

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Verslag van een studiereis naar het Institut für Meteorologie
und Geophysik der Freien Universität Berlin, West-Berlijn

en de

Zentralstelle für Radiosonden, Oost-Berlijn,

van 16 t/m 21 april 1963

door

Dr. H.M. de Jong

De Bilt, juni 1963

Verslag van een studiereis naar het Institut für Meteorologie
und Geophysik der Freien Universität Berlin, West-Berlijn

en de

Zentralstelle für Radiosonden, Oost-Berlijn,

van 16 t/m 21 april 1963

door

Dr. H.M. de Jong

Inleiding.

Door het Institut für Meteorologie und Geophysik, dat onder leiding staat van Prof. Dr. R. Scherhag, wordt dagelijks een radiosonde-opstijging uitgevoerd met een nieuw Amerikaans systeem, het GMD-2 systeem. Er wordt gemiddeld een hoogte van meer dan 30 km bereikt en de aerologische gegevens worden met een electronische machine bewerkt.

Het doel van het bezoek was o.a. de praktische uitvoering van dit systeem van nabij te volgen.

GMD-1 en GMD-2 radiosonde-opstijging

Zowel door de Deutscher Wetterdienst (DWD) als door het Instituut worden dagelijks op het vliegveld Tempelhof aerologische metingen verricht. De DWD verzorgt alleen hoogtewindwaarnemingen op de vastgestelde synoptische uren. Het Instituut voert dagelijks een gecombineerde radiosonde-opstijging en hoogtewindwaarneming uit om 06.00 GMT. De radiosonde-opstijging van het Instituut wordt gefinancierd met gelden van de Freie Universität en van de Deutsche Forschungs Gemeinschaft.

Men gebruikt verschillende typen Amerikaanse sondes in combinatie met een automatisch volgende radiogoniometer. Bij het GMD-1 systeem wordt alleen de richting van de sonde gepeild. Men beschikt dan over azimuth en elevatie en verder over de temperatuur, luchtdruk en vochtigheid. De vermelde gegevens worden via een telex naar het Hahn-Meitner Institut für Atomphysik in Berlin/Wannsee gezonden, waar een Siemens 2002 computer de aerologie berekent en de TEMP-code samenstelt. Het zou te ver voeren een gedetailleerde beschrijving te geven van dit systeem. De werkwijze is beschreven in:

1962 R. Bleck, E. Pantzke : Ein Verschlüsselungsprogramm für Radiosonden-
Meszergesultnisse. Meteorologische Abhandlungen
Band XXII/Heft 1.

1962 H.J. Töpfer : Automatisierung der Auswertung von Radiosonden-
Aufstiege. Elektronische Datenverarbeitung,
Heft 1.

Op 19 maart 1963 is een ander systeem ingevoerd, het GMD-2 systeem. Hierbij wordt een speciale sonde, de AMQ-9, gepeild. Het systeem berust gedeeltelijk op de eliminatie van de meting van de luchtdruk. De sonde draagt een transponder, waardoor behalve azimuth en elevatie, de looptijd c.q. de radiale afstand worden gemeten. De afstandsbepaling berust op het principe van een faseverschil-meting tussen het uitgezonden modulatiesignaal en het door de transponder versterkte en teruggezonden signaal. In de radiosonde ontbreekt een vididoos. Wel is er een zwavelkoolstofhypsometer in aangebracht, waarvan het circuit bij ongeveer 25 mb begint te oscilleren. De hypsometer bestaat uit een lang Dewar-vat, waarin ongeveer 4 cc CS₂ in watten wordt gedrenkt. Het kookpunt wordt in de vloeistof gemeten met een kogelthermistor. De temperatuurmeting geschiedt eveneens met een thermistor, de vochtigheid met een carbon-hygrometer. Het GMD-2 systeem is te beschouwen als een actief radarsysteem. In het circuit van de sonde is voorts een referentie-weerstand opgenomen. De elementen worden ingeschakeld met een uurwerk. Elke minuut worden 4 temperatuurcontacten en 2 hypsometer-, hygrometer- en referentie-weerstand-contacten gesloten. Op het aerologisch station staan twee recorders, één waarop de GMD-gegevens geprint worden en één waarop de sondesignalen worden opgetekend. Op de GMD-recorderstrook verschijnen elke 6 seconden de numerieke waarden van de hoogte (ft), afstand (yards), tijd (0.1 min.), elevatie (0.05°) en azimuth (0.05°). Zie bijgaande strook. Op de tweede recorderstrook komen de registraties van de hypsometer, het temperaturelement, de hygrometer en de referentie-weerstand.

