16h 47m       | 18h 26m             |
| 13 jan.   | Oost 17°  | +0,3m      | 16h 54m       | 18h 28m             |
| 18 jan.   | Oost 11°  | +1,4m      | 17h 02m       | 18h 05m             |

(fig. 1a links en 1b rechts). De posities van Zon, Maan en de buitenplaneten Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus in januari '76.

Ter oriëntatie zijn ook de plaatsen van de detailkaarten (fig. 4 en 5 aangegeven).

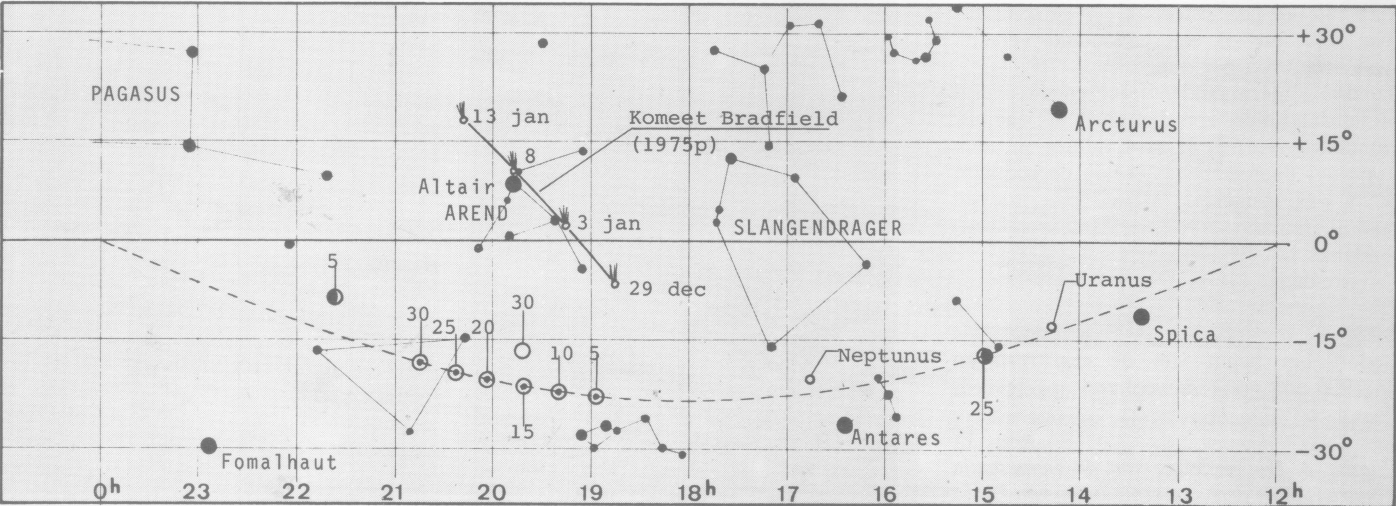




fig. 2. Mercurius aan de avondhemel, begin januari.

Jupiter

Jupiter is tot even na middernacht aan de zuidwestelijke hemel in het sterrenbeeld Vissen te vinden. De planeet is nog steeds het helderste 'sterachtige' object in deze hemelstreek en dus eenvoudig te vinden. Op 9 januari te 13h is Jupiter in conjunctie met de maan; de laatste staat daarbij 4° ten noorden van de planeet. De positie van de vier grootste Jupitersatellieten kan met bovenstaande figuren voor elk willekeurig tijdstip in de maand januari worden bepaald; de horizontale datumlijnen gelden steeds voor 00h WET= 01h MET. De twee verticale lijnen in het midden van de figuren geven de equatoriale diameter van Jupiter weer. Wanneer de positielijn van een satelliet onderbroken is gaat de satelliet achter Jupiter langs, bij een doorgaande lijn gaat hij voorlangs. De schijnbare equatoriale diameter van Jupiter is eind januari afgenomen tot 37,6 boogseconden.

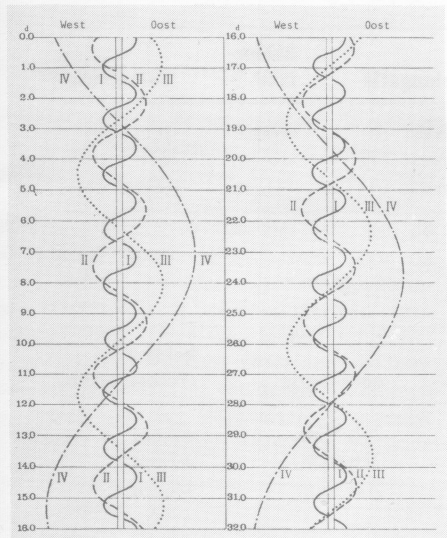
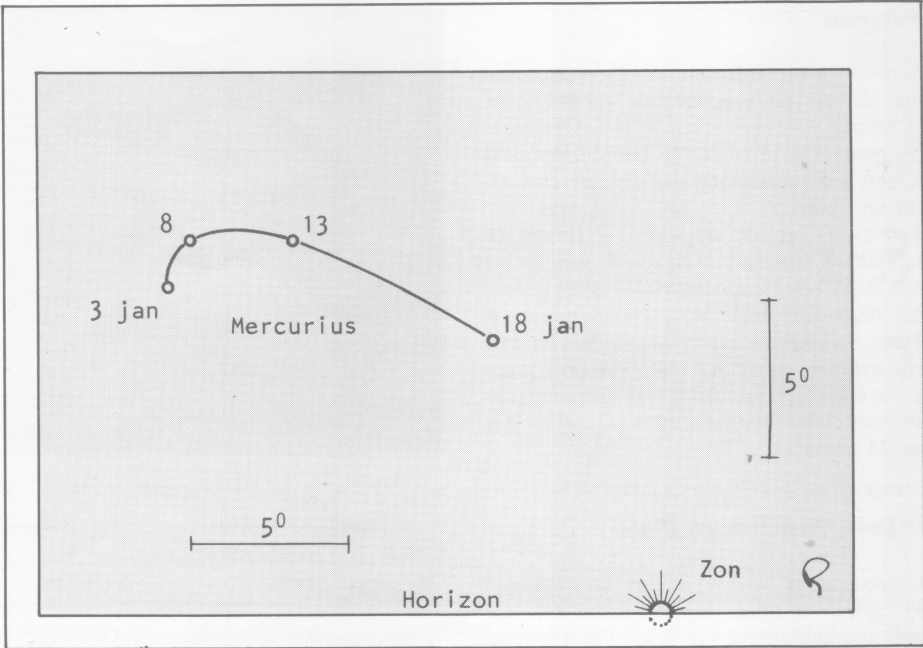


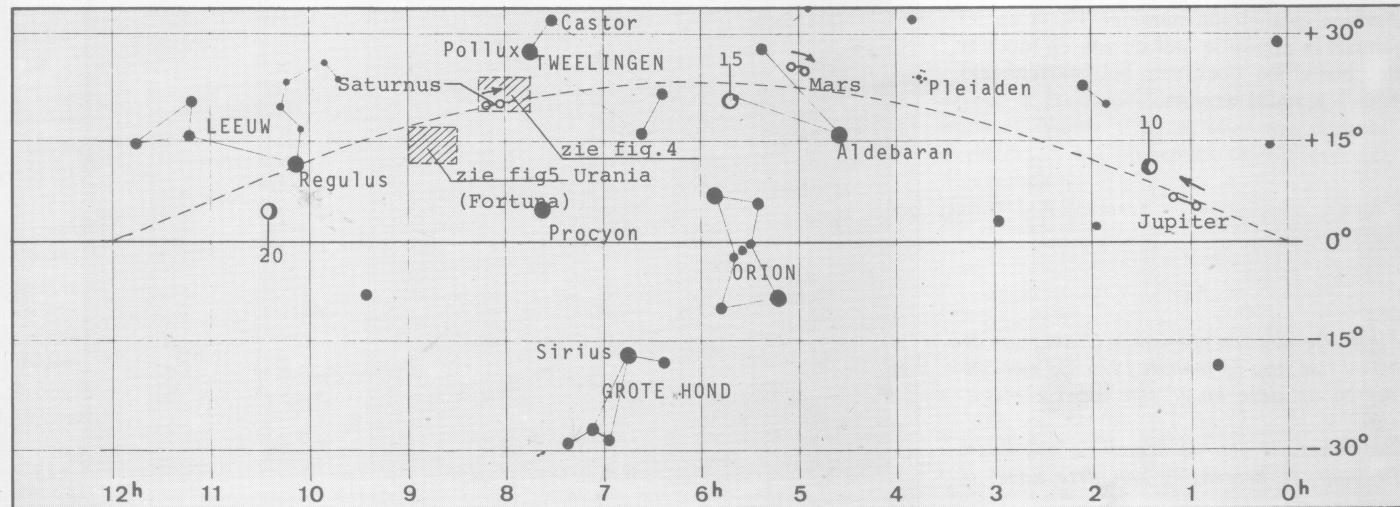
Fig. 3. De beweging van de vier helderste Jupitersatellieten in januari 1976, gezien door een omkerende kijker.

Tabel 2 – Venus

| datum '76 | elongatie | helderheid | opkomst Venus | opkomst Zon |
|-----------|-----------|------------|---------------|-------------|
| 03 jan.   | West 40°  | –3,6m      | 5h 31m        | 7h 47m      |
| 13 jan.   | West 38°  | –3,6m      | 5h 57m        | 7h 42m      |
| 23 jan.   | West 36°  | –3,5m      | 6h 18m        | 7h 32m      |

Tabel 3 – Mars

| datum '76 | rechte klimming | declinatie | elongatie | helderheid | culminatie |
|-----------|-----------------|------------|-----------|------------|------------|
| 03 jan.   | 08h12m45s       | +20°12'37" | Oost 155° | –1,1m      | 22h 50m    |
| 13 jan.   | 08h09m30s       | +20°23'53" | Oost 143° | –0,8m      | 22h 04m    |
| 23 jan.   | 08h06m06s       | +20°35'19" | Oost 133° | –0,5m      | 21h 23m    |





Saturnus

Saturnus is op 20 januari te 12h in oppositie met de zon en nagenoeg de gehele nacht zichtbaar. De planeet is te vinden in het sterrenbeeld Kreeft ten zuid-oosten van de sterren Castor en Pollux. Ten tijde van de oppositie bedraagt de schijnbare equatoriale diameter van Saturnus 20,61 boogseconden en de grote as van het ringstelsel 46,42 boogseconden. Titan, de grootste Saturnus-satelliet, bereikt zijn grootste oostelijke elongatie op 1 januari te 04h en 17 januari te 02h en zijn grootste westelijke elongatie op 8 januari te 20h en 24 januari te 17h.

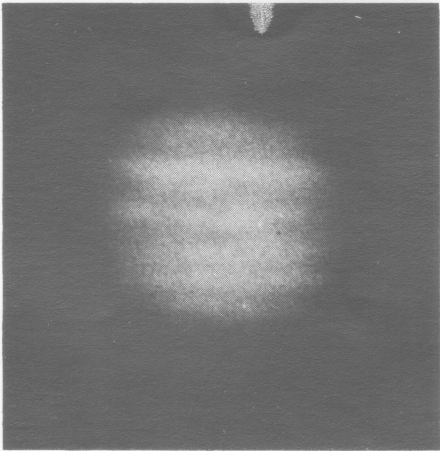
Uranus, Neptunus en Pluto

Uranus is te vinden in het sterrenbeeld Maagd, in de omgeving van  $\lambda$  Vir, een ster met een helderheid van 4,6m. Op 8 januari te 04h is de afstand tussen beiden slechts acht boogseconden. Een conjunctie met de maan vindt plaats op 24 januari te 08h; Uranus staat dan 2° ten noorden van de maan. Neptunus bevindt zich voor ons nog in de ochtendschemering en dus moeilijk waarneembaar. Pluto heeft op 15 januari de volgende positie  $\alpha$ : 13h 08m 31s,  $\delta$ = +11°09' 51" (1950,0). De helderheid bedraagt 14m.

Planetoïden

Ceres, planetoïde nr. 1 is deze maand te vinden in het sterrenbeeld Stier ten zuidoosten van de Pleiaden. Op 20 januari te 16h is Ceres stationair; zijn tot op dat moment westwaartse beweging tussen de sterren gaat dan over in een oostwaartse. Een zeer nauwe conjunctie met de maan vindt plaats op 13 januari te 03h; Ceres bevindt zich dan 0°,4 ten noorden van de maan. Urania, de op 22 juli 1854 door Hind als nummer 30 ontdekte planetoïde is op 18 januari in oppositie met de zon. De planetoïde bevindt zich in januari eerst in het sterrenbeeld Kreeft en later in de Tweelingen in de omgeving van Saturnus. Fortuna, planetoïde nummer 19, is op 30 januari in oppositie met de zon en moet in het oostelijke deel van het sterrenbeeld Kreeft gezocht worden.

Fig.4. De weg van planetoïde Urania aan de hemel van 31/m 23 januari 1976. De zwakste sterren op deze kaart zijn van ca. magn. +10. Ter oriëntatie aan de hemel zie ook kaart 1b waar de begrenzing van deze kaart is aangegeven.



Deze bijzonder fraaie opname van Jupiter werd gemaakt met een 102-mm refractor met een brandpuntafstand 150 cm. Op de foto zijn zo'n 5 à 6 lichte zones te zien, gescheiden door donkere gordels. Met name de middelste zone vertoont een duidelijke brokkelige structuur. Dat deze opname met zo'n kleine kijkeropening kon worden gemaakt, bewijst dat niet alleen de grootte van de kijker van belang is, maar vooral het profiteren van de al dan niet toevallige momenten van rustige lucht (goede seeing). De opname werd gemaakt door Martens Medard (België) op 22 september 1975. De belichtingstijd bedroeg 8 seconden; de gebruikte film was Plus-X-Pan, met geelfilter.

