

Internationaal onderzoek van de magnetosfeer

Er staat voor de jaren 1976-1978 een groot-scheepse waarnemingscampagne op stapel, bedoeld om meer inzicht te krijgen in de processen die zich afspelen in de magnetosfeer van de aarde. De campagne heet Internationale Magnetosferische Studie (IMS). Bij het onderzoek zullen satellieten uit diverse landen worden betrokken; ook zullen er gecoördineerde waarnemingen worden verricht met behulp van raketten, vliegtuigen en ballons. Het programma behelst in grote lijnen de volgende onderwerpen:

1. de geofysische processen in de poolstreken,
2. de processen van de plasmasfeer,
3. de vorming van de plasmapauze,
4. de wisselwerking tussen elektromagnetische en corpusculaire stralingsvelden in de magnetosfeer,
5. actieve magnetosferische proefnemingen.

Zo'n twintig jaar geleden was de magnetosfeer nog een onbekend begrip; het bestaan ervan kwam aan het licht door het ruimteonderzoek met behulp van kunstmatige satellieten. Voordat Van Allen de stralingsgordels ontdekte en voordat Ness had gewezen op het bestaan van de plasmapauze, stelde men zich de interplanetaire ruimte voor als een perfect vacuüm, waarin het geomagnetisme zich – naar analogie met het zwaartekrachtsveld – tot in het oneindige uitstrekte. Uit het ruimte-onderzoek met satellieten bleek echter dat de invloed van het aardmagneetveld betrekkelijk beperkt is; dat komt enerzijds door de zg. zonnwind, anderzijds door de aanwezigheid van energieke electrisch geladen deeltjes buiten de dichte dampkring. Langs experimentele weg kon worden vastgesteld dat de magnetosfeer de gedaante had van een langgerekte sliert gassen; de vergelijking met de vorm van een komeetstaart drong zich op.

De magnetosfeer blijkt een uniek laboratorium voor plasmafysica te zijn: een prachtig proefterrein om allerlei astronomische theorieën te toetsen. Er spelen zich dezelfde processen af die zich op grote schaal ook elders in het heelal voordoen, zoals in stellaire atmosferen, pulsars en novae. En sinds de verkenningsvluchten van de Amerikaanse Pioneers weten we dat ook Jupiter wordt omgeven door een soortgelijke magnetosfeer. Tal van verschijnselen die zich in de magnetosfeer afspelen worden als het

ware geprojecteerd op de buitenste lagen van de aardatmosfeer. De effecten daarvan worden onder andere merkbaar als poollicht, magnetische stormen, storingen in het radioverkeer, miswijzing van kompasnaalden en voel- of meetbare temperatuurwijzigingen.

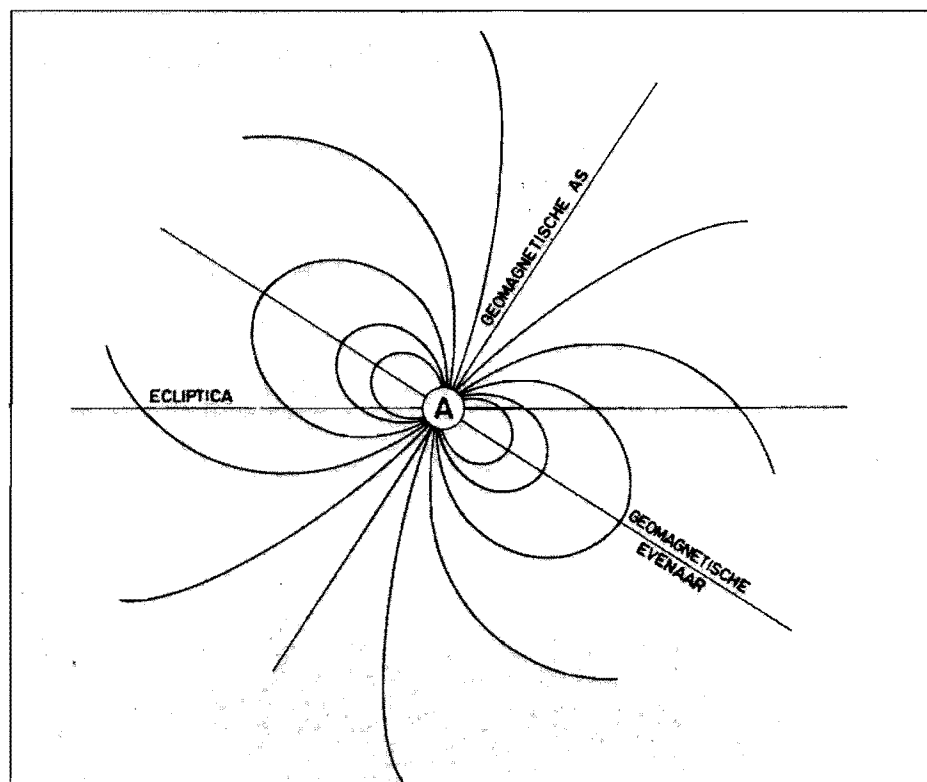
De gegevens die we tot nu toe over de magnetosfeer in handen hebben, zijn in het verleden dikwijls 'in het wilde weg' vergaard. Men voelt echter, vooral door het besnoeien van de kredieten, dat de tijd is aangebroken om meer gecoördineerd te werk te gaan en bovendien in multidisciplinaire zin. Het inzicht in vele problemen is dermate verdiept, dat men nu met kans op succes actieve experimenten kan uitvoeren, zodat er niet meer (on-)geduldig hoeft te worden gewacht totdat de natuur ons een of ander verschijnsel presenteert.