Nadat azimuth, elevatie, range, temperatuur en vochtigheid zijn bepaald, worden deze waarden eveneens naar de Siemens 2002 computer geleid voor berekening van de aerologische gegevens en het samenstellen van de code. Er is een speciaal rekenprogramma ontworpen, dat analoog is met het in De Bilt ingevoerde "rasonneer"-rekenprogramma. De twee recorders worden elk door één assistent bediend. De karakteristieke punten worden door een derde man op een speciale Siemens machine volgens de normale telexcode en volgens een gestandaardiseerd schema op ponsband gezet. De waarnemer, die de GMD-recorder afleest, pons de minuutgegevens op een tweede Siemens ponsmachine. Nadat het springpunt is bereikt en de radiosondestrook is uitgewerkt (30 tot 35 karakteristieke punten) worden de verzamelde gegevens per telex naar het Hahn-Meitner Instituut gezonden. Als er fouten zijn gemaakt bij het ponsen, worden deze per telefoon aan de telexiste in het genoemde Instituut doorgegeven. Daar wordt een copie gemaakt van de ponsband en worden de fouten gecorrigeerd. Het GMD-instructieprogramma is op tape opgeborgen en staat tussen andere standaardprogramma's in. Er wordt daarom een speciaal bandje in de machine ingevoerd, die bewerkstelligt, dat de computer het GMD-2 instructie-

programma opzoekt en inleest. Daarna wordt de getallenband ingelezen. Het inlezen duurt ongeveer een minuut. De berekening en de uitvoer op ponsband duren ongeveer 4 minuten. Vervolgens worden de karakteristieke punten met berekende drukwaarden per telex teruggestuurd naar Tempelhof. Daar worden de berekende drukwaarden vergeleken met de hypsometerdrukwaarden. Als de verschillen in luchtdrukwaarden meer dan 0.2 mb bedragen, worden de karakteristieke punten, nu met de berekende drukwaarden in de lagere niveaus en de hypsometerdrukwaarden in de hogere niveaus, nogmaals per telex naar het Hahn-Meitner Instituut gestuurd en wordt de berekening herhaald met het GMD-1 instructieprogramma. De herhaling van de berekening is gebaseerd op de gedachte, dat de hypsometerdrukwaarde beter zou zijn dan de berekende drukwaarde, aangezien geen rekening is gehouden met de refractie. Men is inmiddels bezig met het ontwerpen van een programma, waarin de refractie is opgenomen. De methodes om deze refractie in het instructieprogramma op te nemen, zijn beschreven in

1962 E. Mädlow : Vorbereitende Untersuchungen zur Einführung des Radiosondensystems GMD-2 unter Berücksichtigung der atmosphärischen Refraktion. Meteorologische Abhandlungen, Band XXII/Heft 2.

Welke van de hierin aangegeven methodes uiteindelijk wordt toegepast, kon niet worden achterhaald.

Er blijken tussen de berekende en de met de hypsometer gemeten drukwaarden nog vrij grote verschillen voor te komen. In bijgaande grafiek, waarin beide drukwaarden zijn uitgezet voor 19 GMD-2 opstijgingen, wordt dit duidelijk aangetoond. Er is een tamelijk grote spreiding t.o.v. de 45°-lijn. Bij lage drukwaarden (+ 5 mb) is de relatieve fout aanzienlijk. De hypsometerdruk is daar in het algemeen hoger dan de berekende druk. Dit zou in overeenstemming zijn met het effect van de refractie waardoor een te hoge waarde voor de ballonhoogte wordt gevonden. Het is niet duidelijk waarom bij 20 tot 30 mb dit effect niet optreedt.

Het uitprinten van de ponsband, waarop alle aerologische gegevens en ook de TEMP-code voorkomen, dus alle gegevens van de drukvlakken, karakteristieke punten, niveauvlakken, relatieve topografie, tropopause, relatieve wind, nulgraadvlak, adiabatische temperatuurgradiënt, vlakken van maximum wind, hoogste windsnelheid, de windcomponenten in de N- en Z-richting en het windprofiel, duurt ongeveer 18 minuten. In het geheel neemt de bewerking van de radiosonde-opstijging van het moment van oplating tot het moment dat de TEMP-code verzonden wordt, nog ongeveer 3 uren in beslag. Men moet hierbij bedenken, dat door de herhaling van de berekening veel tijd

verloren gaat. Er wordt evenwel zeer veel materiaal verzameld (zie bijgaande telexstrook).

