

JAARVERSLAG

Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg

Onderzoek van de door interstellaire waterstof uitgezonden straling bij 21 cm golflengte, en van de straling van Zon en Melkweg bij dm-golven: telescoop en laboratorium te Dwingeloo (1948-1958).

In het jaar 1958 werd het eerste tiental jaren van het bestaan van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg afgesloten. De Stichting werd in het leven geroepen om de in de ontwikkeling der radio-astronomie geïnteresseerde instanties te verenigen, radio-astronomisch onderzoek te beginnen en de plannen die bestonden voor de bouw van een 25-meter radiotelescoop ten uitvoer te brengen. Van 1951 tot 1955 werden waarnemingen verricht met een vroegere Duitse radarspiegel van de P.T.T. te Kootwijk. Deze waarnemingen maakten het voor de eerste maal mogelijk een beeld te krijgen van de grote-schaal structuur van het Melkwegstelsel en plaatsten Nederland vooraan in de rij van landen met radio-astronomische instituten. Het is verheugend te mogen constateren dat de Stichting zijn vooraanstaande plaats in de internationale sterrenkunde o.m. dank zij de voortreffelijke uitrusting van de radiosterrenwacht te Dwingeloo tot op heden heeft kunnen handhaven. De bouw van de 25-m radiotelescoop, welke in 1953 werd begonnen en in de zomer van 1956 werd afgesloten verschafte de gelegenheid om onderzoekingen te gaan verrichten op een wijze die nergens anders ter wereld mogelijk was. De radiotelescoop was aan het eind van het verslagjaar 2 1/2 jaar in bedrijf, terwijl pas in de loop van 1958 de eerste waarnemingen met de 25-meter spiegel te Bonn en de 75-meter spiegel te Manchester werden verricht. Ook gedurende het verslagjaar was de telescoop te Dwingeloo nog steeds het grootste in continu bedrijf werkende instrument van zijn soort. De waarnemingen van het kerngebied van het Melkwegstelsel leidden tot ontdekkingen die tot de meest interessante van de laatste jaren gerekend kunnen worden. Dank zij het grote oplossend vermogen konden ook andere, zeer ver verwijderde sterrenstelsels met succes worden onderzocht.

Voor het eerst was het mogelijk detailonderzoekingen van het Melkwegstelsel bij decimeter-golven te maken. Met een van de kleine in Dwingeloo opgestelde 7.5-meter spiegels worden sinds 1956 regelmatig waarnemingen van de Zon verricht.

Het jaar 1958 wordt gekenmerkt door een belangrijke uitbouw van het instrumentarium van de Radio-sterrenwacht te Dwingeloo, en een grote bedrijfszekerheid van de radiotelescoop. Sinds de zomer van 1958 werkt, behalve de Sterrenwachten te Leiden en Utrecht, ook het Sterrenkundig Laboratorium "Kapteyn" te Groningen actief mee aan het onderzoek. Het aantal personen dat zich geheel aan de radioastronomie wijdt breidt zich gestadig uit. Inclusief technici en lager personeel bedraagt dit aantal thans 34, te weten 15 aangesteld door de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg, waarvan 9 in Dwingeloo en 6 in Leiden gestationneerd zijn, 11 leden van staf en personeel

van de Sterrewacht te Leiden, 4 van de Sterrewacht te Utrecht en 4 van het Sterrenkundig Laboratorium te Groningen.

Bovendien werd gedurende 1958 aan de waarnemingen medege- werkt door 16 jongerejaars-studenten en een zestal buiten- landse gasten. De 25-meter telescoop was gedurende 70 % van het jaar 24 uur per etmaal in gebruik. Voor installatie en in- regeling van nieuwe apparatuur en verbetering van de ontvanger was 15 % van het jaar nodig, 10 % werd gebruikt voor periodieke controles en 5 % viel uit door te harde wind en bedrijfssto- ringen. Het rendement van de telescoop is dus bijzonder hoog te noemen.

De volgende verbeteringen en vernieuwingen van de apparatuur werden in 1958 aangebracht.

De eindmontage op de telescoop van het gedeeltelijk in Leiden vervaardigde aandrijvings- en standaardwijzingsmechanisme van de 7.5 m. Würzburg reflectoren was aan het eind van het jaar in volle gang. Deze telescopen zullen hiermede ongeveer dezelfde bewegingsmogelijkheden krijgen als de grote telescoop.