Tabel 4 – Jupiter

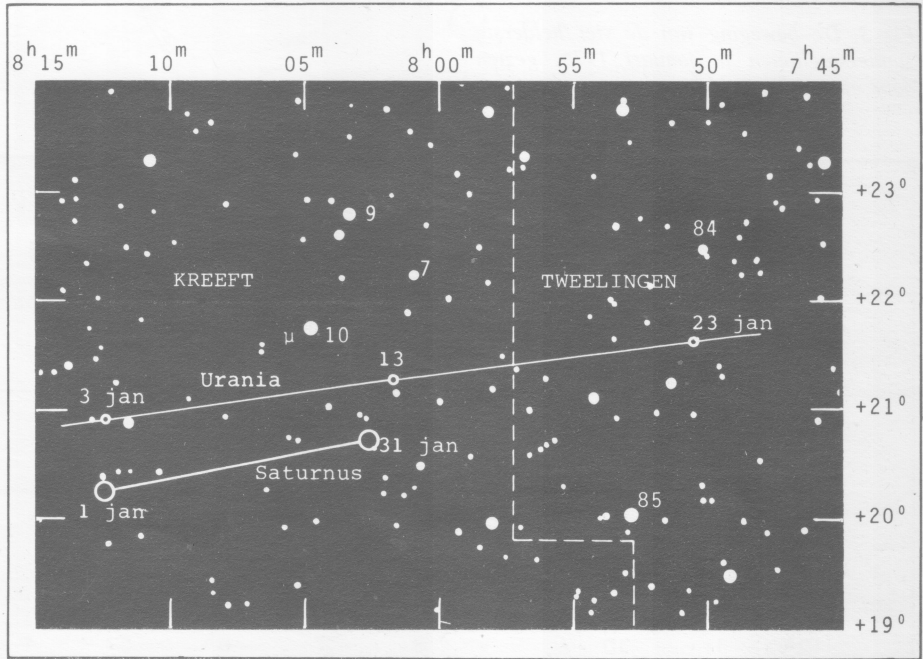
| datum '76 | rechte klimming | declinatie | elongatie | helderheid | ondergang |
|-----------|-----------------|------------|-----------|------------|-----------|
| 03 jan.   | 00h 59m 47s     | +04°58'51" | Oost 94°  | -2,1m      | 01h 23m   |
| 13 jan.   | 01h 03m 11s     | +05°23'01" | Oost 85°  | -2,0m      | 00h 48m   |
| 23 jan.   | 01h 07m 37s     | +05°53'18" | Oost 76°  | -1,9m      | 00h 16m   |

Tabel 5 – Saturnus

| datum '76 | rechte klimming | declinatie | elongatie | helderheid | culminatie |
|-----------|-----------------|------------|-----------|------------|------------|
| 03 jan.   | 08h 12m 45s     | +20°12'37" | West 161° | 0,0m       | 02h 05m    |
| 13 jan.   | 08h 09m 50s     | +20°23'53" | West 172° | -0,1m      | 01h 23m    |
| 23 jan.   | 08h 06m 06s     | +20°35'19" | West 177° | -0,1m      | 00h 40m    |

Tabel 6 – Ceres

| datum '76 | rechte klimming | declinatie (1950,0) | culminatie | helderheid (fotografisch) |
|-----------|-----------------|---------------------|------------|---------------------------|
| 03 jan.   | 03h 59m 53s     | +19°13'05"          | 21h 50m    | +7,5m                     |
| 13 jan.   | 03h 56m 13s     | +19°40'51"          | 21h 08m    | +7,6m                     |
| 23 jan.   | 03h 55m 28s     | +20°13'51"          | 20h 28m    | +7,7m                     |





Sterretijd en Juliaanse datum

De sterretijd in onderstaande tabel geldt voor 00h MET en voor 5° Oosterlengte. Voor het bepalen van de plaatselijke sterretijd op een willekeurig tijdstip zie de toelichting bij deze tabel in Zenit 75-2, blz. 73. De tabelwaarden voor de Juliaanse datum gelden voor 00h WET.

| datum<br>jan.<br>'76 | sterretijd<br>h m s | Juliaanse<br>datum<br>2442- |
|----------------------|---------------------|-----------------------------|
| 01                   | 05 58 59            | 778,5                       |
| 02                   | 06 02 55            | 779,5                       |
| 03                   | 06 06 52            | 780,5                       |
| 04                   | 06 10 48            | 781,5                       |
| 05                   | 06 14 45            | 782,5                       |
| 06                   | 06 18 41            | 783,5                       |
| 07                   | 06 22 38            | 784,5                       |
| 08                   | 06 26 35            | 785,5                       |
| 09                   | 06 30 31            | 786,5                       |
| 10                   | 06 34 28            | 787,5                       |
| 11                   | 06 38 24            | 788,5                       |
| 12                   | 06 42 21            | 789,5                       |
| 13                   | 06 46 17            | 790,5                       |
| 14                   | 06 50 14            | 791,5                       |
| 15                   | 06 54 11            | 792,5                       |
| 16                   | 06 58 07            | 793,5                       |
| 17                   | 07 02 04            | 794,5                       |
| 18                   | 07 06 00            | 795,5                       |
| 19                   | 07 09 57            | 796,5                       |
| 20                   | 07 13 53            | 797,5                       |
| 21                   | 07 17 50            | 798,5                       |
| 22                   | 07 21 46            | 799,5                       |
| 23                   | 07 25 43            | 800,5                       |
| 24                   | 07 29 40            | 801,5                       |
| 25                   | 07 33 36            | 802,5                       |
| 26                   | 07 37 33            | 803,5                       |
| 27                   | 07 41 29            | 804,5                       |
| 28                   | 07 45 26            | 805,5                       |
| 29                   | 07 49 22            | 806,5                       |
| 30                   | 07 53 19            | 807,5                       |
| 31                   | 07 57 15            | 808,5                       |

Tabel 7 – Urania

| datum<br>'76 | rechte klimming<br>(1950,0) | declinatie<br>(1950,0) | helderheid<br>(fotografisch) |
|--------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|
| 03 jan.      | 08h 12,4m                   | +20°56'                | 11,3m                        |
| 13 jan.      | 08h 01,8m                   | +21°17'                | 11,1m                        |
| 23 jan.      | 07h 50,5m                   | +21°37'                | 11,1m                        |

Tabel 8 – Fortuna

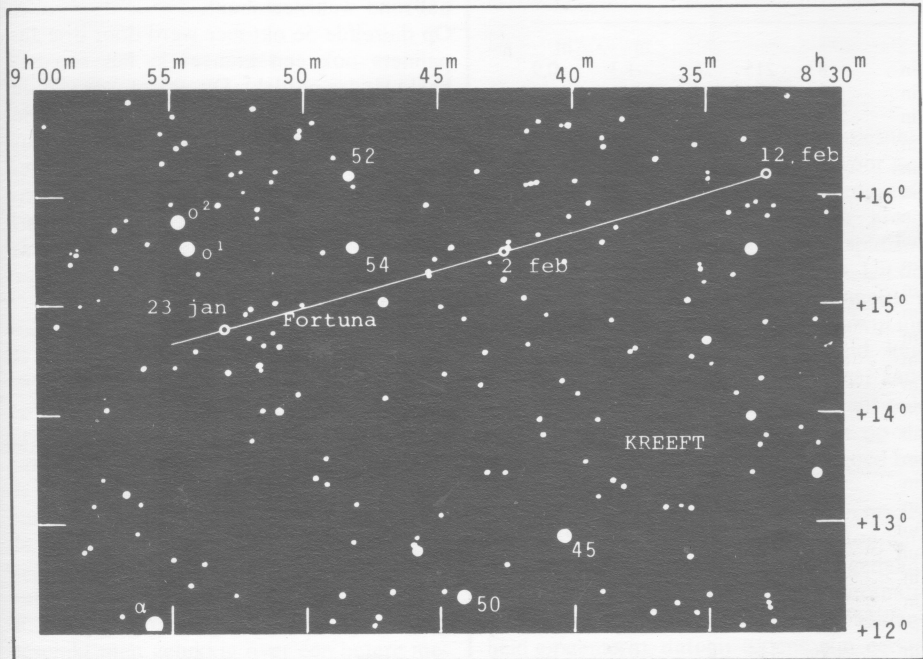
| datum<br>'76 | rechte klimming<br>(1950,0) | declinatie<br>(1950,0) | helderheid<br>(fotografisch) |
|--------------|-----------------------------|------------------------|------------------------------|
| 03 jan.      | 09h 09,9m                   | +13°44'                | 11,4m                        |
| 13 jan.      | 09h 02,4m                   | +14°11'                | 11,2m                        |
| 23 jan.      | 08h 53,0m                   | +14°49'                | 11,1m                        |
| 02 feb.      | 08h 42,7m                   | +15°30'                | 10,9m                        |
| 12 feb.      | 08h 32,9m                   | +16°11'                | 11,2m                        |

Zon

| datum<br>'76 | begin ochtend-<br>schemering | opkomst | ondergang | einde avond<br>schemering | declinatie |
|--------------|------------------------------|---------|-----------|---------------------------|------------|
| 05 jan.      | 06h 43m                      | 08h 48m | 16h 43m   | 18h 48m                   | -22 44'    |
| 10 jan.      | 06h 42m                      | 08h 45m | 16h 49m   | 18h 52m                   | -22 07'    |
| 15 jan.      | 06h 41m                      | 08h 42m | 16h 57m   | 18h 59m                   | -21 19'    |
| 20 jan.      | 06h 37m                      | 08h 37m | 17h 05m   | 19h 06m                   | -20 21'    |
| 25 jan.      | 06h 34m                      | 08h 31m | 17h 14m   | 19h 13m                   | -19 13'    |
| 30 jan.      | 06h 28m                      | 08h 25m | 17h 22m   | 19h 20m                   | -17 57'    |

Maan

| Datum '76 | opkomst | ondergang | ouderdom   |
|-----------|---------|-----------|------------|
| 05 jan.   | 10h 18m | 21h 34m   | 03,4 dagen |
| 10 jan.   | 12h 03m | 01h 53m   | 08,4 dagen |
| 15 jan.   | 15h 33m | 06h 54m   | 13,4 dagen |
| 20 jan.   | 21h 56m | 09h 44m   | 18,4 dagen |
| 25 jan.   | 03h 08m | 12h 10m   | 23,4 dagen |
| 30 jan.   | 07h 29m | 17h 01m   | 28,4 dagen |



Lunatie 656  
Nieuwe maan: 01 jan. 15h 40m  
Eerste Kwartier: 09 jan. 13h 40m  
Volle Maan: 17 jan. 05h 47m  
Laatste Kwartier: 24 jan. 00h 04m

Fig. 5. De weg van planetoïde Fortuna aan de hemel van 23 jan. tot 12 feb. 1976. De zwakste sterren op deze kaart zijn van ca. magn. +10. Ter oriëntatie aan de hemel zie ook kaart 1b waar de begrenzing van deze kaart is aangegeven.



## Kometen

### Komeet West (1975 n)

Richard M. West van het European Southern Observatory heeft op fotografische platen, gemaakt met de 100 cm Schmidt camera te La Silla, sporen gevonden van de als nummer 14 ontdekte komeet dit jaar. West deed de ontdekking bij bestudering van foto's gemaakt op 24 september j.l. en bij bestudering van eerder gemaakte opnamen zijn ook sporen gevonden op foto's van 10 en 13 augustus j.l.

Dankzij deze opnamen konden de parabolische baanelementen vrij nauwkeurig bepaald worden:

$T = 1976 \text{ feb } 24,81 \text{ E.T.}$

$q = 0,1997 \text{ A.E.}$

$\omega = 358^\circ,47$

$\Omega = 117^\circ,81$  } 1950,0

$i = 42^\circ,45$  }

Uit deze elementen is af te leiden dat de komeet in onze streken omstreeks midden maart als een object met een helderheid van ongeveer  $m_1 = 5$  aan de ochtendhemel zicht-

baar zal zijn. Tijdens de ontdekking op 24 sept. had de komeet een helderheid van magnitude 14 à 15 en een comadiameter van 2 à 3 boogseconden.

In januari zal de komeet in zuidelijke streken met een helderheid van 10,5 à 8,5m aan de avondhemel zichtbaar zijn.

De voorlopige vergelijking voor de helderheid is bepaald op:

$m_1 = 7,5 + 5 \log \Delta + 10 \log r$ .

### Komeet P/Gehrels 3 (1975o)

Tom Gehrels heeft sporen van een komeet gevonden op foto's gemaakt met een 122 cm Schmidttelescoop van Mount Palomar Obs. op 27, 28 en 30 oktober j.l. De helderheid was magnitude +17.

De komeet beweegt in een ellipsvormige baan rond de zon. Volgens Brian G. Marsden is hij in 1972 op korte afstand de planeet Jupiter gepasseerd.

In onderstaande voorlopige baanelementen zijn vooral  $T$  en  $\omega$  erg onzeker.

$T = 1977, \text{ juli } 6,1 \text{ ET}$   $e = 0,144$

$\omega = 241^\circ,2$  (1950,0)  $a = 4,008 \text{ AE}$

$\Omega = 242^\circ,2$  (1950,0)  $n^\circ = 0,1228$   
 $i = 1^\circ,1$  (1950,0)  $P = 8,02 \text{ jaren}$   
 $q = 3,429 \text{ AE}$

### Komeet Bradfield (1975p) wordt wellicht blote oog objekt!

Komeet nummer 16 van het jaar 1975 is ontdekt door William A. Bradfield te Dernacourt bij Adelaide. Ten tijde van de ontdekking bedroeg de helderheid magnitude 10. De voorlopige parabolische baanelementen zijn:

$T = 1975 \text{ december } 21,29 \text{ ET}$

$q = 0,2219 \text{ A.E.}$

$\omega = 357^\circ,77$  (1950,0)

$\Omega = 270^\circ,41$  (1950,0)

$i = 70^\circ,46$  (1950,0)

Op bovenstaande elementen zijn de volgende efemeriden gebaseerd:

datum

1975/76

| ET     | $\alpha$ 1950                   | $\delta$ 1950       | $m_1$ |
|--------|---------------------------------|---------------------|-------|
| 14 dec | 16 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> | -38 <sup>o</sup> ,1 | +3,5  |
| 19 dec | 17 37                           | -28 ,7              | +2,1  |
| 24 dec | 18 14                           | -17 ,2              | +2,2  |
| 29 dec | 18 45                           | -06 ,8              | +3,7  |

# Sterbedekkingen januari-maart 1976

Hieronder volgt een lijst van sterbedekkingen, die tijdens de maanden januari tot en met maart 1976 zullen plaatsvinden. De tijdstippen zijn opgegeven in wereldtijd: er moet één uur worden bijgeteld, om de tijdaanwijzing voor Nederland en België te verkrijgen. De toelichting op deze tabel staat in Zenit 6, 1974, pag. 24. Meer inlichtingen worden verstrekt door D. Schmidt, Groen van Prinstererlaan 25, Huisen (NH), voor waarnemers in Nederland;

en door Jean Meeus, Heuvestraat 31, Erps-Kwerps 3071, voor waarnemers in België.