Tallose satellieten

Een centrale plaats bij de I.M.S. wordt ingenomen door de ESA-satelliet GEOS, die

hopelijk begin 1976 vanaf Cape Canaveral zal worden gelanceerd door een Deltaraket. De GEOS weegt 260 kg en is gebouwd in ESTEC te Noordwijk. Zijn programma bestaat uit een geïntegreerde studie van de distributie van de warme magnetosferische plasma's van de energetische bestanddelen (de galactische kosmische straling uitgezonderd), velden en electromagnetische golfverschijnselen. De satelliet wordt gestabiliseerd door draaiing; de rotatie-as staat loodrecht op het baanvlak, dat nagenoeg samenvalt met het evenaarvlak van de aarde. De baan is geostationair; als gevolg daarvan zal de kunstmaan beurtelings door de plasmapauze en de aardse begrenzing van de plasmalaag gaan. Zijn aanvankelijke positie is 15° Westervlengte; later zal hij worden 'verplaatst' naar 50° Oostervlengte.

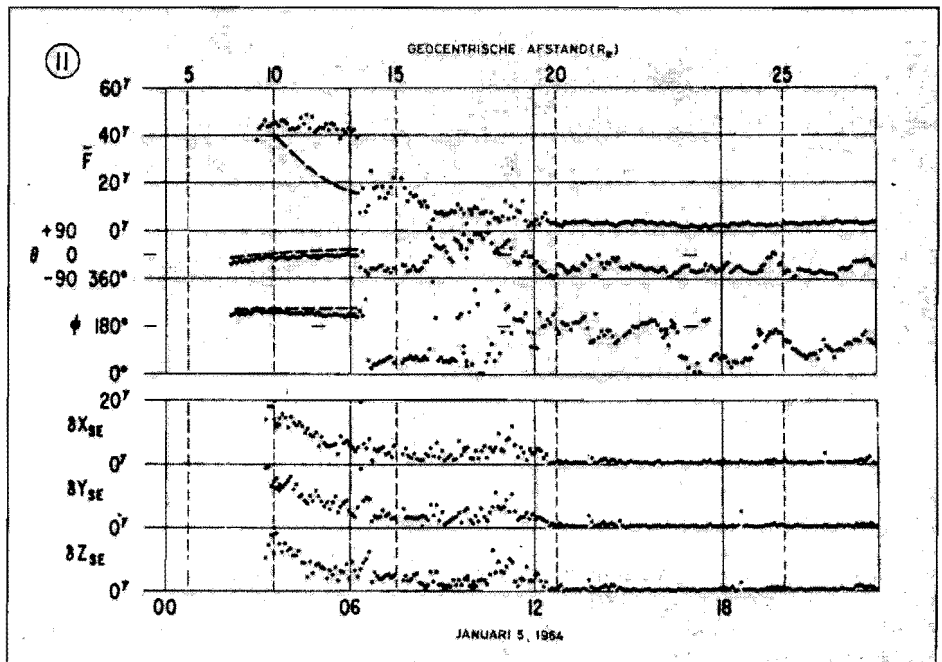
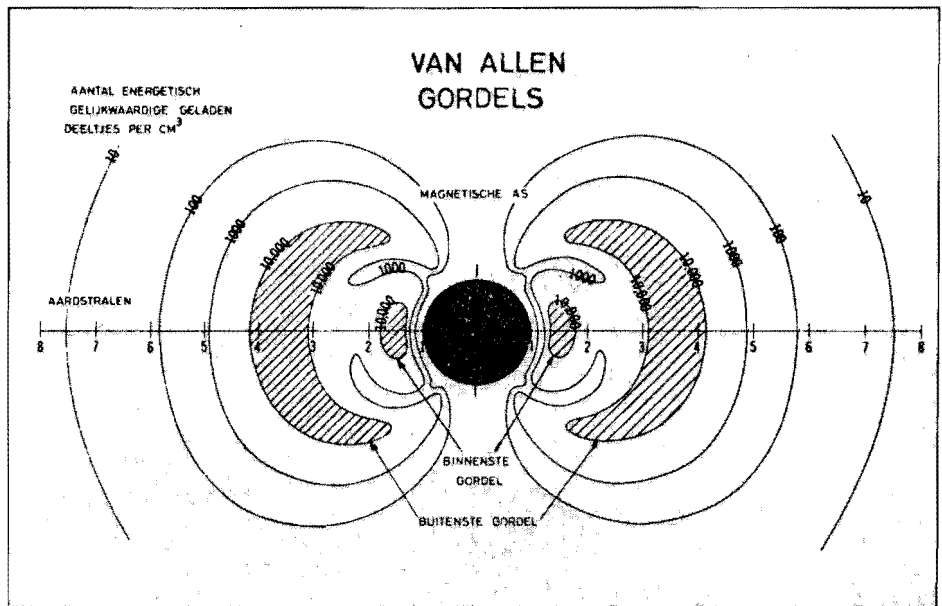
Ongestoord geomagnetisch veld (optie vorige eeuw).



