



KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT

**WEERS
VERWACHTINGEN**

op lange termijn

DOOR

Dr W. VAN DER BIJL

VERSPREIDE OPSTELLEN

1

PUBLICATIENUMMER: KNMI 137-1

Prijs f1,75

STAATSDRUKKERIJ- EN UITGEVERIJBEDRIJF / 'S-GRAVENHAGE 1954

KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT



*Weers
verwachtingen*

**op
lange termijn**

door Dr W. van der Bijl
wetenschappelijk medewerker
aan het KNMI

VERSPREIDE OPSTELLEN **1**

Voorwoord

„WAAR STAAN WE MET DE WEERSVERWACHTING OP LANGE TERMIJN?”

HET is – terecht en begrijpelijk – een veelgehoorde vraag. Weersverwachtingen over meerdere dagen, seizoenverwachtingen over maanden en klimaatsverwachtingen over jaren, het zijn behoeften welke bevrediging voor vrijwel ieder mens en iedere geleding in het maatschappelijk leven van groot belang zou zijn.

Waar staan we na een eeuw meteorologische wetenschap; hoever is het wetenschappelijk onderzoek, waaraan meteorologen, fysici en mathematici over de gehele wereld deelnemen, thans gevorderd. Kunnen we resultaat verwachten?

Dit boekje tracht een antwoord op deze vragen te geven.

Dr VAN DER BIJL, die op het KNMI ten nauwste betrokken is bij het wetenschappelijk onderzoek van dit actuele probleem, heeft, in een voor wijde kring bevattelijke vorm, een uiteenzetting daarvan gegeven. Prof. VISSER, Prof. BERLAGE en Prof. BLEEKER hebben door waardevolle opmerkingen bijgedragen tot de huidige vorm van dit geschrift.

Voor het eerst werd de inhoud van dit werkje gepubliceerd in een artikelenreeks in het „Groninger Landbouwblad”, welke in het nummer van 10 December 1953 werd afgesloten.

Met dit boekje, verschijnend bij het honderdjarig bestaan van het KNMI, wordt een nieuwe serie van min of meer populaire uiteenzettingen over actuele problemen geïntroduceerd, welke incidenteel zullen verschijnen.

Het „Staatsdrukkerij- en Uitgeverij-Bedrijf” verzorgde deze uitgave met bewonderenswaardige snelheid. Opmaak en illustraties werden geheel door dit bedrijf verzorgd.

De Hoofddirecteur,



I. R. C. J. WARNERS

De Bilt, Januari 1954

*Het moeilijke werk kan nu reeds verricht worden,
het onmogelijke komt later wel.*

FRIDTJOF NANSEN

Inhoud

blz	
6	1 Definities
8	2 Verschillen tussen verwachtingen op lange en korte termijn
12	3 Voor- en nadelen
16	4 Eisen
22	5 Het grijze verleden
33	6 Van de Middeleeuwen tot omstreeks 1900
52	7 De twintigste eeuw
54	7.1 Verwachtingen zonder wetenschappelijke basis
58	7.2 Enkele wetenschappelijke methoden
58	7.2.1 Regressievergelijkingen
60	2 Drukgolven
61	3 Symmetrische luchtdrukverdelingen
64	4 Singulariteiten
65	5 „Trends” in de luchtdruk
67	6 Lange golven in de luchtcirculatie
68	7 Trekrichtingen van hoge- en lagedrukgebieden
70	8 Analogieën
73	9 Verschijnselen op de zon
75	10 Ozon
76	7.3 De moderne methoden in enkele landen
76	7.3.1 India
89	2 Indonesië
95	3 Sovjet-Unie
101	4 Duitsland
107	5 Nederland
110	6 Frankrijk
112	7 Groot Brittannië
113	8 Verenigde Staten
123	9 Japan
124	8 Samenvatting en slotwoord
126	Literatuurlijst

WEERSVERWACHTINGEN op lange termijn zijn voorspellingen, die het karakter van het weer aangeven gedurende een toekomstige periode, die een lengte heeft van een week of meer.

Tot nog toe is het streven der meteorologen er op gericht, voor zulk een periode het te verwachten *gemiddelde* weer te bepalen, waarbij men zich voornamelijk beperkt tot de gemiddelde temperatuur en de totale neerslaghoeveelheid. Is éénmaal deze fase van wetenschappelijk onderzoek op een voldoening gevende wijze afgesloten, dan is de volgende fase van het speurwerk het mogelijk maken van voorspellingen van het gedetailleerde weer, d.w.z. het verloop van het weer van dag tot dag in het betreffende tijdvak.

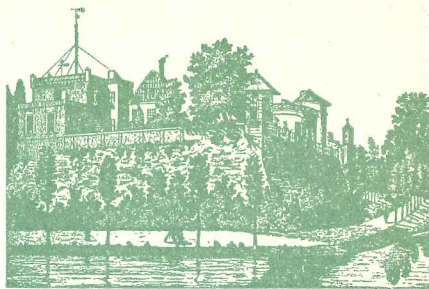
Omvat het tijdvak dertig dagen, dan spreken we wel van maandverwachtingen. De speciale naam „seizoenverwachtingen” slaat meestal op prognosen voor het geheel van de drie zomer- of van de drie wintermaanden.

Weinig nut heeft het, althans buiten de polaire streken, voorspellingen te wagen over het temperatuurgemiddelde van zulk een lang tijdvak als een geheel jaar of zelfs een tiental jaren.

Veel meer zin hebben voorspellingen voor de totale neerslaghoeveelheid gedurende een jaar of aantal jaren. Maar zij behoren juist tot de moeilijkste van het gehele gebied. Dergelijke verwachtingen zijn daarom ook slechts uiterst zelden gepubliceerd.

2

Verschillen

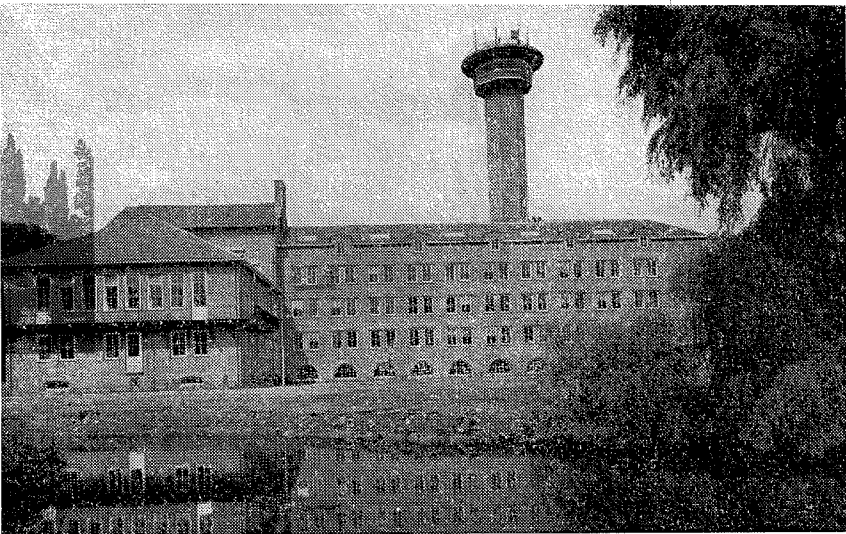


tussen verwachtingen op lange en korte termijn

Na deze definiëringen zullen we vervolgens tamelijk uitvoerig de aandacht wijden aan de weersverwachtingen op korte termijn om duidelijk het verschil met hun tegenpool, de in de titel van dit boekje genoemde verwachtingen, te laten uitkomen.

Weersverwachtingen op *korte* termijn geven een gedetailleerd beeld van de te verwachten weersgesteldheid gedurende de eerstkomende 24 tot hoogstens 48 uren. Het is in dit gebied, dat de meteorologie zijn grootste vooruitgang geboekt heeft, sinds de wetenschappelijk gevormde weerkundigen zich niet meer geïsoleerd, maar in groepsverband op de bestudering der weersverschijnselen gingen toeleggen. Als datum van begin van deze serieuze wetenschapsbeoefening mogen we het midden van de negentiende eeuw stellen. Wanneer we nu in dit verband wijzen op het feit, dat het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut op 31 Januari 1954 zijn eerste eeuwfeest hoopt te vieren, dan leveren we daarmee een duidelijk bewijs, dat Nederland reeds in het beginstadium van het wetenschappelijk onderzoek werkzaam heeft deelgenomen aan de internationale krachtsinspanningen op meteorologisch gebied.

Het is vanzelfsprekend niet gewenst, dat we ons blind staren op de vooruitgang in de kwaliteit der prognosen op korte termijn. Zo even noemden we de vooruitgang op dit terrein de *grootste*. We moeten echter deze omschrijving vooral geen absolute betekenis toekennen, maar veeleer een relatieve. Immers, een ieder, die de dagelijks uitgegeven verwachting vergelijkt met het opgetreden weer, weet uit eigen ervaring, dat de ideale toestand nog lang niet bereikt is. De meteorologie volgt, wat de betrouwbaarheid van voorspellingen betreft, haar zusterwetenschap, de astronomie, wel op een héél grote afstand. De



eerste de beste agenda publiceert dag voor dag de tijden van de opkomst en de ondergang van zon en maan. De trefzekerheid dezer voorspellingen is zo groot, dat de benaming „voorspelling” eigenlijk een ietwat oneerbiedige uitdrukking is voor deze langs zuiver mathematische wegen uitgerekende gegevens. Wel vindt men in sommige almanakken pogingen om ook het karakter van het weer gedurende een heel jaar dag voor dag te voorspellen, maar de atmosfeer houdt zich niet aan de gepubliceerde voorschriften van de kalender en bewandelt eigen paden. Het weer laat zich niet zo gemakkelijk dwingen en het succes van deze agenda-voorspellingen zweeft dan ook angstwekkend dicht in de omgeving van het absolute nulpunt, behalve natuurlijk in de ogen van voorspeller en uitgever. Op dit onderwerp willen we later nog even terugkomen.

Uit het feit, dat elk beschaafd land zich de financiële offers getroost, een meteorologisch centrum in stand te houden, mag wel afgeleid worden, dat de baten van correcte etmaalverwachtingen de daaraan bestede kosten belangrijk overtreffen. Trouwens, was het aantal treffers van de dagelijkse weersverwachtingen aan het begin dezer eeuw circa 70%, voornamelijk dank zij de sterke impulsen van twee langdurige oorlogsinspanningen is dit percentage nu opgelopen tot ongeveer 85. Deze toeneming moge niet al te overtuigend schijnen, in werkelijkheid is de verbetering meer dan de cijfers aangeven, omdat de verwachtingen steeds gedetailleerder worden.

Men vergelijke de volgende willekeurig uitgekozen voorbeelden:

11 Juni 1903

verwachting omtrent de aanstaande weersgesteldheid: zwakke wind, veranderlijke bewolking, mogelijk regen, weinig verandering in temperatuur.

11 Juni 1953

verwachting geldig van hedenavond tot morgenavond: zwaar bewolkt met verspreide opklaringen en in de nacht en ochtend plaatselijk mist. Hier en daar enkele buien, mogelijk met onweer. Zwakke tot matige wind uit uiteenlopende richtingen. Over het algemeen hogere temperaturen.

