

18 jan. 1962

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Verslagen V 101
(RIII - 267 - 1961)

Verslag van de bijeenkomst van de Werkgroep voor
Stralingsmetingen van de C.I.M.O. te Wenen
van 10-19 augustus 1961

door

Dr. H.J. de Boer

INHOUD.

	blz.
Inleiding	1
Punt 1, Terminologie	3
Punt 2, WMO-Guide	5
Punt 3, Methoden en formules voor de berekening van stralingsfluxen	5
Punt 4, Standaardformulieren en classificatie instrumenten	8
Punt 5, Eenvoudige instrumenten	9
Punt 6, Zonneschijn recorder	11
Punt 7, Langgolvlige straling en stralingsbalans	12
Punt 8, Stralingsmetingen boven de Oceaan	14
Punt 9, Stralingsmetingen in de vrije atmosfeer	14
Punt 10, Robitzsch bimetaal pyranometer	14
Punt 11, Aan te leggen voorraden	15
Punt 12, Pyrheliometrische vergelijkingen Davos 1959	17
Bijlage I	18
Bijlage II	21
Bijlage III	23
Bijlage IV	35
Bijlage V	36
Bijlage VI	40

Inleiding.

De tweede plenaire bijeenkomst van de "Working Group on Radiation Measurement", kortweg WGRM genoemd, van de C.I.M.O. van de W.M.O. werd gehouden gedurende het tijdvak van 10 tot 19 augustus 1961 in één der zalen van het Fysisch Laboratorium van de Universiteit aan de Strudlhofgasse te Wenen.

Gedurende die tijd werden op vier ochtenden en op drie middagen volledige zittingen gehouden.

Hieronder volgt een lijst van deelnemers.

A. Leden van WGRM of hun plaatsvervangers:

Dr. W. Mörikofer (aftredende voorzitter), Davos
Dr. W. Schüepp (optredende voorzitter), Leopoldville
R.H. Collingbourne als vervanger van Dr. G.D. Robinson, Hartnell
R. Dogniaux op de tweede dag vervangen door Dr. N. Pastiels, Ukkel
Prof.Dr. H.G. Müller, München
C. Perrin de Brichambaut, Trappes
Prof.Dr. R. Schulze, Hamburg
Dr. D.Q. Wark als vervanger van Dr. S. Fritz, Washington

B. Vertegenwoordigers van andere lichamen:

O.M. Ashford, vertegenwoordiger van de W.M.O., Genève

C. Uitgenodigde gasten:

Dr. A. Ångström, Stockholm
Dr. P. Bener, Davos
Dr. H.J. de Boer, De Bilt
Prof. F.A. Brooks, Los Angeles
Mej. Dr. I. Dirmhirn, Wenen
A.J. Drummond, Newport (R.I.)
Dr. E. Flach, Davos
Dr. Hofman, Wenen
R. Ikwa, Leopoldville
Prof.Dr. F. Möller, München
Prof.Dr. N. Schieldrup Paulsen, Bergen
Prof.Dr. F. Steinhauser, Wenen
J.C. Thams, Locarno
Dr. H. Wierzejewski, Davos
Mej. O. Salvador, Dakar

Met enige vriendelijke woorden opent Dr. Mörikofer op 10 augustus 1961 de bijeenkomst en wijdt daarna zeer waarderende woorden aan de nagedachtenis van het in oktober 1960 overleden lid van de WGRM, Dr. F. Sauberer. Vervolgens vermeldt hij, dat ziekte hem dwong tot aftreden als voorzitter en dat Dr. Schüepp bereidwillig de voorbereiding van de samenkomst te Wenen op zich had genomen.

De heer Ashford spreekt enige vriendelijke woorden namens de Algemene Secretaris van de W.M.O. (de heer Davies). Verder zegt hij, dat als naar gewoonte op de komende C.I.M.O. III vergadering te New Delhi in jan.-feb. 1962 deze WGRM wordt ontbonden, maar dat men dan graag zou willen, dat "de stralingsmetingen" zouden worden verdeeld tussen de C.I.M.O. en de C.Ae. Er zou dan een werkgroep voor stralingsmetingen in de vrije atmosfeer bijkomen. Dit zal echter in New Delhi worden beslist.

Op voorstel van de heer Perlat (voorzitter C.I.M.O., welke niet aanwezig is) wordt Dr. Schüepp tot voorzitter van de zittingen te Wenen gekozen en op voorstel van de heer Ashford wordt de heer Collingbourne secretaris.

Daarna wordt door de WGRM de in "Bijlage I" voorgestelde agenda voor de vergadering goedgekeurd. Onder punt 11 van de agenda worden echter nog 4 nieuwe suggesties van leden ondergebracht. Deze nieuwe suggesties zijn de volgende:

- 1) "nieuwe stock van standaard filters met scherp voorgeschreven kant" door Dr. Ångström en Drummond.
- 2) "stock van lupolen filters" door Prof. Dr. Schulze.
- 3) "stock van goed reproduceerbaar en goed homogeen diagrampapier voor meting van zonneschijnduur" door Perrin de Brichambaut.
- 4) "stock van Parsons' Black" door Dr. G.D. Robinson.

Voor de punten 1 tot en met 10 van de agenda waren op de bijeenkomst te Oxford in 1959 expertgroepen benoemd, die de problemen in de genoemde punten vervat zo goed en zo ver mogelijk tot een oplossing moesten brengen vóór de bijeenkomst te Wenen. Deze expertgroepen zouden dan bij monde van hun respectieve voorzitters op deze bijeenkomst verslag uitbrengen van hun bemoeiingen. De namen van de personen van elk van de 10 expertgroepen zijn in Bijlage II vermeld.

Nu is gedurende de bijeenkomst de procedure als volgt geweest. In de eerste drie dagen van 10 tot en met 12 augustus 1961 zijn

plenaire zittingen gehouden, waarin de agenda punt voor punt is behandeld. Voor elk punt is door de voorzitter van de betreffende expert groep verslag uitgebracht. Naar aanleiding van dit verslag is het onderhavige punt besproken en becritiseerd. Daarna werd meestal een expert groep benoemd, welke in overeenstemming met de geuite meningen zo mogelijk een voorstel, een aanbeveling of een verzoek moesten redigeren. Deze redacties van voorstellen, aanbevelingen, verzoeken etc. werden dan op de plenaire zittingen van de namiddag van 17 augustus en op de ochtend van 18 augustus behandeld. Na de discussies heeft de voorzitter van de WGRM de voorlopige voorstellen, aanbevelingen of verzoeken gewijzigd in overeenstemming met de discussies. Na afloop van de conferentie zal de voorzitter van de WGRM de gewijzigde voorstellen etc. aan de voorzitter van de C.I.M.O. zenden. Deze laatste zal van deze stukken weer voorstellen, enz. maken voor de bijeenkomst van C.I.M.O. in januari en februari 1962 te New Delhi. De gedelegeerden naar deze C.I.M.O. bijeenkomst zullen copiën van deze stukken ontvangen.

Punt 1, Terminologie.

Schulze geeft een overzicht over het punt "terminologie". In 1936 was hiervoor reeds een commissie benoemd, bestaande uit Whipple (Kew), Hann (Potsdam) en Mörkofer (Davos). Nu in 1961 is dit punt nog niet afgehandeld. Terminologie kan in vier delen worden verdeeld:

- a) grondslagen van de terminologie
- b) definities, grootheden en eenheden
- c) symbolen voor stralingsgrootheden
- d) benoeming van stralingsinstrumenten

Over definities van stralingsgrootheden werd niet gesproken. Betreffende de eenheden werden de vragen opgeworpen, of men over moest gaan van cal/cm^2 naar Kw/m^2 of naar W/cm^2 , of men van cal/cm^2 min over moest gaan op $\text{cal/cm}^2 \text{ sec}$. Alle genoemde eenheden zijn nl. in gebruik; bovendien is in U.S.A. en Canada de eenheid langley (ly) = cal/cm^2 in gebruik.

De vergadering vertoonde hier geen eenstemmigheid. Velen voelden wel voor w/cm^2 , maar toen bleek, dat de W.M.O. c.g.s. eenheden voorschrijft.

Uit het voorstel voor symbolen kunnen als voorbeelden gegeven worden: I_0 = intensiteit van de directe zonnestraling loodrecht op de straalrichting boven de atmosfeer; I_h = idem in de atmosfeer; I = idem aan de grond; $L\uparrow$ = opwaartse flux van straling van lange golflengten; $L\downarrow$ = neerwaartse flux van straling van lange golflengten. Veel kritiek op deze voorstellen. Vervolgens geeft Schulze nog een overzicht van de benoemde instrumenten. Een pyrhelimeter meet de intensiteit van de directe zonnestraling loodrecht op de straalrichting. Een pyrhelimeter met een registreerinrichting heet een pyrheliograaf. Deze twee instrumenten zijn uitsluitend voor kortgolvlige straling bedoeld. Een pyranometer meet de hoeveelheid straling, welke door een halve bol van boven op een horizontaal vlak invalt. Een reflectometer meet de hoeveelheid straling, welke door een halve bol van beneden op een horizontaal vlak invalt; een reflectometer is dus een omgekeerde pyranometer. Een balansmeter bestaat uit een pyranometer en een reflectometer, waarbij beider output tegen elkaar zijn geschakeld, zodat het verschil wordt gemeten.

