

VERSLAG VAN DE INTERNATIONALE STRALINGS-
CONFERENTIE
GEHOUDEN TE DAVOS VAN 11 TOT EN MET 15 SEPTEMBER 1956.

door

551.521

Dr. H.J. de Boer en Drs. S. Schoen

De stralingscommissie van de "International Association of Meteorology" (kortweg I.A.M.) en de Werkgroep voor Straling van C.I.M.O. (instrumentencommissie van de World Meteorological Organization) waren overeengekomen en gezamenlijk een internationale conferentie over straling te houden van 11 tot en met 15 september 1956 te Davos in Zwitserland, waarbij tevens andere stralingsexperts zouden worden uitgenodigd.

Volgens dit plan is deze conferentie, welke eigenlijk een logisch vervolg is van die, welke in 1954 te Rome werd gehouden, door Dr. Mörkefer op dinsdag 11 september om 09.37 geopend met een toespraak in het Engels, Frans en Duits. Daarna is Dr. Mörkefer eenstemmig tot voorzitter van de Conferentie gekozen en Prof. Möller uit Mainz tot secretaris.

Vervolgens is een subcommissie voor het opstellen van ontwerpen benoemd met Dr. Ångström uit Stockholm als voorzitter, Dr. Robinson van Kew en Prof. Möller als leden, zonedig aangevuld met andere leden.

Tevens deelde Dr. Mörkefer mede, dat de commissies niet de financiële draagkracht bezitten en de minuten van de conferentie in hun geheel te publiceren en aan elke deelnemer een exemplaar hiervan te sturen. Op een voorstel van de voorzitter, dat eenstemmig werd aangenomen, zullen het protocol en de resoluties van de Conferentie door de Commissies worden gepubliceerd; rapporten, inleidingen en mededelingen aan de Conferentie en de meningen of inzichten van de verschillende sprekers over de agenda-punten te verduidelijken of weer te geven zullen door elke spreker in 80 exemplaren aan Prof. Dr. F. Möller te Mainz worden gezan-



den, die voor de verspreiding daarvan aan de deelnemers der Conferentie zal zorgdragen.

Als inleiding tot het programma van de bijeenkomst zouden de voorzitters van de beide stralingscommissies een korte uiteenzetting geven van hetgeen is verricht door de respectieve commissies na de conferentie te Rome.

Ter vergemakkelijking van de procedure gaf Dr. Mörkefer dit overzicht. Beide commissies hebben de protocellen van de Conferentie te Rome vastgesteld; deze zijn gepubliceerd in de "Scientific Proceedings of the International Association of Meteorology; Tenth General Assembly, Rome, September 1954, p. 521 - 548" en in "Extrait du Bulletin d'Information de l'U.G.G.I.; I.U.G.G. News Letter, Année 1955, No. 11, 1er Septembre, p. 361 - 373".

Daarna hebben beide commissies ontwerpen opgesteld voor het Internationale Geophysische Jaar; vervolgens zijn door de commissies de resultaten van de bijeenkomst te Hamburg in 1955, welke beoogde de onderlinge vergelijking van infrarode-stralingsinstrumenten, vastgelegd. Het Instituut te Hamburg heeft gedetailleerde wetenschappelijke verslagen van deze conferentie gepubliceerd, welke door het K.N.M.I. reeds zijn ontvangen.

In Rome zijn twee subcommissies gevormd (zie "Extrait" p. 363); één voor de beschrijving en instructie voor het gebruik van stralingsinstrumenten en één voor de terminologie in de actinometrie. Deze subcommissies hebben tot 10 september 1956 niets gedaan. Op 10 september hebben deze subcommissies vele voorstellen opgesteld; deze ontwerpen werden in de loop van de volgende dagen aan de Conferentie voorgelegd. Na deze inleiding is men overgegaan tot de agendapunten, waarvan een lijst als bijlage hierbij is opgenomen.

Wij willen, alvorens de programmapunten te bespreken, nog enkele algemene opmerkingen hierover maken. De bespreking der punten geschiedde niet in de volgorde der punten van de agenda; ook zijn enkele punten verspreid over verschillende dagen besproken. We zullen echter in ons verslag de punten behandelen in de volgorde der agenda. Er zijn verschillende resoluties en aanbevelingen ontworpen door subcommissies, welke door de leden der beide commissies werden goedgekeurd. Over het algemeen werden de bewoordingen van deze resoluties en aanbevelingen zo snel voorgelezen, dat wij er geen kennis van konden nemen. Later zullen de bewoordingen van de aangenomen resoluties en aanbevelingen ons bereiken.

1. Het vaststellen van een internationale standaard-schaal voor de straling

Dr. Mörikefer geeft eerst een inleiding over de internationale standaardschaal voor de straling. Oorspronkelijk is de Ångströmschaal de enige internationale schaal, welke door K. Ångström, de vader van de tegenwoordige Ångström, is ingevoerd. In 1913 is door Abbot de z.g. Smithsonian schaal voorgesteld en gebruikt, welke 3 - 4 % hoger is dan de Ångströmschaal. In 1934 heeft het Smithsonian Institute verklaard, dat hun schaal 2.3 % te hoog is. Dr. Ångström heeft het instrument van zijn vader bestudeerd en vond deze schaal te laag; de schaal zou wel eens 2 % te laag kunnen zijn, vertelde later Dr. Ångström zelf. Hierdoor waren beide schalen elkaar tot op ongeveer 1 % voorbij geschoten.

Het simpele voorstel, door Courvoisier gedaan, om het verschil te delen, werd doorkruist door de metingen, welke door Robinson in Kew en door Drummond in Pretoria met kunstmatige lichtbronnen zijn uitgevoerd en welke een iets ander verschil tussen beide schalen gaven als de vergelijkingen voor de zon. Drummond wilde deze metingen ook van invloed laten zijn op de vaststelling van de nieuwe schaal. Pastiels uit Ukkel deelde het resultaat mede van zijn berekeningen over het aandeel van de randstraling op het resultaat der meting voor verschillende pyrheliometers, waarbij voor gemiddelde turbiditeit de randstraling wordt verondersteld te verlopen volgens de wet $I = 500 \times 10^{-6} e^{-40 \rho}$ cal/cm²min. Bij verschillende instrumenten bleken de randeffecten aldus te worden

<u>Instrument</u>	<u>effect in %</u>
silverdisc	1.52
Linke-Feussner	2.66
klassieke Ångström	1.97
Ångström.instr. v.h. Smiths.Inst.	0.90

Bij een vergelijking van de silverdisc met het klassieke Ångström instrument is het verschil in effect 0,45 %. Daarmede ontstaat overeenstemming tussen de resultaten van de laboratoriumvergelijkingen (Drummond, Robinson, e.a.) en de resultaten van de vergelijkingen met zonlicht.

Nadat de betreffende subcommissie zich 's avonds over het gehoorde had beraden, werd de volgende morgen een aanbeveling voorgelezen met de redenen, welke tot deze aanbeveling geleid hadden, om tot een formulering van de internationale standaardschaal voor straling te geraken. De aanbeveling werd unaniem aangenomen.

De essentie van de aanbeveling is de volgende:

Waarnemingen volgens de "internationale pyrheliometerschaal 1956" ontstaan door correctie van volgens de Ångströmschaal uitgevoerde waarnemingen met +1,5%, dan wel door correctie van volgens de Smithsonian-schaal 1913 uitgevoerde waarnemingen met -2%. Het gebruik van deze schaal gaat in op 1 januari 1957.

Deze aanbeveling is telegrafisch gezonden aan de voorzitter der W.M.O.-Conferentie voor het Internationale Geophysisch Jaar te Barcelona.

In feite is de oude Ångströmschaal gebonden aan het Ångström-instrument no 71. Maar daaronder wordt nu verstaan het gehele complex van Ångströminstrumenten zowel te Stockholm als te Davos, welke op het niet meer bestaande no. 71 geijkt zijn geworden. Dr. Mörkofer deelde mede, dat in Davos een nieuw Ångström-instrumentarium zal worden gevestigd, hetwelk geijkt zal worden op het complex van oude instrumenten. Deze vestiging van dat nieuwe complex van instrumenten zal openstaan voor alle erkende stralingsinstituten om vergelijkende ijkingsen te verrichten.