In de vooruitgang op het gebied van de weersverwachtingen op korte termijn demonstreert zich ook het dieper worden van het inzicht in de meteorologische verschijnselen. Processen, die vijftig jaren geleden de weerkundigen voor raadselen stelden, zijn nu logisch verklaarbaar geworden en hun afloop daardoor ook voorspelbaar.

De belangrijkste bijdragen tot het ontcijferen van de atmosferische geheimen zou men kunnen verwachten van een rijk en dichtbevolkt land, waar het noch aan mensen noch aan middelen ontbreekt om uitgebreide reeksen van waarnemingen bijeen te brengen en te bewerken. Doch verrassenderwijs kwam de beslissende stoot naar een beter begrijpen van de weersverschijnselen juist van een arme en dun bevolkte staat, nl. Noorwegen. Hoewel later gebleken is, dat de jonge, enthousiaste Noorse meteorologen van 1920 enkele van de weerkundige verschijnselen niet op een geheel correcte wijze verklaard hadden, is hun invloed toch van een dergelijke kracht geweest, dat men van de Noorse school is blijven spreken.

Het inzicht in de dagelijkse weersverschijnselen moge dan nu in een bevredigend stadium gekomen zijn, geheel onbevredigend is het begrip van de meteorologische processen, die zich over langere tijdvakken uitstrekken.

Het weer van vandaag in een zeker punt A wordt in grote mate bepaald door het weer van gisteren in A en zijn omgeving. We kunnen dit ervaringsfeit ook anders uitdrukken door te zeggen, dat tussen de weerstoestanden van twee elkaar opvolgende dagen een sterke verbondenheid of afhankelijkheid bestaat. Of met weer andere woorden, waarbij gebruik wordt gemaakt van een wiskundig-statistische term:

er bestaat een sterke „correlatie” tussen die twee weersgesteldheden of ze zijn sterk (met elkaar) „gecorreleerd”. Voornamelijk uit deze eigenschap van het weer put de geleerde, die de opdracht gekregen heeft een 24-uurverwachting op te maken, de aanwijzingen voor een succesvolle prognose. Zijn werkwijze is dus in wezen een extrapolatie, die berust op de onmiskenbare persistentie-neiging van hoge- en lagedrukgebieden.

Geheel anders zijn de omstandigheden bij zijn collega, de long-range forecaster, die zich bezighoudt met de weersverwachtingen op lange termijn. De correlatie tussen de gemiddelde weerstoestanden van opeenvolgende weken is niet groot, zodat extrapoleren ten behoeve van wekelijkse verwachtingen een veel geringere mate van succes geeft dan bij de dagelijkse weersverwachtingen.

De extrapolatie-methode verliest zijn bruikbaarheid zo goed als geheel bij de verwachtingen, die zich uitstrekken over een periode van een maand of langer. Wel bestaat er nog enige correlatie tussen winter- of tussen zomermaanden – in voor- en najaar ontbreekt de correlatie tussen de maanden volledig – maar in De Bilt is de beste persistentie (die tussen de temperatuurgemiddelden van Februari en Maart) zodanig, dat van de 100 te warme Februari-maanden er niet meer dan 60 gevolgd zullen worden door een eveneens te warme Maart-maand. Constateert men op de 28ste Februari van een bepaald jaar, dat de afgelopen maand een warmte-overschot geleverd heeft, dan zou men op dat tijdstip de voorspelling kunnen wagen, dat Maart evenzo een te warme maand zal worden. De waarschijnlijkheid is echter niet meer dan 60% en dat betekent, dat er 40% kans bestaat, dat de voorspelling verkeerd uitkomt. Een ondernemer, die zich aan de verwachting van een warme Maart-maand houdt, zal op grond daarvan zekere extra-maatregelen kunnen nemen, bijv. het aantrekken van meer personeel voor het vervaardigen van grote hoeveelheden zomerjaponnen. Hij speculeert dan op het psychologische feit, dat een vroeg warm voorjaar de dames er toe brengt haast te maken met de vernieuwing van hun zomer-garderobe. Zou het gebeuren, dat de basis van zijn commerciële beschouwingen – de warme Maart-maand – niet verwezenlijkt wordt, dan zal daardoor een niet onbelangrijke schadepost voor hem kunnen ontstaan. De kans op het optreden van een dergelijk verlies is betrekkelijk groot, nl. 40%. Het zal wel duidelijk zijn, dat de ondernemer zich moeilijk kan blootstellen aan dergelijke niet verwaarloosbare risico's en daarom zal hij in de regel geen gebruik willen maken van een riskant hulpmiddel, zoals een weersverwachting op lange termijn met een kans op slagen van 60% nu eenmaal is.

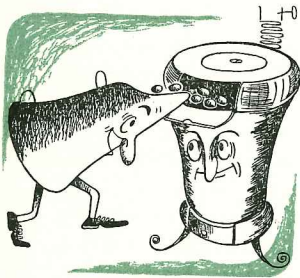
3

Voor- en nadelen

In de voorafgaande regels werden reeds enkele gedachten uitgesproken over het nut, dat het publiceren van weersverwachtingen op lange termijn voor de economische belangen van de bevolking heeft. We gaan nu onze aandacht wijden aan de eventuele voordelen, die de mens kan behalen door op verstandige wijze gebruik te maken van weersvoorspellingen op lange termijn.

Het economische leven op onze wereld wordt voor een belangrijk gedeelte door klimaat en weer bepaald. Met de invloed van het klimaat kan volledig rekening worden gehouden, daar het klimaat één van de nagenoeg constante eigenschappen van de aardbol is. De maandelijkse klimatologische temperatuur-gemiddelden schrijven de samenstelling, hoeveelheid en kwaliteit van de kleding voor. De voedselsoorten, die de mens tot zich moet nemen om in leven te kunnen blijven, zijn eveneens in zeer sterke mate afhankelijk van de klimatologische omstandigheden. In het algemeen mogen we wel zeggen, dat de aard en de hoeveelheid van de consumptieve goederen nauw verweven zijn met die gemiddelde grootheden, die we klimatologische normalen noemen.

Diametraal tegenover de constantheid van het klimaat staat dan de welbekende grilligheid van het weer. Het klimaat bepaalt in grote trekken de hoeveelheid brandstof, die men gemiddeld voor het begin van de winter moet inkopen, maar het is het weer, dat bepaalt, hoe snel de haard de inhoud van een kolenkit verbruikt. Op het gebied van de textiel is het klimaat de beslissende factor, die bepaalt, welke soorten gemiddeld genomen in de linnenkast aanwezig dienen te zijn en in welke hoeveelheden. Maar het weer beslist, welke kledingstukken 's morgens aangetrokken moeten worden. Uitzondering vor-



men ook hier de tropische streken, waar immers globaal gesproken het weer van vandaag gelijk te stellen is aan dat van gisteren.

Als we ons nu tot het onderwerp „brandstof” beperken, dan valt onmiddellijk op, dat een voorspelling voor de temperatuur van de gehele winter, gebaseerd op klimatologische gegevens, alleen maar in staat is de *gemiddelde* hoeveelheid brandstof vast te stellen. De brandstofhoeveelheden, die jaar voor jaar verbruikt worden, schommelen vrij willekeurig om dit gemiddelde heen. Een betrouwbare weersverwachting op lange termijn, die tijdig en nauwkeurig de temperatuurafwijking van de aanstaande winter aangeeft, stelt niet alleen de consument in staat, zijn benodigde hoeveelheid steenkool te berekenen, maar geeft de detaillist ook gelegenheid niet te weinig of te veel in te kopen. Op hoger plan gezien kan de landsregering besluiten in de periode vóór een strenge winter, op de wereldmarkt beslag te doen leggen op een extra-quantiteit brandstof. Daarentegen kan desgewenst meer geëxporteerd worden, wanneer er gefundeerde meteorologische aanwijzingen zijn, die op een zacht winterseizoen duiden.

Het zal nauwelijks de moeite lonen, de voordelen uiteen te zetten, die weersverwachtingen op lange termijn hebben voor het bij de landbouw en veeteelt betrokken gedeelte van onze bevolking, ja van de gehele mensheid. Een onloochenbaar bewijs van het belang, dat onze landbouwkringen hebben bij weersprognosen op lange termijn, blijkt uit publicatie no. 23 van de Stichting „Fonds Landbouw Export Bureau 1916–1918” te Wageningen. Dit in 1939 verschenen geschrift is van de hand van Dr S. W. Visser en draagt de titel: „Rapport over een onderzoek naar de mogelijkheid van een weersvoorspelling op lange termijn in Nederland”. We behandelen dit nader bij de bestudering van de diverse methoden, die in sommige landen in gebruik zijn.

Enkele van de meest vanzelfsprekende voordelen van goede weersverwachtingen op lange termijn voor de landbouwer zijn: hij kan de gunstigste tijden uitzoeken voor allerlei werkzaamheden, als zaaien, maaien, ploegen, enz. De veehouder daarentegen kan bijv. de juiste hoeveelheden hooi voor het winterverblijf van zijn koeien inslaan, aangenomen dat het tijdstip van het op stal zetten en het naar buiten brengen van het vee door de weersvoorspelling van te voren bekend is.

Relatief minder invloed heeft het weer op de diverse industriële takken. Het meest gebaat bij een wetenschappelijk verantwoorde weersverwachting zijn wel de bouwbedrijven. Wanneer regenachtige dagen voldoende lang van te voren bekend zouden zijn, kunnen werkzaamheden binnenshuis naar die dagen verschoven worden.



Tenslotte is er één sector van het economische leven, die een geheel andere instelling heeft ten opzichte van deze problemen, omdat zij wel eens minder profijt zou kunnen trekken van de weersverwachtingen op lange termijn, ja, waar deze zelfs een catastrofale invloed zouden kunnen uitoefenen. Dat is de sector van de vreemdelingenindustrie. Om een voorbeeld te noemen: Wanneer bekend zou worden gemaakt, dat Augustus in een bepaalde streek een verregende maand wordt, dan zijn de hoteliers in dat gebied een maand zonder inkomsten en met hen al degenen, die zich op het bezoek van toeristen hebben ingesteld. Immers, elke vacantienganger heeft dan tot zijn beschikking een lijst met plaatsen, waar het weer zich van de aangenaamste kant zal laten zien. Liggen deze streken binnen het bereik van zijn portemonnaie, dan zal de toerist er niet aan denken een vacantiereis te maken, die weliswaar goedkoper is, maar hem het grootste deel van zijn vrije dagen slecht weer bezorgt. Zijn de gebieden met mooi weer te ver verwijderd, dan zal het kunnen gebeuren, dat talrijke vacaties in eigen huis doorgebracht worden. Maar het zijn niet alleen de mensen, werkzaam in de hotelbedrijven, die benadeeld zullen worden door het publiceren van onfeilbare weersprognosen op lange termijn, ook de vacantiengangers zelf, die in meer dan normalen getale naar de met stralend weer toebedeelde vakantieoorden uitzwermen, zullen hun plezier ten dele vergald zien door de overmaat van elkaars aanwezigheid. Dat de hier genoemde bezwaren niet denkbeeldig zijn, bleek eind 1953 uit een bericht in de Franse pers. De hotelhouders uit Bretagne protes-

terden fel tegen het voornemen van het Meteorologische Instituut te Parijs om gedetailleerde maandverwachtingen uit te geven.

