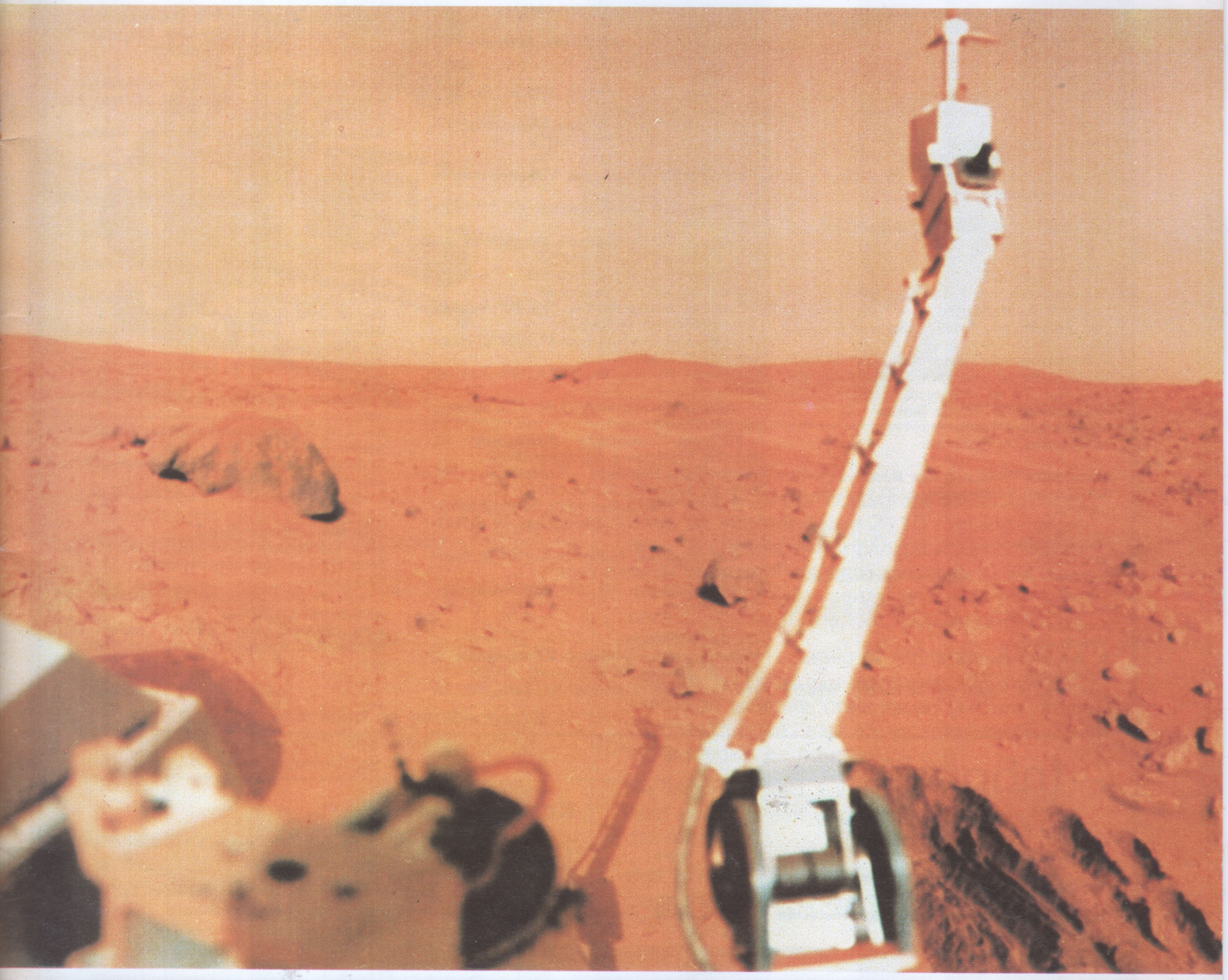
ZENIT 5

7e jaargang / mei 1980
Prijs: ƒ 5.50 / voor België 80 F

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



In dit nummer ondermeer:

Is er leven op Mars?

Zonnevlammen bespied

Nieuw planetarium

Namen en adressen

Nederland

Stichting 'De Koepel'
Voorzitter: Dr. T. de Groot
Sekretaris: Ir. D. de Hoop
Penningmeester: K. J. van Amerongen
Leden: J. A. de Rijk, B. van Sprang, Dr. P. J. Gathier en G. Schilling
Adres sekretariaat: Nachtegaalstraat 82-bis, 3581 AN Utrecht

Bureau 'De Koepel', Nachtegaalstraat 82-bis, 3581 AN Utrecht, telefoon 030-311360
Stafmedewerker: Drs. M. M. A. Drummen
Stafmedewerker: F. Reijmerink
Administrateur: H. G. M. Verstappen
Sekretaresse: mevrouw J. D. van Middelkoop-Alberts
Redactieadres ZENIT: Bureau 'De Koepel'

Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde
Voorzitter: E. K. Wubbena, Sekretaris: A. H. van der Brugge. Adres: Einsteinstraat 9, 2871 KW Schoonhoven. Penningmeester: S. J. Sampiemon. Leden: T. de Groot, H. R. A. Wessels, H. W. Verheijen, consul voor de afdelingen, W. F. Gielingh, B. W. M. van Sprang

Instrumentenkommissie:
Voorzitter: A. Mak
Sekretaris: A. Walrecht, Runmolen 33, 1833 GH Alkmaar, tel. 072-113559

Stichting Volkssterrenwacht Simon Stevin
Voorzitter: prof. dr. C. de Jager
Sekretaris: Dr. P. J. Gathier, Oosteinde 183, 2271 EE Voorburg
Penningmeester: K. J. van Amerongen
Leden: P. A. M. Sanders, J. A. F. de Rijk, drs. Chr. Titulaer, mr. P. van Vollenhoven

Volkssterrenwacht Simon Stevin, 4741 SK Hoeven N.B., Bovenstraat 89, telefoon 01659-2439
Directeur: Th. M. Vermeesch
Adj. directeur: R. H. van Battum
Medewerker: J. Jacobs
Medewerker: A. Edelbroek

Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart
Sekretariaat: Nachtegaalstraat 82-bis, 3581 AN Utrecht

Werkgroepen:
Meteoren
Secretaris: P. S. M. Nieskens, van Geerstraat 3, 2351 PL Leiderdorp
Sectie Beginners: J. v.d. Laan, W. Schuylenburglaan 23, 3571 SB Utrecht
Visuele sektie:
W. Boland, Damstraat 27, 3531 BR Utrecht
Veranderlijke Sterren
Sekretaris: H. Feijth, Oer de Feart 7, 9084 BP Goutum.
Weer-amateurs
Sekretaris: W. Brinksma, Strausslaan 436, 2551 NK Den Haag
Jongerenwerkgroep
Sekretaris: Charles Versnick, Dr. Lelylaan 5, 1271 LG Huizen
Bureau van de JWG: B. van Sprang, Prunuslaan 13, 2641 AW Pijnacker
Sterbedekkingen
Voorzitter/waarnemingsleider: D. Schmidt, Groen van Prinstererlaan 25, 1272 GB Huizen, tel. 02152-51982; secretaris: J. J. B. van Eijk van Voorthuijsen, Abel Tasmankade 9, 2014 AD Haarlem, tel. 023-241781
Kunstmanen
Sekretaris: G. A. Nehrstede, Rietvoorndaal 43, 2553 NJ 's-Gravenhage, tel. 070-230564
Kometen
Sekretaris: E. P. Bus, Oosterbadstraat 24, 9726 CL Groningen, tel. 050-134211
Instrumentenbouw
Groepsleider: H. G. J. Rutten, Boerenweg 32, 5944 EK Arcen
Fotografie
J. Gijsbers, Duizelseweg 14, 5521 AC Eersel
Algemene sterrenkunde
P. W. Jannink (secr.), François Mauriceweg 117, 3731 BB De Bilt, tel. 030-764270

Landelijke Samenwerkende Volkssterrenwachten
Voorzitter: J. B. Voet, Zuideinde 195, 1511 GD Oostzaan
Sekretaris: H. D. Cotterell, Peerdsbroek 45, 4824 BL Breda, tel. 076-410735
Penningmeester: B. Mastenbroek
Aangesloten volkssterrenwachten
– Bussloo, Bussloselaan 4, 7383 RP Bussloo, Voorst (Gld.) tel. 05716-577
– Copernicus, Overtonstraat 47, 2024 XJ Haarlem, tel. 023-253571
– Drenthe, Postbus 188, 7800 AD Emmen, tel. 05910-23662
– Hercules, Sittarderweg 149, 6412 CE Heerlen, tel. 045-721412
– Philippus Lansbergen, Herengracht 52, 4331 PX Middelburg, tel. 01180-11664
– Rijswijk, Petronella Voûtestraat 389, 2286 VB Rijswijk Z.H., tel. 070-931143
– Twentse Volkssterrenwacht, Mekkelhorsterstraat 45, 7591 NA Denekamp, tel. 05413-2223
– Saturnus, Frans Halsstraat 4, 1701 JL Heerhugowaard, tel. 02207-17323
– Vesta, Zuideinde 195, 1511 GD Oostzaan, tel. 02984-1468

Overige instellingen
Volkshogeschool Overcinge, Overcingelaan 5, 7971 RC Havelte, tel. 05214-1541 of 1407
Natuurmuseum Coenraad ter Kuile, M. H. Tromplaan 19, 7511 JJ Enschede, tel. 053-323409
Stichting Macro Centrum Amsterdam, Nieuwe Teertuinen 17, Postbus 9020, 1006 AA Amsterdam, tel. 020-866032
Stichting Amateur Astronomie Lochem, S.A.A.L. Volkssterrenwacht 'Phoenix'. Edwin Bennett (secr.) tel. 05730-1013.

België

V.V.S. Vereniging voor Sterrenkunde
Bestuur
Voorzitter: Dr. T. Dethier, Roosterstraat 6, 3510 Hasselt
Ondervoorzitter: Lic. J. Meeus, Heuvelstraat 31, 3071 Erps-Kwerps
Sekretaris: Dr. W. de Rop, Ringlaan 3, 1180 Brussel
Penningmeester: Dr. J. Denoyelle, Ringlaan 3, 1180 Brussel
Postrekening van de V.V.S.: 000-0484925-22
JVS-nationaal: p/a G. Speleers, Bergstraat 40, 8570 Anzegem (tel.: 056/688745)

Werkgroepen (adressen van de werkleiders)
Astrofotografie: D. Cardoen, M. Martens, Luc Vanhoeck, Violetstraat 13, 2670 Puurs
Kunstmanen: I. van den Broeck, Waarloossteenweg 35, 2570 Duffel
Meteoren: Lic. E. van den Broecke, Molenstraat 1-20, 9200 Wetteren
Planeten: A. A. Verschraegen, Einde Were 50, 9000 Gent
Ruimtevaart: Dr. E. Aerts, BIRA, Ringlaan 3, 1180 Brussel (tel. 02/3752462)
Sterbedekkingen: W. Verhaegen, Wegvoeringstraat 113, 9200 Wetteren
Veranderlijke Sterren: F. van Loo, Lierse steenweg 66, 2598 Itegem (tel. 015/246248)
Weerkunde: J. P. Degroof, Holsbecksesteenweg 10, 3200 Leuven (Kessel-Lo)
Zon: C. Vanderzande, Laurierstraat 18, 3500 Hasselt
Prometheus (strijd tegen de pseudowetenschappen):
Lic. J. M. Gantois, Pestalozzistraat 1, 2020 Antwerpen (tel. 031/379268)
Redactie Heelal en Hemelkalender en inlichtingen over klassieke hemelverschijnselen:
J. Meeus, Heuvestraat 31, 3071 Erps-Kwerps

Volkssterrenwachten België
Mira, Grimbergen bij Brussel, tel. 022-691280
Peter Plancius, Armentiersesteenweg 38, 8903 Voormezele
Urania, Mattheessenstraat 62, Hove bij Antwerpen, tel. 031-553422
Info COSMOS v.z.w. Cultureel Centrum, Gemeenteplein, Strombeek-Bever, 1820 Grimbergen.

Inhoud

174	**Is er leven op Mars?**	F. P. Israël
184	**SMM bespiedt zonnevlammen**	G. W. E. Beekman
186	**De RS Canum Venaticorumsterren**	J. H. H. M. Potters
190	**De chromosfeer boven de rustige zon**	W. v. Tend
192	**Intihnatana: een gromon?**	W. Buyze
194	**Ruimte-onderzoek en sterrekunde (2)**	W. de Graaff
198	**Nieuw planetarium in Apeldoorn**	G. W. E. Beekman
200	**Sterrenkunde in Oostenrijk**	B. Oudenaert
204	**De maan en de vloedbergen**	F. Verbunt
206	**Met passer en liniaal (4)**	B. Ernst
214	**De hemel in juni**	F. Reijmerink

Korte berichten

173	Zenitpost
183	Vervolg Zenitpost
189	Amateurs fotograferen: 'Vlucht langs aambeelden'
197	Nieuwe techniek voor zoeken naar supernovae
199	Weeramateurs controleerden weersverwachting op juistheid
199	Klimatologische gegevens februari (De Bilt)
203	Boekbesprekingen: *'UFO's en andere vreemde natuurverschijnselen'*, *'UFO's, mysterie of werkelijkheid'*, *Einstein: A Centenary Volume'* en *'Konstrukties in de hemelbol'*
205	Boekbespreking: *'Exploration of the Solar System'*
207	Op het spoor van planetoïden
208	Televisiesatellieten in opmars
209	Amateurs tekenen: Nevels boven de zuidelijke horizon
210	Werkgroep verslagen 1979
212	Vervolg Zenitpost
213	Meteorenacties in 1980
213	Amateurs fotograferen: Bui boven zee

ZENIT

Populair-wetenschappelijk maandblad over sterrenkunde, weerkunde, ruimtevaart, ruimte-onderzoek en aanverwante wetenschappen en technieken.
Verschijnt onder auspiciën van de Stichting De Koepel.
Aan het maandblad werken samen:
de Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde
de Stichting Volkssterrenwacht Simon Stevin
de Vereniging voor Sterrenkunde, Meteorologie, Geophysica en Aanverwante Wetenschappen in België.

Bureau:
Stichting De Koepel, Nachtegaalstraat 82 bis, Utrecht, tel. 030-311360, postgiro 3064700 t.n.v. Stichting de Koepel, Utrecht.

Redactie:
G. W. E. Beekman, hoofdredacteur, J. A. de Rijk; dr. W. de Rop; drs. B. Zwart. Adviseurs: drs. J. A. de Boer en dr. G. P. Können.

Druk:
Samsom-Sijthoff Grafische Bedrijven B.V.

Lay out: Freek Reijmerink.

Abonnementen:
Nederland en België:
f 53,00 per jaar, ingaande 1 januari.
Halfjaarlijkse abonnementen, *f* 28,00.
Abonnementen buitenland op aanvraag.
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 5,50 of 80 Bfr.

Kopij:
In getypte vorm, met dubbele regelafstand; 60 aanslagen per regel; elk vel papier aan slechts één zijde gebruikt.
Kopij Nederlandse auteurs zenden aan: Redactie Zenit, Nachtegaalstraat 82 bis, Utrecht.
Kopij Belgische auteurs zenden aan: Dr. W. de Rop, Ringlaan 3, 1180 Brussel.

Advertenties:
Intermedia bv postbus 371.
2400 AJ Alphen aan den Rijn
telefoon 01720-6 20 78

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

Zenitpost

Sissende vuurbollen

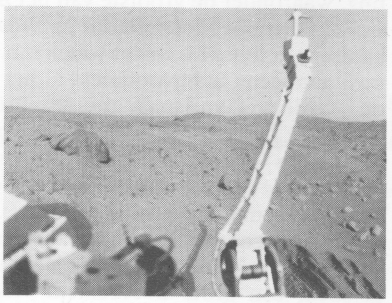
In Zenitpost, februari 1980, beschrijft de heer Bus het geluid dat hij tegelijk met een vuurbol hoorde. Op grond van het feit dat anderen in zijn omgeving het geluid *niet* waarnamen besloot hij dat het 'geluid' terug te voeren is op een psychische oorzaak. In zijn repliek gaat de heer Apeldoorn niet op dit kernpunt in, maar zegt hij 'dat men niet op de hoogte is van vele onderzoekingen' die aan dit soort geluiden zijn gedaan. Hoewel Apeldoorn zegt dat het voorbarig is dit verschijnsel aan psychische effekten toe te schrijven, wil ik gaarne melding maken van een soortgelijke waarneming door mijn vrouw en mij ruim 20 jaar geleden gedaan. We zagen toen vanuit Utrecht een zeer heldere vuurbol, die ook door vele anderen werd gezien. (De baan is later berekend en in de 'Meteoor' gepubliceerd.) Mijn vrouw hoorde 't ding duidelijk sissen en beschreef het geluid als dat gemaakt door vuurwerk. Onmiddellijk na de waarneming zei ze dat ze aanvankelijk ook dacht met een stuk vuurwerk te doen te hebben; ze associeerde deze visuele waarneming direkt met het gebruikelijke geluid van vuurpijlen. Ikzelf hoorde absoluut niets. *Deze* waarneming moet zonder twijfel een psychische oorzaak hebben. Wie zoiets onverwacht ziet en vaak vuurwerk gezien heeft, kan blijkbaar geluid horen ook als het er niet is.

Objektief gezien zegt zo'n waarneming nog niets over andere berichten over dergelijke waarnemingen, maar het geeft wel te denken over de realiteit van deze verschijnselen. Het is met dit soort waarnemingen als met vele soortgelijke waarnemingen, zoals die van de zg. UFO's en doorgaans gemaakt door (onervaren) leken en niet bevestigd door objektieve metingen. Het bewijs voor de realiteit is in het algemeen zwak of zelfs geheel niet gegrond, maar de verdedigers van de realiteit leggen de bewijslast op aan de skeptici en zeggen: 'bewijs maar eens dat het niet waar is'.
Maar zo werkt de wetenschap niet! Wie wil beweren dat een verschijnsel als deze sissende vuurbollen reëel is zou eens met een objektief bewijs moeten komen, zoals bijvoorbeeld een geluidsbandje. Tot zo lang moet men skeptisch zijn. Van een vuurbol op 100 km afstand bereikt het geluid ons pas na 5 minuten. Verschillende onderzoekers hebben geprobeerd mechanismen te bedenken waarbij een verstoring van de hoge aardatmosfeer elektromagnetische straling (die zich met lichtsnelheid voortbeweegt) zou teweegbrengen, die op grond-niveau lucht-verdichtingen en verdunningen met geluidsfrekwentie zou veroorzaken. Maar geen van deze pogingen is tot dusver geslaagd. Om verschillende redenen sta ik skeptisch tegenover de realiteit van dit verschijnsel.

C. de Jager (Utrecht)

Vervolg Zenitpost op pagina 183 en 212

Voorplaat



Opname van het Marsoppervlak gemaakt door een van de Vikinglanders. Deze Vikinglanders hebben een uitvoerige reeks biologische proeven uitgevoerd. Meer hierover in het artikel op pagina 174 e.v.

F. P. ISRAEL (Pasadena, USA)

Is er leven op Mars?

Twee Amerikaanse landingsvaartuigen, de Viking Landers 1 en 2 hebben een uitvoerige reeks biologische proeven op de planeet Mars uitgevoerd. Het lijkt er sterk op, dat de planeet levenloos is. Dit resultaat wettigt pessimisme aangaande de kans dat er elders in ons melkwegstelsel intelligent leven is. In dit artikel wordt ingegaan op de biologische proeven en hun resultaten. Het artikel verscheen eerder in *Intermediair.*

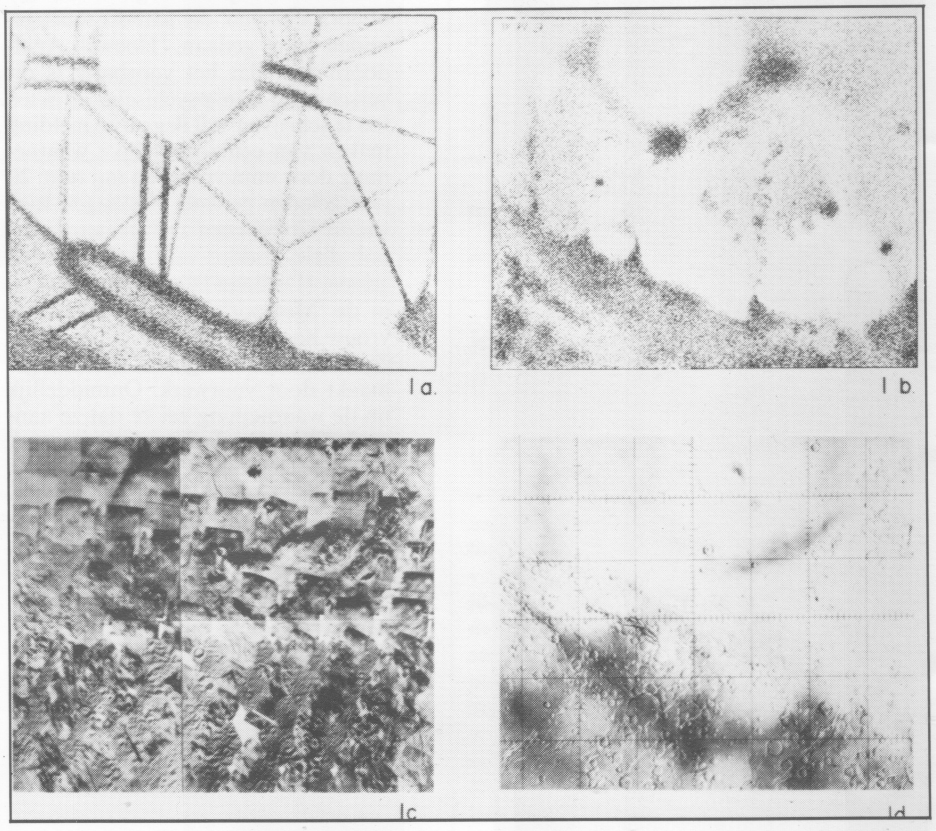


Fig. 1. Het raadsel der Marskanalen opgelost. Linksboven Marskanalen zoals geschetst door Schiaparelli. Rechtsboven hetzelfde deel van Mars (Elysium Planitia) zoals gezien door Antoniadi, enkele tientallen jaren later met een grotere kijker. Linksonder het gebied, zoals gezien door de Mariner 9 en rechtsonder de huidige Marskaart van de U.S. Geological Survey (ontleend aan Icarus, met dank aan Carl Sagan).

Ruim een eeuw lang heeft de vraag of de planeet Mars bewoond is, hetzij door intelligente wezens, hetzij door korstmossen, de mensheid in spanning gehouden. Van alle planeten in het zonnestelsel lijkt Mars het meest op de Aarde. Toen Schiaparelli in 1877 en 1881 voor het eerst 'kanalen' op Mars waarnam was dat voor velen het bewijs dat intelligente wezens op de planeet gigantische ingenieurswerken hadden aangelegd. Zo kon Lowell in 1895 schrijven: 'Dat Mars bewoond lijkt te zijn is niet het laatste, maar het eerste woord over deze zaak. Van meer belang dan alleen het feit van het bestaan van levende wezens daar, is de vraag hoe zij er uit mogen zien.' Vijftig jaar later was er van Marsbewoners geen sprake meer; de 'kanalen' waren ontmaskerd als voornamelijk gezichtsbedrog (fig. 1). Wel hielden sommigen nog de mogelijkheid open dat er op Mars plantengroei was, op zijn minst leven in de vorm van korstmossen. Als aanwijzing hiervoor voerde men aan de waarneming van regelmatig met de seizoenswisselingen optredende kleurveranderingen op het oppervlak van Mars.

In 1964 en 1969 vlogen de Amerikaanse ruimtevoertuigen de Mariners 4, 6 en 7 langs Mars. De door hen overgeseinde beelden maakten aan de laatste optimistische verwachtingen een einde. Zij toonden een troosteloze planeet, overdekt met inslagkraters en met een oppervlak waar in miljarden jaren niets veranderd leek te zijn. De opzienbarende ontdekkingen van de Mariner 9 in 1971 wijzigden dit beeld echter drastisch. Dit voertuig werd in een baan om Mars gebracht en fotografeerde, in tegensteling tot zijn voorgangers, vrijwel het gehele oppervlak van de planeet. Het bleek nu, dat naast de eerder gefotografeerde kraterlandschappen ook andere landschapsvormen voorkwamen op delen van Mars die nog niet eerder gezien waren. Het nieuw ontdekte deel bleek een der grootste breukvalleien in het zonnestelsel te bevatten (op de planeet Venus is zojuist een grotere ontdekt), ruim een dozijn vulkanen van ongekende afmeting, waaronder de grootste van het zonnestelsel Olympus Mons (figuur 2). Waar vulkanische activiteit is, moet water zijn. Naar men aanneemt is bijvoorbeeld al het water op Aarde via vulkanen uit de aardkorst gekomen. Inderdaad ontdekte men op Mars vervolgens ook verschillende stroombeddingen, die vrijwel zeker door vloeibaar water gevormd moeten zijn (figuur 3). Hoewel er op dit ogenblik weinig water op Mars te bespeuren is, moet er, zelfs niet al te lang geleden, een grote hoeveelheid vloeibaar water geweest zijn. Waar is dat water gebleven? Een deel kan aan de dampkring ontsnapt zijn, en dus voor Mars verloren gegaan zijn. De aanwijzingen dat er op dit moment nog vrij veel water op Mars opgeslagen is in de permanente zuidelijke poolkap, en in de vorm van permafrost in de bodem, zijn echter vrij sterk.

Nu herleefde bij velen de hoop dat naast de Aarde de planeet Mars misschien toch levensvormen zou herbergen, zij het misschien alleen maar micro-organismen. Per slot van rekening ligt de planeet juist op de grens van het gebied rond de Zon waar aardse levensvormen zich nog juist zouden kunnen handhaven, en waar water is heeft leven een kans. En volgens de optimistische opvatting ontstaat leven overal daar waar het een kans krijgt. Zelfs al zou in een vroeger stadium gevormd leven op dit ogenblik niet floreren, dan nog zou het in 'slapende' toestand aanwezig kunnen zijn.

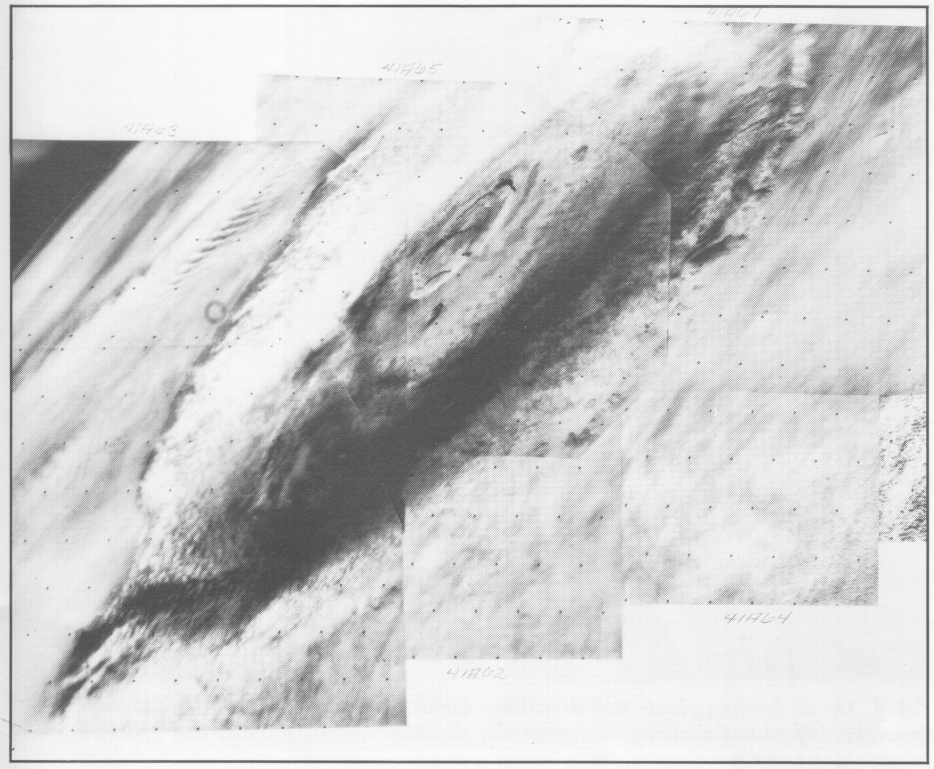


Fig. 2. De bekraterde top van de 25 kilometer hoge vulkaan Olympus Mons steekt boven het wolkendek uit. De wolkenlaag hangt op19 km hoogte. De kraterstructuur op de top is een meervoudige caldera. Net zoals aardse vulkanen (Kilimanjaro bijv.) is Olympus Mons vaak omgeven door wolken van ijsdeeltjes. Deze wolken kunnen vaak vanaf de Aarde gezien worden. Let ook op de horizontale structuren in de dampkring, linksboven op de foto, die door de Viking Orbiter 1 op 31 juli 1976 werd gemaakt vanaf 8000 km afstand. (Deze en volgende foto's: NASA-JPL).

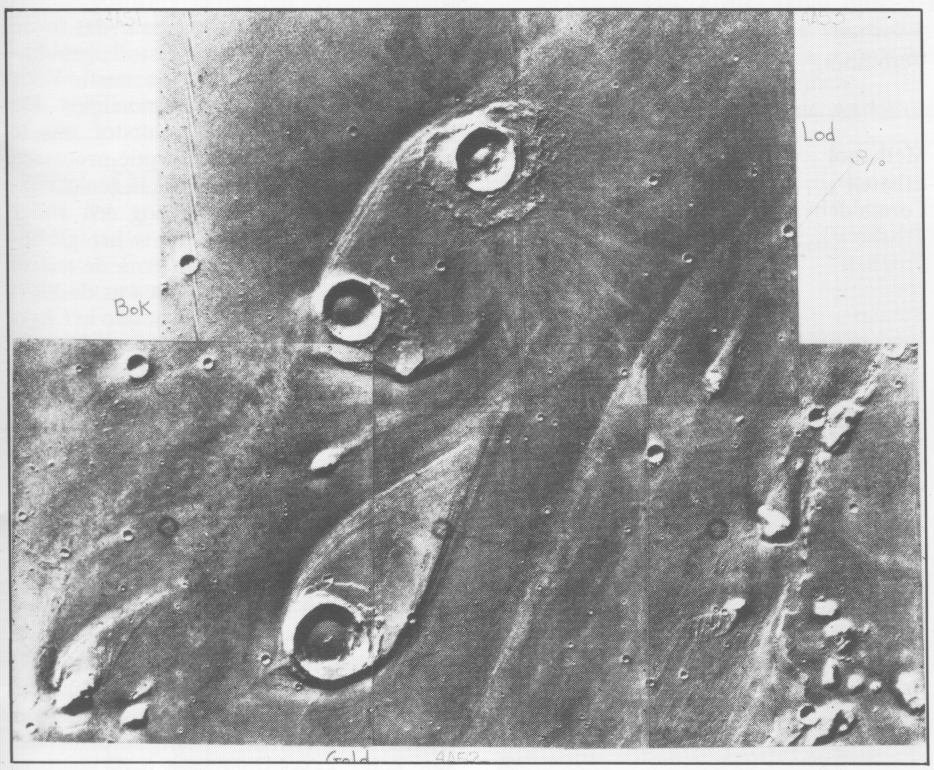


Fig. 3. Het hier afgebeelde gebied maakt deel uit van Chryse Planitia en ligt ten oosten van de landingsplaats van de Viking 1. De opname werd op 23 juni 1976 door de Viking Orbiter 1 gemaakt en toont duidelijk de sporen van een vroegere waterloop. Achter obstakels als kraterwallen zijn 'eilanden' te zien. De 'oever' van de waterloop is linksonder te zien. Deze, en verschillende andere opnamen bewijzen dat er vroeger op Mars vrij veel water geweest moet zijn, en dat toen ook de dampkring aanzienlijk dichter geweest moet zijn dan hij nu is. De geringe dichtheid van kraters in het stroombed toont aan dat dit Marslandschap betrekkelijk jong is.

Tegen deze achtergrond zond de NASA in 1975 twee ruimtevoertuigen naar Mars, welke op respectievelijk 20 juli en 3 september 1976 aankwamen. Van beide bleef een deel, de Viking Orbiters, om de planeet wentelen, terwijl een ander deel, de Viking Landers, een zachte landing op het oppervlak uitvoerden. De eerste resultaten werden in de zomer van 1977 bekend gemaakt, maar belangrijke nieuwe conclusies konden in januari 1979 nog steeds getrokken worden op het Tweede Internationale Colloquium over Mars (gehouden op het California Institute of Technology te Pasadena). De oorzaak daarvan lag in het onverwachte karakter van de resultaten van het biologisch onderzoek van Mars.

Geland op mars

De beide Viking Landers kwamen neer in gebieden die sterk op Aardse woestijnen lijken, hoewel er onderlinge verschillen zijn. De beelden tonen een golvend landschap met zandduinen en veel keien van verschillende afmetingen. Er is geen spoor van leven te zien: geen plantengroei, en geen voetsporen. Hoewel de camera's bestaan uit een systeem dat betrekkelijk langzaam een televisiebuis aftast, en men daarom geen bewegende objekten verwachtte te zien, kan men wel veranderingen tussen het ene beeld en het andere zien. De enige opmerkelijke dingen die men gezien heeft zijn de letter 'B' op een rots in Chryse Planitia (de landingsplaats van de Viking Lander 1), een kleine zandverschuiving en de vorming van plekken watersneeuw in de winter. Ook de samenstelling van de Martiaanse dampkring is niet hoopgevend: geen van de stoffen die op Aarde de aanwezigheid van levensvormen signaleren is aanwezig (zie Tabel 1).

Er is nu op Mars nergens vloeibaar water: de luchtdruk is te laag. Om in vloeibare vorm te kunnen bestaan heeft water een partiële druk van 6,1 millibar nodig; op Mars is de hoogst gemeten waarde 0,05 millibar. Wanneer alle waterdamp in de Marsatmosfeer zou kunnen neerslaan, dan zouden we op het zomerhalfrond een 'oceaan' van 0,075 millimeter diepte aantreffen, en op het winterhalfrond een van 0,005 millimeter. Mars is dus een kurkdroog oord.

Tabel 1. Dampkringen van Aarde en Mars

Gas	Aarde	Mars
	(Volume procenten)	
N_2	78	2,6
CO_2	$\langle$0,1	95
O_2	21	0,15
CO	$\langle$0,1	~0,1
AR	0,9	1,6
Druk (mbar)	1000	7,5

Levenloze Bodem

Op beide landingsplaatsen werden twee monsters, dus vier bodemmonsters in totaal, met de massaspectrometer onderzocht. Een der bodemmonsters werd onder een steen genomen. Bij voorgaande proeven met hetzelfde instrument (maar in de meest levenloze omgeving op Aarde: Antarctica) had men grote aantallen organische verbindingen gevonden, voornamelijk afkomstig van de resten van dode organismen. In de vier bodemmonsters van Mars werden, op een aantal aardse verontreinigingen na, in het geheel geen organische verbindingen gevonden (zie Tabel 2). Dat is vreemd: zelfs als er op Mars nooit organische stoffen gevormd zijn, of als eventueel gevormde stoffen weer afgebroken zijn, dan nog had men verwacht in de bodem de organische verbindingen te vinden die daar dagelijks (net als op alle andere planeten) door koolstof-meteorieten worden gebracht. Het gaat hierbij overigens om verbindingen die niets met leven te maken hebben. Voor een verbinding als naftaleen bijvoorbeeld had men een duizendmaal hogere concentratie verwacht dan de bovengrens in Tabel 2 voor Utopia, en honderdmaal hoger dan de bovengrens voor Chryse Planitia. Bovendien zijn er verschillende processen bekend die in een reducerende atmosfeer zoals Mars die heeft organische verbindingen opleveren. Het is juist langs deze weg dat, naar men aanneemt, het leven op Aarde ontstaan is. Klaarblijkelijk worden organische verbindingen, als ze op Mars al gevormd worden, weer efficiënt afgebroken.

Hoe zou dat in zijn werk kunnen gaan? Vóór de lancering van de Vikingen had men al berekend dat de ultravioletter straling van de Zon vrijwel ongehinderd het oppervlak van Mars kan bereiken: in tegenstelling tot de Aarde beschikt de planeet niet over een beschermende ozonlaag. De intensiteit van de ultraviolette straling is voldoende om organische verbindingen te vernietigen. Het tempo waarin dit gebeurt is echter te laag om het volstrekt negatieve resultaat van de massaspectrometer te verklaren. Er moet dus meer aan de hand zijn. Twee onwaarschijnlijke mogelijkheden zijn geopperd. Er zouden organismen kunnen zijn die op zeer efficiënte wijze organisch afval uit de bodem verwijderen, of er zouden organismen kunnen zijn wier organisch afval vrijwel ogenblikkelijk in de bodem afgebroken wordt. Als geen van deze twee mogelijkheden verwezenlijkt is, dan is vrijwel zeker dat er op Mars geen levensvormen zijn die gebaseerd zijn op de ons vertrouwde koolstof-waterstof-stikstof-zuurstof scheikunde.

Superoxiden

In deze situatie zijn de resultaten van de drie stofwisselingsexperimenten, die immers naar *levende* organismen zoeken in plaats van naar de resten van dode, van groot belang. Het eerste stofwisselingsexperiment (GE) leverde vrijwel onmiddellijk verrassende resultaten op. Direct nadat het bodemmonster met een weinig voedingsstof in contact gebracht was vond er in de testcel een zeer sterke produktie van zuurstof en koolzuur plaats, die echter maar kort duurde. Deze uitkomst zorgde voor grote opwinding, want het leek precies te zijn wat men verwachtte bij de aanwezigheid van organismen in de bodem. Al spoedig realiseerde men zich echter dat een zo explosieve produktie van zuurstof en koolzuur eerder op een scheikundige of natuurkundige verklaring wees dan op een biologische. Daar zou men eerder een langdurige, meer geleidelijke produktie verwachten. Het was niet zo moeilijk om de koolzuurproduktie te verklaring. Het ging daarbij om CO_2 uit de Marsatmosfeer dat aan de gortdroge Marsbodem geadsorbeerd was, maar dat in de vochtiger omgeving van de testcel ogenblikkelijk door water vervangen werd. Voor zuurstof lag de zaak echter moeilijker. De hoeveelheid vrijkomende zuurstof was te groot om met fysische adsorptie-processen te verklaren: men dacht dus aan een chemische reactie. Ook was er nog een ander opmerkelijk aspect. Naarmate het grondmonster droger was, kwam er in de testcel meer zuurstof vrij. In Utopia was de Marsatmosfeer driemaal vochtiger dan in Chryse (maar uiteraard nog steeds erg droog!); het Utopia-grondmonster gaf slechts een derde af van de hoeveelheid zuurstof die in Chryse was afgegeven. Het grondmonster dat onder een steen vandaan gehaald was gaf zelfs maar een tiende van de Chryse-hoeveelheid af. Bedenk daarbij dat de Marsbodem meer water bevat dan de atmosfeer. Grondmonsters die tot 145°C voorverhit waren gaven vrijwel hetzelfde resultaat.

Dit alles wijst er op dat we hier te doen hebben met superoxiden of peroxiden in de Marsbodem. Men stelt zich voor dat in de Marsgrond aanwezige ijzeroxiden (13% van de Marsbodem is ijzer) onder inwerking van de ultraviolette zonnestraling verder oxideren. Zulks is slechts mogelijk in de koude en zeer droge atmosfeer die Mars kenmerkt. Wanneer nietsvermoedende aardbewoners nu een weinig water toevoegen aan een monster uit een dergelijke bodem getrokken, dan treedt er een heftige reactie op, waarbij de peroxiden uiteenvallen (vooral als er ijzer aanwezig is) en zuurstof vrijkomt.



Fig. 4. Op de landingsplaats van de Viking Lander 1 werd op 24 juli 1976 deze opname gemaakt. Hij toont het stenige karakter van de Marsbodem, en op de rots geheel links de mysterieuze letter B: vermoedelijk te wijten aan een combinatie van erosie en belichting.

Tabel 2. Bovengrenzen organische verbindingen in Marsbodem.

Alle bovengrenzen zijn uitgedrukt in delen per miljard; ontleend aan Journal of Geophysical Research.

