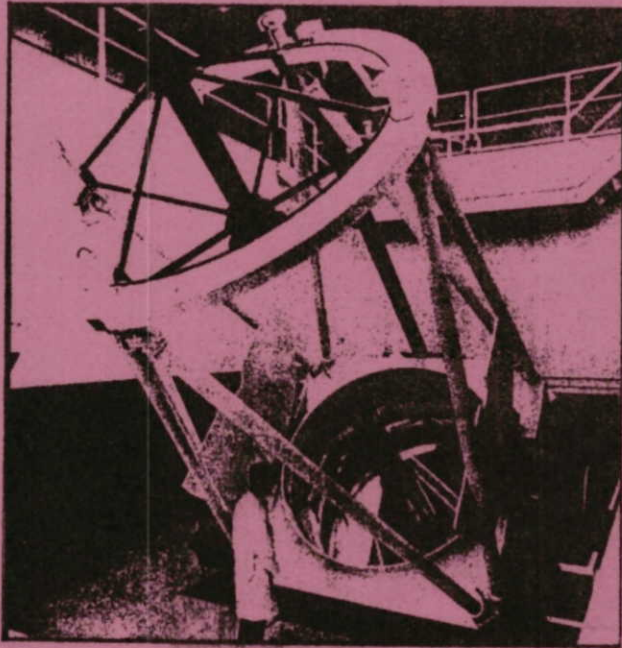


HERCULES

3

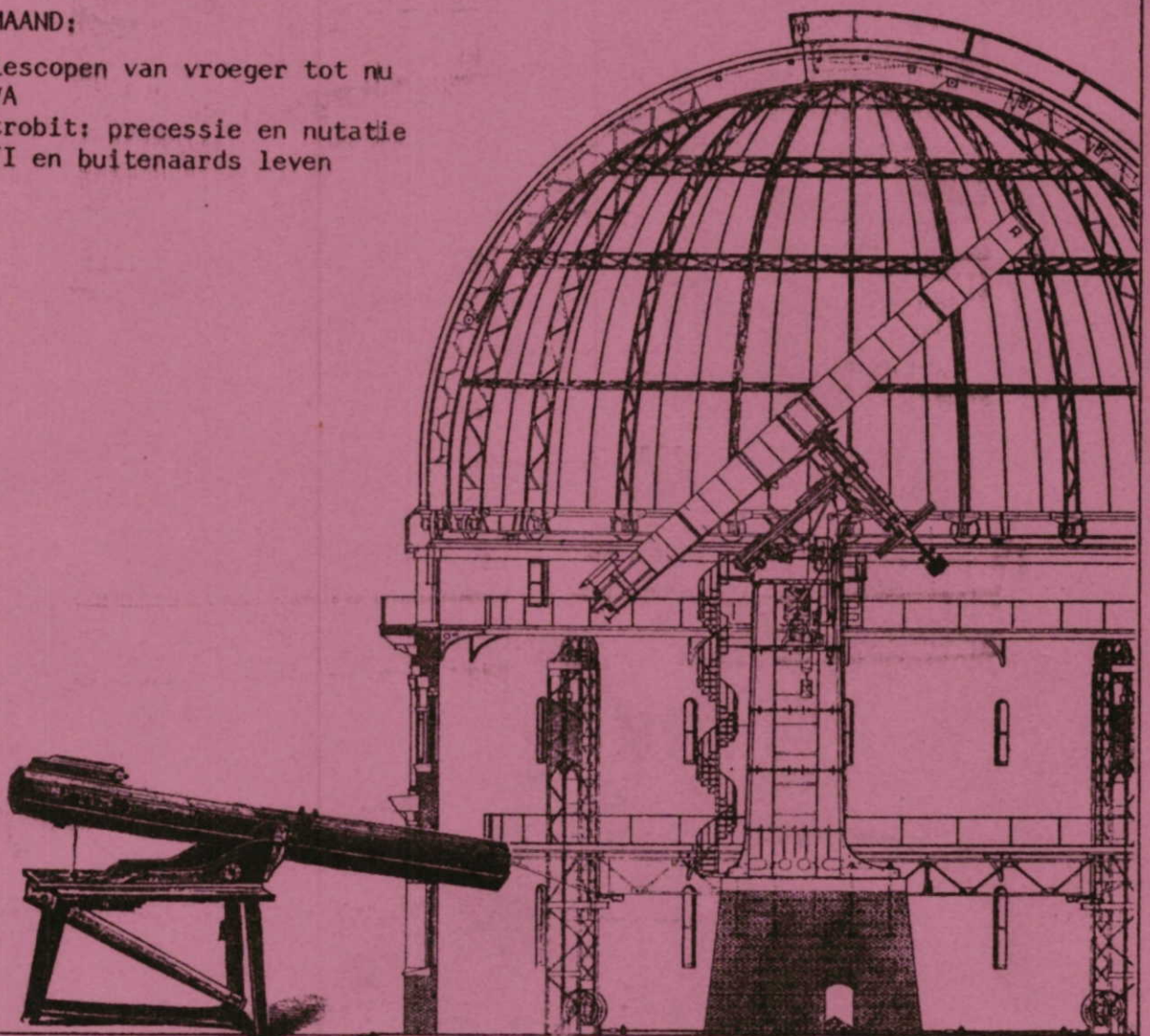


MAART 1985

DEZE MAAND:

- ★ Telescopen van vroeger tot nu
- ★ NOVA
- ★ Astrobot: precessie en nutatie
- ★ SETI en buitenaards leven

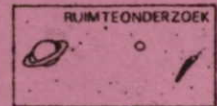
Een uitgave van Volkssterrewacht HERCULES



MEDEDELING VAN HET BESTUUR VAN DE VOLKSSTERREWACHT

Op de Jaarvergadering van de stichting, die op 15 februari j.l. gehouden werd, is de contributie verhoogd. Voor jeugd-contribuanten (8-14 jaar) is de contributie gelijk gebleven. Het is de eerste verhoging sinds 18 januari 1981, toen werd de contributie namelijk verhoogd van f 5,- naar f 6,50. De verhoging is met terugwerkende kracht tot 1 januari 1985 ingegaan. De voorstellen tot verhogen en de ingangsdatum van 1 januari 1985 werden door een overgrote meerderheid van de vergadering gesteund. We hopen - en verwachten - dat ook de contribuanten die niet op de Jaarvergadering aanwezig konden zijn met deze wijzigingen zullen instemmen. Omdat het abonnement onlosmakelijk verbonden is met de contributie, zullen prijzen van abonnement en ook donatie per januari 1985 verhoogd worden.

Contributie	f 8,-
Contributie 2e lid van één gezin	f 4,-
Jeugdcontribuant (8 - 14 jaar)	f 3,50
Abonnement, jaar	f 47,50
half jaar	f 24,50
Donateur - minimaal per jaar	f 20,-





INHOUD

_____ **STERREWACHT :**
 Adenauerlaan 6 te Heerlen
 _____ **OPENINGSTIJDEN :**
 dinsdag 20 tot 21.30 uur
 vrijdag 20 tot 21.30 uur
 _____ **ENTREE :**
 volwassenen f 2,- en kin-
 deren tot 12 jaar f 1,-
 _____ **GROEPEN :**
 groepen kunnen altijd te-
 recht voor een rondlei-
 ding, na schriftelijke of
 telefonische afspraak via
 het secretariaat.
 _____ **SECRETARIAAT :**
 Nederlandlaan 85
 6414 HC Heerlen
 tel. 045-225543
 _____ **BANK/GIRO :**
 AMRObank nr. 44.81.06.930
 Postgiro nr. 37.40.797
 _____ **GIRO NIEUWBOUW :**
 52.65.400

BESTUUR:

voorzitter: J.W. Souren
 secretaris: T. Souren -
 van de Geijn
 leden: J. Hermans
 G. Peeters
 A. Wetzelaer
 boekhoudster: C. Boldingh

REDACTIE:

T. Souren - van de Geijn,
 hoofdred.
 J. Hermans, eindred.
 G. Stoffer, typewerk en
 lay out
 J.W. Souren, lay out
 F. Hol, stencilwerk
 A. Wetzelaer

DEZE MAAND:

Mededelingen en nieuws van de Volkssterrewacht	2
Telescopen van vroeger tot nu NOVA	4
Astrobit: precessie en nutatie	13
SETI: het zoeken naar buitenaards leven	16
Waarnemingskalender voor april 1985	20
	25

REDUCTIEBON

voor maximaal twee personen (z.o.z.)



MANIFESTATIE VAN TECHNISCHE
 HOBBYS, MODELBOUW, MATERIALEN
 EN GEREEDSCHAPPEN.

Û JAARBEURS-UTRECHT

do. 21 t/m zo. 24 maart 1985
 Dagelijks van 10 - 18 uur

MEDEDELINGEN

en nieuws van de Volkssterrewacht

EXCURSIE NAAR ENERGIECENTRUM PETTEN:

U kunt zich nu aanmelden voor een erg leerzame excursie die de volkssterrewacht organiseert naar het Energiecentrum te Petten. Het programma in Petten duurt van 10.30 tot 16 uur en omvat: een algemeen energiepraatje, fossielen, zure regen, wind- en kernenergie en vervolgens na de koffietafel een bezoek aan een lage fluxreactor. Het hele programma kost niets (zelfs de koffietafel wordt U aangeboden door het ECN), dus de enige kosten zijn reiskosten. Er kunnen maximaal 25 mensen mee en minimaal moeten er 15 mensen zijn om de excursie te laten doorgaan! Wilt U zich aanmelden, dan kan dat op het secretariaat - uiterlijk tot 28 maart a.s. Voor meer inlichtingen kunt U zich wenden tot Gilbert Peeters.

REDUCTIEBON

voor maximaal twee personen
bestemd voor

TECHNIEK IN VRIJE TIJD

MANIFESTATIE VAN TECHNISCHE
HOBBYS, MODELBOUW, MATERIALEN
EN GEREEDSCHAPPEN.

U JAARBEURS-UTRECHT

do. 21 t/m zo. 24 maart 1985
Dagelijks van 10 - 18 uur

Bij inlevering van deze
reductiebon aan de
Jaarbeurs-kassa betaalt u
f 6,- entree i.p.v. f 7,50

(Deze korting geldt niet voor de Trein-Toegangsbijetten van de N.S., daar die reeds korting geven)

UFO-groep:

De op 22 februari j.l. gehouden lezing over UFO's heeft een staartje gekregen: een aantal van de mensen die deze lezing van Gilbert Peeters bezochten, hebben besloten door te gaan met dit onderwerp. Zij kwamen een week later weer bij elkaar in de sterrewacht en hebben enige afspraken gemaakt over hetgeen ze in de toekomst zullen gaan doen. Er zullen ondermeer registratieformulieren gemaakt of achterhaald worden, publicaties in de pers zullen worden nagetrokken en allerlei andere ufologische zaken komen aan bod. Wie ook geïnteresseerd is in het fenomeen UFO en er iets aan wil doen, kan zich dus bij Gilbert Peeters aanmelden.

TENTOONSTELLING TECHNIEK IN VRIJE TIJD:

Van 21 t/m 24 maart moet U echt een bezoek brengen aan de beurs 'Techniek in Vrije Tijd', die in de Jaarbeurs te Utrecht gehouden wordt. Het is een manifestatie van technische hobby's, modelbouw, sterrekunde, weerkunde, etc. De reductiebon, die hiernaast is afgedrukt kunt U dan uitknippen en U krijgt dan f 1,50 korting op de entreprijs van f 7,50! Volkssterrewacht 'Hercules' is op deze beurs ook vertegenwoordigd, samen met de andere volkssterrewachten van de LSV. De LSV heeft, evenals voorgaande malen een grote (mooie) stand met informatie over sterrekunde, ruimtevaart, de sterrewachten e.d. Nieuw is deze keer een planetarium van 3 meter doorsnede, waarmee voorstellingen gegeven worden.

INTERNATIONALE MODELBOUWEXPO SITTARD:

Dichter bij huis is de internationale modelbouwtentoonstelling, die op zondag 17 maart gehouden wordt in de MEAO/MTS te Sittard. U vindt er zendamateurs, vliegtuig-, boot- en automodellen, de zg. 'ultralights' (hele lichte modelvliegtuigjes), echte zweefvliegtuigen en natuurlijk de Volkssterrewacht 'HERCULES'. De entree bedraagt f 2,50 (kinderen f 1,-) en U vindt deze tentoonstelling in Sittard aan de Valkstraat 10.

JAARVERGADERING VAN DE STICHTING:

Op vrijdag 15 februari j.l. werd de Jaarvergadering der stichting Volkssterrewacht 'Hercules' gehouden. Er waren 35 contribuanten aanwezig en op de agenda stonden punten als 'Jaarverslag 1984', 'Beleid 1985/86' en 'Financiën 1984' e.d. Wie de pech had om niet aanwezig te zijn, kan zich tevreden stellen met het nalezen van de notulen, het financieel verslag en het Jaarverslag 1984, die allen op het secretariaat ter inzage liggen. Op deze vergadering werd ook de contributoe opnieuw vastgesteld en op de binnen(voor)pagina kunt U nalezen hoe e.e.a. nu geregeld is.

VERGADERINGEN...VERGADERINGEN

Op de Jaarvergadering werd het nut van de tweemaandelijks contribuantenbespreking weer eens aangehaald en met ingang van dit jaar zullen deze vergaderingen dan ook weer plaatsvinden. Hieronder ziet U het vergaderschema en bij de contribuantenbespreking is dus iedereen welkom (vermits men contribuant/donaateur is). Op de contribuantenbespreking wordt het activiteitenprogramma voor de komende twee maanden besproken en kan men vragen stellen aangaande het doen en laten van de Volkssterrewacht.

VERGADERSHEMA MAART-APRIL:

- 08.03 contribuantenbespreking
- 20.03 bestuursvergadering
- 10.04 vergadering bestuur en coördinatoren
- 12.04 contribuantenbespreking

MUTATIES BESTUUR EN REDACTIE:

Met ingang van januari 1985 is de heer Smolders, beter bekend als Broeder Rogier, gestopt met zijn bestuurswerkzaamheden. Het bestuur heeft al op de Jaarvergadering een dankwoord uitgesproken voor de inzet die hij vele jaren had voor de Volkssterrewacht, maar doet dat bij deze nogmaals. Hij werd opgevolgd door Jan Hermans, die dus nu de bestuursgeleideren gaat versterken.

Ook bij de redactie is een verandering te bespeuren: Jos Theunissen heeft, vanwege studie het re-

dactiewerk moeten neerleggen. Ook hem danken we voor het vele werk dat hij in 1983/84 heeft verricht.

EXCURSIE NAAR VOLKSSTERREWACHT GENK:

Het werd al eerder aangekondigd in 'Hercules', maar een herhaling kan geen kwaad: we gaan op 29 maart a.s. naar onze collega-volkssterrewacht in het Belgische Genk. Ver is dat niet, zo'n drie kwartier rijden en we gaan er hun fraaie, nieuwe sterrewacht bekijken. De sterrewacht heeft onder andere een koepel met een diameter van zes meter en hierin is een echte 20 cm lenzenkijker van de firma Lichtenknecker opgesteld! Een zeer fraai instrument, dat bij heldere hemel natuurlijk onze aandacht naar 'boven' zal verleggen. Aanmelden kan nog, de excursie gaat altijd door.