Aangezien het jaar 1975 weldra achter de rug is, worden de waarnemers verzocht hun waarnemingen in te schrijven op de nieuwe waarnemingsformulieren en deze zo spoedig mogelijk aan de secretaris in te zenden. Des te sneller men dit doet, des te eerder verkrijgt men mededelingen over de bereikte nauwkeurigheid.

| Datum<br>1976 | Tijdstip<br>UTC | Z.C.<br>nr | Naam v.d.<br>ster | Elon-<br>Magn. | gatie | In- of<br>uittrede | P.  | Az. | h  | a    | b    |
|---------------|-----------------|------------|-------------------|----------------|-------|--------------------|-----|-----|----|------|------|
|               | h m             |            |                   |                | °     |                    | °   | °   | °  | m    | m    |
| jan 5         | 16 57.2         | 3259       |                   | 7.4            | 48    | in                 | 83  | 215 | 26 | -1.3 | -0.9 |
| jan 6         | 16 43.0         | 3370       | 6G.Psc            | 6.2            | 59    | in                 | 106 | 201 | 34 | -2.0 | -1.3 |
| jan 10        | 17 36.9         | 299        | 12H1 Ari          | 6.3            | 103   | in                 | 68  | 162 | 50 | -1.4 | +1.1 |
| jan 11.       | 0 13.9          | 325        |                   | 7.4            | 105   | in                 | 142 | 275 | 14 | +0.4 | -4.2 |
| jan 11        | 18 34.6         | 423        | 124B Ari          | 6.4            | 114   | in                 | 63  | 166 | 54 | -1.4 | +1.3 |
| jan 13        | 17 8.2          | 691        | 282B Tau          | 6.6            | 137   | in                 | 25  | 106 | 37 | 0.0  | +3.6 |
| jan 18        | 22 14.1         | 1397       | $\omega$ Leo      | 5.5            | 203   | uit                | 290 | 122 | 33 | -0.9 | +0.6 |
| jan 21        | 3 20.3          | 1662       | 388B Leo          | 6.3            | 233   | uit                | 336 | 184 | 36 | -0.7 | -1.6 |
| feb 3         | 18 52.9         | 3462       |                   | 7.5            | 40    | in                 | 34  | 254 | 13 | -0.3 | +0.2 |
| feb 5         | 19 34.9         | 143        |                   | 6.8            | 62    | in                 | 75  | 250 | 26 | -0.8 | -1.1 |
| feb 6         | 22 19.7         | 279        |                   | 7.1            | 74    | in                 | 61  | 276 | 11 | -0.2 | -0.8 |
| feb 8         | 22 27.3         | 510        |                   | 7.2            | 96    | in                 | 54  | 264 | 28 | -0.7 | -0.5 |
| feb 8         | 23 45.4         | 517        | 26B Tau           | 6.4            | 97    | in                 | 90  | 278 | 16 | -0.1 | -1.5 |
| feb 9         | 23 24.2         | 654        | 234B Tau          | 6.0            | 108   | in                 | 151 | 266 | 27 | +0.2 | -4.0 |
| feb 10        | 0 54.1          | 668        | $\epsilon$ Tau    | 3.6            | 108   | in                 | 106 | 283 | 14 | +0.1 | -1.8 |
| feb 10        | 23 47.2         | 796        | 352B Tau          | 6.8            | 120   | in                 | 126 | 261 | 32 | -0.3 | -2.4 |
| feb 11        | 0 2.2           | 798        | 353B Tau          | 6.4            | 120   | in                 | 68  | 264 | 30 | -0.7 | -1.0 |
| feb 11        | 22 53.8         | 947        | 71 Ori            | 5.2            | 132   | in                 | 97  | 235 | 47 | -1.1 | -1.3 |
| feb 12        | 17 37.0         | 1072       | 110B Gem          | 6.2            | 142   | in                 | 118 | 108 | 36 | -0.9 | +0.5 |
| feb 19        | 0 2.1           | 1853       | $\psi$ Vir        | 4.9            | 227   | uit                | 231 | 138 | 20 | -1.9 | +3.3 |
| feb 23        | 3 13.5          | 4008       | Neptunus          | 7.7            | 281   | uit                | 263 | 137 | 6  | -1.0 | +1.4 |
| mrt 3         | 19 8.6          | 103        | 62 Psc            | 6.1            | 31    | in                 | 111 | 268 | 10 | -0.1 | -2.4 |
| mrt 8         | 20 34.5         | 736        | 312B Tau          | 6.2            | 87    | in                 | 80  | 247 | 41 | -1.1 | -1.0 |
| mrt 10        | 22 32.3         | 1040       | 74B Gem           | 6.2            | 112   | in                 | 59  | 249 | 38 | -1.3 | -0.4 |
| mrt 13        | 18 3.3          | 1397       | $\omega$ Leo      | 5.5            | 149   | in                 | 96  | 114 | 29 | -0.8 | +1.2 |

## Amateur ontdekt twee kometen op één dag

Op ongeveer  $5^\circ$  van de positie waar de komeet Kobayashi-Berger-Milon zich op 20 augustus bevond, werd op 5 oktober door vijf Japanse amateurs de komeet 1975k ontdekt. De komeet was van de 9e grootte en bevond zich op circa 0,9 astronomische eenheden van de aarde. Op 31 oktober passeerde hij de aarde op 0,1 astronomische eenheid; hij was toen van de 5e grootte, maar stond te dicht bij de zon om te kunnen worden waargenomen. Door het afnemen van de declinatie was de komeet (Suzuki-Saigusa-Mori) verder alleen op het zuidelijk halfrond waarneembaar.

Op diezelfde 5e oktober werd door drie Japanners ook een komeet in het sterrenbeeld Hydra ontdekt. Dit object was van de 11e grootte, bereikte in november de 8e grootte, maar kon verder ook alleen maar op het zuidelijk halfrond worden waargenomen. De komeet kreeg de naam Mori-Sato-Fujikawa (1975j). De Japanner Mori had binnen 70 minuten twee kometen ontdekt!

(GB/IAU-Circulars)



|        |       |       |      |
|--------|-------|-------|------|
| 3 jan  | 19 15 | +02,2 | +5,0 |
| 8 jan  | 19 46 | +10,4 | +6,0 |
| 13 jan | 20 19 | +17,9 | +6,8 |

De komeet is in de eerste helft van januari 1976 zowel aan de avond als aan de ochtendhemel zichtbaar.

### Planetoïden in 1976

Alle in nevenstaande tabel vermelde planetoïden zijn in 1976 tijdens hun oppositie vanuit Nederland en België zichtbaar en worden helderder dan magnitude 11,5. Uitzondering hierop maakt planetoïde 1580 Betulia welk een maximale helderheid bereikt van 11,7m.

Deze planetoïde gaat tijdens haar oppositie op 22 mei a.s. op een afstand van slechts 0,13 A.E. langs de aarde en beweegt zich daarbij gedurende de maand mei van ongeveer declinatie +47° naar -47°, zich daarbij 4° per dag in rechte klimming verplaatsend.

Tijdens de oppositie bedraagt de verplaatsing in declinatie ca. 6° 13' per dag.

| Planetoïden<br>nummer + naam | oppositie-<br>datum | culminatiehoogte<br>tijdens oppositie | maximale helderheid<br>(fotografisch) |
|------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 30 Urania                    | 18 jan.             | 59°                                   | 11,1m                                 |
| 19 Fortuna                   | 30 jan.             | 53°                                   | 10,9m                                 |
| 29 Amphitrite                | 15 feb.             | 57°                                   | 10,1m                                 |
| 11 Parthenope                | 21 feb.             | 52°                                   | 10,9m                                 |
| 18 Melpomene                 | 27 feb.             | 49°                                   | 10,8m                                 |
| 3 Juno                       | 29 feb.             | 42°                                   | 9,5m                                  |
| 13 Egeria                    | 10 mrt.             | 68°                                   | 10,9m                                 |
| 63 Ausonia                   | 11 mrt.             | 39°                                   | 10,7m                                 |
| 8 Flora                      | 15 mrt.             | 50°                                   | 10,2m                                 |
| 39 Laetitia                  | 24 mrt.             | 44°                                   | 11,3m                                 |
| 1580 Betulia                 | 22 mei              |                                       |                                       |
| 14 Irene                     | 07 jun.             | 57°                                   | 9,9m                                  |
| 129 Antigone                 | 07 jun.             | 35°                                   | 10,3m                                 |
| 40 Harmonia                  | 19 jun.             | 16°                                   | 10,9m                                 |
| 7 Iris                       | 25 juli             | 25°                                   | 9,4m                                  |
| 15 Eunomia                   | 9 aug.              | 31°                                   | 9,0m                                  |
| 6 Hebe                       | 27 sep.             | 19°                                   | 8,3m                                  |
| 22 Kalliope                  | 26 nov.             | 57°                                   | 10,5m                                 |
| 471 Papagena                 | 30 nov.             | 52°                                   | 10,2m                                 |
| 354 Eleonora                 | 28 dec.             | 40°                                   | 10,8m                                 |

# Documentatie N.I.V.R.

**Nu er mede dank zij het nationale ruimtevaartprogramma, een stijgende publieke belangstelling aanwezig is voor de ruimtevaart, heeft het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR) een film- en diadokumentatie samengesteld over zowel de internationale als de nationale ruimtevaart. Instituten, verenigingen en andere belangstellenden kunnen deze gratis te leen ontvangen.**

### Beschikbaar:

1. **16 mm Amerikaans gesproken geluids-film over het bemande ruimtelaboratorium Skylab (zonder Nederlandse ondertiteling, tijdsduur 20 min.)**

Deze film toont aan dat alleen dankzij de mens, die in de ruimte kan werken en reparaties uitvoeren, Skylab uiteindelijk een succes is geworden. Ondanks het moeilijke begin werd meer bereikt dan aanvankelijk gepland; Skylab's negen astronauten hebben daarvoor 172 dagen in de ruimte doorgebracht en zijn daarbij 2476 maal rond de aarde gecirkeld. Zij hebben bij aardverkenningen 46.000 foto's en 70 km tapes van de aarde gemaakt. In die periode hebben de astronauten o.a. 1950 liter water, 1500 kg zuurstof en 420 kg stikstof gebruikt.

2. **Diaserie 'Space and the Developing Nations', vervaardigd in opdracht van de UNO met Engelse tekst op een muziekassette (tijdsduur 40 min.)**

Deze UNO presentatie geeft het belang van applicatiesatellieten voor de ontwikkelingslanden aan en de mogelijkheden om met behulp van satellieten de ontwikkelingslanden te steunen. De serie toont ech-

ter ook in het algemeen de resultaten die bereikt zijn met meteorologische satellieten; de mogelijkheden van edukatieve televisie via satellieten; en verschillende soorten aardverkenning om tot betere exploitatie op het gebied van landbouw en vee-teelt te komen.

3. **16 mm Engels gesproken animatie-film over Spacelab (tijdsduur 9 min.)**

Een gefilmde impressie van het door European Space Agency (ESA) (voorheen ESRO) te bouwen space laboratorium dat in 1980 als lading van de Amerikaanse Space Shuttle zal gaan vliegen, het ruimtelaboratorium van de toekomst waarvan Fokker-VFW de luchtsluizen zal fabriceren.

Binnenkort beschikbaar:

4. *Als 2. met Nederlandse tekst op een muziekassette.*
5. *Als 3. met Nederlandse tekst*
6. *Diaserie over de ontwikkeling van de Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS)*
7. *16 mm film over de ANS.*
8. *Diaserie over de volgende Nederlandse satelliet, waarvan de studie reeds goed-*

*gekeurd is, de Infra-Rood Astronomische Satelliet (IRAS).*

Indien u één of meer delen wilt lenen, kunt u contact opnemen met: NIVR – mej. H. C. Happel (b.a. mej. M. Miltenburg) Kluy-verweg 1 – Delft 2209 – tel. 015-56 93 08.

Het is raadzaam in voorkomende gevallen het materiaal minstens 3 weken van te voren te bespreken. Verder zij erop gewezen dat het NIVR niet beschikt over film- of dia-apparaat. Terugzendkosten zijn voor eigen rekening.

Als achtergrondinformatie over het NIVR kan het volgende dienen:

Krachtens de statuten heeft de Stichting NIVR ten doel 'de bevordering van de industriële activiteiten in Nederland op het gebied van de vliegtuigbouw en ruimtevaart, alles in de ruimste zin genomen' zodat de werkzaamheden van het NIVR het gehele 'aerospace' terrein omvatten.

Naast het optreden als adviesinstantie van de regering is een zeer belangrijk onderdeel van de taak van de Stichting het overleg met de industrie over het entameren en selekteren van ontwikkelingsprojecten. Is een project vervolgens in het NIVR-programma opgenomen, dan belast het NIVR zich met het beheer en de controle op de uitvoering ervan. Naast ontwikkelingsopdrachten verstrekt het NIVR ook research-opdrachten, in het bijzonder aan het NLR (het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium). Van de projecten welke tot nu toe in het NIVR-programma zijn opgenomen moet op vliegtuiggebied genoemd worden de Fokker F27 (Friendship) en de F28 (Fellowship), de VFW 614 en de Airbus en op ruimtevaartgebied het ANS-project: de Astronomische Nederlandse Satelliet, terwijl opdrachten voor studies ten behoeve van een nieuwe wetenschappelijke satelliet zijn verstrekt.



# Deep Sky Album

## Sterrenhopen in de Stier en in Cassiopeia

Deze maand staat het sterrenbeeld de Stier in de late avond hoog aan de hemel. Naast de overbekende sterrenhoop de Pleiaden bevat dit sterrenbeeld een voor ons oog nog veel uitgestrekter objekt, de Hyaden, eveneens een open sterrenhoop. De hoop bevat circa 250 sterren en heeft een schijnbare diameter van ca.  $6,5^\circ$ . In werkelijkheid is deze kluster nog veel groter; in geheel andere hemelstreken zijn nog leden van de Hyaden te vinden. Het beste optische hulpmiddel voor waarnemingen van deze sterrenhoop is een  $7 \times 50$  binokulaire kijker met een beeldveld van  $7^\circ$ .

De Hyaden zijn een schoolvoorbeeld van een 'reizende sterrenhoop'; alle leden van de kluster bewegen namelijk in de zelfde richting door de ruimte met een snelheid van  $43,2 \text{ km/s}$ . Als men de eigenbeweging van de sterren op een kaart intekent, dan gaan ze alle door één punt; net als het radiant van een meteorenzwerm. Dit punt ligt even ten oosten van de ster Betelgeuze in het sterrenbeeld Orion. Omdat dit punt bekend is, is het niet alleen mogelijk de afstand te meten tot het centrum van de hoop, maar ook de afstand tot de individuele sterren. De dichtstbijzijnde sterren staan op een afstand van 88 lichtjaren, de verstverwijderde op 150 lichtjaren van de zon. Wij zijn dus maar één Hyadendiameter van de Hyaden verwijderd!

Deze grote groep, in dezelfde richting bewegende sterren wordt de Taurusstroom genoemd. Omdat de afstanden van de afzonderlijke sterren zo goed bekend zijn, is het mogelijk een zeer volledig Hertzsprung-Russell diagram van de Hyaden te maken; dit objekt wordt gebruikt als standaard bij de bepaling van afstanden en evolutie van andere open sterrenhopen. Wat ouderdom betreft vallen de Hyaden in de midden-groep; ze zijn ca. 1 miljard jaar oud. Sterren van het spektraaltipe F5 zijn nog op de hoofdreeks vertegenwoordigd. Bij de F-sterren neemt de sterkte van de waterstoflijnen in het spektrum af; de geïoniseerde calciumlijn wordt krachtiger en er verschijnen ook metaallijnen. In het Hertzsprung-Russell diagram van de Hyaden zijn ook een aantal oranje-rode reuzen te vinden.