In de instructieprogramma's worden nog steeds veranderingen aangebracht. Het programmeren van de TEMP-code was ingewikkelder dan van de aerologische berekeningen zelf.

Het is aan te bevelen het programma in blokken te verdelen, waardoor gemakkelijker wijzigingen in het programma kunnen worden opgenomen. Wil men b.v. het aantal drukvlakken uitbreiden, dan moet nu het gehele instructieprogramma worden veranderd. Er gaat ook tijd verloren doordat de computer nog bezig is een ander rekenprogramma uit te voeren. Maar er is wel voor gezorgd, dat de rekenprogramma's van het Hahn-Meitner Instituut zelf, tussen 03.00 en 09.00 GMT niet tijdrovend zijn. Als de elektronische rekenmachine om een of andere reden uitvalt, dan wordt de TEMP berekend langs grafische weg. Dit geschiedt met een door de Amerikanen aangegeven iteratie-proces in een hoogte-temperatuur diagram.

Opmerkelijk is, dat bij de AMQ-9 sonde kan worden volstaan met gestandaardiseerde ijkcurven voor temperatuur en vochtigheid. Op de eerste plaats worden met de referentieweerstand frequentieverschuivingen door verandering van batterijspanning, afkoelingseffecten etc. tijdens de opstijging, geëlimineerd en op de tweede plaats is de stabiliteit van de sensors zodanig, dat de ijkcurven voor alle sondes dezelfde zijn. Er zijn speciale rekenschijven in de handel gebracht, waarop deze ijkcurven voorkomen. Bij de zwavelkoolstof-hypsometer behoort een afzonderlijke ijkcurve (zie voorbeeld). De ijkcurve is ook hier een standaardcurve, maar deze wordt door drie meetpunten gelegd. De ijkcurve van de hypsometer loopt van 100 tot 1 mb.

Aangezien de sonde ongeveer 1500 gram weegt en geen radar-reflector wordt meegevoerd, is het vulgewicht met parachute etc. nog geen 2000 gram. Om, gemiddeld, hoogtes van meer dan 30 km te bereiken, gebruikt men zwaardere ballons dan in De Bilt. In de zomer 800-gram Kaysum-ballons (prijs \pm DM 50), in de winter 1750-gram Darex-ballons (prijs \pm DM 150). De ballons worden gedurende 3 dagen voorbehandeld. Ze worden in een vochtige warme atmosfeer gebracht. Vroeger werd een soort broeikas gebruikt, die bij het kweken van bacteriëncultures wordt toegepast. Men heeft nu voor dit doel een speciale kast ontworpen. Met een thermostaat wordt de temperatuur constant gehouden tussen 76 en 78^o, bij een relatieve vochtigheid van ongeveer 90%. De ballons worden uitsluitend met gummihandschoenen aangevat. Direct voor de opstijging wordt de ballon in een gesloten plastic emmer naar de vulhut gebracht. Dat men met een dergelijke voorbehandeling zeer goede resultaten bereikt wordt duidelijk door de volgende cijfers gedemonstreerd. In de tabel

staan de bereikte gemiddelde hoogtes van 800-gram Kaysum-ballons in de maanden oktober 1958, toen de ballons niet geprepareerd werden, oktober 1961, toen de speciale broeikas werd gebruikt en oktober 1962, toen de nieuwe container in gebruik kwam.

oktober 1958	27300 m
oktober 1961	31900 m
oktober 1962	33700 m

Hieruit blijkt, dat de gemiddelde hoogte bijna 6.5 km is toegenomen.

In bijgaande grafiek is het springpunt aangegeven van de opstijgingen gedurende de eerste drie maanden van dit jaar. Geen enkele opstijging eindigt boven 20 mb (\pm 25 km). De grootste hoogte ooit bereikt was 2.3 mb (40159 m) op 7 maart 1963. Hierbij moet niet uit het oog worden verloren, dat er nog vrij veel opstijgingen worden herhaald. Dit blijkt b.v. uit de volgende statistieken voor de maanden oktober, november en december 1962.