Andere personen meenden instrumenten naar meer gedetailleerde eigenschappen te moeten noemen. Bijvoorbeeld naast een pyranometer, welke voor lange en voor korte golven kan worden gebruikt, wenste deze groep een effectieve pyranometer, welke $S + H + L\downarrow$ meet, en een effectieve reflectometer, welke $R + L\uparrow$ meet, genoemd te zien; zo ook een infra-rode balansmeter en een kortgolvlige balansmeter. In de genoemde symbolen betekent S de directe kortgolvlige zonnestraling op een horizontaal vlak, H de diffuse kortgolvlige hemelstraling op een horizontaal vlak en R de van de aardbodem gereflecteerde kortgolvlige straling op een horizontaal vlak.

De vergadering kwam tot de volgende slotsom: Vele aspecten maken het moeilijk een gemeenschappelijke basis te vinden. Het zou duidelijk moeten worden aangegeven, welke beslissingen en definities reeds door een internationaal lichaam zijn aangenomen en door welk lichaam. Nieuwe voorstellen zouden zich moeten beperken tot belangrijke termen in de stralingsmeteorologie. De aan te bevelen eenheden moeten zo mogelijk tot het mks of het cgs systeem behoren; maar het gebruik van de overige in zwang zijnde eenheden is nog toegestaan.

De volgende tijdelijke expert groep, (de onderstreepte persoon is

voorzitter) bestaande uit Schulze, Collingbourne, Dogniaux, Hofman en Ashford, zou zich nog op nieuwe voorstellen moeten beraden. Punt 1 is in de zitting van 17 augustus weer aan de orde gekomen. Maar er kwam geen overeenstemming. Daar op het moment niets kon worden beslist, werd door de voorzitter van de WGRM gezegd, dat de volledige tekst van de voorstellen aan de gedelegeerden, welke naar de CIMO bijeenkomst te New Delhi gaan, zullen worden gezonden.

Punt 2, WMO-Guide.

Het nieuwe hoofdstuk over stralingsmetingen zal ongeveer 25 bladzijden druk in beslag nemen, wanneer dit alleen algemene informatie over het onderwerp bevat. Voor meer bijzonderheden wordt dan verwezen naar het IGY-handboek, waarvan 500 nieuwe exemplaren door Eppley-Laboratories Inc. zullen worden aangemaakt. Instructies over de berekening van de zonneshijnduur, over de pyranometer volgens Robitzsch en over de reductiefactoren voor optische filters kunnen worden toegevoegd.

Voor de drie talen waarin het hoofdstuk zal verschijnen en voor de instructies wordt een expert groep benoemd: Collingbourne, Pastiels, Perrin de Brichambaut (zonneshijnduur), Drummond (filters), Schulze (Robitzsch).

In de plenaire zitting van 17 augustus is dit punt weer aan de orde gekomen. Hierin verklaarde de voorzitter van de WGRM, dat de volledige tekst van punt 2 naar de voorzitter van de C.I.M.O. zal worden gezonden. Opm. Punt 2 is het enige programma-punt, dat zonder discussie of kritiek en volledig uitgewerkt door de vergadering is behandeld.

Punt 3, Methoden en formules voor de berekening van stralingsfluxen.

Stel de globale straling zij G gedurende een zeker tijdsinterval bij een zonneshijnduur s , terwijl de maximaal mogelijke zonneshijnduur gedurende dat tijdsinterval s_0 is, dan kan, als $G = G_0$ voor $s = s_0$, G door de volgende formule worden voorgesteld $G/G_0 = \sum_{i=0}^m a_i (s/s_0)^i$, waarbij i een geheel getal is. Het tijdsinterval (= tijdseenheid) wordt meestal gekozen uit: een uur, een dag, 5 dagen, een week, 10 dagen, een maand en een jaar. Meestal wordt verder voor m de waarde één gekozen, soms ook twee. Als $m = 1$ is ge-

kozen, kan zich het geval voordoen dat ook nog $a_0 + a_1 = 1$ wordt gekozen. De formule, die dan ontstaat, heet de formule van Ångström. De waarden, welke voor de constanten kunnen worden berekend, hangen af van de plaats van waarneming en de tijd van het jaar. Men kan ook nog stellen $G/G_0 = a(s/s_0)^b$, waarbij a en b constanten zijn, welke beide uit het materiaal moeten worden bepaald (Nicolet en Dogniaux). Er is nog een derde voorstellingswijze $G/G_0 = \sum_{i=0}^m a_i (s/s_0)^i$, waarbij i weer een geheel getal is, G_0 de extraterrestrische globale straling gedurende de gekozen tijdseenheid, terwijl de overige grootheden dezelfde betekenis hebben als boven. Tussen de bijeenkomsten van de WGERM te Oxford en te Wenen heeft Perrin de Brichambaut een eenvoudige methode ontwikkeld om op elk punt van het aardoppervlak tussen 20°S en 80°N de 10-daagse sommen van de globale straling te schatten voor elk 10-daags tijdvak van het jaar met behulp van de formule van Ångström als alleen maar de relatieve zonneshijnduur bekend is. De Boer heeft in die tijd een methode ontwikkeld om eveneens met de formule van Ångström voor elk punt van Nederland en voor elke dag van het jaar de dagsom van de globale straling te berekenen als de zonneshijnduur per uurvak ter plaatse bekend is; de schattingen met deze methode gemaakt zijn veel nauwkeuriger dan die met de gebruikelijke methodes. Aldus was de stand van zaken voor dit punt tot aan de bijeenkomst te Wenen.

Op de bijeenkomst zette de Brichambaut uitvoerig zijn methode uiteen. De Boer noemde alleen maar zijn methode, daar deze reeds gepubliceerd was. Verder merkte deze op, dat men in feite die methode om de hoeveelheid globale straling te schatten moet gebruiken, welke het best past bij het doel, waarvoor men de globale straling moet kennen. Tenslotte zette de Boer nog uiteen, dat punt 3 spreekt over formules om stralingsfluxen te berekenen, terwijl er alleen maar formules bestaan om de globale straling te meten. Zelfs indien men punt 3 alleen voor de globale straling zou willen uitvoeren, zou dit zoveel werk kosten, dat één instituut dit redelijkerwijze niet kan uitvoeren. Schüepp vertelde dat hij de zonneshijnduur-stroken van 13 stations in Congo had laten uittrekken door de meteorologische diensten van 6 verschillende Afrikaanse staten en dat van de uittrekresultaten maandsommen waren samengesteld. Vervolgens werden door elk van deze diensten de maandsommen

van de globale straling van die 13 stations in een gemiddeld verband gebracht met de maandsommen van de zonneshijnduur, en wel volgens de formule

$$G/G_0 = 0,32 + \sqrt{a(s/s_0) + b(s/s_0)^2}.$$

Op deze wijze werden 6 betrekkingen verkregen met verschillende waarden van a en b. Hiermede liet Schüepp de invloed zien van de verschillen in instructies van de 6 meteorologische diensten betreffende het uittrekken van Campbell-Stokes diagrammen op de berekening van de globale straling. De Boer merkte toen op, dat de verschillen over het algemeen niet zo groot waren, daar op het oog gezien vier van de 6 betrekkingen statistisch niet-significant verschillen.

Ångström merkte op, dat de formule $G/G_0 = a+b(s/s_0)$ voor verschillende doeleinden kan worden gebruikt:

- a) voor interpolatie
- b) als maat van de extinctie in de berekening van G_0
- c) voor toetsing van gemeten G-waarden
- d) voor een klimatologie van a- en b-waarden

Als conclusie van de discussies kan worden gezegd, dat er speciaal de nadruk op moet worden gelegd dat duidelijk vermeld dient te worden voor elke formule en voor elke coëfficiënt over welke condities en grootheden men het heeft (zoals extraterrestrisch, Rayleigh atmosfeer, gemiddelde atmosfeer, heldere lucht, enz.), wat het voornaamste doel is (intensiteiten, dagsommen, decadesommen, maandsommen, enz.) en welke de geschatte nauwkeurigheid is. Betrekkingen tussen verschillende stralingscomponenten (bijv. globale en circum-globale straling) zijn nog zeer weinig bestudeerd, maar verdienen veel meer aandacht. De expert groep, zoals vermeld in Bijlage II, zou haar werkzaamheid dienen voort te zetten.

Een tijdelijke werkgroep werd niet benoemd.

Op de plenaire zitting van 17 augustus werd besloten geen expert groep te benoemen, daar de tekst van punt 3 veel te wijd van strekking is. Aan de president van C.I.M.O. zal worden verzocht een verzoek tot de Klimatologische Commissie te richten om dit probleem op zich te nemen en tot oplossing te brengen.

Ten aanzien van deze beslissing merkte De Boer nog op, dat, hoewel de beslissing principiëel juist is, vermoedelijk dezelfde personen

dit probleem tot oplossing zouden moeten brengen, als wanneer dit probleem nog op het programma van de WGRM van de CIMO stond.

Punt 4, Standaard formulieren en classificatie van instrumenten.

Punt 4 werd behandeld aan de hand van een voorstel van de voorzitter van de betreffende expert groep; dit voorstel is als Bijlage III hier toegevoegd. Er was geen discussie over de standaard formulieren. Schüepp, die het voorstel verdedigde, vertelde, dat de grootheid I in formulieren Ia, II en IIIb theoretisch zou kunnen worden weggelaten, daar G en D beide reeds voorkomen. Maar I is zo'n belangrijk element, dat men I heeft opgenomen (I = de directe zonnestraling loodrecht op de zonnestrallen). Verder vertelde Schüepp, dat in formulier IVa θ vervangen wordt door β .