2. De absolute bepaling van stralingsenergie

Prof. Kienle uit Heidelberg sprak als eerste over dit probleem vanuit de astronomische hoek. We nemen aan de wet van Stefan-Boltzmann, waarbij men de T moet kennen. De spectrale verdeling van een willekeurige ster wordt vergeleken met de verdeling van een A_0 -ster, een A_0 -ster met de zon, de zon met een booglamp en tenslotte een booglamp met een zwart lichaam. Van dit laatste kennen we de spectrale verdeling, als we de T kennen, en dus ook de energie. Langs de trap zwart lichaam - booglamp - zon - A_0 ster bepalen we absoluut de energie van een willekeurige ster (effectieve temperatuur). Vóór de oorlog bevond zich te Potsdam een standaard zwart lichaam, terwijl een booglamp aldaar als secundaire standaard gold. Met de booglamp zijn tijdens de oorlog nog vergelijkende ijkingsen met andere standaards (o.a. te Parijs) verricht. Thans is het standaard-zwarte lichaam naar Rusland verdwenen. Prof. Kienle stelt zich voor om drie nieuwe standaards te maken, welke als zwart lichaam kunnen dienen en geijkt zijn op de secundaire standaards, n.l.:

een wolfram lamp van 3000° K

een goudbooglamp van 1063° C (smeltpunt van goud)

en een koolbooglamp van 3995° K.

We moeten hierbij nog bedenken, dat wij op deze wijze het probleem feitelijk slechts van één kant beschouwen; de kant van het zwarte lichaam als absolute straler. We zouden het ook moeten bekijken van de kant van het absolute meetinstrument.

Dr. Gates vertelde over metingen van Pierce. Deze gebruikte een stralingsbron, waarvan de stralingsenergie in opeenvolgende frequentiebanden in het infrarood werd gemeten. Het bleek een moeilijke onderneming te zijn. Gates was verder van mening, dat voor het vaststellen van een schaal niet de zon als bron moet worden genomen, maar een kunstmatige stralingsbron. Wij zijn het met deze mening niet eens.

Vervolgens sprak Drummond over een artikel, dat door Eppley en (Caroly?) gepubliceerd werd. Hierbij werd een silverdisc pyrheliometer met een zwart lichaam van 1000° C geijkt. De bepalingen van de effectieve temperatuur geschieden alleen in het gebied van $3500 - 5500 \text{ \AA}$, terwijl de energieën met de wet van Stefan-Boltzmann werden berekend.

Tenslotte is een aanbeveling over dit punt aangenomen.

3. Discussie der resultaten van onderzoek in het laboratorium betreffende de fysische grootheden van stralingsinstrumenten

Dr. G.D. Robinson (Kew Observatory, Londen - Richmond) hield een pleidooi voor de vergelijking van stralingsinstrumenten in het laboratorium d.m.v. kunstmatige lichtbronnen. De zon immers is ook bij gunstige atmosferische omstandigheden allerminst een constante stralingsbron, zodat met het vergelijken van instrumenten, die onderling verschillende insteltijd bezitten, steeds lange meettijden en langdurige berekeningen samengaan.

Sterke steun hierbij ondervond spr. van A.J. Drummond (The Eppley Laboratory, Newport, U.S.A.) die als Hoofd van het Zuid Afrikaansche Stralingsonderzoek vrij veel met ijkingen, vooral van solarimeters, te maken had. Het is echter bekend, op welke moeilijkheden men hier stuit i.v.m. het feit dat noch de helderheid, noch de temperatuur der zon kunstmatig bereikbaar is. Dit werd door de vele tegenstanders dan ook terdege naar voren gebracht. Slechts voor geheel gelijksoortige instrumenten is de kunstijking zonder bezwaar. Maar juist dan is ook ijking voor een inconstante bron niet moeilijk meer.

Anders is de situatie, indien men b.v. de temp. coëff. van de ijkfactor, of de mate, waarin voor de detector de cosinuswet geldt, wil onderzoeken. Dan is een goed constante kunstmatige bron onmisbaar,

naast de overige laboratorium apparatuur om tot een goede scheiding dezer storende effecten te komen.

Vele moeilijkheden bij de ijking van ongelijksoortige instrumenten buitenshuis ontstaan uiteraard als gevolg aan deze storende effecten; Zijn deze bekend, dan kan ervoor gecorrigeerd worden, en vallen daarna de meetresultaten van beide instrumenten cohaerent uit, dan is men een heel stuk zekerder dan na een critiekloze vergelijking in het laboratorium.

4. Ervaring met zwartingsmiddelen

Absoluut zwarte stoffen bestaan niet; zelfs niet voor enig klein golflengtegebied. Niettemin bestaan er momenteel methoden om tot zwartingslagen te komen met niet meer dan 1% reflectie voor loodrecht opvallend licht in 't gebied van 0,2 tot 5 μ . Dit zijn de opgedamppte metaalzwartingen, in de V.S. reeds veelvuldig gebruikt, maar tot de Europese fabrieken van atmosferische stralingsinstrumenten nog nauwelijks doorgedrongen. Voor het zwartten van aan weer en wind blootstaande vlakken komen zij trouwens niet in aanmerking wegens hun teerheid.

De suspensie-zwartingen zijn minder goed, maar de beste halen toch ook $< 2\%$ zichtbare reflectie en zijn tegen regen en stof bestand. In het infrarode gebied gaan alle zwartingen reflecteren. Voor metaalzwartingen is in de V.S., speciaal door Harris, de reflectie tot 0,1 mm golflengte onderzocht, maar van de meeste suspensie-zwartingen weet men slechts weinig, wat het infrarood betreft.

De eis, welke bij relatieve stralingsmetingen vervuld moet zijn, is, dat de absorptie, vermenigvuldigd met de doorlaatbaarheid van eventuele omhulsels der detector, onafhankelijk van de golflengte zij, over het gebied der meting.

Op grond hiervan ontmoette een resolutie welke raadde, alle atmosferische stralingsinstrumenten van de z.g. Parson's Matt Optical Black, een ongeëvenaarde suspensie-zworting, te voorzien, tegenstand. Overigens doen Eastman-Kodak- en Dupont-zwartingen slechts weinig voor de Engelse onder.

In Davos wil men trachten de reflectie in het infrarood $> 10\mu$ te beperken door goede keuze van het bindmiddel. Men onderzocht daar de emissie d.m.v. een met de zworting bedekte, automatisch op 36 °C gehouden, metalen frigorimeter-bol. De resultaten voor de Parson-zworting vielen vrij ongunstig uit, echter zijn bij vlakke detectorplaten, in warmte-stralingswisselwerking met de hemel (of met de grond) de afwijkingen als gevolg van de afnemende infrarood-emissiviteit (en absorptiviteit) vermoedelijk aanzienlijk minder ernstig, doordat slechte

absorptie vooral optreedt bij kleine invalshoek.

Het is duidelijk, dat vooral gebruikers van toestellen, die met vrij geëxponeerde vlakken de infrarode straling detecteren, zeer gebaat zouden zijn met een opstelling voor meting van spectrale en angulaire eigenschappen der zwarting, speciaal - wat de spectrale eigenschappen betreft - in het infrarood.

Hoewel door de Stralingscommissie van I.A.M. en de Stralingswerkgroep van W.M.O. aan Dr. Mörkofer de opdracht verstrekt is met het onderzoek aan zwartingen voort te gaan en deze zo welwillend was haar te aanvaarden blijft er, gezien de zeer beperkte middelen, waarover diens Instituut beschikt, nog een even urgent als rijk onderzoeksgebied over.

5. Consequenties van de openingshoeken van stralingsinstrumenten

Dit punt is van het grootste belang bij vergelijkingen van pyrhelometers van verschillend type, i.c. die van het type Ångström met die van het type Abbot. Het aandeel der randstraling tot de meting is dan namelijk verschillend, en dientengevolge is het vergelijkingsresultaat afhankelijk van de mate, waarin randstraling optreedt, d.w.z. van de mate, waarin de lucht in de zonnebundel aerosolen bevat van $1/\mu$ en groter.

Dr. R. Pastiels (I.R.M., Brussel-Ukkel) heeft voor tal van actinometers waarvan hem de openingshoeken bekend waren de bijdrage tot de randstraling kunnen berekenen, onderstellend dat de intensiteit als functie van de radiale hoek φ met de zonnearandrichting gegeven werd door $I = I_1 e^{-a \cdot \varphi}$. Voor enkele resultaten wordt naar punt 1 verwezen.

Dr. F. Volz (Met.-Geoph.Institut., Mainz) heeft in Davos fotografische bepalingen verricht van de circumsulaire straling. Het bleek hem, dat de afneming volgens een e-macht beter vervangen kon worden door een afneming volgens φ^{-n} . Voor de correctieberekeningen van Pastiels is echter het e-machts verband nauwkeurig genoeg.

Met het oog op de constructie van nieuwe pyrhelometers was een resolutie nodig betreffende de openingshoeken. Op grond van de voorgegaande theoretische- en verschillende, speciaal door Dr. P. Courveisier (Obs. Davos) naar voren gebrachte, praktische argumenten kwam een speciale commissie tot aanbeveling van 1^o) een hellingshoek α van 1-2^o en 2^o) een verhouding l/r van 15 of meer.