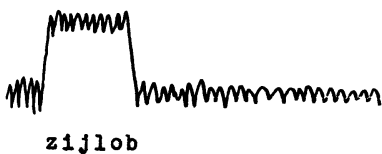
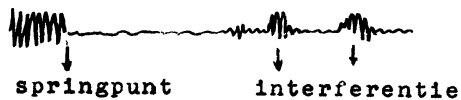
	oktober 1962	november 1962	december 1962
aantal opstijgingen	31	30	31
herhaald	9	6	8
maximum hoogte	38001	38664	36517
gemiddelde hoogte	33733	33145	32831
springpunt bereikt	88%	92%	79%

Aan het GMD-2 systeem kleeft een aantal bezwaren, die niet licht moeten worden onderschat. Het is noodzakelijk de range-meting vóór elke opstijging te calibreren, omdat het door de transponder teruggezonden signaal bij nulafstand toch altijd een kleine faseverschuiving met het directe signaal vertoont. Deze calibratie eist bijzondere voorzorgen. De calibratie moet in het vrije veld geschieden en er mogen geen bewegende objecten in de omgeving zijn. Omdat het systeem werkt op een draaggolf van 18 cm, zijn het door de transponder teruggezonden signaal en het aan het aardoppervlak gereflecteerde signaal coherent en treedt bij de ontvangst interferentie op. De resulterende veldvector wijkt dan af van de veldvector van de directe straal, zodat een richtingsfout optreedt. Deze bedraagt bij lage elevatiehoeken (beneden 10°) 0.5 tot 2.5° . Verder is de peiling ongunstig bij grote elevatiehoek als gevolg van de oriëntatie van de ontvangst-antenne t.o.v. de richtkarakteristiek van de transponder-antenne.

Bij passieve radarsystemen, die bij een golflengte van 3 cm werken, treden deze effecten niet op. Een nadeel bij het GMD-1 systeem is ook, dat de nauwkeurigheid van de hoogtewindwaarnemingen bij lage elevatie snel afneemt. Om dit effect enigszins te elimineren wordt op Tempelhof in het rekenschema

voor de hoogtewind een vereffening toegepast op de elevatiehoek door middel van een regressie-analyse, gebaseerd op 5 opeenvolgende minuutwaarnemingen. Men wil in de toekomst deze vereffening vervangen door een andere, waarbij de projectie van de ballonbaan zelf wordt vereffend.

Op een afzonderlijke recorder wordt de veldsterkte van het transponder-signaal opgetekend (zie voorbeeld). De fluctuaties hangen samen met het pendelen van de sonde onder aan de ballon. De antenne beschrijft hierbij een kegelmantel. De asymmetrie van het signaal is een gevolg van de oriëntatie van deze kegelmantel t.o.v. de peilrichting. Het is opmerkelijk, dat het slingeren weinig gedempt wordt en dat het pendelen tot het springpunt door- gaat. Na het springpunt houdt het slingeren op, maar zodra de parachute vat heeft op de neerdalende beweging begint het pendelen opnieuw, evenwel met een kleinere amplitude. In de registratie treedt dan soms ook gedurende



korte periodes een aanzienlijke veldsterkte- toeneming op, die aan het bovengenoemde effect van interferentie met het gereflecteerde signaal moet worden toegeschreven. Door middel van de veldsterkte-meting kan men ook con- stateren of men eventueel in een zijlob peilt (zie figuur). Dat de met een analoge computer berekende en op de recorderstrook numeriek weergegeven ballonhoogte niet ideaal met de uit de elevatie en afstand berekende hoogte overeenstemt is te zien in bijgaande grafiek.

Beide hoogtewaarden zijn uitgezet als functie van de tijd (0.1 min.). In de middelste kromme hebben de stippen betrekking op de met de GMD-computer berekende waarden. De cirkels corresponderen met de door de Siemens 2002 berekende hoogtes, waarbij een 5-minuten-vereffening is toegepast in de elevatiehoek. De onderste kromme geeft de elevatiehoek weer, de bovenste kromme de slant range.

Men neemt dikwijls het verschijnsel waar, dat de stijgsnelheid in de nabijheid van de tropopause gedurende enkele minuten verdubbeld wordt. Dit hangt hoogstwaarschijnlijk samen met de overgang van de turbulente in de laminaire stromingstoestand rond de ballon en niet met een krachtige ver- ticale beweging in de atmosfeer daar ter plaatse. Dit verschijnsel wordt ook in De Bilt waargenomen. Dat het met een overgang van de stromingstoe- stand te maken heeft, wordt bij de Engelse sonde bevestigd door het sneller omschakelen van de meetelementen; het molentje loopt sneller.