### De Hyaden in kleur

Nevenstaande foto's zijn opnamen met de F/5 300-mm astrokamera. De zwartwit fo-

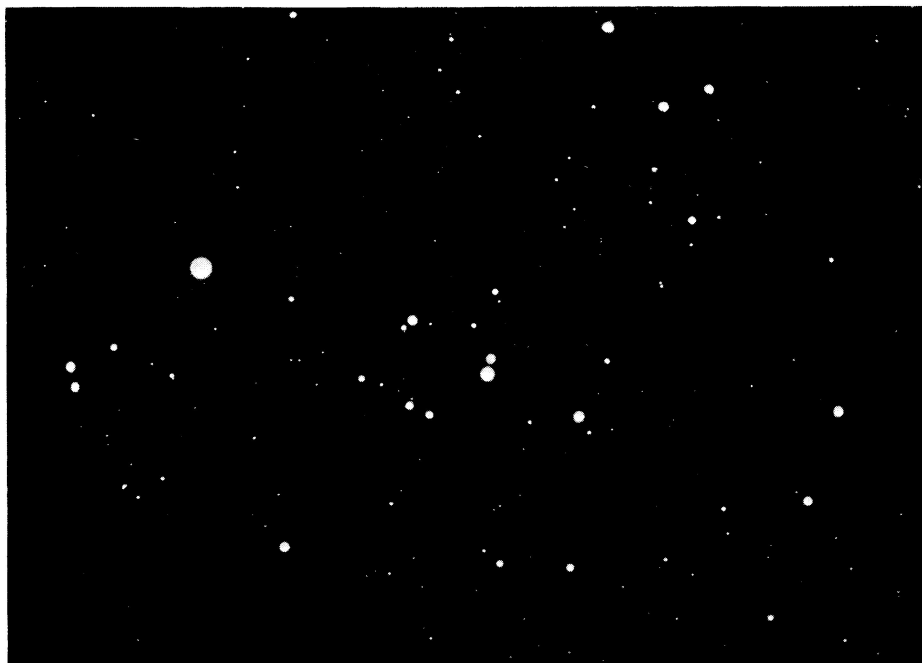
to (fig. 1) is een afdruk van een 20 minuten opname op Tri-X, ontwikkeld in Diafine en de kleurenfoto (fig. 2) een afdruk van een 10 minuten opname op High Speed Ektachrome diapositiefilm, geforceerd ontwikkeld tot 27 Din. De schaalgrootte van de foto's is in dit geval  $1^\circ$  is circa 45 mm. Op de kleurenfoto is het kleurverschil tussen de verschillende sterren goed te zien. De heldere oranje-rode ster aan de linkerkant, de oostkant, is Aldebaran (magn 1,1); deze ster behoort niet tot de Hyadengroep. Een geel-oranje ster is nr. 75, vlak boven  $\theta 1$ . Tussen  $\theta 1$  en  $\theta 2$  is ook kleurverschil op te merken  $\theta 2$  is veel blauwer dan  $\theta 1$ . Verder zijn er nog talrijke betrekkelijk heldere rode sterren te zien die geen nummer hebben. Dit komt waarschijnlijk doordat een ster die fotografisch tamelijk helder is in rood licht, visueel moeilijk of helemaal niet waarneembaar is doordat het menselijk oog minder gevoelig is voor rood licht.

In het algemeen stellen kleuropnamen van Deep Sky objekten teleur, tenminste wanneer men ze gaat vergelijken met zwartwit opnamen die meestal op speciale astrono-

mische emulsies zijn gemaakt. Dit komt door het geringere contrast, inherent aan het gebruik van kleurenfilm, en ook door de geringe gevoeligheid van kleurenfilm bij langere belichtingstijden. Deze geringe gevoeligheid wordt veroorzaakt door het Schwarzschild effect, dat bij kleurenfilm veel sterker optreedt dan bij zwartwitfilm, terwijl dit effect bovendien nog voor elke kleur verschillend is, waardoor de kleurbalans nog eens wordt verstoord. Deze kleurverschuiving bij lange belichtingstijden kan worden gecorrigeerd met een CC 20 korrektiefilter. Bij belichtingstijden langer dan 15 minuten krijgen High Speed Ektachrome (23 Din) en Kodachrome-X (18 Din) dezelfde geringe gevoeligheid, n.l. 12 Din. Het is wel te begrijpen dat langer belichten weinig zinvol is. De beste resultaten verkrijgt men met de gekoelde-emulsietechniek van Evered Kreimer. Hierbij wordt in een speciale kamera de film op de temperatuur van verdampende vloeibare koolzuur gehouden ( $-78^\circ\text{C}$ ). Bij deze lage temperatuur blijft de kleurbalans van de film uitstekend gehandhaafd en wordt een ge-

Fig. 1. Opname van de Hyaden op 23 februari 1974 met de astrocamera op Tri-X-film bij een belichtingstijd van 20 minuten.

De heldere ster links is Aldebaran; deze behoort niet tot de Hyaden, maar staat half zo ver weg.





voeligheidsvermeerdering van ongeveer  $4 \times$  bereikt. Helaas is deze techniek door zijn gekompliceerdheid alleen geschikt voor de gevorderde amateur, en ook deze zal er meestal vanaf zien.

De kleurweergave van mijn 10-minuten opname op High Speed Ektachrome is nog vrij redelijk en zolang men zich beperkt tot lichtsterke objecten, zoals de Orionnevel en heldere sterrenhopen, zijn er met eenvoudige middelen nog best wel aardige kleurenfoto's te maken van objecten buiten ons zonnestelsel.

Op de jaarlijkse Stellafane meeting te Springfield, Vermont (USA), raadde George East Fujichrome R-100 aan voor Deep Sky fotografie op kleurenfilm. Deze film heeft

een zeer goede roodgevoeligheid, waardoor hij snel waterstof emissieniveaus kan registreren; foto's van kleurentestkaarten toonden aan dat deze emulsie na een belichtingstijd van 1000 seconden (17 minuten) slechts de helft van zijn normale gevoeligheid verloor. Dit is bijna ongelooflijk; dit betekent dat deze 21 Din film na ruim een kwartier belichten nog een gevoeligheid van 18 Din heeft. Voor Kodak High Speed Ektachrome (23 Din) geldt na een kwartier belichten nog slechts een gevoeligheid van 12 Din of nog minder. Met de Fujichrome R 100 film zou dus een 100% beter resultaat geboekt kunnen worden. De Orionnevel lijkt mij een geschikt object om deze film eens op uit te proberen.

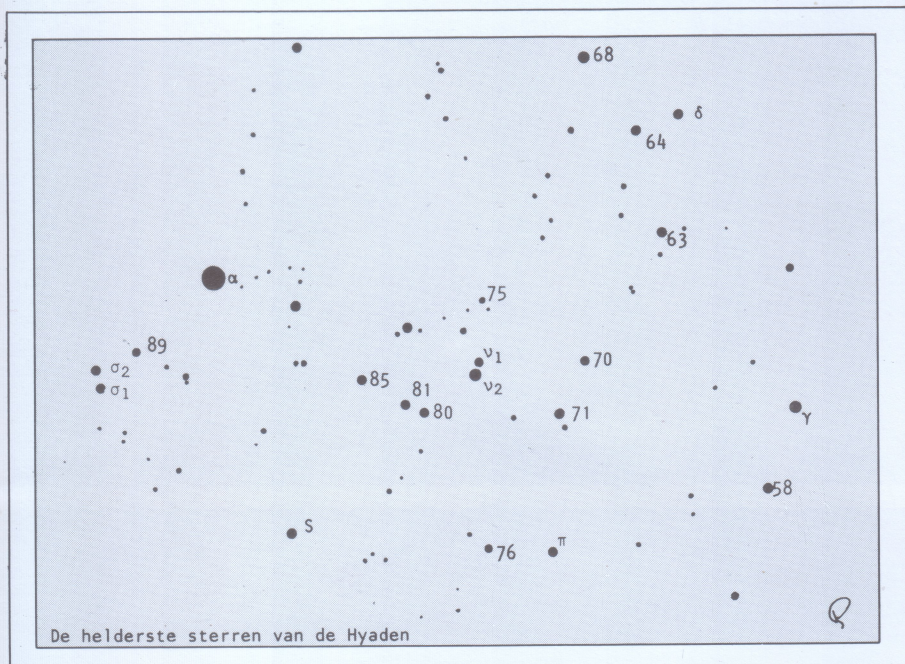


Fig. 2. Deze opname vertoont precies hetzelfde gebied als dat van fig. 1. Hij werd gemaakt op 21 januari 1974 op High Speed Ektachrome diapositiefilm, geforceerd ont-

wikkeld tot 27 Din. De belichtingstijd bedroeg 10 minuten. Let op de grote kleurverschillen tussen de sterren.



## Cassiopeia rijk aan sterrenhopen

Ook het wintersterrenbeeld Cassiopeia is rijk aan open sterrenhopen. In het sterrenrijke gebied rond  $\delta$  Cassiopeia (magn. 2,8) vinden we er verschillende, die samen een groep vormen op een afstand van 2500 pc. Enkele leden van die groep zijn: M 103, NGC 663, Tri-1 en NGC 457.

NGC 457 is even helder als M 103, maar bestaat uit meer sterren en is uitgebreider. Nochtans werd dit object niet opgemerkt door de kometenjagers Messier en Méchain. P. Pesch (The Astrophysical Journal, 130-764-768, 1959) maakte uit het kleurhelderheidsdiagram een gelijkenis op met de dubbele sterrenhoop  $h$  en  $\chi$  in Perseus. Aan de zuid-ostrand van de hoop, staat een heldere ster,  $\phi$  Cassiopeia (magn. 5,2). Deze ster behoort niet tot de kluster, maar is een voorgrondobject.

De omgevingsfoto van NGC 457 (fig. 3) is een telessopname op Tri-X, belichtingstijd 30 minuten, diafragma F/5. De schaalgrootte van de afdruk is de standaard  $1'$  is 0,5 mm. Onder de noordrand van de foto is nog net de gloed te zien van de heldere ster  $\delta$  Cassiopeia; de ster zelf valt buiten het beeld.

Op bijna  $1^\circ$  ten noordwesten van NGC 457 zien we de kleine open sterrenhoop NGC 436. De oppervlaktehelderheid van dit object is magn. 9,5; de NGC-beschrijving luidt: 'Small cluster, pretty compressed, irregular figure.' Op 40 mm uit de noord-oosthoek staat  $\chi$  Cassiopeia; deze heldere ster op  $1,5^\circ$  ten westen van NGC 457 ligt aan de ostrand van een donkere stofwolk. De wolk manifesteert zich op de foto door de ongelijke sterddistributie rond deze ster; in het gebiedje direct ten noordoosten van deze ster zijn ineens veel minder sterren te zien.

De overzichtsfoto werd tegelijkertijd met de detailfoto (fig. 4) gemaakt op 1 oktober 1975, van  $22^h13^m$  tot  $22^h43^m$  MET. De detailfoto met de standaard schaalgrootte  $1'$  2,5 mm is met de Newton gemaakt op Kodak 103 a-E film, ontwikkeld in D-19; er werd geen filter gebruikt. De genoemde  $12'$  schijnbare diameter is op de foto 30 mm. De talrijke voor- en achtergrondsterren van dit melkweggedeelte zijn er de oorzaak van dat niet duidelijk is te zien waar de hoop ophoudt. Reeds in de  $6 \times 30$  teleskoopzoeker is NGC 457 te zien als een sterretje met een neveltje er aan geplakt; in de  $20 \times 50$  zoeker lost het neveltje al voor het grootste deel op in afzonderlijke sterren en in het heldere instelgas van de spiegelreflexcamera welke gekoppeld aan de 20-cm Newton is vrijwel het zelfde beeld te zien als wat de detailfoto laat zien, de zwakste sterretjes buiten beschouwing gelaten.

Mijn Exaktakamera's hebben verwisselbare instelglazen. Voor het scherpstellen gebruik ik een fijn matglas; het scherpstellen op de 'spikes' van een heldere ster is eenvoudig. Na het scherpstellen verwissel ik het matglas voor een geheel helder instelglas met draadkruis; dit instelglas wordt als okulair gebruikt. Dit gaat prima, hoewel ik voor het opzoeken van lichtzwakke objecten de kamera van de teleskoop moet schroeven om te kunnen waarnemen met een 32-mm





*Fig. 3. Omgevingsfoto van NGC 457, gemaakt met de astrocamera op Tri-X bij een belichtingstijd van 30 minuten.*

okulair. In het laatste geval kan pas scherp-gesteld worden nadat het object in het kameraveld gecentreerd staat en de volgster in het draadkruis van het volgekijkerokulair. Dit bezwaar heb ik bij mijn nieuwe 32 cm-F/5,6 Newtonteleskoop ondervangen door de vangspiegel d.m.v. een ingebouwd precisiemechanisme met één handbeweging 90° om te klappen van de vlakfilmastrocamera naar een okulair voor visuele waarneming. Op deze manier fungeert de kijker tevens als een zoekker met een objectiefdiameter van 320 mm!

De montering met elektronische besturing op beide assen staat reeds opgesteld in de nieuwe sterrenwacht. De kijker zelf is op de optiek na klaar; in januari 1975 hoop ik de nieuwe sterrenwacht operationeel te hebben.