Nochtans lijkt het uitgesloten, dat deze bezwaren enige remmende invloed zullen hebben op de ontwikkeling van het onderzoek inzake de mogelijkheid van weersvoorspellingen op lange termijn. Twee redenen kunnen daarvoor aangegeven worden, een theoretische en een praktische. De eerste is, dat de wetenschap zich ontwikkelt langs eigen banen en zich – vooral in het beginstadium – niet laat remmen door mogelijke nadelige gevolgen, die pas kunnen ontstaan aan het eind van een lange ontwikkelingsgang. Eenzelfde situatie als bij de weersverwachtingen op lange termijn vinden we op het gebied van het dienstbaar maken van de atoomkracht. Beide wetenschapstakken hebben dit gemeen, dat de voortschrijdende ontwikkeling niet afhankelijk is van de prestaties van een enkeling, maar veeleer het totaal-resultaat is van de afzonderlijke krachtsinspanningen van geleerden, die wellicht nimmer contact met elkaar gehad hebben. De enkeling kan derhalve op het verloop van het onderzoek weinig invloed hebben. Het terrein is zo gecompliceerd, dat elke onderzoeker slechts een zeer bescheiden bijdrage tot de uiteindelijke oplossing kan leveren.

Er is ook een praktische reden, waarom het onderzoek naar de mogelijkheid van weersverwachtingen op lange termijn voorlopig nog zijn volle omvang zal behouden. Deze factor ontmoeten we, wanneer we de macht en invloed vergelijken van de twee groepen, die tegengestelde belangen hebben bij het bekend maken van betrouwbare prognosen op lange termijn. De ten gevolge daarvan verliezen lijdende partij, die van het hotelwezen, moet het in belangrijkheid afleggen tegen de gecombineerde krachten van de overige sectoren van het bedrijfsleven. Om deze redenen lijdt het geen twijfel, dat de studie van de weersverwachtingen op lange termijn ook in de toekomst sterk gestimuleerd zal worden.



Na deze uitvoerige besprekingen over voor- en nadelen van betrouwbare weersvoorspellingen op lange termijn is het nu tijd om enige regels te wijden aan de eisen, waaraan zij hebben te voldoen.

Voor deze discussie maken we een dankbaar gebruik van enkele gedeelten uit een boeiende voordracht, die in Maart 1953 tijdens de jaarvergadering van de Vereniging voor Statistiek gehouden werd door Prof. D. van Dantzig, hoogleraar in de mathematische statistiek aan de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam.

Aan welke eisen moet in het algemeen een moderne voorspelling voldoen? In de eerste plaats komt de eis van *ondubbelzinnigheid*. Toen Croesus, koning van Lydië, voor zijn strijd tegen koning Cyrus van het machtige Perzische rijk het orakel van Delphi raadpleegde, antwoordde dit: „Als Croesus de grensrivier Halys over trekt, zal een groot rijk ten onder gaan”. Dit was precies wat Croesus wenste, dus stak hij de rivier over. Hij werd echter verslagen en zijn land werd bij Perzië ingelijfd: het Delphische orakel had namelijk niet Perzië, maar Croesus' eigen rijk bedoeld.

Het is duidelijk, dat men met deze methode der dubbel- of veelzinnige interpreteerbaarheid iedere uitslag als een rechtvaardiging der voorspelling kan beschouwen. Daarom wordt zij nog steeds toegepast door waarzeggers en anderen, die zich niet aan de strikte discipline der wetenschap onderwerpen.

De eerste eis, aan de moderne voorspeller gesteld, luidt dus, wat men zou kunnen noemen, de „Croesus-valstrik” te vermijden: de voorspelling mag niet dubbelzinnig zijn, d.w.z. zij moet zodanig zijn, dat zoveel mogelijk ondubbelzinnig vaststaat, onder welke waarneembare omstandigheden zij als vervuld, en onder welke zij als weerlegd moet worden beschouwd. Anders gezegd: de voorspelling moet niet slechts empirisch verifieerbaar, maar ook empirisch „falsifieerbaar” zijn.



Een humoristisch of zo men wil tragisch voorbeeld van dergelijke „onweerlegbare” voorspellingen in de weerkunde vindt men in de Enkhuizer almanakken van 1953. De oudste is „de vanouds vermaarde Erve C. Stichter's Enkhuizer almanak”. Zijn 358ste jaargang verscheen bij de Gebr. van Staden te Haarlem. De jongste is Van Zwaanen's en Thompson's Enkhuizer Almanak. Hiervan werd de 321ste jaargang uitgegeven door de Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij te Amsterdam.

Stelt men de beide voorspellingen naast elkaar op, bijv. voor de 31 dagen van Augustus 1953, dan ziet men voor welhaast iedere dag twee tegengestelde uitspraken. Het is duidelijk, dat men door het gezamenlijke raadplegen van beide almanakken de ideale toestand bereikt, dat er voor elk etmaal een juiste voorspelling aanwezig is.

358ste jaargang, uitgegeven te Haarlem	1953 Augustus	321ste jaargang, uitgegeven te Amsterdam
	1	wind of regen
goed zomerweer	2] mooi
	3	
	4	
regenachtig	5] betrokken
	6	
	7	
opklarend, later warmer	8] mooi
	9	
	10	
veranderlijk	11] warm
	12	
	13	
koel, onbestendig	14] onweer
	15	
	16	
	17] mooi als wind N.W. is
	18	
	19	
regenachtig, betrokken	20] mooi
	21	
	22	
	23] regen als wind Z. of Z.W. is
	24	
	25	
opklarend, warmer	26] betrokken
	27	
	28	
mooi zomerweer	29] buig
	30	
	31	

(N.B. Wanneer men bedenkt, dat Nederland in Augustus gemiddeld 16 onweersdagen telt, doet die ene voorspelling „onweer” op de 16de wel sober aan!).

Geeft dit voorbeeld ons het recht om vast te stellen: „De Enkhuizer almanak heeft altijd gelijk!”? Het antwoord moet ontkennend luiden, want in werkelijkheid gaat het weer zijn eigen gang. Het houdt zich helemaal niet aan de door almanakken voorgeschreven gedragslijnen. Het verdeelt zijn sympathie gelijkelijk, doch onberekenbaar over beide Enkhuizer almanakken. Hun hoge ouderdom (beide ruim driehonderd-jarigen) levert het onloochenbare bewijs, dat geen hunner zich in de blijvende gunsten van het grillige weer mag verheugen. Immers, zou de ene almanak enkele jaren achtereen een reeks van opmerkelijke successen kunnen boeken, dan zou de verkoop van de andere, die het dan meestal mis gehad had, beneden een exploiteerbare grens gekomen zijn.

Met het bovenstaande is nu wel voldoende aangetoond, dat de Enkhuizer almanak niet aan de eerste eis – het vermijden van de „Croesus-valstrik” – heeft kunnen voldoen. Het gepubliceerde voorbeeld van de Augustus-voorspellingen voor 1953 geeft zelfs de indruk, dat men met welbehagen het Enkhuizer hoofd in de valstrik steekt. Het gaat er nu maar om, wie de strik mag dichttrekken. Het is gelukkig, dat voor dit geval de uitvoerende macht niet gelegd is in handen van geleerden! Werden de almanakvoorspellingen au sérieux genomen en baseerde men daarop zijn economische handelingen, dan zou het eisen tot schadevergoeding regenen bij de verantwoordelijke uitgevers. Blijkbaar gebeurt dit niet en daaruit kunnen de uitgevers de conclusie trekken, dat hun weersvoorspellingen maar weinig au sérieux genomen worden.



De tweede eis, waaraan we een wetenschappelijke voorspelling onderwerpen, houdt in, dat de voorspelling geheel *gebaseerd* zal zijn op informatie, bestaande uit *controleerbare* voorafgaande *ervaringen*. We verbinden daaraan de eis, dat de voorspelling daaruit afgeleid kan worden volgens een redenering, die aan de strenge voorwaarden der logica voldoet. Beschouwingen, gebaseerd op bijv. getallenmystiek of geheimzinnige invloeden van ver verwijderde planeten, worden derhalve bij het vormen van een wetenschappelijke voorspelling niet toegelaten, hoe vernuftig de beschouwingen ook schijnen te zijn. Zo is de astroloog er van overtuigd, dat de constellatie ten tijde van de geboorte beslissend is voor het gehele verdere leven van het individu; de bioloog daarentegen is een volstrekt andere mening toegedaan.

Dergelijke twijfelpunten bestaan nauwelijks op het gebied van de weersverwachting op korte termijn. Het is reeds eerder opgemerkt, dat de stimulerende invloed van de Noorse school heel veel heeft bijgedragen tot het verwijderen van de laatste sluiers, waarin – volgens de voorstelling van de meteoroloog van omstreeks 1900 – de dagelijkse ontwikkelingsgang van het weer zich nog hulde.

Meningsverschillen over de realiteit van diverse relaties bestaan er nog wel op het gebied van de weersverwachtingen op lange termijn. Denken we aan de invloed van de maan of de planeten, dan zijn er talloze mensen, die hun invloed als vaststaand beschouwen. Er is echter geen wetenschappelijk gevormd meteoroloog te vinden, die enige waarde hecht aan deze hemellichamen als weerbeïnvloeders.

Wat de zonnevlekken betreft zijn de meningen van de weerkundigen onderling al zeer verdeeld. Welk een belangrijke rol sommigen aan de zonnevlekken toekennen, moge blijken uit een citaat, genomen uit een toespraak tot de Akademie van Wetenschappen en Literatuur in Mainz. De spreker was niemand minder dan Prof. L. Weickmann, destijds hoofddirecteur van het weerkundig instituut van de Amerikaanse bezettingszone in Duitsland. Eerst vestigde hij de aandacht op de paralleliteit tussen het optreden van zonnevlekken enerzijds en aardmagnetische storingen en poollicht anderzijds. Dit verband wordt algemeen aanvaard, omdat men weet, dat vlekkenrijke gebieden electricisch geladen deeltjes uitzenden, die het magnetische veld van de aarde kunnen storen, zodra zij onze aardbol dicht genoeg genaderd zijn.

Minder bekend is de betrekking tussen de zonnevlekken-periodiciteit en de jaarringen van bomen. Bij het vellen van oude bomen werd de dikte gemeten van de jaarlijks gevormde ringen. Op verschillende plaatsen in de wereld bleek de dikte van deze ringen aan dezelfde elfjarige periodiciteit onderworpen te zijn als de zonnevlekken, hoewel

de bewijzen niet altijd overtuigend waren. Het verband tussen zonnevlekken en boomringen kan moeilijk anders verklaard worden dan door aan te nemen, dat de zonnevlekken de meteorologische grootheden beïnvloeden, voornamelijk neerslag en temperatuur en dat deze op hun beurt de dikte van de boomringen bepalen. Tegen deze laatste veronderstelling is natuurlijk weinig in te brengen, maar voor de eerste veronderstelling pleit eigenlijk alleen maar het duidelijke verband tussen de elfjarige periodiciteit in de zonnevlekken en de temperatuur in de tropen. Al met al is een skeptische houding tegenover deze relatie geoorloofd.