Verbinding	VL-1 (Chryse)	VL-2 (Utopia)
Methanol	–	⟨3000
Ethanol	–	⟨90
Formaldehyde	–	⟨12000
Ethaan	–	⟨12000
Propaan	–	⟨30
Butaan	⟨10	⟨30
Hexaan	⟨10	⟨5
Octaan	⟨10	⟨1,5
Benzeen	⟨5	⟨80
Tolueen	⟨5	⟨30
Naftaleen	⟨0,5	⟨0,015
Aceton	⟨50	⟨2500
Furaan	⟨1	⟨0,5
Methylfuraan	⟨2	⟨1,5
Acetonitriel	⟨10	⟨5
Benzonitriel	⟨2	⟨0,15
Thiofeen	⟨0,5	⟨0,15
Methylthiopheen	⟨0,5	⟨0,15

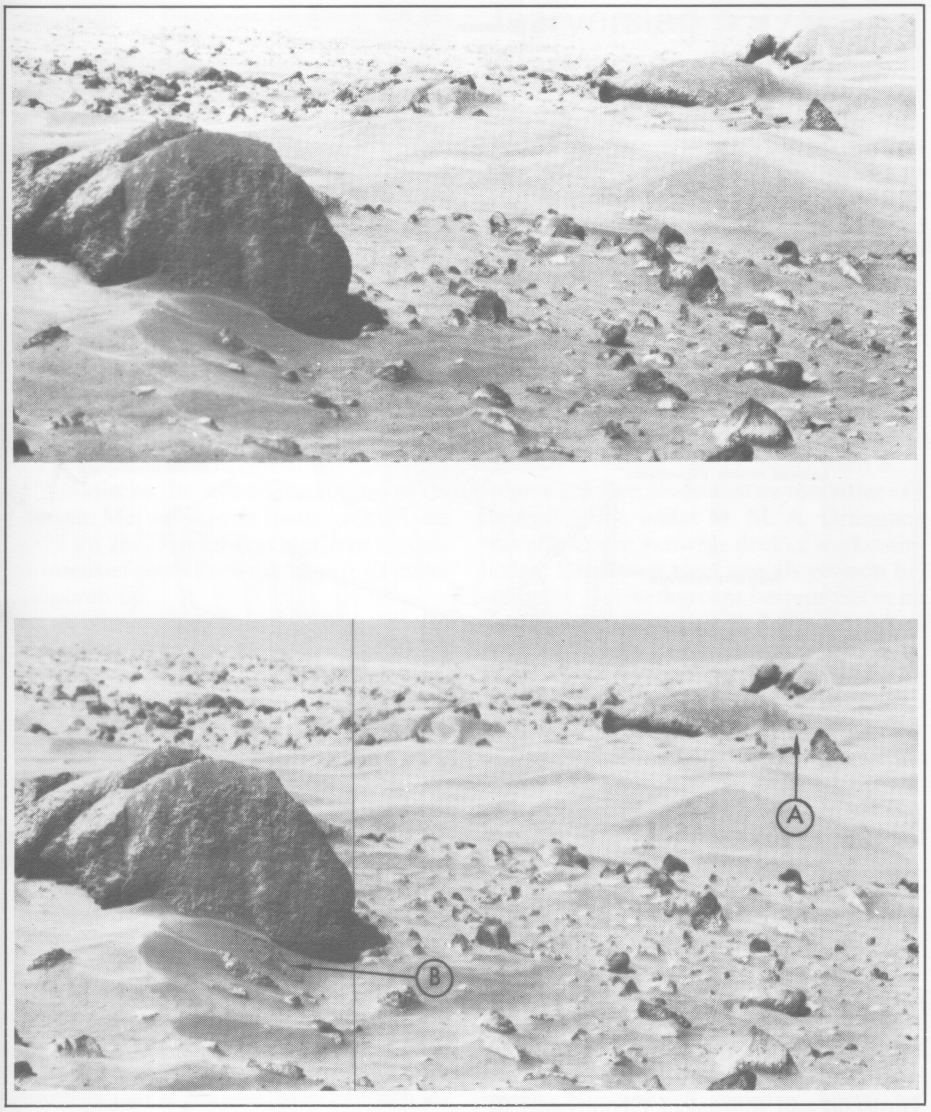


Fig. 5. Opname van het rotsblok 'Big Joe' door de Viking Lander 1 op 5 september 1976 (boven) en op 22 maart 1977. De pijlen A en B wijzen aan waar in de tussentijd veranderingen hebben plaatsgevonden in de vorm van kleine zandverschuivinkjes, die overigens niets met de wind van doen hebben. Dit is zo ongeveer de enige verandering die op Lander-opnamen gevonden is.



Fig. 6. Deze opname werd op 18 mei 1979 door de Viking Lander 2 gemaakt. Hij toont een dunne laag rijp op de Marsbodem. De ijslaag is heel dun, misschien niet meer dan 0,025 millimeter. Een Marsjaar tevoren (23 aardse maanden) was er op deze plaats ook ijs verschenen, dat 100 dagen zichtbaar bleef. Uit de bodemtemperatuur maakt men op dat het hier echt om waterijs gaat, en niet om koolzuurijs.

In de zeven maanden dat het GE experiment, volgend op de eerste explosieve produktie van koolzuur en zuurstof gebeurde er maar weinig: er kwam iets meer koolzuur vrij, en de hoeveelheid zuurstof nam iets af, vermoedelijk tengevolge van een reactie met de toegediende voedingsstof. Het Gas-Exchange experiment had dus geen Martiaanse stofwisseling gevonden, maar geheel onverwachts een chemisch actieve Marsbodem. In de woorden van de voornaamste onderzoekers Vance Oyama en Bonnie Berdahl: 'Alle waargenomen gas-veranderingen kunnen het eenvoudigst verklaard worden of gedemonstreerd worden door plausibele chemische reacties, waarbij geen biologische processen vereist zijn.'

Dubbelzinnig resultaat

Het tweede stofwisselingsexperiment was het Labeled Release experiment (LR). Dit experiment maakte gebruik van een eenvoudiger voedingsstof, en voegde ook minder vocht toe aan het grondmonster dan het vorige (GE) experiment. De resultaten van dit experiment zijn ronduit intrigerend. Bij elk van de bodemmonsters, zowel die van Chryse als die van Utopia, gebeurde hetzelfde. Bij de eerste toediening van voedingsstof begon een sterke produktie van radioactieve gassen: en bedenk dat het daarbij noodzakelijkerwijs ging om ^{14}C-houdende gassen die op de een of andere manier uit de voedingsstof vrijgemaakt waren! Het instrument kon evenwel niet-radioactieve gassen, die misschien ook uit het bodemmonster vrijgemaakt werden, niet aantonen. Bij een tweede toediening van voedingsstof verdween er zelfs weer wat gas, waarschijnlijk door oplossing van koolzuur in het toegediende water.
Ging het hier nu om een scheikundig of een biologisch proces? Om daar achter te komen testte men nieuwe bodemmonsters, die ruim drie uur lang tot een temperatuur van 160°C verhit waren. Er vond geen gasontwikkeling plaats! Verdere proeven met monsters die tot 50°C verhit waren leverden wel gasontwikkeling op, maar lang niet zo sterk als bij de eerste proeven bij lagere temperatuur. Alles wees dus op biologische activiteit.
Het negatieve resultaat van de andere experimenten maant echter tot voorzichtigheid. Zo heeft men voorgesteld dat, als de bodem peroxiden bevat, deze zouden kunnen reageren met onder andere het mierezuur in de toegediende voedingsstof, waarbij koolzuur en water vrijkomen. Er zijn echter wat moeilijkheden met deze verklaring. De gasproduktie in het LR experiment verliep niet parallel aan die in het GE experiment, waar de verschillende monsters nogal verschillende resultaten te zien gaven, terwijl men toch soortgelijke scheikundige reacties bij beide experimenten verwacht. De tellers in het LR experiment registreerden per proef maar ongeveer 5% van alle toegevoegde radioactieve stoffen. Dat zou er op kunnen wijzen dat de bodemmonsters maar met één toegediende stof reageren, of dat de oxidant in de bodemmonsters snel uitgeput is. Het meest problematisch is echter wel het vinden van een geschikte chemische reactie die zeer temperatuurgevoelig is: namelijk een die ▶▶

vlot verloopt bij 18°C, sterk geremd is bij 50°C en niet verloopt bij 160°C. Dat is zelfs zo problematisch, dat men er twee jaar na de Viking Lander metingen nog niet in geslaagd is zo'n reactie in het laboratorium na te bootsen. De resultaten van het LR experiment, op zichzelf genomen, wijzen sterk in de richting van levende organismen in de Marsbodem. Tesamen met de resultaten van de andere experimenten beschouwd verliezen zij veel van hun overtuigingskracht, maar alternatieve verklaringen zijn nog niet bevredigend.

Kritisch experiment

Het derde stofwisselingsexperiment PR) was van kritische betekenis: het maakte vrijwel uitsluitend gebruik van de Martiaanse omstandigheden, en maakte zo min mogelijk aannamen over de aard van eventueel Martiaans leven. Het kon in (nagebootst) zonlicht werken, en het was zorgvuldig ontworpen om niet-biologische bronnen van organische verbindingen uit te sluiten. Zoals de leider van het biologische onderzoekteam Harold Klein in een interview verklaarde: 'In principe wilden we zien of radioactief koolzuur of koolmonoxide, dat we aan de atmosfeer van de testcel toevoegden, zou eindigen als organisch materiaal in de bodem. Van het begin af aan was ik van mening dat (de uitkomst van) dit experiment het moeilijkst te verklaren zou zijn als niet-biologisch, als we zoiets als een positief resultaat zouden krijgen.' En dat positief resultaat was er.

Bij de eerste test (CI) vond men een zwakke, maar statistisch significante hoeveelheid nieuw-gesynthetiseerd organisch materiaal in de bodem. Het tweede monster (C2) werd voor de proef gesteriliseerd bij een temperatuur van 170°C. Ditmaal werd slechts 15% van de voorafgaande hoeveelheid gevonden: het resultaat was evenwel niet nul. Het derde experiment vond plaats op de tweede landingsplaats (U1) en leverde (in het donker) een resultaat op dat ongeveer 20% van C1 was. Op dat moment raakte iedereen erg opgewonden: het leek er sterk op, dat er in de testcel iets plaatsvond, dat verdacht veel op biologische activiteit leek! Nu besloot men aan de bodemmonsters een klein beetje water toe te dienen. Niet veel, want dat zou eventuele organismen kunnen doden, maar juist zoveel als op Mars incidenteel ook wel in de bodem voorkomt (U2). Het resultaat was nihil: geen reactie. Ook het monster vanonder de steen (U3) vertoonde geen reactie, en we weten dat de grond onder de steen minder droog was dan elders.

Op dit moment luwde de opwinding, en begon men naar een chemische verklaring te zoeken, in plaats van naar een biologische. Men zocht in het bijzonder naar een oxidant in de Marsbodem, die de radioactieve moleculen in de bodem zou kunnen fixeren. De volgende test (C5) was dan ook wat ingewikkelder. Een bodemmonster werd bevochtigd en daarna gedurende twee uur tot 90°C verhit. De waterdamp liet men in de ijle Marsatmosfeer ontwijken. Het resultaat valt te raden door eenieder die zelf ooit proeven heeft gedaan: alsof er niets gebeurd

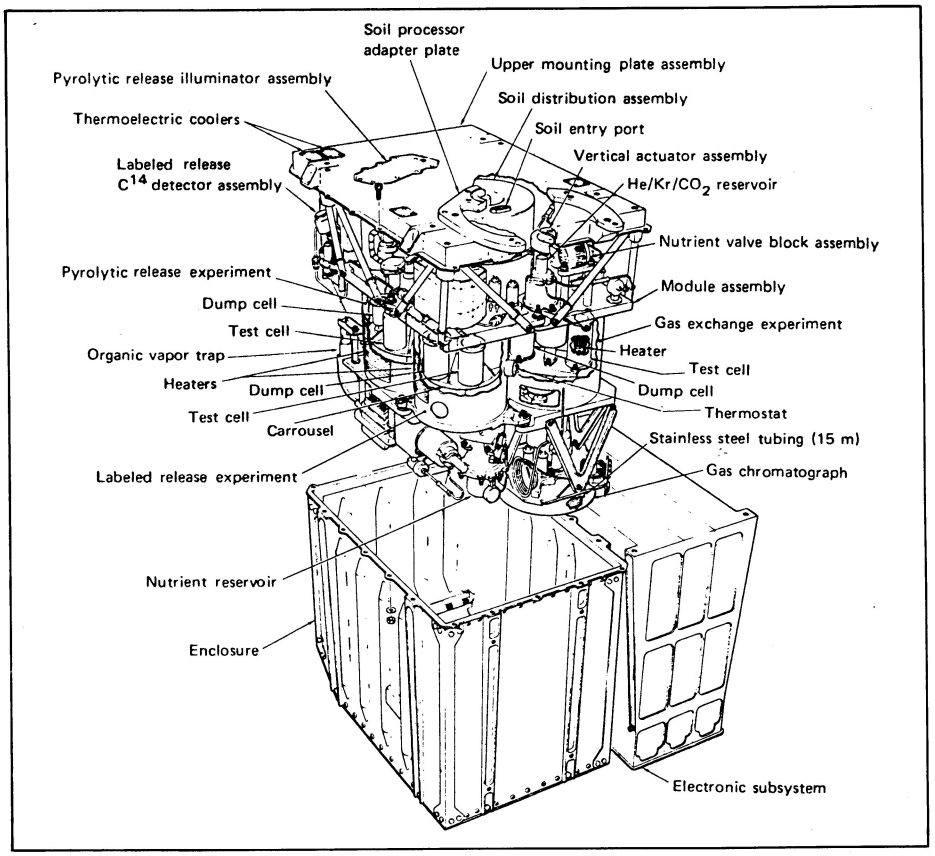


Fig. 7. Schets van het biologisch instrumentenpakket en omhulsel (NASA-JPL).

Tabel 3. Bodemmonsters PR experiment (zie tekst).

Ontleend aan Journal of Geophysical Research.

Monster en Ouderdom		Testomstandigheden		
C1	Sandy Flats 1 (vers)	licht	droog	
C2	Sandy Flats 1 (19 dg)	licht	droog	175°C voorverhit
C3	Sandy Flats 2 (vers)	licht	droog	
C4	Sandy Flats 3 (vers)	licht	droog	90°C voorverhit
C5	Sandy Flats 3 (69 dg)	licht	water	90°C voorverhit
C6	Sandy Flats 3 (169 dg)	licht	water	
U1	Beta 1 (vers)	donker	droog	
U2	Beta 2 (vers)	licht	water	
U3	Onder Notch Rock (vers)	donker	droog	

was bleek er opnieuw radioactief materiaal in de bodem opgenomen te zijn. Bij proef C6 injecteerde men opnieuw water, maar zonder de verhitting en uitdamping van proef C5. Het resultaat was wederom hetzelfde; nogal vreemd want in wezen was C6 alleen maar een herhaling van proef U2. De onderzoekers hadden zich nu lelijk in een hoek geëxperimenteerd: het verhittingsexperiment C5 had bevestigd dat er van levende organismen geen sprake kon zijn. Op geen der landingsplaatsen komt de temperatuur ooit boven de 0°C, en levende wezens zouden door de verhitting tot 90°C absoluut gedood moeten zijn. Maar terzelfdertijd was men er in geslaagd alle eenvoudige scheikundige verklaringen uit te sluiten. Zelfs de verhitting tot 175°C had de reactie niet volledig tot stilstand gebracht. De enige mogelijkheid die nu nog open lijkt te zijn is dat de verschillen tussen de negen tests (met zes verschillende monsters) niet het gevolg zijn van verhitting of bevochtiging, maar vrijwel uitsluitend van verschillen in de samenstelling van de bodemmonsters zelf. Toch is de situatie nog onbevredigend. In de woorden van Norman Horowitz, de verantwoordelijke onderzoeker: '... wordt het moeilijk de resultaten te verenigen met een biologische oorsprong. Welk organisme ook

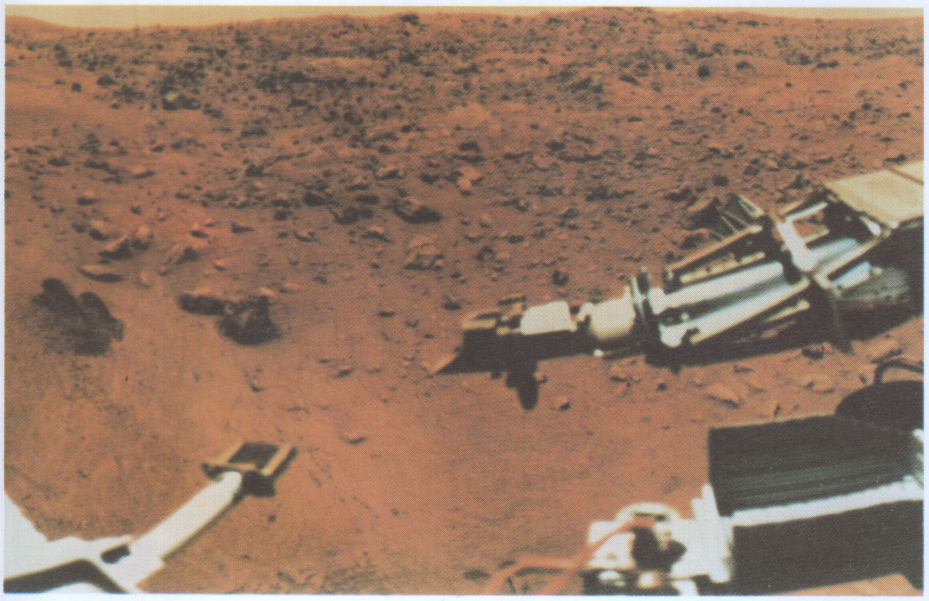


Fig. 8. De graafarm van de Viking 1 Lander in ruststand op een mooie zomerdag op Mars (15 augustus 1976). Links op deze groothoekopname zijn de twee geulen te zien, die de arm op 28 juli en 3 augustus gemaakt had bij het nemen van grondmonsters voor de geologische en biologische proeven.

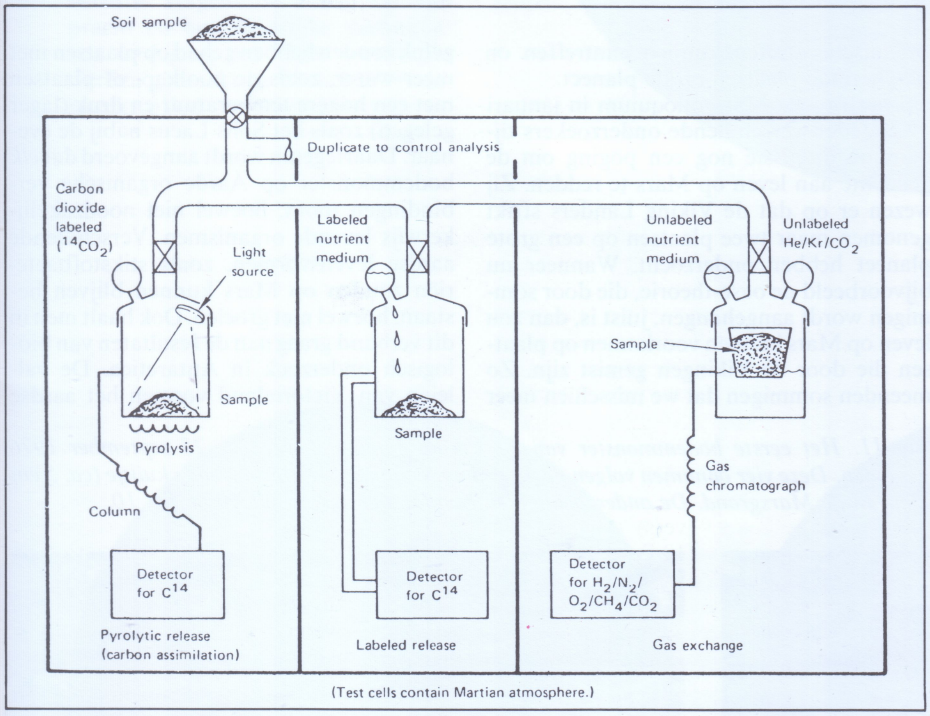


Fig. 9. Schematische werking van de drie biologische experimenten. Zie ook de tekst (NASA-JPL).

in de Marsbodem leeft, het had door die temperaturen (nl. 175°C en 90°C) gedood moeten zijn. Aan de andere kant is het niet gemakkelijk om een nietbiologische verklaring voor de positieve resultaten te geven.' En: 'Tot het raadsel van de resultaten van het PR experiment is opgelost, zal een biologische verklaring tot de verre mogelijkheden blijven behoren.'
Tussen haakjes moet men hier opmerken dat àls de resultaten van het PR experiment biologisch te duiden zijn, zij zouden wijzen op de aanwezigheid van maximaal 100 tot 1000 bacteriën in de onderzochte monsters. De eerder genoemde massaspectrometer had voor een positief resultaat ongeveer een miljoen dode of levende bacteriën nodig. Als (en dat is een grote 'als') organisch afval efficiënt uit de bodem verwijderd wordt, dan zouden de twee uitkomsten niet met elkaar in tegenspraak zijn.

Leven op Mars?

Uit het voorgaande is naar voren gekomen hoe elk der uitgevoerde biologische experimenten niet alleen geheel onverwachte resultaten te zien gaven, maar ook resultaten die niet eenduidig zijn, en die niet gemakkelijk met elkaar te rijmen zijn. Men heeft een onderwerp van vier verschillende kanten bekeken, en staat nu voor de taak om met behulp van die vier gezichtspunten de puzzel op te lossen. Laten we de resultaten nog eens recapituleren. Aanvankelijk lieten twee van de drie biologische experimenten aan boord van de twee Viking Landers een positief resultaat zien, dat kon worden uitgelegd als het gevolg van biologische activiteit (PR en LR). Het derde experiment verschafte aanwijzingen voor sterk oxiderende eigenschappen van de Marsbodem (GE), terwijl de massaspectrometer de afwezigheid van organisch materiaal in de bodem aantoonde, maar niet tot op het gevoeligheidsniveau van de biologische experimenten. Geen van de duizenden overgeseinde beelden van het Marsoppervlak vertoont aanwijzingen voor het bestaan van marcroscopische levensvormen. Bij verdere proeven bleek dat de resultaten van het PR experiment eerder op een scheikundige dan op een biologische verklaring wezen, terwijl de resultaten van het LR experiment nog steeds voor tweeërlei uitleg vatbaar zijn.
In wezen heeft men vier hypothesen omtrent eventuele organismen op Mars getest: a. Leven op Mars hangt slechts af van de beschikbare hoeveelheid water; b. Leven op Mars floreert onder de typisch Martiaanse omstandigheden; c. en d. Twee varianten op het thema: Leven op Mars is heterotroof, en hangt af van de beschikbare hoeveelheid voedsel. Daarbij nam men aan dat eventueel leven op de planeet gebaseerd zou zijn op koolstof. Gegeven het feit dat de omstandigheden op Mars niet zo sterk verschillen van die op Aarde, en dat op Aarde organische chemie identiek is aan koolstofchemie (en geen gezeur over silicium) is dat een goede aanname. De biologische experimenten zijn niet uitputtend geweest. Zo had men ze graag bij een lagere temperatuur dan 18°C uitgevoerd, had men voor het GE experiment een langere incubatietijd gewenst, en een extra energiebron. In het GE experiment kunnen autotrofe organismen over het hoofd gezien zijn, terwijl in het PR experiment heterotrofe organismen gemist kunnen zijn.
Al deze slagen om de arm ten spijt is de meest waarschijnlijke conclusie dat er op de landingsplaatsen geen leven is, dat er op het noordelijk halfrond geen leven is, en dat er op Mars geen leven is. Opnieuw halen we Norman Horowitz aan: 'Het is onmogelijk te bewijzen dat de reactie, die door de instrumenten van de Viking gevonden zijn, geen biologische oorsprong hebben. Evenmin is het mogelijk te bewijzen uit enig resultaat van de Viking, dat de stenen die we op de landingsplaatsen zien, geen levende wezens zijn die er toevallig als stenen uit zien. Maar zodra we Occam's Scheermes* overboord zetten, is het terrein open voor elke fantasie. Eeuwen van menselijke ervaring waarschuwen ons echter dat een derge-

* Slaat op de uitspraak van William of Ockham (ca. 1280-1349): 'Dingen moeten niet onnodig vermenigvuldigd worden', tegenwoordig zo uitgelegd, dat van twee theorieën, die dezelfde waargenomen feiten even goed verklaren, per definitie de eenvoudigste de meeste juiste is.



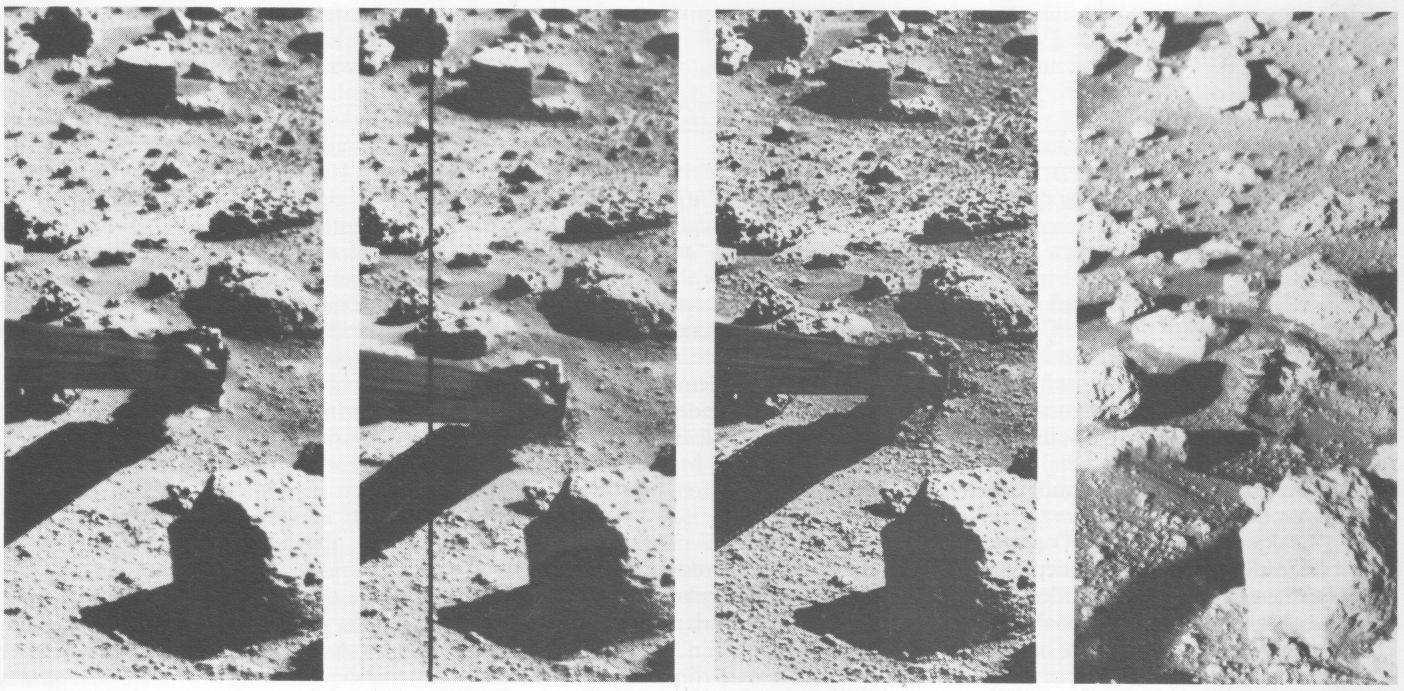
Fig. 10. Een paar vierkante meter Marsbodem vlakbij de Viking Lander 2 zijn hier met grote scherpte afgebeeld. Deze opname werd door de Aardse onderzoekers gebruikt om te bepalen waar de bodemmonsters genomen zouden worden. Op de volgende twee opnamen is het resultaat van hun beslissing te zien.

lijke benadering niet de manier is om achter de waarheid te komen.'

Zeer opmerkelijk blijft de afwezigheid van organische stoffen in de Marsbodem, zoals gemeten met de gaschromatograaf/massaspectrometer. Al eerder is opgemerkt dat dit wijst op vernietiging van organisch materiaal, aangezien met tenminste zulk materiaal van meteoriet-afkomst zou verwachten. Organische materialen kunnen worden afgebroken onder invloed van ultraviolet zonlicht, door superoxiden in de bodem, door fotolyse met titaniumoxide als katalysator, of door oppervlakteprocessen op kleine stofdeeltjes. Er zijn nu twee belangrijke mogelijkheden: òf de destructieve processen hebben altijd gewerkt, en organische verbindingen zijn nooit stabiel geweest op Mars, òf organische verbindingen konden zich op een vroeger tijdstip vormen onder mildere omstandigheden, en zijn pas later vernietigd. In het eerste geval heeft zich nooit leven op Mars gevormd. In het tweede geval zou men op dit moment wellicht nog organische stoffen kunnen aantreffen op beschermde plaatsen op de planeet.

Op het tweede Marscolloquium in januari 1979 deden verschillende onderzoekers tijdens de discussie nog een poging om de gedachte aan leven op Mars te redden. Zij wezen er op dat de Viking Landers strikt genomen maar twee plaatsen op een grote planeet hebben onderzocht. Wanneer nu bijvoorbeeld de oase-theorie, die door sommigen wordt aangehangen, juist is, dan zou leven op Mars kunnen voorkomen op plaatsen die door de Vikingen gemist zijn. Zo meenden sommigen dat we misschien meer geluk zouden hebben gehad op plaatsen met meer water, zoals de poolkap, of plaatsen met een hogere temperatuur en druk (lager gelegen) zoals het Solis Lacus nabij de evenaar. Daartegenin wordt aangevoerd dat *elk* bodemmonster op Aarde organische verbindingen toont, hoewel niet noodzakelijkerwijs levende organismen. Verschillende aardse levensvormen, zoals stikstofbacteriën zouden op Mars kunnen blijven bestaan, hoewel niet groeien. Ook haalt men in dit verband graag aan de resultaten van biologisch onderzoek in Antarctica. De valleien van Victorialand vormen het aardse

Fig. 11. Het eerste bodemmonster van de Viking Lander 2 werd op 25 september 1976 genomen. Deze vier opnamen volgen de procedure, en tonen het overblijvende kuiltje (ca. 5 cm diep) in de Marsgrond. De onderzochte plek bevindt zich rechtsmidden op fig. 10.



HET BIOLOGISCH ONDERZOEK VAN DE VIKING LANDERS

Beide Viking Landers hadden een ongeveer 30 cm grote kubus aan boord waarin zich drie verschillende instrumenten bevonden voor de speurtocht naar leven op Mars. Beide Viking Landers hadden ook een schopje aan een ongeveer drie meter lange beweegbare arm. Het schopje kon wat marsgrond opscheppen en in een trechter bovenop de Viking Lander laten vallen. De Marsgrond viel dan door een zeef op een soort weegschaal, die precies afgewogen hoeveelheden grond in de testcellen van elk der instrumenten kon plaatsen. De werking van elk der drie instrumenten is schematisch weergegeven in figuur 9. We bespreken ze hier in het kort, en houden voor het gemak de Amerikaanse benamingen aan.

Gas Exchange Experiment (GE)

Eén cm^3 Marsgrond werd in een testcel geplaatst, die daarna afgesloten werd. Daarna werd de cel gevuld met een atmosfeer van 92% He, 5% Kr en 3% CO_2 tot een druk van 200 millibar. Men had daarna de mogelijkheid om een voedzame vloeistof (organische verbindingen en anorganische zouten) toe te dienen in hoeveelheden van 0,5 of 2,0 cm^3, of dit achterwege te laten. Met een gas-chromatograaf analyseerde men daarna geregeld de atmosfeer van de testcel. Men hoopte dat eventuele organismen in de Marsgrond zich zouden verraden via hun stofwisselingsprocessen: zij zouden voedingstoffen omzetten in afvalgassen. Men zocht in het bijzonder naar afvalprodukten als H_2, N_2, O_2, CH_4 en CO_2. Om verwarring met een chemische of typische reactie tussen de Marsgrond en de voedingsstoffen uit te sluiten, werd elk monster een aantal malen achtereen getest. Men bereikt dit door na een testreeks de gebruikte atmosfeer en voedingsstoffen weg te spoelen, en nieuwe toe te voegen. Men verwachtte dat een levend organisme opnieuw hetzelfde resultaat te zien zou geven, terwijl een chemische of fysische reactie uitgeput zou raken. Met dezelfde testcel kon men achtereenvolgens verschillende grondmonsters testen. Ook was er de mogelijkheid om voor het begin van een testreeks het monster gedurende drieeneenhalf uur tot 145° te verhitten. De gedachte daarbij was, dat organismen zoiets niet zouden overleven, en dat daarna gevonden atmosferische veranderingen uitsluitend aan chemische of fysische reacties te wijten zouden zijn.

Labeled Release Experiment (LR)

Een halve cm^3 Marsgrond werd in een testcel geplaatst, die verbonden was met een kamer geflankeerd door twee beta-detectoren. Het grondmonster werd daarna in contact gebracht met 0,115 cm^3 water, waarin zeven eenvoudige organische verbindingen waren opgelost. Deze verbindingen waren gemerkt ('labeled') met radioactieve ^{14}C atomen. De bedoeling was dat eventuele micro-organismen de voedingsstoffen zouden opnemen en via hun stofwisselingsprocessen de radioactieve ^{14}C atomen in een of andere verbinding in de atmosfeer van de testcel zouden brengen. Dit zou dan middels een verhoging van de atmosferische radio-activiteit door de tellers opgemerkt worden. Het proces vond in het donker plaats, en de gebruikte atmosfeer was Marslucht. Het instrument had vier testcellen; een eventueel positief resultaat kon geverifieerd worden door een tweede hoeveelheid van hetzelfde monster in een nieuwe testcel te brengen en vóór de test door verhitting te steriliseren. Als dan opnieuw een verhoogde radioactiviteit gevonden zou worden, dan was er niet van levende organismen sprake, maar van een reactie tussen grondmonster en voedingsstoffen.

Pyrolytic Release Experiment (PR)

Een kwart cm^3 Marsgrond werd met ongeveer 4 cm^3 Marslucht in een testcel geplaatst. Een 6 watts Xenonlamp bootste zonlicht na, met een filter om ultraviolet licht weg te nemen. De lamp kon worden in- en uitgeschakeld op bevel vanaf de Aarde. Op bevel vanaf de Aarde kon eveneens 80 microgram water, of een veelvoud daarvan in de atmosfeer van de testcel gebracht worden. Voor het experiment bracht men 0,02 cm^3 $^{14}CO_2$, 'verontreinigd' met 8 volume procent ^{14}CO in de atmosfeer van de testcel. Het bodemmonster werd vijf dagen aan deze atmosfeer blootgesteld bij temperaturen tussen 8° en 26°C. Men hoopte, dat eventuele organismen koolmonoxide of kooldioxide uit de dampkring zouden opnemen en via stofwisselingsprocessen in zich zouden vasthouden. De test werd beëindigd door eerst onder een temperatuur van 120°C de radioactieve atmosfeer te lozen, en daarna onder een temperatuur van 635°C eventuele organische stoffen door pyrolyse te vernietigen. Wat er over was, werd samen met een grote hoeveelheid $^{14}CO_2$ en ^{14}CO die nog aan de wanden van de testcel en aan de Marsgrond geadsorbeerd was door een speciaal filter gezonden (25% CuO en 75% Chromosorb-P op een temperatuur van 120°C). Dit filter liet koolzuur en koolmonoxide door, maar hield alle organische moleculen groter dan methaan vast. De doorgelaten stoffen gaven aanleiding tot een eerste radioactieve piek (piek 1). Daarna werd het filter tot 640°C verhit; hierbij kwamen de organische moleculen vrij, en werden door het koperoxide in het filter geoxideerd tot CO_2. De nu gedetecteerde radioactiviteit (piek 2) kwam vrijwel zeker van de atmosferische $^{14}CO_2$ en ^{14}CO die tot organische verbindingen gesynthetiseerd was. Een kleine correctie voor toch nog aanwezige oorspronkelijke gassen kon in het (Aardse) laboratorium bepaald worden. Men kon het grondmonster voor de proef steriliseren. Er waren drie testcellen per instrument, elke testcel kon meer dan eens gebruikt worden.

Behalve de drie genoemde instrumenten waren er nog twee aan boord van elke Viking Lander, die voor het vinden van eventuele levensvormen gebruikt konden worden. Eén daarvan werd gevormd door de camerabatterij van elke Lander, en één werd gevormd door een combinatie van grondmonsterovens, gaschromatograaf en massaspectrometer. Dit laatste instrument was voornamelijk bedoeld voor een analyse van de Marsbodem, maar aangezien het naast anorganische ook organische vluchtige bestanddelen registreerde, hadden de resultaten van dit instrument ook grote waarde voor het biologisch onderzoek.

landschap dat misschien wel het meeste lijkt op dat van Mars. Het oppervlak in dit zeer droge gebied is levenloos. Men heeft echter bloeiende kolonies van cyaanbacteriën, niet-fotosynthetiserende bacteriën en primitieve korstmossen gevonden *in* gesteenten. Deze organismen zijn te zien als een donkere band enkele millimeters onder het oppervlak. Ze komen veel voor, en metingen wijzen uit dat de omstandigheden in de stenen qua temperatuur en vochtigheidsgraad sterk verschillen van die in de vijandige buitenwereld.

Deze overwegingen moet men echter als achterhoedegevechten beschouwen. Veel meer plausibel is de opvatting die op tal van wetenschappelijke bijeenkomsten met luide stem verkondigd wordt door de biologe Lynn Margulis als de zogeheten Gaia-hypothese. Deze houdt in dat levensvormen niet op zichzelf staand kunnen voorkomen, maar deel uitmaken van een interactief geheel, dat ook de anorganische elementen van bijvoorbeeld een planetaire atmosfeer omvat. Volgens deze opvatting verraden levensvormen op hun planeet onmiddellijk hun aanwezigheid door tal van veranderingen in de oorspronkelijke toestand. Aangezien de Martiaanse omgeving er net zo uit ziet als men zou verwachten, kan er volgens deze hypothese geen twijfel aan bestaan dat Mars levenloos is. Het heeft geen zin te wijzen op bepaalde aardse organismen die het misschien onder die omstandigheden nog uit zouden kunnen houden; men moet het systeem van levensvormen als één geheel beschouwen. De conclusie dat er op Mars geen leven is, heeft vergaande gevolgen.

Leven buiten de Aarde

De meeste hedendaagse beschouwingen over de mogelijkheid van leven buiten de Aarde, elders in het heelal, zijn gebaseerd op optimistische gedachten over de ontwikkeling van leven in het algemeen en op Aarde in het bijzonder. Met laboratoriumproeven heeft men aangetoond dat het betrekkelijk gemakkelijk is om in een reducerende atmosfeer (en alle bekende planeetatmosferen behalve die van de Aarde zijn reducerend; ten tijde van zijn ontstaan had de Aarde ook een reducerende atmosfeer) eenvoudige en zelfs minder eenvoudige organische verbindingen te vormen. De radiosterrekundigen zijn er zelfs in geslaagd om aan te tonen dat zulke verbindingen zich ook in naar aardse begrippen zeer ijle stofwolken in de ruimte vormen.

Daarna is er echter wat snel voetenwerk nodig om uit te leggen hoe men van deze eenvoudige verbindingen bij de eerste organismen terecht kan komen. Niemand heeft daar op dit ogenblik zelfs maar een flauwe notie van. Mars lijkt ons nu te vertellen dat het net zo gemakkelijk is om organische verbindingen af te breken als het is om ze op te bouwen. Aan het begin van dit artikel werd de opvatting genoemd, dat leven overal daar ontstaat waar het maar een kans krijgt. Als deze opvatting juist was, *dan zou Mars nu leven moeten herbergen!* Want zelfs Mars, met zijn huidige luchtdruk van 10 millibar (over depressies gesproken . . .), met zijn temperatuur van onder 0°C, met

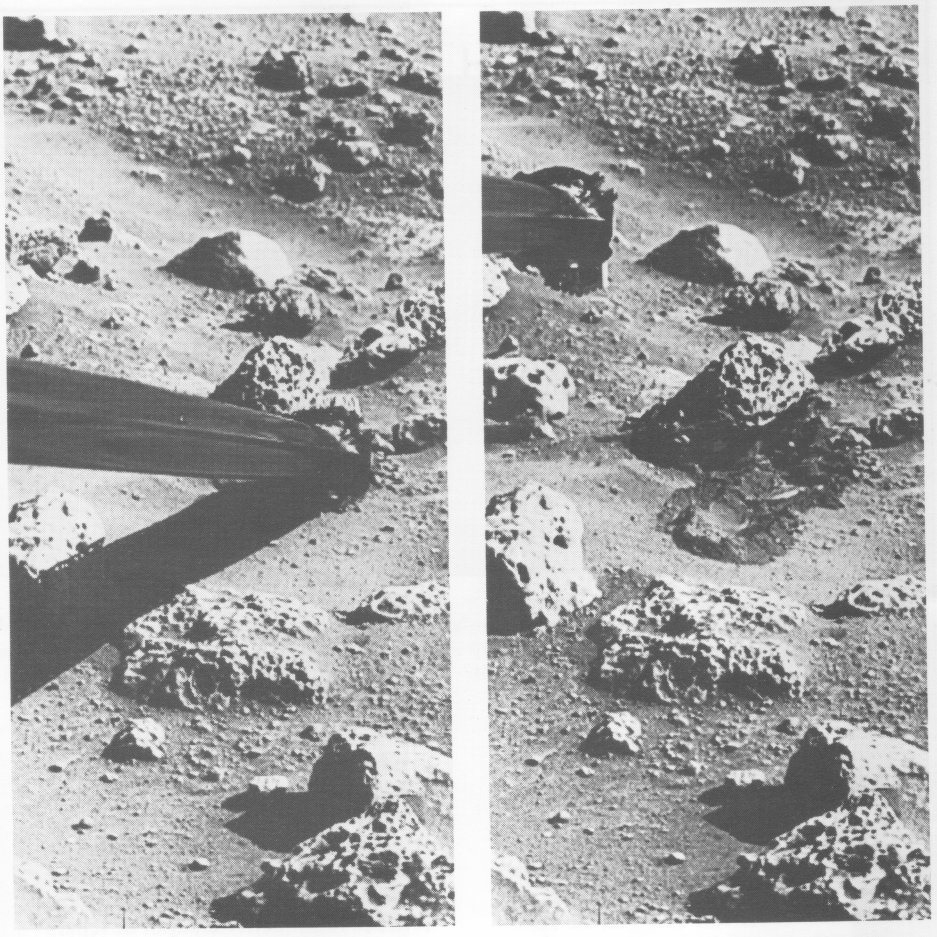


Fig. 12. Het derde bodemmonster van de Viking Lander 2 werd op 11 oktober 1976 vanonder een steen genomen, die daartoe eerst opzij geduwd werd. De twee opnames tonen deze bezigheid. Op de rechteropname is de kuil te zien die vrijkwam door de verplaatsing van de steen; een grondmonster was echter nog niet genomen. Dit gebied is eveneens op fig. 10 te zien, en wel iets rechtsboven het midden.

