

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Verslag van het
International Symposium on Rocket and Satellite Meteorology (ISRSM)
gehouden te Washington D.C. van 23 t/m 25 april 1962

door
drs. C.J. van der Ham

De Bilt, juni 1962



Verslag van het
International Symposium on Rocket and Satellite Meteorology (ISRSM)
gehouden te Washington D.C. van 23 t/m 25 april 1962

door drs. C.J. van der Ham.

551.507.362

Inleiding

Het "Symposium on Rocket and Satellite Meteorology" werd georganiseerd door de World Meteorological Organization (WMO) in samenwerking met het Committee on Space Research (COSPAR) en de International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG). De bedoeling was de recente vooruitgang op het gebied van meteorologische raketten en satellieten te bespreken. Er waren meer dan 200 deelnemers, afkomstig uit ongeveer 30 landen. De bijeenkomsten werden gehouden in het auditorium van het Departement van Binnenlandse Zaken.

De organisatie berustte bij dr. H. Wexler, hoofd van het wetenschappelijk onderzoek van het US Weather Bureau. Deze opende het symposium met een korte toespraak, waarin hij de nadruk legde op het belang van het onderzoek van de atmosfeer tot steeds grotere hoogte. Een woord van welkom werd ook gesproken door dr. Reichelderfer, hoofddirecteur van het US Weather Bureau.

In het volgende wordt een kort overzicht gegeven van de meer dan 30 "papers", die op dit symposium gepresenteerd werden. De eerste dag was gewijd aan het onderzoek met raketten, de tweede aan de weersatellieten, terwijl op de derde dag een gemengd programma werd afgewerkt, omdat op deze dag ook leden van de American Meteorological Society en de American Geophysical Union aanwezig waren. In twee voordrachten werd voor deze vertegenwoordigers een korte samenvatting gegeven van hetgeen in de voorafgaande dagen was besproken.

H. aufm Kampe (USA) - Review of US Meteorological Rocket network activities and results

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

XI. l. 22

Vooraf de ontdekking van de plotselinge verwarming in de poolstreken in de winter door Scherhag heeft een belangrijke stoot gegeven aan het onderzoek van de atmosfeer boven de lagen die met radiosondes gepeild kunnen worden. De hiervoor gebruikte raketten zijn in de loop van de tijd steeds kleiner geworden. Men begon in 1946 met de V 2, daarna volgden de Viking (1951), de Aerobee (1953), de Nike-Cajun (1953), de Nike-Asp (1955),

de Arcas (1958/59) en de Loki (1958/59). De Arcas weegt 75 lbs en kost \$ 1500, de Loki weegt 30 lbs en kost \$ 1000.

De Loki is de kleinste thans gebruikte meteorologische raket. Hij kan door één man worden afgevuurd. Op tophoogte (60-80 km) wordt "chaff" uitgeworpen. Dit bestaat uit een grote massa 5 cm lange dipolen van koper, aluminium, mylar e.d. Tijdens het vallen wordt het chaff met radar gevolgd. Windrichting en windsnelheid kunnen op deze manier worden bepaald. De chaff-wolk wordt met verloop van tijd meer en meer diffuus, waardoor de plaatsbepaling geleidelijk slechter wordt.

De Arcas raket kan voor meerdere doeleinden worden gebruikt daar hij groter is. Uit de neuskegel kan bijv. een ballon met of zonder radiosonde worden uitgestoten. (Zie verslag over de International Meteorological Workshop, Verslagen V-105). Het temperaturelement, dat opzij van de sonde naar buiten steekt, bestaat uit een miniatuur thermistor (doorsnede 10μ), om zo min mogelijk straling op te vangen.

Bij het meteorologisch onderzoek met raketten werken twee instanties nauw samen: de Joint Scientific Advisory Group Meteorological Network, die de meer technische kant verzorgt, en het Meteorological Rocket Network Committee, voor de zuiver meteorologische problemen. De regelmatige raketwaarnemingen in de Verenigde Staten zijn begonnen in 1959. Men had toen een netwerk van 3 stations. Thans bestaat het netwerk uit de volgende 8 stations:

| | |
|-----------------------|------------------------|
| Greely (Alaska) | Ft. Churchill (Canada) |
| Tonopah (Nev.) | Wallops Island (Virg.) |
| Point Mugu (Calif.) | Cape Canaveral (Flor.) |
| White Sands (Nw Mex.) | Eglin (Flor.) |

Gedurende de eerste jaren werd in de maanden oktober, februari, mei en augustus (dus in het midden van de verschillende seizoenen) op alle werkdagen een waarneming gedaan. Gedurende het laatste jaar heeft men de waarnemingen meer over de seizoenen gespreid. Sinds april 1961 doet men 2 of 3 raketwaarnemingen per week.