EN VERGEET U OOK NIET.....

dat op 15 maart de sterrewacht geopend is voor publiek en contribuanten, die bij heldere hemel willen kijken naar Mercurius, die in maart immers zijn gunstigste avondverschijning in 1985 heeft. En natuurlijk dat op 16 maart een bliksems interessante lezing bijgewoond kan worden van de heer Dijkhuis, die vanaf 14 uur zal spreken over 'bolbliksems (en kernfusie)'. Aan de orde komen ondermeer zijn op grote schaal uitgevoerde experimenten met bolbliksems!

Op 23/24 maart wordt wéér een poging ondernomen om een waarnemingsnacht in Eysenheide te houden, alle voorgaande akties gingen als gevolg van bewolking niet door.

En tot slot vergeet U zeker niet dat de Volkssterrewacht aan de Adenauerlaan 6 te Heerlen (vlak bij Sporthal Varenbeuk en per bus bereikbaar met lijn 10 en 35) elke dinsdag- en vrijdagavond is geopend voor publiek. En ook nog dat groepen ook op andere dagen (overdag en 's avonds) terecht kunnen voor een rondleiding van ruim 1½ uur. Zo dat weten we weer!

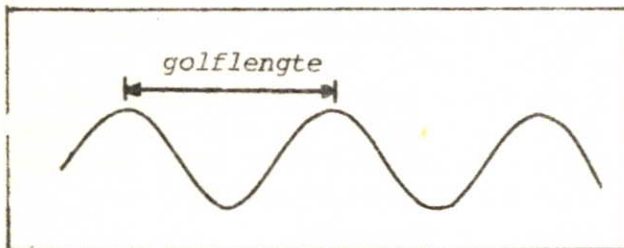


J.W. Souren

TELESCOPEN VAN VROEGER TOT NU

INLEIDING

Licht is voor ons een heel gewoon verschijnsel. Toch heeft het lang geduurd voordat men precies begreep wat licht was. Licht blijkt te bestaan uit heel kleine massaloze deeltjes, de fotonen, die met de enorme snelheid van 299792,458 kilometer per seconde voortsuizen. De fotonen bewegen zich niet rechtlijnig, maar voeren een golfbeweging uit.



Het licht plant zich voort in een golfbeweging. De afstand tussen twee 'bergtoppen' noemen we de golflengte; de frequentie is het aantal trillingen per seconde.

De frequentie (het aantal trillingen per seconde) van de fotonen bepaalt de kleur van het licht. De frequentie van geel licht is $5,1 \cdot 10^{14}$ Hz. Daar de golflengte en de frequentie gekoppeld zijn, wordt, om de kleur van het licht aan te geven, de golflengte aangegeven. Voor het gele licht van $5,1 \cdot 10^{14}$ Hz is dat 588 nm ($588 \cdot 10^{-9}$ meter). Het zichtbaar licht strekt zich uit over de golflengten van 750 nm (rood) tot 380 nm (blauw). Het licht met een grotere golflengte dan 750 nm of een kleinere golflengte dan 380 nm kunnen we niet zien.

DE INTREDE VAN DE TELESCOOP

De eerste astronomische waarnemingen werden uiteraard in het zichtbaar licht gedaan en wel in tijden nog vóór de oudheid. De waarnemingen werden met het blote oog gedaan, maar toch werden op die manier enkele zeer belangrijke ontdekkingen gedaan. Zo werd ondermeer ontdekt, na waarnemingen van Tycho Brahe, dat de aarde niet het centrum van ons zonnestelsel vormde en dat kometen ook een deel uitmaakten van

het zonnestelsel. Méér dan het bepalen van posities van sterren en planeten kon men echter niet doen.



Tycho Brahe besteedde veel waarnemingen aan kometen en planeetbewegingen. Alle waarnemingen deed hij visueel en deed daarbij positiemetingen. Zonder zijn waarnemingswerk was men niet te weten gekomen, dat de zon en niet de aarde het middelpunt van ons zonnestelsel vormt en had Kepler zijn drie wetten niet kunnen opstellen.

Een enorme stap vooruit werd gedaan in 1610, toen Galileo Galilei de eerste telescoop in gebruik nam. Het was een klein kijkertje met een objectiefdoorsnede van vier centimeter. Met dit kijkertje werden belangrijke dingen ontdekt, zoals de maankraters, de vier grootste maantjes van Jupiter en de schijngestalten van Venus. Ook ontdekte hij, dat de melkweg uit vele afzonderlijke sterren bestaat. De kijkers uit de beginperiode bestonden echter uit slechts twee afzonderlijke lenzen; het enkelvoudig objectief en het eveneens enkelvoudig oculair. Dit had tot gevolg, dat de beeldkwaliteit slecht was. De slechte beeldkwaliteit werd veroorzaakt door kleurschifting. Om toch een redelijk beeld te krijgen, wer-

den kijkers gebruikt met een hele lange brandpuntsafstand. Hevelius bijvoorbeeld had een buisloze kijker, waarvan het objectief op een hoge zuil stond en het oculair in de handen werd gehouden. De brandpuntsafstand van deze kijker bedroeg maar liefst 60 meter.



Christiaan Huygens ontwikkelde een oculair, waarmee met mogelijk was het beeld van de telescoop te verbeteren. Hij leverde hiermee een belangrijke bijdrage bij de telescoopontwikkeling in de beginperiode.

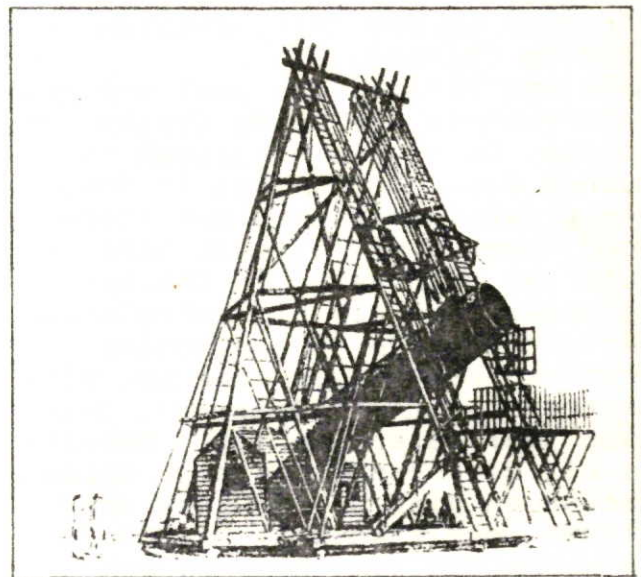
Een hele verbetering was de uitvinding van het Huygensoculair in 1662 door Christiaan Huygens. Dit type oculair heeft twee lenzen en wordt nu nog gebruikt.

DE VERDERE ONTWIKKELING

Een jaar later maakte de Engelman Gregory zijn nieuwe ideeën over een spiegeltelescoop bekend. Newton had al nooit in lenzenkijkers geloofd en ontwikkelde een spiegelsysteem, dat later naar hem genoemd zou worden. In 1672 kwam zijn kijker gereed. Het was een kleine Newton-telescoop met een spiegel diameter van 3,8 centimeter en een vergroting van dertien maal. Newton telescopen boden een veel beter beeld, want de bij de lenzenkijkers storende kleurschifting bleek bij de newtonkijkers geheel afwezig te zijn. De medaille had echter ook

nog een keerzijde. De spiegels waren gemaakt van speculum, een metaallegering, dat na verloop van tijd het spiegelen vermogen verloor, waardoor de kijkers naar verloop van tijd waardeloos werden. In hetzelfde jaar dat Newton zijn spiegeltelescoop voltooidde, ontwikkelde de Fransman Cassegrain een nieuw type kijker: de Cassegraintelescoop. Dit is een spiegelkijker, waarbij de hoofdspiegel doorboord is en waar het licht, afkomstig van de vangspiegel, doorheen valt. Dit is een systeem, waarbij de waarnemer achter de kijker staat en niet, zoals bij het systeem van Newton, naast de telescoop.

Men zat nu met een probleem, want lenzenkijkers gaven een slecht beeld, maar gingen eeuwenlang mee, terwijl spiegelkijkers een beter beeld gaven, maar naar verloop van tijd waardeloos werden. De doorbraak kwam in 1733. Chester Moor Hall, een Engelse amateur, vervaardigde een achromatisch objectief. Dit tweelenzig objectief bood een zeer goed beeld en kende, in tegenstelling tot de spiegels, geen slijtage. Nu werden in korte tijd een groot aantal lenzenkijkers gebouwd, zodat het waarnemen met goede instrumenten konden beginnen. Toch zag niet iedereen de lenzenkijker als de oplossing. Vooral niet als het om grote telescopen ging.



Herschel leverde geen bijdrage aan de ontwikkeling van de lenzenkijker. Hij bouwde voornamelijk spiegelkijkers, waarvan bovenstaande kijker zijn bekendste voorbeeld was.

De Engelse amateur William Herschel bouwde vrijwel alleen spiegelkijkers volgens het newton-principe of volgens het naar hem genoemde herschelsysteem. Ook zijn 120 centimeter kijker uit 1789 was een spiegelkijker, maar het apparaat verloor zijn waarde de de bekende oorzaak.

Lord Rosse, een Ierse amateur, kampte met zijn in 1848 gebouwde 180 centimeter kijker met hetzelfde probleem.

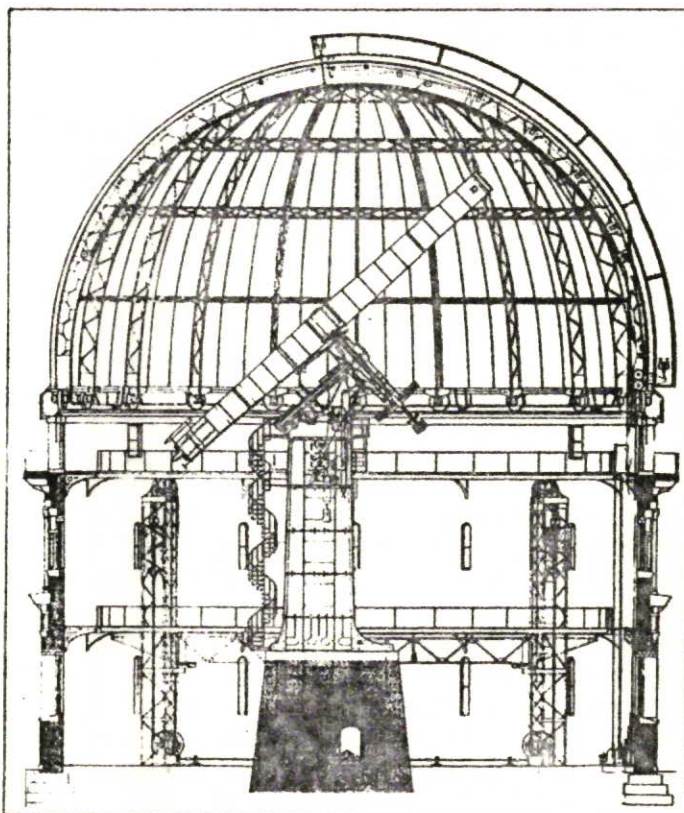
De Fransman Foucault ontwikkelde in 1853 een nieuwe polijst-, veraluminiseer- en testmethode voor spiegels. De spiegels werden vanaf dat moment van glas gemaakt, waardoor een grotere nauwkeurigheid verkregen kon worden. Daarna werd de spiegel voorzien van een aluminiumlaag die het wél een hele poos uithield. Nu was de deur geopend naar grotere telescopen. Die werden gebouwd, en hoe! De climax lag in het begin van de 19e eeuw met de bouw van enkele gigantische lenzenkijkers. In 1888 kwam op de Licksterrewacht een lenzenkijker gereed, met een door Alvan Clark geslepen lens met een diameter van 91 centimeter en vijf jaar later verrees bij de sterrewacht van Meudon te Parijs een 83 centimeter lenzenkijker.

GEORGE HALE

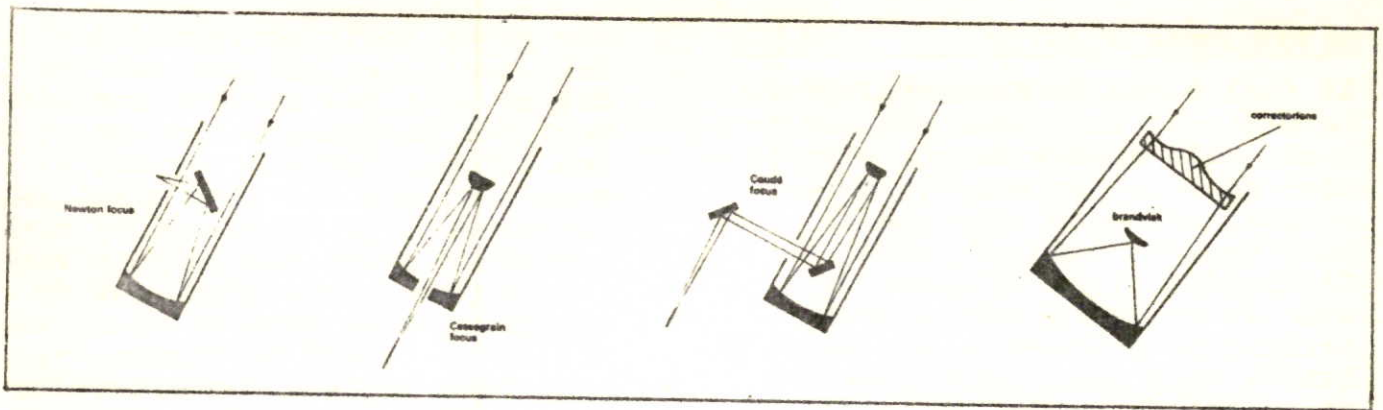
Een nieuw hoofdstuk in de kijkerbouwgeschiedenis werd opengeslagen door George Hale, geboren in 1868 in Chicago.

Hale was iemand, die heel erg geïnteresseerd was in de fysika van de zon. Om hierin onderzoek te kunnen doen, bouwde hij in 1890 een privésterrewacht, het 'Kenwood Observatory', in de achtertuin van zijn vader in Chicago. De apparatuur die hij gebruikte, bestond uit een 30 centimeter lenzenkijker en een door hem uitgevonden spectroheliograaf. Reeds twee jaar later, in 1892, bereikte hij de grenzen van zijn apparatuur en ging hij op zoek naar nieuwe mogelijkheden. Daar hij in hetzelfde jaar benoemd was tot begeleidend hoogleraar astrofysika aan de nieuwe universiteit van Chicago, klopte hij bij de rector magnificus van deze universiteit, William Harpender, aan

met de vraag of het mogelijk was een nieuw observatorium met een grote kijker voor de universiteit te bouwen. Harpender zag daar wel wat in. Twee jaar eerder was hij namelijk gestart met een campagne voor de uitbreiding van de wetenschappelijke apparatuur op de universiteit. Na overleg met Alvan Clark bleek het mogelijk om uit twee 102 centimeter grote glasschijven een achromatisch objectief te slijpen. Deze schijven waren afkomstig van de firma Mantios uit Parijs, die deze gegoten heeft. Er restten nog twee problemen: wie moest voor de kosten opdraaien en waar moest de sterrewacht gebouwd worden? Charles Yerkes, een rijke taxibedrijfhouder uit Chicago, bleek bereid te zijn de kijker te betalen. Met de kijker alleen was men er nog niet, maar na het zien van de ontwerpen voor de bijbehorende sterrewacht bood Yerkes aan het hele project te bekostigen. Dit had meteen tot gevolg dat de nieuwe sterrewacht naar hem genoemd zou worden. Na overleg met negen Amerikaanse astronomen werd er besloten het complex op een 53 hectaren groot terrein aan de Williamsbaai bij het Meer van Genève in Winsconsin, 125 kilometer van Chicago, te bouwen.