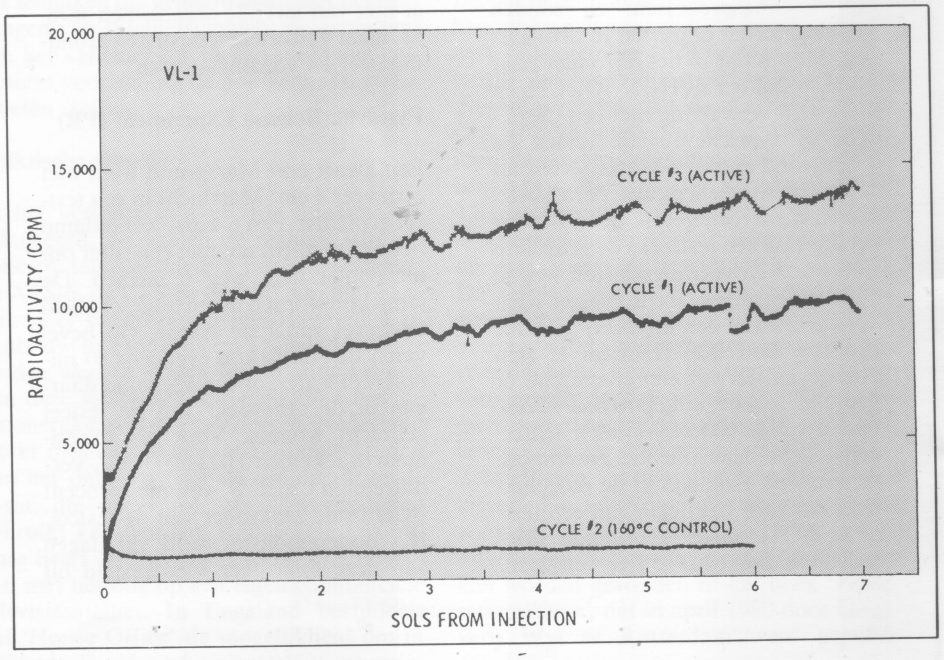


Fig. 13. Grafisch weergegeven het resultaat van het LR experiment door de Lander 1. Bij het voorverhitte grondmonster komt geen radioactief materiaal vrij (zie tekst voor verdere verklaring). (Ontleend aan Journal of Geophysical Research.)

zijn ultraviolette zonnestraling, en met zijn kurkdroge oppervlak, kortom met zijn weinig gastvrije omgeving zou sommige van de aardse levensvormen kunnen herbergen. Bovendien beschikken we over tal van aanwijzingen dat Mars in het verleden een andersoortig en milder oppervlak heeft gekend. De stroombeddingen wijzen er op dat er ooit vrij veel vloeibaar water is geweest. De oorsprong van dat water ligt waarschijnlijk in vulkanische activiteit. Maar de aanwezigheid van water veronderstelt ook een dichtere dampkring. Ook daarover bestaan verschillende theorieën, met enige feitelijke basis. Hoe dicht de Martiaanse dampkring is geweest, is nog onderwerp van discussie. Men denkt aan waarden van 200 tot 300 millibar, dat is een 25 maal dichter dan de huidige Martiaanse dampkring, en een keer of vijf ijler dan de huidige Aardse dampkring. De temperatuur van het Marsoppervlak zal iets hoger geweest zijn, en de samenstelling van de dampkring zou anders geweest kunnen zijn.
Hoe dan ook, de omstandigheden zijn op een vroeger tijdstip in de geschiedenis van Mars gunstiger geweest voor het ontstaan van leven dat nu het geval is. En dat terwijl de huidige omstandigheden ongunstiger zijn, maar niet zo ongunstig als op de meeste andere planeten. Hoewel het bewijs moeilijk te leveren is, verschaffen de Viking Lander experimenten ons sterke aanwijzingen dat Mars een levenloze planeet is. Als dit juist is, dan blijkt daaruit dat leven niet zo gemakkelijk ontstaat als wel is aangenomen. De noodzakelijke gevolgtrekking daarvan is, dat er ons melkwegstelsel met zijn honderd miljard zonnen minder werelden met levende wezens bevolkt zullen zijn, dan wij dachten. Het aardse leven, en de menselijke intelligentie die ons in staat stelt andere werelden te onderzoeken en voor te stellen, lijkt zeldzamer te zijn dan wij denken. Misschien is het zelfs uniek.

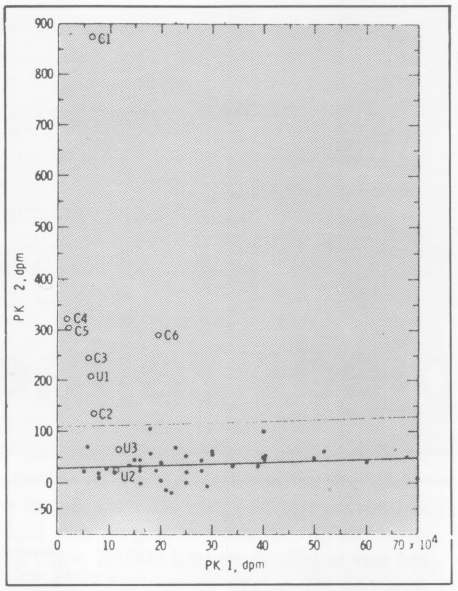


Fig. 14. Het resultaat van het PR experiment. Voor ons is slechts van belang de vertikale schaal, die aangeeft hoeveel van de toegediende ^{14}C in de bodem gefixeerd was (zie ook tekst en Tabel 3). De zware lijn duidt een laboratorium nulpuntsbepaling aan, de dunne lijn scheidt de statistische significante punten van de te verwachten ruis. (Ontleend aan Journal of Geophysical Research).

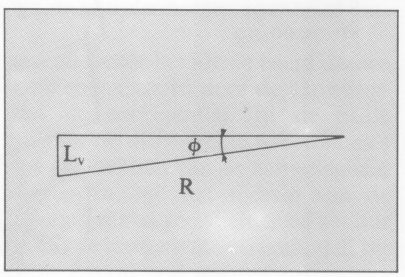
Literatuur

De eerste Viking resultaten verschenen in Science **193,** p. 759 e.v. (1976); Science **194,** p. 57 e.v. (1977); Science **194,** p. 1274 e.v. (1977). De resultaten van de biologische experimenten werden op populaire wijze samengevat in Scientific American en Mercury (Maart/April 1977). De wetenschappelijke resultaten van de Viking, inclusief de biologische experimenten werden op het eerste Marscolloquium in Pasedena gepresenteerd, en verschenen in het Journal of Geophysical Research van 30 september 1977, vol **82,** p. 3959 -4681. De resultaten van het tweede Marscolloquium verschijnen in hetzelfde tijdschriften.

Vervolg Zenitpost

Vliegtuigovergang

In Zenit januari 1980 staat onderaan blz. 20 een opname van de zon, waarop tevens een vliegtuig zichtbaar is. Het bijschrift bevat de volgende vraag: 'Kan men uitgaande van een geschatte vliegtuiglengte de hoogte van het vliegtuig berekenen?'. Dit is inderdaad mogelijk als we over een afdruk beschikken die minder is uitvergroot, zodat de diameter van de zonneschijf kan worden opgemeten. We gaan ervan uit dat de opname is gemaakt in het primaire brandpunt van de telescoop. Uit de gegevens over de telescoop in het bijschrift (10 cm f/10 met 2× converter) leiden we af dat de brandpuntsafstand 2000 mm bedraagt. De diameter van de zon op de opname is dan ongeveer 19 mm, zoals we bijvoorbeeld kunnen nagaan met de tabel uit Zenit 6, 209 (mei 1979). Daardoor kunnen we op een minder uitvergrote afdruk de diameter van de zon opmeten, als het midden van de zonneschijf zich tenminste ongeveer middenin de opname bevindt, en het gebruikte beeldformaat niet kleiner is dan halfkleinbeeld (18 × 24 mm). De afstand d komt overeen met een hoek van 0,0093 rad (diameter van de zon). Vervolgens drukken we de hoek ϕ waaronder de camera de lengte van het vliegtuig ziet uit in de opgemeten lengte van het vliegtuig op de afdruk l_a.



Figuur 1

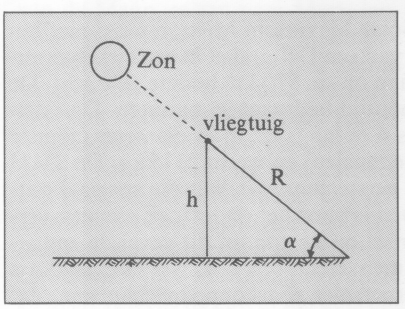
$$\phi = \frac{l_a}{d} \times 0{,}0093 \text{ rad.}$$

De lengte van het vliegtuig l_v kunnen we uitdrukken in deze hoek ϕ en de afstand R tot het vliegtuig: $l_v = R\phi$ (fig. 1).

De afstand tot het vliegtuig bedraagt

$$R = \frac{l_v}{\phi} = \frac{l_v \times d}{l_a \times 0{,}0093}.$$

(R, l_v, d, l_a in meter).
De afstand R tot het vliegtuig kan dus bepaald worden door de lengte van het vliegtuig l_v te schatten, de diameter van de zon op de afdruk d en de lengte van het vliegtuig op de afdruk l_a op te meten en deze waarden vervolgens in te vullen in de formule voor R.
De hoogte h van het vliegtuig boven het aardoppervlak kan worden berekend uit R en de zonshoogte α tijdens de opname volgens $h = R\sin\alpha$ (fig. 2). De kromming van het aardoppervlak werd hierbij verwaarloosd. De zonshoogte α kan worden bepaald uit de gegevens van plaats en tijd van de opname, die in het tijdschrift zijn vermeld. Veel praktischer is het echter de zonshoogte tijdens dergelijke opnamen direct op te meten.



Figuur 2

C. Floor (De Bilt)

Noot van de redactie

Op de originele afdruk was een (klein) stukje van de zonsrand zichtbaar. Met behulp hiervan zou men de middellijn van de zon kunnen schatten. Men moet dan op twee plaatsen een lijn loodrecht op de zonsrand tekenen. Het snijpunt geeft dan ongeveer het middelpunt van de (afgeplatte) zon aan.

G. W. E. BEEKMAN

SMM bespiedt zonnevlammen

Met de zon rond haar maximale activiteit werd op 14 februari j.l. met succes de Solar Maximum Mission (SMM) satelliet in een baan om de aarde gebracht. Doel van deze satelliet is het waarnemen van vooral zonnevlammen in ultraviolette, röntgen en gammastraling. De satelliet heeft daartoe zes instrumenten aan boord, waaronder één dat gebouwd is door het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek in Utrecht in samenwerking met de universiteit van Birmingham. De satelliet is een onderdeel van een internationaal opgezette campagne voor het waarnemen van de zon, die duurt tot maart 1981 (zie Zenit 1979, p. 348).

De Solar Maximum Mission werd met behulp van een Deltaraket in een cirkelvormige baan op ca. 570 km hoogte gebracht. De omlooptijd bedraagt 96 minuten. De satelliet is 4 m lang, 1,2 m in diameter (zonder zonnepanelen) en weegt 2315 kg. De SMM is de eerste zonnesatelliet die speciaal ontworpen is voor het onderzoek van een verschijnsel op de zon, in dit geval de zonnevlammen. Het is ook de eerste satelliet die is uitgerust met een koppelmechanisme, dat het mogelijk moet maken om hem eventueel later met behulp van de space shuttle terug naar de aarde te kunnen brengen.

Figuur 1 toont de globale opbouw van de satelliet. In het bovenste gedeelte bevinden zich zes instrumenten, gebouwd door onderzoekers in de Verenigde Staten, Engeland en Nederland, voor het waarnemen van de zon in het brede golflengtegebied van de ultraviolette, röntgen en gammastraling. Eén instrument meet bovendien met een nauwkeurigheid van 0,1 procent de totale hoeveelheid zonnestraling (de zonneconstante). Men hoopt hieruit te kunnen afleiden hoe veranderingen in de zonneconstante het weer op aarde zouden kunnen beïnvloeden. Het onderste gedeelte van de satelliet bevat de hulpsystemen ten behoeve van de energievoorziening, de standregeling, de verwerking van de metingen en de communicatie met de volgstations op aarde. Aan weerszijden van de satelliet bevinden zich de zonnepanelen, die een vermogen van 3000 Watt leveren. Batterijen nemen de energievoorziening over wanneer de satelliet zich in de schaduw van de aarde bevindt.

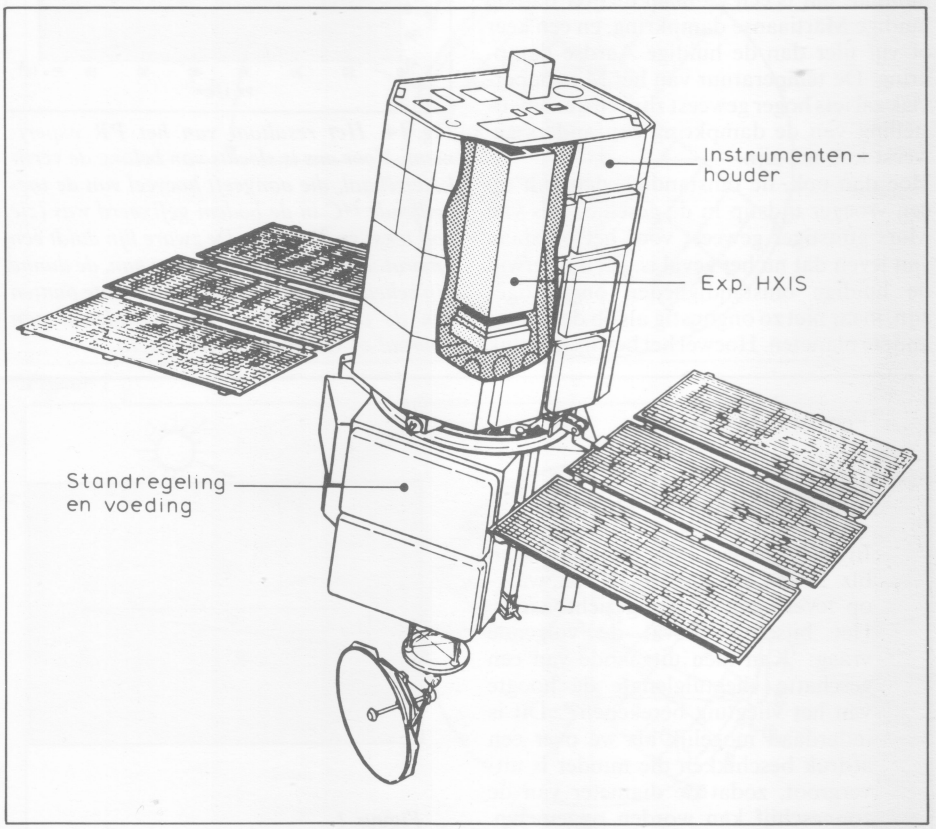


Fig. 1. Globale opbouw van de Solar Maximum Mission.

HXIS-instrument

Een centrale plaats in het instrumentarium wordt ingenomen door de 'Hard X-ray Imagining Spectrometer' (HXIS), gebouwd door het Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek te Utrecht in samenwerking met de universiteit van Birmingham. Met dit instrument worden in drie verschillende gezichtsvelden afbeeldingen van de harde röntgenstraling van actieve gebieden op de zon gemaakt. Naast deze beeldinformatie wordt ook in maximaal 12 golflengtegebiedjes tussen 3,6 en 0,4 Å (resp. 3,5 en 30 KeV) de intensiteit van de waargenomen straling gemeten en bovendien de ontwikkeling in tijd van de betreffende zonnevlam. Iedere 0,5 tot 7 seconden kan er van de zon zo'n röntgenopname worden gemaakt, waardoor de ontwikkeling van de zonnevlam in een serie 'filmbeeldjes' kan worden vastgelegd. Verder waarschuwt het instrument de andere instrumenten wanneer er een zonnevlam optreedt, zodat deze instrumenten gezamenlijk hetzelfde verschijnsel kunnen waarnemen. De waarde van deze metingen is daardoor veel groter dan die van de instrumenten afzonderlijk. De HXIS is het eerste instrument waarmee opnamen in harde röntgenstraling van de zon kunnen worden gemaakt.

Het HXIS-instrument zou men kunnen vergelijken met een camera met een super-telelens. Het eerste verschil is echter dat een telelens is opgebouwd uit optische onderdelen, terwijl röntgenstraling zich niet langs deze weg laat afbeelden. In dit geval wordt gebruik gemaakt van een speciale collimator die is opgebouwd uit tien 'zeefplaten' met een immens groot aantal kleine gaatjes. Iedere plaat heeft een identiek patroon van ruim een miljoen gaatjes vierkante waarvan het kleinste 0,046 mm groot is. De tien platen zijn zodanig uitgericht, dat de overeenkomstige gaatjes in de opeenvolgende platen precies op één lijn liggen. De gaatjes in de opeenvolgende platen liggen zo, dat ze

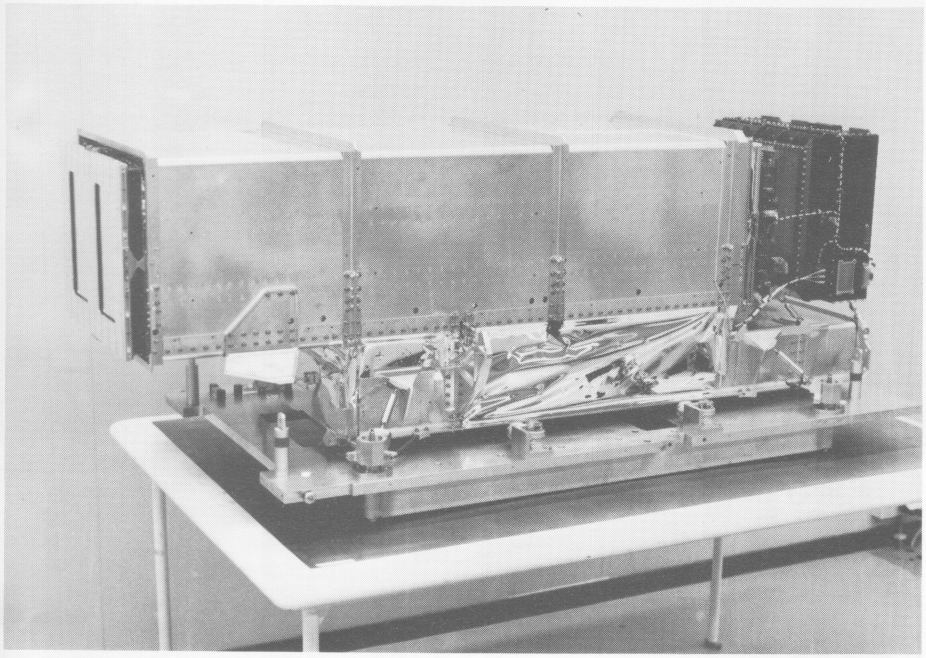


Fig. 2. Het 160 cm lange HXIS-instrument voor het waarnemen van de harde röntgenstraling van de zon. Het langste deel is de collimator, waarin zich de tien 'zeefplaten' bevinden. Geheel rechts ziet men het detector-elektronica gedeelte. Het instrument is bevestigd op een tussenstructuur, die op drie punten met de satelliet is verbonden.

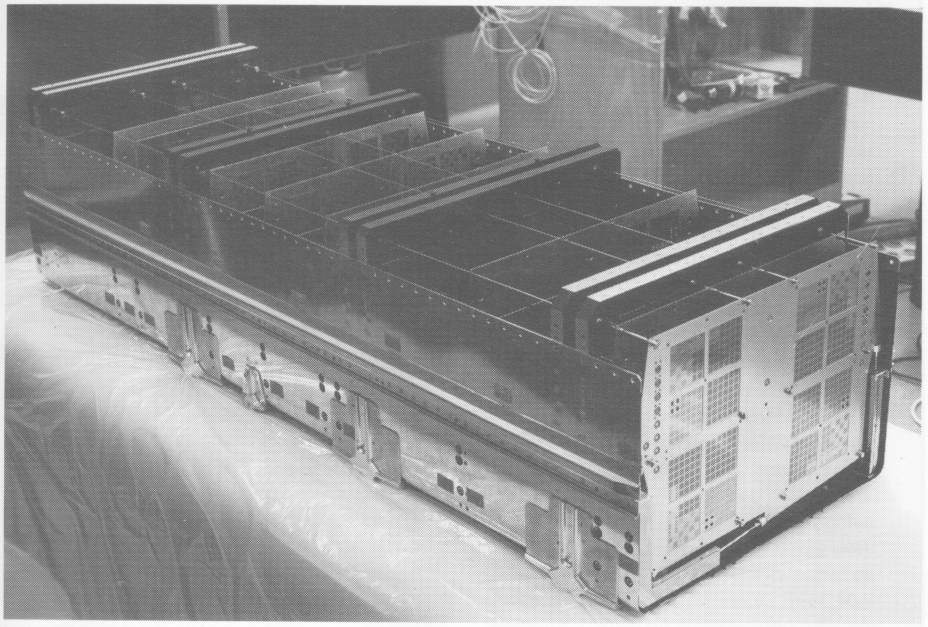
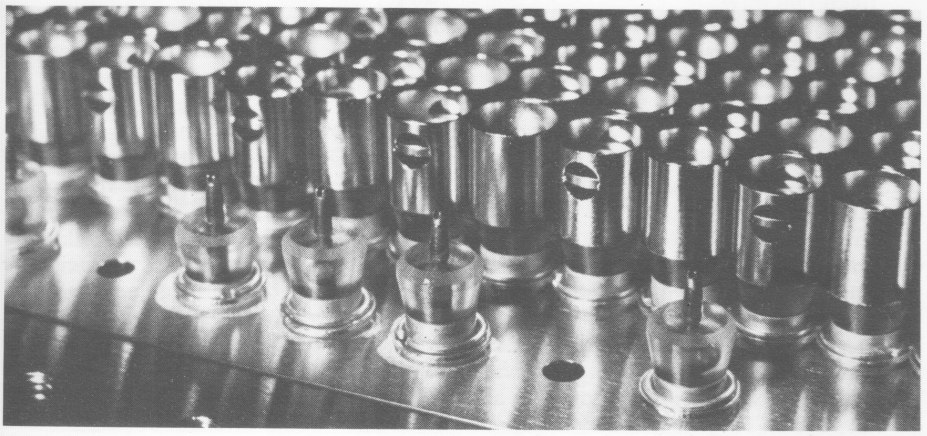


Fig. 3. De collimatorstructuur waarin de tien collimatorplaten zijn opgehangen. Iedere plaat wordt op zijn plaats gebracht en gehouden door drie manipulatoren, waarvan er aan de voorzijde (rechts) twee zichtbaar zijn, en door een dradenstructuur die aan de bovenzijde zichtbaar is.



achter elkaar verschillende 'kijkbuizen' vormen, die alle in iets verschillende richtingen kijken (een soort insekteoog). Aldus wordt er aan de achterzijde van de 120 cm lange collimator een beeld van een deel van de zon geprojecteerd. Dat gebeurt op een detectorsysteem, dat naar bovengenoemde analogie te vergelijken is met de film in een camera. Maar met dit röntgeninstrument kunnen géén fotografische opnamen worden gemaakt!

Detectorsysteem

Het detectorsysteem is opgebouwd uit twee delen (voor het geval er één deel zou uitvallen). In het rechthoekige huis van iedere detector bevindt zich aan de bovenzijde een beryllium-venster, waardoor de röntgenstraling binnenkomt. In de bodem van het detectorhuis bevinden zich, in een regelmatig rechthoekig patroon, een groot aantal anodes. Dit zijn bolletjes die op een hoge, positieve spanning worden gehouden (3000 volt). Zij zijn van hun buren afgeschermd door een omhullende cilinder. Elke anode-cilindercombinatie fungeert als een zelfstandige fotonenteller en wordt MPC genoemd (Mini Proportional Counter). In de detectorruimte bevindt zich gas onder een druk van ca. 1 atmosfeer. Dit gas is een mengsel van xenon (95%) en koolstofdioxide (5%) en heeft tot taak de binnenkomende röntgenfotonen in te vangen en hun energie om te zetten in een evenredig aantal vrije elektronen. Het aldus gevormde elektronenwolkje zal onder invloed van het elektrisch veld in de detectorruimte naar de dichtstbijzijnde anode bewegen en daar zijn lading afgeven.

Dit uiterst zwakke signaal van de anodes wordt door de aangesloten elektronica versterkt en omgezet in digitale informatie die een verdere analyse van het signaal mogelijk maakt. Deze analyse levert informatie op over de *plaats* waar de röntgenfotonen de detector binnenkomen en over hun *energie*. De informatie wordt verzameld in een geheugen en doorgegeven aan de computer van het HXIS-instrument. Via de satelliet-elektronica komt deze informatie dan uiteindelijk bij de onderzoekers op aarde terecht, in dit geval in het Goddard Space Flight Center bij Washington waar zich een groep van 50 onderzoekers bevindt (waaronder tien uit Nederland).

Het HXIS-instrument is 160 cm lang en heeft een gewicht van 70 kg. De ontwikkeling en fabricage van bepaalde onderdelen van de collimator en de detector vond plaats door Philips. Het betrof hier de collimatorplaten, de detectorplaten en de MPC's. Fokker bouwde de collimatorstructuur, evenals de tussenstructuur (bevestiging in de kunstmaan) en de thermische isolatie.

Fig. 4. Een klein stukje van het 'woud' van anodes in elk van de twee detectoren. Elke anode bestaat uit een bolletje dat omhuld is door een brede cilindrische bus en een ring. Elke anode-cilindercombinatie fungeert als een zelfstandige fotonenteller die de plaats en de energie van de binnenvallende röntgenstraling meet.

J. H. H. M. POTTERS

De RS Canum Venaticorumsterren

De nauwe dubbelsterren van het type RS Canum Venaticorum behoren ongetwijfeld tot de interessantste objecten aan de hemel. Zowel optisch als in het radio- en röntgengebied zijn er bijzondere kenmerken waar te nemen, die we in dit artikel de revue laten passeren. Vooral de enorme radio-uitbarsting in de ster HR 1099 (= V 711 Tau) heeft de interesse in dit soort nauwe dubbelsterren onlangs sterk aangewakkerd.

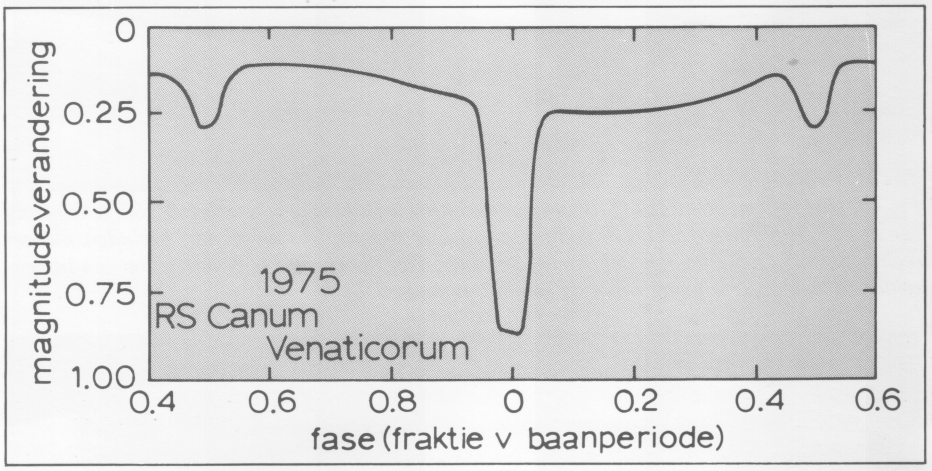


Fig. 1. De lichtkromme van RS Canum Venaticorum in 1975; de intensiteit is gemeten door een geelfilter

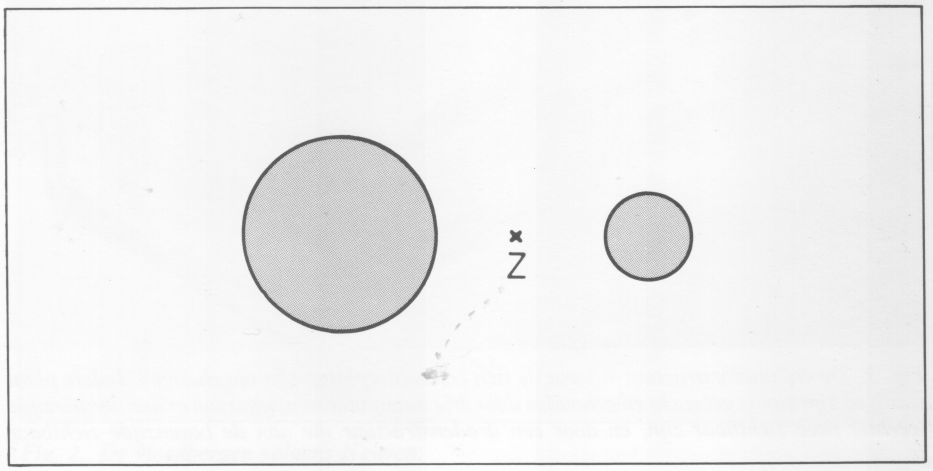


Fig. 2. De dubbelster RS CVn is de juiste schaalverhouding. De grote ster (subreus) en de kleinere hoofdreeksster hebben een twee- en viermaal grotere diameter dan de zon. Z geeft de ligging van het zwaartepunt van het systeem aan (onderlinge afstand niet op schaal).

Op het eerste gezicht lijkt de ster RS Canum Venaticorum in het sterrebeeld De Jachthonden een normale bedekkingsveranderlijke te zijn, bestaande uit een hoofdreeksster en een grotere ster die bezig is met uit te zetten, op weg om een rode reus te worden. Aan het oppervlak is de eerste ongeveer duizend graden heter, de tweede evenwel koeler dan de zon. Door het temperatuurverschil is er een verschil in helderheid tussen de twee componenten, dat aanleiding geeft tot de lichtkromme die in figuur 1 is getekend. Als de koelere ster de hetere een beetje afdekt, zien we de lichtsterkte van de dubbelster met 0,8 magnituden afnemen. Een halve baanperiode, of 2,4 dagen later zijn de rollen omgekeerd en is de afname 0,2 magnituden.

De onderlinge afstand tussen de sterren bedraagt slechts 12 miljoen kilometer, gemeten van middelpunt tot middelpunt. De diameters van de sterren zijn 1,9 en 4,1 maal zo groot als die van de zon. In figuur 2 zien we het paar op een schaal van 1 op ongeveer 200 miljard (1 cm = 2 miljoen km). De afstand is niet op schaal!

Bij nadere bestudering vallen de volgende zaken op:

– In de lichtkromme bevindt zich een golf met een grootte van ongeveer 0,1 magnitude, die langzaam door de eclipsen heen loopt;

– De sterke absorptielijnen H en K van eenmaal geioniseerd calcium vertonen in hun ker een grote helderheidstoename;

– De sterren zenden veel radio- en röntgenstraling uit, vooral in de vorm van uitbarstingen;

– De baanperiode wordt soms korter, dan weer langer.

Eigenschappen als deze zijn bij méér nauwe dubbelsterren gevonden: deze worden RS Canum Venaticorum-sterren genoemd. Het zijn bijna allemaal sterren met een baanperiode tussen één dag en twee weken, en temperaturen tussen ruwweg 4500 en 6500 graden Kelvin.

Optische waarnemingen

In figuur 3a is de golf afgezonderd uit de lichtkromme die we in figuur 1 zagen. De waarnemingen voor fig. 3a dateren van 1975, en geven een heel andere golfvorm als die van 1963 en 1964, zoals blijkt uit figuur 3b en 3c. Ook zien we dat de minimumhelderheid van de golf bij verschillende baanfases ligt. Met waarnemingen op tussenliggende tijden krijgen we figuur 4, waarin de positie van het minimum is uitgezet tegen de tijd. Blijkbaar is de verplaatsing erg regelmatig. In tien jaar tijd loopt de golf eenmaal door de bedekkingen heen en is het verschijnsel terug op dezelfde plaats. RT Lac is wat dit betreft het best waargenomen: vanaf

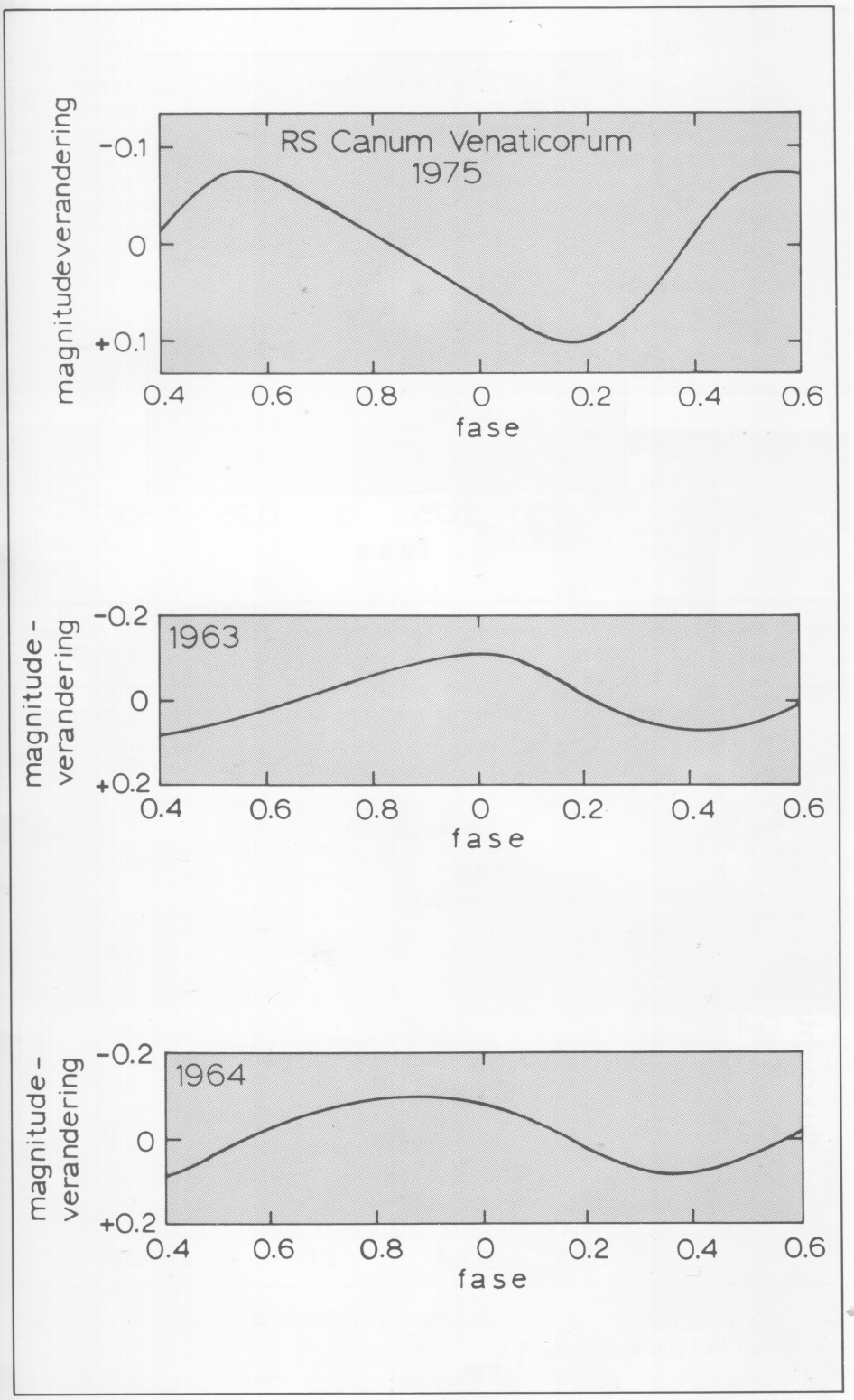


Fig. 3. De optische golf van RS CVn in 1975 (a) 1963 (b) en 1964 (c). Zowel de vorm als de ligging is in de drie gevallen duidelijk verschillend.

1890 heeft de golf hierin negen cycli voltooid.
Verder verandert de amplitude van de golf lichtelijk. In RS CVn gebeurt dit met een regelmaat van 20 à 25 jaren. De grootste curiositeit is echter dat uit nauwkeurig opmeten van de bedekkingstijdstippen is afgeleid dat de baanbeweging van de sterren niet constant is, maar met tussenpozen versneld en vertraagd wordt. De relatieve periodeverandering is slechts van de grootteorde één op honderdduizend, maar met de jaren wordt dit merkbaar als een verschil tussen waargenomen en berekende tijdstippen van de bedekkingen.

Super stervlekken?

Reeds voordat men de beschikking kreeg over radio- en röntgenwaarnemingen was er al een verklaring voor de optische verschijnselen bedacht. Men neemt aan dat één kant (dus de helft) van de verst geëvolueerde component in de dubbelster (dat is de subreus, die aan het opzwellen is om een echte reus te worden) voor wel veertig procent is bedekt met vlekken. Dit is dus twintig procent van de gehele oppervlakte, ofwel honderd maal meer dan bij de actieve zon. Omdat vlekken zo'n duizend graden kouder zijn dan hun omgeving, zal de bedekte sterhelft donkerder en roder zijn dan het andere halfrond. De rodere kleur is het gevolg van de wet van Wien: een lichaam zendt bij lagere temperatuur relatief meer straling uit op langere golflengtes.
Vanuit de waarnemingen zijn er aanwijzingen dat er inderdaad een overvloed aan rood licht door RS CVn sterren wordt uitgestraald.
Het donkerder zijn van één sterhelft verklaart nu de lichtgolving. Doordat de nauwe dubbelsterren in gebonden rotatie zijn (zoals de Maan altijd dezelfde kant naar de Aarde keert), zal de helderheid van de actieve component in overeenstemming met de baanfase veranderen. De wenteling van de ster om zijn as duurt immers evenlang als een omloop van de sterren rond hun gemeenschappelijk zwaartepunt. Vormveranderingen van de golf ontstaan dan doordat de verdeling van de vlakken over het steroppervlak aan wijziging onderhevig is.
Nemen we aan dat er een vlekkencyclus bestaat, zoals de elfjarige op de zon, dan zal de amplitude van de golf variëren naarmate het aantal vlekken groter en kleiner wordt. Tenslotte verklaart men de migratie van de golf door de eclipsen door middel van systematische verplaatsingen van de vlekken over het steroppervlak.
We kunnen wel begrijpen waarom een zo groot deel van het oppervlak bedekt zou zijn met vlekken. Een zonnevlek is geconcentreerd magnetisch veld dat in het inwendige is opgewekt en aan de oppervlakte komt. Deze opwekking komt tot stand door een samenspel van twee verschijnselen: *convectie* (borreling van de materie diep in de zon) en *differentiële rotatie* (het afnemen van de aswentelingssnelheid naarmate men dichter bij de polen van de zon komt. De combinatie van deze effecten noemt men het *dynamomechanisme.*
We weten dat de baanperiode, en dus de daaraan gekoppelde rotatieperiode van de RS CVn sterren, veel korter is dan de 27 dagen die de zon nodig heeft om eenmaal rond te draaien. Verder is de actieve ster verder geëvolueerd, en heeft hij daardoor een dikkere convectielaag gekregen. Beide benodigdheden voor de dynamowerking zijn dus ten opzichte van de zon in versterkte mate aanwezig, waardoor er wellicht meer of sterkere magnetische gebieden ontstaan.
De veranderingen in de baanperioden zijn nog een moeilijk probleem. Het is niet duidelijk op welke manier twee sterren toch zoveel in hun beweging kunnen worden beïnvloed. Men houdt massa-uitstoot door de vlekkenrijke ster verantwoordelijk, maar berekeningen tonen aan dat er dan wel ontzettend veel moet worden uitgestoten. Zoveel zelfs, dat er na een miljoen jaar geen ster meer over is, en dat is onwaarschijnlijk. »»

Radiowaarnemingen

Van acht RS CVn sterren is variabele radiostraling gedetecteerd op centimetergolflengten. Er komen uitbarstingen voor tot wel honderd maal het rustige intensiteitsniveau. Deze 'radiovlammen' zijn tot honderd miljoen maal energierijker dan hun collega's op de zon. Vooral de uitbarstingen bij HR 1099, het eerst gerapporteerd op 20 februari 1978, hebben opschudding veroorzaakt bij Amerikaanse radioastronomen. Rond die tijd zijn zeker acht intensiteitspieken geconstateerd, zoals figuur 5 ons toont. De radiostraling blijkt zeer aanzienlijk circulair *gepolariseerd* te zijn (zie het kaderstukje), iets wat wijst op een magneetveld.
Er zijn verschillende mogelijkheden om hierin circulair gepolariseerde radiostraling op te wekken, en het is nog onzeker welke van deze een rol speelt. Vast staat dat er raakpunten zijn met het zonnevlamverschijnsel. Ook in het optische spectrum zijn hiervoor aanwijzingen: tijdens de radiovlam was er een versterkte emissie in de rode H-alpha lijn, en juist als bij een zonnevlam was deze verbreed aan de kant met de grootste golflengte. De conclusie luidt, dat een RS CVn ster overeenkomst vertoont met de actieve zon, maar op een aanzienlijk grotere schaal uitbarstingen laat zien.