#### NGC 457

Positie:  $1^h17^m,5 +58^\circ12'$  (1975)

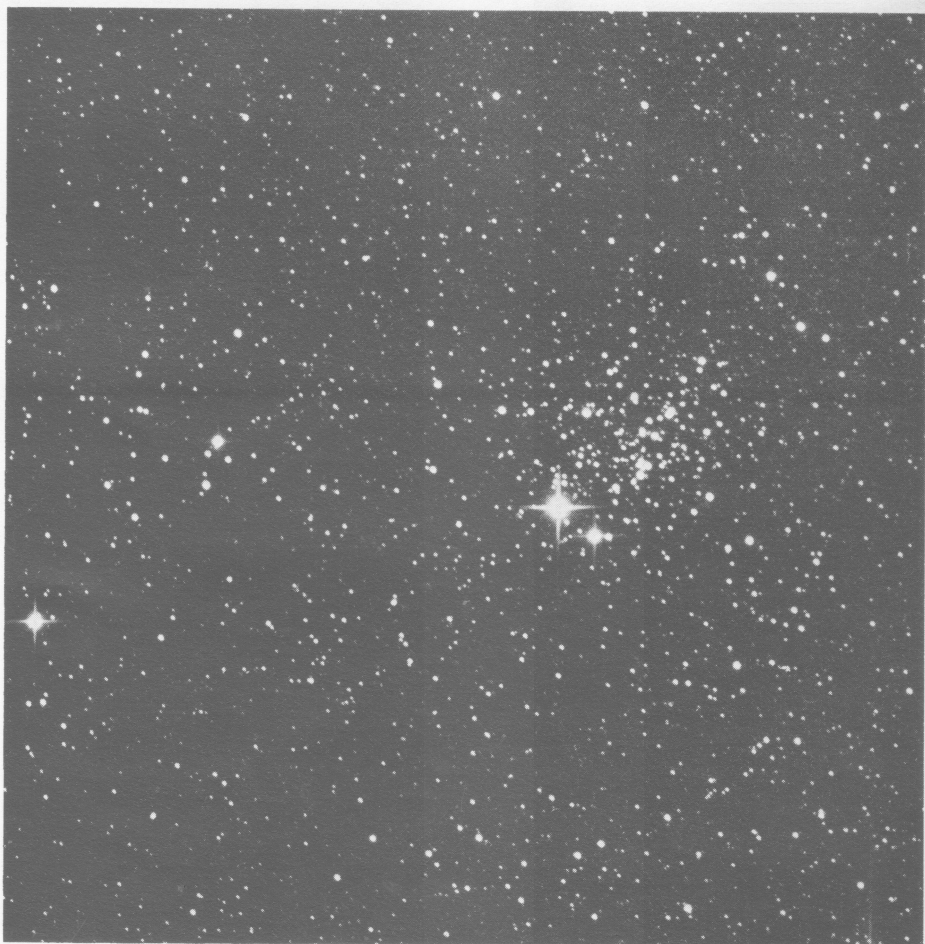
Oppervlaktehelderheid: magn. 8

Schijnbare diameter: 12'

Aantal sterren: circa 100

Type: e (gemakkelijk te onderscheiden van de achtergrondsterren)

NGC beschrijving (naar Dreyer): Bright, large cluster, pretty rich, stars from m 7,8 and 10.



*Fig. 4. Detailfoto van NGC 457 met de Newtonkijker op Kodak 103a-E film. De belichtingstijd bedroeg 30 minuten.*



# Maanfotografie met azimuthale 60-mm refractor

Onderstaand wil ik aantonen dat maanfotografie, ook met een kleine azimuthale kijker, goede resultaten kan opleveren. Men dient hierbij m.i. niet lukraak foto's te gaan maken, maar als uitgangspunt de *berekende* belichtingstijd te nemen. In de praktijk belicht men dan in de buurt van de gevonden waarde (zowel korter als langer), en kiest dan de beste opname uit voor de afdruk. In verband hiermee laat ik enkele gegevens volgen die nodig zijn om de belichtingstijd te berekenen.

## 1. Fotografie in het brandpunt (teleskoop-objektief-film).

Bij deze methode bevindt zich geen okulaire in de kijker en geen objektief in de kamera. De effectieve brandpuntsafstand is gelijk aan de brandpuntsafstand ( $f$ ) van de kijker.

De openingsverhouding is gelijk aan  $N = \frac{f}{D}$ , waarbij  $D$  de diameter van de lens is. Bij fotograferen in het brandpunt kan men korte belichtingstijden aanhouden, daar het licht in het brandvlak geconcentreerd wordt.

Dit is anders bij

## 2. okulairprojectie (teleskoopobjektief-okulaire-film).

Hier wordt het beeld uitgesmeerd over een groter oppervlak, waardoor de belichting langer moet worden. Het beeld wordt hier door het okulaire op de film geprojecteerd, waarbij geldt:

$$F_{\text{eff}} = \frac{A \cdot F_{\text{ok}}}{F_{\text{ok}}} \times F_{\text{ob}} \quad \text{en:} \quad N_{\text{eff}} = \frac{F_{\text{eff}}}{D}$$

$A$  is de afstand tussen okulaire en beeldvlak (film),  $F_{\text{ok}}$  is de brandpuntsafstand van het okulaire en  $F_{\text{ob}}$  die van het objektief. Voor het kunnen vastleggen van een beeld moet gelden:  $A$  is groter dan  $F_{\text{ok}}$ . Als nl.  $A = F_{\text{ok}}$  dan is  $F_{\text{eff}} = 0$  (geen beeld), en als  $F_{\text{eff}}$  kleiner is dan 0, ontstaat er een virtueel beeld (niet te projecteren).

Bij het maken van maanfotografie is geen geelfilter vereist, het is echter wel raadzaam, ter voorkoming van de restaberratie (onscherpte!). Vooral bij opnamen in het brandpunt is dit heel goed mogelijk, daar de belichtingstijden dan vaak kort zijn. Uitgaande van een belichtingstijd voor het gehele maanbeeld bij  $F/15$  van 1/30 seconde op een 17 DIN film kan men voor elke combinatie van  $N_{\text{eff}}$  en filmgevoeligheid de belichtingstijd berekenen. Voor elke 3 DIN meer moet de belichtingstijd gehalveerd worden. Een verdubbeling van de  $N_{\text{eff}}$  geeft een verviervoudiging van de belichtingstijd. Voor de verschillende fasen van de maan volgt hier een tabel met de belichtingstijdverhoudingen:

2 dagen oude maan: 100

4 dagen oude maan: 50

6 dagen oude maan: 40

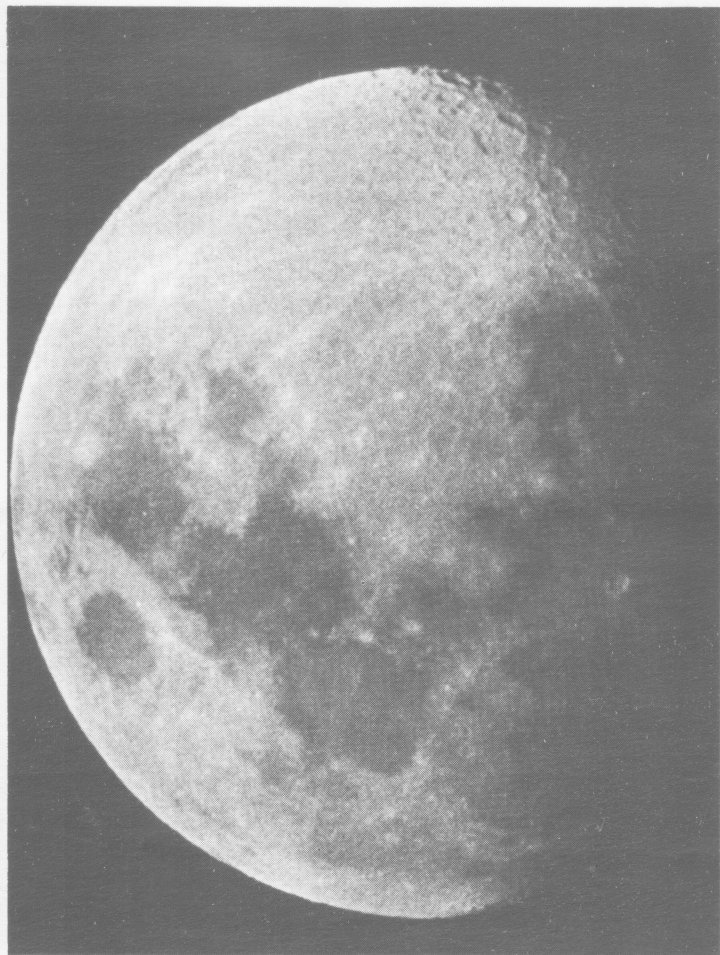
Eerste Kwartier: 25

10 dagen oude maan: 12

Volle maan: 5

(N.B. De hierboven gegeven combinatie van  $F/15$ , 1/30 sek en 17 DIN geldt voor Volle Maan).

Nevenstaande opname werd gemaakt op 17 augustus 1975 om 21<sup>h</sup>15<sup>m</sup> met een belichtingstijd van 1/125 seconde, via fotografie in het brandpunt, bij  $F/15$ . Er werd scherpgesteld in de zoeker van de spiegelreflexkamera, die met behulp van een adapter aan de kijker was bevestigd. De gebruikte film was Tri-X, ontwikkeld in Acufine (onverdund) bij 20°C gedurende 5 1/4 min. Er werd belicht als ware de gevoeligheid van de film 33 DIN (dit is de gevoeligheid die de combinatie Tri-X/Acufine levert indien belicht was voor 27 din) zodat de resulterende gevoeligheid 27 DIN bedroeg. De afdruk is een lineaire vergroting van 16 x (t.o.v. het negatief beeld).





# Sterrenkunde op postzegels

## Sterren en nevels

Onder de toch nog talrijke zegels die met dit motief zijn uitgegeven, zijn er slechts weinige waarvan dat met een specifiek astronomische bedoeling is gebeurd. Niettemin zijn vele ervan toch de moeite waard in een astronomische verzameling te worden opgenomen. We zouden hier drie groepen kunnen onderscheiden, te weten:

a. zegels, waarop slechts hier of daar een sterretje staat om aan te geven dat het avond is, of waar één of meerdere sterren als symbool dienen voor het land, en dan ook nog de vele kerstzegels. Deze zegels heb ik niet in mijn verzameling opgenomen en worden daarom niet verder besproken.

b. zegels door een land uitgegeven met een bepaald, niet astronomisch hoofdmotief, maar met ook een sterrenbeeld erop, meestal om de geografische ligging van het land te benadrukken. Hiervan is een aantal zegels weergegeven, met daarbij wat grensgevallen die de een nog wel, de ander niet meer als verantwoord ziet. Hier ligt de keuze in het persoonlijke vlak.

c. zegels die met een uitgesproken astronomische bedoeling zijn uitgegeven. Deze zegels zijn, voor zover bekend, alle weergegeven. Onder deze categorie heb ik ook de zegels gerekend met de tekens van de dierenriem, indien de sterrenbeelden als zodanig duidelijk herkenbaar zijn.

### Sterrenbeelden in goede en verkeerde stand

De zegels van Opper-Volta (Fig. 1) en van Pakistan hebben als hoofdmotief het zilveren jubileum van de wereldjamboree, maar tegelijk brengen zij door hun afbeelding de belangstelling van de verkenner voor de sterrenhemel tot uitdrukking. Iets dergelijks is het geval op de Braziliaanse pro juventute zegel uit 1939, waar het meisje duidelijk naar het Zuiderkruis kijkt. Echt ter verduidelijking van de geografische ligging ziet u ze op zegels van Somalië, Argentinië, Australië en Japan (fig. 3). Dat het sterrenbeeld op het zegel van Argentinië omgekeerd staat, komt omdat het hier is weergegeven zoals het onder de zuidelijke hemelpool staat in een gebied waar het circumpolair is.

De Grote Beer vindt u onder andere op zegels van Canada (fig. 1) en Alaska. Vergelijkt u de vorm van de steelpan op het zegel van Alaska eens met de zeer nauwkeurige afbeeldingen op de zegels van Japan (fig. 3) en Cyrenaica (fig. 2). Op de afbeelding op het zegel van Alaska na zijn alle weergegeven 'steelpannen' en 'Zuiderkruisen' de meest nauwkeurige weergaven uit het zeer grote aantal dat er is.

Ook de Verenigde Naties hebben (in 1963) een zegel met astronomisch motief uitgegeven, met onder andere een melkwegstelsel erop. Over de streep die erop voorkomt lopen de meningen in de diverse

catalogi uiteen van een raketspoor tot de weg van de mensheid in het heelal (19). Wist u overigens dat de sterren die de bordjes 'Europese gemeente', en alles wat met verenigd Europa te maken heeft, opsieren, zijn afgeleid van de twaalf tekens van de dierenriem? Vandaar dat ik één zo'n zegel, de Nederlandse, in mijn verzameling heb gedaan. Meerdere landen hebben in 1974, ter gelegenheid van het 25-jarig bestaan van de Raad van Europa, een zegel met dit symbool uitgegeven (fig. 1). Omdat we echter met sterrenkunde bezig zijn, zullen we hier niet verder op ingaan, maar doorgaan naar categorie c: de sterrenbeelden als echt astronomisch motief.

In 1972 gaf de Zuidafrikaanse staat Botswana een serie van vier zegels uit met als titel: de avondhemel van Botswana. In deze serie (fig. 2) zien we nauwkeurig als op een sterrenkaart de sterrenbeelden Orion, Schorpioen, Centaurus en Zuiderkruis (Crux). Jammer dat de ontwerper de sterrenbeelden niet heeft getekend, zoals ze vanuit het land zelf te zien zijn. Orion bijvoorbeeld zal vanuit Botswana gezien ondersteboven staan, omdat het land op het zuidelijk halfrond ligt.

De Schorpioen bevat behalve de heldere rode ster Antares (= tegenhanger van Mars) ook veel Messier-objecten zoals M4, M6, M7 en M80, evenals de viervoudige ster 'het Trapezium'. In Centaurus vinden we vlak bij  $\alpha$  Centauri een sterretje van de negende grootte, Proxima, die het

1



2







3

dichtst bij de zon staat, en de radiobron Centaurus A. In Crux (officieel Crux Australis) vinden we de bekende Kolenzaknevel. Crux is een klein, maar zeer opvallend sterrenbeeld, en voor de bewoners van de zuidelijke landen van dezelfde betekenis als voor ons de Grote Beer.

Ook via de Gilbert en Ellice eilanden, gelegen in de Grote Oceaan halverwege Australië en Hawaï, krijgen we op een zegel uit 1973 een mooie blik op de sterrenhemel. Onder de naam 'Land of the moon' zien we onze satelliet en het sterrenbeeld Orion. De verhoudingen zijn ook hier weer goed, maar de stand is opnieuw fout. Het eiland waar het om gaat, Abemama, ligt praktisch op de evenaar, en het zal duidelijk zijn, dat Orion hier nooit zo boven de horizon zal staan (fig. 2).

Niet 100% astronomisch juist, maar toch wel minutieus zijn de Grote en de Kleine Beer weergegeven op een tweetal zegels van Cyrenaica (1933), een vroegere Italiaanse kolonie, nu een deel van Libië. Een van de zegels is hier weergegeven. Duidelijk wordt hier verband gelegd tussen navigatie en kennis van de sterrenhemel.

Een echt astronomische zegel is de Deense zegel, in 1973 uitgegeven ter herdenking

van het feit, dat vierhonderd jaar daarvoor het werk van Tycho Brahé gepubliceerd werd (fig. 2). Behalve het sterrenbeeld ziet u ook nog een kwadrant en 'Tycho's nova' van 1572. Een serie met de sterrenbeelden van de dierenriem ziet u op een uitgave van San Marino uit 1969. De sterren zijn behoorlijk nauwkeurig in de figuren ingetekend en van de helderste zijn ook de namen vermeld (fig. 3).

In fig. 3 vinden we vier Zwitserse zegels met afbeeldingen van de Pleiaden. De astronomische bedoeling wordt duidelijk geïllustreerd door op de 10-centime-zegel de sterrenhoop te laten zien, gefotografeerd met een Newton-telescoop. U ziet duidelijk de zogenaamde diffraction spikes: streepjes veroorzaakt door de vangspiegelhouder.