Het laatste komt neer op een openingshoek β van 4^o of kleiner.

Zie fig. 1.

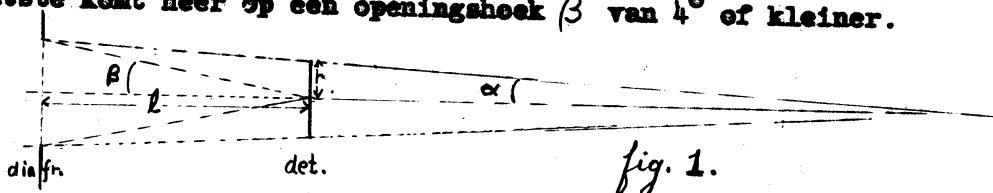


fig. 1.

Door Dr. K. Feussner (Inst. f. Met. u. Geoph. der Freien Univ., Berlin - Dahlem) werd als extra voorwaarde, welke indertijd bij het ontwerp van de Panzeraktinometer van belang was, genoemd de bruikbaarheid van het instrument voor uitstralingsmetingen over een klein hoekgebied.

6. De vergelijkings-resultaten voor infrarood stralingsinstrumenten, verkregen te Hamburg

Na een korte inleiding door Dr. W. Mörkofer bracht Prof. Dr. R. Schulze (Met. Obs., Hamburg) verslag uit van beide te Hamburg gehouden bijeenkomsten. Ook aan het te De Bilt ontwikkelde toestel werden zeer waarderende woorden gewijd, in het bijzonder naar aanleiding van het erbij toegepaste integratieprincipe, dat wellicht ook bij nieuwe constructies van andere stralingsinstrumenten en zelfs bij het integrerend maken van bestaande instrumenten toepassing verdient. In het algemeen was Prof. Schulze's voordracht te optimistisch. Ook reeds in Hamburg kreeg een onzer wel eens de indruk, dat men eerder bijeen was voor het uitwisselen van beleefde termen over elkaars instrumenten dan om eens flink kritisch te zijn over het al dan niet wenselijk zijn van bepaalde constructiemethoden.

Op de grootste helft der in Hamburg vergeleken instrumenten past zeker een strenge kritiek en wanneer als resultaat daarvan één instrument gebouwd kan worden, dat internationaal als standaardinstrument voor elk der soorten metingen aanvaardbaar is en door een erkende firma in de handel gebracht wordt, kan men zulk een reeks van vergelijkingsbijeenkomsten geslaagd achten. Evenals bij de radiosonde is men daar op 't moment nog ver van verwijderd. Het instrument van Dr. Courvoisier wordt weliswaar algemeen als het beste erkend, het is echter enkel als ikinstrument bruikbaar, omdat het niet regenbestendig is.

Na Prof. Schulze's voordracht gaf Dr. Courvoisier een toelichting van enkele technische zaken, zoals zwarting, opstellingshoogte, en referentievlak. Dr. F. Sauberer (Zentralanstalt für Met. und Geodynamik, Wien) toonde de wenselijkheid aan, van een betonnen referentievlak nog de reflectie in het zichtbare gebied te bepalen.

Op voorstel van Dr. G.D. Robinson worden in de resolutie beider commissies geen aanbevelingen gegeven voor bepaalde instrumenten, zoals in de verslagen der vergelijkingen te Hamburg geschied is, maar wordt slechts aan ieder land, dat metingen in het infrarood wenst te gaan doen, aangeraden zich van de inhoud dezer verslagen op de hoogte te stellen.

7. Ervaringen met filters van gekleurd glas

Dr. Nagel (Obs. Davos) heeft onderzocht, echter zonder spectroscopisch onderzoek, of de door Schott, Jena, over verschillende jaren (1936; '49; '53; '54) afgeleverde filters dezelfde transmissie bezaten. De vergelijkingen geschieden met een actinometer volgens Michelson voor de zon als stralingsbron. De afwijkingen waren 1 à 2 %. Op het ogenblik worden de filters uit één smelt door de fabrikant nog voorgeselecteerd, omdat aan de kanten der smelt de afwijkingen het grootste zijn.

Dr. G.D. Robinson uitte de wenselijkheid zulk onderzoek spectroscopisch te doen, en Dr. Mörikofer daartoe de middelen te verschaffen. Bij continu gebruik, vooral in de trepen, wordt het bevooppervlak van een filter iets aangetast, waardoor de reflectie ervan afneemt en de transmissie toeneemt. Inwendig verandert het filter, naar het oordeel van Dr. Feussner, niet.

Of de transmissie temperatuurafhankelijk is, is nog nooit systematisch onderzocht.

8. Ervaring met en ijking van bimetaalactinografen

De bimetaalactinograaf werd oorspronkelijk door Robitsch ontwikkeld als verbeterde solarigraaf. Het instrument is direct registrerend zoals een bimetaalthermograaf, dus relatief eenvoudig. Het registreert, zoals een solarigraaf, zon + hemelstraling. Naast de grote traagheid, aan alle bimetaalinstrumenten inhaerent, bezat de oorspronkelijke, door Fuesz in de handel gebrachte constructie, een grote temperatuurcoëfficiënt (0,5 % per °C). Er is nu echter een Italiaanse versie (Siap) in de handel, waarbij de temperatuur coëff. aanvaardbaar is. Daarnaast zijn er Britse en Canadese versies, eveneens zonder temperatuurcoëfficiënt.

De ijking geschiedt d.m.v. Moll-Gorczyński Solarimeters, welke een orde van grootte betrouwbaarder zijn.

Al deze instrumenten worden vanwege hun traagheid uitsluitend voor de bepaling van dagsommen gebruikt. Volgens onderzoek van Dr. K. Gräfe (Met. Obs. Hamburg) is 75% der dagsommen tot op minder dan 5% juist, en A.J. Drummond kwam tot een analoge ervaring. Naar diens mening is het instrument in z'n verbeterde vorm voor alle praktische toepassingen waarbij dagsommen gebruikt worden, voldoende.

9. Meting van de hemelstraling

Op vele stations vindt deze meting plaats door b.v. een Moll-Gorczyński-solarimeter van de directe zonnestraling af te schermen hetzij met een plaatje, dat d.m.v. een synchroommotor meeloopt met de zon, hetzij met een ring die de gehele zonsbaan afschermt. De moeilijkheid bij deze metingen ontstaat niet als gevolg van de schermen, maar doordat de warmtestraling tussen thermozuil en omhullende glasbol speciaal bij heldere hemel een belangrijk percentage wordt van de hemelstraling. Slechts door het instrument periodiek af te dekken (gelukkig is de insteltijd van de temperatuur der glasbol veel groter dan die der registratie) is deze z.g. nulpuntsfout te elimineren. Dit is echter nog niet volautomatisch tot stand gebracht.

Een andere, eveneens niet eenvoudige oplossing is, een gesloten ventilatiekring tot stand te brengen welke de lucht tussen de twee glasbollen thermisch koppelt met het omhulsel der detectorzuil.

10. Meting van de verlichtingssterkte van het daglicht.

Hiertoe zijn detectoren nodig waarvan de gevoeligheid zoveel mogelijk gelijk is aan die van het oog, voor verschillende golflengte. Vooral seleencellen lenen zich voor deze metingen. Volgens onderzoek van Dr. F. Sauberer en Dr. H. Wörner (Met. Hauptobs., Potsdam) is de ijking allerminst stabiel. Zelfs bij in het duister bewaarde exemplaren treedt een var. van 1 % per jaar op. Verder treft men in een zending steeds exemplaren met afwijkende gevoeligheidskrommen. Tenslotte is de temperatuurcoëff. zeer variabel voor exemplaren uit één zending. Betroffen deze onderzoeken cellen van Duitse origine, over Amerikaanse cellen (van Weston) waren de berichten (van A.J. Drummond) iets gunstiger.

Een groot voordeel is, dat de industrie, speciaal voor verlichtingsmeting binnenshuis, goede instrumenten ontwikkeld heeft. Deze worden echter meestal niet continu gebruikt en behoeven daardoor minder vaak met een standaardbron geijkt te worden.

11. De methoden voor het meten van de ultraviolette straling van de zon en van de hemel

Met het oog op de bezichtiging van het stralingsinstituut van Dr. Mörkofer besprak vervolgens Dr. Bener zijn opstelling over spectrale ultraviolet-metingen. Men is in Davos uiteraard zeer bioklimatologisch georiënteerd en het is begrijpelijk, dat de UNESCO en ook de Zwitserse instanties voor dit onderzoek zeer belangrijke bijdragen hebben gegeven.