In de Oost-Würzburg werden de ontvangers voor de radio- straling der zon voortdurend uitgebreid en aangevuld (zie blz.5)

Het servomechanisme voor de aandrijving van de grote teles- coop werd gedeeltelijk vernieuwd, waarbij de in de afgelopen jaren aangebrachte tijdelijke verbeteringen definitief werden. O.a. zijn de mogelijkheden voor zeer langzame bewegingen langs de hemel, noodzakelijk voor bepaalde nauwkeurige metingen, be- langrijk uitgebreid.

Het omvangrijke werk van de bouw van de 8-kanalen ontvanger voor de 21-cm lijn werd in de zomer afgesloten en de ontvanger werd geïnstalleerd in de grote telescoop. Hiermede worden thans de gegevens ongeveer 6 x zo snel verkregen als met de oude ont- vanger. Met deze ontvanger kan een 21-cm lijnprofiel bij 8 verschillende frequenties tegelijk worden waargenomen, welke met behulp van één schakelaar op onderlinge afstanden van 50 of 200 kHz instelbaar zijn. Tevens is het thans mogelijk met één schakelaar de bandbreedte van de ontvanger verschillende waarden te geven. Men kan dus een lijnprofiel naar believen in 8 stukken verdelen en gelijktijdig ieder van deze stukken met een gemakkelijk te kiezen oplossend vermogen in frequentie aftasten. De ontvanger heeft hierdoor zeer veel gewonnen aan meetsnelheid en gemakkelijke hanteerbaarheid.

Dit heeft uiteraard tot gevolg dat de stroom van gegevens belangrijk is toegenomen, waardoor tot andere voorzieningen moet worden overgegaan om op den duur een grote achterstand in de bewerking te vermijden. Tot nu toe is dit goeddeels vermeden door van tijd tot tijd extra rekenhulp aan te trekken. Boven- dien werd op de Sterrewacht te Leiden als eerste stap naar automatisering een afleesmachine geconstrueerd, waarmee regis- traties uit Dwingeloo semi-automatisch van verschillende correcties worden voorzien en op een lineaire schaal worden ge- tekend. Met deze machine gaat de bewerking meer dan tweemaal zo snel. Verder strekkende plannen tot automatisering d.m.v. directe registratie op ponsband zijn in studie.

Goede voortgang werd gemaakt met de bouw van een nieuwe zeer stabiele en gevoelige ontvanger voor een golflengte van 75 cm. De oorspronkelijk voor 1958 op het programma staande bepaling van de absolute helderheid van een aantal radiobronnen met behulp van een Würzburg en een hoornantenne werden tot 1959 uitgesteld. Er werd nl. voorrang verleend aan een uitbreiding van deze ontvanger, zodat hij gebruikt kan worden voor het meten van zwakke polarisatie van de radiostraling. Hiermede wordt gehoopt het bestaan van magneetvelden in het Melkwegstelsel te kunnen aantonen en hun verloop en sterkte te kunnen meten. Dit onderwerp is thans een van de brandende astronomische vraagstukken. De in aanbouw zijnde zeer stabiele ontvanger leent zich tezamen met de grote telescoop uitermate voor dit preciese werk.

In samenwerking met de Stichting is door een werkgroep in F.O.M.-verband, waaraan ook door het Natuurkundig Laboratorium van de N.V. Philips en door het Radiophysics Laboratory te Sydney, dat één van zijn medewerkers in Leiden stationneerde, wordt deelgenomen, een bij de temperatuur van vloeibaar helium werkende vaste stof versterker ontwikkeld, werkende op een golflengte van 21 cm. In laboratoriumopstelling werkt deze z.g. MASER-versterker zeer bevredigend. Hoewel met dit versterkertype in beginsel aanzienlijk gevoeliger ontvangst mogelijk is dan met conventionele ontvangers, blijken de moeilijkheden verbonden aan een praktische verwerkelijking van deze grotere gevoeligheid nog zeer groot te zijn.