#### Weinig nevels afgebeeld

Nevels zijn maar heel weinig op postzegels afgebeeld. U zag reeds de Ringnevel in de Lier, in de vorige aflevering, samen met de Hale-telescoop op een zegel van Ascension. Er is nog een serie waarop vier voorkomen. U ziet ze samen met een opname van een zonsverduistering en het Hertzsprung-Russell diagram in fig. 4. Deze serie, die werd uitgegeven door Mexico in 1942, is werkelijk een van de allermooiste die de astronomie-verzamelaar zich kan wensen.

Op de 2-cent zegel zien we de bekende Paardekopnevel in het sterrenbeeld Orion, die van 5 cent toont een totale zonsverduistering, terwijl de 10-cent zegel ons een van de meest bekende sterrenstelsels laat zien: M 51 in de Jachthonden.

De luchtpostzegels tonen ons achtereenvolgens de spiraalnevel M 104 of Sombroeronevel in het sterrenbeeld de Maagd, de overbekende Ringnevel in de Lier, en het niet onder nevels vallend, maar daarom niet minder interessante Hertzsprung-Russell diagram. Ook de reden van uitgifte was van astronomische aard en wel de ingebruikname dat jaar van het Tonanzintla astrofysisch laboratorium.

De Tonanzintla sterrenwacht ligt op ongeveer 20° noorderbreedte, wat zeer gunstig is voor het waarnemen van de zuidelijke melkweg; vooral in de tijd dat er op het zuidelijk halfrond nog maar zeer weinig grote observatoria waren. Een 68,5-centimeter Schmidt telescoop is een van de belangrijkste instrumenten.

4



## Oproep voor kandidaten voor dr. J. van der Bilt-prijs 1975

De commissie voor de toekenning van de Dr. J. van der Bilt-prijs is voor 1976 als volgt samengesteld: Dr. T. de Groot, Drs. H. J. Krijnen, B. van Sprang, Drs. B. Zwart en Drs. C. J. van der Ham (secretaris). Het adres van de secretaris is Prins Hendriklaan 71, Bilthoven. De prijs kan worden toegekend aan een lid van de Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrekunde, dat als amateur: a. een verdienstelijk weer- of sterrekundig onderzoek heeft verricht, of b. een wetenschappelijk bruikbare reeks van waarnemingen heeft ge-

daan, of c. in bijzondere mate heeft bijgedragen tot het tijdschrift, of d. bijzonder verdienstelijk werk heeft gedaan ten aanzien van de doelstellingen der N.V.W.S. Voorstellen voor de toekenning van de Van der Bilt-prijs kunnen tot 1 februari 1976 worden ingediend bij de secretaris van de commissie.

#### Te koop gevraagd:

Jaargangen van 'Hemel en Dampkring' en 'Sky and Telescope' door:

J. A. M. Lankreijer, Koningshof 117, Amsterdam.

#### Te koop aangeboden:

Gloednieuw en ongebruikt!  
25 cm parab. spiegel, veralum. F 5,6 met ell. vangspiegel.  
Beiden van de Amerikaanse firma Coulter.  
Prijs: f 500,—  
C. van Gastel, Kroevenlaan 16, Roosendaal.  
Tel. 01650-42291.



# Resultaten juli/augustusaktie 1975

Onderstaand volgen enkele resultaten van de juli/augustusaktie van de Werkgroep Meteoren. Het betreft hier de resultaten van vier waarnemers die meteoren hebben waargenomen van de volgende zwermen: Bêta Cetiden, Capricorniden, Aquariden, Perseïden en Alfa en Kappa Cygniden. Van één bolide werd het spectrum vastgelegd, waarin 20 lijnen zijn te onderscheiden.

Ondergetekende ontving waarnemingen van de volgende waarnemers: T. Joosten (Heerlen; visueel), C. Habets (Heerlen; fotografisch), J. Hermans (Schaesberg; fotografisch), alsmede de visuele en fotografische waarnemingen van ondergetekende. Gedurende de gehele aktie werd door deze waarnemers in zeer nauw contact samengewerkt, hetgeen leidde tot een groot aantal simultane visuele waarnemingen, alsmede een simultaanopname van een heldere Kappa Cygnide op 3 augustus (!). Beide negatieven zijn van uitstekende kwaliteit en geschikt voor bewerking. Alle visuele waarnemingen zijn inmiddels bewerkt; de negatieven worden op de Leidse sterrenwacht uitgemeten, waarna publikatie van de resultaten in dit blad tegemoet kan worden gezien.

De resultaten per waarnemer zijn samengevat in tabel 1

De totale score valt dus tegen, maar men moet wel bedenken dat juist de hoogtijperiode (de nachten tussen 9 en 13 augustus) door bewolking verloren is gegaan. Alleen in de ochtend van 13 augustus kon onder zeer nevelige weersomstandigheden door een aantal waarnemers nog iets worden gedaan. Ook de nachten vóór 9 augustus muntten niet bepaald uit door ideale omstandigheden: door de aanhoudende noordoosten wind werd zeer heilige lucht aangevoerd. In Zuid-Limburg (waar alle door mij bewerkte waarnemingen werden

verricht) was dit des te erger, daar de lucht over een groot industriegebied werd aangevoerd.

Van de volgende zwermen zijn leden waargenomen: Bêta Cetiden, Capricorniden, Aquariden, Perseïden en nog enkele van de Alfa en Kappa Cygniden. Verder werden er gedurende de eerste week van augustus meteoren gesignaleerd, komende vanuit een punt in de Draak. Zeer opvallend was,

dat de Aquariden het dit jaar hebben laten afweten. Slechts enkele leden werden waargenomen, maar de beroemde helderblauwe, traag bewegende vuurbollen zijn niet verschenen.

Ook de Perseïdenzwerm viel gedurende de eerste week van de maand flink tegen; niet zozeer kwantitatief als wel kwalitatief. Meteoren van mag. 0 en helderder werden haast niet gezien. Wel verscheen een bolide in de avond van 7 augustus omstreeks half elf. C. Habets vond hem tot zijn grote verbazing op een omstreeks die tijd belicht negatief (zie foto 1). De meteor is dus niet visueel waargenomen. De helderheid zal naar schatting -7 hebben bedragen. Helaas gingen de drie geautomatiseerde spektrografen te Elsloo pas om 00<sup>h</sup> open (die nacht onbemand). Was dit enkele uren eerder gebeurd, dan had dit een magnifiek meteorspektrum opgeleverd. Alleen de visuele waarnemingen

Tabel 1

| Waarnemer: | Aant. nachten: | Tot. Wn.duur | Aant. meteoren: | Gefotografeerd: |
|------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------|
| T. Joosten | 2              | 176 min      | 45              | —               |
| H. Betlem  | 8              | 824 min      | 145             | 3 + spektrum    |
| C. Habets  | 2              | —            | —               | 1 (vuurbol)     |
| J. Hermans | 3              | —            | —               | 3               |

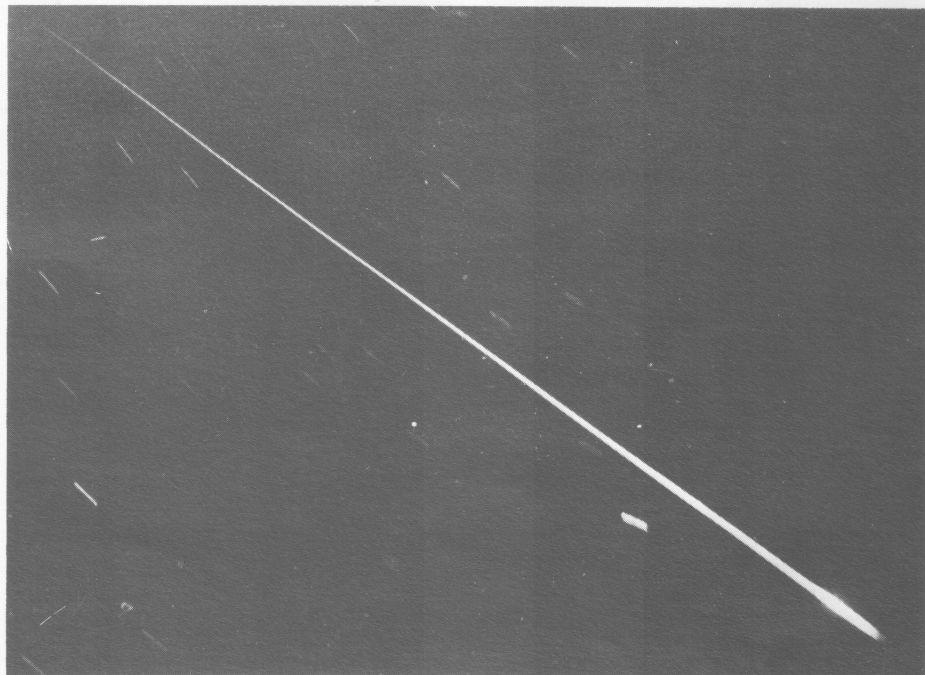
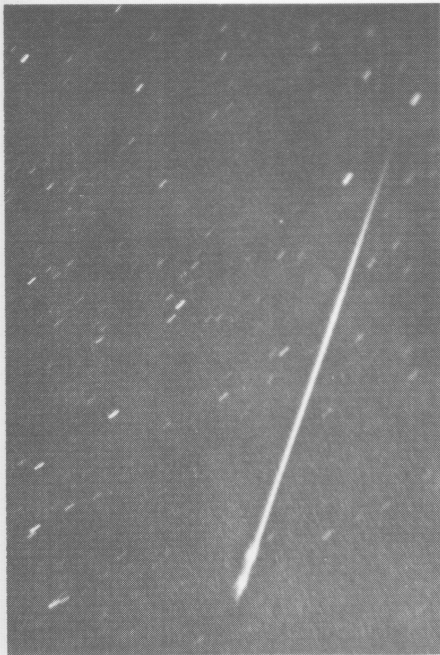
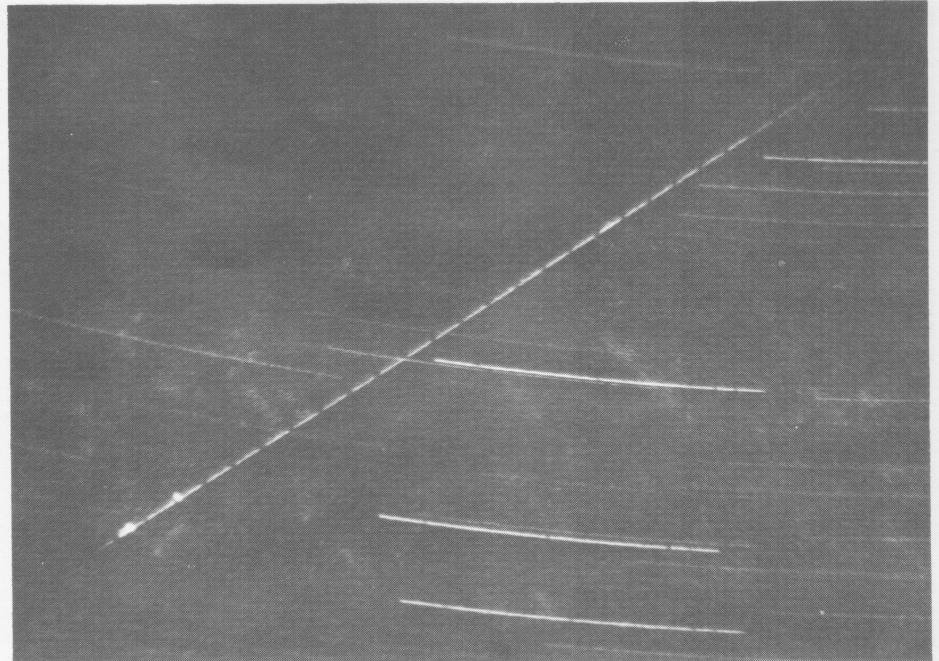


Fig. 1. Fraaie vuurbolopname van C. Habets met een 6 x 6 cm camera F/4,5 75-mm. De zeer heldere Perseïde verscheen op 7-8-1975 omstreeks 22<sup>h</sup>30<sup>m</sup> MET.





3a



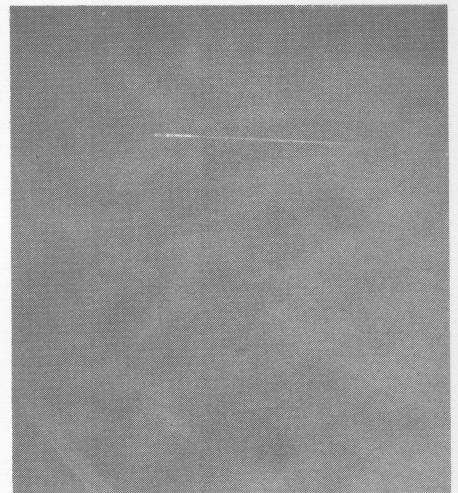
3b

Fig. 3. Simultaanopname van een heldere Kappa Cygnide op 3-8-1975 om 1<sup>h</sup>5<sup>m</sup>52<sup>s</sup> MET. De helderheid van de traag bewegende meteor werd op mag. -2 geschat. Beide waarnemers namen fragmentatie waar, hetgeen op de foto's ook fraai te zien is.

a. De meteor gefotografeerd door J. Hermans te Schaesberg met een F/2,8 28-mm objektief. Eén minuut belicht op Kodak-Tri-X.

b. Opname vanuit Elsloo met een F/4,5 75-mm camera bij een sektortoeental van 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub> omw/sec. Let op de veranderde hemel-achtergrond bij de verschillende opnamen.

c. Vanuit Elsloo werd deze meteor ook gefotografeerd met een prismaspektrograaf F/4,5 105-mm met 45° prisma. Helaas bewoog de meteor in de kleurrichting van het prisma, zodat het spectrum alsmede de sektoronderbrekingen bij deze opname zijn dichtgelopen.



3c



Fig. 2: Een heldere perseïde. Opname van J. Hermans met een f/2,8-28 mm objektief op HS Ektachrome. 12 Augustus 1975, 23<sup>h</sup>43<sup>m</sup>36<sup>s</sup> MET. Deze vuurbol had een nalichtend spoor van 12 seconden.

van de Perseïden waren geschikt voor een betrouwbare ZHR-bepaling, omdat de nauwkeurigheid hiervan sterk afhangt van het aantal waargenomen meteorieten. In de vroege ochtend van 13 augustus werd een ZHR van ruim 50 bereikt. Van de nacht van 11/12 augustus hebben we helaas geen resultaten, maar waarschijnlijk heeft de ZHR toen boven de 50 gelegen, zodat 1975 een goed Perseïdenjaar genoemd mag worden.