De Yerkessterrewacht



In de periode van 1672 tot 1930 werden verschillende telescoopsystemen ontwikkeld, waarvan de bovenste vier de meeste gebruikte zijn. Ze staan afgebeeld in volgorde van ontwikkeling. In 1948 werd de Haletelescoop op Mount Palomar in gebruik genomen. Bij deze telescoop is het mogelijk de linker drie systemen naar wens toe te passen. Het rechter telescoopsysteem is in 1930 door Schmidt ontwikkeld en wordt vooral gebruikt om grote sterrenvelden te fotograferen.

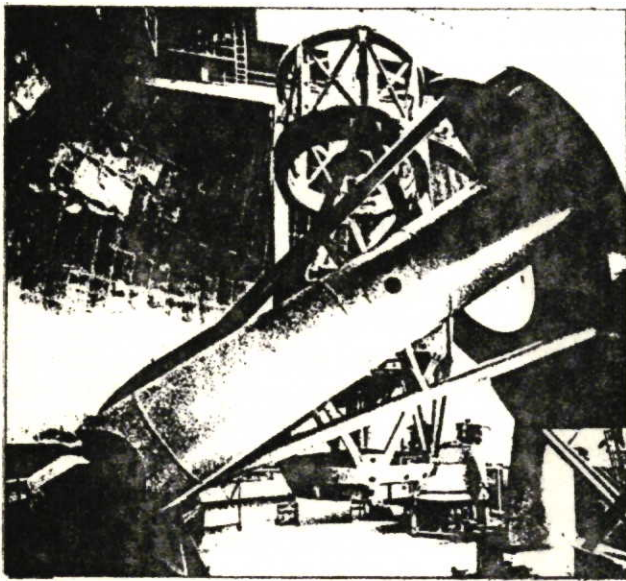
Terwijl Clark de lens sloop, bouwde Wraner & Swasey de gebouwen en de rest van de kijker. De koepel kreeg een diameter van 27 meter. In die koepel werd een beweegbare vloer geïnstalleerd. De vloer kon op een zodanige hoogte gezet worden, dat het oculair zonder hulp van trappen en dergelijke bereikbaar was. Nadat de lens begin mei 1897 samen met de andere onderdelen samengevoegd was, begonnen op 21 mei de waarnemingen met als eerste object de Ringnevel in de Lier en M13 in Hercules. De kijker bleek van sublieme kwaliteit te zijn. Dat bleek wel toen men de derde component van Wega ontdekte, iets wat met de 91 centimeter kijker van de Lick-sterrewacht niet mogelijk was.

De eerste technische storing trof de kijker al op 29 mei van dat jaar. Toen aannemer McGee om kwart voor zeven 's morgens bij het gebouw aankwam, hoorde hij plotseling een enorm lawaai. Toen hij binnenkwam, bleek de vloer ingestort te zijn, omdat enkele ophangkabels het begeven hadden. De kijker was gelukkig niet beschadigd. De reparatie duurde tot midden september en in die periode kon de koepel niet bewogen worden. Men was echter zo enthousiast over de kijker, dat de waarnemingen gewoon doorgingen. In 1899 kwam de voor de 102 centimeter lenzenkijker bestemde spectroheliograaf, gebouwd door

de instrumentenafdeling van de Yerkessterrewacht gereed. Met dit instrument deed Hale waarnemingen aan de zon, maar hoe verder hij kwam, hoe meer hij in de problemen geraakte. Nieuwe ontdekkingen konden slechts nader uitgewerkt worden met grotere kijkers. Hale gaf daarom Ritchey de opdracht een 1,5 meter spiegel te slijpen. Terwijl Ritchey hiermee bezig was, besloot men de kijker niet op Yerkes op te stellen, maar op Mount Wilson bij Los Angeles, waar Hale in de winter van 1903-1904 al enige waarnemingen verricht had. Men heeft bewust voor een andere plaats gekozen, omdat de Yerkessterrewacht te veel last had van strooilicht van Chicago. Op Mount Wilson werd de 1,5 meter spiegeltelescoop voltooid en in 1908 werden de eerste waarnemingen met deze kijker gedaan. Hale ging verder.

De volgende stap was de bouw van een 2,5 meter kijker op Mount Wilson, genoemd naar John Hooker, die de optiek financierde. Dit was de eerste moderne telescoop van de twintigste eeuw en is vanaf dat hij in gebruik is genomen in 1917 tot 1948 de grootste kijker ter wereld geweest. Met deze kijker toonde Hubble aan dat spiraalnevels ver buiten de melkweg staan en sterrenstelsels zijn, net als ons eigen melkwegstelsel. Ook bewees hij hiermee de algemene expansie van het heelal. Deze ontdekkingen voegden een totaal nieuwe dimensie aan de astronomie toe en noopten tot verder onderzoek.

Al snel bleek de Hookertelecoop te klein te zijn voor dit onderzoek. Hale maakte daarom plannen voor de bouw van een 7,5 meter spiegeltelescoop. Hij zag al gauw van dit plan af, omdat de financiële pijn te groot zou zijn en er rezen enkele grote technische problemen. Hij handhaafde zijn plan, maar beperkte de spiegel diameter tot 'slechts' vijf meter. Na enig aandringen bij de Rockefeller Foundation kwam de laatstgenoemde met zes miljoen dollar over de brug. Dit bedrag was genoeg om de kijker te kunnen bouwen. In 1928 werd gestart met de bouwactiviteiten.



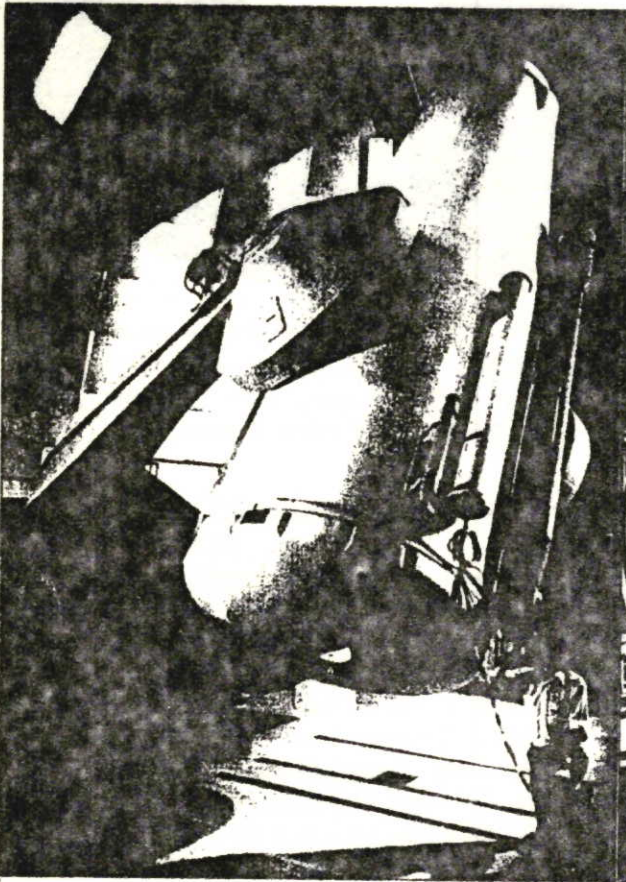
De vijf meter telescoop op Mount Palomar werd in 1948, tien jaar na de dood van George Hale, in gebruik genomen. Deze kijker was tot 1976 de grootste kijker ter wereld. De op dit moment grootste kijker staat in de Kaukasus in de Sovjet-Unie.

Hale nam de 56-jarige William Porter, architect, instrumentenmaker en amateurastronoom, in dienst, omdat Porter de ideale man was voor dit werk. Naast de duizenden tekeningen die hij maakte, wist hij vaak oplossingen voor bijna onoplosbare problemen te bedenken. Als lokatie werd Mount Palomar in het zuiden van Californië gekozen. Op Mount Palomar verrees een 48 meter hoge koepel met hierin een bijzonder type montering. Het was een dubbele vorkmontering, die in het zuiden op een as bevestigd was, maar in het noorden vast zat aan

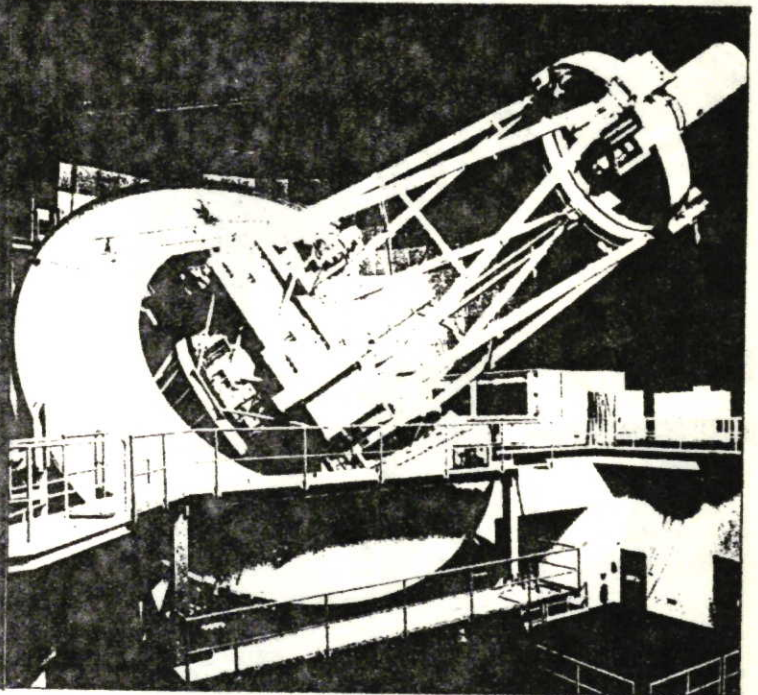
een groot hoefijzervormig deel. Deze montering had tot voordeel, dat de pool ook bekeken kon worden. Met de Hookertelecoop, die een normale dubbele vorkmontering had, was dit niet mogelijk. Oorspronkelijk wilde men de montering in zware kogellagers vatten, maar al gauw bleek dat er extreem sterke motoren nodig waren om de kijker te kunnen bewegen. Twee technici ontwikkelden een systeem, waarbij de assen en het hoefijzer op een zeer dunne olielfilm rusten. Dit systeem werkte zo goed dat de 500 ton zware kijker met één vinger bewogen kon worden. Hierdoor kon de kijker reeds met een aandrijving van een halve pk verzorgd worden. De oorspronkelijke plannen waren, dat de spiegel van kwarts gemaakt zou worden. De kosten zouden dan rond de 600.000 dollar liggen, wat veel te hoog was. Daarom werd de schijf van pyrex gemaakt. De glasschijf werd in december 1934 door Corning Glass Works gegoten. Na een afkoelingsperiode van tien maanden, werd hij naar Californië verscheept. Hier zorgde de firma Caltech voor het slijpproces. Het slijpen ging snel, maar het polijsten en paraboliseren duurde erg lang. Na een onderbreking van de werkzaamheden door de Tweede Wereldoorlog, kon de spiegel in november 1947, als de kroon op het werk, met de kijker verenigd worden. In juni 1948 volgde de officiële opening, waarbij de kijker naar de in 1938 overleden Hale genoemd werd. De kijker werd naar Hale genoemd, omdat hij de man was die verantwoordelijk was voor de start van een nieuw tijdperk: het tijdperk van de grote spiegelkijkers. In het jaar van de opening van de Haletelescoop werd op Mount Palomar een telescoop volgens het principe van de in Hamburg-Bergedorf werkzame opticiën Barnhard Schmidt (1879-1935), die het systeem in 1930 ontwikkelde, geïnstalleerd: een schmidt kijker met een opening van 126 centimeter. Dit kijkertype kenmerkt zich door een sferische spiegel en een grote correctielens. De kijker is alleen voor fotografisch werk geschikt. De gunstige eigenschappen van dit kijkertype zijn de enorme lichtsterkte, het zeer grote

beeldveld en het ontbreken van afbeeldingsfouten. Deze kijker werd gebruikt om objecten te selecteren, die in aanmerking kwamen voor onderzoek met de Haletelescoop. In de jaren vijftig werd de kijker gebruikt om de hele noordelijke sterrenhemel tot magnitude 21 op de gevoelige plaat vast te leggen. Recentelijk hebben de één meter schmidtkijker op het European Southern Observatory in Chili en de 1,2 meter schmidtkijker van het Anglo-Australian Observatory in Australië eenzelfde fotografisch overzicht van de zuidelijke sterrenhemel gemaakt.

met een spiegel diameter groter dan drie meter, werden op allerlei observatoria die gezegend zijn met goeie waarnemingsomstandigheden, gebouwd. De meest vooruitstrevende van dit gezelschap zijn de Multiple Mirror Telescope op Mount Hopkins, waar we zo meteen nog op terugkomen en de 3,9 meter AAT-telescoop op Siding Springs in Australië. Dit waarnemingsstation is een gezamenlijk Brits-Australisch project, waar verder ondermeer de Britse 1,2 meter schmidtkijker zijn onderdak vindt. De 3,9 meter telescoop bezit een zeer geavanceerd computersysteem en maakt gebruik van zeer hoogstaande waarnemingstechnieken, met als gevolg, dat resultaten verkregen worden, die zelfs door de vijf meter Haletelescoop niet meer verbeterd kunnen worden.



De 1,2 meter schmidtkijker van het Anglo-Australian Observatorium is ondermeer ingezet bij het fotografisch in kaart brengen van de zuidelijke sterrenhemel.



De 3,9 meter AAT-telescoop in Siding Springs is een computergestuurde telescoop. Foto's gemaakt met deze kijker kunnen zelfs niet meer door de 5 meter Haletelescoop verbeterd worden.

De grootste schmidttelescoop staat trouwens in Tautenburg in Oost-Duitsland en werd in 1960 in gebruik genomen. De vrije opening bedraagt 134 centimeter.

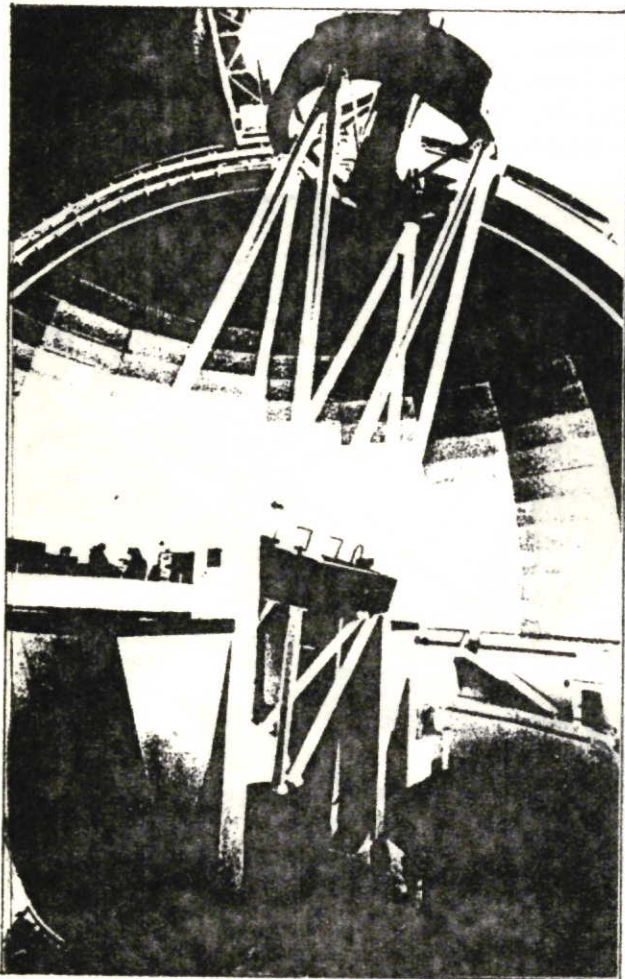
In de zeventiger jaren ontstond, voorafgegaan door de bouw van de drie meter Shanetelescoop bij het Lickobservatory in 1959, een ware bouw-hausse. Vele grote telescopen, waaronder tien exemplaren

nen worden.