In de waarnemingsresultaten kwamen in de eerste plaats naar voren de oostelijke winden in de hogere stratosfeer in de zomer en de westelijke winden (maximum op ongeveer 65 km hoogte) in de winter. Noord- en zuidcomponenten van betekenis vindt men voornamelijk boven 60 km. Wat de temperatuur betreft: het maximum op 50 km bleek veel lager te zijn dan volgens de oude standaardatmosfeer, het ligt in het algemeen dicht bij 0°C . In Ft. Churchill was het maximum 280°K in de zomer en 270°K in de winter. In de winter vindt men daar vrijwel geen minimum op 80 km hoogte. Veel aandacht kregen natuurlijk de "anomalous heatings" in de winter. Als voorbeeld

werd getoond het geval van jan-feb 1958, toen op 45 km hoogte plaatselijk een verwarming van niet minder dan 40°C werd gemeten.

Met behulp van de raketgegevens kunnen kaarten worden getekend voor o.a. het drukvlak van 1 mb en van $\frac{1}{2}$ mb. Terloops werd nog verteld dat men voor de drukmetingen op grote hoogte een "high altitude hysometer" heeft ontwikkeld. Deze is begin april 1962 met succes beproefd.

Bij de temperatuurmetingen met de miniatuur thermistor bleken in het temperatuurverloop merkwaardige pieken voor te komen van 3° tot 4°C , steeds naar de positieve kant. Soms waren de afwijkingen zelfs 7° tot 8° . Aangezien de lag-time van de thermistor maar enkele tienden van seconden bedraagt, meent spreker dat de pieken reëel zijn. Dit werd in de discussie sterk in twijfel getrokken. Als mogelijke oorzaak werd gesuggereerd dat warmte van het zendapparaat periodiek langs de thermistor zou strijken.

Om de wind te bepalen heeft men ook wel het spoor van de uitlaatgassen van de raket van twee verschillende plaatsen gefotografeerd.

G.V. Groves (U.K.) - U.K. Meteorological Rocket Grenade Studies

De Britse proeven, waarmede men in 1957 is begonnen, worden uitgevoerd op Woomera Rocket Range in Australië (31°ZB). Als raket gebruikt men de Skylark (lengte 8 m, doorsnede 1,75 m). Uit deze raket worden tijdens de stijging achtereenvolgens 18 granaten weggeschoten.

Uit de voortplantingssnelheid van de geluidsgolven kunnen temperatuur en wind in de lagen tussen de verschillende explosies worden berekend. De grootste hoogte is 180 km. Soms werden ook patronen die "chaff" bevatten uitgestoten. Bij proeven tijdens de schemering werden ook wel de verlichte gaswolken, afkomstig van de explosies, fotografisch gevolgd. Met beide laatste methoden kan de wind worden bepaald.

Van 1957-1961 zijn in totaal 10 proeven gedaan, tegenwoordig doet men er ongeveer 6 per jaar.

De resultaten stemmen overeen met de Amerikaanse. Het temperatuurmaximum op 50 km bleek ook hier dicht bij 0°C te liggen. Op 30-50 km vindt men een duidelijke temperatuurvariatie met de seizoenen (op sommige niveaus bedraagt deze $10-15^{\circ}$). Boven 50 km is de temperatuurvariatie minder regelmatig.

Uit de temperaturen kunnen druk en dichtheid worden berekend met de hydrostatische vergelijking. Men vindt een regelmatige drukvariatie met de seizoenen: lage druk in de winter, hoge druk in de zomer.

De wind vertoont de bekende "easterlies" in de zomer en "westerlies" in de winter. Beneden 50 km is de windrichting vrij constant, daarboven

wisselt de wind herhaaldelijk van richting (in één waarneming). Vooral op het niveau van 80 km vindt men vaak grote wind-shears. De N-Z-componenten zijn hier vaak bijzonder groot (soms 160 kts).

P.A. Sheppard (U.K.) - Measurements of wind by window (chaff) from rocket firings in Australia

In totaal werden 8 raketten afgevuurd te Woomera. Op twee hoogten, nl. op 80 en 60 km werden kaf-wolken uitgestoten.