Het licht van de hemel passeert een matte plaat van kwarts via een z.g. Larché-bol, afgedekt met een Ulbrichtse bol van kwarts en deze wordt, na een zeer lange lichtweg te hebben doorlopen vanaf het platform bovenop het gebouw naar de laboratoriumruimte, waarin de meetopstelling staat, afgebeeld op de spleet van een kwartsmonochromator van Kipp. De prisma's van de monochromator worden automatisch versteld, zodat kleine golflengtegebieden achtereenvolgens een foto-multiplicatie-buis bereiken. Na gelijkstroomversterking geschiedt de registratie met een draaispoel-schrijver. De ijking der gehele opstelling gebeurt met een wolframbandlamp van Philips. Een moeilijkheid bij deze opstelling is nog de "range" der metingen, welke veel groter is als bij het zichtbare licht. Om deze moeilijkheid te ondervangen was gezorgd voor een automatische uitwisseling van een twaalftal verzwakkers, zodat het meetinstrument steeds op de schaal bleef. Het gehele onderzoek met deze apparatuur zal vele jaren duren. Enkele meetresultaten werden uitvoerig besproken.

Prof. Schulze gaf als zijn mening te kennen, dat men in het ultraviolet moet meten zonnestraling + hemelstraling; immers in het gebied van $0,2 - 0,3 \mu$ is de hemelstraling $10 \times$ zo sterk als de zonnestraling. Men kan $\mu - \nu$ -metingen verrichten op verschillende manieren.

- a) door van filters gebruik te maken. Goede filters bestaan uit Ni SO_4 en Co SO_4 (nikkel + cobalt sulfaat); dit mengsel heeft in het ultra-violet een goede doorlaatbaarheid en veroudert praktisch niet.
- b) met fotochemische werkmethoden, bijv. een vloeistof, die van kleur verandert onder invloed van $\mu - \nu$ licht uit bepaalde frequentiegebieden. Deze methode bestaat sedert de laatste 30 jaar. Een vloeistof, welke het goed doet is p-Fuchsine; deze vloeistof is ontwikkeld in het laboratorium van I.G. Farben te Ludwigshafen:
$$\text{FHSO}_3 \rightleftharpoons \text{F}^+ + \text{HSO}_3^-$$
 onder invloed van $\mu - \nu$ licht.
Het instabiele HSO_3^- verbindt zich met H^+ uit het water tot H_2SO_3
en $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Het gas SO_2 gaat dan de kleur van de vloeistof wegnemen.
- c) foto-elektrische methode
- d) biologische methode.

Het komt er tenslotte op neer, dat in feite alle $\mu - \nu$ -metingen moeilijk en duur zijn. Daarom zal men zich ook ervan onthouden om $\mu - \nu$ -metingen voor het Internationale Geophysische Jaar te adviseren. Mörkofer neemt het woord en zegt, dat uit de mededelingen van Prof. Schulze blijkt, dat de fotochemische methode toch niet erg gunstig is.

De foto-elektrische methode beloofd wel iets; maar er is nog veel research nodig aan fotocellen en een fysicus zal er al gauw twee jaar werk aan hebben. Het gaat voornamelijk om de spectrale afhankelijkheid of m.a.w. hoe geeft de buis het ontvangen spectrum weer.

Prof. Schulze geeft nu nog eens een kort exposée. Om een instrument voor licht-metingen in het $U - \nu$ gebied te bouwen moet dit aan de volgende voorwaarden voldoen: 1 eenvoudigheid; 2 de cosinuswet moet vervuld zijn (hoe dit te volbrengen?); 3 het deel van het spectrum $U - \nu - B$ genaamd is het voornaamste dat er mede onderzocht moet kunnen worden; immers het deel $U - \nu - A$ is gemakkelijk te onderzoeken.

De biologische methode is bijv. te volgen met de z.g. I.G. Farbendosimeter; dit instrument is niet meer te leveren, daar de man, die dit instrument vóór de oorlog had ontwikkeld zich thans in de U.S.A. bevindt en de I.G. Farben er niets voor voelt om voor dit apparaat opnieuw research te laten verrichten. Men meent, dat het daarom het beste is een fotocel te ontwikkelen, die de cosinuswet volgt en gemakkelijk werkt.

In dit verband vertelde Dr. Bener over cadmiumcellen. Zoals deze nu zijn, is er geen vertrouwen in te stellen. Als men de sensibilisatie van de kathode der cellen achterwege laat, maar de kathode goed uitgast, worden deze cadmiumcellen veel beter.

Ångström stelt voor, dat een net van $U - \nu$ -stations wordt gesticht, dat wetenschappelijk onderzoek in $U - \nu$ wordt verricht, dat het toestel van Schulze (dat hij nog in zijn hoofd heeft) zal worden ontwikkeld en geijkt in Davos. Een aanbeveling in deze geest wordt later aangenomen.

12. De methoden voor stralingsmetingen in de vrije atmosfeer

Over de methoden voor stralingsmetingen in de vrije atmosfeer is door Dr. Müller uit München een voordracht gehouden. Hij begint eerst met een historisch overzicht over dit soort stralingsmetingen, welke vanuit vrijzwevende ballonnen, vliegtuigen en kabelballonnen werden verricht door Ångström, Regener, e.a. Eén van de grote moeilijkheden bij deze onderzoekingen was steeds het temperatuurverloop met de hoogte. Dit is thans veel beter bekend door het rocket-onderzoek. Uitstekende metingen zijn verricht door Frankenberg en Hecht in 1941 - 1943 door middel van vliegtuigopstijgingen, waarbij van thermozuilen van Kipp gebruik werd gemaakt. Volgens ervaring van de spreker zijn voor dit werk nikkelvacuumbolometers veel beter dan Kipp's thermozuilen.

Dr. Müller's eigen onderzoek betref de stralingsbalans. Het door Hofmann in München ontwikkelde type stralingsbalans-meetinstrument werd door spr. zo gewijzigd, dat als indicator een bestaande radio-sonde kon dienen. De ventilatie om de detector werd verkregen door toepassing van een schuinstaande vaan welke het aan de ballon hangende toestel tot draaiing om een verticale as bracht als gevolg van de neerwaartse luchtstroom. Tot op 20 km hoogte is de meetnauwkeurigheid 5 à 10 %. Volgens persoonlijke mededeling van spr. aan een onzer heeft het instrument nog niet het eindstadium van z'n ontwikkeling bereikt. Daarna bestaat het plan, een firma voor de bouw te interesseren zodat het in de handel komt.

Dr. Robinson van Kew vermeldde nog een onderzoek van J.T. Houghton en Brewer, dat kort geleden in de Proc. Roy. Soc. werd gepubliceerd. Dit onderzoek werd met vliegtuigen verricht. Het bleek dat stratocumulus 20 - 25 % van het zonlicht absorberen.

Dr. Gates vertelde nog in het kort, hetgeen hij uitvoerig in een colloquium op het K.N.M.I. had verteld.

13. De bepaling van de plaatselijke atmosferische albedo in verschillende spectrale gebieden

Ondanks de indrukwekkende titel van dit punt werd het slechts zeer summier behandeld. Het door Dr. Robinson van Kew onder punt 12 vermelde onderzoek gaf ook enkele albedometingen. Dr. Robinson deelde mede, dat gedurende het I.G.Y. met behulp van vliegtuigen in Zuid Engeland albedo-metingen zullen worden verricht.

14. Het registreren van de zonneschijnduur.

Dr. Dogniaux uit Ukkel hield een inleiding over vergelijkingen tussen de zonneschijnduur-registrator van Campbell-Stokes en een op de zon gerichte actinometer. Het was aldus mogelijk de gemiddelde aanspreekgevoeligheid bij opkomst en ondergang van de zon te bepalen, n.l. 140 mcal/cm² min. Deze aanspreekgevoeligheid komt overeen met een hoogte van de zon boven de horizon, zowel bij opkomst als bij ondergang van 3,5 gemiddeld. Tevens is bepaald gemiddeld over de jaren 1953, 1954 en 1955 de verhouding van de tijdsduur der inbranding tot de tijd, dat de actinometer boven een zekere energie-drempel bleef.

drempels	20	40	60	mc ² / cm ² min
verhoudingen	84	90	94	%

De Beer gaf enkele saillante punten uit Levert's werk over de gevolgen van de verschillen tussen de Nederlandse en Duitse instructies over het uittrekken van Campbell-Stokes' diagrammen (zie het rapport als bijlage hierbij).