Sinds 1976 is de Haletelescoop niet meer de grootste telescoop ter wereld. Toen kwam namelijk in het Russische dorp Zelenshukskaya de zes meter telescoop gereed. De kijker kenmerkt zich door een azimutale montering. Het nadeel hiervan is, dat het volgen moeilijker is dan bij de Haletelescoop, die immers wel een paral-

lactische montering heeft. Computers hebben dit probleem op kunnen lossen. Het grote voordeel van een azimutale montering was, dat zijn constructie eenvoudiger kon blijven, zodat de kosten niet te hoog opliepen.

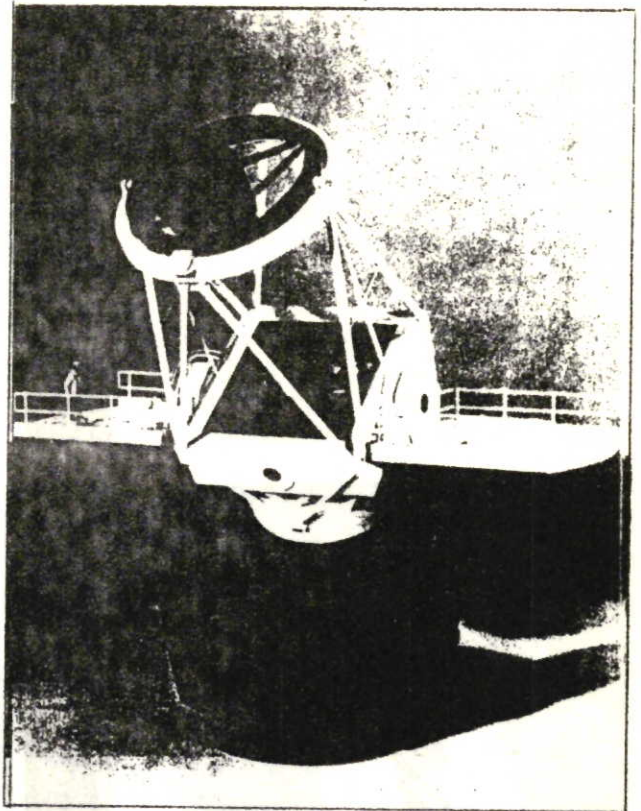
Ondanks de grote spiegel, levert de kijker niet de goede beelden die van zo'n gigant verwacht mogen worden. De spiegel is namelijk niet perfect. Hij buigt door onder zijn eigen gewicht en heeft slijpfouten. Een nieuwe spiegel is de oplossing voor dit probleem. Op dit moment is de Russische telescoop vrij waardeloos.



De Russische zes meter telescoop in het Kaukasusgebergte heeft een azimutale montering, die goedkoper is als een parallactische montering. Het nadeel van een azimutale montering is, dat het moeilijker volgen is.

De rol van Engeland als telescoopbouwer en telescoopeigenaar is opvallend. De Engelse firma Grubb Parsons is een gerenomeerde telescoopbouwer, die op dit moment een 4,2 meter telescoop, de 'William

Herschel Telescope' bouwt. Deze telescoop moet in 1986 op La Pal-



Een model van de 4,2 meter 'William Herschel Telescope, die in 1986 op La Palma gereed moet komen.

ma op de Canarische Eilanden geplaatst worden. Dit is overigens het laatste project voor Grubb Parsons. Na 1986 zal de firma zich geheel toeleggen op de produktie van buizen, waar het grootste gedeelte van de arbeiders van Grubb Parsons zich normaal al mee bezighoudt. De Engelsen beschikken over de grootste infraroodtelescoop ter wereld; de UKIRT met een 3,8 meter spiegel op Mauna Kea. Ook hebben ze samen met Australië de 3,9 meter kijker op Siding Springs, waar ook hun 1,2 meter Schmidt-telescoop opgesteld staat en de 2,5 meter 'Isaac Newton Telescope' op La Palma. Ondanks de relatief geringe grootte van Engeland beschikken de Britse astronomen over een imposant instrumentenpark.

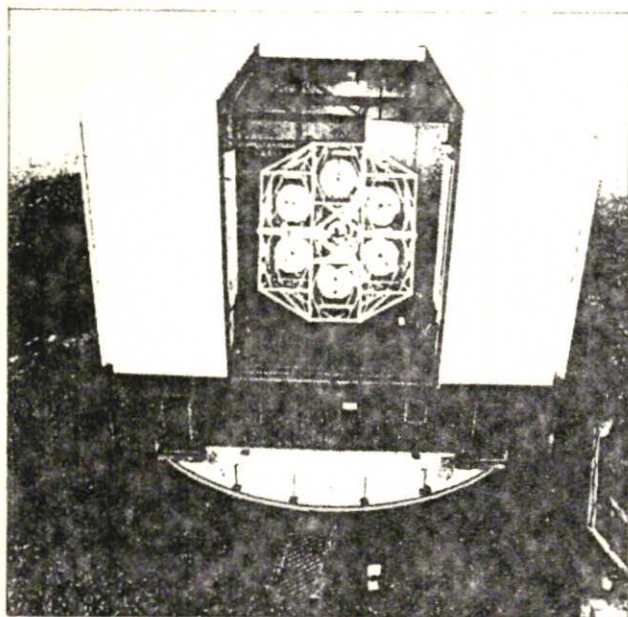
DE NIEUWE GENERATIE TELESCOPEN

Ondanks het feit, dat de laatste tijd een aantal grote kijkers in gebruik is genomen, is het einde nog niet in zicht. Op de Mauna Kea wil de universiteit van Californië een tien meter teles-

Naam Kijker	Naam Observatorium	Vestigingsplaats	Land	Diameter	Jaar
BTA	Special Astrophysical Observatory	Zelenshukskaya, Kaukasus	U.S.S.R.	6,05 meter	1976
Haletescoop	Mount Palomar Observatory	Mount Palomar, Californië	V.S.	5,10 meter	1948
MMT	Mount Hopkins Observatory	Mount Hopkins, Arizona	V.S.	4,40 meter	1979
	Cerro Tololo-American Observatory	Cerro Tololo	Chili	4,00 meter	1976
AAT	Anglo Australian Observatory	Siding Springs, New S. Wales	Austr.	3,90 meter	1973
Mayal Reflector	Kitt Peak National Observatory	Kitt Peak, Arizona	V.S.	3,80 meter	1973
UKIRT	Mauna Kea Observatory	Mauna Kea, Hawaii	V.S.	3,80 meter	1977
Cassegrain/Coudé tel.	European Southern Observatory	La Silla	Chili	3,60 meter	1977
CFH telescope	Mauna Kea Observatory	Mauna Kea, Hawaii	V.S.	3,60 meter	1979
	Duits-Spaanse Sterrewacht	Calar Alto	Spanje	3,50 meter	1984
Infrared Telescope	Mauna Kea Observatory	Mauna Kea, Hawaii	V.S.	3,00 meter	1979
Shane reflector	Lich Observatory	Mount Hamilton, Californië	V.S.	3,00 meter	1959
Ritchey-Chrétienrefl.	Mc. Donald Observatory	Mount Locke, Californië	V.S.	2,70 meter	1969
		?	Krimm	U.S.S.R.	2,60 meter
Du Pont telescope	Las Campanas Observatory	Las Campanas, La Serena	Chili	2,50 meter	1977
Hooker telescope	Mount Wilson Observatory	Mount Wilson, Californië	V.S.	2,50 meter	1917
Isaac Newton Telescope	La Palma	Muchachos, Canarische Eilanden	Spanje	2,50 meter	1985

coop, de nationaal samenwerkende sterrewachten van de VS hun 15 meter NNTT-telescoop en Japan hun geplande 7,2 meter telescoop plaatsen.

De universiteit van Texas gaat een 7,6 meter telescoop bouwen op de Davis Mountains in Texas, Groot-Brittannië maakt plannen voor een 17,6 meter telescope op La Palma, terwijl de ESO overweegt een 16 meter telescoop op La Silla in Chili te plaatsen. De kroon spant echter de Sowjet-Unie. Zij willen een 25 meter telescoop bouwen.....



De Multiple Mirror Telescope op Mount Hopkins in Arizona is een telescoop, bestaande uit zes computergestuurde 1,8 meter spiegels, die samen een 4,5 telescopspiegel simuleren.

Het zal wel duidelijk zijn, dat het bouwen van deze supergiganten niet eenvoudig is. De spiegel kan niet meer uit één stuk gemaakt worden, want hij zou dan veel te zwaar worden. Er zijn drie oplossingen voor dit probleem, namelijk een multiple mirror telescope, een gesegmenteerde spiegel en een optische interferometer.

De multiple mirror is een kijker, die meerdere spiegels in één houder bevat, die het licht allemaal naar hun eigen brandpunt weerkaatsen. Dit systeem is al beproefd. In 1979 werd op Mount Hopkins een kijker in gebruik genomen die zes spiegels bevat met elk een diameter van 1,8 meter. Samen leveren deze spiegels een beeld, waarvoor eigenlijk een 4,4 spiegel nodig zou zijn. De spiegels zijn niet van een massieve glasspiegel gemaakt, maar bestaan uit een 2,5 centimeter dikke boven- en onderplaat, gemaakt van kwarts, met daartussen een honingraatstructuur, eveneens van kwarts. De zes spiegels samen wegen 3.270 kilogram, terwijl een normale spiegel 30 ton zou wegen. De kijker heeft een azimutale montering, maar kan alleen in verticale lichting bewegen. Om bewegingen in horizontale richting uit te kunnen voeren, wordt eenvoudig het hele gebouw, waarin de kijker staat, rondgedraaid. Het gebouw heeft een hoogte van een flatgebouw met zes verdiepingen. De 15 meter NNTT-telescoop zal volgens hetzelfde principe

gebouwd worden en moet in 1992 gereed komen. De kosten van dit project bedragen 100 miljoen Dollar. De gesegmenteerde spiegeltelescoop heeft één grote hoofdspiegel, die uit meerdere stukken bestaat. De tien meter telescoop van de universiteit van Texas krijgt zo'n spiegel. Deze zal uit 36 zeshoekige segmenten met een diameter van 1,8 meter bestaan. De kijker zal ongeveer 75 miljoen dollar gaan kosten en moet in 1990 bedrijfsklaar zijn. Zo zal de optische sterrenkunde

een revolutie doormaken en niet alleen door deze supertelescopen. Met de in 1986 te lanceren Space Telescope, die wat betreft kosten de kroon spant (1,2 miljard dollar), zullen we voor het eerst het heelal ook zonder last van de atmosfeer kunnen onderzoeken. De geschiedenis van de optische astronomie is lang, vergeleken met waarnemingen op andere golflengten. Hierop zal in het volgende deel op teruggekomen worden.

Literatuur: Winkler Prins Encyclopedie, Elsevier

Zenit, juli/augustus 1978
december 1978
september 1980
november 1982
april 1984
februari 1985
maart 1985

Sky & Telescope, november 1970
oktober 1979
april 1981

Astronomy, mei 1982
december 1982

Ons Heelal, J. Muirden

The New Astronomy, Henbest en Marten

Volkscrant, 22 september 1984

De Ruimte, Van Wageningen

Moderne Sterrenkunde, Teleac

The Astronomical Almanac, 1981, 1983, 1984, 1985

Frank Hol



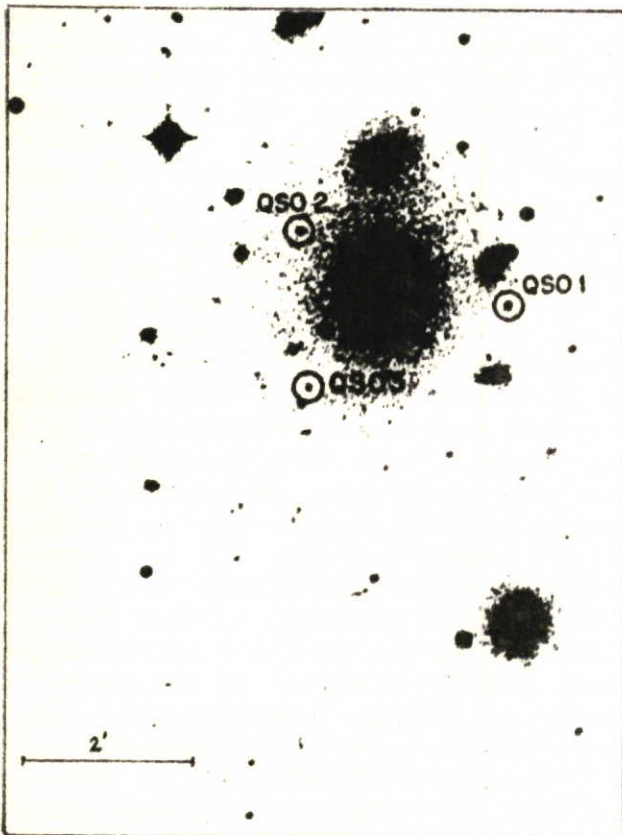
vereniging Landelijk Samenwerkende Volkssterrenwachten

Volkssterrenwacht Bussloo	Bussloo-Voorst
Volkssterrenwacht Corona Borealis	Velp
Volkssterrenwacht Drenthe	Emmercompascuum
Volkssterrenwacht Hercules	Heerlen
Volkssterrenwacht Philippus Lansbergen	Middelburg
Volkssterrenwacht Phoenix	Lochem
Volkssterrenwacht Rijswijk	Rijswijk
Volkssterrenwacht Saturnus	Heerhugowaard
Volkssterrenwacht Twente	Denekamp
Volkssterrenwacht Vesta	Oostzaan
Volkssterrenwacht Fryslân	Bergum



ZELDZAME QUASARCLUSTER BIJ NGC 3842

NGC 3842 is een van de grootste melkwegstelsels van de cluster A 1367. Deze cluster bevindt zich op een afstand van 65 Mpc en behoort tot de grote Comacluster. NGC 3842 heeft een helderheid van magnitude +13,5 en is met grote kijkers nog net zichtbaar. Bij een onderzoek, gedaan aan de cluster A 1367 met de Einstein-Röntgensatelliet, werden in 1983 twee puntvormige röntgenbronnen waargenomen, die later als quasars geïdentificeerd werden. De quasars worden nu aangeduid met QSO1 en QSO2. In 1984 kon nog een quasar aan dit rijtje toegevoegd worden. De drie quasars liggen alle drie binnen een straal van 73 boogseconden om NGC 3842.