Het gebrek aan plaatsruimte in Dwingeloo werd aanzienlijk verlicht doordat de garage werd omgebouwd tot laboratorium, en het drietal kamers dat daardoor vrij kwam nu als kantoorruimte voor de ingenieurs en technici kan worden gebruikt. Het laatste jaar moest montage en ontwerpen in dezelfde vertrekken geschieden, en was een van de slaapkamers permanent als kantoorruimte in gebruik. Er werd een tijdelijke verplaatsbare garage gebouwd. Aan plannen voor de verdere noodzakelijke uitbreiding van de laboratoriumruimte wordt gewerkt.

Het contact tussen de verschillende aan de radio-astronomische waarnemingen deelnemende instituten verloopt buitengewoon bevredigend, mede dank zij vele werkbeprekingen. Hierdoor konden waarneem- en reductie-methoden goed aan elkaar worden aangepast, zodat een zo economisch mogelijke werkverdeling is bereikt. De resultaten van verschillende onderzoeken werden in Nederlandse en buitenlandse tijdschriften gepubliceerd. Een lijst van in 1958 verschenen publicaties is opgenomen aan het eind van dit verslag. In juli werd voor de eerste maal in Nederland een doctorsgraad toegekend naar aanleiding van een radiosterrenkundig proefschrift; dit was geheel gebaseerd op in Dwingeloo verkregen gegevens. Een viertal proefschriften over radiosterrenkunde is thans in voorbereiding. Het radiosterrenkundig symposium te Parijs in juli 1958, georganiseerd door de I.A.U. en U.R.S.I., werd bijgewoond door 14 personen die direct of indirect betrokken zijn bij het werk van de Stichting; 11 wetenschappelijke voordrachten werden door deze personen gehouden. Medewerkers van de Stichting hielden ook dit jaar weer een groot aantal populaire voordrachten, o.a.

voor volksuniversiteiten en afdelingen van de Nederlandse Vereniging voor Weer- en Sterrenkunde. In Dwingeloo werden door de staf een groot aantal bezoekers rondgeleid.

De onderzoekingen, welke uitvoerig werden beschreven in het vorige jaarverslag, werden ook in 1958 voortgezet.

De structuur van het centrale deel van het Melkwegstelsel werd verder onderzocht. Een van de belangrijkste resultaten van dit onderzoek is wel de ontdekking dat niet slechts één enkele spiraalarm, maar het overgrote deel van het gas in dit centrale gebied expandeert. Bovendien blijkt tot vlakbij het eigenlijke centrum de rotatie-snelheid zeer groot te zijn. Het lijkt waarschijnlijk, dat het expanderende gas wordt aangevuld door een voortdurende gasstroom vanuit de z.g. galactische "corona" naar het melkwegvlak. De expansie in het melkwegvlak wordt vermoedelijk door magnetische krachten bepaald.

De hoop is gewettigd, dat op den duur dit zeer tijdrovende onderzoek ons niet alleen iets leert omtrent de structuur en de bewegingen van het gas in de Melkweg, maar ook omtrent de magneetvelden in en rondom het Melkwegstelsel.

De vraag tot hoever zich deze expansie voortzet is het onderwerp van een onderzoek naar afwijkingen van cirkelvormige rotatie op grotere afstanden van het melkwegcentrum.

De waterstofverdeling in het Oriongebied en in verscheidene andere gebieden, o.a. in de sterrenbeelden Perseus en Monoceros, is verder onderzocht. Het gaat hier om gas in gebieden welke zich relatief dicht bij de zon bevinden, zodat vergelijkingen met optische waarnemingen kunnen worden gemaakt. Daardoor kan het verband tussen de verdeling van neutraal waterstofgas, geïoniseerd waterstofgas, en donkere stofwolken worden nagegaan. In de onderzochte gebieden, welke rondom associaties van jonge sterren zijn gelegen, is op vele plaatsen een gedetailleerde correlatie tussen hoeveelheid waterstofgas en dichtheid van de donkere wolken ontdekt.

De verdeling van het waterstofgas op grote afstand van het melkwegvlak wordt onderzocht door metingen op hogere galactische breedten. Er blijkt daar zeer ijl gas voor te komen met hoge snelheden, terwijl in het sterrenbeeld Perseus discrete waterstofwolken zijn ontdekt op een grote afstand van het Melkwegvlak. Met een voortgezet onderzoek van dit soort wolken hoopt men het probleem van de reeds eerder genoemde "corona" rondom het Melkwegstelsel van een andere zijde te benaderen.