De Boer stelde, dat als in formulier IVb α_m , B en w gegeven zijn, in feite β , T en θ ook bekend zijn. Uit historische overwegingen kan men β en T wel opnemen, maar θ kan worden geschrapt, daar deze grootheid ook geen fysische betekenis heeft.

θ zal in formulier IVb worden weggelaten.

In Bijlage IV is het voorstel voor de classificatie van de stralingsinstrumenten naar de nauwkeurigheid opgenomen. Dit voorstel leverde veel discussie en kritiek. Uiteindelijk is voorlopig in het voorstel slechts een kleinigheid veranderd.

De voorlopige conclusie over punt 4 luidde dus als volgt.

Tot op een zekere hoogte zal de keuze van de standaardformulieren afhangen van het feit of er een nationale weerdienst kan worden gevonden, die de publicatie van de stralingsgegevens in de verschillende formulieren op zich wil nemen. In het algemeen kan de vergadering wel reeds beslissen; bijv. dat zulke speciale tabellen zoals formulier IVb en formulier VI nog niet voor algemene publicatie kan worden aanbevolen. Alleen gegevens van zorgvuldig geijkte instrumenten, waarbij de standaardpyrheliometer kort geleden is geijkt geworden bij een erkend ijkcentrum, zullen op deze wijze worden gepubliceerd.

Een tijdelijke expert groep om de details nog nader te bekijken, werd benoemd:

Drummond, Ashford, Schüepp.

In de plenaire zitting van 18 augustus werd op voorstel van deze expert groep besloten om de standaardformulieren, welke voor het

IGY zijn gebruikt, thans voorgoed in te voeren, zo nodig met andere eenheden.

Over de classificatie werd ook toen veel heen en weer gesproken. Zo zullen de Ångström- en Silverdisk pyrhelimeters onder de "primary instruments" vallen en dus als standaard instrumenten dienst kunnen doen. Alle overige instrumenten zijn "secondary instruments". Enkele goede Linke-Feussners zullen onder de 1ste klasse pyrhelimeters vallen, de overige onder de 2de klasse pyrhelimeters. Zo vallen de Moll-Gorczyński en de Bellani gewoonlijk onder de 2de klasse pyranometers, ook de Stern en de Volochine. De Robitzsch, indien alle correcties worden toegepast, valt onder de 3e klasse pyranometer; indien geen correcties worden toegepast, wordt dit instrument niet geklassificeerd.

Het is nu de bedoeling, dat elk instituut of meteorologische dienst zijn stralingsinstrumenten volgens deze classificatie classificeert.

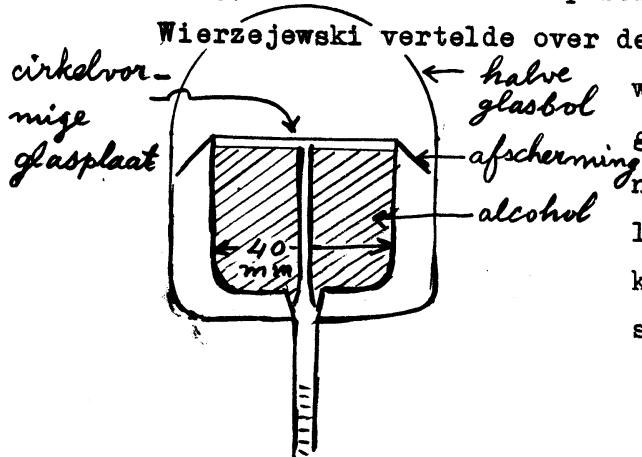
Hierna merkte De Boer nog op dat, als elk instituut of dienst zijn stralingsinstrumenten voor zich zelf classificeert en deze classificatie niet publiceert daar dit niet verplicht of aanbevolen is, men niets weet over de nauwkeurigheid van de stralingsgegevens, welke op de standaardformulieren zijn ingevuld. Hierop wist de voorzitter niets te antwoorden.

Daarna werd een recomandatatie opgesteld om de in Bijlage IV voorgestelde classificatie door de C.I.M.O. te laten aannemen.

Punt 5, Eenvoudige instrumenten.

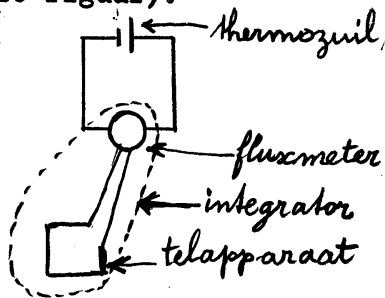
Schüepp begon te vertellen over het door hem bepaalde verband tussen dagsommen van de Bellani en de dagsommen van de globale straling, zoals dit voor tropische gebieden blijkt te gelden.

Wierzejewski vertelde over de horizontale Bellani, welke in Davos wordt geconstrueerd. Het principe is gelijk aan dat van de bolvormige Bellani. Binnenin zit een hol cilindervormig lichaam, van boven door een vlakke cirkelvormige glasplaat afgedekt. De doorsnede van de cylinder is 40 mm.



Het ontvangende lichaam is van een lichtabsorberende, goed warmtegeleidende stof voorzien. Echter het geval is zo ingericht dat alleen de bovenplaat vrij licht kan ontvangen. Het ontvangende lichaam is nog omgeven door een tweede glaslichaam om warmte-afgifte door de detector aan de buitenlucht tegen te gaan. De bovenkant van het omhullende lichaam heeft de vorm van een halve bol. De prijs zal ongeveer \$ 120 bedragen.

Perrin de Brichambaut vertelde over een integrator voor uur- en dagsommen, welke bij La Météorologie Nationale wordt ontwikkeld (zie figuur).



Als de fluxmeter boven een gestelde drempel uitslaat, begint het telapparaat te werken. De uur- en dagsommen worden opgetekend. De thermozuil moet ongeveer leveren 7 m V per cal. De integrator zal ongeveer 2500 NF = 500 \$ kosten.

Drummond deelde mede dat een integrator van Leeds and Northrup nu 2000 \$ kost. Eppley ziet kans een zelfde apparaat te bouwen, waarbij de uitkomsten automatisch getypt worden voor ± 1000 \$, terwijl de nauwkeurigheid zeer goed zal zijn.

Schüep sprak nog over de Robitzsch pyranograaf, welke wel een goedkoop, maar slecht instrument is. De Boer bracht nog naar voren de zeer lange insteltijd van de Bellani tegenover die van de Moll-Gorczyński, als men alleen het eerste instrument en niet het tweede bezit en daarom gebruik wil maken van de betrekking tussen de circum globale en de globale straling.

De discussies komen er op neer, dat er buiten de Bellani geen enkel goedkoop en redelijk goed stralingsinstrument bestaat. Dit houdt in dat er geen enkel instrument met horizontaal opvangvlak bestaat dat goed en goedkoop is en aanbevolen kan worden voor wereldwijd gebruik. Er bestaat evenveel goede hoop voor een horizontale Bellani (Davos) en een eenvoudige fluxmeter-integrator (Frankrijk).

Er werd een expert groep benoemd: de Brichambaut, Drummond, Ikwa. Op de plenaire zitting van 17 augustus kwam dit punt weer aan de orde. De expert groep stelde voor, daar het niet mogelijk bleek om nauwkeurigheid en bescheiden prijs te combineren en daar een

horizontale Bellani en een eenvoudige fluxmeter-integrator in aanbouw zijn, om de bewoording van de opdracht in punt 5 als volgt te wijzigen:

"Development and study of simple pyranometers for global incoming radiation combining acceptable accuracy with modest price". De C.I.M.O. wordt ook nog uitgenodigd om hieraan toe te voegen de ontwikkeling van een eenvoudige fluxmeter-integrator.

Punt 6, Zonneschijn recorder.

Schüepf begon de discussie van dit punt met een introductie over de definitie van zonneschijnduur gemeten met een Campbell-Stokes. Na veel gepraat stelde hij voor om deze te definiëren als de tijdsduur gedurende welke de intensiteit van de zonnestraling loodrecht op de straalrichting groter is dan $300 \text{ mcal/cm}^2 \text{ min}$. Verder sprak hij over een regionale vergelijking van materiaal van Congolese stations bewerkt door Angola, Congo, Mozambique, Rhodesië, Soedan, Nigerië en Kenia.

De Boer meende, dat eerst de definitie van zonneschijnduur moet vastgesteld zijn en dat de methode voor de meting van de zonneschijnduur aan die definitie moet worden aangepast. Vervolgens wees hij op het werk, dat door Levert in Nederland was gedaan op het gebied van de instructies voor het uittrekken van zonneschijnstroken: a) de resultaten van het uittrekken volgens de nederlandse, duitse en engelse methode werden met elkaar vergeleken; b) de nederlandse instructie werd zo scherp gesteld, dat de standaardafwijking in de resultaten tengevolge van het repetitie effect klein is ten opzichte van de standaard afwijking tengevolge van het persoons-effect. Tenslotte verwees hij naar Levert's memorandum van 23-3-1961, waarin de instructie zoals deze in Engeland, België en de Congo, Duitsland, Nederland en de "Guide" zijn gegeven, met elkaar werden vergeleken.