De bovenste wolk bestond uit aluminium-dipolen, die een maximale valsnelheid van 60 m/s bereiken. Ze worden gevolgd met 5 cm radar (reikwijdte >100 km). De onderste wolk bestond uit dipolen van koper, die een uiteindelijke valsnelheid van 45 m/s bereiken. Ze worden gevolgd met 10 cm radar (reikwijdte 65 km). De afstand welke het kaf moet vallen voordat het zich aan de luchtstroming heeft aangepast, loopt van 500 m bovenin tot 10 m in de onderste lagen. Meestal werd meer dan één radar gebruikt om de nauwkeurigheid na te gaan. Deze wordt wat de windsnelheid betreft geschat op 1-2 m/s. Men krijgt windgegevens voor telkens een laag van ongeveer een halve km dikte. De resultaten waren geheel in overeenstemming met die van de vorige spreker.

J.E. Blamont (Frankrijk) - Measurement of atmospheric temperatures from chemical releases by Rockets

Dunne natriumwolken worden uit een Véronique-raket uitgestoten op hoogten tussen 100 en 450 km, in de schemering. Het zonlicht brengt de wolken tot fluorescentie. De intensiteit van de door de natriumwolk in een bepaalde golflengte uitgezonden straling wordt gemeten en daaruit kan de temperatuur (T_e) van de wolk worden bepaald met de formule:

$$J_0 = \int e^{-x^2} dx \quad \text{waarin } x^2 = \frac{Mc^2}{RT_e} \frac{(V-V_0)^2}{V_0^2} \quad \equiv$$

Op 400 km hoogte vond men in de zomer temperaturen van $950^\circ \pm 50^\circ \text{K}$. Op 90 km hoogte is een natuurlijke natriumlaag (temperatuur 200°K) aanwezig, welke storend blijkt te werken. Bij de laatste proeven heeft men daarom gewerkt met kaliumwolken.

G. Israël (Frankrijk) - A French contribution to the measurement of atmospheric pressure

Op een dag in februari 1961 werden te Hammaguir (Sahara, 31°NB)

≡ Hierin stelt M het moleculair gewicht, c de lichtsnelheid, R de gasconstante, ν de frekwentie voor.

drukmetingen verricht tussen 30 en 80 km hoogte met behulp van een Véronique-raket. De metingen werden gedaan met een nieuw ontwerp warmtegeleidings-manometer. De geschatte nauwkeurigheid van de luchtdrukmetingen bedroeg ongeveer 10%. Men vond tussen 50 en 80 km echter waarden, die aanmerkelijk hoger lagen dan het ARDC 1959 standaardprofiel (afwijkingen van 30-50%). De gevonden waarden zijn meer in overeenstemming met de eerste resultaten van White Sands (33°NB).

Khvostikov, Izakov, Kokin, Kurilova, Livchitz (USSR) - Review of USSR meteorological rocket activities and results

Het onderzoek in de USSR is begonnen in 1951. De raketten reiken tot 70 à 80 km. Er werden geen technische details gegeven en slechts een globaal overzicht van de resultaten.

Op gematigde en hoge breedten valt het temperatuurmaximum in de lagen tot 30 km hoogte in juli, boven de 30 km op gematigde breedten in het voorjaar en in het poolgebied in juni.

Blijkens voorlopige gegevens is de antarctische winter-vortex meer stabiel dan de arctische. In deze laatste komen belangrijke storingen voor, nl. de plotselingen verwarmingen. De oorzaak hiervan kan zijn: advectie, dalende beweging of corpusculaire straling afkomstig van de zon. Men weet nog niet welke oorzaak de voornaamste is.

Ken-ichi Maeda (Japan) - Japanese Rocket Sounding for Meteorology

De proeven met de raketten zijn gestart in 1955 onder leiding van het Instituut voor industriële wetenschap van de Universiteit van Tokio. Het eerste geslaagde onderzoek werd uitgevoerd in 1958 door een studiegroep van de Universiteit van Kyoto. Oorspronkelijk werd gebruikt een Kappa 6, die tot 50 km hoogte kwam, tegenwoordig gebruikt men Kappa 6 H en Kappa 8 (ongeveer 60 km). Voor het volgen van de raketten worden 2 onafhankelijke radarsystemen gebruikt. De resultaten, welke gepresenteerd werden in de vorm van een aantal figuren, stemmen in grote trekken overeen met die van de Amerikanen. De temperatuur in de mesopiek bedraagt ongeveer 280 °K. De kentering tussen oostelijke winden in de zomer en westelijke in de winter vindt men boven Japan tegen het einde van september. Er is geen duidelijk verschil tussen dag- en nachtopstijgingen.