Enkele opvallende verschijningen werden ook nog vermeld in de nachten na 13 augustus. Na het voorbijtrekken van enkele koufronten was de hemel eindelijk goed opgeklaard, en bezaaid met sterren. Helaas hebben de waarnemers hier nog maar enkele nachten van kunnen profiteren i.v.m. de wassende maan. Zo kon B. Apeldoorn te Hoeven waarnemen in de nacht van 13/14 augustus. Hij fotografeerde een Perseïde van mag. -5 met een kleinbeeldcamera f/1,5 50-mm. Ook in de nacht van 15/16 augustus verscheen er een bijzonder heldere meteor. Ondergetekende kon, gebruikmakend van een zeer smalle rug van



Fig. 4. De bolide op 16 augustus  $0^h42^m01^s$  MET vanuit Elsloo gefotografeerd met een F/4,5 75-mm camera. Door het langdurige nalichtend spoor is de emulsie tussen de lichtmoten in duidelijk gezwart.

Deze meteor is zeer waarschijnlijk geen Perseïde, maar komt uit de Cepheïden-radiant.

Ook de op 16 augustus 1974 gefotografeerde bolide (zie Zenit 1, 1975) komt waarschijnlijk uit deze radiant.

Vergelijk de beide opnamen: de meteoren zijn vrijwel precies hetzelfde. De lichtkrommen zijn karakteristiek voor de Cepheïden.

hoge luchtdruk tussen twee fronten (waar- door het slechts  $1\frac{1}{2}$  uur helder was) nog even waarnemen in de nacht van 15/16 augustus.

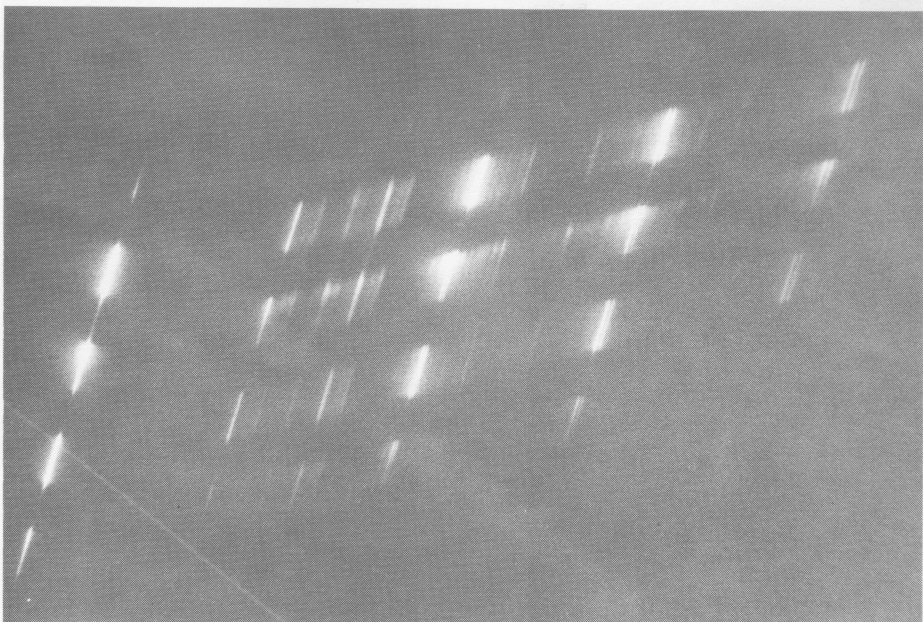
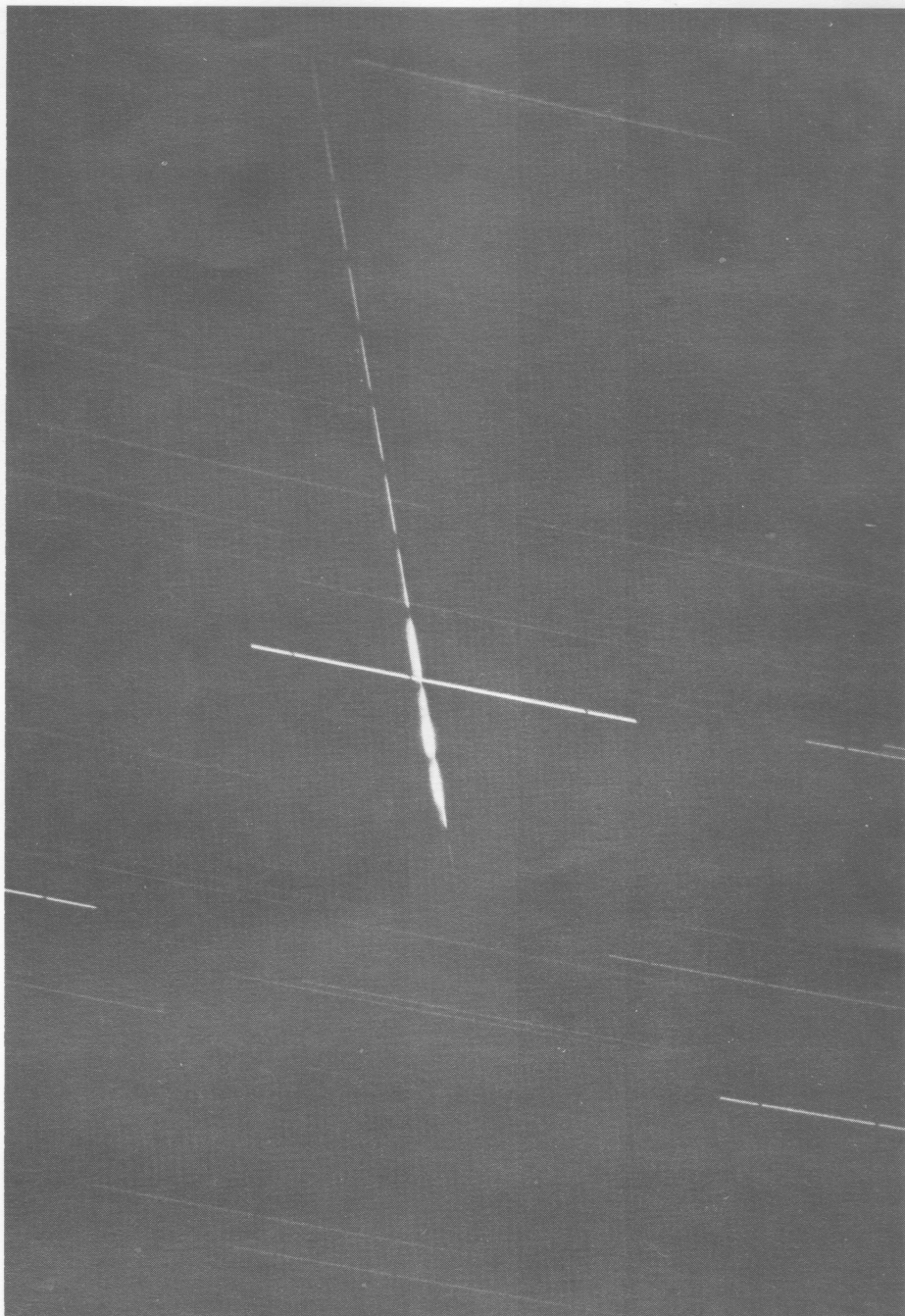
Dit uurtje was echter wel de moeite waard: om  $0^h42^m01^s$  MET verscheen er een Perseïde (?) die nabij  $\epsilon$  Pegasi een flits van mag. -6 teweeg bracht. Deze meteor is gefotografeerd met een Lubitelcamera f/4,5 75-mm (zie foto 4).

Veel belangrijker is echter, dat op het betreffende hemelgebied een geautomatiseerde F-24 Williamson luchtkarterings-camera gericht stond, met een f/2,9 209-mm objectief, voorzien van een tralie met 50 lijnen per mm en een  $90^\circ$  sektor (voor de opstelling: zie Zenit 5, 1975).

Er is een magnifiek meteorspektrum gefotografeerd. Enkele heldere lijnen zijn zelfs in het derde orde spektrum nog zichtbaar! (zie foto 5). Geheel rechts is de direkte meteoraafbeelding zichtbaar: Het nulde-orde spektrum. Tussen de lichtmoten in (veroorzaakt door de  $90^\circ$  sektor) is de emulsie nog duidelijk belicht door het prachtige nalichtend spoor, dat bijna 20 seconden duurde. De direkte afbeelding is doorsneden door het sterrespoor van  $\epsilon$  Pegasi. Links naast de direkte afbeelding bevindt zich het eerste-orde spektrum, en daarnaast het tweede-orde spektrum. Geheel links is de dubbele calciumlijn in het blauw zelfs in de derde orde nog zichtbaar. Ook zijn enkele emissielijnen in het nalichtend spoor gefotografeerd. Ook deze moeten gezocht worden in de sektoronderbrekingen, maar ze zullen bij reproductie wel wegvallen. Op het originele negatief zijn ruim 20 lijnen zichtbaar, hetgeen zeer de moeite van het uitmeten waard is. Als het spektrum en de simultaanopname zijn uitgemeten, kan publikatie van de resultaten t.z.t. in dit blad tegemoet worden gezien.

Fig. 5. Het spektrum van deze meteor, gefotografeerd vanuit Elsloo met een geautomatiseerde F-24 Williamson luchtkarterings-camera F/2,9 209-mm met een tralie met 50 krassen per mm.

Het spektrum is het vierde met zekerheid in Nederland gefotografeerde meteorspektrum en het eerste traliespektrum. De dubbele calciumlijnen zijn duidelijk herkenbaar.





# Dubbelster Sirius te scheiden met een 10-cm kijker?

In Zenit 9, 1975 weidt de heer Aerts uitvoerig uit over zijn waarneming van component B van het Sirius-systeem. Deze waarneming roept de nodige twijfels op, vooral wanneer blijkt dat er geen voorzorgsmaatregelen zijn getroffen om het sterk overheersende buigingsbeeld van Sirius A te vervormen. Stel we nemen aan dat:

1. De seeing is ideaal
2. De 10 cm refractor geeft een ideale afbeelding

In deze gevallen kan het buigingsbeeld worden gekarakteriseerd door de vergelijking (1):

$$I(x) = \frac{2J_1(x)^2}{x}$$

$I(x)$  stelt het intensiteitsverloop in een 1-dimensionale doorsnijing van het buigingsbeeld voor, waarbij  $I(0) = 1$  wordt genomen.

Voor de variabele  $x$  geldt:

$$x = \pi \frac{D}{\lambda} \alpha$$

waarbij  $D$  = opening van het instrument,  $\lambda$  = golflengte invallende straling en  $\alpha$  = de afstandsmaat in het brandvlak, uitgedrukt in radialen. In fig. 1 vindt men  $I(x)$  weergegeven als functie van  $x$  en als functie van  $\alpha$  (in boogseconden), voor  $D = 10$  cm  $\lambda = 5500 \text{ \AA}$ : de optimale golflengte van het menselijk oog.

Verder zijn in fig. 1 de maximale helderheden van een aantal heldere ringen aangegeven.

De huidige schijnbare afstand tussen Sirius A en B bedraagt  $11''$ . In het onderhavige geval komt dit neer op een waarde voor  $x = 30,44$ ; Sirius B is dan juist gesitueerd in het maximum van de 9e heldere ring uit het buigingsbeeld van Sirius A.

Uit de gegeven formule volgt voor  $x = 30,44$  (2):

$$I(30,44) = 8,75 \times 10^{-5}$$

Neemt men voor de helderheden van Sirius A en B respectievelijk  $m_v = -1,6$  en  $8,4$  (3), dan zal het buigingsbeeldje van Sirius B een centraal maximum hebben met een intensiteit van  $10^{-4}$  in onze genormaliseerde schaal voor fig. 1.

Onder normale omstandigheden kan het menselijk oog intensiteitsverschillen van  $0,1$  magnitude nog detecteren, mits het goed

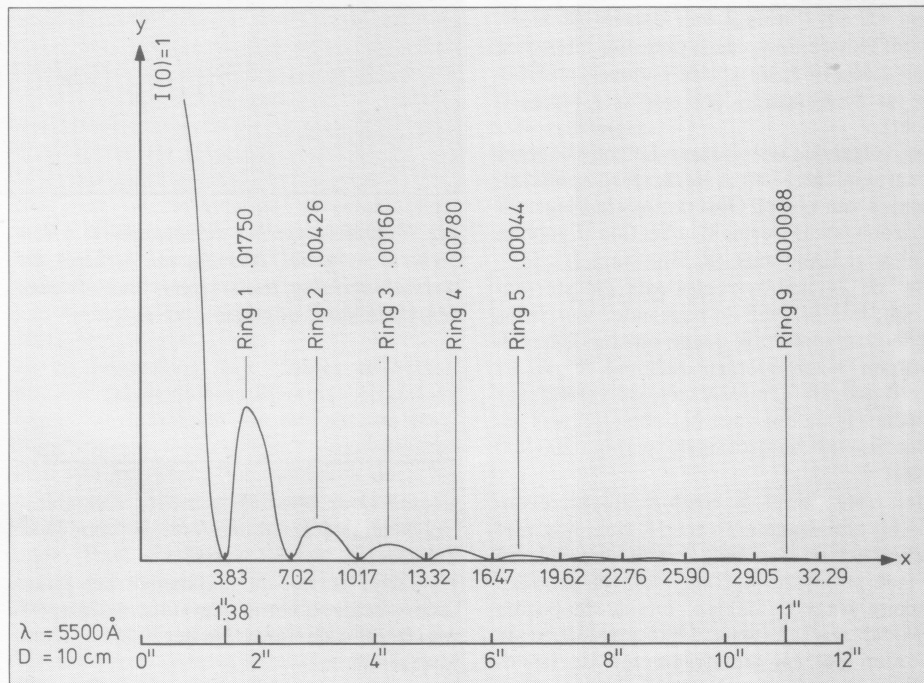


Fig. 1. Het buigingspatroon van Sirius A en de plaats van Sirius B bij maximale afstand (1975). Let op de asymmetrie van de intensiteitsverdeling in de ringen.

geacommodeerd is. In dat geval dient Sirius B een helderheid van minstens  $9,59 \times 10^{-5}$  te hebben om nog juist in de 9e heldere ring te worden gezien.

Conclusie: Onder de gestelde voorwaarden kan Sirius B nog juist worden gezien, maar het is een marginale situatie.

## Praktijk veel ongunstiger

In de praktische situatie doen zich omstandigheden voor waardoor de omstandigheden voor het waarnemen van Sirius B veel ongunstiger worden. Afgezien van atmosferische invloeden krijgen we nog te maken met de kwaliteit van het objectief. Zelfs bij een zeer goed achromatisch objectief doet zich het verschijnsel voor dat de ringen van het buigingsbeeld helderder zijn dan in het ideale geval. Dit ten gevolge van de sferische en chromatische aberraties, verstoring van het objectiefoppervlak door stof, krasjes en niet volmaakte uitpolijsting (putjes) en defocusering.