Dr. Robinson van Kew maakte de opmerking - algemeen bekend overigens - dat verschillende personen bij het uittrekken van dezelfde stroken reeds tot resultaten komen, die vele procenten uiteen liggen (en wel des te meer, naarmate de personen meer geschoold zijn en het kritischer doen).

Mörikofer opperde het idee, via onderzoek in verschillende landen, om tot een gemeenschappelijke wijze van uittrekken te komen, terwijl de stralingscommissie een definitie van zonneshijnduur zou moeten geven.

Dit voorstel viel niet in erg goede aarde. Als exponent zij de uiting van Robinson vermeld, dat het nu toch beter ware, dit type instrument geheel en al te vergeten, daar geen enkel resultaat van dit instrument voor de praktijk of een theoretische beschouwing bruikbaar is.

Drummond kwam hier tegenop, op grond van de vrij sterke correlatie tussen de totale lengten der inbrandingstijden en de totalen van de globaalstraling gemeten door actinometers of solarimeters. Een onaangenaam punt hierbij is echter, dat de regressielijn allerminst vast ligt van station tot station. Het is dan ook onze mening, dat de Campbell - Stokes geen modern instrument is; dat het instrument gemakkelijk hanteerbaar is, maar de bereikte meetnauwkeurigheid gering is; dat de zonneshijnduur in de rij der meteorologische elementen geen voor-aanstaande plaats inneemt; dat waarnemingen met een Campbell - Stokes altijd nog beter zijn dan niets.

15. Voordracht over een speciaal stralingsmeetinstrument

Prof.Dr. H. H. Hoinkes (Inst. f. Met. u. Geoph., Innsbruck) hield een voordracht over een bijzonder meetinstrument van het principe van het thermokoppel in vacuo. Het diende voor het meten van de extinctie van zichtbaar licht in doorlatende stoffen, die tevens licht verstrooien. Daartoe was het thermo-element in een glazen bolletje gebracht, dat enkel over een nauwe openingshoek doorliet. Bij sneeuw vond hij een extinctiedikte van 50 à 60 cm, een waarde die hoger is dan vroegere metingen zouden doen verwachten.

16. Stralingsonderzoek gedurende het Internationale Geophysisch Jaar

- a) De algemene aanbevelingen voor stralingsonderzoek tijdens het Internationale Geophysisch Jaar blijven onveranderd gelden (zie bijlage)
- b) Prof. Möller gaf een overzicht van de bijdrage van de verschillende landen tot het stralingsonderzoek tijdens het I.G.Y. In onderstaande tabel zijn de aantallen stations uitgerust met een globaalstralingsmeter, met een hemelstralingsmeter, met een zonneshijnmeter en met een stralingsbalansmeter voor de verschillende continenten verzameld.

	global	sky	sun	balance
Africa	54	20	4	8
(waarvan Z. Afr.	20	1	1	5)
Azië	31	9	26	13
(waarvan Japan	6	-	14	6)
Noord America	106	3	10	3
(waarvan U.S.A.	83	-	6	-)
Australië	29	5	9	4
Europa	164	36	41	31
totaal	432	70	91	59

Van de 432 globale stralingsmeters zijn er 180 van het Robitsch type. De Sovjet Unie, China, Indonesië en Finland bijv. zonden geen meldingen in. Verder wordt aangenomen, dat waarnemingen van verschillende Antarctische expedities zullen worden ingezonden.

De weerschepen van Groot Brittanië krijgen polarimeters en zelfs stralingsbalansmeters aan boord, terwijl in Engeland zelf albedometingen vanuit vliegtuigen zullen worden verricht. Hoewel er nog meer bijzonderheden zijn, waren dit de belangrijkste.

Een aanbeveling is aangenomen om weerschepen en oorlogsschepen uit te doen rusten met stralingsinstrumenten teneinde ook de zee in kaart te kunnen brengen betreffende enkele stralingselementen.

17. De technische toepassing van zonne-energie

Na een korte uiteenzetting van Courvoisier over de mogelijkheden, welke een winning van mechanische energie uit zonne-energie ten dienste staan, hield Dr. Robinson uit Haifa een voordracht over deze mogelijkheden met behulp van een vlakke ontvanger; hij ging na de opti-

male eisen, waaraan deze vlakke ontvanger moet voldoen. Een zekere Prof. Dr. Tabor heeft een metaaloppervlak ontwikkeld met geringe emissie in het rood en een goede absorptie van het zonlicht.

Als een goede demonstratie van d) n.l. stralingsklimatologie der aarde, vertoonde Prof. Schulze plaatjes, waarop waren uitgetzet voor vele plaatsen van de aardbol de gemiddelde dagsommen van de globale straling voor elke dag van het jaar, terwijl op dezelfde plaatjes eveneens waren ingetekend dezelfde grootheden maar zonder atmosfeer (Milankovitch straling). De technici weten dan, wat ze statistisch kunnen verwachten. Hij gaf nog enkele praktische voorbeelden, zoals de afmetingen van ramen in huizen in verband met deze gemiddelde dagsommen van de globale straling.

Dr. Gräfe uit Hamburg vertelde over een onderzoek van Kaempfert en Morgen. Deze bepaalden de jaarlijkse gang van de dagsommen van de globale straling en van de directe straling op een verticaal vlak naar het zuiden gericht, op een vlak onder een hoek van 45° en onder een hoek van 90° en hetzelfde op vlakken gericht naar het noorden. Tevens werden plaatjes vertoond van de jaarlijkse gang van de dagsommen van de globale straling verminderd met de directe straling op vlakken onder dezelfde omstandigheden. Drummond gaf plaatjes van Africa ten zuiden van de Sahara te zien, waarop isolijnen van dagsommen van globale straling in cal/cm^2 voor het winterseizoen. Deze isolijnen waren getrokken op naar onze schatting ongeveer 35 stations. Deze kaart bleek een zeer grote overeenkomst te hebben met de isothermenkaart voor hetzelfde seizoen. Ook de isobarenkaart vertoonde grote overeenkomst. Op dezelfde manier zijn eveneens kaarten voor het zomerseizoen gemaakt. De grote overeenkomst tussen de genoemde kaarten komt ons niet vreemd voor.

Ångström sprak over het project van W.M.O. betreffende de Climatological Atlases en wilde ook de nationale stralingsinstituten stimuleren om landelijk kaarten te vervaardigen, zoals door Drummond is gedaan. Na veel geharrewar hierover is een semi-permanente subcommissie benoemd, bestaande uit Dr. Ångström, Dr. Courvoisier (voorzitter), Dr. Fritz (Washington), Mr. Drummond en Dr. Dogniaux. Deze subcommissie zal enkele voorstellen moeten formuleren over deze zaak. Wanneer deze voorstellen ter tafel zullen worden gebracht, is onbekend.

18. De actinometrische bepaling van atmosferische vertroebeling

Hoewel de atmosferische vertroebeling (turbiditeit) en de bepaling van de turbiditeitscoëfficiënt of van de turbiditeitsfactor toch

een belangrijk onderwerp is, is dit punt maar summier behandeld. Ångström hield een langademige inleiding over Linke's turbiditeitsfactor en Ångström's turbiditeitscoëfficiënt, terwijl Steinhauser's compilatie over de seizoensvariatie van de vertroebelings-factor even werd aange-roerd. Vervolgens gaf Prof. Möller een zeer kort resumé, dat eigenlijk alleen een opsomming van literatuur over atmosferische vertroebeling uit de laatste jaren was. Met het oog op de voor het K.N.M.I. voorgestelde aanschaf van een Panzeraktinograph van Linke-Feussner zal een studie hierover gemaakt worden.

Een kleine subcommissie had zich reeds met de turbiditeit bemoeid. Een vage aanbeveling, opgesteld door de subcommissie, werd snel voorgelezen en aangenomen.

19. Meteorologische stralingsterminologie en eenheden

Dr. Mörikofer deelde mede, dat Dr. Ångström en Prof. Möller enkele dagen in Davos zullen nablijven om met Dr. Mörikofer de ontwerpen van aanbevelingen en resolutie betreffende 19a), 19b), 19c), 19d) en 19e) op te stellen. Deze ontwerpen zullen bij de leden van beide commissies worden rondgezonden en deze leden kunnen dan schriftelijk erover stemmen.

Over 19f), eenheden, is nog wel gesproken. De stralings-energie wordt gemeten in twee eenheden, n.l. cal/cm² min en m watt/cm². Er is nog een eenheid naar voren gebracht en wel de Langley (ly = cal/cm²), welke in de U.S.A. en Canada wordt gebruikt. Na enige discussie wordt besloten om de twee eerstgenoemde gelijkelijk naast elkaar te laten gebruiken.