Men heeft voor de toekomst ook granaatexperimenten en onderzoeken met natriumwolken op het programma staan.

W. Nordberg (USA) - Results of meteorological rocket measurements
above 60 km

Behandelt resultaten verkregen sinds het IGY voor hoogten tot 150 km door middel van proeven op Wallops Island met granaten en natriumwolken.

Granaten: Tussen juli 1960 en september 1961 werden 9 succesvolle metingen gedaan. In de figuren vielen de volgende punten op:

Het zomerminimum van de temperatuur op 80 km is soms slechts 170 °K.

Het maximum op 50-55 km hoogte bleek toch soms wel bij ongeveer 300 °K te liggen (nl. op 14 februari 1961 en 5 mei 1961).

Natriumwolken: Resultaten van proeven sinds 1959. Men vindt enorme windfluctuaties in de laag tussen 90 en 110 km. De grootste windshear was daar 30-40 m/s per km. Boven deze laag zijn de fluctuaties veel kleiner.

S. Teweles en F. Finger (USA) - Synoptic studies based on rocketsonde data

Met behulp van de gegevens uit de stratosfeer en mesosfeer, die verkregen werden met het Meteorological Rocketsonde Network kan men kaarten tekenen voor $z = \text{constant}$ of $p = \text{constant}$. Ofschoon de gegevens van het MRN die van de radiosondes nog niet kunnen evenaren in kwantiteit noch in kwaliteit, kan men toch verscheidene bijzonderheden van de circulatie op grote hoogte nagaan.

Als eerste voorbeeld werd een 0.4 mb kaart van een dag in augustus 1960 getoond, die gemaakt was door Scherhag. De grootste druk- en dichtheidsveranderingen op dit niveau (ongeveer 60 km) komen voor in de poolstreken. Tussen augustus en november daalt de hoogte van het 0.4 mb vlak daar ongeveer 6 km.

Van 20 september 1960 werden kaarten getoond van de niveaus van 30, 45 en 60 km. Op 30 km hoogte lag een zonale rug van hogedruk op de breedte van de grote meren. Met toenemende hoogte verplaatste deze zich naar het zuiden. Op 60 km waaiden over het gehele gebied van de Verenigde Staten westelijke winden.

Warme en koude gebieden op 2 mb-kaarten (ongeveer 44 km) van half november 1960 bleken geheel te verklaren door dalende of stijgende bewegingen van 1-3 cm per sec. aan te nemen.

Een plotselinge verwarming boven Alaska werd geïllustreerd met een 10 mb-kaart van 7 februari 1962. Teweles legde er de nadruk op dat gegevens over dichtheid en wind tot op grote hoogte van bijzonder belang zullen zijn en voorspeld zullen moeten worden bij toekomstige ruimteoperaties.

Dr. Broglia (Italië) - Italian Meteorological Rocket activities and results

Sinds 1961 werden op Sardinië in totaal 8 raketten afgevuurd tot een hoogte van 200 km. Uitgestoten natriumwolken werden gevolgd van 2 punten op het Italiaanse schiereiland op enige afstand van Rome. Doel van de opstijgingen is het onderzoek van kort-periodieke veranderingen in de wind op grote hoogte. Er bleken inderdaad grote veranderingen voor te komen tussen waarnemingen bij een zonsondergang en de daaropvolgende zonsopgang. Men probeert zo veel mogelijk waar te nemen op dezelfde dagen als waarop dit op Wallops Island gebeurt, ten einde de waarnemingen onderling te kunnen vergelijken.

W. Attmanspacher - The meteorological significance of
en H. Faust (Duitsland) UV measurements by aid of Satellites

Gewezen wordt op het grote belang van satellietwaarnemingen van de ultraviolette straling van de zon, die als energiebron fungeert voor de circulatie in de stratosfeer. De fluctuaties in de ultraviolette straling brengen veranderingen in de stratosferische circulatie teweeg. Deze circulatie beïnvloedt op haar beurt de algemene circulatie beneden 20 km ("easterlies" en "westerlies" komen van boven naar beneden). Kennis van de fluctuaties in de UV-straling is daarom van groot belang voor de "Gross-Wetter-Research".