Wat betreft de atmosferische invloeden is er door de geringe hoogte van Sirius boven de horizon op onze breedte nauwelijks sprake van ideale seeing, mede gelet op onze onrustige atmosfeer met zijn hoge waterdamp-

gehalte en sterke stromingen op grotere hoogten.

Ook de omstandigheden voor het oog zijn niet optimaal door de aanwezigheid van de onvermijdelijke hoeveelheid licht afkomstig van Sirius A, zodat een te detecteren helderheidsverschil van  $0,1$  magnitude niet meer haalbaar is, verre van dat (4). Dit effect kan enigszins worden tegengegaan op de manier zoals beschreven in de noot van de redactie bij het bovengenoemde artikel. Het is niet duidelijk of de heer Aerts deze methode wel heeft toegepast; zoniet dan wordt de twijfel aan de juistheid van zijn waarneming nog eens te meer versterkt. Er doen zich nog een paar feiten voor die de bestaande twijfel vergroten:

a. Doordat men weet waar Sirius B zich ongeveer moet bevinden treedt het beruchte effect van het 'willen zien' op (sug-



gestie), zodat men vooral na lange tijd aandachtig turen inderdaad de ster meent op te merken.

b. De heer Aerts meent de ster 'net buiten' de derde buigingsring te hebben gezien. Uit fig. 1 blijkt dat dit onmogelijk het geval kan zijn geweest, tenzij zijn refractor grove beeldfouten vertoont. In dat geval zou Sirius B echter blijvend zijn overspoeld door het licht van de hoofdstel en nooit en te nimmer zichtbaar zijn!

Aan de geciteerde waarnemingen van Amerikaanse amateurs wordt door ons ernstig getwijfeld. De waarneming met een 8,8 cm Questar moet zonder meer naar het rijk der fabelen worden verwezen, hetgeen men gemakkelijk kan aantonen door de x-schaal van fig. 1 aan te passen voor een opening van 8,8 cm (Sirius B valt dan in het maximum van de 8e heldere ring met intensiteit van  $1,20 \times 10^{-4}$ , terwijl de centrale obstructie in de Questar daar nog iets bovenop doet).

De volgende, ons inziens betrouwbaarder waarnemingen van Amerikaanse vakastronomen van Lowell Observatory te Flagstaff, Arizona, staan vermeld in Section II van het Celestial Handbook (R. Burnham Jr.) (6). Met de 24 inch-refractor van die sterrenwacht kon in 1962 de begeleider van Sirius tijdens uitzonderlijk goede omstandigheden worden waargenomen (afstand 9",5). Er werd gebruik gemaakt van een verstelbaar irisdiafragma dat voor het objectief was geplaatst; de vergrotingen waren 200-900 maal.

Men vond Sirius B goed zichtbaar, evenals bij afdiafragmeren tot 18 inch, nog met zekerheid te zien bij 12 inch, moeilijk bij 9 inch en alleen bij 6 inch met de grootste moeite waar te nemen, omdat de positie bekend was! Tevens dient opgemerkt te worden dat bij afdiafragmeren de beeldkwaliteit zich wezenlijk verbetert. Ook moeten we de veel zuidelijker breedte van de Lowell Sterrenwacht en het uitzonderlijk gunstige klimaat ter plaatse in rekening brengen.

De boven beschreven problematiek vindt men terug in het oudere professionele werk aan dubbelsterren. Er zij verwezen naar R. G. Aitken (3) en T. Lewis (4). Lewis publiceerde een lijst van praktische scheidend vermogens in die gevallen dat de componenten van dubbelsterren ongelijk in helderheid zijn:

Voor componenten:

$$m_v \quad 5,7 \text{ en } 6,4 \text{ S.V.} = \frac{4'',8}{D}$$

$$8,5 \text{ en } 9,1 = \frac{8'',5}{D}$$

$$6,2 \text{ en } 9,5 = \frac{16'',5}{D}$$

$$4,7 \text{ en } 10,4 = \frac{36'',0}{D}$$

## DETAIL

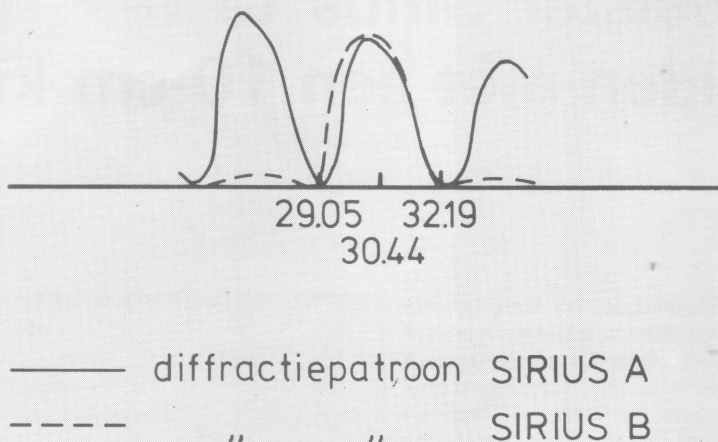


Fig. 2. Detail van het diffractiepatroon van Sirius B (vergroot) over dat van Sirius A. In vertikale richting is de schaal voor de duidelijkheid sterk uitgerekt.

waarbij D de opening in inches voorstelt. In het laatste geval is S.V. = 9" voor D = 4 inches!

Toch zijn er wel mogelijkheden het praktisch scheidend vermogen kunstmatig op te voeren door de vorm van het buigingsbeeld te veranderen.

Plaatst men voor het objectief een *hexagonaal diafragma*, dan ontstaat een buigingsbeeld van zes 'stralen' waarin het grootste deel van het licht is geconcentreerd. Tussen deze 'stralen' ontstaan plaatsen waar het aanmerkelijk donkerder is dan in het geval van een cirkelvormige opening. Het is daar aanmerkelijk gemakkelijker zwakke sterren in de nabijheid van een heldere ster waar te nemen (zie Aitken) (3). Door rotatie van het diafragma om de optische as kan dan de meest gunstige positie worden gevonden.

## Literatuur

- (1) R. J. Bracey: The Technique of Optical Instrument Design; The English University Press Ltd.
- (2) M. Abramowitz and T. A. Stegun; Handbook of Mathematical Functions
- (3) R. G. Aitken: The Binary Stars; Dover Press, 1963
- (4) W. A. Baum: Astronomical Techniques - Stars and Stellar Systems, Vol. II
- (5) T. Lewis: The Observatory, 37, 372, 1914
- (6) R. Burnham Jr.: Celestial Handbook Section II; Celestial Handbook Publ., Flagstaff/Arizona.

## NASA-experimenten voor Russische satelliet

Eind dit jaar zullen voor het eerst aan boord van een Russische satelliet enkele Amerikaanse experimenten worden meegestuurd, aldus meldde David L. Winter van NASA. Het betreft een onbemande satelliet voor biologisch onderzoek. Het gaat om vier experimenten die geheel door de U.S.A. worden geleverd en om zeven weefselonderzoeken waarbij Rusland voor het levend materiaal zal zorgen: zes experimenten met ratten en de ander met de drosophila-vlieg. Daarnaast zijn er nog drie Amerikaanse experimenten met plantencellen, weefselgroei en straling. De U.S. experimenten zullen geheel autonoom werken, d.w.z. onafhankelijk van de rest van het toestel (van energieleverantie en dataverwerking).

De vier vluchtexperimenten zijn:

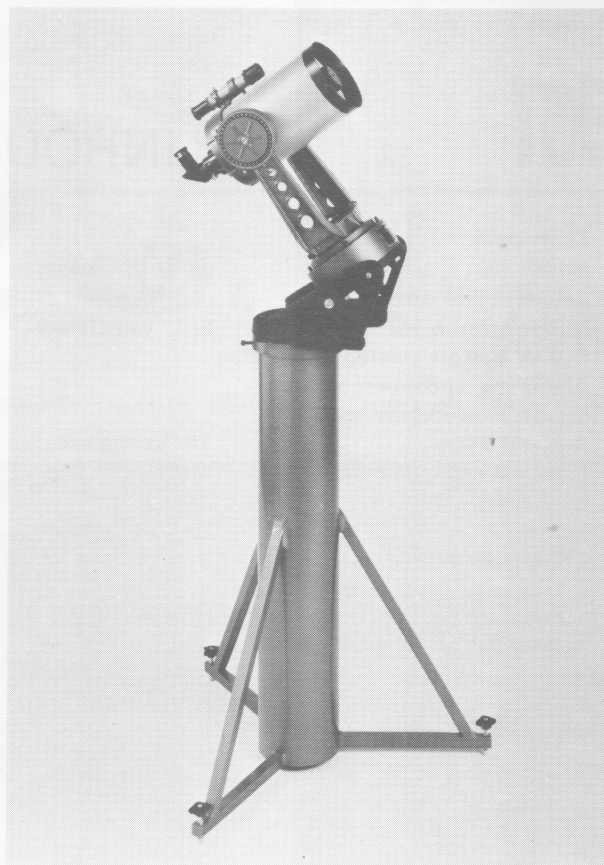
1. een plant-tumor groei-experiment voor onderzoek naar de invloed van de toestand van gewichtloosheid.
2. wortel-cel cultuur experimenten waarbij het effect van de gewichtloosheid wordt nagegaan bij embryonale weefsels.
3. een experiment voor het meten van de invloed van deeltjes met hoge lading en hoge energie op levende organismen.
4. een experiment dat de invloed van de gewichtloosheid nagaat op de ontwikkeling van de gehoorsteentjes bij vis-embryo's.

(NASA-News/MD)



# Celestron

## goed nieuws!!



De compactste 125 mm telescoop van de wereld.

Sinds 1 oktober j.l. hebben wij de alleen vertegenwoordiging voor Nederland en België van Celestron.

Hierdoor zijn wij in staat de prijzen belangrijk te verlagen:

De C-5, compleet met vorkmontering etc., thans

*f* 3.614,—

De wig voor parallactische opstelling

*f* 253,—

Aluminium zuiltje, zoals boven afgebeeld

*f* 318,—

Geheel compleet 14 kg, dus gemakkelijk te dragen:

*f* 4.185,—

De C-8, 20 cm  $f=2000$  op vorkmontering met aandrijving (10 kg)

*f* 4.529,—

### *Polarex:*

Begin november krijgen wij weer een grote zending binnen, die echter reeds voor een groot deel is verkocht.

50 mm  $f=700$ mm azimuthaal *f* 456,—

60 mm  $f=700$  mm azimuthaal *f* 560,—

60 mm  $f=900$  mm azimuthaal *f* 698,—

60 mm  $f=900$  mm parallactisch *f* 995,—

Ook de roterende oculairhouders voor Polarex komen weer binnen.

### *Prismakijkers:*

Voor astronomie aanbevolen:

7×50 KOL met statief klem, deze kijker geeft een astronomisch scherp beeld, zo ziet u b.v. Jupiter zuiver rond!

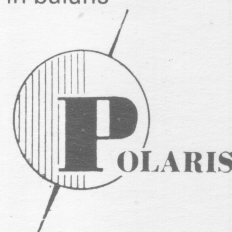
10×70 5,0° *f* 298,—      11×80 4,5° *f* 436,—

15×80 3,5° *f* 465,—      20×80 3,5° *f* 465,—

Voor de laatste vier hebben wij een speciale haakse beugel waarmee deze prismakijkers beter in balans op een filmstatief geplaatst kunnen worden. *f* 22,—.

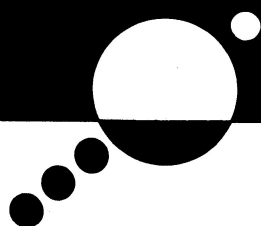
*Toonkamers:* Werkdagen 9 tot 17.00 uur, Zaterdag 9.00 tot 15.00.

POLARIS WETENSCHAPPELIJKE INSTRUMENTEN  
Bovenkerkerkade 63 Amstelveen Tel.: 020-416026





|     |                                                               |                  |     |                                                             |                                    |
|-----|---------------------------------------------------------------|------------------|-----|-------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 415 | Zenit post                                                    |                  | 434 | De hemel in januari                                         | F. Reijmerink                      |
| 416 | Novae (3)                                                     | G. W. E. Beekman | 438 | Sterbedekkingen januari-<br>maart 1976                      | D. Schmidt                         |
| 418 | Zoeker-kijker combinatie                                      |                  | 438 | Amateur ontdekt twee kometen<br>op één dag                  | G. W. E. Beekman                   |
| 419 | Dubbelsterren (1)                                             | E. L. van Dessel | 439 | Documentatie N.I.V.R.                                       |                                    |
| 423 | N.V.W.S. Kort verslag van de 96e<br>Algemene Ledenvergadering |                  | 440 | Deep Sky Album                                              | J. A. R. Suurmond                  |
| 424 | Simon Stevinkijker voor<br>Armand Pien                        | Th. Vermeesch    | 443 | Maanfotografie met azimuthale<br>60 mm refractor            | M. A. Smit                         |
| 425 | Aardsynchrone Weersatelliet                                   | Mat Drummen      | 444 | Sterrenkunde op postzegels                                  | B. A. Gerritsen                    |
| 426 | De differentiële rotatie van<br>de zon                        | W. van Tend      | 445 | Oproep voor kandidaten voor<br>dr J. van der Biltprijs 1975 |                                    |
| 429 | Röntgensatelliet ontdekt Nova                                 | G. W. E. Beekman | 446 | Resultaten juli/augustus 1975                               | H. Betlem                          |
| 430 | Ongewone stand van de<br>maansikkel                           | W. Nijenhuis     | 449 | Dubbelster Sirius te scheiden<br>met een 10 cm-kijker?      | P. B. van der Wal<br>en G. Comello |
| 431 | Zachte Röntgenstraling van<br>Sirius en Capella               | G. W. E. Beekman | 450 | NASA-experimenten voor<br>Russische satelliet               | Mat Drummen                        |
| 432 | Een zeldzaam mooie zomer                                      | H. ten Kate      |     |                                                             |                                    |



## GANYMEDES

Optische Instrumenten Middeldorpsstraat 3-5, Amstelveen. Tel. 020-412083 - 455032.  
Bank: Rabobank Amstelveen. Rek. nr. 3023.39.175.

Wegens opening nieuwe showroom ontvangt iedere bezoeker bij aankoop van een telescoop of microscoop geheel gratis een microscoop set, t.w.v. f 100,—.

15 verschillende telescopen, vanaf f 195,—  
Vanaf heden ook microscopen, vanaf f 295,—

*Speciale aanbieding* 68 mm lenzentelescoop op zeer stevige parallactische montering.  
Brandpuntafstand 1000 mm, 3 oculairen, zenithprisma, zonprojectieset, zonfilter, camerahouder,  
zoeker en regelbare elektrische aandrijving, prijs f 1.195,—.

Deze aanbiedingen gelden tot 31 december 1975

Inkoop, inruil en financiering.

Dagelijks geopend van 19-22 uur, zaterdag van 10-22 uur.

Kom kijken bij Ganymedes, de firma met de grootste sortering van Europa.