Perrin de Brichambaut stelde iets verstandigs voor. Hij wilde, dat elk observatorium of meteorologische dienst zou beschikken over een standaard Campbell-Stokes, die door de W.M.O. verstrekt zou worden uit een voorraad identieke instrumenten. Deze instrumenten zouden dan voor elk netwerk als standaard kunnen dienen. Ten einde over de gehele wereld volkomen vergelijkbare gegevens over de

zonnenschijnduur te verkrijgen, stelde hij verder voor om standaard zonnenschijnpapier te laten maken en dit goedkoop verkrijgbaar te stellen. De Météorologie Nationale te Parijs heeft een fabriek in Frankrijk bereid gevonden om altijd dezelfde kwaliteit papier te leveren; dit papier steeds op dezelfde manier een bepaalde blauwkleuring te geven; de uurstrepen zwart te maken i.p.v. wit; dit papier steeds op dezelfde manier met een pasta te impregneren, zodat vochtigheid weinig invloed op het papier heeft en dit papier steeds in de lengte-richting van de vezel te snijden. Voor het uittrekken van de stroken zou over de gehele wereld een standaard instructie moeten worden gevolgd.

Schüepp prees nog het nederlandse werk betreffende vergelijking van resultaten volgens engelse, nederlandse en duitse instructies en zeide een voortzetting ervan toe te juichen.

Een expert groep om een nieuwe redactie van de instructies voor de "Guide" te ontwerpen werd benoemd: Perrin de Brichambaut, De Boer, Schüepp.

Op de plenaire zitting van 17 augustus legde deze expert groep een nieuwe redactie aan de vergadering voor; deze werd aangenomen en zou aan de C.I.M.O. worden doorgestuurd (zie Bijlage V).

Punt 7, Langgolvige straling en stralingsbalans.

Schüepp vertelde, dat de studie van de commissie voor dit punt nog niet klaar is. Hij merkte verder op dat onderscheid gemaakt moet worden tussen onbedekte balansmeters met ventilatie en bedekte balansmeter. In Bijlage VI is de tegenwoordige toestand in het kort uiteengezet en hieruit blijkt, dat stralingsbalansmeters en vooral de bedekte ons voor vele problemen stellen.

Schulze vertelde over zijn methode om de lupolen-bollen af te koelen tot luchttemperatuur. De Fa. Lange te Berlijn vervaardigt



Schulze apparaten met ventilatiekoeling.

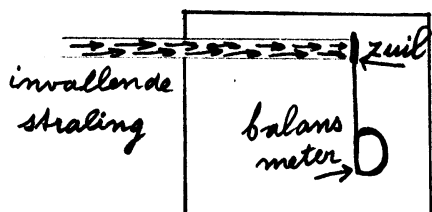
Zie ook Bijlage VI hierover.

Hij vertelde verder dat voor een lupolen laag van 0,1 mm dikte het volgende geldt:

λ	$0,3 - 0,8 \mu$	$\lambda > 3 \mu$
absorptie	0 %	7 %
reflectie	8 %	13 %
verstrooiing	2 %	0 %
doorgelaten	90 %	80 %

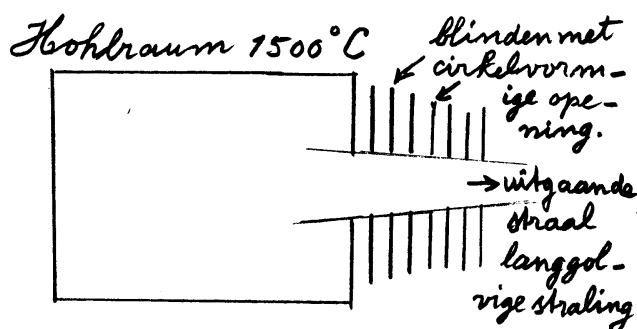
Dit betekent, dat er in werkelijkheid twee ijkfactoren moeten worden bepaald. Voor enkele moeilijkheden zij men verwezen naar Bijlage VI.

Prof. Brooks uit Californië vertelde over de ijking van onbedekte balansmeters. Voor korte straling wordt een vat gebruikt (zie figuur), waarin een gelijkmatige



temperatuur heerst. Door de balansmeter om te keren kan boven- en onderzijde geijkt worden.

Voor langgolvlige straling wordt gebruik gemaakt van een



Hohlraum op een temperatuur van 1500°C . Uit de opening komt een warmtestraling, welke door achtereenvolgende schermen (zie figuur) gericht wordt.

Uit deze discussies werd het duidelijk, dat het probleem van temperatuurveranderingen of temperatuurgradiënten in de instrumenten gedurende de ijking en gedurende gebruik in het veld nodig bestudeerd moet worden bij balansmeters van het Schulze-type. Gevoeligheid voor weersinvloeden zoals sterke wind, hoge vochtigheid of regen, inhomogeniteiten in het ventilatie mechanisme geeft speciale moeilijkheden met de kunstmatig geventileerde instrumenten. Het verdient ook aanbeveling een theorie over het warmte-gedrag van langgolvlige radiometers op grondige wijze te ontwikkelen.

Een tijdelijke expert groep om over deze punten te denken, werd benoemd. Deze bestond uit: Schulze, Brooks, Collingbourne, Wierzejewski en Thams.

Deze groep kwam op de plenaire zitting van 17 augustus met de recom-

mandatie, dat de verschillende types balansmeters zorgvuldig bestudeerd moeten worden en dat dikwijls vergelijkende metingen tussen de verschillende types moeten worden gedaan.

Punt 8, Instructies voor stralingsmetingen boven de Oceaan.

Daar van de expert groep niemand aanwezig was, kon dit punt niet worden behandeld. Dit punt zal op het programma worden gehouden.

Punt 9, Instructies voor stralingsmetingen in de vrije atmosfeer.

Van de expert groep was alleen Prof. Müller aanwezig. Deze vertelde, dat zijn pogingen om contact met Suomi op te nemen, op niets zijn uitgelopen. Toen is hij begonnen de apparatuur van Suomi na te maken; deze is echter nog niet klaar. Ook een vergelijking met de Britse vliegtuig-apparatuur kon niet doorgaan door gebrek aan tijd van Dr. Robinson.

Müller zal proberen een rapport samen te stellen voor de C.I.M.O. vergadering te New Delhi en voorstellen om dit punt op de agenda te houden.

Punt 10, Robitzsch bimetaal pyranometer.

Schulze geeft een uitstekend overzicht. Oorspronkelijk had Robitzsch zijn instrument bedoeld voor meting van zonneshijnduur.

- 1) eisen betreffende de stralingsnatuurkunde van het instrument. De koper eist dat de witte strips ook wit zijn voor kortgolvlige straling en zwart voor langgolvlige straling; de achterzijde van de strips moeten blank en afgeschermd voor straling van onderen zijn. De nieuwste instrumenten vervullen deze eisen; de oude en eigen gemaakte instrumenten voldoen hieraan niet.
- 2) mechanische eisen. Zonder straling moet men toch niet een uitslag van meer dan 0,2 cal door temperatuurverschillen van 30°C krijgen. Dit betekent eigenlijk, dat de nullijn van het instrument niet vastligt; dit komt vooral tot uiting in het verschil tussen dag en nacht. De traagheid (1/e) mag niet meer dan 10 minuten bedragen.
- 3) ijkings-eisen. IJking moet met een solarimeter gebeuren. Er is echter geen lineair verloop bij kleine uitslagen, wel een lineair verloop bij grote uitslagen. De ijkfactor is dus een

functie van de uitslag van de Robitzsch.

- 4) uittrekkingseisen van de diagrammen. Alleen dagsommen kunnen worden bepaald.
- 5) classificatie. Volgens de classificatie van Schüepp zal de Robitzsch in de 3de klasse pyranometer behoren, als deze zorgvuldig en herhaaldelijk geijkt wordt. De gevoeligheid voor dagsommen is niet groot; de stabiliteit van de gevoeligheid is ook niet groot (verandering van de ijkfactor). Het instrument is gevoeliger voor diffuse dan voor directe straling; de gevoeligheid is dus afhankelijk van de golflengte.

Thams vertelde nog, dat de ijkfactor een functie is van de zons-hoogte en dat deze ook iets afhankelijk is van de hoeveelheid bewolking.

Schüepp deelde mede, dat ook de Siap (een verbeterde Robitzsch, vervaardigd te Bologna) niet goed is.

Er wordt besloten dat in een noot aan punt 2 en punt 5 zal worden toegevoegd, dat de Robitzsch niet kan worden aanbevolen als een eenvoudig instrument.

Punt 11, aan te leggen voorraden; etc.

- 1) Polyethyleen in zuivere vorm is een niet-stabiele verbinding. Door toevoeging van verontreinigingen wordt het stabiel gemaakt. Fabrikanten kunnen dus verschillende stoffen in verschillende hoeveelheden toevoegen. Zo ontstaan ± 2000 soorten polyethyleen.

Schulze stelde daarom voor om polyethyleen te laten maken met behulp van een vaste samenstelling van de te gebruiken verontreiniging en om van die polyethyleen een flinke stock aan te leggen. Hij zeide reeds een voorraad te hebben.

- 2) Collingbourne stelde namens Robinson voor om een flinke stock van Parsons Black en Parsons verdunner aan te leggen. De firma Parsons in Londen vervaardigt verven en kleurstoffen voor de binnenhuisarchitectuur, zodat het te begrijpen valt, dat de zojuist genoemde producten voor de firma niet erg winstgevend zijn. Ze willen ophouden met de productie. Men wil dan ook, behalve een flinke voorraad aanleggen, proberen de recepten voor het vervaardigen van die stoffen los te krijgen. De absorptie van Parsons Black is zowel voor kortgolvlige als

voor langgolvlige straling goed en niet-selectief.

- 3) Door Perrin de Brichambaut werd voorgesteld om een grote voorraad papier-stroken voor de Campbell-Stokes zonnenschijnautograaf aan te leggen. Voor bijzonderheden hierover kan verwezen worden naar Bijlage V, II.2.
- 4) Door Ångström en Drummond werd voorgesteld om een nieuwe grote voorraad optische filters OG1, RG2 en RG8 aan te schaffen, daar de laatste tijd gebleken is dat grote afwijkingen voorkomen van de gemiddelde golflengte van de drie absorptie kanten.