G.T. Rutherford (Australië) - The interpretation of some Tiros-III cloud pictures over Southeast Australia

Het onderzoek betref de situatie rond een depressie bij Melbourne. De Tirosfoto's werden bestudeerd aan de hand van extra waarnemingen zowel vanaf het aardoppervlak als vanuit vliegtuigen. Uit een straalvliegtuig dat op 28 km hoogte vloog werd een serie foto's gemaakt, die een mooi beeld gaven van een squall line, welke ook op de Tirosfoto's goed te zien was. Deze squall line ging vooraf aan het front van de depressie. Aan de achterzijde van het front was fraai geordende cumulusbewolking te zien onder een inversie op ongeveer 800 mb. Men kon op vele plaatsen een rangschikking vinden in cellen met bewolking aan de rand en een helder gebied in het midden (kraagtype).

L.F. Hubert (USA) - Tiros data as an analysis aid in middle latitudes of the Northern Hemisphere

Ook op het noordelijk halfrond zijn er nog grote zeegebieden met onvoldoende meteorologische waarnemingsposten. Satellietfoto's kunnen hiervoor

een belangrijke bron van informatie zijn. Uit de rangschikking van de wolken kunnen conclusies worden getrokken omtrent het horizontale stromingsveld. Met voorbeelden wordt aangetoond dat de bewolking in sommige gevallen in de richting van de wind gerangschikt is, in andere gevallen niet. Uitvoerig onderzocht werd een geval met een depressie boven de Verenigde Staten. De convectieve bewolking bleek hier gerangschikt volgens de verticale wind-shear-vector. Deze vormde een cyclonaal circulatiesysteem, waarvan het centrum echter niet samenviel met het depressiecentrum in de lagen waarin zich de bewolking bevond.

C.J. van der Ham (Nederland) - Tiro pictures of the European area

Tirofoto's van een aantal gevallen met karakteristieke bijzonderheden boven Europa, in de eerste helft van september 1961 gemaakt door Tirob-III, werden geanalyseerd. Op 1 september waren het Engelse Kanaal en het zuidelijk deel van de Noordzee geheel bedekt met mist, terwijl de omliggende landen vrij van mist en bewolking waren. De uitgestrektheid van het mistveld boven de Noordzee en aan de ingang van het Engelse Kanaal, welke uit synoptische waarnemingen niet voldoende kon worden afgeleid, bleek duidelijk uit de Tirofoto's. Aangetoond kon worden dat de nephanalyse van deze situatie niet voldoende nauwkeurig was uitgevoerd.

Van het tegenovergestelde geval, nl. met bewolking boven de landgebieden en wolkenloze hemel boven het Kanaal en de Noordzee, werd ook een voorbeeld gegeven. Vooreen ander geval (11 september) werd aangetoond, dat een wolkendek gezien loodrecht op de windrichting en van grote afstand geheel gesloten kan lijken, terwijl van dichterbij en evenwijdig aan de windrichting gezien openingen in het wolkendek blijken voor te komen.

Voorbeelden werden getoond van karakteristieke wolkenbanken en sneeuw boven bergketens (Alpen, Pyreneeën, Kaukasus) en van een grote opening in een wolkengebied aan de lijzijde van de Noorse bergen. Op een dag met een tamelijk diffuse frontensituatie boven West-Europa tonen de Tirofoto's duidelijk twee frontale wolkenzones.

Tussen de frontale wolkenzone van een depressie en de wolkenmassa in het centrale deel van de depressie komen vaak fraai gerangschikte cumuliforme wolken voor. Een geval werd getoond waarin zich boven deze wolken een krachtige straalstroom bevond met grote verticale shear.

Ten slotte werd opgemerkt, dat satellietfoto's in gebieden met veel synoptische waarnemingen, zoals West-Europa, toch van nut kunnen zijn doordat ze het wolkenpatroon op meso- en macroschaal duidelijk doen uitkomen. De foto's zijn echter vooral van nut voor de zeegebieden vanwaar weinig waarnemingen

komen, zoals bijv. de Noordzee. Hoewel de foto's zelf natuurlijk de meeste informatie geven, kan ook van nephanalyses een nuttig gebruik worden gemaakt, wanneer deze ten minste met voldoende zorg zijn gemaakt.

I. Jacobs (Duitsland) - Use of Tiros Observations in the Synoptic Analysis over the Mediterranean and North-Africa

De Middellandse Zee is voor de synoptische analyse een moeilijk gebied. Dit werd aangetoond door de analyses, die voor een bepaalde situatie waren gemaakt door een aantal meteorologische diensten in Europa en de Verenigde Staten, met elkaar te vergelijken. Over de plaats van fronten in het Middellandse zeegebied bestond weinig overeenstemming. Uit de voorbeelden bleek, dat de Tirosfoto's vaak bij de analyse een goed hulpmiddel kunnen zijn. Zowel in het Middellandse zeegebied als boven Noord-Afrika spelen orografische invloeden een grote rol.