Coronale röntgenstraling

Op 5 april 1974 werd tijdens een raketexperiment röntgenstraling van Capella gemeten. Capella is een systeem van twee reuzen met een baanperiode van 104 dagen, dat niettemin tot de RC CVn sterren wordt gerekend. Bij latere waarnemingen openbaarden zich aan de Copernicus-HEAO-1 en HEAO-2 satellieten meer dan tien RS CVn sterren als röntgenstralers. In enkele gevallen bleek tijdens een radiovlam ook de röntgenemissie te stijgen, en het wachten is nu op meer simultane gegevens.
Röntgenstraling is een belangrijke aanwijzing voor een heet steromhulsel: een corona. Men kan de temperatuur eruit afleiden, en in minstens één van de componenten van de onderhavige dubbelsterren bedraagt deze tien miljoen graden: vijf tot tien maal heter dan de zonnecorona. De nieuwste vondst, gedaan met de Einstein-satelliet HEAO-2, is dat de corona van Capella sterk *anisotherm* is: de temperatuur verloopt van plaats tot plaats tussen zes en minstens 24 miljoen graden. Men vermoedt dat ook dit weer een aanwijzing is voor magnetische structuren. In figuur 6 is geschetst hoe men denkt dat deze er in de corona uit zien.
Een aantal van deze lussen, plasma van verschillende temperaturen bevattend, kunnen de waarnemingen verklaren. Magnetische velden kunnen namelijk verhinderen dat de temperatuur door geleiding wordt uitgesmeerd. Dit model van coronale lussen is ontwikkeld om de Skylabwaarnemingen van de zon te verklaren. Waar een lus aan zijn top openbreekt is er op de zon een coronaal gat met weinig röntgenstraling en toegenomen zonnewind. De magnetische bogen zijn bij de RS CVn sterren waarschijnlijk groter en talrijker dan op de zon.

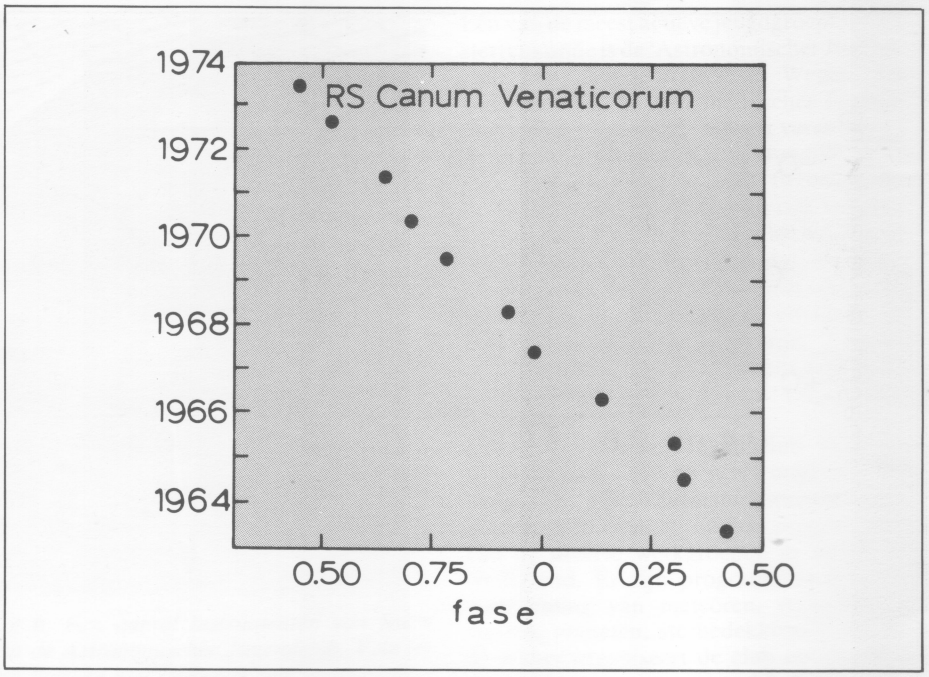


Fig. 4. Plaats van het helderheidsminimum van de golf over een tijdsbestek van tien jaar.

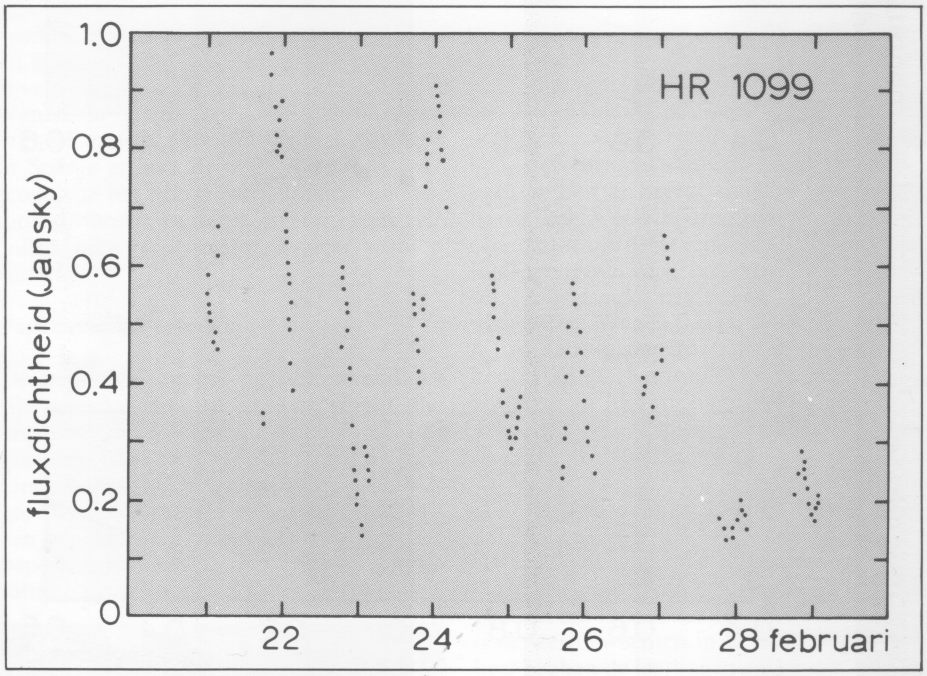


Fig. 5. Intensiteitsverloop van de radiostraling van HR 1099 in februari 1978, bij een frequentie van 10,5 gigahertz.

Radiostraling is, net als licht, een electromagnetisch golfverschijnsel. Als de golven in alle richtingen met gelijke sterkte trillen noemen we de straling *ongepolariseerd*. Het komt ook voor, bijvoorbeeld in licht dat is weerkaatst op een spiegel, dat de straling nog hoofdzakelijk in één richting trilt: dit is *lineair* gepolariseerd. Een derde soort is *circulair gepolariseerde* straling, waarvan de trillingsrichting draait terwijl de golf zich voortplant. Met behulp van een polaroidfilter, dat slechts één trillingsrichting doorlaat, is lichtpolarisatie te zien. In het radiogebied meet men de polarisatie-eigenschappen door het signaal van twee loodrecht op elkaar staande dipoolantennes te vergelijken

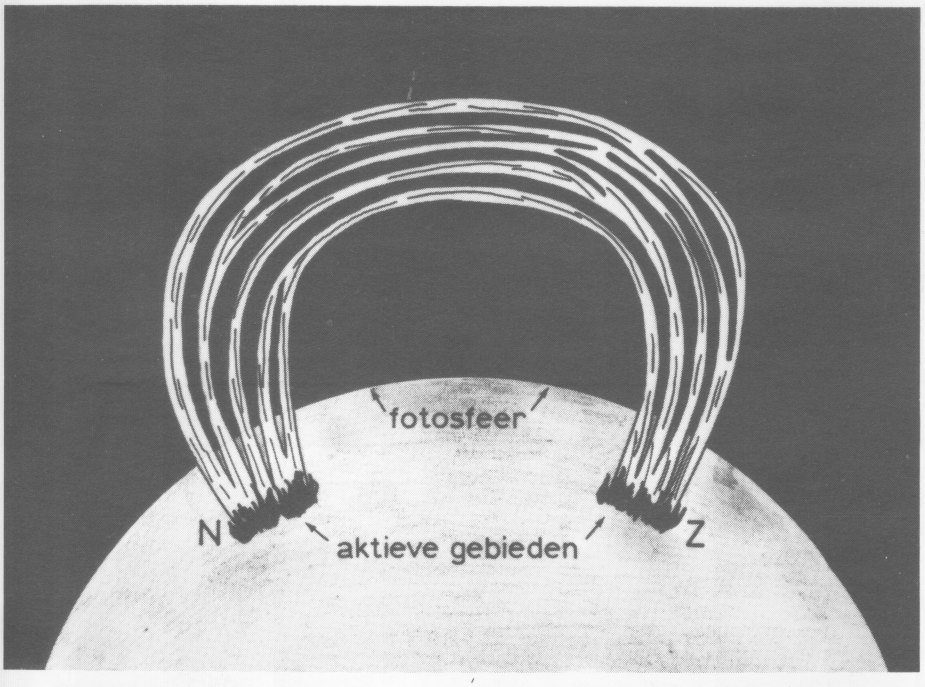


Fig. 6. Magnetische bogen (van noord- naar zuidpool) in de corona van de zon.

Toekomstverwachtingen

Men schat uit statistische overwegingen dat er tienmaal zoveel niet-eclipserende systemen zijn als eclipserende. De optische waarnemingen selecteren de laatste categorie uit, omdat deze opvalt door zijn aanzienlijke helderheidsvariaties.
Andere RS CVn sterren zouden moeten worden gezocht door te kijken naar de lichtgolf, maar die is zo klein dat hij alleen door zeer systematisch speuren gevonden zou worden. Röntgenwaarnemingen lijden niet aan dit voorkeurseuvel. Mogelijk is een behoorlijke fractie van de nog ongeïdentificeerde röntgenbronnen te ontmaskeren als een RS CVn ster. Op deze wijze is bijvoorbeeld σ CrB in de groep opgenomen. Van de zachte röntgenachtergrond op lage galactische breedte zou tien procent afkomstig kunnen zijn van RS CVn sterren.

Met dank aan Rob Rutten en Pim van Tend, die het manuscript kritisch hebben gelezen en verbeterd.

Literatuur

Zeilik, M., Hall, D.S., Feldman, P.A., en Walter, F., *Sky and Telescope*, februari 1979.
Verder diverse artikelen in *The Astronomical Journal*, 1978, Volume 83, pag. 1469 e.v.

Vlucht langs aambeelden

De redactie ontving een aantal fraaie wolkenfoto's, gemaakt door Wim de Wolf en van tekst voorzien door Huub Mizee (Den Haag). Twee ervan zijn hierbij geplaatst. De foto's zijn gemaakt op 7 augustus 1979 op de retourvlucht na een vakantie in Griekenland. Het vliegtuig bevond zich boven de Alpen. De luchtdrukverdeling was op die dag vlak; er lag een ondiep lagedrukgebiedje boven de Alpen. De temperatuur werd er overdag vrij hoog (25 tot 30 °C). Er ontstonden overdag warmteonweders, waarvan de ontwikkeling werd bevorderd door zwakke convergerende luchtstromingen in het lagedrukgebiedje. Op foto 1 schiet naast een volledig ontwikkeld aambeeld uit het wolkendek een smal cumulustorentje omhoog. Daar heeft een warme 'bel' zojuist het wolkendek (in een inversie?) doorbroken. Foto 2 geeft twee vlak naast elkaar liggende aambeelden van nabij weer. Aan de schaduwen op het gesloten wolkendek is te zien dat er sprake is van twee aambeelden. Let ook op de 'wollige' struktuur van de aambeelden (ijskristallen = cirruswolken) en de veel 'hardere' struktuur van het gesloten wolkendek (waterdruppeltjes). Het gesloten wolkendek bestaat uit uitgespreide stapelwolken.

(BZ)

Foto 1

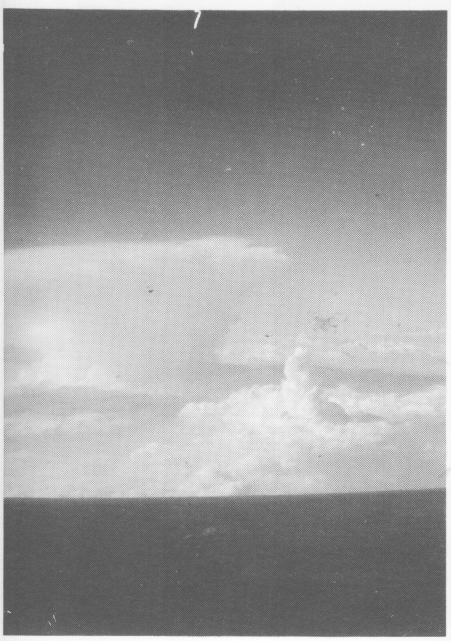


Foto 2



W. VAN TEND

De chromosfeer boven de rustige zon

De opvallendste kenmerken van de zon, bekeken in wit licht, zijn de zonnevlekken: de kernen van de zogenaamde aktieve gebieden. Deze gebieden bedekken maar een klein deel van het zonsoppervlak; de rest wordt de rustige zon genoemd. In aktieve gebieden ligt de bron van de magneetvelden van de zon; daar stijgen namelijk magneetvelden naar het oppervlak. De veldlijnen die boven het oppervlak gekomen zijn hebben ieder twee voetpunten. Aan het ene voetpunt is de richting van het veld opwaarts, aan het andere voetpunt neerwaarts.
Het magneetveld in aktieve gebieden is erg ingewikkeld. Gebiedjes waar het veld naar boven wijst en gebiedjes waar het veld naar beneden wijst liggen kris-kras door elkaar. Een dergelijk ingewikkeld magneetveld bevat meer energie dan een eenvoudig magneetveld. In aktieve gebieden komt die magnetische energie vrij. Zo gaat magnetische energie over in bewegingsenergie, wanneer bij zonnevlammen gasslierten de ruimte in schieten. Ook is de magnetische energie een warmtebron voor het hete gas boven aktieve gebieden.
Wanneer een aktief gebied enige tijd bestaan heeft, komt er geen nieuw magneetveld meer aan het oppervlak. Het aanwezige magneetveld verliest energie, waardoor het minder ingewikkeld wordt. De aktiviteit in de vorm van zonnevlammen en verhitting vermindert. De zonnevlekken aan het oppervlak worden kleiner en verdwijnen tenslotte. Dit hele verhaal kan binnen een paar dagen gebeuren, maar het kan ook meer dan een maand duren; tenslotte verdwijnt het aktieve gebied.

De rustige zon

In de overblijfselen van een aktief gebied zijn nog steeds magneetvelden aanwezig. Deze bevatten niet genoeg energie meer voor zonnevlammen of sterke verhitting. Toch is dit magneetveld erg belangrijk voor wat er boven het zonsoppervlak gebeurt. Figuur 1 laat zien hoe zo'n rustig gebied er boven het oppervlak uitziet. Deze figuur is een foto gemaakt door een kleurfilter dat alleen licht van de H-alfa lijn van waterstof doorlaat. Waterstof verduistert grotendeels het licht van deze kleur; met het kleurfilter kijken we daardoor niet zo diep in de zon als in gewoon wit licht. De laag tot waartoe we in wit licht kijken heet de fotosfeer en die laag vormt het eigenlijke zonsoppervlak.

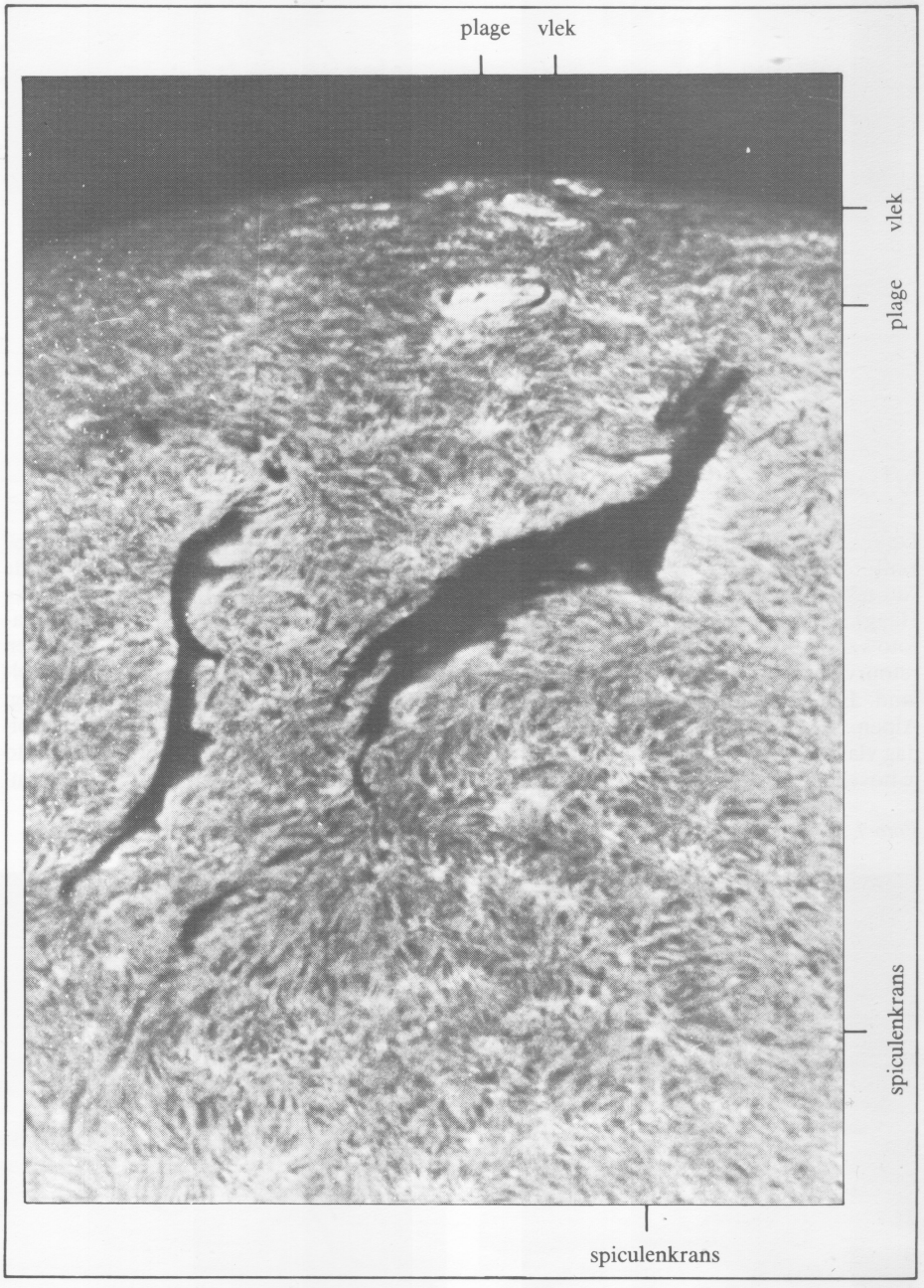


Fig. 1. De chromosfeer van de zon met twee grote protuberansen op 25 augustus 1979. De Belgische amateur Dany Cardoen maakte deze foto op het Anna Gymnasium in de Duitse stad Augsburg. Hij gebruikte een 20 centimeter lenzenkijker met een brandpuntsafstand van 3 meter en een H-alfa monochromator met een bandbreedte van 0,5 Ångström, met focale verlenging tot 6 meter. De belichtingstijd was 1/8 sekonde op SO 115. De film is bij 20 graden Celsius 8 minuten lang ontwikkeld in D19.

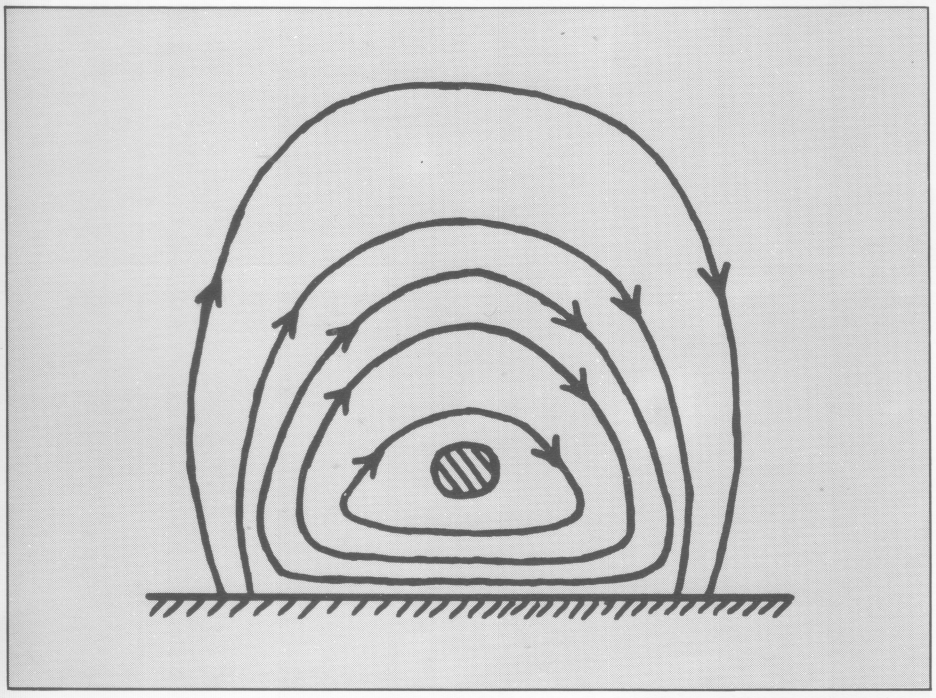


Fig. 2. Het magneetveld rondom een protuberans.

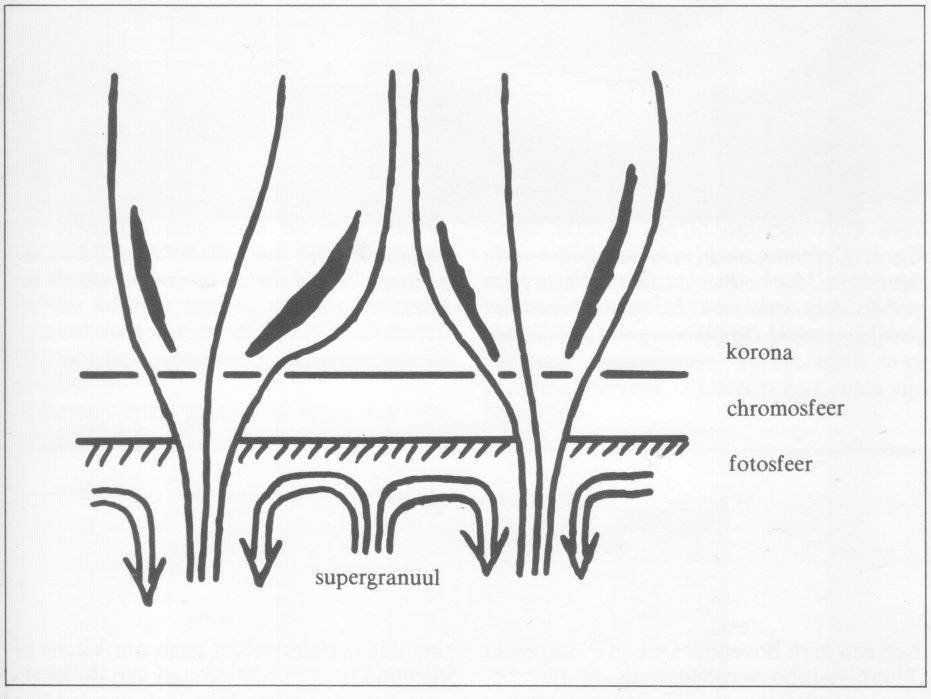


Fig. 3. De opbouw van het magneetveld vlakbij het zonsoppervlak. Aan het oppervlak ontspringt het veld in kleine buisjes, die door supergranulen bij elkaar geduwd zijn in een netwerk. Waar het magneetveld boven de chromosfeer uitwaaiert, schieten spicules omhoog.

Daarboven ligt de zogenaamde chromosfeer; deze is op de H-alfa foto te zien.
Het opvallendst in figuur 1 zijn twee donkere gasslierten; dit zijn *protuberansen.* Op het dichte gas waaruit een protuberans bestaat werkt de neerwaartse zwaartekracht van de zon. Toch stort een protuberans niet neer: een opwaartse kracht van het magneetveld doet de zwaartekracht teniet. Figuur 2 laat zien hoe horizontale magnetische veldlijnen onder de protuberans het neerstorten ervan voorkomen. Zo kan een protuberans soms maandenlang blijven hangen.
In figuur 2 is ook te zien dat het magneetveld links en rechts van de protuberans tegengesteld gericht is. Protuberansen liggen steeds boven de grens tussen gebieden met tegengestelde magneetvelden. Tussen de twee protuberansen in figuur 1 is het magneetveld neerwaarts; opzij ervan opwaarts.
De vele kleine, donkere streepjes op de foto liggen niet boven grenzen tussen tegengestelde magneetvelden. Het zijn dan ook geen kleine protuberansjes, maar *spicules* (of sprietjes). Spicules leven niet langer dan een minuut of tien. Het zijn gasstromingen die als fonteinen uit de chromosfeer omhoog schieten. Met behulp van figuur 3 zal in het volgende hun ontstaan worden toegelicht.
Figuur 3 toont de vorm van het magneetveld bij het zonsoppervlak. Boven de chromosfeer vullen de veldlijnen de hele ruimte. Dit gebied is de korona: het heel hete en ijle omhulsel van de zon, dat door schokgolven uit diepere lagen wordt verwarmd.
In de chromosfeer komen de veldlijnen uit de korona in kleine buisjes samen. Langs de veldlijnen stroomt warmte door geleiding naar de chromosfeer, die veel koeler is dan de korona. De geleidingswarmte komt terecht in de kleine gebiedjes, van waaruit de veldlijnen ontspringen. Die kleine gebiedjes raken oververhit en het uitstoten van spicules is het gevolg.
Het feit dat de magnetische velden onder de chromosfeer in de fotosfeer in dunne buisjes zijn samengeklit is erg belangrijk. In de fotosfeer welt gas op in het midden van grote bellen. Dit gas stroomt naar de zijkanten van de bellen en zakt daar weer naar beneden; die bellen heten *supergranulen.* De 'buisjes magneetveld' gaan met de stroming in de bellen mee en hopen zich op aan de randen ervan. De bellen overdekken de hele zon. Hun randen, die met veldbuisjes bezet zijn, vormen een netwerk dat het hele zonsoppervlak overspant.
Boven veldbuisjes is de chromosfeer helderder dan elders. Met wat fantasie kunnen we de heldere plekken op de voorgrond in figuur 1 aaneenrijgen tot het netwerk van veldbuisjes. De ontmoetingspunten van een aantal bellen zijn de knooppunten van het netwerk. Op die punten waaiert het magneetveld naar alle kanten uit. De spicules langs de veldlijnen vormen daar een krans; een voorbeeld hiervan is in figuur 1 aangegeven.
Op de achtergrond in figuur 1 zijn een aantal opvallend heldere gebiedjes te zien, die duidelijk groter zijn dan lichte plekjes in het netwerk op de voorgrond. Dit zijn grote verzamelingen veldbuisjes in aktieve gebieden. Zulke heldere gebieden in de chromosfeer heten *plages:* plage is het Franse woord voor strand.
Bijna door de draaiing van de zon uit het gezicht verdwenen, ligt tussen twee kleine plages vlakbij de zonsrand een zonnevlek. Bij het schrijven van dit artikel waren de gegevens over de zonneaktiviteit in september nog niet beschikbaar. Maar waarschijnlijk waren de plages en de zonnevlek vervallen tot een stukje rustige zon, toen dit gebied na twee weken weer aan de andere zonsrand verscheen. En misschien was in het gebied op de voorgrond wel weer een nieuw aktief gebied ontstaan.

De schrijver bedankt Kees Zwaan, Hans Potters en Karin Kieboom voor hun kritiek op het manuscript.

Verwijzingen

A. Duijveman, *Protuberansen,* Zenit *6*, 46-49 (1979). W. van Tend, *Spicules op het zonsoppervlak,* Zenit *6*, 200-201 (1979).

W. BUIJZE

Intihuatana: een gnomon?

In 1911 werd door de Amerikaan Hiram Bingham de ruïne-stad Machu Picchu ontdekt. Deze stad in zuidelijk Peru moet vroeger een belangrijke Inca-stad zijn geweest. In deze stad bevindt zich, voor zover bekend, de enige 'zonnesteen' die de Spaanse overheersing heeft overleefd. Hoe de zonnesteen werd gebruikt is echter een groot raadsel.



Fig. 1. De 'zonnesteen' in het centrum van de ruïne-stad Machu Picchu. Het hoogste punt van de steen steekt ca. 1,5 m uit boven het grondoppervlak. De opname werd gemaakt in de tweede week van juli 1979 om 13.00 uur plaatselijke tijd (beide opnamen van de auteur).

Fig. 1 toont de nauwkeurig bewerkte 'zonnesteen', die is aangetroffen in het centrum van de ruïne-stad Machu Picchu. Deze oude, door de Inaca's verlaten stad ligt in een erg ontoegankelijk deel van de onherbergzame Andes, op ca. 110 km ten noordwesten van de vroegere Inca-hoofdstad Cuzco. De geografische ligging van Machu Picchu is 72°33′ W.L. en 13°10′ Z.B. Het is aan deze steen dat de zon, volgens Inca-opvattingen, kon worden 'vastgebonden' of 'afgemeerd'. In het quechua, de taal die de indianen in het hoogland van Peru en Bolivia spreken en de taal die de Inca's gebruikten, betekent 'INTI' zon, terwijl 'HUATANA' wil zeggen het 'vastleggen' of 'afmeren', zoals men dat bij schepen doet. Met 'INTIHUATANA' duidt men aan een plaats waar de zon vereerd wordt, of meer in het bijzonder een zonnesteen of zonnewijzer zoals men die op de foto ziet.

De zonnesteen van Machu Picchu is voor zover bekend de enige die onbeschadigd is gebleven. Het hoogste stuk ervan steekt ongeveer 1,5 m uit boven het grondoppervlak, waarmee u de afmetingen ongeveer kan schatten. Foto 2 geeft een indruk van de heel bijzondere ligging van Machu Picchu. Met pijltjes is daarin aangegeven waar de 'intihuatana' te vinden is. Deze overzichtsfoto is genomen in noord-noordwestelijke richting.

De zon had een centrale plaats in de eredienst van het Incarijk. De Inca (d.w.z. de vorst) werd beschouwd als een regelrechte afstammeling van de zon en veel ceremonieën hadden dan ook betrekking op de zon. Zo is 24 juni het feest van Inti-Raimi; dit was een van de belangrijkste feesten van het Incarijk. Men vierde dan (wij zijn op het zuidelijk halfrond) het terugkeren van de zon. Intihuatana's, waarmee de stand van de zon dus zou kunnen worden bestudeerd, kwamen voor in de belangrijkste bevolkingscentra. Zij vormden het middelpunt van de verering van de zon en van de Inca-vorst. Toen de Spanjaarden het Incarijk veroverden, vernielden zij overal dié bouwwerken waar in hun ogen afgoderij werd bedreven. Zij vernielden de prachtige, met gouden platen bedekte zonnetempel Qorikancha in Cuzco en bouwden er triomfalistisch een kerk bovenop. Ook in P'isaq en in Ollantaytambo vernielden zij de daar bestaande intihuatana's. Zij deden dat evenwel niet zo grondig dan dat er helemaal niets meer van te zien zou zijn. Wie vanuit Cuzco naar de Valle Sagrado gaat, kan die resten daar nog steeds bekijken. Ook op een eiland in het Titicacameer moet zich zo'n beschadigde steen bevinden.

Het was op 24 juli 1911 dat de Amerikaan Hiram Bingham Machu Picchu ontdekte. Het complex ligt op een smalle bergrichel tussen twee toppen van de Andes. Het ligt circa 900 m boven de bedding van de rivier de Urubamba; de bergwanden zijn daar uiterst steil en soms zelfs vertikaal. Het was een stad die, in verband met de aard van de bouwwerken, belangrijk moest zijn geweest. Gelet op de geïsoleerde ligging en de moeilijke toegankelijkheid kreeg men de overtuiging dat het hier moest gaan om Vitcos of Vilcabamba, een heilige stad van de Inca's waar ook de laatste Inca zich zou hebben terugetrokken toen de Spanjaarden zijn land hadden overmeesterd.

Voor archeologen en historici was de ontdekking van Machu Picchu van grote betekenis; dat komt omdat de Spanjaarden deze stad nimmer hebben kunnen vinden. Daardoor is de intihuatana niet vernietigd of beschadigd. Het is, voor zover bekend, enige exemplaar dat nog in goede staat is en dat is dan ook de bijzondere betekenis ervan. Over de wijze waarop deze 'zonnesteen' zou zijn gebruikt is, voor zover ik heb kunnen nagaan, niets bekend. Ik heb evenmin ergens kunnen achterhalen of er ooit een meetkundig en kosmografisch onderzoek is uitgevoerd naar de mogelijke astronomische functie van de steen. In tegenstelling tot de

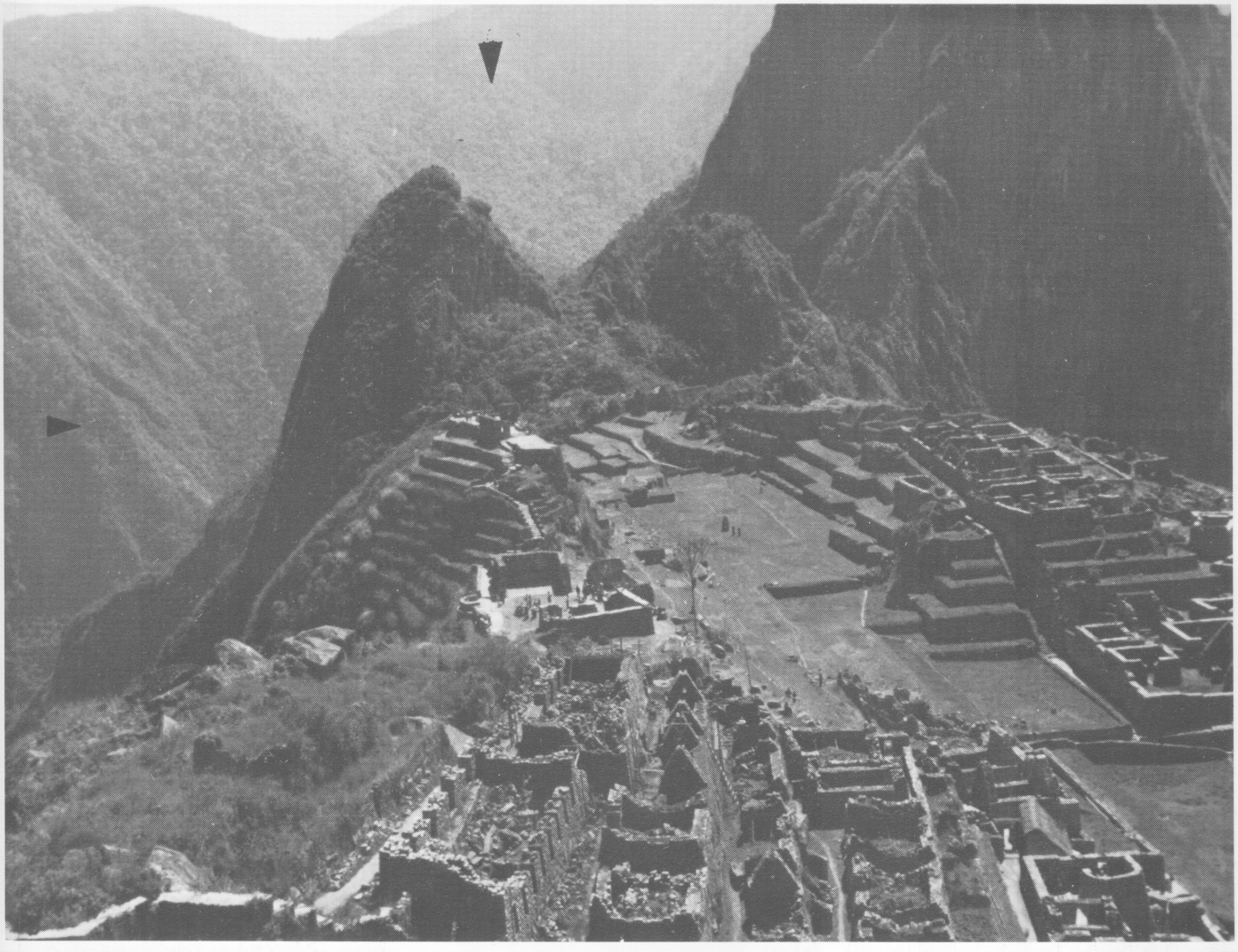


Fig. 2. Overzicht van de ruïne-stad Machu Picchu. De pijltjes geven de plaats van de zonnesteen aan. De opname werd gemaakt in noordoostelijke richting.

Mexicaanse Maya's, die een schrift kenden waardoor het mogelijk was zich een beeld te vormen van hun astronomische kennis, is dat bij de Inca's niet het geval. Zij kenden geen schrift.
De door de Spanjaarden radicaal vernietigde Incabeschaving heeft vele raadsels nagelaten; de intihuatana is er maar één van. Maar dit probleem is voor meting en berekeningen toegankelijk en kan zo nader tot een oplossing worden gebracht. Iedereen neemt aan dat het een object is met astronomische betekenis. Maar óf dat zo is kan alleen worden vastgesteld door een onderzoek en ook alleen zó kan men inzicht krijgen in het gebruik ervan.

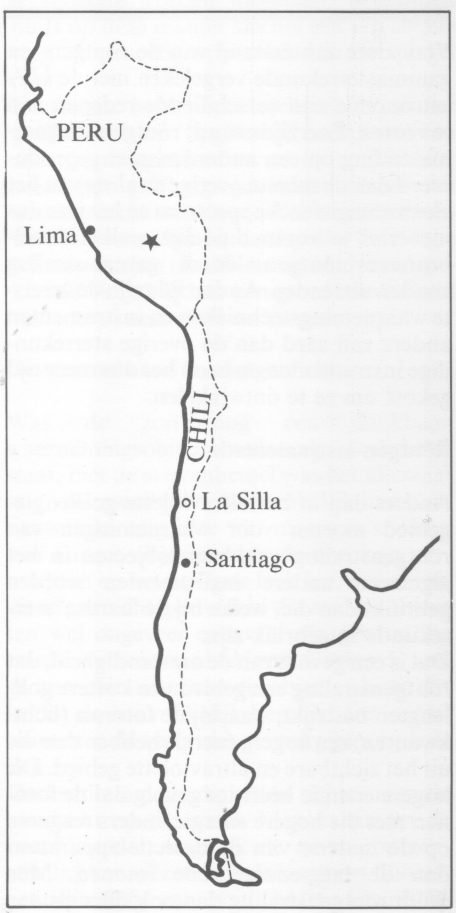


Fig. 3. Op dit kaartje is de ligging van de ruïne-stad Machu Picchu met een sterretje aangegeven. Een mogelijke tussenstop voor astronomen die op de sterrenwacht op La Silla zijn geweest?