Nog kritischer moet men zijn bij de beoordeling van het tweede voorbeeld, dat door Prof. Weickmann aangehaald werd. Het betreft de correlatie tussen de zonnevlekken aantallen en de opbrengst van de zalmvangst in Noord-Amerika. Om deze betrekking te kunnen begrijpen, zou men moeten teruggrijpen op biologische reacties, door de zonnevlekken veroorzaakt. Men betreedt hiermee een gevaarlijk terrein, want wat door de een als een mogelijkheid wordt gepubliceerd, die nog een strenge controle nodig heeft, wordt door een ander als vaststaand in zijn eigen onderzoekingen gebruikt.

In de derde en vierde plaats verlangen we tenslotte, dat de wetenschappelijke voorspeller zich vooraf zo volledig mogelijk rekenschap zal geven van de *nauwkeurigheid* en de *betrouwbaarheid* van zijn prognosen. Daarbij wordt de nauwkeurigheid (of liever de onnauwkeurigheid) van de voorspelling aangegeven door een of andere maat voor de grootte van het zogenaamde „voorspellingsinterval” of „voorspellingsgebied”, dat is het geheel van alle toestanden of gebeurtenissen,





die de voorspelling „waar maken”. De betrouwbaarheid daarentegen wordt aangegeven door de kans, dat de voorspelling uitkomt.

Deze beide eigenschappen kunnen in alle combinaties voorkomen. Om enkele uitersten te noemen: in de astronomie, bijv. bij het voorspellen van eclipsen, culminaties van sterren e.d., kan men een uiterst grote nauwkeurigheid bereiken, tezamen met een volgens alle praktische maatstaven volmaakte betrouwbaarheid. Voorbeelden van hoogst onnauwkeurige, in vaagheid onovertroffen voorspellingen zijn zonder moeite te verkrijgen bij iedere waarzegger of astroloog. Men denke aan het befaamde: „U zult een reis ondernemen”. Deze uitspraak had enkele eeuwen geleden wel degelijk zin. In de twintigste eeuw is deze voorspelling gedegradeerd tot een waardeloze trivialiteit.

De meteorologie kent ook dergelijke verwachtingen, die alles – dus niets – zeggen en die in feite daarmee weinig meer geven dan een volledige opsomming van mogelijke gebeurtenissen.

Het eerste voorbeeld vinden we in Poor Robin's Almanac van 1664. De voorspelling voor Februari luidt: „We mogen enige regenbuien deze maand verwachten of anders de volgende maand of de maand volgende op deze, of anders zullen we een zeer droge lente krijgen”.

Het andere voorbeeld is geen echte voorspelling, maar een persiflage, afkomstig van Mark Twain. We kunnen niet nalaten dit fraaie staaltje nonsens weer te geven in de oorspronkelijke taal: „Probable north-east to south-west winds, varying to the southard and westard and eastard points between; high and low barometer, sweeping from place to place; probable areas of rain, snow, hail and drought, succeeded or preceded by earthquakes with thunder and lightning”.

Met deze note gaie sluiten we de bespreking af van de vier eisen, die aan weersverwachtingen op lange termijn gesteld moeten worden.



5

Het grijze verleden

De eerste wetenschappelijke berichten over het weer en zijn oorzaken moeten we zoeken in de gebieden, waarvan aangenomen wordt, dat de wieg onzer beschaving er gestaan heeft: de landen rondom het oostelijke bekken van de Middellandse Zee. Het is mogelijk volgens een later in zwang gekomen gebruik de gang van het onderzoek in drie perioden te splitsen: waarneming, analyse en synthese.

Aanvankelijk hield men zich bezig met het vastleggen van de weersverschijnselen en hun volgorde, benevens de betrekkingen met de gewone landbouwkundige en scheepvaartkundige practijk. In de tweede periode vinden we de relaties tussen de verschillende weersgebeurtenissen onderling en speculaties over hun vermoedelijke oorzaken. Tenslotte komen in de derde periode de pogingen om de bestaande wetenschap en kennis te gebruiken voor het voorspellen van de weersafloop: vanaf het begin der ontwikkeling van de meteorologie is deze groep vertegenwoordigd door de weerspreuken (ook genoemd boerenregels, vooral in Duitsland).

Deze taakverdeling in drie gedeelten vinden we in de hedendaagse wetenschap terug. Eerst hebben we de waarnemer, die zorg draagt voor het basismateriaal. Dan kan vervolgens de theoreticus gaan putten uit het geweldige arsenaal van gegevens om de betrekkingen tussen de verschillende weersgrootheden te ontdekken. Het is zijn taak om de achtergrond van de weersverschijnselen in begrijpelijke formules weer te geven. Als derde komt de practicus, de weerdienstleider, die alle meteorologische kennis moet toepassen op één bepaalde situatie en zich volledig dient te concentreren op de vraag: hoe zal het weer zich ontwikkelen in de nu volgende periode, waarvoor ik een voorspelling moet uitgeven?

In de Oudheid bestond er nog een vierde groep, die zijn ontstaan te danken had aan het geloof, dat bevoorrechte personen door magie en tovenarij het vermogen hadden, het weer te beïnvloeden. Het waren voornamelijk priesters, die door bepaalde gewijde handelingen hun godheden er toe konden bewegen, het heersende weer die afloop te geven, die de stamgenoten wensten. Ook nu nog zijn er in het zwarte werelddeel, Afrika, dergelijke tovenaars te vinden, die regen op verzoek leveren, al is van geen van hen ooit vastgesteld, dat zij meer dan toevallige successen boeken.

Na de Middeleeuwen zijn in de beschaafde wereld de bestaansmogelijkheden voor een weerbezweerder te onzeker geworden door het voortschrijden van de wetenschappelijke meteorologische onderzoekingen. Maar deze zelfde vooruitgang in wetenschap en techniek heeft er toe geleid, dat in de twintigste eeuw opnieuw tovenaars opgestaan zijn. Wanneer men bedenkt, dat enkele jaren geleden aan iemand in het aan hevige droogte lijdende New York de taak werd opgedragen voor extra-regen te zorgen à raison van \$ 100 = f 380 per dag, dan zit hier in meer dan één opzicht iets magisch of toverachtigs aan vast. Het geheimzinnige verdwijnt echter, zodra het tot ons doordringt, dat deze moderne tovenaar een meteoroloog is, die de nieuwste apparaten tot zijn beschikking heeft om kunstmatige regen te veroorzaken.

Doch laat ons terugkeren naar de Oudheid. In die ver achter ons liggende tijden was de mens, die zich als jager, visser, herder of landbouwer bij voorkeur in het vrije veld ophield, meer van het weer afhankelijk dan wij het nu zijn. Hij werd eigenlijk als vanzelf er toe gedwongen op de atmosferische verschijnselen acht te geven. Hij deed dit natuurlijk alleen met het doel om daaruit voordelen te behalen voor zichzelf. Hij wilde leren zich tegen de kwade luimen van het weer te beschermen, hij wilde leren zijn ondernemingen uit te voeren bij die weersgesteldheid, die het gunstigst voor zijn plannen was, hij wilde leren de klimatologisch het meest geschikte plaatsen te vinden voor het goed gedijen van zijn veldvruchten. De in dit opzicht verkregen ervaringen gingen van geslacht op geslacht over, daarbij steeds uitbreiding ondergaand, tot ze reeds vroeg een vast bestanddeel vormden van de alge-



mene kennis van het volk. Het is deze volkswijsheid, die heden ten dag nog voortleeft en wel voor altijd zal blijven leven.

Een groot deel van deze weerregels berust op de waarneming van winden, wolken en lichtverschijnselen aan de hemel. Vaak werd echter ten onrechte van twee op elkaar volgende gebeurtenissen aangenomen, dat de eerste als de oorzaak beschouwd moest worden van de tweede. Daar komt nog bij, dat de mens maar al te vaak geneigd is, de gunstigste gevallen in het geheugen te prenten en de ongunstigste te vergeten. Gelooft iemand, die niet gewend is strenge kritiek te oefenen, dat hij een samenhang tussen twee verschijnselen gevonden heeft, en ziet hij dit verband enkele malen bevestigd, dan zal hij op de talrijke gevallen, waarin het helemaal niet uitkomt, geen acht slaan. Voor hem is er een regel en wel één zonder uitzonderingen. Wanneer er een afwijking optreedt, schrijft hij dat toe aan toevallige storingen. Vooral wanneer de regel in de vorm van een rijmpje gegoten kan worden, is zijn verspreiding naar alle richtingen gegarandeerd.

Op deze wijze zijn wel de meeste weerregels ontstaan en van vader op zoon door de eeuwen heen mondeling overgeleverd. Weerspreuken bevinden zich in groten getale en in grote verscheidenheid in de Bijbel, voornamelijk in het boek Job, en ook in de werken van de Griekse dichters Homerus en Hesiodus. Dit zijn alle geschriften, stammend uit de vijfde tot de tiende eeuw voor Christus' geboorte.

Dat deze weerspreuken eerst in die tijden in Palestina en in Griekenland ontstaan zijn, mogen we op grond van de zo juist gegeven beschouwingen dus niet aannemen. De vertrouwdheid van het volk met de regels, het onbepaalde gebruik er van door vele schrijvers toont ons wel heel duidelijk, dat de weerspreuken gezien kunnen worden als oeroude bestanddelen van de toenmalige beschaving. Ja, we hebben zelfs goede gronden om te geloven, dat een deel van de heden nog in de volksmond levende meteorologische wijsheid en van het meteorologische bijgeloof afkomstig is uit het Indogermaanse stamland. Hierop komen we dadelijk terug.

De meeste weerregels hebben betrekking op het weersverloop binnen een of twee dagen. Zo bijvoorbeeld: „Morgenrood, regen in de sloot”. Maar er zijn toch ook enkele, die met recht de naam kunnen dragen van weersverwachtingen op lange termijn. Hiervan is een voorbeeld: „Groene Kerstmis, Witte Pasen”. De tijdsaanduidingen moeten we echter niet te nauw nemen. Men zal er alleen mee bedoeld hebben, dat er dikwijls een nawinter optreedt, wanneer er nog geen eigenlijke winter geweest is.

Een ander interessant voorbeeld is de Sint Andreas-regel, die in Zweden veel aanhangers telt. De voorspelling luidt: „Wanneer het op St. Andreas (30 November) vriest, zal het tijdens de Kerstdagen dooien en omgekeerd”. Een toetsing over 17 jaren bracht aan het licht, dat het weer slechts zeven maal aan de regel gehoorzaamde!

De Griek Aratos van Soloi schreef omstreeks het jaar 280 voor Christus in zijn boek der „Verschijnselen” enkele weerregels, die verband leggen tussen het gedrag van sommige dieren tijdens de herfst en het karakter van de daarop volgende winter.

We volstaan met het geven van twee voorbeelden:

1. Wanneer in het najaar de wespen zich des avonds in veel groepen verzamelen, dan kan men zeker zijn, dat de winter koud zal worden en wel in evenredigheid met de uitgebreidheid en de dichtheid van de groepen.
2. De boer ziet de groepen van kraanvogels graag komen tijdens het seizoen, want wanneer zij zich buiten het seizoen vertonen en op onregelmatige wijze, dan komt de winter even onregelmatig, want des te vroeger en des te talrijker ze verschijnen, des te vroeger zal de winter komen; maar wanneer je ze laat ziet, niet groepsgewijs, maar gedurende lange tijd in kleine aantallen, dan zal het vertraagde invallen van de winter je in staat stellen je laatste werkzaamheden te beëindigen.