Dank zij de zeer grote nauwkeurigheid van de 21 cm-lijn ontvanger kon na het reeds gepubliceerde onderzoek van de Andromeda-nevel een studie worden gemaakt van de hoeveelheid en de snelheid van het waterstofgas in een zestal extragalactische nevels. Ook kon, uit de snelheidsverdeling, de totale massa van enkele van deze melkwegstelsels worden bepaald.

De in het vorige jaarverslag reeds vermelde pogingen om de straling van de Coma cluster van extragalactische nevels te meten werden dit jaar, na zorgvuldige instrumentele voorbereidingen voortgezet. Ondanks radarstoringen konden twee verdere punten in het spectrum van deze cluster worden gemeten, echter

weer met het resultaat dat de hoeveelheid neutrale waterstof beneden de waarnemingsgrens ligt.

De metingen van de absorptie van continue straling van de vijf helderste radiobronnen door neutraal waterstofgas bij 21 cm werden afgesloten. De ter completering van dit onderzoek noodzakelijke metingen van ontvanger-grootheden en theoretische berekeningen betreffende de ontvanger zijn bijna voltooid.

Gedurende het verslagjaar werden geen waarnemingen van de continue straling bij 22 cm en 75 cm golflengte gedaan. De bewerking van de 22-cm waarnemingen werd voltooid en de resultaten werden in de zomer gepubliceerd. De zeer bewerkelijke reductie van deze continuummetingen kan worden geïllustreerd door te vermelden dat de totale waarneemtijd 700 uur bedroeg, terwijl de reductie en daaropvolgende discussie ongeveer 4000 manuren vergde. Deze verhouding ligt voor de bewerking van de metingen van de radiostraling bij 75 cm nog veel ongunstiger tengevolge van de relatief hogere nauwkeurigheid van de 75-cm ontvanger en het verlangen zoveel mogelijk gegevens in de kortst mogelijke waarneemtijd te verkrijgen. Aan het 75-cm onderzoek werd in 1957 gedurende 2 maanden waargenomen. De reducties worden sinds 1 1/2 jaar ononderbroken voortgezet, en met de discussie zal naar schatting nog een jaar gemoeid zijn alvorens tot publicatie kan worden overgegaan. Bij de uitvoering van toekomstige metingen van continue radiostraling op grote schaal zal automatische bewerking, en een zodanige inrichting van de ontvangers dat zulks mogelijk is, een eerste vereiste zijn.

Voor wat het onderzoek van de radiostraling der zon betreft is ook dit jaar verder voortgewerkt aan de bestudering der kleine "stormstoten", het kortste van alle bekende zonneverschijnselen (gemiddelde duur: 0.2 sec.).

De snelle registratie van deze stoten, vorig jaar begonnen op een frequentie van 400 MHz, is thans op verbeterde wijze voortgezet met een twee-kanaalsontvanger: de frequentie van het ene kanaal was vast bij 394 MHz, die van het andere was instelbaar tussen 394 en 406 MHz. Evenals tevoren werd gebruik gemaakt van een zeer snelle penne-schrijver, met een aanwijssnelheid van 0.01 sec. Een statistische bewerking van het verkregen materiaal leverde de mate van correlatie tussen de sterkte van de stoten in de twee kanalen. Hieruit kon besloten worden tot de orde van grootte van hun bandbreedte, aannemende dat het spektrale profiel van elke stoot de vorm van een gauss-kromme heeft. Aldus werden waarden gevonden tussen 8 en 20 MHz.

Inmiddels was reeds een begin gemaakt met de bouw van een 8-kanaals ontvanger, die het mogelijk maakt het spektrale profiel met een ruim voldoende volledigheid te bepalen en terzelfdertijd verandering van dit profiel als functie van de tijd tot in de fijnste details te volgen. Elk kanaal heeft een breedte van 1 MHz en de afstand tussen twee opeenvolgende kanalen bedraagt 2 MHz. Het hoogfrequent gedeelte van de

2-kanaals ontvanger kon vrijwel ongewijzigd gebruikt worden; de rest, nl. de 8 middenfrequent kanalen en de daarbij behorende gelijkstroomversterkers, is te Dwingeloo en te Utrecht gebouwd; het geheel werd te Dwingeloo getest.