OPTISCHE LICHTFLITSEN VAN GAB 0526-66

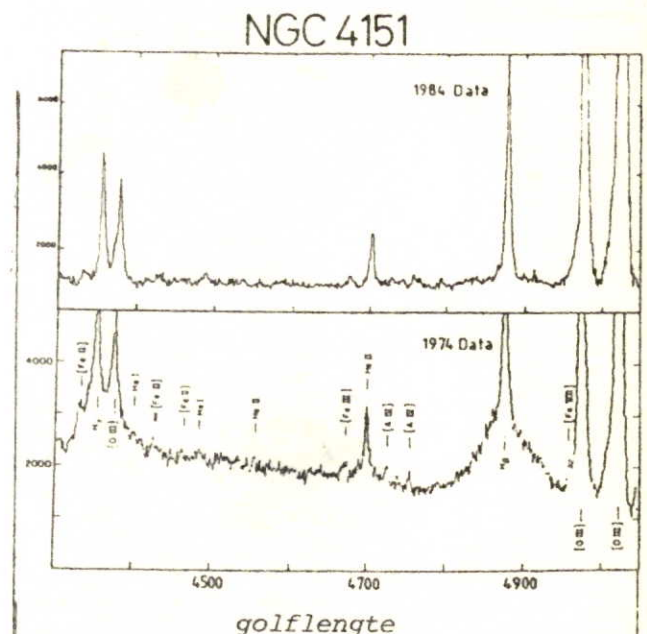
Van de gammabron GBS 0526-66 is bekend geworden, dat hij in het optisch bereik lichtflitsen uitzendt. Van oktober 1983 tot februari 1984 werd deze gammabron met een fotometer, gekoppeld aan de 50 cm telescoop van de ESO in Chili, bestudeerd. Gedurende de

waarnemingstijd van 910 uur werden drie optische flitsen met een tijdsduur van respectievelijk 90 msec., 60 msec. en 1700 msec. waargenomen. De visuele helderheid varieerde van magnitude acht tot tien. De gegevens van de fotometer moesten meerdere keren gecontroleerd worden, omdat er soms stoorfrequenties kunnen optreden door bijvoorbeeld meteorosporen of het inschakelen van de apparatuur. Na controle bleek dat het daadwerkelijk optische lichtflitsen waren, afkomstig van de gammabron. In de circulaire van de IAU (Internationale Astronomische Unie) werd opgeroepen tot gecoördineerd waarnemen van deze bron.

SPECTRAALVERANDERINGEN IN NGC 4151

Het spiraalstelsel NGC 4151 staat bekend als een typisch voorbeeld van een Seyfertstelsel van het type Sy I. Recente studies hebben aangetoond, dat het stelsel zich heeft ontwikkeld tot een stelsel van het type Sy II.

Dat Seyfertstelsels van het type Sy I zich na verloop van tijd verder kunnen ontwikkelen tot het



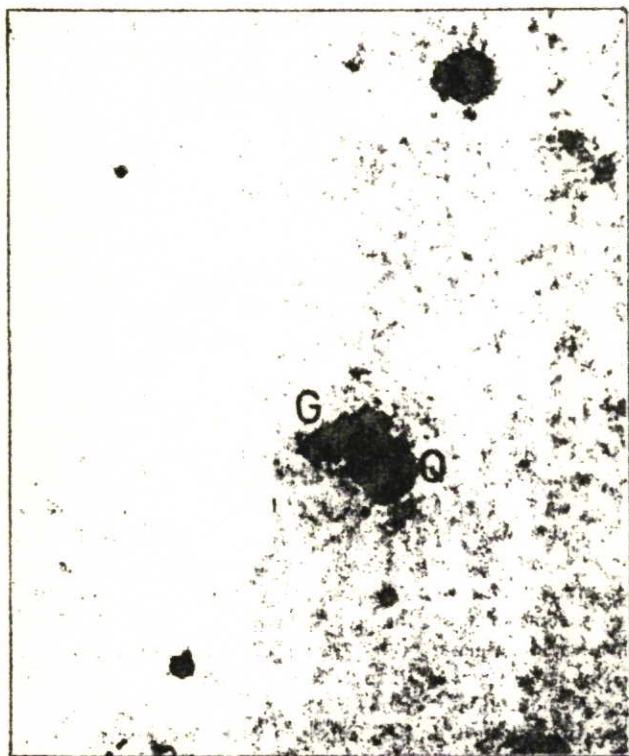
Wanneer een recent spectrum van NGC 4151 wordt vergeleken met een spectrum uit 1974, zal opvallen, dat in het oude spectrum verboden lijnen van zware elementen voorkomen en 'n verbreding van de Balmerlijnen van waterstof (de H β -lijnen). In het nieuwe spectrum zijn deze lijnen bijna allemaal verdwenen.

type Sy II, werd reeds in 1978 vermoed. Dit stelsel kent helderheidsvariaties. In 1974 had het stelsel een fotografische helderheid van magnitude 12,6. Na een minimum in 1980, volgde een korte stijging in 1982 en vanaf oktober 1983 een daling. Nu heeft het stelsel een helderheid van magnitude 13,5.

In 1984 werd door medewerkers van het Royal Greenwich Observatory een spectrum van het stelsel gemaakt in het primaire focus van de Isaak-Newtontelescoop op La Palma. Als men dit spectrum vergelijkt met die van 1974, valt vooral op dat de brede componenten van de Balmerlijnen van waterstof en het continuüm verdwijnen. Door het verzwakken van het continuüm zijn de H- en K-lijnen van calcium ook niet meer zichtbaar. Dit is een typisch kenmerk van een Seyfertstelsel van het type Sy II.

QUASAR EN MELKWEGSTELSEL ELKAARS BUUR?

Tijdens het speuren naar puntvormige bronnen vond Gerard Gilmore van het Royal Observatory te Edinburgh het object Q1114-2846.

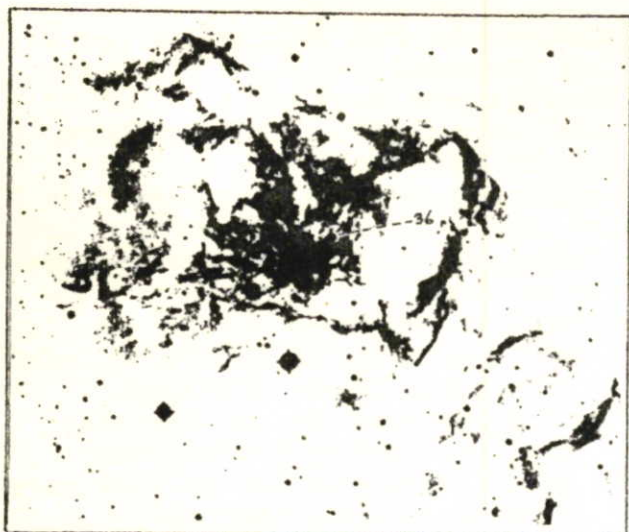


Opname van de quasar Q1114-2846 (Q) met het naburig sterrenstelsel (G). Noord is boven en oost is links. De opname is gereproduceerd uit het boek SERC J Sky Survey.

Deze quasar staat maar acht boogseconden van een zwak melkwegstelsel. Beide objecten hebben eenzelfde roodverschuiving van $z=0.007$. Dit duidt erop, dat beide objecten in elkaars nabijheid moeten staan. Hun afstand, verkregen uit de roodverschuiving bedraagt 15 Kpc. De absolute helderheid van de quasar bedraagt magnitude -18,5. Het melkwegstelsel vertoont ondanks de nabijheid van een quasar geen verhoogde activiteit van stervorming, terwijl dit normaal gesproken wel het geval moet zijn. Daarom veronderstelt men dat de afstand toch groter moet zijn dan het lijkt.

DE KRACHTEN IN DE LAGUNENEVEL

De Lagnunenevel in het sterrenbeeld Sagittarius is een van de mooiste en makkelijk te observeren objecten aan de hemel. De nevel is met een gewone verrekijker en zelfs met het blote oog aan de hemel zichtbaar. De gassen, waaruit de nevel bestaat, zijn neutrale en geïoniseerde waterstof. De nevel staat op een afstand van 65 lichtjaar en heeft een doorsnede van 6.000 lichtjaar. De nevel geeft licht, omdat het geïoniseerd ultraviolet licht, uitgestraald door de hete O en B sterren van de sterrenhoop NGC 6530, het gas van de nevel ioniseert. Deze open sterrenhoop ligt in de nevel ingebed. Twee bekende sterren van de sterrenhoop zijn 9 Sagittarii, met een helderheid van magnitude zes en Herschel 36. Complexe bewegingen van de geïoniseerde gaswolken, die de lagunevorm aannemen, duiden aan, dat deze vooruitgestuwd worden dan alleen maar de radiale stralingsdruk van de sterren in de sterrenhoop. Nieuwe waarnemingen, gedaan aan de nevel, uitgevoerd door Kenneth Elliot van de Birmingham Universiteit in Engeland en collega's uit Griekenland en West-Duitsland, werden vergeleken met schmidtplaten, gemaakt in het licht van enkelvoudig geïoniseerd zwavel. Met deze platen kunnen dan de grenzen tussen geïoniseerde en neutrale gassen aangetoond worden. Men tracht hiermee de radiale snelheden van de gassen rond de nevel te weten te komen. Hoe komen deze radiale snelheden



De Lagunenevel bestaat voornamelijk uit waterstofgas. De open sterrenhoop NGC 6530, die voornamelijk bestaat uit hete O- en B-sterren en waarvan de sterren Herschel 36 en Sagittarii 9 ook deel uitmaken, is ingebed in de Lagunenevel. De sterrenhoop ioniseert het waterstofgas, waardoor de nevel oplicht.

tot stand?

Een simpel antwoord zou kunnen zijn: een sferische bol van gas, opgewekt door de stellaire winden van de ster 9 Sagittarii of Herschel 36, maar dit antwoord komt helaas niet overeen met de gedane waarnemingen.

Een andere hypthese is een bipolaire uitvloeijing vanuit het gebied rond Herschel 36. De zandlopervorm suggereert al zo'n idee, maar spectroscopische snelheden bevestigen dit model in detail niet. Er wordt gesuggereerd, dat een krachtigere uitvloeijing vanuit Sagittarii 9 de zandloper zou kunnen vernietigen. Men is gedwongen te concluderen, dat hedendaagse waarnemingen aangetoond hebben, dat niet alle bijzonderheden, die te zien zijn in de nevel, door middel van een simpel model verklaard kunnen worden.

TWEE METEORIETINSLAGEN

Tot nu toe in de geschiedenis is nog niemand bij een meteorietinslag gedood, maar in de afgelopen maanden had het niet veel gescheeld.

Op 30 september 1984 zagen veel mensen van de stad Perth in Australië rond 10 uur 's morgens een briljante vuurbol. De helderheid ervan werd geschat op iets zwakker als de volle maan. Luide ont-



ploffingen werden gehoord. In Binningup Beach, ongeveer 80 kilometer verder naar het zuiden, hoorden twee zonnebaders een scherp gefluit, gevolgd door een luide plof ongeveer vier meter verwijderd van hun ligplaats. De meteoriet was nog te heet om aan te raken. Verder wordt vermoedt, dat het een van vele fragmenten is. Op een naburige plaats werd op hetzelfde moment ook luide ploffen gehoord, maar speuracties leverden niets op. Op 10 december, net na zonsondergang in de stad Statesboro in Georgia, werd een vuurbal waargenomen aan de gedeeltelijk bewolkte hemel en 25 kilometer verder zuidwaarts, in de buurt van de stad Claxton, stapte net Don Richardson uit zijn vrachtauto, toen met een luid gefluit, net als bij een mortiergranaat, een paar meter van hem vandaan een meteoriet insloeg en een brievenbus vernielde. De meteoriet sloeg een gat van 40 cm diepte.

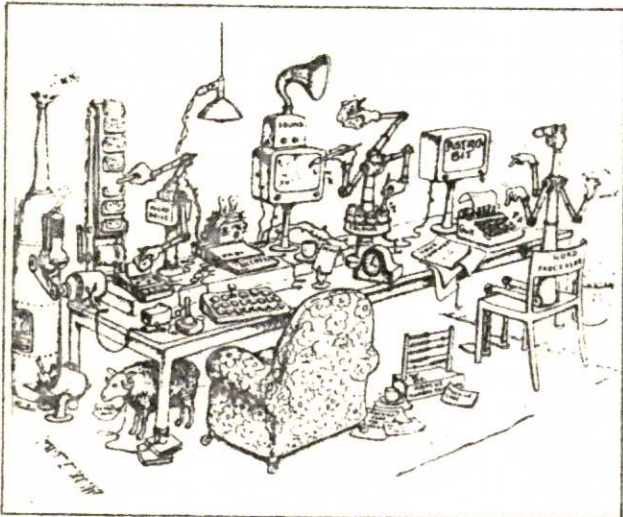
Trudie Souren-Van de Geijn
Ger Stoffer



ASTROBIT: PRECESSIE EN NUTATIE

INLEIDING

De Astrobit van deze maand behandelt de precessie en nutatie. In afzonderlijke alinea's zal worden uitgelegd, wat precessie en nutatie precies is en hoe beide verschijnselen veroorzaakt worden. Aan het einde van het artikel vindt U over elk thema een computerprogramma, die de grootte van deze verschijnselen berekenen met een tamelijk grote nauwkeurigheid, samen met een rekenvoorbeeld. Wanneer na het lezen van dit artikel nog vragen zijn, kunt U zich in verbinding stellen met het secretariaat of met de schrijver zelf.



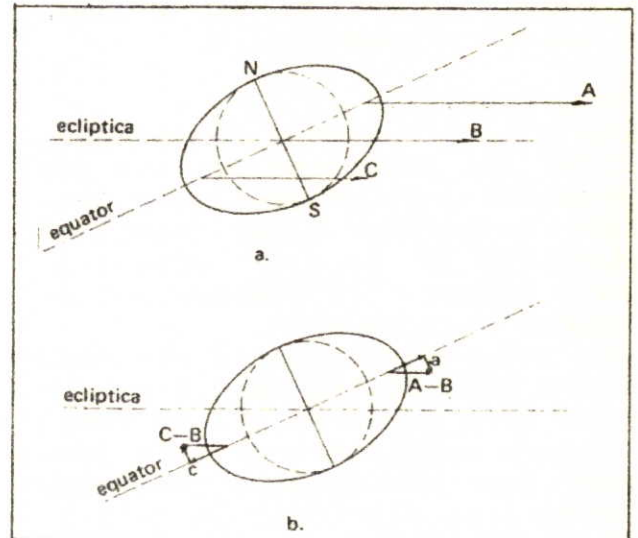
DE PRECESSIE

Doordat de aarde met een bepaalde snelheid rond haar eigen as draait, is zij niet precies rond maar een beetje afgeplat. Het beste is deze afplatting waarneembaar bij planeten met een snelle rotatie, zoals de planeet Jupiter. Door zijn snelle rotatie van ongeveer 9h30m is met een kleine kijker reeds de afplatting van het planeetschijfje te zien. Zoals eerder verteld is de aarde een afgeplatte sfeer.

De equatoriale straal is 21 kilometer korter dan de polaire straal. Het equatorvlak van de aarde maakt met het eclipticavlak een hoek van $23^{\circ}27'$. De zon en de maan oefenen een aantrekkingskracht uit op de aarde, die beide de equatoriale uitstulping van de

aardbol in het eclipticavlak willen trekken.