W. DE GRAAFF

Ruimte-onderzoek en sterrekunde (2)

Röntgen- en gamma-astronomie

Was de ultraviolet-astronomie de eerste tak van sterrekundig onderzoek die heeft geprofiteerd van de nieuwe hulpmiddelen van het ruimte-onderzoek (zie het eerste deel van deze bijdrage), bij de röntgen-astronomie en in nog sterkere mate bij de gamma-astronomie heeft dat veel langer geduurd. De eerste, zeer ruwe meting van röntgenstraling van de zon vond plaats in de Verenigde Staten aan boord van een op de Duitsers buitgemaakte V-2 raket, die in september 1949 werd gelanceerd. De instrumenten hiervoor waren vervaardigd door het Naval Research Laboratory bij Washington, dat een toonaangevende pioniersrol heeft gespeeld op het gebied van de ruimte-astronomie. In het gebied van de veel hardere, energierijkere, kortgolviger gammastraling was het de Amerikaanse satelliet OSO-3 (OSO = Orbiting Solar Observatory) die in 1968 de eerste, uit het heelal afkomstige gammastralen waarnam.

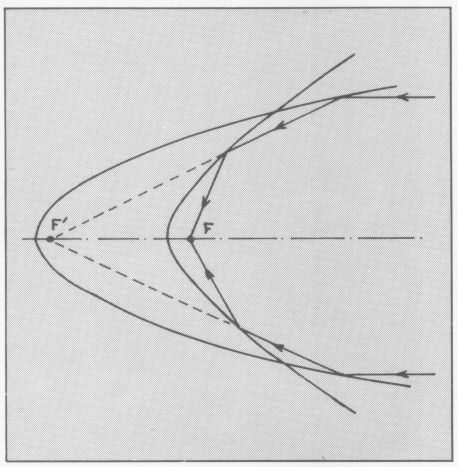


Fig. 1. Dubbel-reflecterende telescoop met scherende inval, geschikt voor afbeelding in röntgenstraling. De eerste spiegel is een paraboloïde met brandpunt F_1; de tweede is een blad van een hyperboloïde met brandpunten F_2 en F_1.

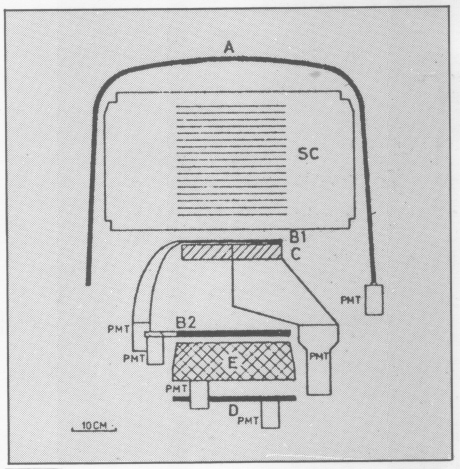


Fig. 2. Schema van het Cos-B-instrument voor gamma-astronomie. A, B1, B2 en D zijn scintillatiedetectoren, SC is de vonkenkamer, C de Tsjerenkow-teller, E een energie-calorimeter en PMT zijn fotomultiplicatorbuizen die de signalen van de andere detectoren registreren.

Voor deze achterstand van de röntgen- en gammasterrekunde vergeleken met de UV-astronomie zijn verschillende redenen aan te voeren. Enerzijds wordt röntgen- en gammastraling op een andere manier geproduceerd dan de meeste overige straling van het electromagnetische spectrum en het was dus niet van te voren duidelijk welke hemelbronnen röntgen- en/of gammastraling zouden uitzenden. Anderzijds zijn de vereiste waarnemingstechnieken en instrumenten anders van aard dan de overige sterrekundige instrumenten en heeft het dus meer tijd gekost om ze te ontwikkelen.

Röntgen-instrumentatie

Anders dan in het ultraviolette golflengtegebied moeten voor waarnemingen van röntgenstraling van hemelobjecten in het algemeen andere instrumenten worden gebruikt dan die, welke bij de 'aardse' sterrekunde in gebruik zijn.
Dat is een gevolg van de omstandigheid, dat röntgenstraling een gebied van kortere golflengten bestrijkt, waarbij de fotonen (lichtkwanten) een hogere energie hebben dan die uit het zichtbare en ultraviolette gebied. Die hogere energie heeft tot gevolg dat de fotonen met die hogere energie anders reageren op de materie van de detectie-apparatuur dan de laag-energetische fotonen. Men duidt röntgenstraling dan ook dikwijls aan met de *fotonenergie* in plaats van de golflengte, waarbij geldt dat het product van de golflengte, in nm en de foton-energie in eV (electronvolt) gelijk is aan 1240. Een golflengte van 50 nm komt dus overeen met een energie van ca. 25 eV.
Bij golflengten van ca. 10 nm en korter worden in het algemeen detectiemethoden toegepast die overeenkomst vertonen met die, welke in gebruik zijn bij de kernfysica voor het detecteren van radio-actieve straling. Daarbij worden afzonderlijke fotonen geabsorbeerd en de vrijkomende energie wordt omgezet in een electrisch signaal, dat al naar de omstandigheden evenredig kan zijn met de geabsorbeerde energie. Als detectoren worden gebruikt met gas gevulde telbuizen, scintillatietellers en vaste stof-detectoren, terwijl ook fotografisch materiaal in bepaalde gevallen bruikbaar is.
Ook het analyseren van de straling naar golflengte of energie en naar richting, dus plaats, vereist aparte voorzieningen vergeleken met de optische astronomie. Wegens de absorptie in het materiaal zijn lenzen en prisma's onbruikbaar. Voor afbeelding komen vrijwel alleen spiegels in aanmerking en deze kunnen alleen worden gebruikt wanneer de straling scherend, d.w.z. zeer schuin op het spiegelend oppervlak invalt. Dan echter gaat bij enkelvoudige weerkaatsing de afbeeldingsmogelijkheid verloren en is dubbele weerkaatsing aan geschikt gekozen oppervlakken noodzakelijk. Bij nog kortere golflengten, zeg beneden 0,2 nm, blijft vrijwel alleen de mogelijkheid van collimatie, d.w.z. begrenzing van het gezichtsveld over.
Spectraalanalyse naar golflengte is mogelijk met behulp van tralieroosters, bij kortere golflengten vooral met transmissietralies (bij ingekraste tralies moet ook hier van scherende inval worden gebruik gemaakt). In vele gevallen is het mogelijk een ruwe spectraalanalyse uit te voeren, door de geproduceerde electrische signalen in de detector electronisch naar sterkte te sorteren. Bij hoge foton-energieën is deze methode de enige die overblijft voor het bepalen van de energie. Daarbij geldt ruwweg dat hoe groter de foton-energie is, des te nauwkeuriger wordt het scheidend vermogen bij de spectraalanalyse.

Gamma-instrumentatie

In de sterrekunde spreekt men in het algemeen van gammastraling als de foton-energie groter is dan ca. 10 MeV. Dat betekent dat de golflengte kleiner moet zijn dan ca.

0,000 1 nm = 0,1 pm (1 pm = 1 picometer = 1 biljoenste m = 10^{-12}m). In dit stralingsgebied echter is het uitsluitend de fotonenergie die wordt gemeten en niet meer de golflengte, zodat hier alleen over de fotonenergie wordt gesproken.
Sterker nog dan bij de hardere röntgenstraling geldt hier, dat complete, aangepaste, kernfysische meetopstellingen vereist zijn. In het algemeen gaat het hierbij om instrumenten die reageren op gamma-fotonen, maar zó zijn uitgevoerd dat ze niet reageren op geladen deeltjes uit de kosmische straling met vergelijkbare energieën als fotonen. Voor een deel geschiedt dit met behulp van mantels van sterk absorberend materiaal en voor een ander deel met behulp van elektronische schakelingen. Daarbij kan het instrument onderscheid maken tussen energierijke, geladen deeltjes die ontstaan door absorptie van een gamma-foton in het instrument en die, welke uit de ruimte afkomstig zijn.
Detectie van gamma-fotonen is alleen mogelijk als zo'n foton wordt geabsorbeerd, d.w.z. dat het in zodanige wisselwerking treedt met materie in de detector dat daarbij energierijke, geladen deeltjes vrijkomen. Door van deze deeltjes zowel de energie als de bewegingsrichtingen te bepalen kan men terugrekenen wat de energie van het oorspronkelijke foton is geweest en uit welke richting het moet zijn gekomen.

Beginproblemen

De allereerste aanwijzing voor de aanwezigheid van röntgenstraling in de ruimte kwam in 1948, toen Burnight een fotografische emulsie aan boord van een sondeerraket boven de atmosfeer bracht. Deze emulsie was zodanig gemonteerd dat zichtbare en ultraviolette straling er niet kon doordringen. Toen de raket na de vlucht was teruggevonden en de film werd ontwikkeld, bleek zij toch te zijn 'belicht'. Daarmee was aangetoond dat er röntgenstraling boven de atmosfeer moest voorkomen.
Het volgend jaar werden speciaal daartoe aangepaste röntgendetectoren gelanceerd aan boord van een raket en toen kon voor het eerst worden aangetoond dat deze straling van de zon afkomstig was. Bij deze en latere vluchten van het Amerikaanse Naval Research Laboratory (NRL) werd ook de energie van de straling bepaald en een schatting gegeven van het aantal fotonen, d.w.z. van de intensiteit van de straling.
In de volgende jaren werden deze experimenten voortgezet en uitgebreid. Ook in met name Engeland werd de belangstelling voor de röntgenastronomie gaande gemaakt en de eerste Engelse kunstmaan Ariel-1, die in april 1962 met een Amerikaanse raket werd gelanceerd, leverde lange tijd goede waarnemingen van de röntgenstraling van de zon. Ook Nederland kwam met een bescheiden bijdrage, toen in november 1964 een raket-instrument dat door de Fransen was gelanceerd de zachte röntgenstraling (d.w.z. met een relatief geringe energie) van de zon mat. In de Verenigde Staten begon men rond 1960 met het op regelmatige basis lanceren van eenvoudige satellieten voor het continu waarnemen van de röntgenstraling

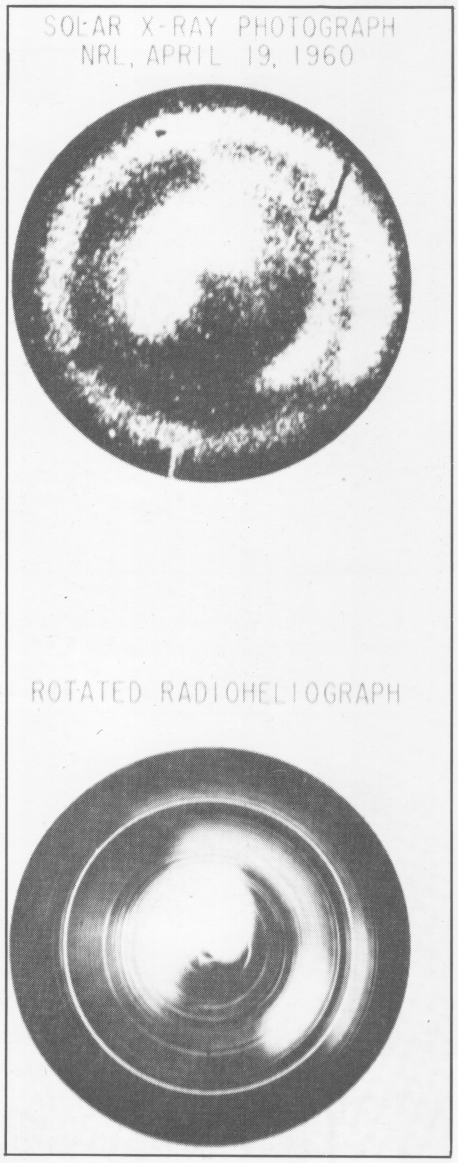


Fig. 3. Eerste röntgenfoto van de zon (boven), vergeleken met een op dezelfde manier versmeerde radioregistratie van de zon (onder).

van de zon in diverse golflengtegebieden.

Röntgenfoto's van de zon

Nu gebleken was dat de zon een bron van röntgenstraling was, wilde men óók graag weten van welke delen van de zon die straling afkomstig was. Dat was niet eenvoudig, want in die tijd bestonden er nog nauwelijks camera's voor röntgenstraling en die er waren, waren te ongevoelig voor de zon of te gecompliceerd om aan boord van een raket te worden meegenomen.
Allereerst probeerde men het bij het NRL met een eenvoudige gaatjescamera, een robuuste, holle ruimte met tegen de ene wand een laag fotografische emulsie en in de tegenoverliggende wand een klein gaatje. Dit toestel werd gemonteerd in een raket die met een as op de zon kon worden gericht en die na de vlucht voldoende onbeschadigd kon worden geborgen. Met dit apparaat werd in april 1960 de eerste röntgenfoto van de zon verkregen. Helaas had de raket tijdens de belichting bijna een halve slag om de op de zon gerichte as gedraaid, zodat de foto vrij ernstig was versmeerd, maar toch bleek het mogelijk er bruikbare conclusies uit te trekken. Wat vooral van belang was, was de overeenstemming die men kreeg met een afbeelding van de zon in radiostraling van 9 cm toen men die op dezelfde manier had versmeerd. Voor het eerst kreeg men hier, evenals bij de radio-afbeeldingen, het beeld van een zonneschijf die, afgezien van afzonderlijke, verspreide, heldere gebieden, donker was in röntgenstraling.

Op verschillende manieren is geprobeerd deze fotografische apparatuur te verbeteren. Enerzijds heeft men geprobeerd gebruik te maken van z.g. zoneplaatjes, dat zijn systemen van concentrische ringen met open ruimten ertussen, waarvan de afmetingen zo zijn gekozen dat straling van een gegeven golflengte die evenwijdig aan de hoofdas van het ringenstelsel invalt in een gegeven punt achter het stelsel op de hoofdas door interferentie wordt versterkt. Deze methode is o.a. door Nederlandse onderzoekers toegepast, maar bleek in de praktijk toch teveel nadelen te vertonen.
Een andere mogelijkheid is, gebruik te maken van spiegels. We hebben echter al gezien dat voor röntgenstraling dan scherende inval moet worden toegepast en dat leidt bij een enkelvoudige, trechtervormige spiegel tot grote beeldfouten. In feite wordt bij zo'n spiegel alleen straling evenwijdig aan de hoofdas in het brandpunt van de spiegel verzameld; evenwijdige straling uit andere richtingen wordt versmeerd tot ringen om het brandpunt. Wil men toch een goede afbeelding krijgen, dan moet een tweede spiegel worden aangebracht en moet dubbele reflectie worden toegepast. Bovendien blijft op deze manier slechts een vrij smalle ring als gevoelig oppervlak van de spiegel over.
Niettemin heeft deze techniek bijzonder goede resultaten opgeleverd in de vorm van scherpe röntgenfoto's van de zon in verschillende golflengtegebieden. Zowel met sondeerraketten als vooral ook met het zonne-observatorium in de Apollo Telescope Mount van het inmiddels op aarde teruggekeerde Skylab is hier een grote hoeveelheid waardevol materiaal verkregen.

De sterrenhemel in röntgenlicht

Was de zon nog een dankbaar waarnemingsobject omdat zij zo dichtbij staat, met de sterrenhemel was het allemaal nog veel moeilijker. Aanvankelijk had men nauwelijks enig idee wat men aan straling van andere objecten dan de zon kon verwachten en het veiligste leek het, om er van uit te gaan dat gemiddeld die andere objecten wel ongeveer evenveel röntgenstraling zouden uitzenden als de zon. Gezien de veel grotere afstanden van die objecten hield dat in dat de aanvankelijk beschikbare instrumenten in de verte niet gevoelig genoeg zouden zijn.
Onder die omstandigheden richtte men de aandacht op de maan. Men kwam tot de conclusie dat mogelijk de maan röntgenstraling kon uitzenden, als een soort fluorescentiestraling van zonlicht en kosmische ▶▶

straling. In juni 1962 werd de eerste voor de maan bestemde röntgendetector gelanceerd en tot ieders verrassing bleek er een krachtige röntgenbron aan de hemel te zijn die de maan verre in intensiteit overtrof. Nader onderzoek wees uit dat het om een bron in het sterrenbeeld Scorpius ging in de omgeving van het centrum van ons Melkwegstelsel en dus werd deze bron aangeduid als Scorpius X-1, of afgekort Sco-X-1: een nieuw soort hemelobjecten was ontdekt.

Al spoedig volgden andere objecten. Verschillende satellieten werden met aangepaste instrumenten uitgerust en in 1964 slaagde een groep van het NRL er in om met behulp van een maanbedekking de ruwe afmetingen van een röntgenbron in de Krab-nevel te bepalen. Andere onderzoekingen richtten zich op het verkrijgen van een algemeen overzicht van de sterrenhemel in röntgenlicht. Zo werd in december 1970 de satelliet Uhuru gelanceerd voor de kust van Kenya (Uhuru is een woord uit het Swahili, de taal van de negers in dat gebied, en betekent vrijheid). Na ruim vier maanden reeds was hiermee een overzicht van de hele hemel verkregen en waren de posities van ruim 160 röntgenbronnen gevonden.
Nieuwe satellieten volgden, zoals de Astronomische Nederlandse Satelliet ANS, waarover reeds verschillende malen in dit blad is geschreven en die als eerste op geselecteerde hemelbronnen kon worden gericht, Ariel-5 van Engeland en Amerikaanse satellieten zoals OAO-3, OSO-8, SAS-3 en andere.
Een belangrijke nieuwe stap werd gezet met de lancering van het Amerikaanse High Energy Astronomy Observatory HEAO-1 in augustus 1977. Deze satelliet was uitgerust met een viertal experimenten bestemd voor het aftasten van de hemel in röntgenstraling met energieën tussen 150 eV en 10 MeV, waarbij vooral in het lage energiedeel van dit gebied een hoge positienauwkeurigheid (tot 0,1 booggraad) werd bereikt. Elk van deze vier instrumenten was aanzienlijk gevoeliger dan eerdere, soortgelijke apparaten. Een jaar na de lancering waren er in totaal zo'n 500 röntgenbronnen bekend. Tot de hemelobjecten die de bijzondere aandacht van dit observatorium hebben gekregen behoren pulsars, mogelijke zwarte gaten en extragalactische röntgenbronnen.
In november 1978 volgde de lancering van HEAO-2, ook wel het Einstein-observatorium genoemd. Het voornaamste instrument van dit ruimtestation is een grote dubbelreflecterende, scherende inval-telescoop. Hiermee werd voor het eerst een ruimtelijk scheidend vermogen van enkele boogseconden bereikt over een gezichtsveld van iets minder dan een halve booggraad. Achter deze telescoop met een diameter van ruim een halve meter bevinden zich vier detectie-instrumenten, die om de beurt in het brandvlak van de telescoop gebracht kunnen worden. Om het gevoelig oppervlak van de telescoop te vergroten zijn er vier afzonderlijke, trechtervormige telescoopspiegels in elkaar gebouwd.
Al spoedig na de lancering leverde het Einstein Observatorium verrassingen op. Toen het observatorium voor calibratiedoeleinden werd gericht op de sterke, bekende röntgenbron Cygnus X-3, verscheen er niet één bron op het beeldscherm, maar zes. Aanvankelijk vreesden de onderzoekers dat er iets mis was met het afbeeldende systeem van de satelliet, maar gelukkig bleek dat niet het geval te zijn en later konden de vijf nieuwe, onbekende bronnen worden geïdentificeerd met een groep jonge O-sterren. Het was niet bekend of te verwachten dat O-sterren röntgenstraling zouden uitzenden, maar het Einstein Observatorium vond er nog veel meer en nu zijn ze opgenomen in het normale waarnemingsprogramma van de satelliet.
Ook röntgenspectra worden waargenomen met HEAO-2 en een van de daartoe ingebouwde instrumenten is een uit een groot aantal segmenten bestaand tralierooster, geleverd door het Utrechtse Laboratorium voor Ruimte-Onderzoek. Hiermee kunnen in het golflengtegebied rond de 1 nm spectrale intensiteitsverdelingen worden gemeten met een scheidend vermogen van ca. 1 op 50.

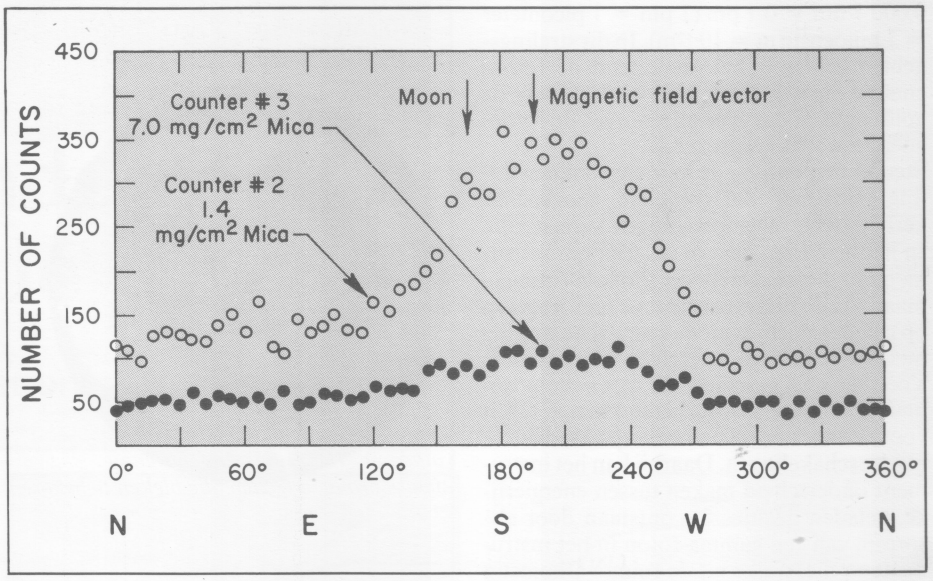


Fig. 4. Registratie van de eerste röntgen-hemelbron in 1962. Het verloop van de open cirkels geeft aan dat de straling in hoofdzaak niet van de maan komt (linker pijl midden boven).

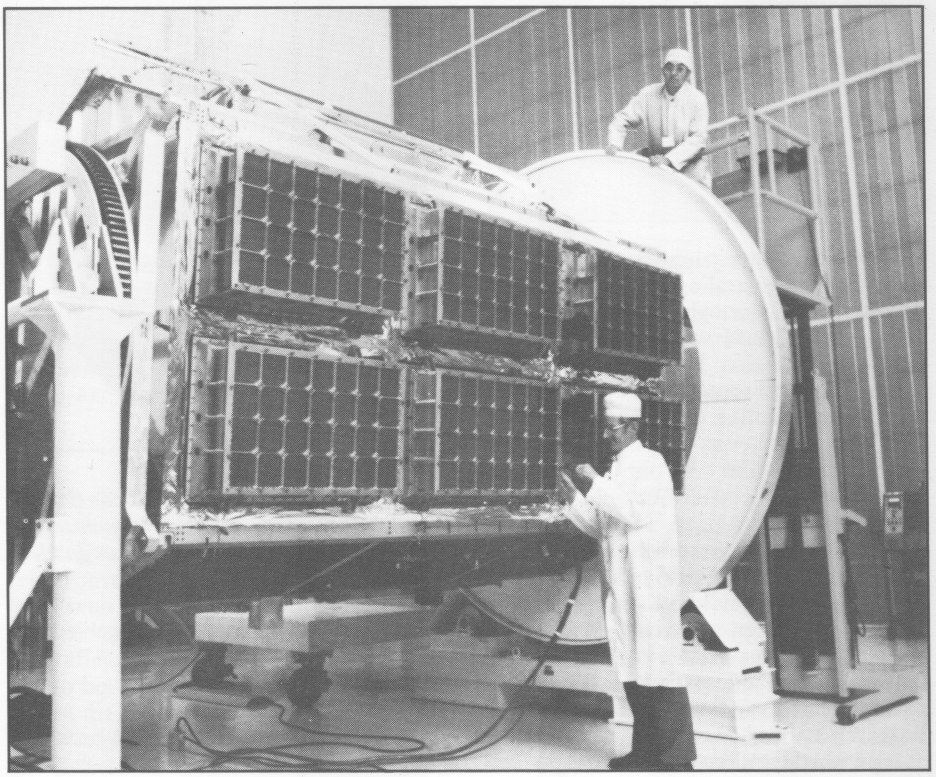


Fig. 5. De röntgensatelliet HEAO-1 wordt in Californië gereed gemaakt voor de lancering, die in augustus 1977 heeft plaatsgevonden.

Gamma-astronomie

Al omstreeks 1950 waren er enkele vooruitziende geesten die de mogelijkheden onderzochten van gammastraling in het heelal en haar indirecte waarneming via kernreacties in de atmosfeer. In die tijd werden ook de eerste ballon- en raketvluchten uitgevoerd maar deze waren niet gevoelig genoeg om iets te meten en hun resultaten leverden dus alleen een bovengrens op voor de te verwachten intensiteit van de gammastraling. Het eerste positieve resultaat leverde een instrument aan boord van de Amerikaanse maanraket Ranger-3, die in januari 1962 de maan voorbij vloog en daarbij een gelijkmatig verdeelde straling met foton-energieën rond 1 MeV ontdekte.

De eerste duidelijke waarneming van gammastraling uit het heelal leverde een instrument aan boord van de in maart 1967 gelanceerde Amerikaanse satelliet OSO-3. In de zestien maanden dat de satelliet goed functioneerde werden ruim 600 gamma-fotonen geregistreerd met energieën groter dan 50 MeV. Een analyse van de richtingen waaruit deze fotonen afkomstig moesten zijn toonde aan, dat een belangrijk deel uit de Melkweg kwam met een piek in de richting van het Melkwegcentrum, terwijl daarnaast een gelijkmatig over de ruimte verdeelde achtergrondstraling aanwezig was.

Meer satellietexperimenten volgden. Van belang is vooral geweest de Europese satelliet Cos-B, die gelanceerd is in augustus 1975. Deze satelliet bevatte één enkel instrument, waarvan de onderdelen zijn gebouwd door zes Europese instituten, waaronder de werkgroep Kosmische Straling te Leiden. Het bestaat in hoofdzaak uit een 'vonkenkamer' waarin de banen van de bij absorptie van een gamma-foton vrijkomende geladen deeltjes kunnen worden geanalyseerd, een Tsjerenkow-teller en enkele scintillatietellers voor het meten van de energie van die deeltjes.

Gemeten werden gamma-bronnen met stralingsenergie tussen 20 en 2000 MeV, met één ruimtelijk scheidend vermogen van enkele tot enkele tientallen graden. De satelliet werkt nog steeds zo goed dat het waarnemingsprogramma nog steeds wordt verlengd. Inzicht werd verkregen in de verdeling van de gammabronnen langs de equator van het Melkwegstelsel, van het energiespectrum van de achtergrondstraling en van de structuur van enkele geselecteerde bronnen, waaronder enkele pulsars.

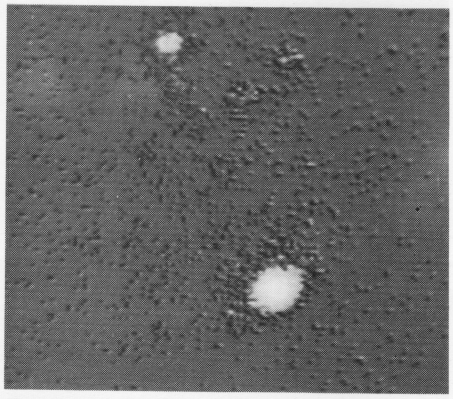


Fig. 6. Op de röntgenfoto van de hemelbron Cygnus X-3, gemaakt met het Einstein-observatorium (HEAO-2) zijn bovenaan nog vijf andere bronnen te zien, die bleken te behoren tot een groep jonge, hete O-sterren.

Besluit

Veel is tot nu toe bereikt in de ontwikkeling van de röntgen- en gamma-astronomie en er staat ongetwijfeld nog meer te wachten. De derde HEAO, die in oktober 1979 werd gelanceerd, zal vooral de gamma-astronomie verder vooruit helpen en in Europa wordt hardt gewerkt aan de voorbereiding van de lancering van EXOSAT, waarbij ook de twee Nederlandse werkgroepen voor ruimte-onderzoek te Utrecht en Leiden zijn betrokken.

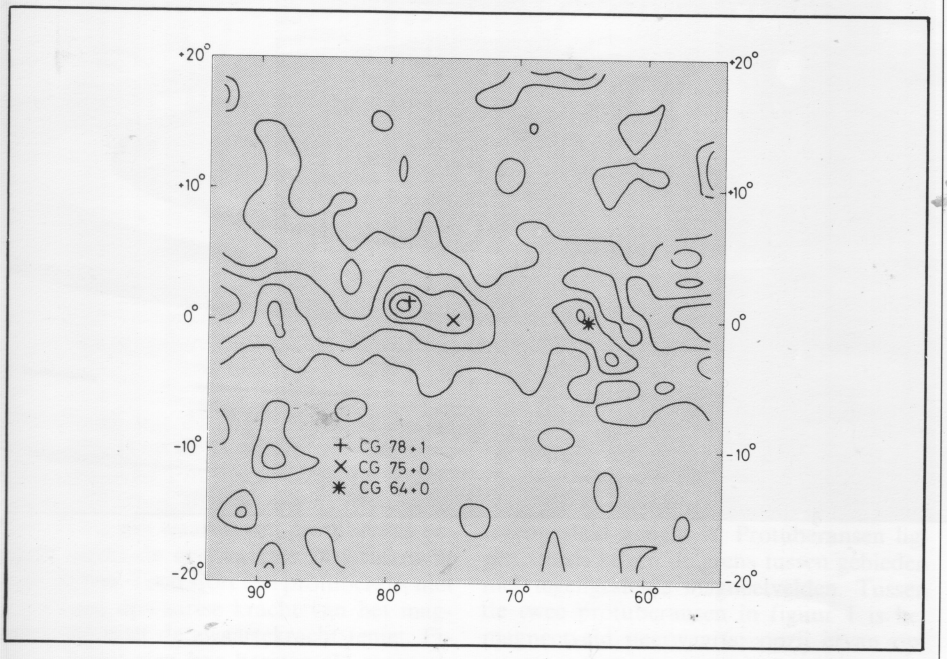
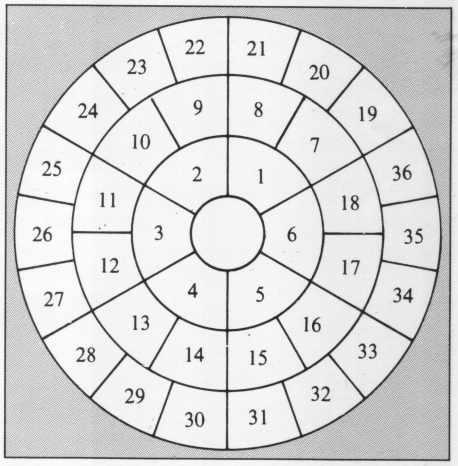


Fig. 7. Een drietal bronnen van gammastraling, waargenomen met de ESA-satelliet Cos-B.

Nieuwe techniek voor zoeken naar supernovae

Op verschillende sterrenwachten wordt systematisch gezocht naar supernovae in extragalactische sterrenstelsels, wat tot nu toe een 'score' van ongeveer tien per jaar heeft opgeleverd. André B. Muller van de Europese Zuidelijke sterrenwacht (ESO) in Chili heeft in het kader hiervan een techniek ontwikkeld waarmee deze zoekactie sneller en met minder fotografisch materiaal kan plaatsvinden. De techniek bestaat hieruit, dat op één fotografische plaat een groot aantal opnamen worden gemaakt. Dit gebeurt door tussenkomst van twee, vóór de plaat geplaatste diafragmaschijven, waarmee de plaat in bijvoorbeeld 36 veldjes wordt verdeeld (zie figuur). Als het sterrenstelsel in veld 1 is gefotografeerd, beweegt de telescoop naar het volgende stelsel. Intussen draaien de diafragmaschijven zodanig dat veld 2 kan worden belicht. Dit gaat zo door tot alle 36 velden zijn belicht. Met 5 minuten belichtingstijd per veld en 1 minuut tussen de verschillende instellingen



kunnen 36 sterrenstelsels in 3½ uur worden gefotografeerd. Bovendien behoeft er nu slechts één fotografische plaat te worden ontwikkeld: alles bij elkaar een winst in tijd en een besparing in fotografisch materiaal.

Dezelfde waarnemingsprocedure wordt 10 tot 14 dagen later herhaald. Van de tweede fotografische plaat wordt dan een positieve copie gemaakt, die over de eerste (het negatief) wordt heengelegd. Een eventuele opvlammende supernova zal zich dan op de gecombineerde plaat verraden als een witte stip op een grijze achtergrond. Wanneer mocht blijken dat foutjes in de fotografische emulsie een groot probleem vormen, dan zou men elk stelsel op dezelfde plaat tweemaal kunnen fotograferen (dan kunnen er dus 18 stelsels per plaat worden onderzocht). Volgens Muller kunnen er m.b.v. deze techniek per nacht 72 of 108 sterrenstelsels (afhankelijk van de beschikbare waarnemingstijd) onder controle worden gehouden.

(GB/ESO Messenger 19, dec. 1979)

G. W. E. BEEKMAN

Nieuw planetarium in Apeldoorn



Een deel van de planetentafel en het achterpaneel, met links de heer Kuipers (foto Gerard Dubois).

Op 30 oktober 1979 werd door prof. De Jager het Kuipers Planetarium in Apeldoorn officieel in werking gesteld. Het instrument bevindt zich in de ontvangsthal van Centraal beheer en behoort tot de mechanische planetaria. In zijn openingswoord herinnerde De Jager er aan dat Nederland nu jammer genoeg geen optisch planetarium meer heeft (na de brand in 1976) en dat het planetarium in Apeldoorn daardoor een extra belangrijke rol kan gaan vervullen.

Het planetarium in Apeldoorn werd gebouwd door Jan Kuipers, een fabrikant in ruste. Kuipers werd geboren in het jaar 1900 in de buurt van Franeker, waar ook (in 1744) de wieg van Eise Eisinga heeft gestaan. Reeds op jonge leeftijd werd Kuipers geboeid door het begrip 'beweging' en door mechanismen waarin dit tot uitdrukking kwam. In 1929 richtte hij een fabriek op voor de bouw van staalconstructies: niet bepaald een beweeglijke materie dus. Toen hij zich echter in 1964 terugtrok had hij alle tijd om zijn jeugdliefde verder uit te bouwen en te maken wat hij nu zelf wilde. Hij werkte eerst aan een soort wankelmotor, echter zonder dat hiermee iets werd gedaan. Daarna bouwde hij een miniatuur-kermis, die thans te bewonderen is aan het strand van Harderwijk. En tenslotte kwam de wens bij hem op om zelf een planetarium te bouwen.

Na zich met behulp van boeken te hebben geïnformeerd en alle onderdelen te hebben uitgetekend, begon hij in 1974 met de constructie ervan. Dit gebeurde deels op zijn vroegere fabriek en deels op zijn flatwoning, die daardoor langzamerhand tot een soort onderdelenmagazijn uitgroeide. De Apeldoornse krant bracht zijn werk in de publiciteit, waarna er van verschillende kanten reacties kwamen van mensen en instellingen die zijn planetarium wel wilden plaatsen. De ons wel bekende Govert Schilling en Bert van Sprang stelden voor om contact op te nemen met Centraal Beheer (een vereniging met maatschappijen voor levensverzekering, schadeverzekering, informatieverwerking, financiering, hypotheken en leasing), wat in januari 1978 gebeurde. Centraal Beheer reageerde positief, stelde ruimte ter beschikking, waarna Kuipers in juli dat jaar met de opbouw van het planetarium kon beginnen. Zijn grote bezorgdheid was dat de hem opgelegde taak niet haalbaar zou zijn vanwege zijn leeftijd. Midden 1979 was het planetarium echter gereed en na de opening in oktober kan Kuipers in nog steeds blakende gezondheid zijn instrument aan de bezoekers demonstreren. Iedereen kan vrij bij Centraal Beheer binnenlopen om het planetarium te bekijken. Voor groepen is echter het maken van een afspraak gewenst (055-799111). De belangstelling is momenteel zo groot, dat Kuipers vreest dat de bezoekersruimte te klein gaat worden, maar ook hierin ligt een compliment aan de bouwer besloten.

Het instrument

Een planetarium moet men *zien* en niet beschrijven; daarom slechts hier een globale beschrijving. Een belangrijk deel van het instrument is de planetentafel, die 420 bij 470 cm meet. Hierop bevinden zich de zon, de planeten en de maan; zij zijn weergegeven door bolletjes op steeltjes, die langs sleuven in de tafel worden voortbewogen. Het raderwerk en de tandwielkransen voor de beweging bevinden zich onder de tafel. Op het paneel achter de tafel worden de tijd, de datum, het lengen en korten der dagen, de fasen van de maan, het ontstaan van eclipsen, het verschijnsel eb en vloed en het verschijnsel zwaartekracht in beeld gebracht. Dit laatste gebeurt met behulp van 10 poppetjes (de planeten en de maan) die achtereenvolgens een sprong maken: hoe hoger de sprong, hoe geringer de zwaartekracht. De sterrenhemel is weergegeven door middel van een ronddraaiende kaart. Hier ziet men ook een verklaring van de eigenbeweging van sterren, van de precessie van de aardas, en de beweging van de zon door de sterrenbeelden. Tenslotte wordt op een aparte tafel meer uitgebreid op de bewegingen van de aarde en de maan ingegaan.

Het planetarium wordt in beweging gebracht door een tandwielstelsel, bestaande uit 328 tandwielen, aangedreven door acht elektromotortjes. Eén daarvan draait met constante snelheid de moederas van het instrument aan (éénmaal rond in 24 uur). Het gehele raderwerk is open gehouden, zodat de bezoekers kunnen zien hoe alles werkt. Ook bestaat de mogelijkheid de verschillende apparaten zelf in beweging te zetten. Is het een wonder dat sommige mensen meer bewondering hebben voor het *maken* van het instrument, dan voor de schoonheid en grootsheid die het moet uitbeelden?

Weeramateurs controleerden weersverwachting op juistheid

Het onderzoek naar de juistheid van de weersverwachtingen van het KNMI en van buitenlandse instituten (het project D-1) is einde 1979 door de werkgroep Weeramateurs afgesloten. De resultaten, gebundeld in een ruim honderd bladzijden tellend verslag, zijn op zaterdag 26 april tijdens een algemene ledenvergadering met een feestelijk tintje aangeboden aan de hoofddirecteur van het KNMI, dr. H. C. Bijvoet. Door de weeramateurs is een reusachtige hoeveelheid werk verricht, niet in het minst door Harry Geurts die het verslag samenstelde. De heer Bijvoet was dan ook zeer ingenomen met de uitwerking van dit onderzoek, het eerste dat de weeramateurs in samenwerking met het KNMI hebben aangevat. De resultaten van het D-1 project omvatten een verificatie van 366 weersverwachtingen van het KNMI voor ruim 20 plaatsen verspreid over het gehele land. Voorts werden ongeveer 150 weersverwachtingen van buitenlandse instituten, het KMI Ukkel en het Wetteramt Essen, voor de Nederlandse grensgebieden getoetst en daarbij vergeleken met de weersverwachtingen van het KNMI. Uit het onderzoek bleek o.a. dat 'De Bilt' voor onze grensgebieden geen slechtere weersverwachtingen maakt dan 'Ukkel' of 'Essen'; voor sommige weerselementen zelfs betere. Verder is uit het onderzoek naar voren gekomen dat het trefferpercentage, afgeleid uit gepubliceerde weersverwachtingen, soms belangrijk kan verschillen van het trefferpercentage dat wordt afgeleid uit het kritieksysteem van het KNMI. In één van de volgende nummers van *Zenit* zal H. Geurts uitvoeriger ingaan op de resultaten van dit onderzoek.

Met het behalen van dit eindresultaat verdient de werkgroep alle lof. Het is zonder meer duidelijk dat de weeramateur niet aan de kant behoeft te blijven staan. Het verslag is tegen een gering bedrag verkrijgbaar bij het secretariaat van de werkgroep, Strausslaan 436, 2551 NK Den Haag (W. Brinksma). Voor belangstellenden is het goed te weten dat het géén populaire lektuur is.

B. Zwart

Klimatologische gegevens februari (De Bilt)

jaar	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	normaal	hoogst	jaar	langst	jaar	sedert
T	3,8	3,6	2,9	4,6	3,1	2,9	4,9	1,1	−0,9	4,8	2,0	6,5	1867	−6,7	1956	1735
RR	41	32	78	30	18	23	96	23	51	55	52	174	1946	4	1890	1849
S	60	42	47	87	135	51	63	68	41	59	69	135	1975	28	1926	1899

T = gemiddelde temperatuur in gr. C
RR = hoeveelheid neerslag in millimeters
S = hoeveelheid zonneschijn in uren
normaal = gemiddelde over de periode 1931 tot en met 1960
alle getallen gelden voor het tijdvak 0-24 uur (U.T.)