Dit besluit is enigszins te betreuren, daar de m watt/cm² een eenheid is, welke op een absolute basis berust, terwijl in de natuurkunde de calorie als warmte-eenheid voor het grootste deel door de joule (= 10⁷ erg) is vervangen.

20. Instructies voor stralingsinstrumenten en -metingen

Dit punt is tijdens de vergadering niet aan de orde gesteld, dan met de mededeling dat deze nog in de komende week door Dr. W. Mörikofer en Dr. A. Ångström nader vastgesteld zouden worden.

21. Procedure voor de periodieke onderlinge vergelijking van primaire standaard-instrumenten

Het blijkt, dat de stralingsmensen, wat dit punt 21 betreft, in grote moeilijkheden zitten. Periodieke onderlinge vergelijking van

primaire standaard-instrumenten zal bijna niet meer plaats kunnen vinden; de enige plaatsen waar de ijkings nog plaats kunnen vinden, zijn Stockholm en Washington. Maar het Smithsonian Institute heeft aangekondigd, dat dit werk in december 1956 zal worden beëindigd. Beide commissies zullen het Smithsonian Institution vragen de gelegenheid om vergelijkende metingen te verrichten nog een jaar of twee open te houden, tot dat dit werk dan kan worden overgenomen. Een particulier laboratorium op commerciële basis, de Eppley Laboratories Inc. te Newport (U.S.A.) is bereid zich zodanig in te richten, dat het te gelegener tijd deze periodieke vergelijkingen van primaire standaardinstrumenten kan overnemen.

Dr. Dogniaux uit Ukkel stelt voor om voor de aanvang van het I.G.Y. de secundaire standaard-instrumenten (pyrheliometers) van de verschillende landen onderling te vergelijken te Davos of te Stockholm. Dr. Feussner stelt voor, dat de stralingscommissie gelden aan dat ijkcentrum zal afstaan om het door Dogniaux voorgestelde werk te kunnen volbrengen.

Dr. Hinzpeter uit Potsdam deelde mede, dat de pyrheliometers van alle landen achter het ijzeren gordijn (China, Sovjet Unie, O. Duitsland, Roemenië, enz., enz.) op die van Potsdam zullen worden geijkt voor de aanvang van het I.G.Y. Hij wil verder graag de pyrheliometer van Potsdam op die van Davos ijken.

Na nog enig heen-en-weer-gepraat is de aanbeveling gedaan, dat primaire stralingsinstrumenten met elkaar zullen worden vergeleken en dat secundaire standaards op een naburige primaire zullen worden getoetst. Deze aanbeveling is aangenomen.

22. Problemen de stralingsklimatologie betreffend.

De op de agenda staande punten a) Definitie van de term: stralingsdag en c) Classificatie van dagen met verschillende stralingsomstandigheden, werden wegens tijdgebrek van de agenda afgevoerd.

Slechts over het punt b) Berekening der globale straling uit de zonneshijnduur, hield Dr. H. Hinzpeter (Met. Hauptobs. Potsdam) een korte voordracht. Het verband tussen deze beide grootheden genomen over 1 dag blijkt niet rechtlijnig te zijn maar krom, en ter vereenvoudiging der berekening benaderde spr. deze kromme door 2 rechte stukken.

Verwezen werd, over dit punt, naar twee opstellen:

A. Ångström Ark. f. Geoph., 2, (22), '56 en Nicolet en Dogniaux, Geoph. Pura è Appl., 20, ' 51.

23. Bezichtigingen

a. Het Geophysisch-Meteorologisch Observatorium te Davos

Dit instituut, dat geheel los staat van het Eedgenootschap en op bijdragen uit z.g. Kurtaxen en van andere instanties drijft, heeft ondanks deze sterk beperkende omstandigheden, als gevolg van de voortvarendheid en de wetenschappelijke zin zijner Directeuren: aanvankelijk Dorno, daarna Mörikofer, zich een wereldnaam weten te verschaffen. Beperkte men zich aanvankelijk tot het uitvoeren van metingen d.m.v. bestaande instrumenten, na de oorlog hebben Mörikofer's medewerkers: Courvoisier, Wierzejewski, Bener zich geworpen op de theorie der thermische stralingsinstrumenten, en op een kritische beschouwing van verschillende bestaande typen. Hoewel de elementen, waarmee de theorie opereert niet nieuw waren, moet men zich verbazen hoe weinig ingang de beschouwingen gevonden hebben bij de constructeurs van b.v. de infrarood-stralingsinstrumenten. Uiteraard maken de instrumenten, welke in deze periode in Davos ontwikkeld zijn, daarop een uitzondering. Van een uiterste doordachtheid getuigt Courvoisier's stralingsbalansmeter (of beter: dubbele pyranometer), en ook de samen met Wierzejewski ontwikkelde destillatie pyranometer (waarvan een drietal exemplaren te De Bilt ontvangen zijn). Het ware wenselijk, indien de organen, welke het geophysische onderzoek overkoepelen, middelen vonden om dit centrale, onafhankelijke instituut in ruimere mate te steunen.

Een kort résumé van wat de congresdeelnemers te zien geboden werd moge hier volgen.

Courvoisier toonde zijn dubbele pyranometer, en gaf speciaal een exposé van de vervaardiging der in het instrument gebruikte thermozuilen. Verder gaf hij een indrukwekkend beeld van de, men kan wel zeggen fabricage, der destillatie pyranometer.

Bener toonde de onder punt 11 beschreven ultraviolet meetopstelling. Wierzejewski toonde de onder punt 4 beschreven opstelling voor het meten der zwartings-emissiviteit d.m.v. een frigorimeterbol. Verder toonde hij een integrator van het Fabrikaat Landis en Gyr, werkend volgens het principe der tegengekoppelde galvanometerversterker met aan de uitgang der versterker een gelijkstroom Wattverbruik integrator. Deze laatste gaf het resultaat niet in gestempelde vorm. Het resultaat, de som der globale straling, werd dagelijks afgelezen.

Wel stempelend was een bij een frigorimeter behorende integrator. Ook hierin trad een Wattverbruiksmeter op, deze sloot echter na een zeker aantal omwentelingen een contact dat tot bekrachtiging van

een tel werk leidde. Elk uur zorgde een afzonderlijk mechaniek voor de afstempeling van het resultaat op een papierstrook. Tenslotte werden ons door Dr. E. Nagel de instrumenten op het platform getoond. Deze zijn echter alle bekend, zodat hierover niets behoeft te worden bericht.

b. Het Eidgenössische Institut für Schnee- und Lawinenforschung
(Dir. Dr. M. de Quervain)

Ook hier wordt met grote voortvarendheid onderzoekingswerk verricht. Door de grote schade, welke lawines nu en dan aanrichten, kan ook de bestrijding ervan, en het onderzoek daarnaar, kostbaar uitvallen en ondanks de kleine opzet krijgt men wel de indruk, dat er geen financiële hinderpalen zijn.

Onderzoek naar de dynamische en statische eigenschappen van sneeuw en de wijziging daarin als gevolg van druk en koude is hoofdzaak. Daartoe liet men ons verschillende instrumenten zien, en klimaatsruimten tot -40°C ter grootte van een normale werkkamer werden voor de deelnemers toegankelijk gesteld.

Uiteraard beweegt men zich ook op zijpaden. Zo werd een instrument getoond dat als resultaat van een optische aftasting van de horizon, daarvan een afbeelding op een strook gaf welke als lineair rechthoekig coördinatennet de zonnetijd en de tijd van het jaar bevatte. Met een planimeter kan de theoretische daglengte, over b.v. elk der maanden of over het jaar gemiddeld, bepaald worden.

Verder werd een welhaast Jules-Verne-achtig aandoend plan getoond - in het vertrek waar de opstelling zou komen - voor een rondlopende windtunnel met lucht van regelbare temperatuur en dampspanning. In het stuk van de verticale oploop was een meetplaats met monding en tegenmonding van speciale vorm. Op deze plaats stelt men zich voor een hagelkorrel, stilstaand in de verticale stroom, te kunnen laten groeien. Het is bijna niet te geloven, dat zoiets mogelijk is, maar er werd beweerd dat de knapste Zwitserse aerodynamicus dit stabilisatieprobleem ter hand zal nemen.

Nabeschouwing over de conferentie

Een onzer, bij z'n afscheid na beëindiging der conferentie van de voorzitter Dr. Mörkofer door deze naar z'n mening gevraagd over deze bijeenkomst, gaf als antwoord hierop dat het hem duizelde en dat hij doodmoe was van de vele, voor hem grotendeels nieuwe, ter sprake gebrachte onderwerpen. Indien sterker in 't formuleren van complimenten zou hij waarschijnlijk gezegd hebben dat sommigen de conferentie zonder

de uitstekende leiding van de voorzitter, figuurlijk gesproken, niet zouden hebben overleefd; de wijze namelijk, waarop deze de gevolgen der Babylonische spraakverwarring tot praktisch nul wist te reduceren was uniek. Beter ware het echter, bij dergelijke conferenties, de Engelse taal als enige voertaal te decreteren.