Een smelt heeft afmetingen van 1.5x1.5x1 meter; dat is dus niet groot. Men zou dan moeten bepalen, dat de standaarddikte van elk filter 2,00 mm bij 20°C is en dat de absorptie kanten zouden moeten liggen bij OG1 $525 \pm 5 \text{ m}\mu$; RG2 $630 \pm 5 \text{ m}\mu$; RG8 $700 \pm 5 \text{ m}\mu$. Schott und Gen. uit Mainz meldt dat een smelt kan worden gemaakt, welke aan deze voorwaarden voldoet.

De vier punten zouden worden besproken door Schulze, Drummond, Perrin de Brichambaut, Collingbourne en Wark.

Op de plenaire zitting van 18 augustus kwam deze expert groep met een aanbeveling voor de C.I.M.O. om voorraad te vormen van Parsons optical black lacquer + Parsons verdunner

Infrarood doorlatende plastics: Polyethylene BASF (H 1820) vervaardigd onder hoge druk met zuurstof als enige katalysator.

Filterglazen OG1 met een kant bij 20°C $525 \pm 5 \text{ m}\mu$ voor een dikte van 2 mm

Filterglazen RG2 met een kant bij 20°C $630 \pm 5 \text{ m}\mu$ voor een dikte van 2 mm

Filterglazen RG8 met een kant bij 20°C $700 \pm 5 \text{ m}\mu$ voor een dikte van 2 mm.

Standaard zonnenschijnstroken 0,4 mm dik overeenkomstig de instructies van de Météorologie Nationale te Parijs.

Tenslotte werd in verband met de afwijkingen, welke voorkwamen in de golflengten van de drie kanten door Ångström meegedeeld een formule te kunnen geven welke dergelijke afwijkende filters reduceert op de standaard-filters als functie van de ligging van de kant, temperatuur en vertroebeling. Een instructie hiertoe gemaakt door Drummond en Schüepp zal in de W.M.O.-Guide worden opgenomen.

Punt 12. Pyrheliometrische vergelijkingen Davos 1959.

Op deze eerste grote internationale vergelijking te Davos werden 30 in werking zijnde standaard pyrheliometers van 19 landen met elkaar vergeleken. Over het algemeen stemden deze instrumenten binnen 1% met elkaar overeen na zorgvuldige ijking van de elektrische hulpinstrumenten, welke de voornaamste bronnen van afwijkingen in het verleden bleken te zijn.

Er zijn drie internationale standaard pyrheliometers nl.:

Å No. 158 te Stockholm

Å No. 210 te Davos

Å No. 525 te Davos en eigendom van WMO.

Daar het Stockholm instrument de standaard Ångström voor de gehele wereld is, zijn de andere twee op de Å No. 158 gereduceerd. Zo bleek $\text{No. 158} / \text{No. 210} = 0,9941 \pm 0,0005$. Hieruit volgt, dat de ijkfactor van het Davos-instrument iets moet worden verlaagd; de nauwkeurigheid van dit instrument bedraagt 0,2%.

De Å No. 525 is door de WMO in Davos geplaatst, opdat iedereen naar Davos kan gaan en zijn pyrheliometer aldaar kan ijken op de 525. Het rapport van Dr. Mörikofer was nog niet geheel klaar. Over enkele maanden hoopt hij de uiteindelijke versie rond te kunnen sturen. Hiermede was het technisch wetenschappelijk deel van de bijeenkomst afgelopen.

Mr. Ashford nam het woord en zette uiteen, dat Dr. Mörikofer was afgetreden als voorzitter van de WGRM. Dr. Schüepp heeft als voorzitter van de bijeenkomst te Wenen gediend. Er moest een voorzitter worden gekozen met ambtstermijn aflopend in januari 1962 met de C.I.M.O. bijeenkomst te New Delhi. De op dat moment zitting hebbende leden van de WGRM waren: Dr. Mörikofer, Dr. Robinson, Dr. Fritz, Dr. Schüepp, Perrin de Brichambaut, Dogniaux, Prof.Dr. H.G. Müller, Dr. Yanichewski en Prof.Dr. R. Schulze. Dr. Schüepp werd tenslotte als voorzitter gekozen.

WMO Commission for Instruments and Methods of Observation

Working Group on Radiation Measurement

Meeting in Vienna, 10 to 19 August 1961

Survey of the proposed Technical Agenda
=====

A. Problems to be prepared by special Expert Groups

1. General problems

1. Preparation of an international terminology of radiation instruments and fluxes (in cooperation with the Radiation Commission of IAMAP).

General discussion, proposals and amendments. Redaction of a final version, together with some representatives of the IAMAP Radiation Commission.

2. New redaction of Chapter 9 of WMO Publication No. 8: Guide to International Meteorological Instrument and Observing Practice, referring to measurement and evaluation of radiation and sunshine.

Discussion of a draft for the measurement of radiation.

Discussion of the best possibility for the evaluation of duration of sunshine and redaction of an instruction for the Guide.

3. Comparable study of methods and formulae for calculation of radiation fluxes from radiation observations with simple instruments and from observations of other meteorological elements.

Survey of the existing formulae and critical examination of the regional limits of their validity; precision for intensities, hourly and daily totals and monthly means.

Redaction of a list of recommended formulae.

4. Proposals for standard forms for radiation tables.

Discussion of the actual practice in different countries.

Recommendation for standardization of the forms.

II. Instrumental problems

5. Development and study of simple radiation instruments with acceptable accuracy and classification of accuracy of the main radiation instruments.

Reports on the progress in the development of new simple radiation instruments. Report on the results of radiometer comparisons in different climates with special consideration of the dependence on temperature, solar height, ground albedo and of the resistance against weathering and the long-term stability of sensitivity. Redaction of a classification of accuracy of the existing radiometers.

6. Evaluation of the duration of sunshine with Campbell-Stokes sunshine recorders.

Reports on the present methods used in different countries, statistical tests, comparison with actinometric heliographs.

Definition of the "duration of bright sunshine". Evaluation of an instruction.

7. Discussion on radiometers for long-wave radiation and radiation balance.

Discussion on the experience with current long-wave radiometers and radiation balance meters. Critical examination of calibration methods in laboratory and field. Redaction of the results of the discussion.

8. Instruction for radiation measurements above the ocean.

Reports on the experience and the present state of the methods.

Redaction of a report.

9. Instruction for radiation measurements in the free atmosphere.

Reports on the experience and the present state of methods.

Redaction of a report.

10. Critical discussion on the use and the calibration of the Robitzsch bimetallic pyranograph.

Reports on the experience. Redaction of a report.

B. Other Technical Problems

11. Discussion on further radiation instruments.

Suggestions by members and participants.

12. Results of the Davos 1959 comparisons of primary working-standard pyrheliometers.

13. Suggestions by members.

WMO Commission on Instruments and Methods of Observation

Working Group on Radiation Measurement

Expert Groups for the preparation of special problems
for the Vienna meeting 1961

(The name of each responsible chairman of the expert group is underlined)

I. General problems

1. Preparation of an international terminology of radiation instruments and fluxes, in cooperation with the Radiation Commission of IAMAP:
Robinson, Secretary of the Radiation Commission of IAMAP.
2. New redaction of Chapter 9 of WMO Publication No. 8: Guide to International Meteorological Instrument and Observing Practice, referring to measurement and evaluation of radiation and sunshine:
Robinson, Dogniaux, Mörikofer.
3. Methods and formulae for calculation of radiation fluxes from radiation observations with simple instruments and from observations of other meteorological elements:
Schüepp, Budyko, Dogniaux, Hinzpeter, Perrin, de Boer.
4. Proposals for standard forms for radiation tables:
Schüepp, Drummond, Fritz.

II. Instrumental problems

5. Development and study of simple radiation instruments with acceptable accuracy and classification of accuracy of the main radiation instruments:
Schüepp, Dogniaux, Fritz, Perrin, Perlat, G.D. Robinson.
6. Evaluation of the duration of sunshine with Campbell-Stokes sunshine recorders:
Schüepp, Dogniaux, Levert.
7. Discussion on radiometers on long-wave radiation and radiation balance:
Schüepp, Hinzpeter, Schulze, Thams, Wierzejewski.
8. Instruction for radiation measurements above the ocean:
Schulze, Day, Hinzpeter, Yanishevski.

9. Instruction for radiation measurements in the free atmosphere:

H.G. Müller, Suomi, possibly other colleagues.

10. Critical discussion on the use and the calibration of the Robitzsch bimetallic pyranograph:

Schulze, Drummond, Mörikofer, Schüepp, Thams.

CIMO Working Group on Radiation MeasurementExpert Group on "Standard Forms"Proposals for Standard Forms for Radiation Tables
=====Introduction.

It is very difficult to propose standard forms for international or regional publication of radiation data because of a number of quite different problems to be satisfied simultaneously, such as:

- a) Maximum of information relating to solar, atmospheric and terrestrial radiation
- b) Minimum of work for computing and tabulating
- c) Minimum of sources of error (typing, copies, bad readability, etc.)
- d) Facilities for reading (size and type of characters, arrangement, auxiliary equipment etc.)
- e) Facilities for research (simultaneous reading of several elements, evolution from day to day on the same page, comparison between neighbouring stations, etc.)
- f) Facilities for reproduction (size of the tables, arrangement, uniformity, etc.)
- g) Low price for reproduction (no retyping, no special paper, no expensive plates, etc.)
- h) Facilities for distribution (frequency, volume, binding, errata, etc.)
- i) Facilities for classification and refinding of data in a library (geography, period, element, individual leaves or cards, circulars, bound books, indicators, different colours, etc.)