BENNY AUDENAERT

Sterrenkunde in Oostenrijk

Dat sterrenkunde niet overal evenzeer gewaardeerd wordt als in onze gewesten blijkt duidelijk in een land als Oostenrijk. Vele Nederlandse en Belgische amateursastronomen zullen zeker hun Oostenrijkse collega's benijden omwille van de over het algemeen gunstiger weersomstandigheden en de betere waarnemingsplaatsen. Toch blijft in Oostenrijk de interesse voor het schouwspel van de nachtelijke sterrenhemel achterwege. Eén van de grondoorzaken hiervan is het onderwijs, waarin weinig of geen aandacht wordt besteed aan de astronomie: in de overvolle lessenroosters is geen plaats meer over voor sterrenkunde. Toch heeft Oostenrijk een 1,5 metertelescoop en zijn er een paar erg actieve groepen. In dit artikel gaan we wat dieper in op de verschillende aspecten van de sterrenkunde in het land van Johann Strauss.



Fig. 1. Een winters beeld van de Weense universiteitssterrenwacht.

In 1683 rekende Leopold I van Habsburg voorgoed af met de Turken die Wenen belegerden. De gebieden die hij veroverde werden bij de Habsburgse erflanden gevoegd. Toen daar later nog de Zuidelijke Nederlanden en delen van Italië bijkwamen, ontstond een grootmacht met als centrum Wenen. Het is niet verwonderlijk dat Wenen, als hoofdstad van een wereldrijk en als verblijfplaats van de Habsburgse dynastie, ook een belangrijk centrum van wetenschap en cultuur werd.
Kunstenaars uit Italië, Frankrijk, Duitsland, Spanje en oostelijke landen kwamen naar de Oostenrijkse hoofdstad om er hun geluk te beproeven.
Reeds in 1730 (volgens andere bronnen 1740) had Johann Jakob de Marinoni (1676-1755) een eerste sterrenwacht opgericht in Wenen. Het was een klein, maar goed ingericht gebouw.
Marinoni schonk na zijn dood al zijn instrumenten aan keizerin Maria-Theresia (regering 1740-1780), die ze op haar beurt aan de universiteit gaf. De regering van Maria-Theresia betekende de bloei van de sterrenkunde in Oostenrijk.

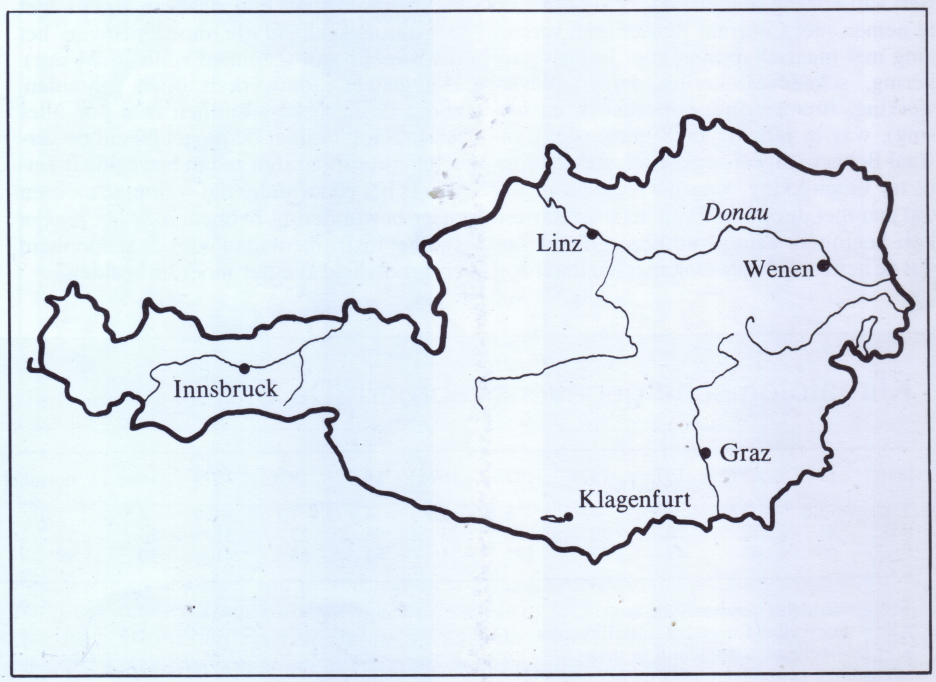


Fig. 2. Kaartje met de belangrijkste in het artikel genoemde plaatsen.

De universiteitssterrenwacht van Wenen

De 'erfenis' van Marinoni gaf aanleiding tot de bouw van een universiteitssterrenwacht. Deze werd nota bene op het dak van de

Dit artikel is er één uit een serie over sterrenkunde en sterrenwachten in allerlei landen op aarde. Voorgaande artikelen betroffen o.a.: het Royal Greenwich Observatory in Zuid Engeland (Zenit 1976, p. 74), het Arecibo Observatory op Puerto Rico (1977, p. 2), het Mauna Kea Observatory op Hawaii (1978, p. 54), de sterrenwacht op Calar Alto in zuid Spanje (1978, p. 310), de Pic du Midi sterrenwacht in de Pyreneeën (1978, p. 410), sterrenkunde in India (1978, p. 442), sterrenkunde in Hongarije (1979, p. 2), sterrenkunde in Schotland (1979, p. 52) en sterrenkunde in Brazilië (1980, p. 106).



Fig. 3. In dit gebouw bevindt zich de 1,5 meter telescoop, die de grootste van Oostenrijk is.

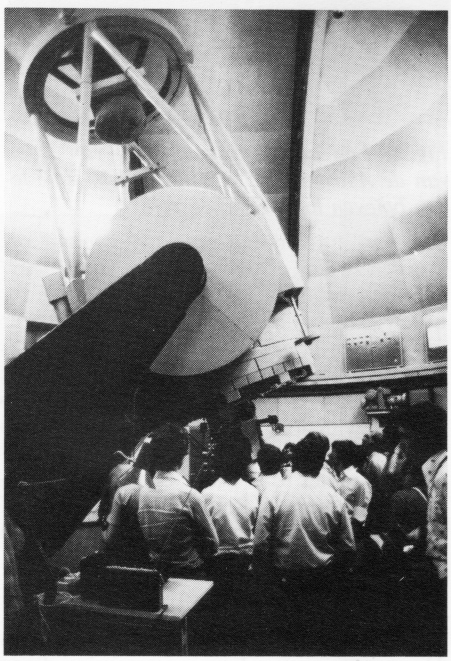


Fig. 4. Een aantal leden van de Astronomischer Jugendclub bezoeken de 1,5 meter telescoop in het Wienerwald.



Fig. 5. Bijeenkomst van een aantal leden van de Astronomischer Jugendclub in 1977.

nieuwe universiteit geplaatst (nu 'Akademie der Wissenschaften'). De ongunstige ligging midden in Wenen zou echter meer dan een eeuw lang een grote hinderpaal blijven voor goede astronomische waarnemingen.

In 1756 begon Maximilian Hell (1720-1792), de toenmalige directeur van de sterrenwacht, aan de uitgave van de *'Ephemerides Astronomicae'*. Dit was een soort astronomisch jaarboek dat tot 1806 zou verschijnen. Op 3 juni 1769 nam Hell in Wardö in Lapland een Venusovergang waar.

Eén van de hoogtepunten uit de geschiedenis van de sterrenwacht was het directeurschap van Joseph Johann von Littrow (1781-1840). Littrow was een erg actief man. Hij was niet alleen directeur van de sterrenwacht en professor aan de universiteit, maar hij deed bovendien vele waarnemingen van planeten, kometen, sterbedekkingen en meteoren.

Verder stelde hij een catalogus samen van sterposities.

Hoewel Littrow zich liever had gevestigd in nieuwe gebouwen buiten Wenen, om te ontsnappen aan de lichtverontreiniging van de stad, moest hij zich tevreden stellen met de verbouwing van het oude gebouw van het observatorium. Het instrumentarium werd gemoderniseerd en er kwam nieuwe ruimte vrij voor waarnemingen.

Zijn zoon Karl Ludwig (1811-1877) nam de leiding van de sterrenwacht over. Op 8 juli 1842 kon heel Wenen getuige zijn van een totale zonsverduistering. De grootste verdienste van Karl Ludwig was de vervulling van de wens van zijn vader: nieuwe gebouwen. Hoewel Hell reeds nieuwe gebouwen buiten Wenen noodzakelijk had geacht, werd pas in 1874 aan deze belangrijke realisatie begonnen. De nieuwe sterrenwacht in het 'Türkenschanzpark' werd meer dan 100 meter lang, 73 meter breed en 36 meter hoog. De nieuwe refractor van 68 centimeter was meer dan 20 jaar lang de grootste ter wereld (tot rond 1890 de telescoop van Potsdam de eerste plaats overnam).

Maar Wenen breidde zich meer en meer uit en het werd duidelijk dat het stadslicht opnieuw de waarnemingen zou gaan hinderen. Ook vele andere Europese sterrenwachten hadden trouwens met dit probleem te kampen.

Een nieuwe locatie werd gevonden op zo'n 60 kilometer van Wenen. In het Figl-Observatorium, zoals de nieuwe sterrenwacht werd genoemd, bevindt zich nu de grootste telescoop van Oostenrijk. Het is een 1,52 meter Ritchey-Chrétien-telescoop die ongeveer 21 ton weegt, waarvan de beweeglijke delen 14 ton voor hun rekening nemen.

De bouw van het nieuwe complex in het Wienerwald werd op 13 september 1966 begonnen. Toch zijn de weersomstandigheden er niet steeds zo goed als men wel zou denken. In de zomer stormt het er vaak en in november en december hangt er meestal mist. Het grootste deel van de winter echter (en soms in september en oktober) is er een heel goede seeing met een hele heldere hemel. Het Figl-Observatorium heeft ongeveer honderd nachten per jaar die geschikt zijn voor waarnemingen en fotografie. En dat is nog altijd meer dan bij ons! Oostenrijk én de universiteit van Wenen mogen ▶▶

terecht trots zijn op de 1,52 meter-telescoop, die volwaardig kan bijdragen tot de ontwikkeling van de sterrenkunde in het land.

Vooruitgang in Graz

Graz, de hoofdstad van Stiermarken, is de tweede stad van Oostenrijk. Graz kan er zich op beroemen dat Johannes Kepler (1571-1630) er twee jaar lang verbleven heeft, tot hij om godsdienstige redenen uit de stad werd verjaagd. Sindsdien staat de sterrenkunde er in groot aanzien: 'Graz is bezield door de drang naar onderzoek en alles wat zich in de hemel boven de stad afspeelt, interesseert haar bewoners!'
Toch zou het nog een hele tijd duren vooraleer Graz een eigen sterrenwacht zou krijgen. In 1943 werd in de buurt van het kasteel Lustbühel in Graz een stuk grond gepacht om er een universiteitssterrenwacht op te bouwen. Na de Tweede Wereldoorlog probeerde de universiteit tevergeefs de grond aan te kopen en uiteindelijk lukte dit in 1956, 13 jaar later. In 1969 kwam er nog een stuk bij, zodat de totale oppervlakte van de grond 18 455 m^2 werd. Dit alles was echter nog maar een eerste stap. Het echte doel was helemaal nog niet bereikt. Na de aankoop van de grond werden alle toelagen voor de bouw van de sterrenwacht en de aankoop van astronomische instrumenten ingetrokken. Daarop besloot professor Oscar Mathias zelf de handen uit de mouwen te steken en in een kleine hut begon hij met de bouw van eenvoudige instrumenten. Zijn assistent sleep de spiegels en een mechanicus zorgde voor de montering. Zo ontstond een kleine eenvoudige sterrenwacht.
Na de nieuwe aankoop in 1969 zochten het 'Institut für Meteorologie und Geophysik' en het 'Institut für Landesvermessung' een geschikte plaats buiten Graz voor de waarneming van satellieten. Meer en meer werd Graz een centrum van onderzoek. In juni 1972 gaf het ministerie van Wetenschappen en Onderzoek de toestemming tot de bouw van een nieuw observatorium bij het kasteel Lustbühel. Op 20 december 1976 werd het nieuwe gebouw plechtig ingehuldigd en werd de droom van professor Mathias – een volwaardige sterrenwacht – werkelijkheid.
Het 'Astronomische Institut der Universität Graz' concentreert zich vooral op het onderzoek van de zon en het zonnestelsel. Op het observatorium Lustbühel worden vooral de kleinere leden van ons zonnestelsel onderzocht, met de 40 cm telescoop. De zon wordt bestudeerd in Klagenfurt in Karinthië. Daar is een speciaal zonneobservatorium, dat behoort tot de universiteit van Graz. Het is het enige observatorium van die aard in Oostenrijk.

Innsbruck

Deed de sterrenkunde in Graz een hele stap vooruit, in Innsbruck ging de ontwikkeling anders. De in 1904 gestichte sterrenwacht is niet langer een echt observatorium en de kleine en verouderde instrumenten dienen alleen nog maar voor de practische opleiding van de universiteitsstudenten. De astronomen van het Institut für Astronomie van de universiteit van Innsbruck werken in

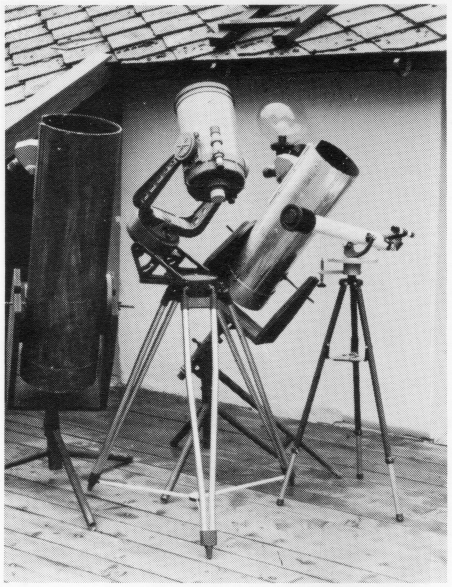


Fig. 6. Een aantal instrumenten van leden van de Astronomischer Jugendclub. Vele leden bouwen hun telescoop zelf.

een oud universiteitsgebouw. Binnenkort kunnen ze zich echter vestigen in een nieuw gebouw, waar ze een hele verdieping ter beschikking zullen hebben. Hun taak zal er uit bestaan de wetenschappelijke gegevens te verwerken van de 1,52 meter telescoop in Wenen, de 1,88 meter telescoop van Asiago in Italië, van de sterrenwacht van Calar Alto in Spanje en van de 100 meter radiotelescoop van het Max-Planck-Institut für Radio-astronomie in Bonn. In Innsbruck zelf zullen geen waarnemingen meer worden verricht.

Populariseren moeilijk

De amateurs- en beroepssterrenkundigen zijn verenigd in de groep 'Astroverein', die ongeveer duizend leden telt. In grotere plaatsen zoals Wenen, Linz, Klagenfurt, Graz, Gleisdorf en Gmunden zijn kleinere groepen. Slechts enkele leden werken aan een bepaald programma mee. De meesten beperken zich tot het bewonderen van de talrijke hemelverschijnselen.

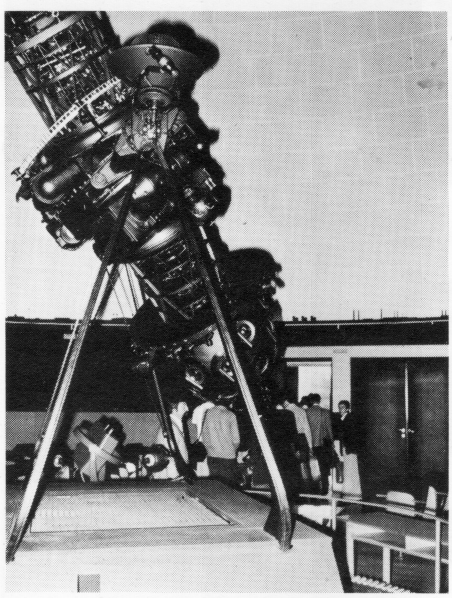


Fig. 7. Het Zeiss-planetarium in Wenen.

Eén van de meest actieve jeugdgroepen voor sterrenkunde is de 'Astronomischer Jugendclub Dingi-Vindemiatrix' in Wenen. De voorzitter van de Astronomischer Jugendclub is Peter Reinhard, die ook verantwoordelijk is voor de uitgaven van het tijdschrift *'Die Sternenrundschau'*, dat tweemaandelijks verschijnt. Dat de groep ook internationaal is en zich niet beperkt tot het Duitse taalgebied blijkt uit het feit dat *'Die Sternenrundschau'* in 15 landen wordt verspreid, waaronder naast Oostenrijk en Oost- en West-Duitsland ook Hongarije, Zwitserland en Groot-Brittannië. Sinds kort heeft het tijdschrift ook een paar Engelstalige bladzijden.
De Astronomischer Jugendclub werd gesticht in juni 1969 en heeft ongeveer 100 leden. De vele waarnemingsprogramma's komen goed overeen met de programma's van de diverse werkgroepen in België en Nederland. Er zijn programma's voor de waarneming van meteoren, veranderlijke sterren, planeten, sterbedekkingen enz. In de zomer organiseert de club een speciaal Perseïdenprogramma, waarbij fototoestellen worden gebruikt. Regelmatig zijn er excursies naar de Weense sterrenwachten.
Naast de reeds eerder besproken sterrenwachten heeft Wenen ook enkele volkssterrenwachten. De Kuffner-sterrenwacht werd rond 1880 gesticht, eerst als professionele sterrenwacht en sinds de Tweede Wereldoorlog als volkssterrenwacht. De oudste volkssterrenwacht van Oostenrijk werd gesticht in 1910 en heet zoals zijn naamgenoot in o.a. België en Kopenhagen: Urania. Het observatorium heeft een 30 cm reflector. De Kuffnersterrenwacht bezit een 27 cm refractor. Oostenrijk heeft ook een drietal planetaria. Wenen heeft sinds 1964 een nieuw Zeiss-planetarium en Klagenfurt (de hoofdstad van Karinthië) kreeg in 1977 het zogenaamde 'Raumflugplanetarium'. Verder is er nog een klein planetarium in een hotel in Kirchberg, Tirol.
Tijdens één van zijn vele rondreizen heeft Peter Reinhard me in augustus 1978 verteld dat het erg belangrijk zou zijn indien de sterrenkunde wat meer aandacht kreeg in Oostenrijk. Het land heeft echter geen geld genoem om voor educatieve doeleinden speciale sterrenwachten in te richten. Op zijn best hebben de leerlingen enig besef van de wetten van Kepler en Newton, maar meestal is zelfs de meest elementaire kennis van begrippen uit de astronomie nog teveel gevraagd. Eén van de belangrijkste doelstellingen van de Astronomischer Jugendclub is dan ook het houden van lezingen en tentoonstellingen. Ook de sterrenwachten en de planetaria proberen in de mate van het mogelijke de sterrenkunde te populariseren. Dat ze daar nog veel werk mee voor de boeg hebben is een vaststaand feit!

Dankwoord

Hierbij dank ik Peter Reinhard van de Astronomischer Jugendclub Dingi-Vindemiatrix in Wenen voor de foto's en de uitgebreide informatie die hij me zond en verder Dr. R. Weinberger en Dr. E. Göbel, respectievelijk van de universiteit van Innsbruck en de universiteit van Wenen.

Boekbesprekingen

J. M. Gantois en C. W. H. de Loore, *'UFO's en andere vreemde natuurverschijnselen'*, Thieme, Zutphen (1979), 206 pagina's, 22 kleurenplaten, ruim 50 zwart-wit-afbeeldingen, 5 tabellen, gebonden, prijs *f* 42,50.

David Michael Jacobs, *'UFO's, mysterie of werkelijkheid'*, Uitgeverij Helmond te Helmond (1979), 368 pagina's, 1 zwart-wit-foto, gebonden, prijs *f* 39,50.

Kort na elkaar zijn er twee nieuwe werken toegevoegd aan het niet geringe aantal dat reeds over dit onderwerp in het Nederlands is verschenen (om van het Engels maar niet te spreken). Beide boeken zijn, ieder op hun eigen manier, te beschouwen als standaardwerken die eenieder die zich serieus voor het UFO-verschijnsel interesseert dient te bezitten en te kennen.

Gantois, leraar natuurkunde en De Loore, hoogleraar astrofysica te Brussel, hebben een grondige studie van het onderwerp gemaakt. Aan de hand van een groot aantal als regel internationaal bekende meldingsvoorbeelden bespreken zij een veelheid van aspecten van het UFO-verschijnsel, waarbij zij zich baseren op de natuurwetenschappelijke kennis en inzichten van nu (zie o.a. het slot van pagina 165). Inhakend op het werk van o.a. Amerikaanse onderzoekers en publicisten als Philip J. Klass en wijlen professor Donald Menzel geven zij voor een aantal beroemd geworden, aanvankelijk onbegrijpelijke UFO-meldingen plausibel lijkende verklaringen. Hun slotsom (hoofdstuk 21, pagina 194 e.v.) is dan ook, dat '... conclusies uit de *'echte'* UFO-waarnemingen via de residumethode absoluut geen zin hebben ... Een paar gevallen uit dit residu kunnen betrekking hebben op nog vrijwel onbekende natuurverschijnselen.' (pagina 195).
Hoewel de beide auteurs hun werk met veel inzicht en zorg hebben volvoerd, kan het bijna niet anders of een enkele keer moet hun uitgesproken negatieve standpunt t.a.v. mogelijke bijzondere aspecten van het UFO-fenomeen zich wreken. Op pagina 193 bijvoorbeeld wijzen ze op de mogelijkheid van natuurlijke verklaringen voor het zonnewonder van Fatima in Portugal, dat in 1917 door wel 70.000 mensen is waargenomen. Ze gaan daarbij echter geheel voorbij aan een m.i. belangrijk aspect van dit wonder, nl. dat die 70.000 mensen daar niet toevallig waren, maar dat ze speciaal op dat tijdstip naar die plaats waren gekomen omdat er tevoren was voorspeld dat er dan iets bijzonders zou gebeuren ...

Het boek van Jacobs is van een heel ander karakter. Het is een vertaling van een in 1975 in de Verenigde Staten verschenen werk, dat de titel droeg: 'The UFO controversy in America'. Deze titel geeft de inhoud veel beter weer dan de Nederlandse ondertitel. Hoewel er natuurlijk ook een aantal korte voorbeelden van UFO-meldingen in worden gegeven is dit boek gericht op de reacties, die het UFO-fenomeen heeft opgeroepen in het Amerikaanse openbare (en niet-openbare!) leven. Na een inleidend hoofdstuk over de eerste golf van wat men tegenwoordig UFO-meldingen zou noemen uit 1896-1897, wordt in de volgende negen hoofdstukken uitvoerig beschreven hoe de controverses tussen verschillende categorieën bij het UFO-verschijnsel betrokken mensen zich ontwikkelden.
Wat het boek zo bijzonder waardevol maakt is, dat de schrijver zichzelf vrijwel volledig afzijdig heeft weten te houden van die controverse. Hij beschrijft slechts de standpunten (en de veranderingen daarin) van de betrokken personen en instanties; hij registreert zonder zelf te oordelen en hij doet dat met veel bekwaamheid en een grote opmerkingsgave. Zelfs in het hoofdstuk over de zogenaamde 'contactees' (mensen zoals Adamski die beweren ontmoetingen met buitenaardse ruimtewezens te hebben) beperkt hij zich tot een nuchtere, objectieve schets van de rol die dit soort mensen in de ontwikkeling van de controverse hebben gespeeld. De vertaling sluit, afgezien van enkele onbelangrijke vereenvoudigingen, geheel aan op de uitgave van 1975 en bevat geen woord over latere ontwikkelingen. Zij is in het algemeen goed leesbaar, al is het vaak gemakkelijk om de Engelse herkomst te herkennen. In een aantal gevallen is zij beslist te letterlijk, zoals in de titels van hoofdstuk 4 ('Het Robertson-panel en haar effecten op ...' i.p.v. 'Het Robertson-forum en zijn invloed op ...') en 7 ('De strijd voor congressionele hoorzittingen' i.p.v. 'De strijd om het houden van Congres-hoorzittingen').

Wim de Graaff

Einstein: A Centenary Volume, onder red. van A. P. French, Heinemann, Londen 1979, 332 blz. met foto's en tekeningen, prijs £ 10.50.

Tijdens een bijeenkomst begin 1976 van de International Commission on Physics Education (één van de vele commissies van de International Union of Pure and Applied Physics), werd opgemerkt dat in 1979 de honderdste geboortedag van Albert Einstein zou zijn. Omdat Einstein niet alleen de grootste figuur was in de fysica van de 20e eeuw, maar in vele opzichten ook iemand die zeer betrokken was bij de wetenschap als onderdeel van onze cultuur, meende deze commissie dat er iets moets worden gedaan om dit jaar een speciale aandacht te geven. Dit boek was daar het uiteindelijke resultaat van.
Het boek bestaat uit vier delen: herinneringen aan Einstein, Einstein en zijn werk, Einsteins brieven en Einsteins geschriften. Elk deel bestaat uit vele hoofdstukken, geschreven door internationaal bekende geleerden en andere mensen die Einstein persoonlijk hebben gekend. Tezamen geven de hoofdstukken een duidelijk beeld van Einsteins persoonlijke leven, van zijn belangrijke bijdragen aan de fysica, van zijn werk ten dienste van de vrede en van de grote invloed die zijn ideeën hebben gehad buiten de wetenschap. De tekst wordt afgewisseld met vele foto's en verklarende tekeningen.
Een groot deel van het boek is toegankelijk voor lezers met weinig wetenschappelijke achtergrond. Ook vakmensen zullen er echter veel interessante informatie vinden. Zeer aanbevolen voor degenen die zich eens wat meer in leven en werk van deze grote natuurkundige willen verdiepen.

G. W. E. Beekman

H. Janssen, *Konstrukties in de hemelbol,* Een uitgave van 'Galaxis', kursussen sterrenkunde.

In de rubriek: Met passer en lineaal, hebben we meermalen aandacht gevraagd voor constructieve oplossingen van problemen van tijd- en plaatsbepalingen van hemellichamen. Wie zich daarvoor interesseert vindt in bovengenoemde gestencilde uitgave (25 pagina's) een uitgebreide en zorgvuldige behandeling van alle belangrijke constructies met behulp van de orthogonale projectie van de hemelbol. Elke constructie is geheel uitgewerkt in een grote duidelijke tekening. Als u wilt zien, hoe met heel elementaire meetkundige kennis vrij ingewikkelde problemen worden opgelost, moet u het zeker lezen. Het is jammer dat een inleiding en een omraming ontbreken; misschien is daar in een herdruk iets aan te doen.
Het boekje is te bestellen door overmaking van *f* 13,50 op postgiro 1195816 t.n.v. H. Janssen. H. Moerkerklaan 57, Rosmalen, onder vermelding van: 'Galaxis, Konstrukties hemelbol.'

Bruno Ernst

FRANK VERBUNT

De maan en de vloedbergen

Het was al aan de Grieken en Romeinen bekend dat de getijden op aarde samenhangen met de beweging van de maan. Eerst na de komst van de zwaartekrachtstheorie van Newton kon echter een verklaring voor deze samenhang worden gegeven. De meest eenvoudige verklaring voorspelt dan dat er twee vloedbergen zullen zijn: één recht onder en één tegenover de maan (a en b in fig. 1). In werkelijkheid is het echter zo dat er flinke verschillen zijn tussen het tijdstip van vloed en het tijdstip waarop de maan het hoogst staat, zoals eenieder die aan zee is kan constateren. De verklaring die we hiervoor gewoonlijk te horen krijgen is, dat dit door de wrijving van het zeewater met de bodem en met obstakels (de continenten) komt. Deze verklaring is onjuist. Het is zelfs zo dat de afwijking veel groter zou zijn als deze wrijving en de continenten er niet waren, en dat we dan een situatie zouden hebben die meer op fig. 2 lijkt, waarin het verschil tussen hoogste (resp. diepste) maanstand en vloed zo'n zes uur is.

Laten we om dit te begrijpen de invloed van de maan op het water eens bekijken, er van uitgaand dat de aarde een precies ronde en wrijvingsloze bol is, omgeven met een dun laagje water. We weten dat de zwaartekracht die een lichaam uitoefent kleiner wordt naarmate de afstand tot het lichaam groter wordt. Hierdoor oefent de maan een grotere aantrekkende kracht uit op het water in a (fig. 1), dan op het centrum (zwaartepunt) van de aarde. Het verschil van deze krachten is van het centrum van de aarde àf gericht. Evenzo oefent de maan een kleinere aantrekkende kracht uit op het water in b, dan op het centrum (zwaartepunt) van de aarde. Het verschil van die krachten is eveneens van het centrum van de aarde af gericht. Daardoor is het water zowel in a als in b verder verwijderd van het centrum van de aarde dan elders langs het aardoppervlak het geval is: er vormen zich twee vloedbergen.

Deze verklaring is afkomstig van Laplace (eind 18e eeuw), en zij zou geheel juist zijn . . . als de aarde niet (of slechts heel langzaam) om zijn as draaide. De aarde draait echter in 24 uur om zijn as, en Newton al realiseerde zich dat de vloedbergen hierdoor op een andere plaats zullen liggen, ongeveer zoals in fig. 2 aangegeven. Ik zal hier niet de redenering van Newton volgen, maar een andere, die meer bij de voorgaande van Laplace aansluit.

Hiertoe maken we een uitstapje naar de slinger. Wanneer we een gewicht aan een touwtje een afwijking uit de evenwichtspositie geven, gaat het in een regelmatig tempo slingeren (fig. 3a). Wanneer we vervolgens het boveneind van het touwtje in de hand nemen, en met de hand langzaam heen en weer bewegen, beginnend met een stilhangend gewicht, dan zien we dat het gewicht de beweging van de hand meteen volgt (fig. 3b). Verhogen we vervolgens het tempo (de frequentie) van de heen en weergaande beweging van onze hand tot precies het tempo waarin de slinger in fig. 3a slingerde, dan zien we dat het gewicht een steeds grotere slingering gaat uitvoeren: onze hand oefent steeds op het juiste moment de kracht uit die de eigen beweging van de slinger versterkt (fig. 3c).

Wanneer we het tempo nog verder opvoeren zien we dat het gewicht zich links bevindt als onze hand rechts is, en vice versa (fig. 3d). Met een kopje en een touwtje kunt u dit zelf gemakkelijk nagaan. We leren hieruit dat het tempo waarin een kracht wordt uitgeoefend van groot belang is voor het verband tussen kracht en uitwijking. Bepalend hierbij is het eigen tempo dat het systeem waarop de kracht wordt uitgeoefend heeft, wanneer het aan zichzelf wordt overgelaten. Is het tempo van de kracht kleiner dan dit eigen tempo, dan volgt de uitwijking de kracht (vrijwel) onmiddellijk, en we zeggen dat kracht en uitwijking in fase zijn. Is het tempo van de kracht groter dan het eigen

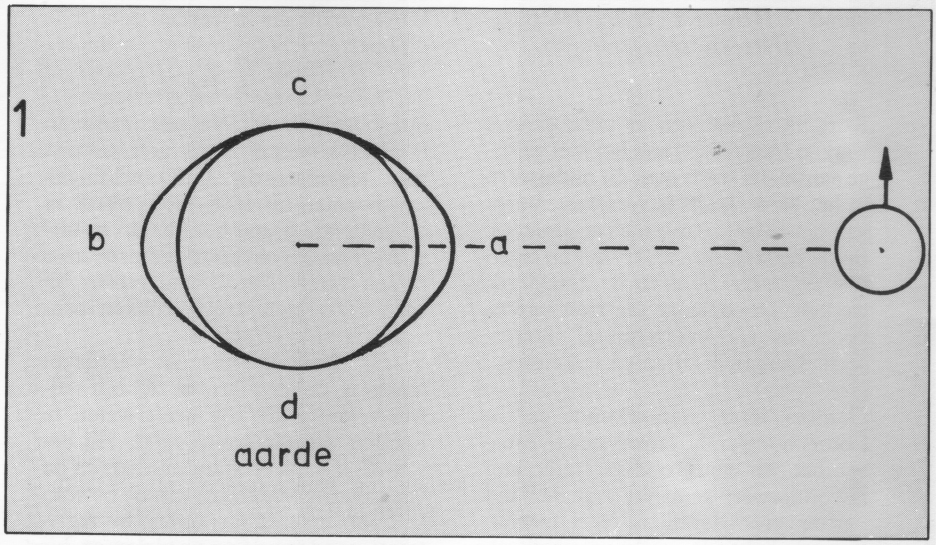


Fig. 1. De vloedbergen volgens Laplace.

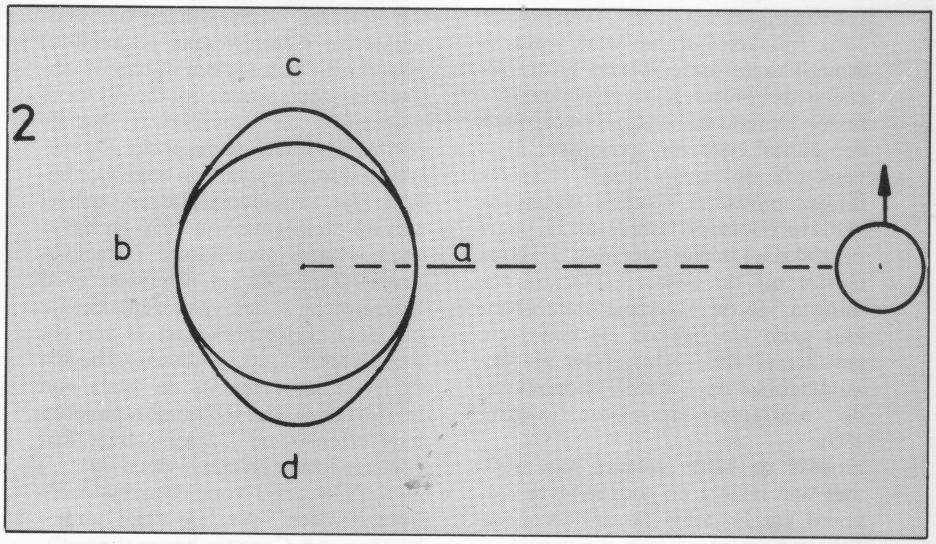


Fig. 2. De vloedbergen volgens Newton.

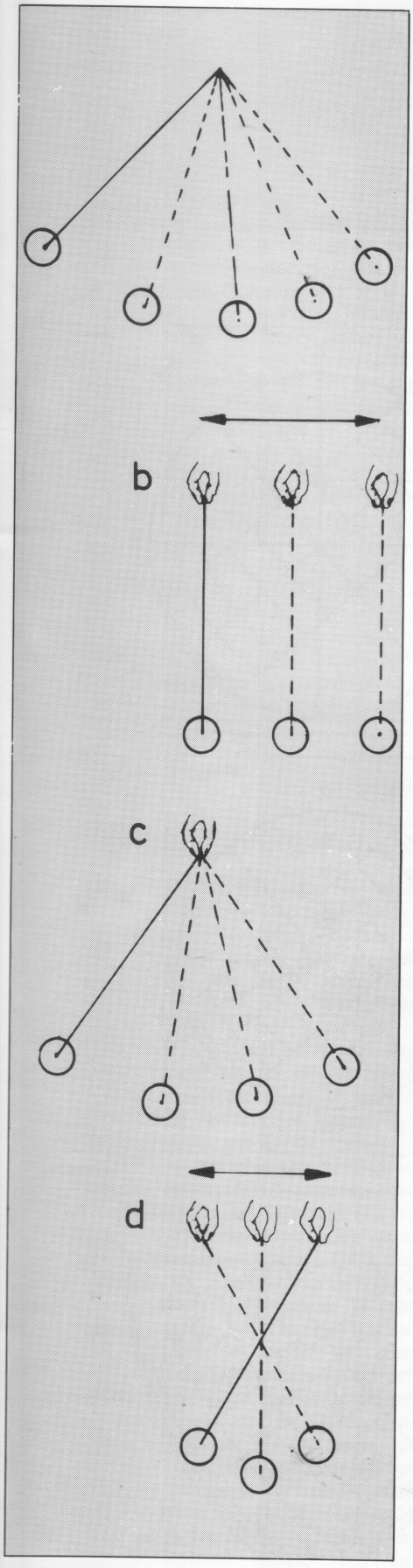


Fig. 3. Bewegingen van een slinger.

tempo, dan is de uitwijking op ieder moment juist tegengesteld aan de kracht, en zeggen we dat uitwijking en kracht in tegenfase zijn.

Nu weer terug naar de aarde en de maan. Omdat de aarde om zijn as draait bevindt een bepaalde plaats op aarde zich beurtelings in de met a, c, b en d aangeduide posities van fig. 1. Zowel in a als in b oefent de maan een kracht op het water uit die van het centrum van de aarde af gericht is, zoals we zagen aan de hand van de redenering van Laplace. We zien dat de maan zijn kracht uitoefent in een tempo van twee keer per dag, ofwel één keer per 12 uur. (Omdat de maan zelf ook nog om de aarde beweegt duurt het nog iets langer dan 24 uur voor de maan weer boven dezelfde plek staat, en is het tempo nog iets langzamer.)
We willen eerst het eigen tempo van de golf als getekend in fig. 1 weten. De snelheid waarmee zo'n golf loopt kunnen we schatten met de formule voor ondiepe golven (de lengte van de golf is de helft van de aardomtrek = 20.000 km, en de diepte van het water is 2,5 km), en we vinden dat dit eigen tempo (de eigen frequentie) kleiner is dan het tempo waarin de maan zijn kracht uitoefent (zie kader). Daarom verwachten we dat kracht en uitwijking in tegenfase zijn en dat fig. 2 een juist beeld geeft.

Hoe kunnen we dit begrijpen? Als volgt: De redenering van Laplace, dat de getijdekrachten in a en b (fig. 1) het grootst zijn, is geheel juist. Het water begint zich daarom in a en b te verheffen. Voordat het water echter zijn beweging naar boven voltooid heeft, is de aarde al een kwart slag gedraaid, zodat we de getijdenbergen in c en d vinden.
Zoals gezegd wordt het ideale beeld dat we hier schetsten verstoord door de aanwezigheid van de continenten. In de Stille Oceaan, waar de uitgestrekte watermassa's het minst last hebben van de aanwezigheid der continenten, ligt het tijdstip van de vloedberg inderdaad veel dichter bij zes uur voor (of na) de hoogste maanstand, dan bij die hoogste maanstand zelf.
(De tekeningen bij dit artikel werden verzorgd door Ed Faverey.)

Het totale volume van de oceanen is ongeveer 1,3 miljard km³. Wanneer we dit over het gehele aardoppervlak gelijkmatig verdelen vinden we een diepte van

$$h = \frac{\text{watervolume}}{\text{aardoppervlak}} = \frac{1{,}3 \text{ miljard km}^3}{4\pi\,(6400 \text{ km})^2} = 2{,}5 \text{ km}$$

De snelheid van een ondiepe golf is

$$v = \sqrt{gh}$$

met g de versnelling van de zwaartekracht op het aardoppervlak:
g = 0.01 km/s.
We vinden zo v = 0,16 km/s.
Om de halve aardomtrek af te leggen heeft deze golf dus nodig:

$$t = \frac{20.000 \text{ km}}{0{,}16 \text{ km/s}} = 125.000 \text{ s} = 35 \text{ uur}$$

Boekbespreking

William J. Kaufmann III, *Exploration of the Solar System,* Collier Macmillan, New York/Londen 1978, 575 blz. waarvan ca. de helft foto's en tekeningen, prijs $ 23.30.

Dit boek lijkt qua opzet op een aantrekkelijk leerboek. Het beschrijft min of meer langs historische weg onze ontdekking van de fysische wereld, culminerend in een gedetailleerde beschrijving van de kennis van het zonnestelsel anno 1977. Dit jaartal kan zo precies worden vastgesteld, aangezien de flaptekst vermeldt dat nog aan het manuscript werd gewerkt toen (eind 1976) de waarnemingen door de Vikingen vanaf het Marsoppervlak werden overgeseind.
De historische opbouw van het boek biedt het voordeel dat ook de kennis van de lezer als het ware geleidelijk vanaf het 'niets' wordt opgebouwd. Het boek bestaat uit 15 hoofdstukken: de dageraad der sterrenkunde, de aarde en de hemel, verkenning van het zonnestelsel (algemeen overzicht), licht en materie (telescopen, spectroscopie), de zon, de aarde, verovering van de Maan, reizen naar Mars, landing op de Rode Planeet, gesluierde Venus, op naar Mercurius, reizen langs Jupiter, de buitenste planeten, zwervers in de interplanetaire ruimte (planetoïden, kometen en meteoroïden), evolutie van het zonnestelsel. Het boek wordt besloten met een verklarende woordenlijst (ruim 400 termen) en een uitvoerig register.
Het boek is niet-wiskundig van opzet en heeft volgens de auteur het doel om tegemoet te komen aan de groeiende behoefte aan een leesbare samenvatting over het onderzoek van het zonnestelsel. Zeer veel zorg is er besteed aan de illustraties, zowel foto's als tekeningen, die steeds nauw verband houden met de tekst. Elk hoofdstuk wordt besloten met een lijstje van vragen, maar helaas worden daarbij geen antwoorden gegeven. Dat het boek wat betreft de planeten Jupiter en Saturnus nu niet meer helemaal bij is, is natuurlijk jammer, maar dat probleem blijft aan elk planetenboek kleven. Alles bij elkaar is Kaufman's boek een prettig lees-, leer- en naslagboek geworden.