In onze tijd komt men in de dagbladen dergelijke berichten ook nog wel tegen. Men herinnert zich ongetwijfeld, welk een ophef er gemaakt werd van de voorspellingen van de slakkenweker Florack uit Zuid-Limburg. Deze voorspelde een strenge winter, wanneer de slakken in het najaar vroegtijdig naar diepere lagen afdaalden. De belangstelling voor de winterverwachtingen van de heer Florack verdween, toen een onverwachte koude-inval in October 1950 aan een groot gedeelte van zijn slakken een ontijdig levenseinde bezorgde.





We hebben reeds vermeld, dat het spoor van een twaal weerspreuken te volgen is tot in het verre verleden. We geven er enkele bijzonderheden van: Een bijzondere voorspellende betekenis schenkt men in Europa aan de twaalf nachten of twaalf dagen tussen Kerstmis en Driekoningen. Oorspronkelijk viel dit twaalfal samen met de eerste twaalf dagen van het jaar, maar later verschoof men onder de invloed van de Christelijke kerk het begin terug naar het Kerstfeest. Volgens het bijgeloof voorspelt het weer gedurende de twaalf achtereenvolgende nachten het weer gedurende de twaalf maanden van het aangebroken jaar. Dit is dus een echte weersverwachting op lange termijn. Een belangrijk voordeel voor de verspreiding van deze prognose is, dat hij zo eenvoudig en daardoor zo gemakkelijk te onthouden is. Maar doorslaggevend voor de waarde van de weerspreuk is het antwoord op de vraag, of er een kern van waarheid in de regel schuilt. Deze weerregel is nog springlevend, want in 1951 werd op verzoek van een Franse landbouworganisatie een statistisch onderzoek ingesteld naar de betrouwbaarheid van de „twaalf nachten”-regel. De directeur van de afdeling Klimatologie van het Meteorologisch Instituut te Parijs kwam tot het resultaat, dat er geen verband was tussen de weersgesteldheid in de twaalf nachten rond de Nieuwjaarsdag en het gemiddelde weer in de twaalf maanden van het nieuwe jaar.

De Duitse meteoroloog Prof. G. Hellmann heeft in het begin dezer eeuw de geschiedenis van deze weersverwachting op lange termijn kunnen vaststellen. Eerst vindt men hem terug in de gedrukte literatuur tot in de vijftiende eeuw, nog vroeger in talrijke handschriften tot in de negende eeuw. Ook is hij bekend aan de Schotse theoloog Beda Venerabilis, die in de achtste eeuw leefde. Het in de zesde eeuw ontstane verzamelerwerk van Byzantijs-Griekse oorsprong over de landbouw, de „Geoponika”, leert, dat reeds Democritus (ca 460-370 voor Christus) de regel kende, zij het dan in iets andere vorm. De geleerden, die zich op de studie van het Sanskriet hebben toegelegd, kunnen ons vertellen, dat de geschiedenis van de „twaalf nachten”

in de Veda's¹⁾ eveneens aanwezig is en dat ze daar als zinnebeelden van het daaropvolgende jaar gekenmerkt worden. Dit alles maakt het heel waarschijnlijk, dat dit weerbijgeloof van oeroude Indogermaanse oorsprong is. De Europese volkeren hebben het uit het gemeenschap-pelijke stamland meegebracht.

Maar niet alleen in westelijke richting heeft deze voorspellingsmethode zich verspreid, ook naar het Oosten vond de uitbreiding plaats. Dit wordt bewezen door het bestaan van een ceremonie in Zuid-China, die heden ten dage nog in gebruik is op Oudejaarsavond.

Zodra het avondeten geëindigd is en tot besluit een groot aantal voetzoekers voor de deur gelegd is, steekt men een klein offervuur van papier aan. Daarna vervangt men de oude lampen van het altaar door nieuwe en werpt de oude voetstukken van bamboe in het vuur. Vervolgens haalt men met behulp van een tang uit de warme as twaalf kleine stukjes bamboe, men stelt ze in het rond op de grond, geeft elk van hen de naam van een der maanden in de volgorde, waarin men ze uit het vuur haalt. Men let daarbij nauwkeurig op, welke dadelijk uitdoven en welke enige tijd hun gloed behouden. De eerste voorspellen regen en bewolkt weer voor de maand, die er mee correspondeert. Zij, die hun gloed behouden, kondigen voor hun overeenkomstige maanden helder en zonnig weer aan. Tenslotte duiden zij, die gedeeltelijk voortbranden, op te verwachten veranderlijk weer. Deze manier om het weer te voorspellen noemt men in letterlijk vertaald Chinees: „de aap (d.i. de voet van de lamp) verbranden.” Deze ceremonie is dus goed te vergelijken met de „twaalf nachten”-voorspelling, die nu nog in West-Europa toegepast wordt.

Een ander meteorologisch bijgeloof voert ons naar het oude Babylon als plaats van oorsprong. Vele Europese volksboeken uit vroegere tijden en het in Zweden heden nog gedrukte jaarmarktboek „Sibyllae Prophetia” bevatten prognosen voor de weerstoestand en de vruchtbaarheid voor het gehele jaar, afgeleid uit het optreden van een onweersbui op de eerste dag van de afzonderlijke maanden. Reeds daaraan herkent men de uitheemse oorsprong van dit bijgeloof, want in Midden- en Noord-Europa zijn onweersbuien zeldzame verschijnselen in de winter. Het zou dan ook wel een buitengewoon toeval zijn, als ze op de eerste dag van de maand zouden optreden. Deze „signa tonitru” (Latijn voor: tekenen van de donder) laten zich in de handschriften van alle

1) De Veda's (Sanskriet voor: weten) zijn heilige boeken der Hindoes, de oudste geschriften van de Voorindische letterkunde.

talen van West-Europa terugvervolgen tot diep in de Middeleeuwen. Ze gaan vervolgens terug op de rijke literatuur van de onweerskalenders. Deze zijn in de vierde en vijfde eeuw zelfs met daadwerkelijke medewerking van de Byzantijnse keizers ontstaan, wat natuurlijk tot een grote verspreiding heeft meegeholpen. In een hoofdstuk van de reeds genoemde „Geoponika” wordt de leer van de onweerstekenen toegeschreven aan de grote wijsgeer Zarathoestra. Ook al mocht hij niet de ware ontdekker zijn van de weerspreuk, dan geeft zijn naam toch in elk geval aan, dat we de oorsprong in het Oosten kunnen zoeken.

Inderdaad zijn in de Oudbabylonische kleitafeltjes, die door Assyriologen ontcijferd zijn, bewijzen te vinden, dat dit merkwaardige geloof in de „dondertekens” van Chaldeeuwse oorsprong is. Daarmee zijn we beland in een tijdperk, waarvan veel meer bekend is geworden, nl. het tijdperk van de Sumerisch-Babylonische beschaving. De meteorologie als tak van wetenschap is in die tijd, dus ongeveer 3000–1000 jaar voor Christus’ geboorte, reeds aanzienlijk meer ontwikkeld en uitgegroeid dan in de hierboven geschetste oertijd, waarin jagers, vissers, herders en landbouwers de grondslagen legden voor de oudste weerspreuken.

Nadat de eerste geleerden uit de rijen der priesters naar voren waren gekomen en de waarneming van de sterrenhemel tot de ontdekking van zekere wetmatigheden geleid had, werden ook de atmosferische verschijnselen met de constellaties der hemellichamen in oorzakelijke samenhang gebracht. Daaruit sproot voort een tamelijk gecompliceerd systeem van regels en wetten, die betrekking hadden op het weer en die een belangrijk onderdeel vormden van de Assyrisch-Babylonische godsdienst. Dit systeem, dat men de naam van astro-meteorologie (= sterren-weerkunde) gegeven heeft, is dus bij de Chaldeeën ontstaan en heeft zich later over geheel Azië en Europa verbreid. Dat de astro-meteorologie de beste ontwikkelingsbodem vond in de tropische en





subtropische gebieden en niet in onze gematigde gewesten, vindt een ongedwongen verklaring in de volgende feiten.

Rondom de evenaar ontbreekt een duidelijke jaarlijkse gang in de temperatuur en evenzo in de zonnehoogte. In onze gebieden staat de zon des winters laag boven de horizon en is de temperatuur laag. Dat het zomerseizoen aangebroken is, ziet men aan de hoge zonnestand en voelt men aan de hogere luchttemperaturen. In de tropen zijn deze kenmerken van de seizoenen veel minder scherp uitgesproken. Tussen de datum van het inzetten van de natte tijden en de jaarlijkse gang in de temperatuur bestaat geen strak verband. Wel ontdekten de Chaldeeën een duidelijke betrekking tussen de tijdstippen van het zichtbaar worden van sommige sterren en het inzetten van de regentijd. Men wist alda, dat het moessonseizoen spoedig zou aanbreken, wanneer bij het ondergaan van de zon het sterrenbeeld van de Stier boven de oostelijke horizon verscheen. Vermoedelijk is de verering van de stier dus een sterrencultus: het gelijknamige sterrenbeeld bracht regen en daarmee vruchtbaarheid.

De astrologen waren in die tijden op het goede spoor om verband te leggen tussen de stand van sommige hemellichamen en het optreden van enkele meteorologische verschijnselen. Het één was echter geen gevolg van het ander, er was geen oorzakelijk verband, doch een naast elkaar voortgaan van de verschijnselen. Het is onjuist, de betrekkingen tot in de huidige tijd te extrapoleren, d.w.z. ook voor het heden geldig te verklaren, want het gevonden verband gold alleen voor enkele eeuwen. Door de langzame precessie-beweging van de aarde verloor de Stier zijn naam van regenbrenger, die successievelijk op andere sterrenbeelden overging. Nochtans speelde het geheel van de oorspronkelijke ideeën van de Babyloniërs tot het einde van de zeventiende

eeuw een overheersende rol, zoals we in het volgende hoofdstuk zullen toelichten. Zelfs in onze tijd is dit geloof, dat onjuist en daardoor bijgeloof geworden is, nog lang niet uitgestorven. Een enkel meteoroloog ondersteunt deze theorie, die overigens door de overgrote meerderheid der weerkundigen resoluut afgewezen wordt.

De naar het Britse museum overgebrachte astrologische spijkerschriftbibliotheek van Assurbanipal (668–626 voor Christus) vergunt ons een blik te werpen in het astro-meteorologische systeem van de bewoners van het tweestromenland Mesopotamië. De schrijvers uit de Griekse en Romeinse Oudheid hebben ons wel kenbaar gemaakt, dat er zo iets bestond als het astro-meteorologische systeem, maar zij hebben geen bijzonderheden beschreven over de werkelijke inhoud van het systeem.

De meteorologische optekeningen van de Chaldeeën hadden voornamelijk betrekking op atmosferische lichtverschijnselen en in het bijzonder op de halo's (de meteorologische term voor kringen om de zon of om de maan). Daarnaast sloeg men acht op wolken, winden, stormen en onweersbuien. Deze waarnemingen dienden waarschijnlijk slechts zelden voor eigenlijke weersvoorspellingen, die in het constante klimaat van Babylon niet zo dringend nodig waren. Ze werden veel meer gebruikt voor het profeteren van allerlei goede en boze zaken. De voorspellingen waren steeds aan de opperste leider van het land gericht. Aan het eind van de prognose volgde gewoonlijk de naam van de opsteller van de voorspelling. We noemen een voorbeeld: „Wanneer de zon omgeven is door een halo, zal er regen vallen. Volgens Irassi-ilu”. Deze Irassi-ilu moet dus beschouwd worden als de oudst bekende collega van de huidige weerdienstleiders. Een van de vele verschillen tussen hen is, dat de moderne weersverwachtingen in pers en radio verschijnen zonder dat de naam van de opsteller vermeld wordt. Naar



schrijvers beste weten vormt de weerdienst te Hamburg de enige uitzondering op deze algemene anonimiteit.