Only the experience of many experts will allow finding the optimum realistic combination.

The subcommission for standard forms in radiation of CIMO will particularly appreciate proposals and information from those who have to deal with similar problems in other fields of meteorology. Concrete proposals for one particular problem (such as price for 200 expl. of

microcards compared to other methods of publication) are particularly welcome. Please do answer within ten days from receipt of this circular letter; this will allow the distribution of a second, more precise circular at the radiation conference at Vienna.

1) Elements of interest for general publication:

- 1.1 I Direct solar radiation at normal incidence
- 1.2 G Global radiation from sun and sky on a horizontal plane
- 1.3 D Diffuse radiation from the sky on a horizontal plane
- 1.4 R From the ground reflected radiation of solar origin. (If albedo is measured instead of R, this line should be left blank and albedo noted at the end of the table)
- 1.5 Q_1 All radiation from above
- 1.6 Q_2 All radiation from below
- 1.7 Q Radiation balance of all radiation components on a horizontal plane
- 1.8 SS Duration of sunshine
- 1.9 B Spherical radiation of solar origin. (When values are reduced to a horizontal receiver it should be communicated under G with a footnote referring to the method of reduction)
- 1.10 $\uparrow L$ = $E + r$ ground radiation*and reflected atmospheric radiation
= $Q_2 - R$
- 1.11 $\downarrow L$ = A downcoming atmospheric radiation = $Q_1 - G$
- 1.12 a Albedo of the ground = R/G
- 1.13 UV radiation: UVA between 0.315 and 0.38μ
UVB between 0.28 and 0.315μ
index G for global UV on a horizontal plane
index I for direct UV normal on the sun's rays
index D for diffuse UV on a horizontal plane
- 1.14 Illumination: E_G global illumination on a horizontal plane
 E_D diffuse illumination on a horizontal plane
 E_I direct illumination on a horizontal plane
- 1.15 Data on radiation at higher levels.

Complementary data of interest for the classification of radiation data:

- 1.20 t temperature in the screen °C (for Q_1 , Q_2 and Q)
- 1.21 n (n') cloudiness (neglecting ci) (for SS, G, D and Q)
- 1.22 e water vapour pressure (for turbidity, Q and $L\downarrow$)
- 1.23 r periods of precipitation (best with hourly intensity)
(for Q , $L\downarrow$, G, D)
- 1.24 p air pressure in mb (for turbidity)
- 1.25 v visibility (for turbidity)

Such complementary data if not published directly together with the radiation data should be at least referred to the place where such information could be found.

2. Indications for each monthly table:

- 2.1 Name and synoptical index of the station
- 2.2 Country, state
- 2.3 Latitude, longitude, altitude
- 2.4 Year, month or trimestre
- 2.5 Number of the form
- 2.6 Units ($W.cm^{-2}$; $kWh.m^{-2}$; $cal.cm^{-2}$; $mcal.cm^{-2}min^{-1}$; Bthu/sqft; Bthu/sqft.h; lx; lx.h etc.
- 2.7 Standard scale 1956, place of relevant standard instrument
- 2.8 Instrument, type, number
- 2.10 The headline should give in a clearly readable form the information for classification (typewriting characters of 3 mm at least)
Proposal for the general arrangement:

Headline: Synoptical index country, state number of form
 Year, month place

Other information to be reproduced in the same scale as the table:

Latitude, longitude, altitude in m (or feet)
units, scale, place or relevant standard,
instrument type (manufacturer), number
supplementary information and footnotes.

Table, see later

3. Presentation of data:

- 3.1 Hourly sums: Only data expressed in true solar time (LAT) should be published in extenso, other presentations of hourly values are difficult to understand physically.
- 3.2 Daily sums: These are the most useful data from a network
- 3.3 Balance: If daily sums are published only, information on the sum of the hours with + balance and the sum of the hours with -balance or of the daytime and night-time hours separated will be of high interest (in this case the length of the day should be communicated too)
- 3.4 Turbidity coefficients should be published for each measurement with LAT (nevertheless daily mean values will be appreciated too)
- 3.5 Direct radiation: spectral intensities are preferred for standard solar height $h = 0, 5, 10, 20, 30, 45, 60, 90^\circ$.
Other standard values are absolute m or relative m_h air-mass.
- 3.5.b. m or $m_h = 10, 8, 6, 4, 3, 2.5, 2, 1.5, 1.2, 1.1, 1.0$
- 3.5.c. clock-hours in LAT are preferred at other places.
- 3.6 Complementary data may be reproduced in local time or in zonal time, but a footnote should in the second case indicate the time-correction to LAT.

4. The size of the tables.

The size of the tables will be limited by several factors:

- 4.1 The arrangement of the indications necessary for classification and information (see point 2)
- 4.2 The number and size of observational data (three, four or five numbers for each single value)
- 4.3 The sums and mean values at the end of the table
- 4.4 The way of reproduction (see point 6).

5. The units

There are 3 classes of units: Physical units of electricity
Physical units of heat
Technical units,

which are frequently in use. When an agreement for terminology can be realized, naturally the data should be published in these units. Nevertheless a conversion table should be added on each annual bulletin for the use of engineers.

For ultraviolet radiation no standard instrument exists for calibration of meteorological UVA or UVB radiation. Arbitrary units have to be used: perhaps it will be possible in a footnote to state an approximate conversion factor to Watt or calories.cm⁻² with reference to the bandwidth of the wave-range.

For practical use it is very important to chose units which allow for reproduction of data without supplementary zero or decimal values. Units giving 3 places for mean intensities and at least 2 places for low intensities but never giving 4 places under terrestrial conditions should be preferred.

A list of all conversion factors is annexed.

6. Method for reproduction

6.1 Print

6.2 Stencil

6.3 Punched cards

6.4 Photocopy

6.5 Microfilm

6.6 Microcards

6.7 Other methods

6.1 Print: Only the general outlay has to be fixed for the original tables, the central publishing office may decide on the form of reproduction. The tables have to be entirely reset.

6.2 Stencil: The number of characters in a line and the number of lines are limited, details must not be fixed for the original tables but may be arranged by the publishing office. The tables have to be entirely copied.

6.3 Punch cards: All cards must be arranged exactly in the same way down to the smallest detail. Perhaps it is possible to print new cards with little effort, when the general arrangement of both types is not too different; such a procedure is useful only where hourly values of several stations have to be reproduced.

6.4 Photocopy: 1°) without changing the size:

Only the maximum size of the tables and the minimum size of the characters (to assure readable reproduction) have to be agreed upon.

2°) With possibility to change the size:

Only the general outlay has to be fixed.

6.5 Microfilm: The headline has to be reproduced in readable size.

The maximum size of the tables and the minimum size of the characters have to be agreed upon to allow for a serial reproduction with constant focal length of the photographic installation.

6.6 Microcards: Same requirements as for microfilm.

6.7 Other methods: Microcards give particular facilities for classification but need a reading apparatus. Photocopies generally need rather much place but combine easy reading with facilities for classification. Stencil and print give much work to the publishing office. Punch cards allow extensive statistical research but are very expensive and cumbersome.

6.1.0 Cost of reproduction and distribution: Any information on cost of reproduction and distribution for the above mentioned methods in function of the number of copies will prove particularly welcome for the proposals to CIMO and WMO (see questionnaire). There the following points have to be considered:

- a) Preparatory work: Dactylography, punching, writing etc.
- b) Preparation and price of ground plate (photography, etc.)
- c) Printing per leaf or image and price and weight
- d) Binding or arranging of a collection of leaves
- e) Serial distribution
- f) Distribution of errata
- g) Facilities for classification in the library
- h) Weight, size and volume for postal transport
- i) Other expenses

7. General remarks for the arrangement of the tables

For research purposes a combination of the hourly data I, G, D, R, Q₁, Q₂, Q, E+r, A, SS, T, e, n(n') r is best. But often it will prove hard

to arrange such a tabulation for a climatological network.

Tables which call for supplementary work at the climatological center will prove very difficult to be prepared regularly for a network. Generally a meteorological office will not agree to copy twice the tables, once for the publication in their own annals and once more and in a different way for the regional bulletin.

It should be very useful once a year to give a list of all supplementary data published elsewhere as well as of data available at the office but not published.

Hourly tables should always have the daily sum at the end of the line and for total radiation even daily total sunshine should be added.

Monthly sums for daily tables should always be published on the last line. For hourly values only the monthly mean values should be added on the last line; monthly sums will prove particularly difficult to be published on punch-card-listings.

Number of places. The accuracy of the data only exceptionally will be better than 1 %, but the mean intensities always should be readable at 1 %. Punch-cards often do not allow giving more than three places. For low sun and nocturnal balance values often a supplementary place should be published. If cal.cm^{-2} are used for hourly sums generally three places will be published. If ly is used one decimal place for hourly sums, entire numbers for daily sums should be published. In the tables generally the use of points and one or more zeros in front or behind the number should be avoided, it will be preferable to use tenths or decades of units.