J.C. Sadler (USA) - Utilization of meteorological Satellite Cloud data in Tropical Meteorology

In de uitgestrekte gebieden van de tropen zijn de satellietwaarnemingen van groot nut. Dit werd met een groot aantal voorbeelden van cyclonale systemen, het intertropische front en andere convergentielijnen aangetoond.

T. Fujita, T. Ushijima, W.A. Hass en G.T. Dellaert Jr. (USA) - Meteorological interpretation of convective nephsystems appearing in Tiros Cloud Photographs

Een situatie met vele cumulonimbi boven Florida en omgeving en met drie grote buienlijnen boven het middenwesten van de Verenigde Staten is nauwkeurig onderzocht. Radaropnamen blijken uitstekend te kloppen met de nauwkeurig gerectificeerde Tirosfoto's. De Cb's boven Florida tonen enorme aambeelden, die zich tot enkele honderden kilometers stroomafwaarts uitstrekken. (gevolg van grote verticale windshear). Sterke warme-lucht-advectie in de lagere niveaus wordt als oorzaak aangenomen van de ontwikkeling van de buienlijnen.

Om de wolkenmassa's te onderscheiden van eventuele nevel of van stofstormen kan van de stralingsgegevens gebruik gemaakt worden. Kanaal 2 (het atmosferisch venster) geeft informatie over de temperatuur, zodat de hoogte waarop het fenomeen zich bevindt, kan worden geschat. Uit de hoeveelheid gereflecteerd licht (kanaal 5) kan dan worden nagegaan of men met lage bewolking of met nevel of stof te maken heeft.

W. Nordberg (USA) - Results of the Tiros radiation experiments

Uit de stralingsmetingen met de Tiros-satellieten blijkt:

- 1e dat het met behulp van stralingsgegevens mogelijk is de wolkenformaties in kaart te brengen;
- 2e dat uit de stralingsgegevens aanwijzingen kunnen worden verkregen omtrent de verticale structuur van de troposfeer (temperatuur, waterdamp);
- 3e dat met de stralingsmetingen in 5 kanalen een globaal beeld kan worden verkregen van het warmtebudget van onze atmosfeer.

Een en ander werd geïllustreerd met enkele interessante analyses. Een van de laagste temperaturen werd waargenomen in het centrum van een tropische cycloon, nl. 200 °K. De wolken moeten hier tot zeer grote hoogte hebben bereikt. Een zeer koude wolkenmassa werd ook gevonden boven West-Afrika (201 °K). Van de inkomende zonnestraling (gesteld op 110 W per m² wanneer de zon in het zenith staat) werd in dit punt 62% gereflecteerd. Merkwaardig in dit geval was dat het waterdampkanaal (straling van 6,5 μ) een temperatuur van 211 °K opleverde. Nordberg concludeerde hieruit dat de wolkentop tot in de stratosfeer was doorgedrongen. In de discussie werd dit o.a. door Dr. Wexler fel bestreden. Een punt van groot belang is het feit, dat gebleken is dat de atmosfeer de straling van 8-12 μ toch lang niet geheel doorlaat, m.a.w. dat het atmosferische venster niet zo helder is als men tot nu had aangenomen. Een nieuwe theoretisch berekende correctie op de uit dit stralingsinterval berekende temperaturen bleek nog niet voldoende. Uit een van de figuren bleek verder dat de witte stralingsmeter een grote time-lag heeft.

D.Q. Wark en J.S. Winston (USA) - Application of satellite radiation measurements to synoptic analysis and to the studies of planetary heat budget

In deze voordracht werd nafter ingegaan op de correcties, die moeten worden toegepast op de stralingsintensiteiten die met de kanalen 2 (8-12 μ) en 4 (8-30 μ) worden gemeten,

Uit kanaal 2 zou men de temperaturen van het aardoppervlak (in onbewolkte gebieden) of die van de wolkentoppen kunnen afleiden, wanneer:

- a) het zgn. atmosferische venster volkomen helder was;
 - b) de stralende objecten als volkomen zwarte stralers te beschouwen waren.
- Aan geen van beide voorwaarden is voldaan, zodat correcties moeten worden toegepast. Voor b) zijn nog geen correcties bepaald.