De Babylonische weerspreuk verdient nog om een tweede bijzonderheid onze aandacht en wel omdat er, vooral voor de gebieden buiten de tropen, een grote kern van waarheid in schuilt, zodat hij wel tot de meest betrouwbare weerregels gerekend kan worden. Volgens een statistisch onderzoek van Prof. Dr E. van Everdingen, destijds hoofd-directeur van het K.N.M.I., werden in 1922 in De Bilt 88 halo's waargenomen. In 70% van deze gevallen viel op dit station binnen 24 uur regen; het percentage liep zelfs op tot 80, wanneer men de maanden April tot Juni uitsloot.

De Engelse klimatoloog Dr C. E. P. Brooks stelde in 1947 onderzoeken van grotere omvang in. Gedurende een 2284 dagen tellend tijdvak (dus ruim zes jaren) werd in Zuidoost-Engeland op 646 dagen een halo-verschijnsel waargenomen. In niet minder dan 497 van de 646 gevallen viel binnen de 48 uur neerslag. Dit komt overeen met een percentage van 77. Wanneer de vorming van neerslag en het ontstaan van halo's geheel onafhankelijke meteorologische gebeurtenissen zouden zijn, mocht – op grond van klimatologische beschouwingen – slechts in 372 gevallen neerslag optreden. In werkelijkheid geschiedde dit echter veel meer. Met behulp van mathematisch-statistische methoden toonde Dr Brooks aan, dat het toeval onmogelijk het grote verschil veroorzaakt kon hebben. Derhalve moet de samenhang tussen halo-verschijnselen en binnen 48 uur waargenomen neerslag als reëel beschouwd worden.

Het vertrouwen in de weerspreuk wordt nog versterkt, doordat zij fysisch geheel verklaarbaar is geworden na de invoering van de frontentheorie door de Noorse meteorologen omstreeks 1920.

De laatste Griekse wijsgeer, die we in dit verband zullen noemen, is Theophrastus van Eresus. Hij leefde van 372 tot 287 voor Christus. In zijn boek over winden en weer-tekenen geeft hij ongeveer tachtig verschillende tekenen, die op regen wijzen, vijf en veertig voor de wind, vijftig voor stormen, vier en twintig voor mooi weer en zeven tekenen voor het weer gedurende perioden van een jaar of minder.

Een interessante regel is deze: „Zwarte vlekken op de zon en de maan voorspellen regen; rode duiden op wind”. Dit mogen we als de eerste poging zien om verband te leggen tussen zonnevlekken en het weer op onze aardbol. Deze belangrijke kwestie is pas in de laatste vijftig jaar uitvoerig bestudeerd. Vele geleerden hebben hun krachten gewijd aan dit probleem zonder tot resultaten te komen, die algemene voldoening

schonken. Het vraagstuk is blijkbaar zo ingewikkeld, dat er geen eenvoudige oplossing te vinden is.

Mocht er echter een bevredigende samenhang tussen zonnevlekken en aardse weersverschijnselen ontdekt worden, dan zou dit zeker van betekenis zijn voor de weersverwachtingen op lange termijn, want de aantallen zonnevlekken in toekomstige jaren laten zich in grove trekken voorspellen op grond van de zonnevlekgetallen in de voorafgegane jaren. Men kan dus het gedrag van de zonnevlekken extrapoleren en aldus een verwachting opmaken voor de weersomstandigheden, die van de zonnevlekken afhankelijk zijn.

Theophrastus gaf ook vele weersverwachtingen op lange termijn. Enkele voorbeelden daarvan zijn:

„Als de eik veel vruchten draagt, zullen er zeer vele stormen komen. Zij duiden over het algemeen op een strenge winter; maar men zegt, dat er in sommige gevallen een droogte volgt”.

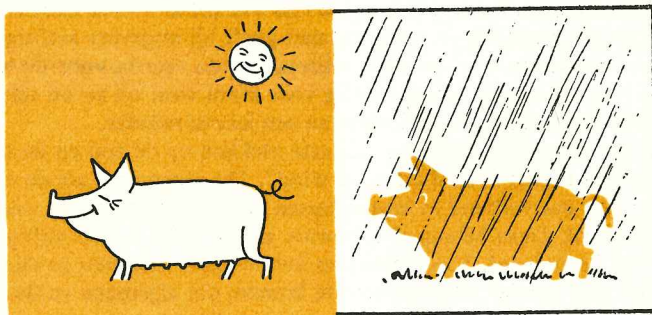
„Als er veel mooi weer is in de late herfst, dan zal de lente gemeenlijk koud zijn; maar als de lente laat en koud is, zal het begin van de herfst ook laat invallen en de late herfst zal veelal kort en warm zijn”.

„Wanneer er veel sneeuw valt, volgt er meestal een vruchtbaar seizoen”.

„Als er veel regen in de winter is, zal de lente over het algemeen droog zijn”.

„Als de winter droog is, wordt de lente regenachtig”.

Na enige citaten van deze Griek overgenomen te hebben, willen we nu dit gedeelte besluiten met onze aandacht te schenken aan de Romeinse geleerden. De oogst aan weerspreuken is bij hen veel geringer dan bij de Grieken. Het is eigenlijk alleen Vergilius, die over „weertekenen” geschreven heeft en wat hij schrijft is ook al bij Theophrastus te vinden. De enige uitzondering is, dat Vergilius het varken aan de lange rij van weersgevoelige dieren heeft toegevoegd.



6



In de lange periode tussen Aristoteles en Torricelli heeft de eigenlijke meteorologie maar heel weinig voortgang geboekt. De Griekse filosoof Aristoteles, die van 384 tot 323 voor Christus leefde, heeft alle toen bestaande kennis over het weer verzameld in zijn systematisch leerboek „Meteorologica”. Dit standaardwerk genoot bijna twintig eeuwen lang zo’n reputatie, dat ieder, die er afwijkende meningen op na hield, voor ketter uitgemaakt werd.

In de eerste helft van de zeventiende eeuw werden in Italië de belangrijkste meteorologische instrumenten uitgevonden. Een ereplaats komt toe aan de 35-jarige Torricelli, die in 1643 als eerste een met kwik gevulde glazen buis zo opstelde, dat hij als barometer te gebruiken was. Aan de hand van de regelmatige aflezingen van de nieuwe instrumenten, die alda in verschillende landen opgesteld werden, kon langzamerhand aangetoond worden, dat de ideeën van Aristoteles niet op de werkelijkheid berustten. Zo werd de weg vrijgemaakt voor een bestudering van de atmosfeer, die leidde tot de mogelijkheid van wetenschappelijk verantwoorde weersvoorspellingen. Het duurde nog vrij lang, voor men inzag, dat de problemen op het gebied van de meteorologie niet door inspanningen van een enkeling opgelost konden worden. Het was inderdaad pas omstreeks het midden van de vorige eeuw, dat meteorologische instituten opgericht werden. In het begin van het tweede hoofdstuk is er reeds op gewezen, dat Nederland tot de eerste landen met een eigen weerkundig centrum behoort. Maar tot de taken van deze instellingen rekende men voorlopig alleen:

1. de beschrijving en registrering van de heersende weersgesteldheden en de statistische bewerking van alle op deze wijze verzamelde gegevens. Klimatologie noemt men de wetenschap, die zich met dit onderwerp bezighoudt; en
2. het opmaken van weersverwachtingen op korte termijn.

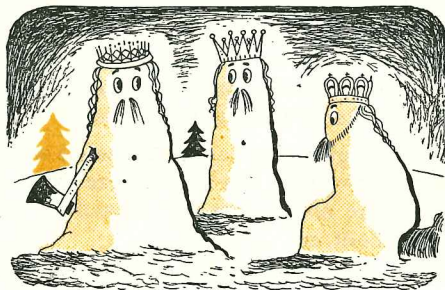
De eerste weerkaarten zijn nauwelijks een eeuw oud, want Morse's uitvinding van de telegrafie in 1843 was nodig voor het op snelle wijze verzenden naar een centraal punt van de gegevens, die voor het tekenen van een weerkaart onmisbaar zijn. Het is begrijpelijk, dat de meteoroloog zich eerst toeleide op de bestudering van de weersveranderingen op korte termijn, dus binnen 24 uur. Dit onderdeel vormt nog steeds het hoofddeel van de moderne meteorologische onderzoeken.

Pas omtrent de laatste eeuwwisseling werd een begin gemaakt met wetenschappelijke navorsingen op het gebied van de weersverwachtingen op lange termijn. In dit zesde hoofdstuk kunnen we dus geen beschrijving verwachten van methoden, waarvan het succes gegarandeerd is. Zulke weersverwachtingen op lange termijn zullen in het daarop volgende gedeelte behandeld worden.

In de Middeleeuwen is het gebruik ontstaan om karakteristieke weersveranderingen vast te koppelen aan bepaalde dagen van het jaar.

Het bekendst zijn de IJsheiligen of „drie gestrenge heren”, Pancratius, Servatius en Bonifacius. Hun naamdagen zijn 11, 12 en 13 Mei. Deze dagen zijn bij ons in de tuinbouw en in zuidelijke streken bij de wijnverbouwers zeer gevreesd vanwege het veelvuldig optreden van nachtvorst. Over deze onregelmatigheid in de jaarlijkse gang van de temperatuur in Europa zijn vele verhandelingen geschreven. De meest uiteenliggende oorzaken op aarde of op andere hemellichamen zijn voor dit verschijnsel naar voren gebracht.

Uit de nieuwste onderzoekingen, die gebaseerd zijn op zeer lange waarnemingsreeksen, blijkt, dat van voorkeur voor slechts een drietal dagen geen sprake is. Nachtvorsten kunnen van begin tot eind Mei optreden. Zoals bijna vanzelf spreekt, neemt de waarschijnlijkheid van het voorkomen van nachtvorst van begin tot eind Mei af. Maar nu



eens zijn er perioden van tien of meer jaren, waarin de Mei-nachtvorsten het meest in de tweede dekade (dus van 11–20 Mei) voorkomen en dan weer zijn er tijdvakken, waarin de nachtvorst in de eerste tien of in de laatste elf dagen van Mei optreedt. De eindconclusie is dus, dat strenge nachtvorsten wel hun vernietigende invloed in de maand Mei kunnen uitoefenen, maar er is geen reden om te beweren, dat juist de dagen van 11, 12 en 13 Mei bevoorrecht zijn in dit opzicht. Er zijn nog talrijke andere weerspreuken van dit karakter. De bekendste in Nederland is wel de Sint Margriet-regel. Regent het op 20 Juli, dan zou het de volgende zes weken blijven regenen. Een dergelijke lange regenperiode in de zomer kennen de bewoners van de gebieden rond de Middellandse Zee niet. Deze weerspreuk moet zijn oorsprong dus gevonden hebben in meer noordelijke streken. Hetzelfde geldt voor de IJsheiligen in Mei. Het Middellandse Zee-gebied is te zuidelijk dan dat er sprake kan zijn van nachtvorst in Mei.