FORM IIIa Hourly sums of the components of radiation balance

Date	element	01	02	03	23	24	day	SS	prec	G	Global radiation
1	G										D	Diffuse "
	D										R	Reflected "
	R										Q ₁	All radiation
	Q ₁											from above
	Q ₂										Q ₂	all radiation
	Q											from below
2	G										Q	total balance
	D											
	R											
	Q ₁											
	Q ₂											
	Q											
:	:											
(sum)												
mean												

FORM IIIb Daily tables of all components of radiation balance

Date	element	01	02	03	...	23	24	day	G	Global radiation
1	G								D	Diffuse radiation
	D								I	Direct radiation
	I								R	Reflected radiation
	R								A	Atmospheric radiation
	A								E+r	Ground radiation
	E+r								Q ₁	All radiation from above
	Q ₁								Q ₂	All radiation from below
	Q ₂								Q	Total radiation balance
	Q								SS	Duration of sunshine
	SS								t	temperature in climatological screen
	t								e	water vapour pressure
	e								r	precipitation
	r								n	total cloudiness
	n								n'	cloudiness without ci
	n'									

Sometimes the publication of t_A radiative temperature of the atmosphere and t_G radiative temperature of the ground would prove to be of high interest.

FORM IVa Measurements of direct radiation

Data	LAT	h	m	m_h	e	I	I_k	I_r	T	θ	LAT local apparent time
3	0735										h elevation of the sun
	0830										m airmass reduced to 1000 mb
	0945										m_h airmass zenith = 1
	1200										e water vapour pressure mb
	1325										I Total radiation
	1657										$I_k = I - DR_2 \cdot I_r$ "Kurzstrahlung"
5	1123										I_r Intensity behind red filter RG 2
											DR_2 Reduction factor for filter RG 2
											$I_r = DR_2 \cdot I_r$
											T Linke turbidity factor

FORM IVb Measurements of turbidity

Date	LAT	h	m	m_h	V	e	I	$DR_1 I_G$	$DR_2 I_R$	$DR_8 I_8$	I_b	I_d	I_D
30	1525	37.2	1.58	1.65	15km	16	598	549	482	417	49	67	132
													mcal/cm ² min ⁻¹

contin. α_m B β w T

1.6 .448 -- 1.9 -- --

LAT local apparent time h elevation of the sun m airmass reduced to
 e water vapour pressure m_h airmass zenith = 1 1000 mb
 I direct radiation I_G intensity behind yellow filter OG 1
 I_R Intensity behind red filter RG 2 I_8 intensity behind filter RG₈
 DR_1 reduction factor for filter OG 1 DR_2 reduction factor for filter RG₂
 DR_8 reduction factor for filter RG 8 $I_b = I - DR_1 I_G$
 $I_d = DR_1 I_G - DR_2 I_b$ $I_D = DR_1 I_G - DR_8 I_8$
 α_m exponent Ångström formula B coefficient of extinction Schüepp
 β coefficient of extinction Ångström w precipitable water
 T Turbidity factor Linke-Schneider θ Turbidity factor new

FORM V Hourly sums of illumination

Date	LAT	04	05	06	...	18	19	20	day	SS	E_G	Global illumination
	Element										E_D	Diffuse "
1	E_G										E_I	Direct "
	E_D											
	E_I											
2	E_G											
:	:											
31	E_G											
	E_D											
	E_I											
	(sum)											
	mean											

FORM VI Measurement of ultraviolet radiation

Date	LAT	h	m	m_h	B	Ω	UVA_I	UVB_I	UVA_G	UVB_G	UVA_D	UVB_D
LAT	local apparent time					h	elevation of the sun					
m	airmass reduced to 1000 mb					m_h	airmass zenith = 1					
B	turbidity coefficient					Ω	quantity of ozone (if measured near the observatory)					
UVA_I	direct component of radiation between 0.315 and 0.38 μ											
UVA_G	global radiation on a horizontal plane between 0.315 and 0.38 μ											
UVB_I	direct component of radiation between 0.28 and 0.315 μ											
UVB_G	global radiation on a horizontal plane between 0.28 and 0.315 μ											
UVA_D	diffuse radiation on a horizontal plane between 0.315 and 0.38 μ											
UVB_D	diffuse radiation on a horizontal plane between 0.28 and 0.315 μ											

FORM VII Soundings of Radiation Balance

Other radiation data recommended for publication:

W. Schüepp, Chairman
 Expert Group 1.4
 c/o Observatorium Davos
 Davos-Platz (Switzerland)

5.1 Units and Conversion Factors for Radiation Data

Flux per unit area

UNIT	$W \cdot cm^{-2}$	$kW \cdot m^{-2}$	$ly \cdot min^{-1}$	$cal \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$	$mly \cdot min^{-1}$	$mcal \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$	$kpm \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$	Bthn/sqft.h
Conversation factor	10	1.433	1000	256.17	8.635 $\cdot 10^{-4}$			
$W \cdot cm^{-2}$	1	10	14.33	14330	3.671 $\cdot 10^6$	3170		
$kW \cdot m^{-2}$	0.1	1	1.433	1433	3.671 $\cdot 10^5$	317.0		
$cal \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$	0.06978	0.6978	1	1000	2.562 $\cdot 10^5$	221.2		
$mcal \cdot cm^{-2} \cdot min^{-1}$	6.978 $\cdot 10^{-5}$	6.978 $\cdot 10^{-4}$	0.001	1	256.2	0.2212		
$kpm \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$	2.724 $\cdot 10^{-7}$	2.724 $\cdot 10^{-6}$	3.904 $\cdot 10^{-6}$	3.904 $\cdot 10^{-3}$	1	8.635 $\cdot 10^{-4}$		
Bthn/sqft.h	3.155 $\cdot 10^{-4}$	3.155 $\cdot 10^{-3}$	4.521 $\cdot 10^{-3}$	4.521	1158	1		

1 lx = lux = lm/m^2 = lumen per m^2 illumination

Radiation quantity per unit area

UNIT	$J \cdot cm^{-2}$	$kWh \cdot m^{-2}$	$Wh \cdot m^{-2}$	$ly \cdot cm^{-2}$	$mly \cdot cm^{-2}$	$kpm \cdot m^{-2}$	Bthn/sqft
Conversation factor	2.7778 $\cdot 10^{-3}$	1000	0.08598	1000	4.2694	8.635 $\cdot 10^{-4}$	
$J \cdot cm^{-2}$	1	2.778 $\cdot 10^{-3}$	2.778	0.2388	238.8	1019.7	0.8805
$kWh \cdot m^{-2}$	360	1	1000	85.98	85980	3.671 $\cdot 10^5$	317.0
$Wh \cdot m^{-2}$	0.360	0.001	1	0.08598	85.98	367.1	0.3170
$ly = cal \cdot cm^{-2}$	4.187	0.01163	11.63	1	1000	4269	3.686
$mly = mcal \cdot cm^{-2}$	4.187 $\cdot 10^{-3}$	1.163 $\cdot 10^{-3}$	0.01163	0.001	1	4.269	3.686 $\cdot 10^{-3}$
$kpm \cdot m^{-2}$	9.807 $\cdot 10^{-4}$	2.724 $\cdot 10^{-7}$	2.734 $\cdot 10^{-4}$	2.342 $\cdot 10^{-5}$	0.2342	1	8.635 $\cdot 10^{-4}$
Bthn/sqft	1.136	0.003166	3.166 $\cdot 10^{-6}$	2.712 $\cdot 10^{-7}$	2.712 $\cdot 10^{-4}$	1158	1

1 lx.h = luxhour klx.h = kiloluxhour quantity of illumination
 W Watt; kW kilowatt; J Joule = W.s; kWh kilowatthour;

p pond (weight of the mass of 1 gram at a place where gravity 9.80665 $m \cdot s^{-2}$)
 kp kilopond = 1000 p; kpm kilopondmeter

1 y Langley = radiation from 1 $cal \cdot cm^{-2}$; mly = 0.001 ly milliangley
 cal calory = 0.001 kcal kilocalory; mcal = 0.001 cal millicalory
 Bthn British Thermal Unit 1 $cal \cdot g^{-1}$ = 1.8000 Bthn.lb $^{-1}$
 lb = pound = 453.59 g gram sqft=squarefoot = 0.092903 m^2
 h hour; min minute; s second; m meter; cm centimeter = 0.01m

NB. The conversion factors are calculated from the international units adopted in 1959 by Deutsche Normen DIN 1301 and British Standards Institute 1952

Table on the classification of accuracy of the radiation instruments

(to be added to the corresponding document of W. Schüpp)

1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	e r r o r s				
							8)	9)	10)	11)	12)
sensi- tivity	stabil- ity	tempe- rature	selec- tivity	line- arity	aper- ture	time constant =1/e	cosine	azi- muth	galva- nometer	MA- meter	chro- no- meter
<u>Primary pyrheliometers</u>											
+ 1	+0,2%	+0,2%	+1%	+0,5%	CIMO II	max 100s	-	-	1 unit	0,1%	0,1 s
<u>Secondary instruments</u>											
<u>1st-class pyrheliometers</u>											
+ 1	+1%	+1%	+1%	+1%	CIMO II	max 100 s	-	-	0,1 unit	0,3%	0,3 s
<u>2nd-class pyrheliometers</u>											
+ 3	+2%	+2%	+2%	+2%	CIMO II	max 3 min	-	-	0,1 unit	+ 1%	-
<u>1st-class pyranometers</u>											
+ 1	+1%	+1%	+1%	+1%	-	max 100 s	+3%	+3%	-	+0,3%	-
<u>2nd-class pyranometers</u>											
+ 3	+2%	+2%	+2%	+2%	-	max 3 min	+5%	+5%	-	+1%	-
<u>3rd-class pyranometers</u>											
+10	+5%	+5%	+5%	+3%	-	max 15 min	+10%	+10%	-	+3%	-
<u>1st-class balance meters</u>											
+ 1	+1%	+1%	+3%	+1%	-	max 2 min	+5%	+5%	-	+0,3%	-
<u>2nd-class balance meters</u>											
+ 3	+2%	+2%	+5%	+2%	-	max 5 min	+10%	+10%	-	+0,5%	-
<u>3rd-class balance meters</u>											
+ 5	+5%	+5%	+10%	+3%	-	max 10 min	+10%	+10%	-	+1%	-

Only instruments carefully calibrated at one of the radiation centers recognized by CIMO may be classified (o.f. general).