Een volgende maatregel om dergelijke conferenties (vooral voor outsiders) minder vermoeiend te maken, zou zijn, voordrachten over één onderwerp te coördineren, zodat in een kalm tempo slechts datgene ter sprake komt wat als momenteel zwaartepunt van dit onderwerp beschouwd kan worden. Niettemin zijn wij beiden met een uitgebreide nieuwe ervaring teruggekomen, ervaring waarover het reeds niet gemakkelijk was, rapport uit te brengen, die echter nog moeilijker, in een plaats waar het stralingsonderzoek zo schaars beoefend werd, tot nieuw onderzoek zal leiden. Maar belangrijk genoeg is het reeds, te weten op welke wijze het onderzoek van anderen, speciaal in het Geophysische Jaar, te steunen met waarnemingen van algemeen gebruikelijke aard.

Deze nabeschouwing zij besloten met een korte uiteenzetting over het eerste en wel belangrijkste punt der agenda: de standaardschaal.

Het moge verwonderlijk lijken dat men pas nu zich in staat acht stralingsstromen zo nauwkeurig te meten dat het zin heeft er een maat voor vast te stellen. Dit laatste is echter niet geheel juist gezegd. De maat voor de warmte waarin de straling zich omzet is de Joule (of de calerie), een volkomen vastgelegde grootheid. Er bestaat echter tot op heden geen stralingsmeetinstrument dat 1^o de straling ook werkelijk kwantitatief in warmte omzet 2^o op bevredigende wijze met elektrische Joule's te calibreren is.

In hoeverre de op de detector gebruikte zwarting reflecteert, laat zich nog wel onderzoeken, al is het voor het hoofdstandaardinstrument, de compensatie pyrheliometer van K. Ångström, vanwege de ongunstige vorm der detector, althans in situ welhaast onmogelijk. Veel moeilijker is echter het tweede punt: de beoordeling in hoeverre een toegepaste verwarming in z'n thermische werking equivalent is aan de bij normaal gebruik in de bovenkant der zwartingslaag vrijkomende warmte. Ook hierbij komt, evenals bij de onderlinge vergelijking van pyrheliometers, de begrenzing der toegelaten bundel als vertroebelende factor. Ook de begrenzingen ontvangen warmte en hoeveel daarvan de invloed op de detector is, dient bepaalbaar te zijn.

Welnu, zal men zeggen, vervaardig dan een dergelijk instrument, theoretiseer het zodat een ieder overtuigd is, dat de ijking ook werkelijk in Joule's opvallende straling vastligt. De omslachtigheid van een dergelijk instrument maakt het echter voor de praktijk onbruikbaar, tenzij

voor de standaardisering van bestaande instrumenten. En dan komt de hoofdmoeilijkheid bij de vergelijking van pyr-heliometers op de hoek: het feit dat de openingshoeken, die bij alle bestaande typen verschillend zijn, ten leste bepalen welk variabel aandeel de randstralingen bij de vergelijking innemen. Een uitweg is, het standaardinstrument nog bovendien variabel te maken wat de openingen betreft. Veel plausibeler is echter, de openingshoeken compleet te standaardiseren. In één der resoluties is daartoe een schuchtere poging gedaan.

Het zij hieruit duidelijk geworden, dat de schaalwaarde welke men nu aan het op de primaire ijkstations aanwezige arsenaal van pyr-heliometers toekent, slechts beperkte nauwkeurigheid bezit: De fout ervan kan zeer wel 1 à 2 % bedragen, al zijn er optimisten die enkele promillen als bovengrens zien.

De geofysische metingen der straling geschieden echter in hoofdzaak voor vergelijking der resultaten in afhankelijkheid met de plaats en met de tijd. En deze vergelijking is onafhankelijk van de schaal waarin gemeten werd, mits deze vastligt. Dit is het geval tot op de nauwkeurigheid der standaardisatie: meestal enkele promilles.

International Radiation Conference
Davos, 11 to 15 September, 1956

List of the main Agenda

A. Instrumental and physical problems

1. The creation of an international radiation standard scale.
2. The absolute determination of radiation energy.
3. Discussion of the results of laboratory studies relating to the physical characteristics of radiometers.
4. Experiences with artificial blackening substances.
5. The rôle of aperture conditions of radiometers and their consequences.
6. The results of the Hamburg comparisons of long-wave radiometers.
7. The experiences with coloured glass filters.
8. The experiences with bimetallic pyranographs and their standardization.
9. The measurement of sky radiation.
10. The measurement of daylight-illumination.
11. The methods for measuring the ultraviolet radiation from sun and sky.
12. The techniques for radiation measurements in the free atmosphere.
13. The determination of the local atmospheric albedo in different spectral regions.
14. The recording of the duration of sunshine.
15. Discussion on other radiation measuring instruments if desired.

B. Methodical problems of international cooperation
in radiation research

16. Radiation research during the International Geophysical Year:
 - a) General recommendations.
 - b) Projects of the different countries.

17. The technical application of solar energy:
 - a) The physical aspects.
 - b) Solar machines
 - c) The possible contribution of radiation research to the problem of the application of solar energy
 - d) Radiation climatology of the earth
18. The actinometric determination of atmospheric turbidity.
19. Meteorological radiation terminology and units:
 - a) The radiation fluxes
 - b) The radiation instruments
 - c) Translations
 - d) Decimal classification for radiation
 - e) Abbreviations for formulae
 - f) Units.
20. Instructions for radiation instrumentation and measurement.
21. Procedure for the periodic inter-comparison of primary standard instruments.
22. Problems of radiation climatology:
 - a) Definition of the term "radiation day"
 - b) The computation of global radiation from records of sunshine
 - c) The classification of days with different radiation conditions.
23. Visits to Daves' Institutes.

Radiation Commission
of the International Association of Meteorology
and Working Group on Radiation of WMO

Recommendations for Radiation Measurements
during the International Geophysical Year

THE RADIATION COMMISSION OF IAM AND THE WORKING GROUP ON RADIATION OF WMO:
NOTING the wishes expressed in the meetings of IAM and of the IUGG
Committee for the International Geophysical Year, held at Rome in September
1954; and

SUPPORTED by Recommendation 4 of the International Radiation Conference
held at Rome from 8 to 13 September 1954, which reads as follows:

"- Recommendation 4:

The Radiation Commission of IAM and the Working Group on Radiation of WMO wish to support strongly the radiation programme suggested by the WMO Working Group on the International Geophysical Year. In order to promote a clearer understanding of the mechanisms of the circulation processes within the atmosphere, it is recommended that extended records and measurements of the different components of the radiation balance within the atmosphere be made throughout an intensified network of stations. It is suggested as a minimum that these should include separate measurements or critical estimates of the upward and downward flux of short wave and of long wave radiation, representative of an extensive area around each aerological station, especially in the International Geophysical Year network. Attention must be directed particularly to the possibility of unrepresentative values of the upward fluxes which may result from employment of a single instrumental measurement near the ground.

It is further recommended that all possible measurements be made of the ultraviolet radiation reaching the earth's surface particularly in the wave length bands subject to absorption by ozone." and

CONSIDERING the principles of the Recommendations of the International Radiation Conferences, held at Uccle in August 1951 and at Rome in September 1954, and of the Recommendations of the first session of the Commission for Instruments and Methods of Observation of WMO, held at Toronto in August/September 1953,

RECOMMEND to observe the following programme for radiation research during the International Geophysical Year.

PROGRAMME FOR RADIATION MEASUREMENTS
DURING THE INTERNATIONAL GEOPHYSICAL YEAR

A. MEASUREMENTS TO BE PERFORMED

I. At the surface

- 1) Continuous records (or, possibly, automatic integration) of the total incoming radiation from sun and sky and where practicable from the sky separately, both on a horizontal surface.
- 2) Measurements of the radiation balance of the surface of the earth and of its different components of short and long wavelengths or of the effective radiation, for all wavelengths, of a black surface, if this has been substituted for the surface of the soil.
- 3) Measurements of the longwave effective outgoing radiation.
- 4) Measurements of direct solar radiation, for selected spectral regions as well as for the whole spectrum.
- 5) Measurements of the ultraviolet radiation of sun and sky.
- 6) Records of the duration of sunshine.