De vectoren A, B en C, waarbij deze vectoren de aantrekkingskracht van de zon en de maan voorstellen op respectievelijk het deel van de equatoriale uitstulping het dichtst bij de zon en de maan, het centrum van de aarde en het deel van de equatoriale uitstulping het verst van de zon en de maan afstaand. Wanneer we nu van de vectoren A en C de vector B aftrekken, zijn de vectoren A-B en C-B nagenoeg even groot, maar wel aan elkaar tegengesteld. Deze verschilvectoren kunnen we ontbinden in twee componenten; de een evenwijdig met de equator en de ander loodrecht hierop (a en c). De vectoren a en c trachten het equatorvlak van de aarde in het

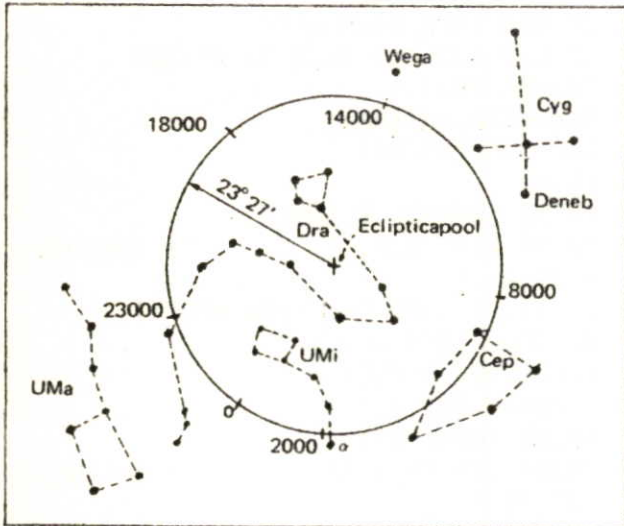


De aantrekkingskracht van zon en maan op de afgeplatte aarde. De afplatting is sterk overdreven.

eclipticavlak te trekken. Wanneer de aarde niet zou roteren, zou zij daadwerkelijk in het eclipticavlak 'vallen'. Dit wordt echter nooit bereikt, omdat de aarde rond haar eigen as draait.

Dit is te vergelijken met een bekend voorbeeld. Wanneer we een niet roterende tol schuin plaatsen, zal hij vallen. Een snel draaiende tol die schuin staat, zal met zijn rotatie-as een cirkelvormige beweging beschrijven. Dit wordt de 'precessiebeweging' genoemd. Door deze beweging verandert de richting van de aardas ten opzichte van de sterren. Een simpel rekensommetje toont

aan dat de aardas een cirkelvormige beweging beschrijft van $2 \times 23,5^\circ = 47^\circ$. Een volledige precessiebeweging van de hemelpool duurt ongeveer 26.000 jaar. Deze beweging heeft tot gevolg dat de posities van de sterren in de buurt van de hemelpool veranderen. Op dit moment ligt de hemelpool in de buurt van de ster Ursae Minor. In het jaar 2000 voor Christus lag de hemelpool bij α Draconis en in het jaar 14000 zal Wega dicht bij de hemelpool liggen.



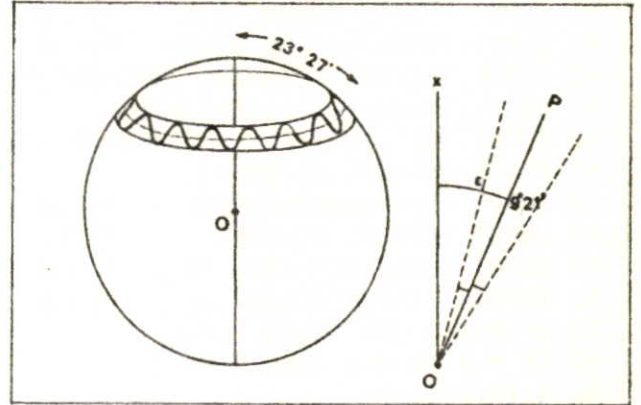
Door de aantrekkingskracht van zon en maan en de rotatie van de aarde beschrijft de rotatie-as een cirkelvormige beweging aan de hemel, waardoor de hemelpool in de loop van de eeuwen verandert.

Het zal nu wel duidelijk zijn, dat ook de rechte klimming en de declinatie van de sterren ook veranderen. Het lentepunt verschuift door de precessie heel langzaam achteruit langs de ecliptica, waardoor de rechte klimming zal toenemen. Deze verschuiving bedraagt $(360 \times 60 \times 60)'' / 26000$ jaar = $50''$ per jaar.

DE NUTATIE

We hebben tot nu toe aangenomen, dat de wederzijdse aantrekkingskracht van de zon op de aarde en van de maan op de aarde steeds constant blijft. Deze uitspraak is niet waar, want twee maal per jaar staat de zon in de ecliptica en in de equator, zodat de componenten a en c geen rotatie veroorzaken. Ook de maan zal twee maal per maand in het equatorvlak komen. Bovendien hebben we in een eerder artikel gezien,

dat de maan een helling van 5° maakt met de ecliptica en de knopen van de maanbaan met de ecliptica in een periode van 18,6 jaar achteruit schuiven.



Twee maal per jaar staat de zon op het punt, waar ecliptica en equator elkaar snijden. De componenten c en a veroorzaken dan geen rotatie. Er ontstaan dan kleine schommelingen in de precessiebeweging. Deze beweging noemt men de nutatie.

Al deze variaties veroorzaken een kleine beweging rond de cirkelvormige beweging van de precessie. Deze kleine beweging noemt men de nutatie.

PLANETAIRE PRECESSIE

Tot nu toe hebben we aangenomen, dat het vlak van de aardbaan onveranderlijk in de ruimte gericht blijft. Dit is niet het geval. Omdat de beweging van de aarde voortdurend gestoord wordt door andere planeten, zal het vlak van de aardbaan voortdurend gestoord worden. Hierdoor zal de positie van de eclipticapool veranderen. Deze beweging van de eclipticapool, die minder als een boogseconde bedraagt, wordt de planetaire precessie genoemd.

HET COMPUTERPROGRAMMA

Om het eenvoudig te houden, is er voor elk verschijnsel een apart computerprogramma gemaakt, maar met een beetje handigheid zijn beide programma's samen te voegen zodat maar een keer bepaalde waarden hoeven worden ingevoerd. Bij het programma voor de berekening van de precessie moeten twee waarden voor de eigenbeweging van sterren ingevoerd worden. Deze waarden kunt U vinden in diverse sterrencatalogie.

```

10 REM METHODE VAN NEWCOMB VOOR DE
    BEREKENING VAN DE PRECESSIE
20 REM
30 PRINT "♥"
40 INPUT "JAAR, MAAND, DAG "; Y,M,D
41 INPUT "NAAM VAN DE STER "; AS
42 INPUT "RECHTE KLIMMING 1950";RA,M1,S
43 RA=RA+(M1/60)+(S/3600)*15
44 INPUT "DECLINATIE 1950";DE,M1,S
45 DE=DE+(M1/60)+(S/3600)
46 INPUT "STANDAARD-EPOCHE "; Y0
47 INPUT "NIEUWE EPOCHE "; Y1
48 INPUT "EIGENBEWEGING RK "; PR
49 INPUT "EIGENBEWEGING DE "; PD
50 IF M=1 OR M=2 THEN Y=Y-1
60 IF M=1 OR M=2 THEN M=M+12
70 A=INT(Y/100)
80 B=2-A+INT(A/4)
90 C=INT(365.25*Y)
100 IF Y<0 THEN C=INT((365.25*Y)-.75):
    IF Y<0 THEN C=C+1
110 JD=C+INT(30.6001*(M+1))+D+1720994.5
120 IF (Y+.1015)>1582.1015 THEN JD=JD+B
125 R1=τ/180
130 K0=(2433282.423-2415020.0)/36524.21
    99
140 K1=(JD-2433282.423)/36524.2199
150 RA=RA+(((K1*100)*PR*15)/3600)
160 DE=DE+(((K1*100)*PD)/3600)
170 ZE=(((2304.250+(1.396*K0))*K1)+
    .302*K1*K1)+(.018*K1*K1*K1))/
    3600
180 TH=((ZE*3600)+(.791*K1*K1)+(.001*K1
    K1*K1))/3600
190 IO=(((2004.682-(.853*K0))*K1)-(.426
    *K1*K1)-(.042*K1*K1*K1))/3600
200 DE=DE*R1: RA=RA*R1: ZE=ZE*R1: IO=IO
    *R1
210 A=COS(DE)*SIN(RA+ZE)
220 B=(COS(IO)*COS(DE)*COS(RA+ZE))-(SIN
    (IO)*SIN(DE))
230 C=(SIN(IO)*COS(DE)*COS(RA+ZE))+COS
    (IO)*SIN(DE))
240 RA=ATN(A/B)*(180/τ)
250 IF B<0 THEN RA=RA+180
260 IF B>0 AND A<0 THEN RA=RA+360
265 RA=(RA+TH)/15
270 M=60*(RA-INT(RA))
280 S=60*(M-INT(M))
285 PRINT
290 PRINT "RECHTE KLIMMING"
295 PRINT Y1" (H,M,S) "; INT(RA)
    ;INT(M);S
300 DE=ATN(C/SQR(-C*C+1))*(180/τ):
    IF DE<0 THEN DE=DE+1
310 M=60*(DE-INT(DE))
320 S=60*(M-INT(M))
330 PRINT "DECLINATIE"
335 PRINT Y1" (D,M,S) "; INT(DE);
    INT(M);S

```

Rekenvoorbeeld precessie:

JAAR, MAAND, DAG	?	1978,11,13
NAAM VAN DE STER	?	θ PERSEI
RECHTE KLIMMING	1950 ?	2,40,46.276
DECLINATIE	1950 ?	+49,01,01.45
STANDAARD-EPOCHE	?	1950
NIEUWE EPOCHE	?	1978
EIGENBEWEGING RK	?	+ .0342
EIGENBEWEGING DE	?	- .083
RECHTE KLIMMING		
1978 (H,M,S)		2 42 44.8458848
DECLINATIE		
1978 (D,M,S)		+49 8 -24.3469727

Rekenvoorbeeld nutatie:

JAAR, MAAND, DAG	?	1978,11,13
UUR, MIN., SEC.,	?	4,34,0
JULIAANSE DATUM	?	2443825.69
T		.788656822
NUTATIE LENGTE	?	-3.37805591 ''
NUTATIE HELLING		
ECLIPTICA	?	-9.3211624 ''

```

10 REM NUTATIE IN LENGTE EN
    NUTATIE IN HELLING ECLIPTICA
20 REM
30 PRINT "♥"
37 INPUT "JAAR, MAAND, DAG"; Y,M,D
38 INPUT "UUR, MIN., SEC. "; HO,MI,SE
39 D=D+((HO+(MI/60)+(SE/3600))/24)
50 IF M=1 OR M=2 THEN Y=Y-1
60 IF M=1 OR M=2 THEN M=M+12
70 A=INT(Y/100)
80 B=2-A+INT(A/4)
90 C=INT(365.25*Y)
100 IF Y<0 THEN C=INT((365.25*Y)-.75);
    IF Y<0 THEN C=C+1
110 JD=C+INT(30.6001*(M+1))+D+1720994.5
120 IF (Y+.1015)>1582.1015 THEN JD=JD+B
130 PRINT "JULIAANSE DATUM "; JD
140 T=(JD-2415020.0)/36525
150 PRINT "T "; T
155 R1=τ/180
160 SI=.719953542-((5*T)+(.37261667*T))
    +(.000005772*T*T)+(.000000006*T*
    T*T)
165 SI=360*(SI-INT(SI))
170 L1=.751206011+(1366*T)+(.855231013*
    T)-(.000003147*T*T)
171 L1=L1+((.000000005*T*T*T):
    L1=360*(L1-INT(L1))
180 L=.77693522+(100*T)+(100*T)+(.00213
    5889*T)+(.000000840*T*T)
185 L=360*(L-INT(L))
190 M1=.8225128+(1325*T)+(.552358802*T)+
    (.000025533*T*T)
195 M1=M1+((.00000004*T*T*T):
    M1=360*(M1-INT(M1))
200 M=.995766203+(99*T)+(.997360548*T)-
    (.0000004167*T*T)
205 M=M-((.000000009*T*T*T):
    M=360*(M-INT(M))

210 L=L*R1: L1=L1*R1: M=M*R1: M1=M1*R1:
    SI=SI*R1
230 DIM A(13)
240 REM NUTATIE LENGTE
250 REM
260 A(1)=(17.2327+(.01737*T))*SIN(SI)
270 A(2)=(1.2729+(.00013*T))*SIN(2*L)
280 A(3)=.2088*SIN(2*SI)
290 A(4)=.2037*SIN(2*L1)
300 A(5)=(.1261-(.00031*T))*SIN(M)
310 A(6)=.0675*SIN(M1)
320 A(7)=(.0497-(.00012*T))*SIN((2*L)+M)
330 A(8)=.0342*SIN((2*L1)-SI)
340 A(9)=.0261*SIN((2*L1)+M1)
350 A(10)=.0214*SIN((2*L)-M)
360 A(11)=.0149*SIN((2*L)-(2*L1)+M1)
370 A(12)=.0124*SIN((2*L)-SI)
380 A(13)=.0114*SIN((2*L1)-M1)
390 NL=-A(1)-A(2)+A(3)-A(4)+A(5)+A(6)-
    A(7)-A(8)-A(9)-A(10)-A(11)+A(12)
    +A(13)

400 REM NUTATIE IN HELLING ECLIPTICA
405 REM
410 DIM B(9)
420 B(1)=(9.2100+(.00091*T))*COS(SI)
430 B(2)=(.5522-(.00029*T))*COS(2*L)
440 B(3)=.0904*COS(2*SI)
450 B(4)=.0884*COS(2*L1)
460 B(5)=.0216*COS((2*L)+M)
470 B(6)=.0183*COS((2*L1)-SI)
480 B(7)=.0113*COS((2*L1)+M1)
490 B(8)=.0093*COS((2*L)-M)
500 B(9)=.0066*COS((2*L)-SI)
510 NO=B(1)+B(2)-B(3)+B(4)+B(5)+B(6)+
    B(7)-B(8)-B(9)
520 PRINT "NUTATIE IN LENGTE "; NL""
530 PRINT "NUTATIE IN HELLING"
540 PRINT "ECLIPTICA "; NO""

```

Literatuur: *Astronomical Formulae For Calculators*,
 Jean Meeus
Algemene Sterrenkunde, Dertier e.a.

Ger Stoffer



**TECHNIEK
IN VRIJE TIJD**

MANIFESTATIE VAN TECHNISCHE
HOBBYS, MODELBOUW, MATERIALEN
EN GEREEDSCHAPPEN.

Û JAARBEURS-UTRECHT
do. 21 t/m zo. 24 maart 1985
Dagelijks van 10-18 uur

ADVERTENTIE

*Computers, modelbouwvliegtuigen,
-helicopters en -boten, telescopen
en vele andere vormen van vrije
tijdbesteding zijn samengebracht
op de tweejaarlijkse beurs
'Techniek in Vrije Tijd'.*



**TECHNIEK
IN VRIJE TIJD**

MANIFESTATIE VAN TECHNISCHE
HOBBYS, MODELBOUW, MATERIALEN
EN GEREEDSCHAPPEN.