De correcties voor a) omvatten een correctie voor de absorptie door ozon in de 9,6 μ band en een correctie voor de absorptie door waterdamp. De eerste correctie is vrijwel evenredig met de specifieke stralingsintensiteit, de

tweede neemt bij grotere stralingsintensiteit sterk toe (grotere stralingsintensiteit betekent hogere temperatuur, dus meer waterdamp). De correcties hangen ook af van de hoek waaronder de straling invalt. Bij kleine invalshoek en lage temperaturen bedraagt de correctie op de temperatuur 2-4 °C. Bij hogere temperaturen loopt hij op tot 10 °C en als de invalshoek tevens groot is zelfs tot 20 °C. Kanaal 4 is vooral bedoeld om de totale uitgaande straling te meten. Men meet de straling echter onder een bepaalde hoek. Daarom was het nodig de afhankelijkheid van de invalshoek te bepalen. Dit werd gedaan voor 100 verschillend opgebouwde atmosferen. Hierna werden enkele toepassingen getoond, nl. de analyses van 27 november 1960 en 18 december 1960. In het laatste geval was de sterke temperatuurgradiënt, die aan de Caraïbische kust van de Verenigde Staten aanwezig was, na een heldere nacht, zeer fraai te zien.

Verder werd verteld, dat er reeds pogingen zijn gedaan om voor enkele gevallen het planetaire warmtebudget te berekenen, ofschoon de gegevens nog niet de gehele aardbol beslaan. Van de voorlopige resultaten werden enkele kaarten getoond. Een vergelijking werd gemaakt tussen het verloop van de aanwezige potentiële en kinetische energie in de atmosfeer en het langgolvlige stralingsverlies.

C. Prabhakara en I. Rasool (USA) - Evaluation of Tiros Infrared Radiation Data

Aan de hand van de meest recente gegevens over de verticale verdeling van waterdamp, kooldioxide en ozon zijn modellen van de atmosfeer gemaakt voor verschillende breedten en seizoenen. Voor deze modellen werd de totale uitgaande straling in het golflengtegebied van 8-30 μ berekend. Deze werden vergeleken met de breedtegemiddelden, verkregen uit metingen tijdens 700 omlopen van Tiros II. Er bleek een goede overeenstemming tussen beide te bestaan. Ook hier kwamen weer de correcties op kanaal 2 ter sprake. Het filter blijkt ook in de omgeving van 17 μ nog enige straling door te laten. De berekende correcties zijn nog niet geheel voldoende. Men is van plan het kanaal in de stralingsmeter, die aan de Nimbus-satellieten zal worden meegegeven, nauwer te maken. (10-11 μ).

D.Q. Wark en R.W. Popham (USA) - The development of Satellite Ice Surveillance Techniques

Op de Tirosfoto's is verscheidene malen ijs waargenomen, vooral in de St. Laurensbaai, maar ook bij Kamchatka en Sachalin. Men onderzoekt in hoeverre de Tiros-satellieten van nut kunnen zijn bij de "Ice Surveyance".

Men noemt dit het project "Tirac". De Tirosfoto's worden vergeleken met luchtfoto's, die van de ijsvelden in de St. Laurens en in de omgeving van New Foundland worden gemaakt.

S. Fritz (USA) - Snow surveys by Satellite

Sneeuwvelden kunnen door de satellieten gezien worden tegen een donkere achtergrond. Men kan ze onderscheiden van wolken door foto's van opeenvolgende dagen met elkaar te vergelijken. De wolkenpatronen veranderen van dag tot dag, terwijl de sneeuwvelden gewoonlijk dagenlang hetzelfde blijven, vooral in bergen. Dit wordt aangetoond met Tires I foto's van het Alpengebied. Zij worden overtroffen door foto's van Tiros IV, die bijzonder scherp bleken te zijn. Er werden eveneens Tiros IV foto's getoond van het Rotsgebergte en van de Andes. De dalen in deze gebergten zijn duidelijk te identificeren. Sneeuwwaarnemingen kunnen bijv. van betekenis zijn voor het schatten van de te verwachten hoeveelheid smeltwater in het voorjaar.

G.V. Groves (U.K.) - Atmospheric densities obtained from satellite orbits

De verdeling van de dichtheid tussen ongeveer 180 en 800 km is vrij goed bekend geworden uit de banen van vele satellieten. De dichtheid blijkt veranderingen te ondergaan, die samenhangen met de activiteit van de zon. De amplitude van deze veranderingen neemt toe met de hoogte. Ook zijn er dichtheidsverschillen tussen de dag- en nachtzijde van de aarde, welke op grotere hoogte kunnen oplopen tot een factor 8. Bij sterke corpusculaire emissies van de zon nemen de satellieten een toeneming van de dichtheid waar, vooral op grotere hoogte.