Twee nieuwe vierpens-schrijvers werden voor deze apparatuur aangeschaft. Hiermee zijn metingen uitgevoerd van 16 juli tot 14 september 1958 (totaal 120 uren). De uitmeting van het omvangrijke materiaal heeft aangetoond dat inderdaad het spectraalprofiel vaak de klokvorm heeft en dan een gemiddelde halfwaardebreedte heeft van 7 MHz. Daarnaast komen ook onregelmatige vormen voor met een bandbreedte van de orde van 12 MHz. In enkele gevallen was een verloop der frequentie tijdens de duur van de radiostoot waarneembaar; deze frequentieveranderingen konden met een nauwkeurigheid van 0,2 f % bepaald worden (f in MHz/sec); extreme waarden waren 16 en 150 MHz/sec. Aan de meeste kleine stoten is echter zulk een verloop niet waarneembaar.

Op enkele dagen in mei kon gebruik gemaakt worden van de grote 25 m-spiegel, waarin een reeds vroeger gebruikte en thans op 200 MHz afgestemde ontvanger was opgesteld, terwijl gelijktijdig geregistreerd werd met de kleine spiegel op 400 MHz. Uit dit onderzoekje bleek duidelijk dat de stormstoten geen enkele correlatie tussen de twee registreringen vertoonden, hetgeen bevestigde dat hun bandbreedte zeer gering is. Radiostoten die grote frequentiegebieden doorlopen deden zich op deze dagen niet voor.

In september is begonnen met het verstemmen van de 8-kanaalsapparatuur naar 340 MHz, omdat de radiostoten op deze lagere frequentie veelvuldiger zijn en het ook gewenst was na te gaan of zij een ander profiel dan bij 400 MHz vertonen. Tevens zijn verscheidene andere verbeteringen aan de apparatuur aangebracht.

Nadat de eerste registreringen waren uitgevoerd, bleek echter dat enkele van de penneschrijvers ter revisie naar de fabriek teruggestuurd moesten worden.

Om geen tijd verloren te laten gaan is gebruik gemaakt van deze onderbreking teneinde de ontvanger voor het meten van de circulaire polarisatie in één der kanalen geschikt te maken. Gekozen is de vorm waarbij elektronisch h.f. geschakeld wordt. Tevens wordt de telescoop voorzien van een zeer verbeterde elektrische aandrijving en indicatoren. Vermoedelijk zullen half maart alle onderdelen der apparatuur gereed zijn. Dan kan gelijktijdig het spectrale profiel in 7 kanalen en de polarisatie in het 8e kanaal gemeten worden, terwijl de verandering van deze grootheden gedurende de 0.2 sekunde dat het verschijnsel duurt gevolgd zal worden.

Publicaties:

- J.H. Oort, "Neutral Hydrogen in Galaxies", Semaine d'Etude sur le Problème des Populations Stellaires, Pont. Acad. Sci., Scripta Varia No. 16.
- T. de Groot, "Duration and Band-Width of Short-lived Transients in Solar Noise." Nature, 181, 1676, 1958.
- C. de Jager en F. van 't Veer, "A discussion of short-lived solar radio transients at 200 Mc/s". Verh. Kon. Ac. Wet., Afd. Natuurk., Eerste reeks, 21, No. 3, 1958.

- G. Westerhout, "A survey of the continuous radiation from the Galactic System at a frequency of 1390 Mc/s", Proefschrift, juni 1958; B.A.N. 14, 215 (No. 488), 1958.
- G. Westerhout, "Note on the density of ionized hydrogen in the Galactic System", B.A.N. 14, 261 (No. 488), 1958.
- J.H. Oort, F.J. Kerr en G. Westerhout. "The Galactic System as a spiral nebula", Monthly Notices of the Roy. Astr. Soc., 118, 379 - 389, 1958.
- H.C. van de Hulst. "Density and velocity distribution of the interstellar gas", Rev. Mod. Phys. 30, 912 - 923, 1958.
- J.H. Oort en G.W. Rougoor. "Het interstellaire gas in het centrale deel van het melkwegstelsel". Verslag Kon. Ac. Wet., Afd. Natuurk. 67, No. 9, 1958.