Bij het GMD-systeem is de meetnauwkeurigheid van de range richting- afhankelijk. Bij grote elevatiehoek toont de range-meting meer fluctuaties

dan bij lage elevatiehoek (zie bijgaande grafieken). Dit effect hangt weer samen met de richtkarakteristiek van de transponder-antenne.

In een grafiek: "Erste Differenz der Peilwerte" wordt getoond hoe de ballonhoogte fluctueert afhankelijk van de fluctuaties van elevatie en range bij grote elevatiehoek (60°) en lage elevatiehoek (15°) gedurende 2 minuten van 6-seconden-waarnemingen. Bij lage elevatie zijn de fluctuaties in de hoogte vrijwel synchroon met de fluctuaties in de range, bij grote elevatiehoek echter bijna synchroon met de fluctuaties in de range. Dit is in overeenstemming met de foutenanalyse, aangezien de variantie van de hoogte (σ_h^2) volgens de fouten-voortplantingswet, toegepast op $h = r \sin \xi$, als volgt van de variantie in de elevatie (σ_ξ^2) en de variantie in de range (σ_r^2) afhangt:

$$\sigma_h^2 = r^2 \cos^2 \xi \sigma_\xi^2 + \sin^2 \xi \sigma_r^2$$

In verband met de hoge prijs van de AMQ-9 (+ DM 450) en het relatief grote gewicht (1500 gram tegen ongeveer 1000 gram van andere sondes) gaat men binnenkort toch weer over op het GMD-1systeem. Men bestelt de AMT-12 m sonde, die zowel een vididoos als een hypsometer bevat.

De carbon-hygrometer heeft een traagheid van slechts enkele seconden. Er wordt ook nog een lithium chloride element gebruikt. Inmiddels is er een barium fluoride element ontwikkeld, dat een nog kleinere traagheid bezit, maar dit element is nog niet in de handel.

Er bestaat een streven om op Tempelhof in de toekomst 7000-gram Darex-ballons op te laten (prijs + DM 1000). Deze bereiken hoogtes van meer dan 40 km. 40 km is de hoogte, die door de Deutsche Gesellschaft für Raumfahrt als grens van het ruimteonderzoek is gesteld. Dan worden ook door deze instelling gelden ter beschikking gesteld voor radiosonde-opstijgingen.

Als reserve-apparatuur heeft men nog de SCR-658, maar deze is alleen boven 20° elevatie goed bruikbaar.

Gemiddelde kaarten

Er worden op het Instituut veel gemiddelde kaarten geanalyseerd: hoogtekaarten, grondkaarten, neerslag, temperatuur, dichtheid, enz. Het samenstellen ervan is zeer arbeidsintensief, omdat in de afzonderlijke kaarten de waarden van de verschillende grootheden moeten worden geïnterpoleerd in de roosterpunten van een netwerk. Men wil deze interpolatie automatiseren. Er is voor dit doel een instrument ontworpen, dat zo niet alles, dan toch een groot gedeelte van dit werk opvangt. Het instrument berust op het

volgende principe: Op een transparante plaat wordt een stereografische circumpolairkaart met daarop isoplethen van een scalaire grootte geheet. Langs een 5° of 10° meridiaan kan men met een handbediening een lichtvlekje laten bewegen. Dit lichtvlekje wordt in het snijpunt van een iso-lijn en de meridiaan tot stilstand gebracht. Daar wordt de beginwaarde afgelezen en op een bandje geponst. Vervolgens brengt men het vlekje naar het snijpunt van een volgende iso-lijn met de meridiaan. Het apparaat berekent de afstand die doorlopen wordt en legt deze waarde op de ponsband vast. Daarbij wordt ook de nieuwe scalaire waarde automatisch geponst. Dit proces wordt herhaald, totdat de meridiaan is doorlopen. Daarna draait men de transparante plaat over 5 of 10° en herhaalt de bewerking langs de nieuwe meridiaan. De gegevens worden naar een computer geleid en deze interpoleert de waarde volgens een derde-graads-kromme in de roosterpunten van een (p, φ) netwerk. Daarna kunnen eenvoudig de jaar- en maandgemiddelden in de roosterpunten door de machine worden uitgerekend. Om vergissingen te voorkomen, blijft - als men de lichtvlek verplaatst - een tweede lichtvlek op het snijpunt staan. Pas als de nieuwe waarde geponst is, voegt dit vlekje zich bij het eerste. Men hoopt een werkbeparing van $2/3$ te bereiken.