D. Deirmendjian (USA) - Detection of stratospheric clouds from a satellite

Hierin werd een lens gebroken voor het waarnemen van de op ongeveer 80 km hoogte voorkomende lichtende nachtwolken vanuit satellieten.

T.A. Chubb (USA) - Solar ultraviolet and x-ray radiation as observed from rockets and satellites

De energieverdeling in het gedeelte van het zonnenspectrum tussen 2 Å en 3000 Å (ultraviolette- en röntgenstraling) werd gemeten tijdens het zonnevlekkenmaximum. Gaande naar de kortere golflengte neemt de kleurtemperatuur geleidelijk af van 5930 °K bij 5500 Å tot 4700 °K bij 1400 Å. De straling komt van steeds verder naar buiten gelegen lagen van de zon. Beneden 1300 Å bestaat de zonnestraling hoofdzakelijk uit emissielijnen, die hun oorsprong

hebben in de buitenste lagen van de chromosfeer en de corona. Bij de Ly α emissielijn van waterstof bij 1200 Å stijgt de kleurtemperatuur weer tot een maximum van 6500 °K. De energieflex neemt toe van het rustige stadium van het zonnevlekkenminimum tot het zonnevlekkenmaximum en bereikt zijn hoogtepunt bij de zonnefakkels. Dit geldt zowel voor de ultraviolette als voor de röntgenstraling.

W.L. Godson (Canada) - Meteorological rocket plans - Recommendations for the IQSY

Omdat men mag aannemen, dat de dynamische en thermodynamische parameters van de atmosfeer boven 30 km sterk beïnvloed worden door de activiteit van de zon, is het van belang dat ook tijdens het zonnevlekkenminimum waarnemingen in de hogere atmosfeer worden verricht. De raketten spelen hierbij een belangrijke rol. De waarnemingen moeten niet meer dan een week uit elkaar liggen en vooral gedaan worden tijdens de world synoptic intervals. Mogelijk worden speciale programma's opgesteld voor Solar Alerts en Stratospheric Alerts. Bij de keuze van de standaardniveaus in de hogere atmosfeer gaat de voorkeur uit naar 30, 40, 50, 70 km.

Bezoek aan het Tiros-ontvangststation Wallops Station

Na het symposium werd een bezoek gebracht aan het CDA (Command and Data Acquisition) station voor de Tiros-satellieten te Wallops aan de kust van Virginië. Hier werd het analyseren van de binnenkomende series foto's van Tiros IV meegemaakt. Veel hulp en medewerking werd verkregen van het hoofd van het analysecentrum, de heer W. Follansbee. De foto's zijn ongeveer een half uur na ontvangst in de vorm van diapositieven beschikbaar. Ze worden dan in een vergrotingsapparaat geplaatst en op het vergrote beeld wordt een door een elektronische rekenmachine berekend en getekend gradennet gelegd. Er bleken twee belangrijke oorzaken van fouten te zijn: de vrij grote onnauwkeurigheid in het elektronisch berekende gradennet (vaak ongeveer 2 graden fout) en onnauwkeurigheden in de tijden, waarop de foto's zijn gemaakt. Met behulp van de beelden, waarop een horizon te zien is of waarop herkenbare geografische bijzonderheden (landmarks) voorkomen, kunnen correcties worden aangebracht. De fouten, die ik tijdens mijn verblijf te Wallops heb kunnen achterhalen, waren een gevolg van het feit dat niet voldoende op de "landmarks" was gelet. Dit kwam voor een deel omdat haastig moest worden gewerkt en men zich niet de tijd gunde het geheel eens rustig te bekijken. Aan de analyse van een serie van 32 foto's werd 1-1½ uur besteed. De personen, die de analyses uitvoerden,

waren niet allemaal meteorologen. Er waren enkele assistenten bij, die tevoren observator op een vliegveld waren geweest. De kwaliteit van de analyses is dan ook nogal verschillend, zoals aan de hand van de op het KNMI ontvangen analyses al was vastgesteld. Telkens weer blijkt, dat de analyses, hoe goed ook, nooit zoveel informatie kunnen geven als de foto's zelf. De Tifos IV foto's zijn van uitstekende kwaliteit, beter dan die van de vorige Tifos-satellieten. Vooral de foto's, die met de nieuwe camera met een beeldhoek van 85° worden gemaakt, zijn bijzonder scherp.

-o-o-o-