De Sint Margriet-regel moet natuurlijk niet letterlijk opgevat worden, want een aaneengesloten reeks van 42 regendagen is in West-Europa een uiterst zeldzame gebeurtenis. Volgens de Sint Margriet-regel moet zo'n regenperiode vrij vaak optreden, daar het in ongeveer de helft van alle jaren op de twintigste Juli regent. Dr Levert van het K.N.M.I. heeft de regel in 1949 getoetst en is daarbij tot het resultaat gekomen, dat er enkele dagen na een regenachtige Sint Margriet-dag gemiddeld genomen meer neerslag valt dan na een droge Margriet-dag. Maar deze doorwerkende invloed (de persistentie) is na een vijftal, hoogstens tiental dagen reeds verdwenen. Heeft de regel algemene geldigheid, dan zou uit de neerslagcijfers van de maand Augustus bepaald kunnen worden, of de twintigste Juli droog was of niet. Dit nu bleek een onmogelijkheid te zijn, zodat we reden genoeg hebben om de geldigheid van de Sint Margriet-regel in twijfel te trekken.

Deze weerspreuk wordt in onze dagen op kunstmatige wijze in het leven gehouden en wel voornamelijk door de schrijvers van weersoverzichten in dagbladen. Enkele dagen voor het aanbreken van de twintigste Juli wordt de regel uit het stof gehaald en aan de vooruitzichten voor het weer op de twintigste Juli worden voorspellingen voor het weer tijdens de rest van de zomer vastgeknoopt. Na een droge twintigste Juli vindt men dan optimistische geluiden in de verschillende dagbladen, maar na een verregende Sint Margriet-dag schrijft men, dat men niet al te pessimistisch behoeft te zijn en dat de zomer heel goed nog wel enkele fraaie dagen zal kunnen opleveren!

Het merkwaardige van deze weerspreuk is, dat ze in vele andere landen ook voorkomt, waarbij de strekking wel dezelfde is, maar de datum

van land tot land varieert. In België is het de 27ste Juli: Sint Godelieva-dag; in Frankrijk de 8ste Juni: Sint Medardus-dag; in Engeland de 15de Juli: Sint Swithunus-dag; in Rusland de 27ste Juni: Sint Simson-dag en in Duitsland heet het de Siebenschläfer-regel. De doorslaggevende datum is bij onze Oosterburen eveneens de 27ste Juni. Een klein verschil met de Nederlandse versie is, dat het in het buitenland „slechts” veertig dagen achter elkaar regent, als er op de beslissende dag neerslag gevallen is. Dat wij twee dagen langer in de regen moeten zitten – althans volgens de weerregel – moge gelden als een uiting van de pessimistische kijk van de Nederlander op het weer hier te lande.

Aan de Engelse uitgave van de weerspreuk is een legende verbonden, die te aardig is om verzwegen te worden. Toen Swithunus in 862 stierf, werd hij overeenkomstig zijn laatste wens begraven op het kerkhof bij de kathedraal van Winchester (in Zuid-Engeland), waar hij bisschop was geweest. Een eeuw later, in 971, werd hij heilig verklaard en op grond daarvan besloot men zijn stoffelijk overschot op de 15de Juli over te brengen naar meer geheiligde grond, namelijk in de kathedraal zelf. De uitvoering van dit voornemen moest veertig dagen lang uitgesteld worden, omdat het elke dag opnieuw regende. Later zag men deze vertraging als een protest van de heilige, die blijkbaar tevreden was met de bescheiden, hem oorspronkelijk toebedeelde plaats.

Hoe mooi deze legende ook moge zijn, voor de moderne tijd biedt zij geen hulp bij het voorspellen op lange termijn. Bij een statistisch onderzoek van neerslaggegevens uit Zuidoost-Engeland bleek uit een tijdvak van 64 jaren, dat een natte Sint Swithunus-dag gevolgd wordt door gemiddeld slechts 17 regendagen in de aansluitende periode van 40 dagen.

Hoe ver van de werkelijkheid de legenden staan, blijkt als we de spreuken in Frankrijk, Engeland en België met elkaar in verbinding brengen. We nemen aan, dat het op 8 Juni in Frankrijk regent: de dag van Sint Medardus. Dan moet het ook regenen op de 38ste dag van de nu volgende lange regenperiode. Vanuit een meteorologisch standpunt kan men met een hoge graad van zekerheid beweren, dat er op die 38ste dag (= 15 Juli) ook in Zuid-Engeland neerslag zal vallen. West-Europa begint met deze natte dag van Sint Swithunus aan een nieuwe periode van veertig regendagen. Daarin valt ook de 27ste Juli, nl. de dag van Sint Godelieva in België. De hierop volgende regenachtige periode van 40 dagen eindigt pas op 5 September. Op het gebied, ingesloten door Frankrijk, Engeland en België zou dus op elke dag van



het tijdvak tussen 8 Juni en 5 September regen moeten vallen! De onderstelling staat zo ver af van de werkelijkheid, dat we meteen een goed beeld krijgen van de waarde van deze gezegden, die het weer vastleggen aan de kalender.

Met de behandeling van deze twee voorbeelden, de IJsheiligen en de groep van Sint Margriet, hebben we reeds de betrekkingen besproken, die men in de Middeleeuwen aanwezig achtte tussen de stand van de zon (= de dag in het jaar) en het heersende weer. Dit is een aspect van de reeds even besproken astro-meteorologie (= sterrenweerkunde).

Een ander aspect is de invloed van de maan op het weer. Getroffen door de geweldige uitwerkingen, die soms door het verschijnsel van eb en vloed ontstaan, is de leek er maar al te spoedig van overtuigd, dat de maan in de afloop van het weer aan de aardbodem een even invloedrijke rol speelt. Men vergeet, dat de eb- en vloedverschijnselen plaats hebben aan het wateroppervlak, dus aan de bovenkant van diepe zeeën, terwijl de maaninvloed op de bodem van de oceanen nauwelijks merkbaar is. Eerst omstreeks 1920 heeft men kunnen vaststellen, hoe groot het verschil tussen „eb” en „vloed” is op de bodem van de luchtatmosfeer, die de aardbol omhult. De luchtdruk aan het aardoppervlak schommelt om de welbekende stand van 760 mm kwik (= 1013 millibar; een millibar is de nieuwe eenheid, die de moderne meteoroloog gebruikt). Onder overigens gelijke omstandigheden staat de barometer bij „vloed” slechts ongeveer 0.12 mm kwik (= 0.16 millibar) hoger dan bij „eb”. Deze getallen gelden voor Batavia, in Nederland is de maaninvloed nog zesmaal zo klein.

Omtrent 1940 is ontdekt, dat een elektrische laag op 100 km hoogte boven de aarde, de z.g. E-laag, verticale eb- en vloedschommelingen

ondergaat ter grootte van 1 km. Veranderingen, die te vergelijken zijn met de getijden aan het zeeoppervlak, vindt men dus op zeer grote hoogte in de aardse atmosfeer, om zo te zeggen bijna aan de bovenkant van de atmosfeer.

Als we bedenken:

1. dat de genoemde luchtdrukdaling aan de grond ter grootte van 0.16 millibar plaats vindt over een tijdvak van vijf en een half uur, en
2. dat weerssituaties met veranderingen in de barometerstand van 5 millibar tijdens een periode van drie uren geen uitzondering zijn, dan moet het onmiddellijk duidelijk zijn, dat de maaninvloed meestal geheel verloren gaat ten opzichte van de andere factoren, die het weer beheersen. Daaronder zijn bijv. de verwarmende invloed van de zonnestraling, de aanvoer van koudere, dus zwaardere lucht. Deze laatste factor is de belangrijkste en bovendien op lange termijn onberekenbaar. Hoewel de invloed van zon en maan op de luchtdrukverdeling in principe voor de toekomst geheel vooruitberekend kan worden, hebben we aan deze methode van weersverwachtingen op lange termijn niets, daar deze invloeden volkomen overspoeld worden door de onberekenbare, wisselvallige toestroming van lucht met andere temperatuur- en vochtigheidseigenschappen.

Op grond van de huidige stand van de meteorologische wetenschappen is het derhalve verantwoord om de invloed van de maan op het wereldgebeuren in de onderste lagen van de atmosfeer, dus bij het aardoppervlak, geheel te verwaarlozen.

Op soortgelijke manieren is het in onze jaren niet moeilijk aan te tonen, dat de overige hemellichamen evenmin een merkbare invloed op ons weer uitoefenen. Pas na de uitvinding van de meteorologische instrumenten in het midden van de 17de eeuw is het mogelijk geworden, veronderstellingen over de invloed van een bepaalde planeet aan de hand van betrouwbaar waarnemingsmateriaal kritisch na te gaan. Het mag dan ook geen verwondering wekken, dat vroeger aan de planeten een beslissende rol als weerbeïnvloeders toegekend werd.

We zullen nu iets vertellen over de opkomst en bloei van de z.g. astro-meteorologie. Tot het midden van de 12de eeuw bestond de meteorologische literatuur bijna uitsluitend uit geschriften, die zich met het wezen en de oorzaken van de meteorologische verschijnselen bezighielden, d.w.z. het waren voornamelijk studies van theoretische aard. Vanaf dat tijdstip begon een nieuwe categorie van literatuur op te komen, die zich meer en meer uitbreidde, totdat omstreeks 1600 het



hoogtepunt bereikt werd. Het waren de astro-meteorologische tractaten, die weersvoorspellingen bevatten. Ze waren het resultaat van onderzoekingen van toenmalige geleerden uit Christelijk Europa, maar ze hadden hun ontstaan te danken aan een wederopleving van de oude Griekse astrologie. Hoewel men er nu algemeen van overtuigd is, dat aan de astrologie geen plaats meer onder de exacte wetenschappen toekomt, dacht men er eeuwen geleden anders over. We zullen ons in dit artikel aan het oude gebruik houden, d.w.z. de astrologie tot de wetenschappen rekenen. De astrologische wetenschap dan had intussen bij de Oosterse volken in Midden-Azië en Noord-Afrika vele uitbreidingen ondergaan. Via de Arabieren geraakte de astrologie ook in Spanje bekend, waar ze met andere wetenschappen van wiskundige en sterrenkundige aard in de elfde en twaalfde eeuw tot hoge bloei kwam. Dit gaf vele Christelijke geleerden aanleiding om naar de universiteiten van Cordoba en Toledo in Spanje te trekken om hun kennis op deze gebieden te vermeerderen en zo tenslotte deze nieuwe takken van wetenschap in de overige delen van Europa in te voeren.

Op het gebied van de astro-meteorologie was het aantal Arabische geschriften groter dan het aantal Griekse oorspronkelijke werken, die de Arabieren sedert de 8ste eeuw kenden. In de tweede helft van de 12de eeuw maken nu de Christelijke landen van Europa voor de eerste maal kennis met deze literatuur, ze nemen de geschriften op als iets nieuws, waarvan ze veel verwachten. Men volstaat echter niet met de theorieën eenvoudigweg over te nemen, nee men zoekt tegelijkertijd ze te verdiepen en ze te gebruiken voor praktische toepassingen. Door de nieuwe leer wordt men immers in staat gesteld het weer voor langere tijd vooruit te berekenen uit de loop der sterren, terwijl men zich tot dan toe behelpen moest met weersverwachtingen op korte termijn, die gebaseerd waren op de weertekens uit de natuur. De vele weerregels, die we in het vorige gedeelte behandeld hebben, verloren hun ereplaats in de meteorologie en werden op de achtergrond gedrukt.