Û JAARBEURS-UTRECHT
do. 21 t/m zo. 24 maart 1985
Dagelijks van 10-18 uur

SETI: HET ZOEKEN NAAR BUITENAARDS LEVEN

INLEIDING

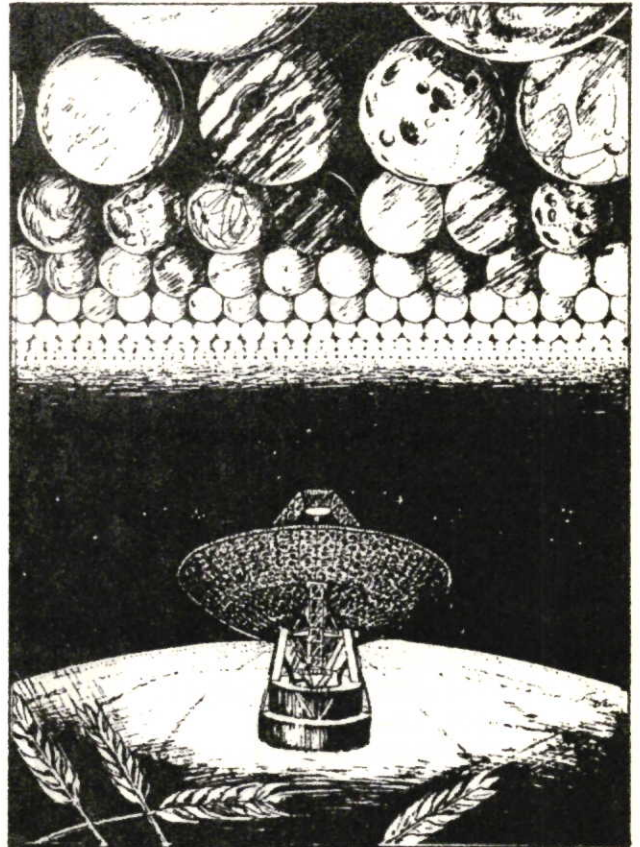
Bestaat er leven, in het bijzonder intelligent leven, in het heelal? Zeker nadat er met behulp van nieuwe technieken een planeet bij een andere ster is ontdekt, zal menig een deze vraag stellen. Men denkt vaak dat deze vraag pas actueel is geworden in de twintigste eeuw, de eeuw waarin de techniek zich zo explosief ontwikkeld heeft. Deze vraag houdt de mensheid echter al duizenden jaren bezig. Bijvoorbeeld in het jaar 400 voor Christus schreef de Griekse filosoof Metrodorus van Chios: 'Het strookt niet met de natuur dat in een groot veld slechts enkele korenaren bloeien en dat er in het eindeloze universum slechts een bewoonde wereld aanwezig zou zijn'. De Italiaanse monnik Giordano Bruno geloofde in een 'oneindig aantal' levendragende planeten. De kerk geloofde dit echter niet en men liet deze monnik in het jaar 1600 dan ook op de brandstapel verbranden. Een eeuw later suggereerde Christiaan Huygens verzoenend: 'Onleefbare planeten zijn onlogisch, verspillend en niet kenmerkend voor God, die voor alles een bestemming heeft'.

DE VERDERE ONTWIKKELING

Het echte zoeken naar buitenaards leven is echter pas in de twintigste eeuw op gang gekomen. In 1960 begon Frank Drake hiermee, door een radiotelescoop op de twee dichtstbijzijnde sterren, Tau Ceti en Epsilon Eridani, te richten. Zijn project, Ozma genaamd, was de eerste van een veertigtal radiodetectieopgingen, ondernomen door een zevental landen tijdens meer dan tienduizend waarnemingsuren.

Het grootste probleem van radio-waarnemingen is het kiezen van een frequentie uit een haast oneindig aantal mogelijkheden. In een klassieke publikatie uit 1959, argumenteerden Giuseppe Cocconi en Morrison dat andere beschavingen, als deze werkelijk

contact zochten, uit zouden zenden op frequenties die bekend verondersteld mogen worden bij technologisch hoogontwikkelde beschavingen. Zij stelden voor te



luisteren op de lijn van atomaire waterstof op een golflengte van 1.420 Gigahertz, de z.g. 21 cm-straling. Dit was toen de enige radiogolflengte die op dat moment bekend was. Het idee werd meteen afgenomen en heeft sindsdien het onderzoek gedomineerd. Een aantal wetenschappers heeft echter ook al een honderdtal andere frequenties gebruikt die sindsdien ontdekt zijn. De keuze van een geschikte frequentie, bandbreedte, polarisatie en objectdoelen, stelt de onderzoekers voor een complex probleem met veel variabelen. Desalniettemin, indrukwekkende technologische ontwikkelingen verruimen de mogelijkheden van radio-ontvangst met rasse schreden. Meerkanalige spectrumontleders maken het mogelijk gelijktijdig 65.000 afzonderlijke frequenties af te tasten. Hierbij onderzoeken ingewikkelde computers de hoeveelheid van radiostraling op ongewone signalen. De komende generatie spectrumontleders die nu in ontwikkeling zijn, zullen acht miljoen kanalen aankunnen.

DE WETENSCHAPPELIJKE AANVAARDING

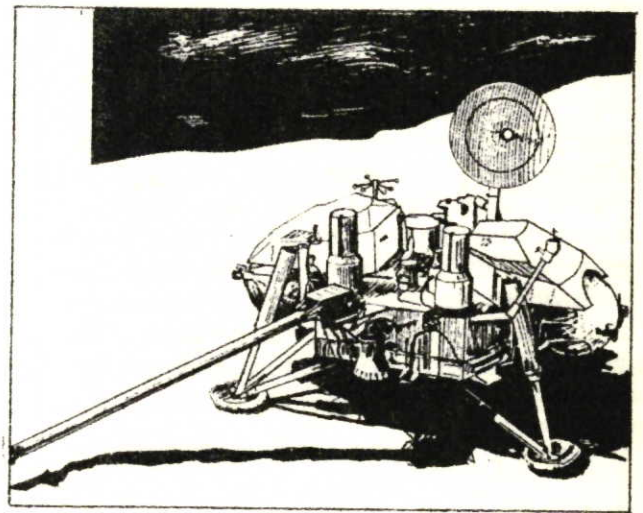
Het is nu een opwindende tijd om betrokken te zijn bij het zoeken naar buitenaardse intelligenties, het zogenaamde SETI project (Search for Extra-Terrestrial Intelligence). Gedurende vele jaren werden deze activiteiten argwanend gadeslagen door zowel het publiek alsook de wereld van de wetenschappers. Vaak werden de SETI-activiteiten in verband gebracht met UFO's en science fiction.

Pas vanaf 1980 is de formele acceptatie door vele instanties tot stand gekomen. Het eerste instituut dat officieel aanbevelingen heeft gedaan aan astrofysische en astronomische instanties die gekoppeld zijn aan het SETI-project, is de Amerikaanse National Academy of Sciences. Dit instituut heeft tevens ervoor gepleit 20 miljoen dollar toe te kennen voor dit doel in de komende tien jaar. De Russische wetenschappelijke Academie heeft dit voorbeeld een aantal jaren geleden gevolgd. In het fiscale jaar 1983 kende het Amerikaanse Congres NASA 1,5 miljoen dollar toe voor SETI-activiteiten. De internationale Astronomische Unie (IAU) erkende in 1982 ook dit gebied van astronomisch onderzoek en installeerde een nieuw werkgebied, de IAU Commissie 51, toegewijd aan het SETI-onderzoek van brede strekking. De taken van de Commissie 51 zijn het zoeken naar planeten bij andere sterren, het zoeken naar radiosignalen, afkomstig van buitenaardse intelligenties en studies naar tijdsperiodes, voorkomend op planeten in relatie tot de ontwikkeling van leven. Verder zal nog onderzoek verricht worden naar interstellaire biologische moleculen. Het eerste IAU-symposium over dit werkgebied heeft in juni 1984 plaatsgevonden.

DE ONDERZOEKSSTRATEGIEËN

Buitenaards leven moet in twee groepen verdeeld worden en wel in primitieve en in ontwikkelde levensvormen. Voor beide gevallen zullen verschillende onderzoeksstrategieën gevolgd moeten worden. Het primitieve leven op aarde is 3,5 tot 4 miljard jaar ge-

leden ontstaan, kort nadat er op de afgekoelde planeet oceanen waren ontstaan. De zee bleef meer dan 3 miljard jaar het exclusieve leefmilieu voor de eerste primitieve levensvormen op aarde. Het lijkt dan ook aanvaardbaar te veronderstellen dat dergelijke basislevensvormen in ons melkwegstelsel veelvuldig zullen voorkomen; zeker op planeten die overvloedig water bevatten.

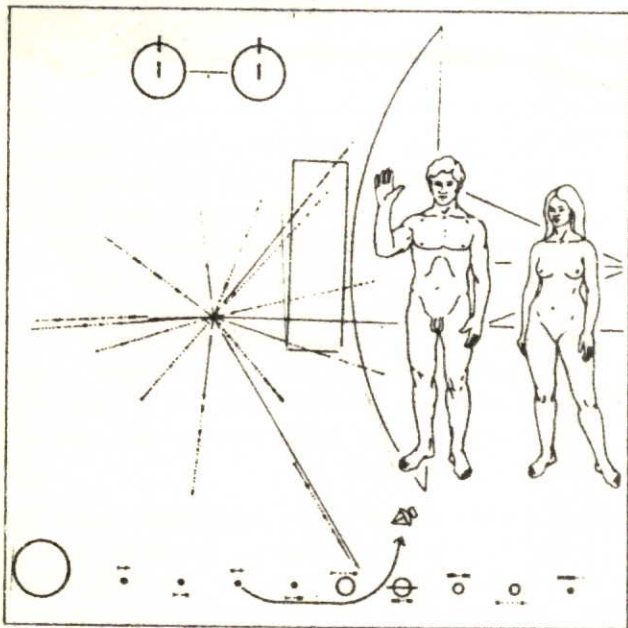


'Is er leven op Mars?'. Deze vraag heeft de wetenschappers jarenlang beziggehouden. Om een antwoorde op deze vraag te kunnen krijgen, hebben ze twee ruimtevaartuigen, de Viking I en II naar de planeet gestuurd, die geprogrammeerd waren voor het zoeken naar organische levensvormen. Tot nu toe zijn met dit project nog geen positieve resultaten verkregen.

In bodemonsters, genomen door de Vikinglander op Mars, heeft men geen aanwijzingen voor levensvormen gevonden. De aanwezigheid van leven op Mars kan echter niet volledig worden uitgesloten. Een andere wereld waar levensvormen mogelijk kunnen zijn is de Saturnusmaan Titan, die een atmosfeer van stikstof en methaan heeft, waarin organische verbindingen voorkomen.

Een andere kandidaat is de Jupitermaan Europa. Dit maantje heeft een over het hele oppervlak gescheurde ijskap, waaronder zich waarschijnlijk water kan bevinden. Hoewel de kansen niet groot zijn, zal onderzoek naar de chemische evolutie die de organische verbindingen in de Murchison meteoriet veroorzaakte, meer inzicht verschaffen in het ontstaan van

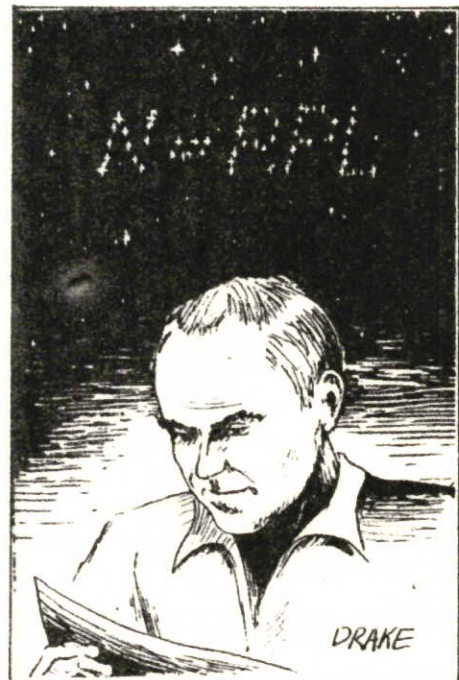
levensvormen. Ofschoon het nu nog niet tot de technische mogelijkheden behoort, zal het speuren naar primitief leven in andere zonnestelsels met behulp van spectroscopie gedaan kunnen worden. Het eerst zullen dan echter de planeten ontdekt moeten worden. De kans hierop is het grootst met telescopen in de ruimte. De strategie bij het zoeken naar ontwikkelde beschavingen is geheel anders, waarbij er van uitgegaan moet worden, dat zij ook bereid zijn tot communicatie. Het aantal buitenaardse beschavingen dat kan bestaan, is nog steeds een te beantwoorden vraag. Het feit dat de mens pas na 3,5 miljard jaar van trage en moeizame evolutie is ontstaan, doet vermoeden dat hoogontwikkelde beschavingen heel wat zeldzamer zullen zijn dan primitieve levensvormen. De reden hiervoor is



De ruimteschepen Pioneer 10 en 11, die ons zonnestelsel hebben verlaten, hebben aan boord een plaquette met een boodschap voor intelligente buitenaardse wezens

niet alleen, dat vele planeten de biologische evolutie slechts gedeeltelijk hebben doorlopen, maar vooral ook omdat op slechts weinig planeten, die primitieve levensvormen herbergen, het milieu geschikt is voor hoogontwikkelde levensvormen die zeer lange tijden nodig hebben voor hun evolutie. Een andere mogelijkheid is de relatief korte overlevingsduur van technische beschavingen, die misschien wel beperkt kunnen

blijven tot duizend jaar. Dit bijvoorbeeld als gevolg van de vele problemen die onze beschaving bedreigen, zoals overbevolking, het opraken van natuurlijke energiebronnen, voedseltekorten, milieuverontreiniging en niet te vergeten de totale vernietiging door een nucleaire oorlog. Exponentiële groei van de technische ontwikkeling kan de zelfgemaakte problemen explosief doen toenemen met een snelheid die een correctie onmogelijk maakt. Anderzijds moet het gemakkelijker zijn dergelijke beschavingen te ontdekken dan primitieve levensvormen, omdat deze grote hoeveelheden energie produceren, waardoor een bewijs voor hun bestaan geleverd kan worden. Onze aarde is door de vele televisie- en radionetwerken een sterke radiobron geworden. Andere beschavingen nabij dichtbijstaande sterren moeten in staat kunnen zijn deze signalen te ontvangen en te herkennen als horend bij een technische beschaving. Het aantal ontwikkelde beschavingen waarmee wij contact zouden kunnen leggen, wordt gewoonlijk geschat met een formule die Drake heeft samengesteld: $N=RPL$.