De stralingsgordels van Van Allen; magneto-sfeer anno 1958.

Een ander belangrijk instrument zal de dubbele ISEE-satelliet zijn, ook wel genaamd: de moeder-dochter-satelliet. Dit tweetal moet eind 1977 worden gelanceerd, ook van de John F. Kennedy-lanceerbasis. De 270 kg zware moeder-satelliet behoort qua type tot de Explorerklasse van de NASA; de gelijktijdig te lanceren dochter (1120 kg) zal worden geleverd door de ESA. ISEE is de afkorting van International Sun-Earth Explorer. Beide toestellen moeten in een sterk elliptische baan worden gebracht met een perigeum op 300 km en een apogeum op circa 140.000 km; de inclinatie bedraagt 30 graden. De onderlinge afstand tussen beide zal gevarieerd kunnen worden; daardoor zal kunnen worden nagegaan of bepaalde magnetosferische parameterwijzigingen tijdseffecten zijn of ruimtelijke effecten. Hun taak is verder het bestuderen van de invloed van de zonnwind op de buitenzijde met de schokgolfvorming. Ook het gedrag en de kenmerken van de zonnwind in de onmiddellijke nabijheid van de magnetosfeer zal worden onderzocht. Verder zullen de waarnemingen worden gericht op kosmische stralingen en op zonnevlammen. Vitaal in de verkenning door deze interplanetaire sonde is het libratiepunt zon-aarde, op $1,5 \times 10^6$ km van de aarde: storingen in de zonnwind kunnen daar worden gemeten zonder dat er sprake is van invloed van de magnetosfeer. Daartoe zal ongeveer een jaar later een derde ISEE worden gelanceerd, die naar dit punt zal worden gedirigeerd en dus een baan om de zon zal gaan beschrijven.

Tot de kunstmanen die aan de IMS zullen deelnemen behoort ook de 70 kg zware Japanse EXOS-B (Inclinatie: 30°, perigeum 500 km, apogeum 30.000 km), in 1978 te lanceren door Japan zelf, van de basis Kagosjima. De EXOS-B zal in hoofdzaak de structuur van de plasmasfeer bestuderen en een verband trachten te leggen tussen elektromagnetische en corpusculaire stralingsvelden in turbulente magnetoplasma's. Een andere Japanse kunstmaan, de EXOS-A (85 kg) wordt in 1977 gelanceerd om gegevens te verzamelen over de wisselwerking tussen ionosfeer en magnetosfeer in de poolgebieden. Zijn baanhoogte zal variëren van 250 tot 5000 km. Ook Japans van makelij is de ISS, die ionosfeeronderzoek zal doen vanuit een cirkelbaan op 1000 km hoogte. De ionosfeer moest tenslotte ook nog worden onderzocht door de Indiase satelliet Aryabhata (300 kg), die op 19 april 1975 door de Russen in een cirkelvormige baan om 600 km hoogte werd gebracht, maar die niet naar behoren werkt. Bijdragen tot de IMS kunnen verder nog worden geleverd door de Amerikaanse ATS-G en de Atmospheric Explorers, de Franse D2-B en de Japanse SRATS.