II. The upper air

It is important that, so far as possible, radiation measurements should also be made in the free atmosphere, by aircraft or by radiosonde; these measurements refer especially to direct solar radiation, to effective radiation of long wavelengths and to radiation balance.

B. INSTRUMENTS TO BE USED

- (1) For total incoming radiation of sun and sky and for the diffuse sky component:

Moll-Gorczyński solarimeter

Eppley pyrhelimeter with horizontal surface

Some other types of thermo-electric pyranometers with horizontal surface

Bellani pyranometer with horizontal surface

For daily summations only, the Robitzsch bimetallic type of actinograph may be used provided that attention is paid to the variability of its sensitivity with temperature, solar altitude and azimuth.

- (2) For longwave effective outgoing radiation:

Ångström compensation pyrgeometer

Gier and Dunkle type forced-ventilated pyranometer

Other types of pyranometers with suitably protected receiver
(e.g. Schulze Lypolen-Gerät)

- (3) For the radiation balance of the surface and for its different components:

Different designs of radiation balance meters have been developed in various countries. A report of the Radiation Commission of IAM provides information regarding the results of recent inter-comparisons between the different models.

- (4) For direct solar radiation:

Ångström compensation pyrheliometer

Silverdisk pyrheliometer

Michelson bimetallic actinometer

Thermoelectric actinometers:

with Moll thermopile (Moll-Gorcziński or Linke-Feussner actinometer

Eppley pyrheliometer at normal incidence

Other designs of thermoelectric actinometers

NB. For subdividing the solar spectrum, it is recommended that use be made of the Schott filters OG 1, RG 2 and RG 8, of which the Radiation Commission is able to supply standardized specimens.

- (5) For ultraviolet radiation of sun and sky:

Spectroscopic and photoelectric methods are under development,, and it can be expected that more detailed information on the methods to be recommended will soon be available.

- (6) For recording the duration of sunshine:

Campbell-Stokes sunshine recorder.

- (7) For special problems:

For measuring daylight illumination:

Selenium rectifier cell with registration and appropriate filter(s) to correct the response as closely as possible to the standard ICI luminosity curve;

For the integration (in the form of daily summations) of total radiation from sun, sky and soil reflection:

Bellani spherical pyranometer (modern type with metallic coating).

C. SCALES TO BE USED

For the publication of the results of actinometric observations the original uncorrected Ångström scale or the Smithsonian scale 1913 may be used. But, in any case, it is essential that the scale used, corrections applied, instruments and filters employed must be stated.

(P.S.) It is to be expected that the International Radiation Conference which will be held at Davos in September 1956 will recommend a provisional but common international pyrheliometric standard scale.)

D. CHOICE OF ACTINOMETRIC STATIONS

The location of stations for radiation research has to be decided by the meteorological services, eventually in conjunction with the Regional Associations of WMO. It is, however, important to observe the following recommendations:

- (a) To develop the activities of all stations which have already been concerned with radiation research;
- (b) To create new actinometric stations at aerological stations or in their proximity;
- (c) To afford, in the case of the creation of new actinometric stations, preference to the meridional and zonal sections which have been proposed by CSAGI for research in the I.G.Y. programme and listed elsewhere;

- (d) To prepare vertical actinometric sections making use of any possibilities offered by mountain stations at different altitudes and in various localities;
- (e) To consider that a station with specialized staff and technical facilities may produce more useful results than a station without these advantages, even if the latter were situated in a more suitable place;
- (f) To note that all actinometric measurements and records must be made with the same regularity as those of other climatological elements. It will be most important to pay special attention to the observations on the regular and special world days and during the world meteorological intervals.

E. SUPPLEMENTARY REMARKS

Supplementary information and an indication of the sources of supply and of the approximate cost of radiation instruments may be obtained from the President or the Secretary of the Radiation Commission of IAM. Instructions for the installation and operation of radiation instruments and for the reduction of the records obtained, are in the course of preparation.

. Radiation Commission
of IAM

Working Group on
Radiation of WMO

ANNEX

PROPOSALS FOR THE REGULAR PUBLICATION
OF RADIATION MEASUREMENTS DURING I.G.Y.

Remarks: It is necessary to distinguish between results of radiation measurements that are available regularly for every day and those only irregularly (as e.g. direct solar radiation, measurements of radiation balance or of long wave radiation fluxes).

A schematic table with values for every day can be drawn up for the first group only.

I. Tables for regular daily radiation values

Draft WMO form 102

International Geophysical Year 1957/58

Month and Year

Country

Insolation and daily totals of solar radiation

components on a horizontal surface

Day	Station X Radiation on horizontal surface				Station Y similar
	Duration of sunshine SS h + 0,1 h	Total sun + sky T cal/cm ² day	Diffuse sky D	Sun only S	
1					
2					
3					
.					
.					
31					
Monthly Totals					
Daily Means					

NB. In order to avoid a regular repetition of the voluminous headings it might be possible to use abbreviations and to explain their signification at the beginning, as e.g.

SS = Duration of sunshine in h and 0,1 h.;
T = Total radiation of sun and sky;
D = Diffuse sky radiation;
S = Direct solar radiation ($S = T - D$);
T, D and S (in $\text{cal}/\text{cm}^2\text{day}$) refer to a horizontal surface.

In the I.G.Y. forms the following information should also be given for each station:

Name of station,
geographical coordinates: latitude, longitude, altitude,
types of instruments used (additional instruments, filters etc.
included),
reference standard scale and corrections used (if any).

II. Tables for publication of individual radiation measurements.

For such radiation measurements a general form cannot be proposed. It would, however, be advisable to provide the following informations:

a) For measurements of direct solar radiation

Date
True solar time (h. and min.)
Solar height h (degrees and 0,1 degrees)
Optical air mass m (= path length)
Atmospheric pressure (mb or mm)
Air temperature ($^{\circ}\text{C}$)
Water vapour pressure (mb or mm)
Cloud amount (in octas or tenths) with indication of the cloud forms
Intensity of solar radiation: total and with different filters
(e.g. OG 1, RG 2 and RG 8), in $\text{cal}/\text{cm}^2\text{min}$.

b) For measurements of long wave radiation and radiation balance

Date
True solar or zonal time (with zonal correction to G.M.T.)
Atmospheric pressure (mb or mm)
Air temperature ($^{\circ}\text{C}$)
Water vapour pressure (mb or mm)
Cloud amount (in octas or tenths) with indication of the cloud forms
Intensity of radiation in $\text{cal}/\text{cm}^2\text{min}$ (or in $\text{mwatts}/\text{cm}^2$).

Afd.: Klimatologie en
Landbouwmeteorologie

International Radiation Conference
at Davos from 11 through 15 september 1956

Report to the Conference concerning item 14 of the list of the main Agenda made by Dr. H.J.de Boer, De Bilt, Netherlands.

I want to draw your attention to another facet of the subject under consideration, namely the consequences of differences between national instructions for measuring the cards of the Campbell-Stokes' sunshine-recorder.

In the Netherlands there are about 30 stations which register the duration of sunshine by means of a Campbell-Stokes' sunshine-recorder. After every month the monthly total numbers of hours of sunshine of the various stations are plotted on a geographical map of the Netherlands and isohels are drawn. When for a special purpose we want to draw the isohels along the eastern frontier of the country with more accuracy by using sunshine data of a few stations in western Germany, which have also Campbell-Stokes' instruments, we meet with the difficulty that the German monthly numbers of sunshine hours are inclined to be relatively on too high a level.

A detailed investigation into this matter by Dr. C.Lever of the Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut at De Bilt brought to light, that this difficulty was caused by the differences between the German and the Dutch instructions for evaluation of the sunshine diagrams.

The Institute asked and received from Prof. Schneider-Carius diagrams of the German stations Emden, Norderney and Bocholt. These diagrams, which had already been measured by a German assistant following the German instructions, were evaluated by a Dutch assistant following our own instructions.

These measurements showed that due to personal errors the Dutch results had a standard deviation of 2 to 5 %, while Prof. Schneider-Carius communicated in a letter that the standard deviation of the German results also ranged between 2 and 5 %.

Though the investigation of Dr. Levert has made clear quite a lot of differences between both instructions and their consequences I shall confine myself to giving you an example which clearly shows in figures the consequences of both different instructions only.

station; month	sunshine duration in hours		hours	$\frac{G-D}{D}$ %
	Dutch instruction	German instruction	G-D	D
Norderney Oct. 1953	73.9	87.0	13.1	18
Emden Oct. 1953	60.7	69.6	8.9	15
Bocholt Oct. 1953	87.5	91.5	4.0	5
Bocholt Jan. 1954	100.8	104.7	3.9	4

The above table shows that the consequences of the differences between both instructions are rather large. I ask myself whether there may be done something into this matter by the Conference or not.