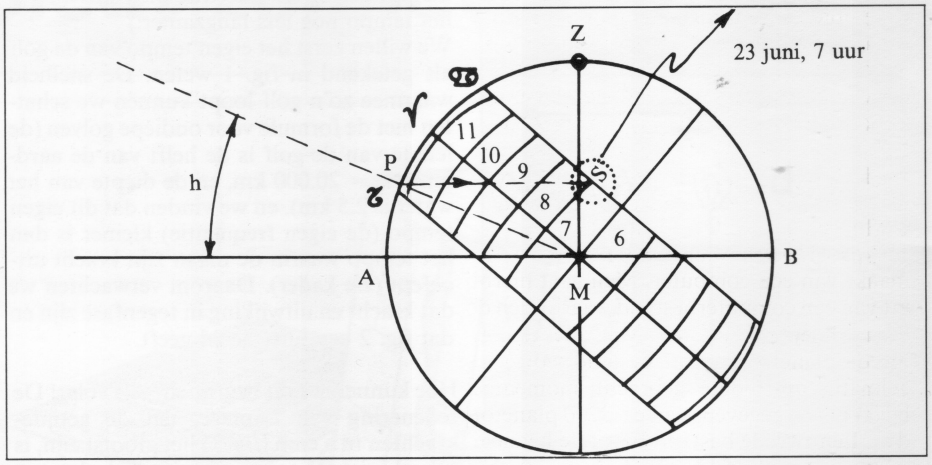
G. W. E. Beekman.

BRUNO ERNST

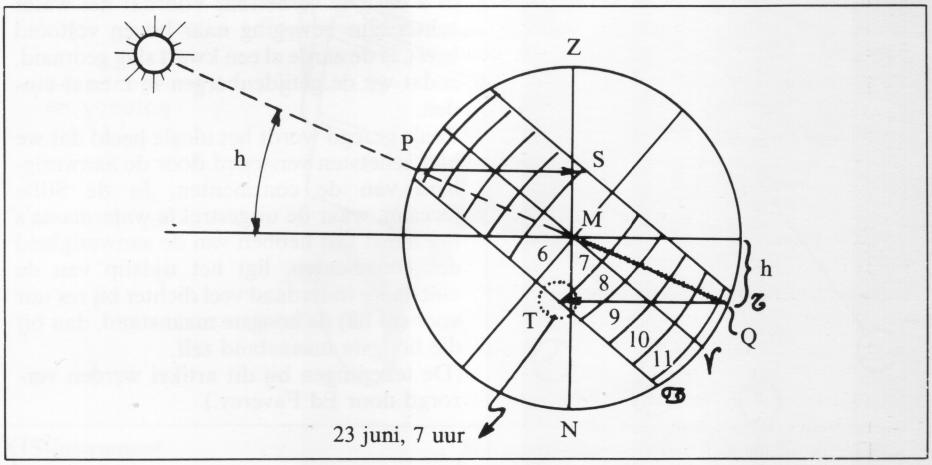
Met passer en liniaal (4)

Een 'kwadrant' voor tijdaflezing.

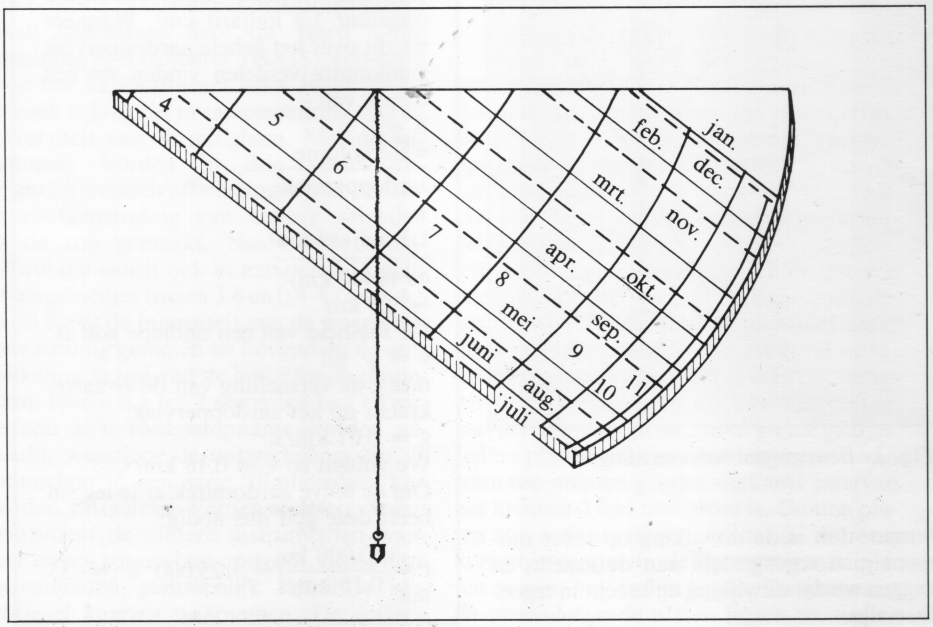
In Zenit 10 van 1979 hebben we de evenwijdige projectie gebruikt om een zonnewijzer te maken. De figuur lag daarbij in een horizontaal vlak. Deze projectie biedt nog hele andere mogelijkheden. Bekijken we figuur 1 (vrijwel identiek met figuur 4, p. 414, Zenit 10), dan zien we weer de projectie van 3 zonnebanen en de uurlijnen. We denken ons nu de cirkel opgehangen aan Z. We draaien de cirkel zò, dat de zon juist langs de voorkant van de cirkel schijnt. Een lichtstraal vanuit de zon, gericht naar M snijdt de cirkel in P en ∠AMP = de zonshoogte h.
Een horizontale lijn vanuit P snijdt de datumlijn in een punt S, dat de tijd aangeeft. In figuur 1 lezen we af, dat het nu op 23 juli ( ) precies 7 uur is. Dit alles is duidelijk voor wie *Met passer en liniaal (2)* gelezen heeft.
We hebben hiermee echter nog geen bruikbaar instrument, omdat de lijn die de zon met M verbindt onzichtbaar is. Dit is op verschillende manieren op te lossen. Een van de simpelste is in figuur 2 weergegeven: breng in M een pin aan loodrecht op de cirkel. Deze pin werpt een schaduw die precies de gewenste lijn markeert. Als de schaduwlijn de cirkelomtrek in Q snijdt en we trekken de horizontale lijn QT, dan moeten we bij T dezelfde combinatie van datum en tijd vinden als bij S. Dat wil zeggen, dat we de projectie van de zonnebanen en uurlijnen 180° om M moeten draaien. Dit is in figuur 2 reeds gedaan, zodat T overeenkomt met: 23 juni, 7 uur.
Bij het richten van de cirkel moet ZN vertikaal staan. Dit kunnen we controleren met een verzwaard koordje, dat we in M langs MN laten hangen. Dit koordje is tevens te gebruiken voor de tijdaflezing. Als we het n.l. langs de schaduw van de pin leggen, en het in Q met de vinger vastklemmen, kunnen we het koordje vanaf Q evenwijdig met de horizontale lijn strak trekken. Een groot deel van de cirkel uit figuur 2 wordt voor het aflezen van de tijd nooit gebruikt. Laten we dit deel weg, dan blijft over wat in figuur 3 getekend is: een soort 'kwadrant'. (Een echt kwadrant is natuurlijk een kwart cirkel). Hier zijn ook de zonnebanen ingetekend voor elke eerste van de maand.
Er zijn kwadranten waarbij de tijdaflezing eenvoudiger is. Het blijft echter aardig, dat dezelfde projectie, dezelfde tekening, zowel in horizontale als in vertikale stand te gebruiken is voor het bepalen van de tijd.
Wellicht vindt een lezer nog een andere toepassing van deze projectie of een handiger manier om deze projectie als 'kwadrant' te gebruiken.



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

Op het spoor van planetoïden

Iedere nacht worden er op sterrenwachten over de gehele wereld foto's van de sterrenhemel gemaakt. Vaak komt op zulke foto's het spoor van een planetoïde voor. Vele astronomen zijn zelfs ware planetoïdenjagers geworden en door het gebruik van steeds grotere telescopen en betere fotografische emulsies worden er steeds meer van deze objecten ontdekt. Een van de problemen die zich hierbij voordoen is hoe te bepalen of het om een nieuwe planetoïde gaat of om een object dat al bekend was. De noodzaak om hier snel achter te komen (wanneer het een nieuw object betreft zal men snel verdere waarnemingen willen doen) heeft op de ESO (de Europese sterrenwacht in Chili) geleid tot de ontwikkeling van een zoekprogramma waarbij gebruik wordt gemaakt van een computer. Men gaat hierbij uit van een computerbestand waarin zich de baanelementen bevinden van alle genummerde planetoïden. Dit bestand wordt regelmatig 'up-to-date' gebracht; momenteel bevat het de gegevens van ca. 2200 planetoïden. Een tweede bestand bevat de baanelementen van alle planetoïden die op de ESO werden ontdekt. Aangezien de baanelementen als gevolg van storingen door de 'grote' planeten veranderen, heeft men ook een programma waarmee het tijdstip (de 'epoche') voor deze baanelementen voor- of achteruit in de tijd kan worden verplaatst.
Het identificeren van het spoor van een planetoïde op een fotografische plaat is nu een betrekkelijk gemakkelijke zaak geworden. De astronoom geeft eerst aan de computer de coördinaten van het centrum van de betreffende plaat door, daarna het tijdstip waarop de plaat werd belicht en vervolgens de schaal van de plaat (d.w.z. het aantal boogseconden per mm). De computer doorzoekt dan in ongeveer één minuut de bestanden der baanelementen en laat weten welke planetoïden op de plaat gezien zouden *kunnen* worden; tevens geeft hij van de betreffende sporen de X- en Y-coördinaten en de schijnbare helderheid. Door nu over de plaat een transparant met millimeterverdeling te leggen, kan zeer gemakkelijk worden nagegaan of het betreffende spoor overeenkomt met dat van een van de bekende planetoïden. Het blijkt dat er vrijwel geen planetoïden helderder dan magnitude 16 meer worden ontdekt.



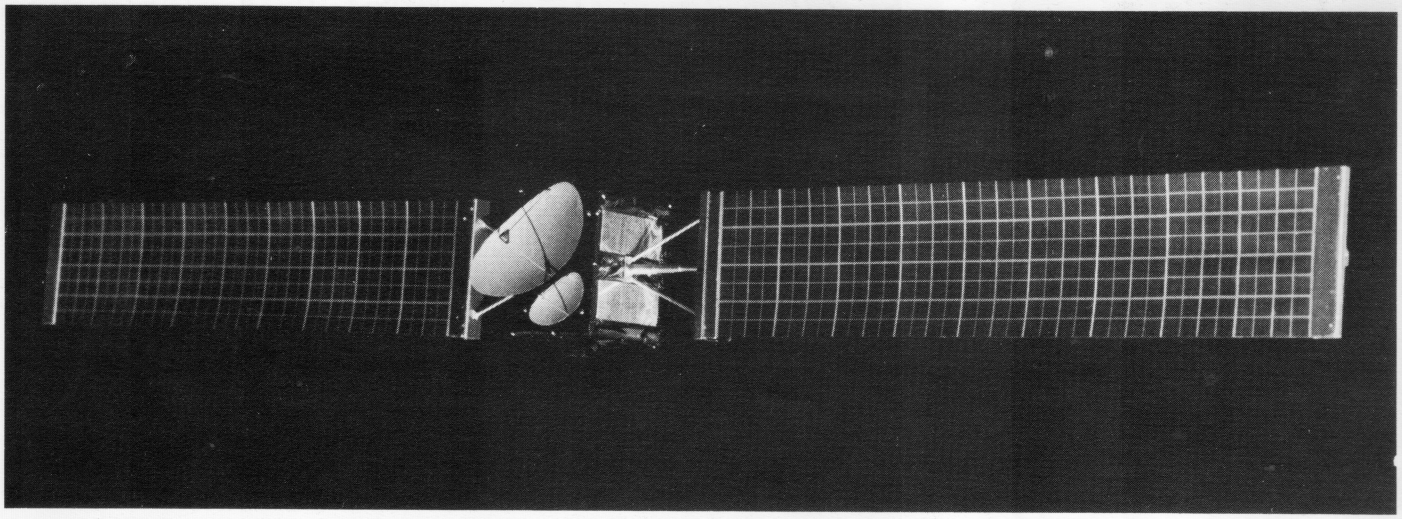
De S-3000 meetmachine van de ESO te Genève, waarop fotografische platen tot een grootte van 35 bij 35 cm kunnen worden uitgemeten. Dank zij de hoge mate van automatisering is het meten van de posities van sterren en planetoïden nu een routinezaak geworden (foto ESO).

Meetmachine

Het nauwkeurig uitmeten van de positie van het spoor kan worden gedaan met de zgn. S-3000 meetmachine van de ESO te Genève, die fotografische platen van 35 bij 35 cm kan verwerken. Positiemetingen zijn nu een routinezaak geworden, als gevolg van de hoge mate van automatisering die is bereikt. Ook de posities van de te gebruiken standaardsterren zijn in een computerbestand opgeslagen. Op overeenkomstige manier kan het bovengenoemde programma worden gebruikt voor het opsporen van de planetoïden op een plaat, zonder dat er m.b.v. een microscoop naar behoeft te worden gezocht. Wanneer er dus sporen van vermoedelijk nieuwe planetoïden worden gemeten, kost het zeer weinig moeite om de metingen van alle bekende planetoïden op de plaat aan toe te voegen.
De gemeten X- en Y-coördinaten worden m.b.v. een ander programma omgezet in sferische coördinaten, te weten rechte klimming en declinatie aan de hemel. Alles bij elkaar duurt het nu ongeveer 15 minuten om de sporen van een aantal planetoïden op een plaat nauwkeurig (tot op ca. 0,″3) uit te meten. De gemeten posities worden gezonden naar het Minor Planet Bureau te Cambridge (Mass.), dat onder leiding staat van Brian Marsden. Op dit bureau heeft men een hoge graad van perfectie bereikt in het berekenen van de banen en het identificeren van 'nieuwe' planetoïden met objecten die al eens eerder zijn waargenomen. Deze enorme taak wordt vergemakkelijkt doordat gebruik wordt gemaakt van een computercatalogus met circa 200 000 waarnemingen van planetoïden; deze wordt doorzocht totdat de benaderde baan van de nieuwe planetoïde bekend is. Het komt niet zelden voor dat de inspanningen van Marsden en zijn medewerker Conrad Bardwell worden beloond met verscheidene identificaties, soms tot aan het begin van deze eeuw! Aan de eis dat een planetoïde tijdens tenminste drie oppositie moet zijn waargenomen voordat hij een nummer krijgt, kan dan soms al direct worden voldaan.

(GB/ESO Messenger no. 18, 1979)

Televisiesatellieten in opmars



Ontwerp voor de Franse televisiesatelliet. De grote zonnepanelen zijn nodig voor het grote zendvermogen

Televisiesatellieten zijn de laatste maanden opvallend vaak in het nieuws. In feite is het vaak niet duidelijk waarom een satelliet de benaming 'televisiesatelliet' kreeg. Het best te hanteren criterium is dat een televisiesatelliet de ontvangst van televisieprogramma's, uitgezonden door de satelliet, op aarde mogelijk maakt met antennes die een middellijn hebben van hoogstens 90 centimeter.
Het verschil tussen traditionele communicatiesatellieten en televisiesatellieten is het vermogen van de zender. Televisiesatellieten zullen per kanaal een zendvermogen moeten hebben van 100 tot 500 Watt. Het vermogen is afhankelijk van de grootte van het gebied dat bestreken moet worden. Een televisiesatelliet voor Frankrijk zal een zendvermogen moeten hebben dat dichtbij de 500 Watt ligt; voor Nederland is 100 Watt voldoende. De traditionele communicatiesatellieten werken met een zendvermogen van 5 tot 20 Watt per kanaal.

Antennegrootte

Voor de communicatiesatellieten van Intelsat bijvoorbeeld zijn schotelvormige antennes met een middellijn van ongeveer 30 meter nodig. Twee van die schotelvormige antennes heeft de Nederlandse PTT opgesteld in het Friese dorp Burum (zie Zenit 1978, p. 2). Ze worden gebruikt voor telefoonverbindingen met respektievelijk de Verenigde Staten en het Verre Oosten. Beide antennes in Burum zijn naar een vast punt aan de hemel gericht, dat wil zeggen dat ze verbindingen via een geostationaire satelliet realiseren.
Bij televisiesatellieten is een antenne van 90 cm dus voldoende om een ontvangst van goede kwaliteit binnen het verzorgingsgebied te garanderen. Ook buiten dat gebied kunnen de signalen worden opgevangen.
Teneinde een goede kwaliteit te krijgen moet de antenne buiten zo'n gebied echter groter zijn naarmate men zich verder buiten dat gebied bevindt. Het zal in Nederland dus mogelijk zijn om programma's van de Italiaanse televisie op te vangen, mits men maar gebruik maakt van een antenne die enkele meters in middellijn is.
Ook exploitanten van kabelnetten zullen in het algemeen grotere antennes dan 90 cm doorsnede gebruiken, teneinde het signaalverlies te compenseren dat optreedt bij de distributie in het kabelnet. Televisiesatellieten vormen geen bedreiging voor kabelnetten, maar zijn een aanvulling op de mogelijkheden die die netten al bieden. Een abonnee op een kabelnet hoeft niet de kosten te maken die gepaard gaan met het ontvangen van satellietsignalen; de exploitant van het kabelnet zal als een vorm van collectieve voorziening de nodige maatregelen moeten treffen.

Praktische situatie

In het verleden zijn er drie kunstmanen gelanceerd, die samen de realiteit van het concept televisiesatelliet hebben getoond: de ATS-6, de CTS en de BSE. Op dit ogenblik is er concreet een televisiesatelliet in aanbouw in Frankrijk en Duitsland. Beide landen werken samen bij de ontwikkeling van deze satellieten, die eind 1983 met de Arianeraket worden gelanceerd. Nederland werkt met enkele andere Europese landen aan het ontwerp voor de pre-operationale L-sat, die ondermeer als televisiesatelliet gebruikt kan worden. Radio Tele Luxemburg heeft offerte gevraagd bij drie bedrijven met het oog op een eigen commerciële televisiesatelliet. In Engeland bestudeert het 'House Office' de mogelijkheid om in 1985 een Engelse televisiesatelliet operationeel in de ruimte te hebben. Oostenrijk heeft gevraagd deel te mogen nemen aan de Frans-Duitse plannen. China wil vanaf 1981 eigen televisiesatellieten hebben en heeft daarvoor samenwerking gezocht met het Duitse bedrijf MBB. In de Verenigde Staten heeft Comsat toestemming gevraagd enkele satellieten voor uitzendingen naar individuele huizen te mogen lanceren. Deze Amerikaanse televisiesatellieten zouden zes extra programma's voor abonnees op een abonnementbasis gaan verzorgen.
Bij al deze plannen is Canada intussen begonnen met werkelijke uitzendingen. Sedert 25 september 1979 worden er per dag twaalf uur lang educatieve televisieuitzendingen verzorgd met de Anik-B satelliet. Omdat deze satelliet al klaar was toen het idee van televisiesatellieten werkelijkheid begon te worden, moeten nog antennes van 1,8 meter grootte worden gebruikt. Canada is echter enthousiast over de eerste resultaten met deze televisiesatellieten.
De televisiesatellieten veroorzaken echter grote consternatie binnen het Nederlandse omroepbestel, omdat men er een bedreiging voor dat bestel in ziet. Die bedreiging wordt veroorzaakt door de grote concurrentie die men van het buitenland verwacht als Nederlanders in de toekomst, dankzij televisiesatellieten, uit tientallen kanalen kunnen kiezen. De televisiesatellieten zorgen ook voor veel auteursrechtelijke problemen. Een uitvoerige beschouwing over dit onderwerp kan worden gevonden in het boek *'Televisiesatellieten'*, dat in april 1980 door Uitgeverij Wyt te Rotterdam werd gepubliceerd.

(C. Titulaer/New Scientist).

Nevels boven de zuidelijke horizon

Deze tekeningen tonen een aantal prachtige Messierobjecten die tijdens zomernachten boven de zuidelijke horizon kunnen worden waargenomen. Het zijn de Lagunenevel (M 8), de Omeganevel (M 17) en de Trifidnevel (M 20), die zich alle in het sterrenbeeld Sagittarius bevinden. De nevels zijn alle zgn. galactische nevels, d.w.z. behorend tot het melkwegstelsel; het zijn gebieden van gas en stof waarin stervorming plaatsvindt. De tekeningen werden gemaakt door Leo Aerts met een 10 cm f/15 Polarex refractor bij een vergroting van 75 maal. Om tot zo'n resultaat te komen met toch maar een bescheiden kijkeropening moet de nachthemel uiterst transparant zijn tot aan de horizon. Op het moment van waarneming stonden de nevels namelijk slechts 12° (Lagunenevel), 20° (Omeganevel) en 13° (Trifidnevel) boven de Belgische horizon. De keuze van deze drie Messier-objecten berustte volgens de auteur op hun pracht en hun zuidelijke declinatie: een uitdaging dus! Alle tekeningen werden gemaakt op 28 mei 1979 omstreeks 01^h.

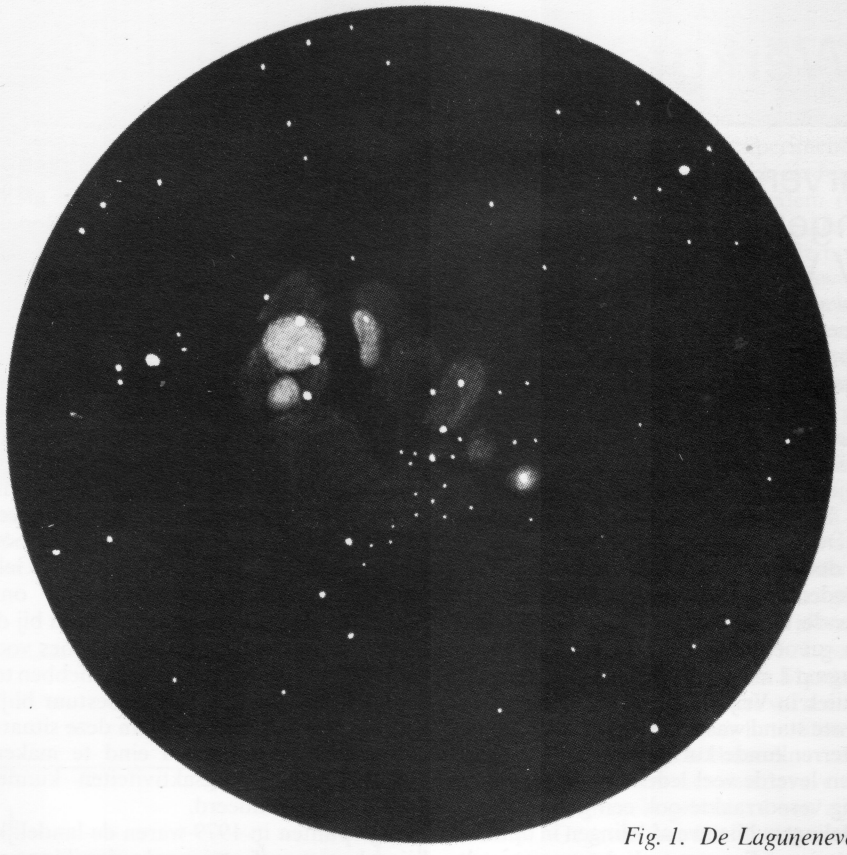


Fig. 1. De Lagunenevel.



Fig. 2. De Omeganevel.

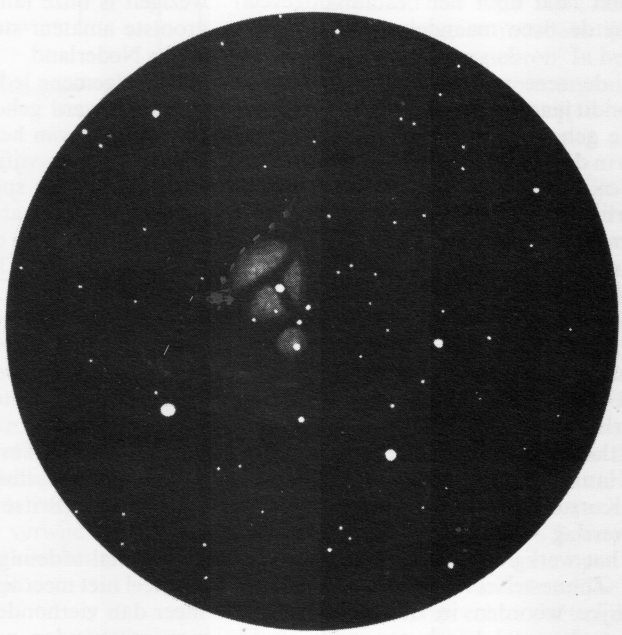


Fig. 3. De Trifidnevel.

Werkgroepverslagen 1979

Jaarverslag Jongerenwerkgroep N.V.W.S. 1979

1979 was voor de Jongerenwerkgroep een jaar met twee gezichten. Aan de ene kant meer bekendheid en daardoor een stijging in ledental; aan de andere kant grote moeilijkheden in verband met de beëindiging van het dienstverband van Bert van Sprang bij het Zeiss Planetarium te Den Haag.
Op 1 januari 1980 telde de Jongerenwerkgroep 1212 leden, tegen 866 op 1 januari 1979. Deze ledenstijging werd mede veroorzaakt door diverse artikeltjes, die één van onze leden, Mariët Hofstee uit Yde, in verschillende bladen schreef, en door propaganda, gevoerd tijdens de landelijke sterrenkijkdag op 2 maart en op de tentoonstelling 'Techniek in Vrije Tijd', waar de JWG met een grote stand was vertegenwoordigd. Ook een sterrenkunde-kursus voor jongeren te Hoeven leverde veel leden op. Deze ledenstijging veroorzaakte ook een groei binnen de afdelingen. Nieuwe afdelingen in oprichting zijn: Emmen, Krimpenerwaard, Culemborg en West-Brabant. Het totaal aantal afdelingen is nu ca. 35. Om het kontakt tussen de afdelingen en het hoofdbestuur beter te laten verlopen verscheen dit jaar voor het eerst (op verzoek van de kontaktpersonen) een mededelingenblaadje, 'Kontakt', dat door het bestuur ongeveer eens in de twee maanden wordt verzonden.
Naast de zeer suksesrijke zomerkampen werd er dit jaar een experimenteel weekendkampje gehouden in Hoeven. Dit kampje viel zo in de smaak, dat dergelijke weekendkampjes vaker gehouden zullen worden, natuurlijk naast de drie jaarlijks terugkerende zomerkampen.
De kursus kijkerbouw heeft dit jaar 58 nieuwe JWG-kijkers opgeleverd. Ook de uitleen van dia's is enorm gestegen. De diaverzameling is inmiddels opnieuw uitgebreid tot ca. 5000 stuks.
In 1979 verschenen de volgende brochures: 'Nederlandse handleiding bij de Popular Star Atlas', 'Waarnemen met een prismakijker' (Hans Göertz), 'De levensloop van de zon', 'Kursus helderheid en magnitude', het kampverslag van het JWG-ouderenkamp 1979, het werkgroepsverslag van de werkgroep Zonnestelsel en een herdruk van 'Moeilijke woorden in de sterrenkunde'. Het totaal aantal brochures is nu op 54 gebracht, terwijl ook een aantal Belgische brochures in de verkooplijst zijn opgenomen. Het kwartaalblad 'Universum' bracht dit jaar weer een kleine 160 pagina's informatie. Diverse enquêtes hebben er toe geleid dat het blad steeds meer aan de wensen van de lezers kan worden aangepast.
Per 31 oktober trad Erik Schoute af als bestuurslid, terwijl per 1 november Ronald Naar aan het bestuur is toegevoegd. De bestuurlijke aktiviteiten stonden dit jaar voornamelijk in het teken van de moeilijkheden, ontstaan door het ontslag van Bert van Sprang bij het Zeiss Planetarium Haagsche Courant, dat in januari 1976 geheel uitbrandde. Omdat Bert zich op kosten van de krant bijna full-time kon inzetten voor het JWG-werk, krijgen we te kampen met ernstige tijdproblemen. Een bureauruimte is inmiddels gevonden, en tevens is een inventarisfonds opgericht, waaruit kantoorapparatuur kan worden aangeschaft. Geld voor een vaste bureaumedewerker ontbreekt echter nog. Vele pogingen om bij de overheid en diverse andere instanties voor subsidie in aanmerking te komen hebben tot nu toe niets opgeleverd. Het bestuur blijft zijn uiterste best doen om aan deze situatie zo spoedig mogelijk een eind te maken, zodat de verenigingsaktiviteiten kunnen worden gekontinueerd.
Hoogtepunten in 1979 waren de landelijke bijeenkomst op 5 mei, en de uitreiking van de Simon Stevin-kijker aan Bert van Sprang op 16 juni. Hoofdsprekers op de landelijke bijeenkomst waren Chriet Titulaer en prof. Poppe. Ook een aantal leden hield een praatje, terwijl er in de pauze veel JWG-uitgaven zijn verkocht. Met bijna 300 aanwezigen is onze landelijke bijeenkomst de grootste amateur-sterrenkundige gebeurtenis in Nederland.
Op de algemene ledenvergadering, die ook op 5 mei werd gehouden, zijn diverse beleidsstukken van het bestuur aangenomen, waaronder een vijfjaren-plan met tal van aktiviteiten. Een speciale statutenkommissie heeft zich dit jaar ingezet voor het opstellen van statuten en een huishoudelijk reglement, waarmee de JWG rechtspersoonlijkheid kan verkrijgen.
Op sterrenkundig gebied is er op verschillende manieren een prettige samenwerking ontstaan met de Belgische JVS, terwijl er voorlopige kontakten zijn gelegd met de beginnerssektie van de werkgroep Meteoren van de NVWS. Tevens kwam een internationale briefwisseling op gang tussen JWG-ers en jonge Britse amateur-sterrenkundigen.
Het aantal afdelingsbijeenkomsten is momenteel niet meer te tellen. Het zijn er zeker meer dan vierhonderd geweest. Ook waarnemingsavonden werden volop georganiseerd, hoewel het weer vaak roet in het eten gooide. Circa tien afdelingen hebben in 1979 tentoonstellingen georganiseerd, om op die manier het grote publiek wat meer te vertellen over hun hobby.

Het JWG-bestuur

Jaarverslag 1979 Werkgroep Meteoren

Het jaar 1979 heeft zich gekenmerkt door een zeer drukke periode, zowel op bestuurlijk als op waarneemtechnisch gebied. Het hoofdbestuur der N.V.W.S. heeft zich gedurende de periode januari tot eind september ingezet om de bestuurlijke zaken van de werkgroep te behartigen. Dit resulteerde op 29 september in het tot stand komen van een nieuw werkgroepbestuur. De samenstelling van het bestuur is als volgt: N. J. J. de Kort (voorzitter, rekensektie); P. J. M. Nieskens (secretaris, fotogr. sektie); W. Boland (visuele sektie, penningmeester); J. van der Laan (lid, sektie Beginners) en F. Janssen (lid). Het bestuur vond B. Apeldoorn bereid haar in de veelheid van aktiviteiten zonodig bij te staan.
Medio oktober zag een aparte oproep voor Orioniden, Tauriden en Leoniden het licht, terwijl twee weken later een speciale editie van het werkgroepbulletin naar zo'n 400 adressen in binnen- en buitenland werd gezonden. Hierop kwam een groot aantal zeer plezierige reakties binnen en we konden vele nieuwe leden inschrijven.
Vanuit de grote posten te Bakkum, Denekamp en Winterswijk werd druk gewerkt, terwijl nieuwe stations te Eemnes (Jo Lamerichs) en Harderwijk (Koen Miskotte) ontstonden, die zich geestdriftig met simultaanwerk begonnen bezig te houden. Het werk dat de mensen van de werkgroep voor Sterrenkunde te Denekamp hebben verzet, is een gelukwens waard. Zij verkregen uit eigen resultaten een groot aantal ZHR-waarden en namen in 1979 gedurende niet minder dan 53 nachten waar met een totaal van 1447 visueel waargenomen meteoren waaronder zes fraaie fotografische treffers. Twee simultaan gefotografeerde meteoren met de post te Winterswijk is het resultaat geweest.
Te Winterswijk werd gedurende 19 nachten gewerkt, waarbij in totaal 882 meteoren werden genoteerd en 32 gefotografeerd, waarvan twee simultaan met Denekamp. Eén van deze twee meteoren betrof een meteoor van magnitude −4, die ook door het veld van één der K-24 spektrografen trok, helaas onder een kleine hoek met de dispersierichting van het gebruikte rooster. Dit jaar gebruikten de K-24ers zes grote TX-940 films, wat mede mogelijk was dank zij een sympathiek gebaar van de firma Kodak in Odijk.
Voor wat betreft het meteoorobservatorium te Winterswijk mag worden gememoreerd dat de verbeteringen die één der waarnemers, Ben ter Hall uit Amsterdam, aanbracht uiterlijk en doelmatigheid van het

observatorium bijzonder ten goede zijn gekomen. In het Noordhollandse Bakkum hadden de leden der Metiusgroep zóveel last van zeemist, dat hier bijna niets kon worden uitgericht.
Dank zij de bemoeienis van het hoofdbestuur van onze vereniging verkregen we in september een Zeiss-luchtkarteringskamera met een Distagon f 3,5-210 mm groothoekobjektief van uitzonderlijk hoge kwaliteit. Dit toestel wordt gereed gemaakt voor meteorenfotografie; de zware kassette van het toestel gebruikt 19 cm brede film met een lengte van 150 meter. In dezelfde maand werden twee f/1,2-55 mm Canon kamera's met a-sferische objektieven geïnstalleerd. Hiermee zal worden nagegaan in hoeverre de theoretische kans op meteoortreffers met de praktische in overeenstemming is te brengen. Met name in de fraaie nachten van 21/22 tot 26/27 oktober is met deze toestellen intensief gewerkt en dat leverde elf meteoorsporen op.
We ontvingen een tiental meldingen van vuurbollen, waarvan die in de nacht 21/22 augustus te 22.42.06 U.T. wel de meest opmerkelijke was (zie Zenit 1980, p. 118).
Bert van Altenburg (Vught) fotografeerde twee meteoren terwijl een groep onder leiding van C. ter Kuile, opererend nabij Haaksbergen, in totaal zes exemplaren vastlegde.
Onder leiding van Jaap van der Laan vormde de sekte 'Beginners' de zo noodzakelijke brug van de geïnteresseerde naar de meer gespecialiseerde amateur.
In de Commissie ter voorbereiding van een nieuw werkgroepbulletin had de secretaris zitting; deze commissie kwam in 1979 tweemaal bijeen.
Al met al kunnen we zeggen dat 1979 een succesrijk jaar is geweest. Men kan zich als lid van de werkgroep Meteoren opgeven door het overmaken van *f* 12,50 (tot 17 jaar *f* 10,–) op postrekening 44 66 085 t.n.v.: penningmeester 'Meteoren', Damstraat 27 3531 BR URECHT.

Bestuur der werkgroep 'METEOREN'

Jaarverslag 1979 Werkgroep 'Kunstmanen'

Gedurende het jaar 1979 zijn door de werkgroep verscheidene activiteiten georganiseerd. Zo waren wij vertegenwoordigd op de tentoonstelling 'Techniek en vrije tijd' te Utrecht. Er was veel belangstelling voor ons werk, met als resultaat verscheidene aanmeldingen van nieuwe leden. Excursies zijn er geweest naar het PTT-satellietgrondstation te Burum, en het observatorium voor satelliet geodesie te Kootwijk. Speciaal voor de radio-waarnemers is een Meteosat-dag gehouden, waarbij de ontvangstapparatuur door amateurs zelf gebouwd in werking was. Een tijdsein-ontvanger is gereed gekomen en er is een ontwerp gemaakt voor het vervaardigen van printplaten t.b.v. Meteosat-ontvangst.

G. A. Nehrstede (secr.)

Jaarverslag 1979 Werkgroep Kometen

Het jaar 1979 werd net als 1978 gekenmerkt door een slecht kometenjaar voor de visuele waarnemers. Alleen van komeet Bradfield 1979c is een bericht uitgegaan naar de leden; de weersomstandigheden en de geringe helderheid van de komeet waren echter de oorzaken waardoor er niet één waarneming bij de waarnemingsleider is binnengekomen.
Er werden in dit jaar twee ledenvergaderingen gehouden, waarvan alleen de tweede zeer goed werd bezocht. Op de Algemene Ledenvergadering van 17 maart werd R. J. Bouma gekozen als de nieuwe voorzitter van de werkgroep, nadat M. M. A. Drummen was afgetreden vanwege drukke werkzaamheden. Drummen bleef aan als gewoon bestuurslid. Het werkgroeps bestuur ziet er nu als volgt uit; voorzitter: R. J. Bouma, sekretaris: E. P. Bus, penningmeesteresse: E. H. Papenburg, waarnemingsleider: H. Feijth en gewoon bestuurslid: M. M. A. Drummen. Op de ledenvergadering van 6 oktober werd het Huishoudelijk Reglement van de werkgroep door haar leden goedgekeurd. De werkgroep had in het begin van het jaar 25 leden; op 31 december bedroeg dit aantal 29.
In februari was de werkgroep vertegenwoordigd met een stand op de tentoonstelling 'Techniek in Vrije Tijd 1979' in de Jaarbeurshal te Utrecht.
In november verscheen het eerste nummer van de *'Kometen Nieuwsbrief'*: een periodiek die minstens 4 keer per jaar verschijnt en geheel gratis is voor haar leden. In de 'Kometen Nieuwsbrief' worden korte berichtjes, nieuwe ontdekkingen en waarnemingsresultaten (alleen over kometen) gepubliceerd. Tevens is het nevelschatprogramma van start gegaan. Dit programma heeft als doel om aan nevels helderheidsschattingen te plegen onder verschillende atmosferische omstandigheden, om later uit de resultaten hiervan het instrument-effect te bepalen, dat erg belangrijk is bij de H_0 en n bepalingen bij kometen.
De internationale kontakten zijn uitgebreid. Seargent (Australië) is bereid gevonden als kontaktpersoon op te treden voor de Australiërs. Dit om de Australische waarnemingen en de Nederlandse samen te voegen om de berekeningen aan kometen over een grotere periode uit te breiden, waardoor nauwkeuriger H_0 en n bepalingen kunnen plaatsvinden. Tevens zijn wij nu aangesloten bij de International Comet Quarterly (ICQ). Alle Nederlandse waarnemingen aan kometen worden naar de ICQ verzonden. Deze verzamelen alle waarnemingen die over de gehele wereld zijn gepleegd. De resultaten worden snel gepubliceerd.
Rest ons de heren H. Betlem en G. Commello te bedanken voor hun bijdragen van verschillende aard.