Een koppel satellieten dat nagenoeg dezelfde resultaten beoogt als de ISEE is de Sovjetrussische twee-eenheid DUAL, die in 1975 moest worden gelanceerd. Alles wat ervan bekend is, is dat de banen beide sterk elliptisch zullen zijn, waarbij de grote as gericht is naar het noordelijke neutrale punt van de magnetosfeer. Er mag worden vermoed dat de Russen ook nog wel een aantal satellieten van het type Kosmos of waarschijnlijk Interkosmos zullen lanceren ten behoeve van de IMS, maar details omtrent de plannen zijn niet bekend. Andere satellieten die belangrijke bijdragen tot de IMS kunnen leveren (al zijn ze niet speciaal daarvoor gelanceerd) zijn de Duitse kunstmanen van het type Helios, waarvan de eerste in december 1974 in een baan om de zon kwam en de tweede in 1975/76 moet volgen. Beide 210 kg wegende satel-

Elementen van het geomagnetisch veld, gemeten tijdens de elfde baan van de satelliet IMP 1 op 5 januari 1964 (Naar Ness, Searce and Seek, Journal of Geophysical Research, vol. 69, 1964, pag. 1). Vaststelling der begrensdheid van het aardmagnetisch veld.

lieten verkennen de interplanetaire ruimte tussen 0,3 en 1 astronomische eenheden.

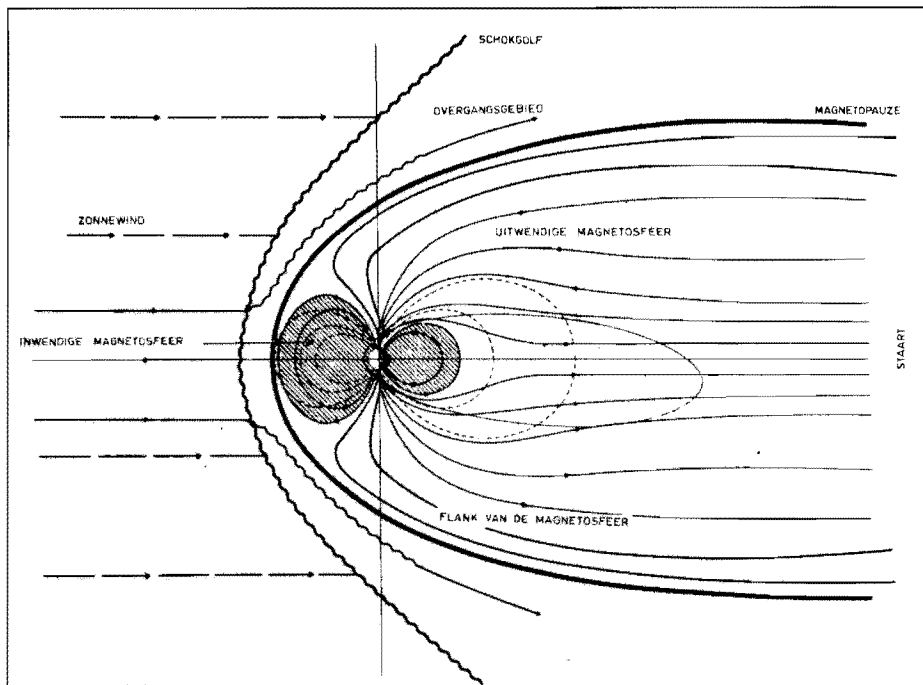
Organisatie

De basis voor deze breed opgezette internationale samenwerking is al gelegd tijdens het Internationale Geofysische Jaar (1957-58) en de Internationale Jaren van de Rustige Zon (1964-65); toen ontstonden de belangrijke netwerken van geofysische obser-

Model van de magnetosfeer (meridiaandoorsnede). Zogenaamd Dessler model, zestiger jaren.

vatoria, waarvan ook gebruik is gemaakt in de Internationale Jaren van de Actieve Zon (1969-71).

De coördinatie van de IMS is in handen van de Special Committee of Solar-Terrestrial Physics (SCOSTEP), in het leven geroepen door de Internationale Raad van Wetenschappelijke Unies (ICSU).