RAPPORT PRELIMINAIRE
CONCERNANT L'EVALUATION DES DUREES D'INSOLATION

1. Généralités.

Lorsque l'on trace des cartes de durées d'insolation, on aperçoit nettement des ruptures coïncidant avec les frontières. Ces écarts, souvent importants et systématiques, sont dûs aux différences de méthodes et d'appareils utilisés dans chaque pays, et rendent difficiles les études liées à l'insolation. En particulier, le calcul du rayonnement global à partir d'une formule du type de celle d'Ångström nécessite des mesures d'insolation aussi homogènes que possible.

Il paraît donc indispensable de normaliser ces mesures sur une échelle internationale: c'est le rôle de l'OMM, et, en particulier, de Groupe de Travail sur le rayonnement de la CIMO.

Dans ce but, nous allons décrire ci-dessous les caractéristiques de l'appareil et des méthodes préconisés pour servir de référence commune aux appareils et méthodes utilisés par chaque pays, de sorte que les sommes quotidiennes de la durée d'insolation puissent être parfaitement comparables, sans tenir compte des facteurs particuliers à chaque réseau de mesure.

Il suffira que chaque réseau se procure un instrument de référence (CAMPBELL-STOKES-c.f. guide CIMO) soigneusement vérifié, puis effectue les enregistrements en utilisant les héliogrammes de référence, et procède à leur dépouillement en sommes quotidiennes à l'aide des méthodes de référence. Par des comparaisons systématiques avec les résultats donnés dans les mêmes conditions par ses propres appareils, ses propres héliogrammes et ses propres méthodes, il sera alors possible de déterminer les facteurs de correction à appliquer aux mesures des sommes quotidiennes avant leur publication - ou, éventuellement, de modifier légèrement l'un ou l'autre facteur pour obtenir des valeurs identiques.

Plusieurs mois de comparaisons seront ainsi nécessaires, mais on doit espérer une homogénéité finale telle que les erreurs systématiques ne dépassant pas $\pm 5\%$ et les erreurs accidentelles $\pm 10\%$.

II. Description des appareils de référence.

I. Héliographe.

selon recommandation de guide OMM - n°8 - TP 3.

- 1.1 - Boule de verre de diamètre voisin de 10 cm
d'indice de réfraction égal à $1.52 \pm 0,02$
de distance focale (raie D du Sodium):
 $74,9 \pm 0,2$ mm
- 1.2 - Rayon de la sphère tangente aux héliogrammes: $72,8 \pm 0,2$ mm
Support des cartes valable pour la latitude de calcul $\pm 10^\circ$
- 1.3 - possibilités de réglage fin du centrage correct de la boule
du nivellement et de l'orientation
- 1.4 - méthodes de contrôles portant sur les côtes de la sphère et
sur son homogénéité optique
- 1.5 - fabrication actuelle répondant aux normes:
CASELLA ou NEGRETTI - ZAMBRA
après certificat de contrôle du Met-office.

2. Héliogrammes

selon études et expérimentations récentes.

- 2.1 - nature du papier, méthodes de fabrication, coloration
et imprégnation parfaitement déterminées et reproductibles
- 2.2 - carte d'épaisseur $0,4 \pm 0,05$ mm
- 2.3 - coloration dans la masse, selon échelle de teinte
normalisée (bleu moyen)
- 2.4 - fabrication entraînant l'entrecroisement des fibres, et des
variations de longueur dues à l'humidité inférieures à 2%
- 2.5 - imprégnation contre l'humidité par adjonction à la pâte
d'une proportion déterminée de charge.
- 2.6 - impression de lignes horaires en noir.
- 2.7 - découpe précise en fonction du sens des fibres.
- 2.8 - fabrication prévue en France avec un stock suffisant pour
assurer les fournitures des bandes de référence et la
certitude du maintien des caractéristiques (normes AFNOR).
Fourniture par les soins de la METEOROLOGIE NATIONALE.

III. Méthodes normalisées de dépouillement.

Elles ne portent que sur les sommes quotidiennes et obéissent
à deux principes généraux:

- a) toutes les traces brûlées, brunies, jaunies ou seulement

décolorées doivent être décomptées (le papier envisagé réduit les incertitudes de décoloration).

- b) le soleil ne disparaît ni apparaît jamais instantanément et la largeur de la brûlure est fonction tant de la hauteur du soleil (lever et coucher) que de l'intensité du rayonnement direct (dans la journée).

En application directe de ces principes, il est possible de fixer quelques règles simples de dépouillement.

1. La somme quotidienne sera évaluée par addition graphique sur le bord d'une carte de même courbure, puis lecture sur l'héliogramme considéré au niveau de la trace enregistrée. L'évaluation sera effectuée en dixièmes d'heures.
2. Une brûlure nette, terminée par une extrémité arrondie, doit voir sa longueur utile diminuée à cette extrémité de la moitié du rayon final.
Cas normal: une longue brûlure, terminée par deux extrémités arrondies, doit être diminuée de 0,1 h.
3. Les taches circulaires doivent être comptées pour moitié de leur diamètre.
Cas habituels: a) taches circulaires brûlées ou carbonisées,
isolées: 0,1^h pour 1,2 ou 3 taches
0,2^h pour 4,5 ou 6 taches
b) taches circulaires jaunies ou décolorées,
isolées: 0,1^h pour 2 à 6 taches
0,2^h pour 7 à 11 taches
4. Les étranglements sont définis comme des rétrécissements simultanés des deux bords de la trace brûlée, de telle sorte que sa largeur soit réduite d'au moins un tiers.
Cas normal: chaque étranglement entraînera une diminution de 0,1 h de la trace brûlée, avec un maximum égal à la moitié de la longueur de la brûlure envisagée, considérée comme continue.

IV. Exemples

Page en couleurs comportant des reproductions d'héliogrammes, avec les repères de dépouillement tracés en rouge.

1. Portions de diagrammes.

- brûlure continue avec extrémités arrondies
- points circulaires carbonisés, isolés ou associés
- trace continue brunie et jaunie (lever du soleil)
- traces et taches circulaires brunies et jaunies
- étranglements d'une trace brûlée

2. Exemples concrets et complets.

- journée d'été avec Cu-Cb
- journée d'hiver avec voile Ac
- journée claire avec Ci-Cs

CIMO Working Group on Radiation MeasurementExpert Group on "Radiameters for long-wave radiation and radiation balance"

The very short time since the circular from the chairman of the Working Group did not allow the experts to prepare a common document for this meeting. The contributions to the question of calibration of Lupolen (polyethylene) balance meters principally by Dr. Fleischer, Hamburg, may be summarized as follows:

Frequently differences are observed between the sensitivities for daylight and for long-wave radiation. From 14 instruments calibrated at Hamburg Observatory 10 showed practically the same sensitivity in both spectral regions, 4 deviated with more than 10%, two more sensitive in the long-wave region and two less sensitive. The construction of the Lange thermopile as well as the transparency of the Lupolen hemispheres may be the cause. Tests of 6 Lupolen hemispheres above the same thermopile at Davos prove that not all have high transmissivity for long-wave radiation and every dome should be tested before mounting it on the balance meter.

Much greater differences were communicated at the Oxford meeting in 1959, but most of these differences were due to errors in the calibrating method. As principal source was recognized that in the classical method the Lupolen hemisphere took the same temperature as the black body and that finally this temperature was transmitted to the air in the space between Lupolen and thermopile, contrary to the field conditions where it is supposed that the Lupolen hemisphere as well as the air inside are near air temperature.

The first way to avoid this source of error is to blow a continuous air current of the temperature of the body of the balance meter just above the Lupolen hemisphere, but at the same time it is very difficult to avoid a temperature gradient due to turbulence in the black body. Dr. Fleischer recommends to place the blower at 80 cm distance from the instrument.

If the thermopiles are of very small inertia (less than 2 minutes) very short intermittent exposure to the black body will allow to get a first reading before the Lupolen hemisphere and the

air below has reached the black body temperature. Even in this case a free space of about 1 cm between black body and receiver is recommended but no artificial ventilation. For inertia smaller than 1/2 min the black body may be put directly over the receiver.

A complete theoretical study on the influence of the Lupolen hemisphere on measurements of long-wave radiation in the laboratory as well as in open air is not yet known to the expert group.

Even the ventilated balance meters may show divergences in sensitivity for long-wave and short-wave radiation or when the thermal resistance of the black paint is not the same on both faces of the receiver. The Courvoisier balance meter S501 at Léopoldville shows no spectral selectivity within the accuracy of the calibration of $\pm 2\%$ and the same sensitivity on both faces. Similar conditions were observed with a new Beckmann balance meter after some transformations to assure the same temperature of the wind on both faces; but after repainting with Parsons black (which is a particularly bad thermal conductor) symmetry was lost.

Similar problems are treated by J.P. Funk in *Archiv f. Meteor. Geophys. Bioklim.*, Ser. B. 10, 228 (1960) and in *J. Scientific Instruments* 36, 267 (1959).

W. Schüepp
Chairman expert group balance meters