E. P. Bus (sekretaris)

Verslag 1978 en 1979 fotowerkgroep

In 1978 hebben we vier bijeenkomsten gehad en wel op 7 januari, 29 april, 2 september en 14 oktober. Op de eerste bijeenkomst mochten we de Belgische amateur Martens Medard ontvangen, die ons eigen dia-opnamen van voornamelijk maan en planeten toonde. Ook hadden we drie sprekers van Kodak te gast, die ons alles vertelden over het Kodak-leveringsprogramma. Op de tweede bijeenkomst berichtte Mennen over zijn fotografische ervaringen met zijn 11 cm f/4 Newton en legde Gielingh de beginselen van de sensitometrie uit. Hoogtepunt van de bijeenkomst was de voordracht van Son die als onderwerp had: het visueel en fotografisch waarnemen van planetoïden. De derde bijeenkomst was iets speciaals: de eerste internationale ontmoeting en wel met de Belgen. Deze bijeenkomst vond plaats in Eindhoven. Dit in tegenstelling tot de drie andere die in Utrecht plaatsvonden. Op deze bijeenkomst berichtten de Belgen Vanneylen en Antonis over hun fotografische ervaringen met hun 15 cm kijker. De Nederlanders Maats en Mak vertelden over hun zonnewaarnemingen, ieder met een 10 cm refractor. Op de vierde bijeenkomst in Utrecht herhaalde Mak zijn voordracht nog eens voor Nederlanders onder elkaar. Gerritsen verklaarde de term 'Modulation Transfer Function' en Compaan legde zijn ontwerp voor een astrocamera uit. Hoogtepunt van de vierde bijeenkomst was de voordracht van Dekker over de invloed van de optiek op de fotografische resultaten.
Ook in 1979 hebben we vier bijeenkomsten gehad. De eerste was op 13 januari; Peelen vertelde daar van zijn interferometrische hoogstandjes in de radiosterrenkunde, terwijl Compaan uitlegde wat voor fouten zoal in een optisch systeem kunnen voorkomen. De tweede bijeenkomst vond plaats op 7 april, waar Van Bochove een demonstratie gaf van diverse optische fouten en Lefeber zijn zelfgebouwde montering voor een 30 cm Cassegrain aan de hand van dia's toelichtte. De bijeenkomst daarop vond weer samen met de Belgen plaats. Ditmaal speelden de Belgen thuis en wel in Bornem. Antonis verhaalde daar van zijn eerste stappen op het gebied van de 'deep-sky' fotografie met zijn 15 cm f/5 Newton. Na het verhaal van Lefeber over de montering, liet De Jonghe sterrenfoto's zien die gemaakt waren met telelenzen. Mennen liet vervolgens wat plaatjes zien die gemaakt waren met zijn 11 cm f/4 Newton. Maats berichtte van zijn Hα foto's van de zon en tenslotte liet Nagel nog enkele dia's zien van een zonsondergang. De laatste bijeenkomst vond plaats op 13 november, waar Gerritsen vertelde van zijn ervaringen met een lensloze Schmidtcamera. Helm en Peelen lieten hun resultaten zien die behaald werden met resp. een 26 cm Newton en een Celestron 8. Het jaar werd besloten met een voordracht van Le Poole met als onderwerp: 'keuze van de optimale film bij een bepaalde kijker'. ▶▶

A. Nagel

Verslag (1979) Werkgroep Algemene Sterrekunde

Onze werkgroep kon zich in 1979 verheugen in een toenemende belangstelling. Er werd een wat minder afstotende naam aangenomen (algemene sterrekunde i.p.v. theoretische sterrekunde).
Een interessant project was vooral het rekenen aan de rookpluimen van de vulkanen op Io die door het Voyager-ruimteschip zo prachtig in beeld zijn gebracht. Men kon hier prachtig de theorie van de kogelbanen in praktijk brengen, zoals die op de middelbare school gegeven wordt. Verder zijn er diverse uiteenzettingen gegeven van zowel astrofysische als wel hemel-mechanische aard, door leden maar ook door gastsprekers. Een blijvende zorg is het vinden van sprekers die wat interessants te bieden hebben. Een aktiviteit die voor de 'buitenwereld' bedoeld is, is de zogenaamde problemenmiddag; hierop is iedereen welkom die met problemen op sterrekundig gebied zit. Natuurlijk is er lang niet altijd een pasklaar antwoord aanwezig, maar de problemen worden in elk geval besproken.

D. W. Jannink (secretaris)

Jaarverslag 1979 Werkgroep Sterbedekkingen

Het is nog niet eerder in de meer dan dertigjarige geschiedenis van de werkgroep gebeurd, dat er in een bepaald jaar evenveel nieuwe waarnemers als bekenden konden worden genoteerd. In 1979 was het zover: in iedere groep waren het er 14! En al zijn er kwantitatieve verschillen (de 'bekenden' zorgden voor 250 waarnemingen, de 'nieuwelingen' leverden er 45), dit recordaantal nieuwe waarnemers is welkom, omdat ze de continuïteit van de werkgroep helpen in stand houden.
Het leek ons nuttig in de onderstaande overzichten van waarnemingen de twee groepen gescheiden op te voeren. Beginnend met de 'oudgedienden' zijn het in alfabetische volgorde (aantallen waarnemingen tussen haakjes): C. Booy (23), R. Boschloo (18), H. J. J. Bulder (71), G. Comello (1), A. J. G. van der Drift (17), H. Feijth (30), A. G. Jansen (2), D. H. G. Keuskamp (34), L. J. de Lange (8), J. C. van der Meulen (19), F. A. M. van der Pluym (1), D. Schmidt (12), F. R. Valkenburg (6), R. Vink (8).
En de nieuwe namen: B. S. F. Altenburg (7), R. de Bree (1), H. Bril (3), groep Den Helder onder leiding van J. T. Walrecht (12), R. Lefeber (2), E. Limburg (1), U. N. Poerink (1), W. Schippers (1), A. A. Schoenmaker (1), R. Stevenson (10), R. Wagenaar (1), J. Warmerdam (2), K. E. Wolters (1), W. T. Zanstra (2).
In 1979 konden door bewolking geen rakende bedekkingen worden waargenomen. Wel werd achteraf de oplossing gevonden voor het raadsel van 16 dec 1978, toen 7 waarnemers in Oost Flevoland opgesteld ster ZC 1141 niet zagen verdwijnen achter de maan. Uit een recente lijst met correcties bleek dat de positie van deze ster 0,"7 afweek van die, welke als basis voor de voorspelling had gediend. Daardoor week de grenslijn van de bedekking bijna 2 kilometer af van de berekende en zaten de waarnemers alle buiten de bedekkingszône.

J. J. B. van Eijk van Voorthuijsen (secretaris)

Jaarverslag 1979 Werkgroep Weer-amateurs

Het jaar 1979 was een goed werkgroepjaar; dit kan zonder meer geconstateerd worden. Enkele zaken, die met name voor onze werkgroep van belang waren, worden hieronder afzonderlijk vermeld.
Het zg. D1-project, het nagaan van wat de uitkomsten zijn van de weersverwachting in 1977, werd in de eindfase geloodsd. Met medewerking van drs. B. Zwart van het KNMI en de heer P. Lundahl van het Evoluon te Eindhoven kon dit stadium bereikt worden. Op de jaarvergadering van 26 april 1980 werd het rapport van het D1-project aan de hoofddirecteur van het KNMI, dr. H. C. Bijvoet, aangeboden. Verder werd een aantal andere projecten in uitvoering genomen, zoals het waarnemen van onweer voor het KNMI en het waarnemen van zeewind.
Het bestuursbeleid is er in 1979 op gericht geweest de aktiviteiten van de werkgroep verder tot ontplooiing te brengen. Bovendien heeft het bestuur ernaar gestreefd, het vastleggen van de werkgroeporganisatie in statuten en huishoudelijk reglement in 1979 af te ronden. Het bestuur is er blij mee, dat zij in samenwerking met de leden deze operatie heeft kunnen voltooien. Door het bestuur werden vier landelijke bijeenkomsten georganiseerd. Op één van deze bijeenkomsten, in april 1979, werd teruggeblikt op de winter 1978/1979, die zoveel sneeuw en kou bracht. Ook de middag door en voor de weeramateurs in november 1979 werd zo'n groot succes, dat een jaarlijkse manifestatie mogelijk lijkt.
De kwaliteit van ons werkgroepblad '*Weerspiegel*' stond zowel wat betreft uitvoering als inhoud op hoog niveau. Ook verheugend was het feit dat het drukken van 'Weerspiegel' weer probleemloos is verlopen. Het werkgroepblad had mede door de goede zg. vrije bijdragen van de leden, in 1979 weer een gevarieerd en interessant aanzien.
Door de meeste regioleiders werden regionale bijeenkomsten belegd. In het afgelopen jaar was een positieve tendens te signaleren in het bijeenkomen in de regio. Enkele regio's namen deel aan tentoonstellingen en/of manifestaties.
In 1978 was er in de werkgroep een bibliotheek/documentatiecentrum opgericht. De beheerder hiervan heeft in het afgelopen jaar door een enthousiaste inzet de bibliotheek de nodige bekendheid gegeven. In het afgelopen jaar werd tevens de instrumentencommissie ingesteld. Inmiddels zijn enkele ontwerpen voor bouwtekeningen van een weerhut gereed gekomen. Tevens is contact gelegd met de instrumentencommissie van de NVWS.
Het bestuur is bijzonder blij met de relatie met het KNMI en met de samenwerking die er met dat instituut is. Een aantal aspecten mag zeker niet onvermeld blijven. In de eerste plaats moet worden genoemd drs. B. Zwart: zijn steun en inbreng met betrekking tot de relatie met het KNMI werd zeer op prijs gesteld. Een belangrijk punt voor de werkgroep is ook dat de algemene ledenvergaderingen/landelijke bijeenkomsten in het KNMI-gebouw mochten worden gehouden. Ook konden enkele excursies naar het instituut worden georganiseerd. Veel weeramateurs verrichtten vrijwillige waarnemingen voor het KNMI. Het blijkt mogelijk te zijn dat weer amateurs ingeschakeld kunnen worden voor het leveren van goede en aktuele informatie op weergebied. Deze gang van zaken zouden wij in 1980 gaarne voortgezet willen zien.
Ook in 1979 werd door de werkgroep medewerking verleend aan het programma 'Gesodemeurders' van de VARA-radio op de dinsdagmorgen. Ook via o.a. kranten, tijdschriften en boeken e.d. werd door de werkgroepleden naar buiten getreden.
De goede samenwerking met de Stichting 'De Koepel' stellen wij zeer op prijs. Medewerking werd verleend aan de manifestatie 'Techniek in Vrije Tijd'. De stichting gaf in 1979 ook voorlichting op weeramateurgebied. In 1980 zullen wij nader onderzoeken of en op welke wijze wij dit als werkgroep kunnen stimuleren.
Het ledenaantal van de werkgroep was eind 1979 opgelopen tot ca. 375. Eind 1978 had de werkgroep ca. 280 leden. De sterke groei van het ledenaantal, waarvan reeds in 1978 sprake was, heeft zich dus ook in 1979 voortgezet.

W. Brinksma
(secretaris)

Vervolg Zenitpost

H-alpha filter

In aanvulling op het artikel in Zenit 1980, p. 76 van de heer A. Mak over fotografie van de zon met een H-alpha filter, wil ik even opmerken dat de genoemde Kodak SO-115 film onlangs vervangen is door *Kodak 2415.* Bij telefonische navraag bij Kodak Nederland B.V. te Odijk vernam ik dat eigenlijk alleen de naamsaanduiding is veranderd en dat de film zelf volkomen dezelfde is gebleven.

P. J. K. Louwman (Wassenaar).

Meteoren-akties in 1980

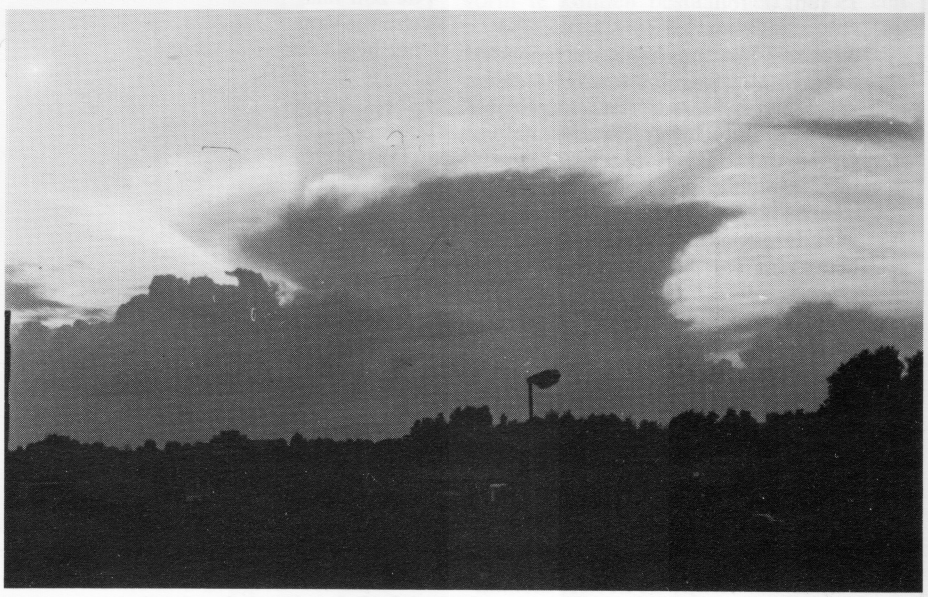
De werkgroep Meteoren der Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde roept op tot het meedoen aan meteorenakties in perioden waarin jaarlijks terugkerende zwermen aktief zijn. Het jaar 1980 mag voor de meteoor-enthousiasten uiterst gunstig worden genoemd. Op de traditionele herfstzwerm der *'Orioniden'* na treden de maxima van de grote zwermen alle op in perioden met weinig of geen maanlicht.
Voor 1980 hebben we voor de bekende zwermen de volgende maxima berekend: (zie tabel)
Hoe gunstig de maxima van de meeste van deze zwermen vallen blijkt uit de data waarop het dit jaar, rond de maxima der bekende zwermen, nieuwe Maan is: 12 juni, 10 augustus (!), 7 november en 7 december. Bijzonder uitnodigende omstandigheden dus voor met name de grootste en bekendste zwermen der *Perseïden* en *Geminiden.*
Het fascinerende werk aan meteoren kan door iedereen worden gedaan die over voldoende geduld beschikt en een beetje nauwgezet kan werken . . . met of zonder kamera('s).
Voor dit jaar staan weer vele aktiviteiten op het programma, vooral gekoncentreerd rond de grote akties. In het najaar wordt weer een 'Meteorendag' georganiseerd, met onder andere een klankbeeld en film(s): hier is iedere geïnteresseerde van harte welkom.
Binnen de werkgroep is een bloeiende sektie 'Beginners' ontstaan onder leiding van de sektie-leider Jaap van der Laan. Elke beginnende meteoor-waarnemer of -fotograaf is bij hem aan het goede adres voor het verkrijgen van inlichtingen. Deze sektie vormt een goede verbinding tussen de ploeg van de meer ervarenen en de geïnteresseerden die informatie wensen, ofwel zich daadwerkelijk met dit werk willen gaan bezighouden. Een informatiefoldertje wordt op aanvraag toegezonden.
Voorts willen we de aandacht vestigen op het *'Bulletin'* van de werkgroep 'Meteoren', dat jaarlijks zesmaal verschijnt en waarin allerlei wetenswaardigheden, aktieverslagen, vuurbolmeldingen, rekenresultaten, enz.. op dit gebied zeer uitvoerig worden behandeld. Het 'Bulletin' vormt voor wat betreft deze tak van de sterrenkunde-beoefening door amateurs een goede aanvulling op ons blad 'ZENIT', waarin uiteraard verslagen van zeer succesrijke akties, oproepen voor grote akties, imposante vuurbolverschijningen en meer algemene populariserende artikelen zullen verschijnen.
Men kan zich als lid van de werkgroep Meteoren doen inschrijven door het overmaken van *f* 12,50 (voor jongeren tot en met 16 jaar: *f* 10,–) op postrekening: 44 66 085 t.n.v. penningmeester werkgroep Meteoren, Damstraat 27, 3531 BR Utrecht.
Dit houdt tevens in dat men de Bulletins regelmatig krijgt toegezonden; van 1980-1 (januari) en 1980-2 (april) zijn nog enkele exemplaren voorhanden. De inhoud van de Bulletins mag een bewijs zijn dat bij ons het plezier-aspekt een uiterst belangrijke rol speelt. Het werk van de meteoor-waarnemer of fotograaf wordt in het Bulletin soms ook relativerend belicht, vooral de situaties waarin de waarnemers somtijds verzeild raken! Het bestuur van onze werkgroep heeft een centraal korrespondentie-adres ingesteld waar men ook de waarnemingsresultaten naar toe kan zenden:
Werkgroep Meteoren NVWS, postbus 3227, 2301 DE Leiden.

Zwerm	Periode	Maximum	ZHR	Radiant	Bijzonderheden
				α δ	
juni-Lyrid	12-20 jun.	jun. 16,0 UT	15	$18^h48^m+44°$	
Perseiden	20/7-20/8	aug. 12,6 UT	70	$03^h00^m+39°$	zeer fraaie zwerm!
α-Capricorn	15/7-15/8	1 aug.	10		helder, vuurb.
δ-Aquariden	26/7-20/8	12 aug.	20	$23^h04^m+04°$	traag, helder
ι-Aquariden	15/7-30/8	20 aug.	10	$22^h04^m-06°$	traag
κ-Cygniden	18-22 aug.	20 aug.	5	$03^h00^m+70°$	traag, vuurb.
Orioniden	17-26 okt.	okt. 20,9 UT	20	$06^h20^m+16°$	snel, nal. sp.
Leoniden	13-20 nov.	nov. 16,7 UT	?	$10^h08^m+22°$	helder
Geminiden	7-16 dec.	dec. 13,5 UT	100	$07^h28^m+33°$	rijk en helder

Bui boven zee

R. Kelderman (Leeuwarden) stuurde aan de redactie een foto van een buienwolk (cumulonimbus) boven zee. De foto ging vergezeld van de volgende toelichting:

In de nazomer en herfst gaat de grootste buienactiviteit zich afspelen boven zee. Landinwaarts neemt de buienvorming dan af. Doordat het land in het najaar veel sneller afkoelt dan het zeewater zal zich steeds vaker de situatie voordoen dat koude lucht wordt verwarmd door het zeewater, vooral in de nacht. De situatie is boven zee nu dezelfde als in de zomer boven land. Er zullen zich boven zee buien gaan vormen die de kustgebieden binnen kunnen drijven. Door dit verschijnsel is de herfst in de kuststrook het natste jaargetijde, de zomer in het binnenland. Uiteraard is dit verschijnsel in het ene jaar duidelijker op te merken dan in het andere, maar gemiddeld komt de neerslagverdeling zo uit. In 1979 begon de buienactiviteit boven zee al vroeg, namelijk laat in augustus. Gewoonlijk begint het seizoen met kustbuien pas in oktober of november.
Nevenstaande foto is genomen in de avond van 23 augustus 1979, vanuit Leeuwarden in noordwestelijke richting. Van 20 tot en met



28 augustus bevond zich boven Nederland voor de tijd van het jaar koude lucht, een veel voorkomend verschijnsel in een slechte zomer. In deze koude lucht ontstonden boven het relatief warme Noordzeewater talrijke buienwolken, die Noordholland, Zuidholland en Zeeland binnendreven en daar vrij zwaar onweer en stortregens brachten. In de nacht van 23 op 24 augustus viel er in Noordholland tijdens de hevige buien ook hagel. Alkmaar tapte de volgende ochtend 64 mm neerslag af.

De hemel in juni

F. REIJMERINK

Planeten

Mercurius kan nagenoeg de gehele maand 's avonds na zonsondergang boven der westelijke horizon worden waargenomen; een binoculair zal, vooral in de tweede helft van de maand, het opzoeken van de planeet erg vergemakkelijken. De grootste oostelijke elongatie zal worden bereikt op 14 juni te 16h; de hoekafstand tot de zon bedraagt dan 24°29′.
Een bijzonder fraaie conjunctie met Venus vindt plaats op 1 juni te 20h. Op dat tijdstip staat Mercurius 19 boogminuten ten noorden van Venus; Mercurius heeft op die datum een helderheid van −0,3 m, Venus is 3,4 magnituden helderder.
Een conjunctie met de maan vindt plaats op 14 juni te 22h, Mercurius staat dan vier graden ten noorden van de maansikkel.

Venus is alleen in de eerste week van juni 's avonds nog boven de noordwestelijke horizon te vinden. De planeet nadert de zon daarna snel om op 15 juni te 9h in conjunctie met de zon te zijn.

Mars snelt nu, na zich maandenlang in de buurt van Jupiter en Regulus te hebben opgehouden, oostwaarts door het sterrenbeeld Leeuw en ontmoet daarbij op 25 juni de planeet Saturnus; de rode planeet gaat op deze datum om 15h op een afstand van 1°40′ ten zuiden aan Saturnus voorbij. Uiteraard moet deze samenstand 's avonds bekeken worden. Een conjunctie met de maan vindt plaats op 19 juni te 16h.

Jupiter is 's avonds in het sterrenbeeld Leeuw nabij Regulus te vinden en is veruit het helderste 'sterachtige' object in deze hemelstreek.
Op 18 juni te 12h is de reuzenplaneet in conjunctie met de maan; voor waarnemers op het zuidelijk halfrond gaat deze conjunctie gepaard met een bedekking van Jupiter.

Saturnus bevindt zich evenals Mars en Jupiter in het sterrenbeeld Leeuw die 's avonds aan de westelijke hemel staat. De ringen zijn nog steeds niet zichtbaar. Hoogstens is voor bezitters van grotere telescopen de schaduw van de ringen op de planeetbol te zien.
Een fraaie samenstand met de maan is te bewonderen op 19 juni na het vallen van de duisternis; de kortste afstand tot de maan is ditmaal 11 boogminuten, de eigenlijke conjunctie is om 21h27m dus vóór zonsondergang.
Titan bereikt zijn grootste oostelijke elongatie op 16 juni en zijn grootste westelijke elongaties op 8 en 24 juni.

Maan

Laatste Kwartier: 6 juni 4h 53m MEZT
Nieuwe Maan: 12 juni 22h 38m MEZT
Eerste Kwartier: 20 juni 14h 32m MEZT
Volle Maan: 28 juni 11h 02m MEZT

Datum	Maan op	Maan onder
4 juni	1h 26m	11h 05m
9 juni	3h 47m	17h 34m
14 juni	7h 05m	23h 15m
19 juni	12h 24m	01h 29m
24 juni	17h 46m	03h 17m
29 juni	22h 46m	07h 36m

Tijdstippen in MEZT

Zon

Datum	Zon op	Zon onder
4 juni	5h 23m	21h 53m
9 juni	5h 20m	21h 58m
14 juni	5h 18m	22h 01m
19 juni	5h 18m	22h 03m
24 juni	5h 20m	22h 04m
29 juni	5h 22m	22h 02m

Op 21 juni te 7h 47m MEZT bereikt de zon haar grootste noordelijke declinatie van + 23° 26′23″, per definitie het begin van de zomer.

Sterrentijd en Juliaanse datum

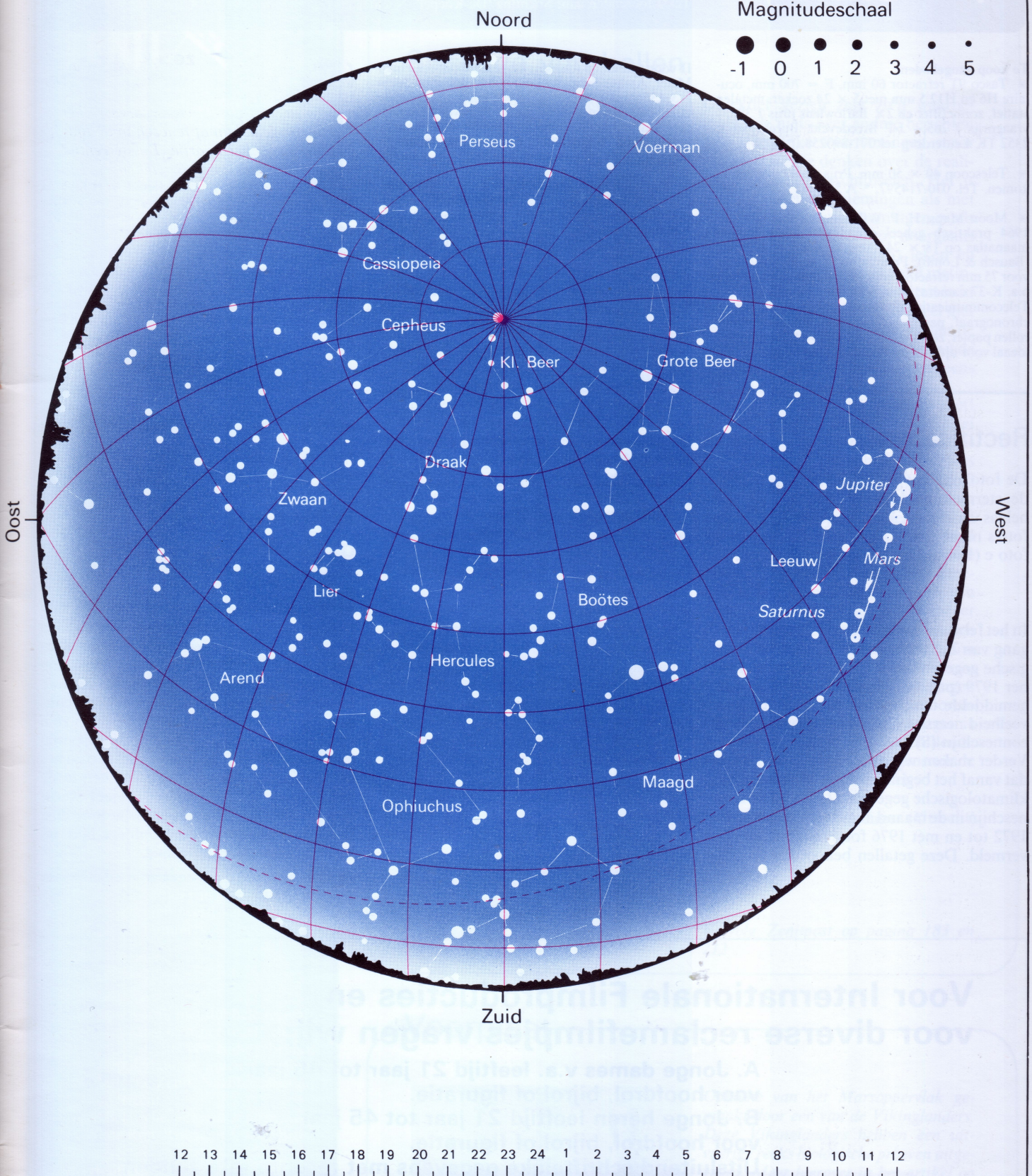
De sterrentijd in onderstaande tabel geldt voor Greenwich en 0h UT.

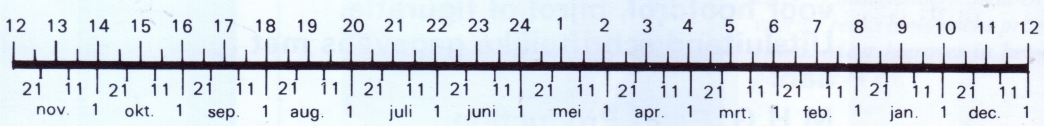
Datum	Sterrentijd h m s	Juliaanse datum 2444 –
4 juni	16 50 21	394,5
9 juni	17 10 04	399,5
14 juni	17 29 47	404,5
19 juni	17 49 30	409,5
24 juni	18 09 12	414,5
29 juni	18 28 55	419,5

Helderheidminima Algol

18 juni 3h 49m
21 juni 0h 38m

Nevenstaande sterrenkaart geeft de sterrenhemel weer zoals die zich in juni aan ons vertoont.
De juiste tijdstippen waarvoor het kaartje geldt zijn af te lezen in de tijdbalk onder het kaartje. De sterrentijd waarvoor het kaartje is getekend, is 16h en geldt voor de coördinaten N.B. = 52° 5′ en O.L. = 5° 8′ (Utrecht).
De lichtzwakste sterren zijn van magn. 4.5.


Noord
Magnitudeschaal
-1 0 1 2 3 4 5
Perseus
Voerman
Cassiopeia
Cepheus
Kl. Beer
Grote Beer
Draak
Zwaan
Jupiter
Oost
West
Leeuw
Mars
Lier
Boötes
Saturnus
Hercules
Arend
Maagd
Ophiuchus
Zuid


12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
21 11 21 11 21 11 21 11 21 11 21 11 21 11 21 11 21 11 21 11 21 11 21 11
nov. 1 okt. 1 sep. 1 aug. 1 juli 1 juni 1 mei 1 apr. 1 mrt. 1 feb. 1 jan. 1 dec. 1

* Sterretjes

Kleine niet commerciële advertenties.
Abonnees: Eerste 10 regels gratis, elke regel meer ƒ 0,50.
Niet-abonnees: ƒ 5,00 voor de eerste 10 regels of gedeelte daarvan, elke regel meer ƒ 0,50.
Tekst toezenden aan: Stichting 'De Koepel', Nachtegaalstraat 82bis, 3581 AN Utrecht.

Te koop aangeboden

* Tasco 9T refractor 60 mm, F = 700 mm, oculaire H6 en H12.5 mm met 5 × 24 zoeker, metalen statief, zonnefilter en 2× Barlowlens prijs ƒ 398,– vraagprijs ƒ 265,– J-P Breedeveld, Burchtpad 2, 2352 TK Leiderdorp tel 071-890258. * A 58

* Telescoop 40 × 50 mm. Prijs nader overeen te komen. Tel. 030-714597. * A 59

* Moon Maps, H. P. Wilkins; Die Sterne 1921-1964 praktisch geheel compleet; gehele Kuiper maanatlas op 18 × 24; Aero Tessar F 6, 610 mm (Bausch & Lomb); Polarex luxe focuseerinrichting voor 75 mm refractor; rolfilm cassettes (24 cm) voor o.a. K-37 camera; twee Schmidt camera's (Philips Telecommunicatie), dump, diam. 125, F 1,0; papier chronograaf, papiersnelheid 5-30 cm/sec met vele rollen papier, zeer snel/50 Hz, met vele instellingen, ideaal voor tijdmetingen; zender, ontvanger 62 MK II voor tijdseinen (dump); oude astrocamera Hugo Meier, Atelier Schnellarbeiter, F 3, 310 mm; idem F 3, 135 mm beide met cassettes; koperen verdeelde cirkel 300 mm met verdeling op 10', twee reuzenfocuseerinrichtingen diameter 100 × 400; antieke kijker, diam. 60 (× 1000), H. ten Haaf, Staringstraat 116, 5343 Gk Oss, tel. 04120-33324. * A 60

* Kortegolfontv. Murphy B40 0, 5-30 MHz AM, CW, SSB bandbreedte 1, 3, 8 KHz, X-Tal callibrator 500 KHz incl. ATU ƒ 600,–. SSB converter voor B40/B41 produktdet. en AFC, voor SSB en RTTY ƒ 250,–. Telex LORENZ Lo 15 bladschrijver ƒ 300,–. Telexconverter 850, 425, 250 Hz shift ƒ 75,–.
Telexponsbandlezer ƒ 75,– inl. 010-190778. * A 61

Te koop aangeboden:

* Refractorteleskoop, 102 mm plus statief prijs ƒ 1200,–. R. Hozee. Tel. 642989. Alleen in het weekend. Bereikbaar; Mariottestr 38, Den Haag. *A 62

* Newton telescoop 15 cm. f/8 en Newton telescoop 20 cm, f/8, prijs billijk. Telefoon 08330-14150 liefst tussen 6 en 8 uur 's avonds. * A 63

* 50 × 600 mm refractor, oculairs H 5/H 12, 5/H 20 en zoomoculair. Prijs ƒ 250,–. P. A. van Stempvoort, Gr. W. de Oudelaan 110, Naarden, 02159-46685. * A 64

Te koop voor spotprijs, wegens veranderen hobby:

* Refractor D-76mm, F 1400 mm met zoeker, op parall. montering uiterst solide statief verstelbaar op hoogte, 3 oculairen projectie set, zon- en maanfilter, barlowlens, camera-adapter. Prijs ƒ 700,–. Tel. 010-377552. * A 65

Rectificaties

De foto's bij het artikel Kaartprojecties in de sterrenkunde (Zenit 1980, p. 63) zijn helaas verwisseld. De juiste volgorde van de foto's moet zijn: e, d, c, a, b. Bovendien is foto c (Boötes) ondersteboven afgedrukt.

(red)

In het februarinummer van de lopende jaargang van Zenit ontbraken bij de klimatologische gegevens voor De Bilt die van oktober 1979 (pag. 60). Zij zijn hierbij vermeld: gemiddelde temperatuur (T) 10,9 °C, hoeveelheid neerslag (RR) 49 mm, hoeveelheid zonneschijn (S) 114 uren.
Verder maken wij onze lezers er op attent dat vanaf het begin van de publikatie van de klimatologische gegevens (1977) bij de zonneschijn in de maand augustus voor de jaren 1972 tot en met 1976 foutieve getallen zijn vermeld. Deze getallen behoorden bij juli. De juiste aantallen uren zonneschijn voor de maand augustus zijn in die periode: 1972 (188), 1973 (245), 1974 (225), 1975 (293) en 1976 (272).

(Redactie Zenit)

In het volgende nummer van Zenit o.m.

Kosmische lenzen en quasars

Al jarenlang worden er waarnemingen verricht aan quasars: objecten die zich bevinden aan de grenzen van het heelal. In het afgelopen jaar heeft dit geleid tot de ontdekking van een 'dubbelquasar', bestaande uit twee identieke objecten op nog geen 6 boogseconden van elkaar. Aangezien de kans op zo'n samenstand zeer klein werd geacht opperde men dat het om één quasar ging, waarvan het beeld door de zwaartekracht van een in de waarnemingsrichting liggend object wordt verdubbeld: een soort kosmische lens dus. De aanwezigheid van zo'n object lijkt nu inderdaad te zijn aangetoond.

Voor Internationale Filmproducties en voor diverse reclamefilmpjes vragen wij;

A. Jonge dames v.a. leeftijd 21 jaar tot 45 jaar voor hoofdrol, bijrol of figuratie.
B. Jonge heren leeftijd 21 jaar tot 45 jaar voor hoofdrol, bijrol of figuratie.
Uitsluitend schriftelijke gegevens met recente foto zenden aan:

M.H.G. Pearl Production.
Postbus 1670.
PC 1200 VB Hilversum.
Nederland.

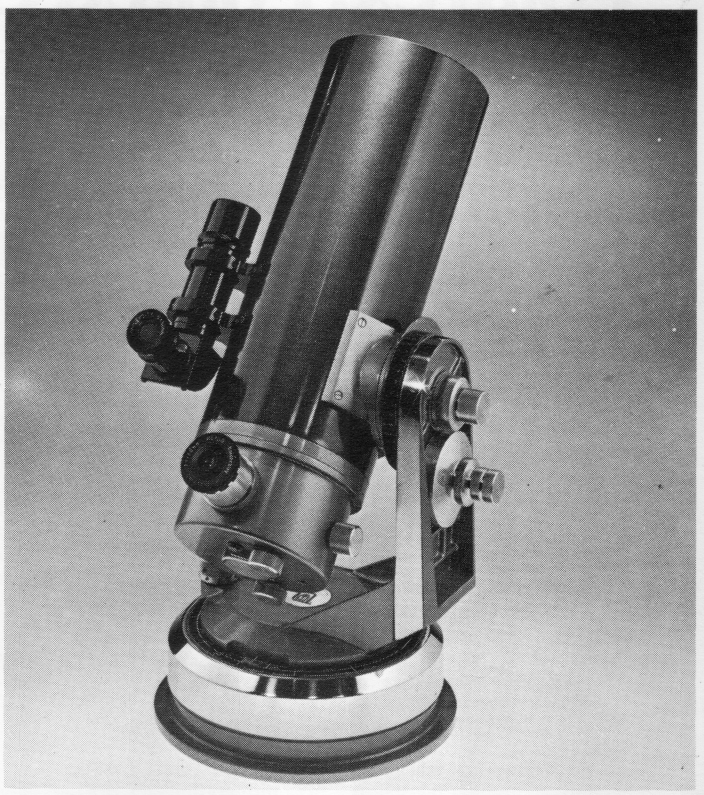
Ganymedes de firma met de grootste sortering telescopen ter wereld.

UIT VOORRAAD LEVERBAAR 35 verschillende modellen.

Tevens uit voorraad leverbaar 30 verschillende modellen microscopen. Snelservice: vóór 11.00 uur gebeld, uw telescoop binnen 48 uur in huis.



DYNAMAX



Diverse nieuwe modellen
Schmidt-Cassegrain en
Schmidt-Maksutov telescopen
staan opgesteld in onze showroom!

Ster-Atlassen:	Norton Star Atlas	ƒ 40,—
	Atlas Borealis	ƒ 90,—
	Atlas Eclipticalis	ƒ 110,—

Speciale aanbieding:
115 mm Newton Telescoop op parallactische montering F = 900 mm met zoeker, 3 oculairen, barlowlens, zonnefilter aangepast voor fotografie ƒ 595,—

Speciale uitvoering verrekijkers
o.a. 10×70, 16×70, 11×80, 15×80, 20×80, 20×120, 25×150.

Speciale aanbieding:
Dynamax Schmidt-Cassegrain telescoop opening 20 cm brandpunt 2110 mm incl. regelbare electrische aandrijving (oscilator) incl. 3 oculairen zenith prisma, zoeker 8 × 50, camera adaptor (naar keuze) en zware opvouwbare alluminium driepoot voor de prijs van ƒ 4200,—

Ook uit voorraad leverbaar *alles* voor zelfbouwers o.a. spiegels, objectieven (lenzen), focuseerinrichtingen, zoekers, wormwielsets, vangspiegels en houders.

Na ontvangst van ƒ 2,50 aan postzegels in brief wordt U een uitgebreide fotofolder toegezonden.

Ook inkoop — inruil — financiering.
Geopend dagelijks van 10-22 uur.

GANYMEDES

Voor België: tel. 050-278278, Koekoeksdreef 4, Ruddervoorde.
Optische Instrumenten Middeldorpsstraat 3-5, Amstelveen. Tel. 020-412083-455032
Bank: Rabobank Amstelveen. Rek.nr. 3023.39.175. Giro: 4470737

Polarex, Pollux, Celestron, Kyowa

Celestron C 90 F 1000 mm vanaf ƒ 1800,—
Celestron C 5 F 1250 mm vanaf ƒ 2600,—
Celestron C 8 F 2000 mm vanaf ƒ 3600,—
Celestron C 11 F 2750 mm in voorbereiding
Celestron C 14 F 3500 mm vanaf ƒ 19000,—

Celestron telephotolenzen

750 mm F/6 ƒ 1950,— 125 mm F/10 ƒ 1850,—

Celestron onderdelen
Drop in filter set
6 filters voor fotografische doeleinden passen in de T adapter ƒ 150,—
Oculair filterset
6 filters voor visuele waarnemingen passen in de oculairen ƒ 150,—
Telecompressor
Hiermee wordt het brandpunt gehalveerd ƒ 180,—
Door de kijker volgsysteem inklusief 12½ mm oculair met verlichte kruisdraden ƒ 540,—
Oscillator met vertragingskast. Aansluitmogelijkheid op een 12 V accu ƒ 540,—

Polarex
50 mm azimuthaal telescoop F 700 mm compleet ƒ 580,—
60 mm azimuthaal telescoop F 900 mm compleet ƒ 800,—
75 mm azimuthaal telescoop F 1250 mm compleet ƒ 1300,—
100 mm azimuthaal telescoop F 1500 mm compleet ƒ 2160,—
50 mm parallactische telescoop compleet ƒ 735,—
65 mm parallactische telescoop compleet ƒ 1300,—
75 mm parallactische telescoop compleet ƒ 1990,—
100 mm parallactische telescoop compleet ƒ 3520,—

Pollux
11½ cm Newton telescoop compleet ƒ 625,—
50/600 50 mm telescoop F 600 compleet ƒ 195,—
60/700A 60 mm Azimuthaal telescoop compleet ƒ 250,—
60/900A 60 mm Azimuthaal telescoop compleet ƒ 540,—
60/900P 60 mm Parallactische telescoop compleet ƒ 695,—
60/910P 60 mm Parallactische telescoop compleet ƒ 950,—
76/910P 76 mm Parallactische telescoop compleet ƒ 1150,—
80/1200 80 mm Parallactische telescoop compleet ƒ 1300,—

Onderdelen speciale aanbieding
50 mm Polarex objektief F 700 mm in vatting ƒ 60,—
Oculair 6 mm Orthoscopisch 24½ mm ƒ 60,—
Oculair 40 mm 5 lenzig ideaal voor brildragers ƒ 55,—
Oculair Ramsden 18 mm 24½ mm ƒ 35,—
Oculair Semi Ramsden 5 mm 24½ mm ƒ 20,—
Oculair Huygens Mittenzwei 6 mm 24½ mm ƒ 20,—
Oculair Huygens 20 mm 24½ mm ƒ 20,—

Telescoop bouwsets
50 mm telescoop bouwset geheel compleet ƒ 80,—
60 mm telescoop bouwset geheel compleet ƒ 100,—
80 mm telescoop bouwset geheel compleet ƒ 175,—
Statief.bouwset ƒ 65,—
De telescoop bouwsets kunnen met originele Polarex en Pollux onderdelen uitgebreid worden.

Reflector onderdelen
10 cm Newton spiegel F/9 ƒ 135,—
15 cm Newton spiegel F/8 ƒ 275,—
20 cm Newton spiegel F/7 ƒ 425,—

Vangspiegels

20 × 28 ƒ 40,—	25 × 35 ƒ 55,—
30 × 42 ƒ 70,—	35 × 49 ƒ 80,—
40 × 56 ƒ 90,—	50 × 77 ƒ 95,—
60 × 85 ƒ 105,—	70 × 99 ƒ 110,—

Voor grotere maten, spiegels, vangspiegels, of ander optisch systeem willen wij graag een offerte voor u maken.
Verder voeren wij een grote keuze oculairen, focuseerinrichtingen, filters, boeken en atlassen op het gebied van de astronomie.
Laat u daarom eens geheel vrijblijvend voorlichten door het aanvragen van onze gratis documentatie of bezoekt u eens onze showrooms die iedere werkdag geopend zijn van 9 tot 5 uur en bovendien op zaterdag van 10 tot 2 uur.

Polaris wetenschappelijke instrumenten
Bovenkerkerkade 62, Postbus 33,
Amstelveen Zuid, tel. 020-416026.

Hoofdvertegenwoordiger voor België:
fa Joh Dirickx, Nederkouter 73, Gent, tel. 091-257878.

POLARIS