Proefopstelling voor aantonen van Ozon-afbraak

Brian Gerard Fildes, een leerling van de Elyria Catholic High School, Elyria, Ohio (U.S.A.) heeft de AMS-prijs gekregen voor de beste inzending op de 26e Internationale Tentoonstelling voor Wetenschap en Techniek die van 12 tot 17 mei 1975 te Oklahoma City werd gehouden. De prijs was beschikbaar gesteld door de American Meteorological Society.

De inzending van Fildes had als titel 'De Ozonkatastrofe'. De proefopstelling was opgezet om aan te tonen dat de evenwichtsconcentratie van het ozon in de atmosfeer kleiner wordt door de aanwezigheid van freon en ultraviolet licht. De apparatuur werd door hemzelf ontworpen en gebouwd. De opstelling bestond uit de volgende onderdelen: een ultraviolette lichtbron binnen een hermetisch afgesloten ruimte, twee hoogspanningsgeleiders om ozon uit de lucht op te wekken volgens de methode van vonkdoorslag door de atmosfeer en een kleine ventilator om lucht in de testkamer te leiden. Via een tweetal openingen in de testkamer konden de testgassen worden binnengelaten of worden verwijderd.

Nadat er ozon in de testkamer was gevormd, werd daar freon 22 ingeleid. Het mengsel werd vervolgens aan ultraviolet licht blootgesteld. Daarna werd een luchtmonster uit de testkamer geanalyseerd, door het door een kaliumjodide oplossing te laten borrelen waarbij op de kleurverandering werd gelet. De vrije zuurstofatomen afkomstig van het ozon oxyderen het kalium tot kaliumhydroxyde. De daarbij vrijkomende jodium kleurt de oorspronkelijk kleurloze vloeistof geel of bruin. De mate

van kleuring is een maat voor de vrijgekomen hoeveelheid jodium, dus voor de concentratie van het ozon in de gasmassa. Bij de controleproeven werd stikstof gebruikt in plaats van freon 22. Uit de proeven kon duidelijk een vermindering van de ozonconcentratie worden afgeleid bij het leiden van freon in de testruimte. Deze proef bewijst dat freon in staat is de hoeveelheid ozon in de atmosfeer te reduceren. Zij bewijst echter *niet* dat de recente afname van het totale ozonniveau in de atmosfeer, geconstateerd in de jaren 1970 tot 1974, door een toeneming van de concentratie van freon wordt veroorzaakt. De gasmolekulen zouden er drie tot vijf jaren over doen om de ozonlaag in de stratosfeer te bereiken.

'Freon' is een verzamelnaam (merknaam) voor gehalogeneerde koolwaterstoffen met één tot vier koolstofatomen en tenminste één fluoratoom. Daarnaast kunnen ook chloor-, broom- en niet vervangen waterstofatomen voorkomen. Bekende gassen uit de freongroep zijn chloorfluorethaan en chloorfluormethaan. De gassen zijn stabiel, onbrandbaar en niet giftig. Zij worden gebruikt in de koeltechniek, als drijfgas in spuitbussen en als brandblusmiddel.

Bron: Bulletin of the American Meteorological Society 56 no. 8 (1975)

B. Zwart

Kolleges sterrenkunde voor afgestudeerden

In het kader van de Kolleges Sterrenkunde voor Afgestudeerden, die jaarlijks door het Sterrenkundig Instituut te Utrecht worden georganiseerd, zal de volgende cursus gewijd zijn aan:

Natuurkunde van het planetenstelsel

De volgende voordrachten zullen worden gehouden; steeds van 19.30 tot 21.15 uur, met een kwartier pauze:

donderdag 22 januari 1976:

Prof. Dr. N. J. Vlaar:

Het inwendige van de aarde, in relatie tot de planeten

donderdag 29 januari 1976:

Dr. J. Hovenier:

De onderste lagen van planeetatmosferen

donderdag 5 februari 1976:

Dr. O. Namba:

Magnetosferen van de planeten

donderdag 12 februari 1976:

Prof. Dr. E. van den Heuvel:

Ontstaan van het planetenstelsel

De voordrachten zullen, in afwijking van voorgaande jaren, dit jaar gehouden worden in de Sterrewacht, Zonnenburg 2, te Utrecht, die te bereiken is met buslijn 2 vanaf het Centraal Station, halte Agnietenstraat.

Men kan zich voor de kolleges opgeven bij: Secretariaat Sterrenkundig Instituut Beneluxlaan 21 Utrecht.

Prof. Dr. C. de Jager.