Hierin is R de verhouding, waarin nieuwe sterren in het melkwegstelsel ontstaan (ongeveer 20 per jaar). P staat voor de waarschijnlijkheid dat leven eventueel kan voorkomen op de planeten

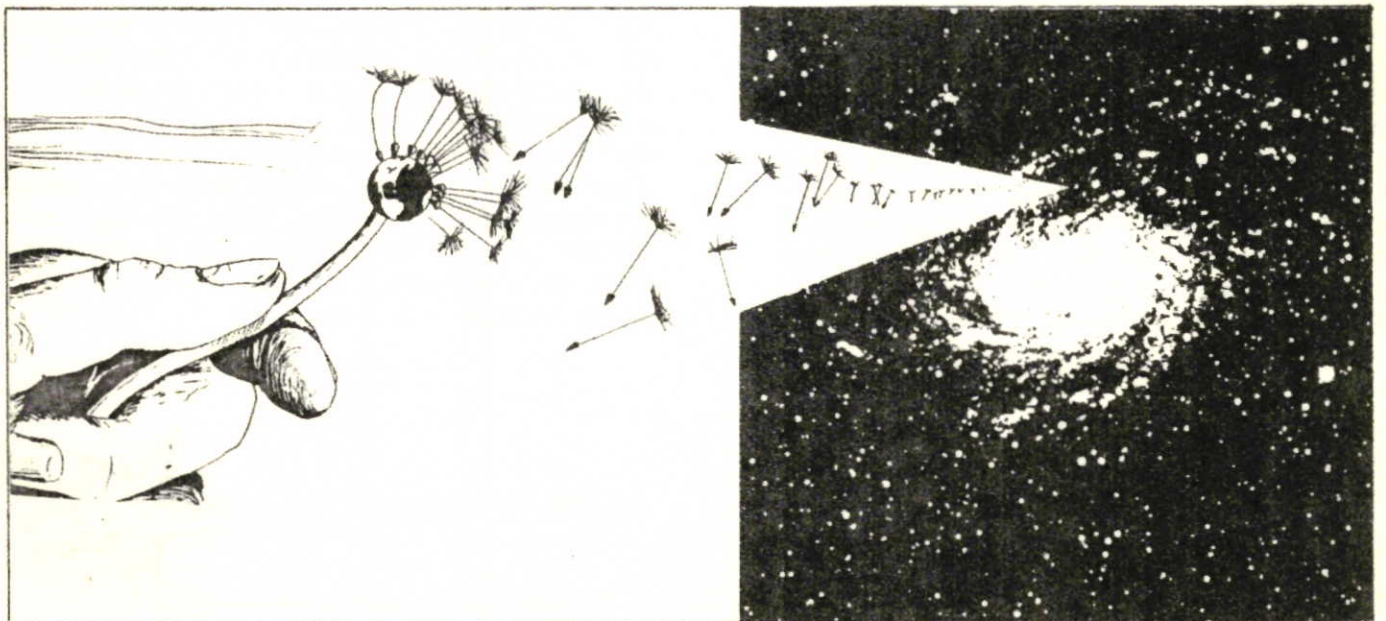
van een ster en L geeft de tijdsduur aan dat zulke beschavingen kunnen bestaan. P en L worden gewoonlijk verondersteld 0,01 en een miljoen jaar te zijn. Er zijn echter meningen dat deze waarden veel kleiner kunnen zijn. Door bovenstaande waarden in te vullen wordt N ongeveer 200.000. Dit is niet zoveel als men bedenkt dat ons melkwegstelsel miljarden sterren telt. In feite geeft dit resultaat aan, dat om een ster te vinden met een planeet, die een ontwikkelde beschaving herbergt, ruwweg een miljoen sterren onderzocht moeten worden. Hieruit blijkt wel dat het speuren naar buitenaards leven een zware en langdurige taak zal zijn. De intellectuele beloning is echter veel te groot om hieraan voorbij te gaan. Er zou een vergelijking gemaakt kunnen worden met een grote nationale loterij. De kosten voor de inleg zijn laag en de kans voor te winnen is zeer klein. Desondanks spelen miljoenen mensen mee vanwege de hoge prijzen.

DE GALACTISCHE KOLONISATIE

De vergelijking van Drake is gebaseerd op de veronderstelling dat elke beschaving het resultaat is van een biologische evolutie, zoals die ongeveer op de aarde heeft plaatsgevonden. Deze wezens zouden uiteindelijk het gehele zonnestelsel kunnen bevolken. Aangenomen wordt echter dat zij niet in staat zullen zijn andere zonnestelsels te kolonise-

ren. Deze belangrijke veronderstelling wordt gebaseerd op het feit dat de afstand tot buursterren zo'n vijf tot tien lichtjaar zal bedragen en dat een reis naar een andere ster dus bijna de helft van de leeftijd van de reizigers zal bedragen. Dit is iets wat nauwelijks te realiseren zal zijn.

Zulke ideeën zijn in het begin van de jaren zestig ontstaan en sindsdien wezenlijk veranderd. Het lijkt nu wel mogelijk dat delen van zo'n beschaving zouden kunnen kiezen voor een leven in zelfstandige, onafhankelijke kolonies, elk met honderden of duizenden bewoners. Dit is gebaseerd op studies van O'Neil en anderen die dit over een honderdtal jaren bij ons zelfs mogelijk achten. Dergelijke ruimtestations met onafhankelijke ruimtekolonies zouden gedurende meerdere generaties van ster naar ster kunnen reizen. Een ruimteschip dat zich slechts met 2 procent van de lichtsnelheid verplaatst, een snelheid die met kernreactoren haalbaar is, zal een afstand van tien lichtjaar in 500 jaar kunnen overbruggen. Als men aanneemt, dat voor het opzetten van zo'n ruimtestation 500 jaar nodig zijn, dan zal de 'koloniegolf' de kans maken op een reisafstand van één lichtjaar per eeuw. Een dergelijke expansie zou een geheel melkwegstelsel in minder dan tien miljoen jaar kunnen bevolken. Dit is een relatief korte periode op de kosmische tijd-



schaal. Het lijkt een natuurlijke tendens te zijn dat alle beschikbare ruimte bezet wordt met leven. Op aarde heeft het leven zich in de meest ongestuurd milieus, van de barre en kurkdroge valleien op Antarctica tot de hete vulkanische zwavelbronnen van de oceaan, weten te nestelen. Een kolonisatie van de ruimte lijkt dan ook mogelijk als technologische beschavingen lang genoeg kunnen bestaan om zich in de ruimte te kunnen handhaven. Er hoort nog een probleem bij de vergelijking van Drake. Als we de schatting aannemen, dat er in het melkwegstelsel zo'n 100.000 tot 1.000.000 samenlevingen aanwezig kunnen zijn, voorspelt de vergelijking dat gedurende de laatste vijf miljard jaar wel een miljard beschavingen gebloeid moeten hebben. Hoe zouden er echter zoveel beschavingen hebben kunnen bestaan zonder dat het hele melkwegstelsel bevolkt zou zijn? Uiteindelijk leidt dit concept van galactische kolonisatie tot twee extreme conclusies. De eerste is, dat kolonisatie niet voorgekomen is, omdat er geen beschavingen geweest zijn die lang genoeg bestaan hebben om ze te initiëren. In dit geval wordt N erg klein en zelfs één als wij er alleen zijn. We moeten ons dan wel afvragen wat er zo speciaal is aan onze planeet. Mogelijk is de waarschijnlijkheid op de evolutie van zo'n ontwikkelde beschaving zeer gering of de gemiddelde bestaansduur is erg kort. De kleine N maakt SETI tot een schijnbaar hopeloze taak. De tweede conclusie is dat de kolonisatie wel plaatsvond en dat vele sterren begeleid worden door bevolkte planeten. De grote N is net zo'n probleem, want dan moeten we ons afvragen: 'Waar zijn zij?'. Er zijn natuurlijk mensen die geloven in UFO's van buitenaardse beschavingen. Tot nu toe ontbreekt hiervoor echter elk be-

wijs en kunnen dit soort beschrijvingen niet serieus genomen worden. Zou het mogelijk zijn dat er in ons zonnestelsel een beschaafde kolonie aanwezig is die zich van ons afzijdig houdt? Zij zouden dan wezenlijk verder ontwikkeld moeten zijn dan wij en onze technologische en turbulente sociale structuur zou bij hen dan erg primitief overkomen.

HANTEREN WE DE GOEDE MANIER?

Blijkbaar is er een grote verscheidenheid van mening over de vraag hoe te zoeken naar andere beschavingen. Hoofdzakelijk omdat de aangenomen strategie gebaseerd is op hoe wij denken dat andere beschavingen zich zullen gedragen in een hen gegeven situatie. Zullen zij echt proberen contact te zoeken met verafgelegen beschavingen? Zo ja, van welke frequenties zullen ze dan gebruik maken? Zouden ze ook wel het melkwegstelsel koloniseren als ze over de technologische kennis beschikken? Al deze vragen vormen een enorm groot aantal thema's voor discussies, die bijdragen in de verbetering van de inzichten in dit complexe probleem. Deze discussies mogen het onderzoek echter niet stagneren noch uitstellen. Het punt is dat we voor het eerst in onze geschiedenis de beschikking hebben over de technologische kennis voor het onderzoek naar buitenaardse beschavingen. We staan voor een historische drempel. We hebben de technologische capaciteit, begaafde wetenschappers en de steun van de maatschappij. Wij zijn in staat de ramen van onze nietige planeet te openen en op zoek te gaan naar andere beschavingen. We begrijpen het universum niet slechts als een fysieke eenheid, maar ook als een zaaibed voor leven. Het is opwindend dat er nu onderzoek verricht kan worden naar de antwoorden op eeuwenoude vragen.

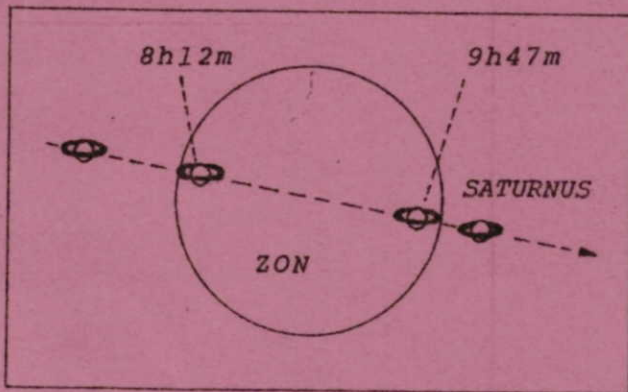
Literatuur: *Sky & Telescoop*,
juni 1984

André Wetzelaer



WAARNEMINGSKALENDER VOOR DE MAAND APRIL

1 april, vandaag vindt 's morgens vroeg een saturnusovergang plaats, waarbij de planeet Saturnus tussen de aarde en de zon door beweegt. Het verschijnsel vindt kort na zonsopgang plaats rond 7h52m. Wanneer het laatste gedeelte van Saturnus zich nog tegen de zonerand bevindt, is duidelijk de druppelvorm van het planeetschijfje zichtbaar. Rond 8h12m maakt het schijfje zich los van de rand en beweegt voor de zon langs. Dit fenomeen eindigt rond 9h47m. Tot slot nog een belangrijke hint voor de waarneming van dit fenomeen: *gebruik een goed zonnfilter om verblinding van de ogen te voorkomen!*



Alle tijden in MiddenEuropese Zomertijd: MEZT = UT + 2 uur
MEZT = MET + 1 uur

5 april, volle maan om 13h32m.
5 april, maan in perigeum om 20h; afstand 356.972 km (diameter 33'28").
8 april, vandaag zal de maan langs Saturnus trekken. De conjunctie zal om 10h plaatsvinden. Op het moment van de conjunctie staat de planeet 4° ten noorden van de maan. Bekijk de samenstand 's avonds.
12 april, laatste kwartier om 6h41m.
13 april, nu zal de maan langs Jupiter trekken. De dichtste nadering vindt overdag plaats en de maan beweegt dan 5° ten zuiden van de planeet langs.
18 april, de maan is om 1h in conjunctie met Venus, die inmiddels ochtendster is geworden. Het betreft hier een wijde samehstand van 10°. Bekijk de samenstand de ochtend ervoor of erna.
19 april, maan in apogeum om 19h; afstand 406.539 km (diameter 29'24").
20 april, nieuwe maan om 7h22m.
22 april, vandaag vindt het maximum

plaats van de Lyriden; een zwerm met een lage verschijningsfrequentie.
22 april, de maan trekt langs Mars. De samenstand vindt om 15h, dus overdag plaats. De planeet zal hierbij door de maan bedekt worden. De bedekking vindt plaats op 25° van de zon. Een flinke kijker en een zeer heldere hemel zijn noodzakelijk voor het waarnemen van dit fenomeen.
23 april, vandaag staan de vier jupitermaantjes alle ten westen van de planeet.
28 april, eerste kwartier om 6h25m.

Mercurius.

Op 3 april is de planeet in benedenconjunctie en is derhalve deze maand niet zichtbaar.

Venus.

Net als Mercurius is deze planeet op 3 april in benedenconjunctie en wordt enkele dagen erna aan de ochtendhemel zichtbaar. Na 12 april komt Venus al meer dan 1 uur voor de zon op.

Mars.

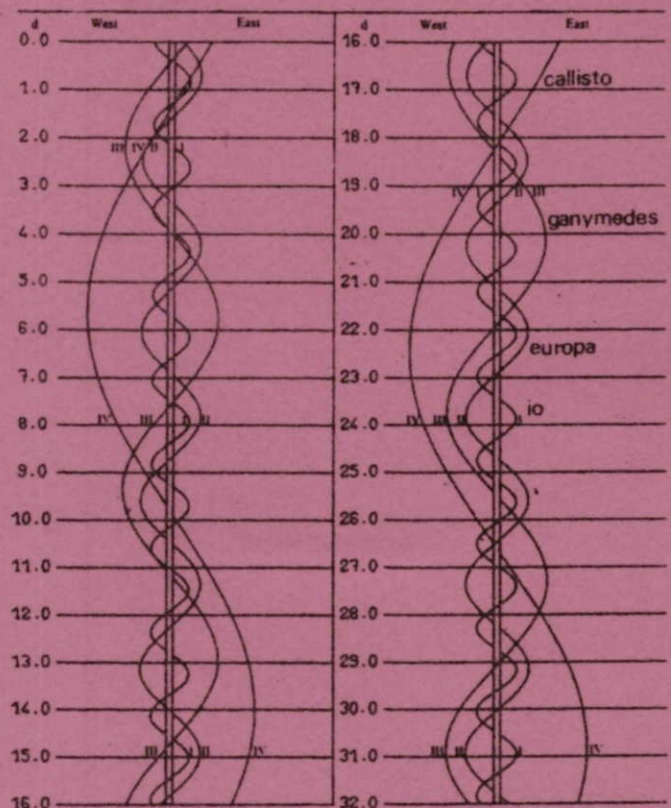
De planeet is 's avonds in het westen te zien, maar de zichtbaarheid neemt af. Op 22 april wordt hij door de maan bedekt.

Jupiter.

De planeet trekt deze maand door het sterrenbeeld Steenbok en krijgt eind april gezelschap van Venus.

Saturnus.

Saturnus wordt laat op de avond zichtbaar boven de oostelijke horizon en bevindt zich nog steeds in de sterrenbeeld Weegschaal.



VRIJE TIJD, MAAK ER WAT VAN!

Techniek in Vrije Tijd, duizenden hobbyisten hebben er al veel kennis opgedaan en veel plezier beleefd. Kijken, meedoen, discussiëren, informeren over uw hobby en die van anderen.

De manifestatie Techniek in Vrije Tijd is vernieuwd! Ook is het programma uitgebreid. Naast modelbouw, electronica, meteorologie, sterrenkunde, foto, film en video, is er ook meer dan ooit te zien op het gebied van materialen en gereedschappen. Als u wat van uw vrije tijd wilt maken bezoek dan eerst Techniek in Vrije Tijd!



TECHNIEK IN VRIJE TIJD


MANIFESTATIE VAN TECHNISCHE
HOBBY'S, MODELBOUW, MATERIALEN
EN GEREEDSCHAPPEN.

21 T/M 24 MAART 1985

Dagelijks van 10-18 uur. Entreprijs f 7.50 p.p.

Û JAARBEURS-UTRECHT

Inlichtingen: Koninklijke Nederlandse Jaarbeurs
Postbus 8500 - 3503 RM Utrecht,
Telefoon 030-955911. Telex 47132.

 Voordelige Trein-Toegangsbiljetten op
230 stations verkrijgbaar.

POLLUX --- POLAREX

Een zeer grote sortering astronomische telescopen, waaronder de hier afgebeelde 11,5 cm Pollux newton telescoop die geleverd wordt op volledige parallaxische montering, met oculairen 6 mm en 20 mm, zoeker, zonnefilter, zonnediafragma en barlowlens.

Maar ook:

Polarex telescopen.

Polarex en **Pollux** onderdelen zoals filters, oculairen. Telescoop bouwsets.

Polarex en **Pollux** prisma- en panoramakijkers.

Kyowa biologische en stereo mikroskopen.

Kyowa objectieven, oculairen donkerveld, polarisatiesets, object- en dekglases, kleurstoffen, immersieolie etc.



vindt U bij:



Polaris optische instrumenten
Nachtegaalstraat 76
3581 AM Utrecht
tel. 030-322569