Aanalyse van 50, 30 en 10 mb-kaarten

Bekend is, dat door het Instituut 300, 100, 50, 30 en 10 mb-kaarten worden geanalyseerd en gepubliceerd van het gehele noordelijke halfrond. 50, 30 en 10 mb-kaarten worden met een vertraging van ongeveer 14 dagen vervaardigd, omdat een groot deel van de berichten per post wordt ontvangen, o.a. van Amerika en Japan. In Tempelhof ontvangt men dagelijks de informatie van 5 militaire stations, met name van Wenen, Chateauroux, Saragossa, Wheelus (Tripolis) en Tempelhof. In China is de laatste twee jaar een naar verhouding zeer dicht aerologisch net opgebouwd, maar de opstijgingen reiken tot slechts 100 mb.

In het 10 mb-vlak komen in de geopotential fouten voor van 40 gdam. Een constante afwijking van de temperatuur van 1°C heeft in het 10 mb-vlak door integratie van de statische grondvergelijking al een fout van 12 gdam tot gevolg. Door de dagelijkse temperatuurgang fluctueert de geopotential ongeveer 10 gdam. Terwijl de Amerikaanse en Japanse opstijgingen regelmatig tot 10 mb komen, moet bij andere stations dikwijls geëxtrapolerd worden. Is het 15 mb-niveau bekend, dan wordt hieruit het 10 mb-niveau afgeleid door van 15 mb uit de temperatuur constant te houden. De extrapolatie wordt in een speciaal diagram uitgevoerd, dat ontleend is aan het Stüve-diagram. Dit reikt van 100 mb tot 5 mb. De groene getallen geven de dikte aan in de

lagen 80/100, 60/80 mb enz. afhankelijk van de gemiddelde temperatuur (zie voorbeeld). Een specimen van de kaart waarop geplot en geanalyseerd wordt is hierbijgevoegd. Het (bijgevoegde) Stüve-diagram is speciaal voor het Instituut ontworpen. Het verschilt essentieel niet van andere diagrammen. De verticale as reikt tot 0.4 mb. Het virtuele temperatuurincrement voor 100% vochtigheid, dat gewoonlijk met streepjes wordt aangeduid, kan hier worden afgelezen aan de sterk gekromde lijnen onder in het midden van het diagram. Verder staan er nog stijgekrommen in voor een aantal (constante) stijgsnelheden.

Door de geringe variabiliteit van de stroming in de hoge niveaus worden in bepaalde kaartgedeelten zowel de gegevens van 00.00 GMT als 12.00 GMT geplot. Dit met het doel uitschieters in de geopotentialwaarden te elimineren. Verder komt in deze waarden de stralingsfout tot uiting. Van dag tot dag, op hetzelfde uur, zijn de veranderingen in de geopotential gewoonlijk niet groter dan 6 gpdam. Bij de analyse wordt hiermee rekening gehouden. Men is van mening, dat de windgegevens meer houvast bieden bij de analyse dan de geopotentialwaarden. De wind is over het algemeen zwakker dan door de geostrofische wind in het veld van contourlijnen wordt gesuggered.

Het isothermen-patroon in het 100 mb-vlak weerspiegelt al het temperatuurverloop in het 30° en 10° mb-vlak. De laagste temperatuur ooit geplot bedroeg -86 °C aan de pool en -94 °C in de tropopause aan de equator. Men is van mening, dat waarnemingen met Engelse sondes in het Middellandse Zeegebied veel slechter zijn dan in het moederland zelf. De Vaisala-sonde is in de hogere lagen zeer slecht. Het Amerikaanse materiaal is goed, het Japanse redelijk. Men kan de Japanse sondes, die met een minutieus nagebouwd GMD-radarsysteem worden gepeild, vergelijken met de Amerikaanse sondes in Korea. Dagelijks worden ongeveer 135 kaarten per post naar abonnees verzonden. Verder worden de kaarten, die tegenwoordig ook isothermen bevatten, regelmatig gepubliceerd in de Meteorologische Abhandlungen. Het omvangrijke werk wordt door een groep van ongeveer 30 meteorologen, waaronder studenten, verricht. Een Japanse student verzorgt speciaal de aerologie van het oostelijk halfrond.

De afgelopen winter was gekenmerkt door één van de grootste stratosferische verwarmingen ooit waargenomen. Er is hierover door Prof. Scherhag een voordracht gehouden op de Tagung für Luft- und Raumfahrt Navigation.

Buienradar

In West-Duitsland is een net van buienradars opgebouwd, waarmee vrijwel het gehele grondgebied wordt bestreken. Hieronder staan de stations, de gebruikte radar-apparatuur en de reikwijdte.

Schleswig	Decca 4 H	150 nm
Hamburg	"	"
Hannover	"	"
Frankfurt	"	"
München	"	"
Berlin W.	"	"
Essen Mülheim	eigenbouw van de Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt	300 nm

Door een vaste camera-opstelling kan het radarbeeld constant door worden gefotografeerd. Malkovski heeft sinds 1956 zeer veel informatie verzameld. Bekend zijn de publicaties over superfractie achter voorbijtrekkende onweersbuien, beelden van wolkenloze frontpassages en van condensstrepen. De bekende ringecho's zouden o.a. worden veroorzaakt door zwaartekrachtgolven, die zich concentrisch uitbreiden vanaf een punt waar een convergerende luchtbevinging voorkomt. De echo's worden veroorzaakt door een sprong in de dielectriciteitsconstante, op dezelfde wijze als bij wolkenloze frontpassages wordt waargenomen. Het radarbeeld van Berlijn en omgeving van 7 uur 's avonds wordt op de TV getoond.

Bezoek aan de Zentralstelle für Radiosonden in Oost-Berlijn

De Zentralstelle für Radiosonden, directeur Dr. Heering, is het centrum van de aerologische stations in Oost-Duitsland. In totaal zijn er 4 stations, te weten Greifswald (10184), Dresden (10486), Wernigerode (10454) en Lindenberg (10393). Aerologisch speurwerk wordt verricht op het Aerologisch Observatorium te Lindenberg. In de DDR wordt de Freiberg-sonde gebruikt. Dit is een verbeterde versie van de Lang-sonde. De sonde bevat een bimetaal-element, een vididoos en haarhygrometer. De elementen worden door middel van een contactspiraal, aangedreven door een uurwerk, ingeschakeld. Het tijdsverschil tussen de contacten en een referentie-contact is een maat voor de temperatuur, luchtdruk resp. vochtigheid. De registratie geschiedt nog op waspapier. De ballons zijn van kunstrubber maar niet naadloos. Dit is de reden waarom slechts een hoogte van gemiddeld 17 km wordt bereikt. Sowpreballons zijn moeilijk verkrijgbaar! Men gaat binnenkort over op de productie van naadloze ballons van natuurrubber. De ballons worden gepeild met

automatisch volgende radiogoniometers. Azimuth en elevatie worden op een recorder opgetekend. Er wordt bij de uitwerking van de radiosondegegevens geen stralingscorrectie in rekening gebracht. Het ligt in de bedoeling deze in de jaarboeken te publiceren.

In de USSR is sedert enkele jaren de Moltschanow-sonde vervangen door het type A 22. Deze sonde heeft een bimetaalelement, een vididoos en als hygrometer goldbeater skin. Het commuteren geschiedt met een molentje. Het geheel ziet er fragiel en goedkoop uit. De sonde werkt nog volgens het bekende Morseteken-systeem. In een nieuwe versie (RKS 1) wordt het molentje door een uurwerk vervangen. De A 22 is voor het eerst geprobeerd op het Russische Zuidpoolstation Mirny.

In Lindenberg is de ontwikkeling van de hypsometersonde niet voltooid. Het instrument zou nog te duur zijn en er zouden zelfs nog geen proefopstijgingen zijn gedaan. Er worden ook proeven gedaan met een vochtigheidsmeet-element, dat gebaseerd is op het principe van de dauwpuntspiegel.

Men streeft er in de DDR naar, dagelijks 4 radiosondeopstijgingen uit te voeren. Dit is reeds verwezenlijkt in Lindenberg. In Greifswald en Dresden zijn er thans 3. Het station Wernigerode zal in de nabije toekomst worden verplaatst om een betere aansluiting te krijgen met het Westduitse stationsnet.

-o-o-o-o-o-

N.B. De kaarten, diagrammen e.d. waarnaar in dit verslag wordt verwezen, bleken zich niet te lenen voor reproductie. Belangstellenden kunnen deze bij de schrijver ter inzage bekomen.