De bloei van de astro-meteorologie zou waarschijnlijk minder snel geweest zijn, wanneer deze wetenschap niet een zo gunstige ontvangst en een voortdurende steun gekregen had van de vorsten en gedeeltelijk ook van de kerkdienaren. Vele vorsten hielden zich intensief bezig met astrologische studiën, anderen weer hadden een hofastroloog in dienst. In het begin van de 14de eeuw gingen de astrologen voor het eerst er toe over om uit de constellaties van de hemellichamen een verwachting voor de gebeurtenissen gedurende een *geheel* jaar vooruit op te stellen. Het weer interesseerde de mensen uit de Middeleeuwen aanvankelijk minder dan het optreden van gebeurtenissen als oorlogen, epidemieën, grote branden, enz. Daarom bevindt zich in die voorlopers van onze almanak meestal slechts een weersvoorspelling, die zeer algemeen gehouden is.

Een van de eerste uitvoerige prognosen gebaseerd op de astrologie vinden we in de almanak van de Duitse professor Hans Engel, die voor elke dag van het jaar 1488 het te verwachten karakter van het weer aangaf. Deze almanak mogen we als de voorloper zien van een lange onafgebroken reeks, die zelfs in de twintigste eeuw nauwelijks tekenen van verval toont.

De oudst bekende almanak met weersvoorspellingen, die in gedrukte vorm is verschenen, is afkomstig van de Italiaan Guascono. Er zijn van zijn hand nog almanak-exemplaren aanwezig van de jaren 1470, 1474 en 1475. Als tweede schrijver is bekend de Nederlandse arts Johannes Laet, die uit het grensgebied tussen Nederland en België stamde. In 1476 verscheen de eerste almanak van zijn hand in de Belgische stad Leuven, de stad met de enige universiteit in de Nederlanden in die tijd. Reeds sinds de 12de eeuw rezen stemmen op, die kritiek oefenden op de toepassing van de astrologie in het algemeen en ook ten behoeve van de meteorologie. Natuurlijk verschenen dadelijk de beroepsastrologen in het strijdperk en zongen lofliederen op hun wetenschap. Het is interessant te zien, dat de bewijsvoering precies



op dezelfde manier geschiedt als in de laatste tijd door de huidige weerpropheten. Eerst wordt als bewezen en vaststaand aangenomen, dat de constellaties van de hemellichamen het weer bepalen of althans sterk beïnvloeden. Men beroept zich daarbij op de wijsheid van de Griekse filosofen. Vervolgens worden enige voorbeelden aangevoerd om te tonen, dat het precies zo gegaan is als de berekeningen van de astrologen voorspeld hadden.



Zo zou er in het jaar 1491 een algemene koude over de gehele wereld geweest zijn en zie, inderdaad stond ter zelfder tijd Saturnus in het teken van de Steenbok, Jupiter in dat van de Kreeft en Mars ook in het teken van de Steenbok. Evenzo zou een algemene droogte in het jaar 1497 door de planetenconstellaties overeenkomstig de theorie veroorzaakt zijn.

De tegenstanders van de astrologie probeerden het ook met hoon en spot. Soms gaven zij spot-almanakken uit, *Calendarium idioticum* genaamd, die op gelijke wijze ingericht waren als de oorspronkelijke, maar de bedoeling hadden deze laatste belachelijk te maken en zo de mensheid van het dwaze geloof in de sterrenwichelarij af te brengen. In het begin hadden de hekeldichters de lachers op hun hand, maar op enig blijvend succes konden ze toch niet bogen. De mensheid wilde te gaarne bedrogen zijn!

De bloeitijd van de astro-meteorologie werd ingeluid door een publicatie van de astronoom Justus Stöffler uit het Duitse stadje Tübingen. In 1499 verscheen van zijn hand een voorspelling van de loop der hemellichamen voor 32 jaren vooruit. Op het eerste blad voor 1524 lezen we de aankondiging, dat er in de maand Februari een buitengewoon groot aantal conjuncties van de planeten in het teken van de Vissen zal plaats vinden. Dit samentreffen van de planeten zal veranderingen op de aarde teweeg brengen, die eeuwenlang niet voorgekomen zijn. Stöffler geeft dan ook de raad: „Wekt de Christelijke krachten in uw hoofden op”.

In het begin schonk men weinig aandacht aan deze zeer algemene waarschuwing, maar het werk van Stöffler werd vele malen herdrukt en vond zijn weg ook in Italië. Het was in dat land, dat in 1517 een geleerde stelling nam tegen Stöffler's voorspelling door een geschrift van maar liefst 27 hoofdstukken te publiceren. Dit was het begin van een verbitterde strijd over de vraag, of het mensdom in Februari 1524 een catastrofe te wachten stond of niet. In de periode van 1517-1524,



dus van nauwelijks zeven jaren, verschenen niet minder dan 133 uitgaven van 56 in vele delen van Europa woonachtig zijnde geleerden. We mogen dit tijdperk wel met recht de bloeitijd noemen van de astro-meteorologie, want zelfs nadien is over geen enkele astro-meteorologische prognose zo'n verhitte discussie gevoerd. In het verloop van de strijd werd aangenomen, dat de ongekende verandering een zondvloed zou zijn.

De tweede, die aan het debat deelnam, was de Nederlander Albert Pigge uit Kampen, die toen in Parijs leefde. De voorspelling bracht langzamerhand een groot gedeelte van de Europese bevolking in een toestand van schrik en beven. Het wekt dan ook geen verwondering, dat de zondvloedprognose op de Rijksdag te Worms behandeld werd tijdens de zitting in 1521. Het averechtse gevolg was, dat de onheilsvoorspelling nog meer verspreiding onderging en aan betrouwbaarheid won, nu zelfs de hoogste autoriteiten er hun aandacht aan besteedden. Toen de maand Februari van het jaar 1524 naderde, bereidden velen zich voor om te vluchten naar hooggelegen plaatsen, anderen verkochten hun bezittingen, weer anderen bouwden schepen om zich daarmee te redden. Men vertelt zelfs, dat een zekere president Blaise d'Auriol uit Toulouse zich met zijn gezin in een ark begeven had en de burgemeester van Wittenberg, Hendorf genaamd, zou zich op de zolder van zijn huis heel huiselijk ingericht hebben, waarbij hij een vaatje bier niet vergeten had.

De met zoveel schrik tegemoetgeziene Februari-maand verliep echter in geheel Europa, zonder dat bijzondere meteorologische verschijnselen plaats grepen. Ware het wel zo geweest, dan zouden de astrologen dit met veel beroepsmatig trots in hun voorspellingen voor 1525 vermeld

hebben. Zij hebben dit niet gedaan, maar wel schreven zij, dat de in 1524 uitgebroken boerenoorlog een gevolg was van de zeer ongewone planetenconstellatie in Februari 1524.

Een merkwaardig naspel van deze *nu* min of meer komisch aandoende geschiedenis heeft in Berlijn plaats gevonden. De hofastroloog van de keurvorst Joachim I beweerde, dat Stöffler een fout in zijn berekeningen gemaakt had. Eerst op 15 Juli 1525 zou de zondvloed optreden. De keurvorst, die sterke astrologische neigingen had, reed op die datum met zijn gemalin, zijn kinderen en zijn voornaamste bedienden naar de top van een heuvel in Tempelhof om de schadelijke gevolgen van de zondvloed te ontlopen. Toen er niets ongewoons gebeurde, reed de vorst op verzoek van zijn gemalin tegen 4 uur terug naar zijn slot. Bij het passeren van de poort van het kasteel werden de koetsier en vier paarden door de bliksem dodelijk getroffen.



Het meest onverwachte en meest merkwaardige van al deze geschiedenissen is wel, dat het gruwelijke falen van de voorspellers geen enkele nadelige invloed had op hun populariteit. De almanakken vonden ook na 1524 nog gretig aftrek. Men voerde allerlei redenen aan, waarom de zondvloed weggebleven was. Een geschiedschrijver vertelt: „De monniken, die uit angst meer dan gewoonlijk gevast en gebeden hadden, schreven het aan hun goede werken toe. De geleerde theologen, die sympathie hadden voor de astrologie, vonden in de Bijbel, dat aan Noach beloofd was, dat er geen zondvloed meer zou komen en nu begrepen de astrologen pas, waarom de Arabische sterrenwichelaars, die in hun kunst zo beroemd en geleerd waren, dikwijls zondvloeden aangekondigd hadden, die nooit gekomen waren”.

Uit de vijftiende eeuw moeten we nog een geheel andere methode aanvoeren, waarmee het weer op langere termijn voorspeld kon worden.



De schrijver van het betreffende boek geeft de raad het weer voor het volgende jaar te voorspellen met behulp van uien. Zes stuks moet men er in de Kerstnacht doorsnijden. Elk der twaalf helften geeft men de naam van één der maanden uit het volgende jaar. Voor men nu vertrekt naar de nachtmis, moet men de uien royaal met zout bestrooien. De volgende morgen kan men de te verwachten hoeveelheid neerslag in elke maand vaststellen aan de hand van de toestand van het zout op de corresponderende halve ui. Is het zout gesmolten, dan moet een natte maand verwacht worden. Dit is waarschijnlijk de enige weersverwachting op lange termijn, waarbij soms tweemaal tranen gestort worden: eerst vooraf bij het opstellen van de voorspelling en dan achteraf op de meer gebruikelijke wijze bij het eventuele mislukken van de verwachting!!

Evenzo het vermelden waard is een met de hand geschreven Nederlandse almanak uit de tweede helft van de 15de eeuw. Deze bevat o.a. de volgende verwachting op lange termijn: „Hoe men in de H. Christnacht kan zien en merken aan het weder hoe dat ganse jaar zich regeren en houden zal. Wanneer aan de Christnacht en -avond schoon, klaar weder is zonder wind en regen, zo zal dat zelve jaar wijns en korens genoeg wassen” (d.w.z. er zal voldoende wijn en koren zijn).

Een andere voorspelling is te vinden in „Dat kleine Planeten-Boeck”, een Nederlands handschrift uit het begin van de 15de eeuw: „Als de jaarsdag (bedoeld is waarschijnlijk de eerste Kerstdag) komt op Zondag, dan zal het lang winteren. Een goede tijd van al het koren, maar weinig tarwe”.

In het midden van de 17de eeuw werden in Duitsland de grondslagen gelegd voor een weersverwachting op lange termijn, die een geweldige verspreiding heeft ondergaan. Mauritius Knauer, abt van het Cisterciënser-klooster Langheim bij Bamberg in Midden-Duitsland, had steeds al een voorliefde gehad voor wiskundige en astrologische studies. Hij bracht zijn vrije tijd door in de z.g. „blauwe toren”, een kleine sterrenwacht, die op de muur van het klooster opgericht was. Hier zal hij wel op het idee gekomen zijn om een weer-kalender te vervaardigen.

De grondgedachte van Knauer was gebaseerd op de astrologie. Hij was er vast van overtuigd, dat de zeven planeten, Saturnus, Jupiter, Mars, de zon, Venus, Mercurius en de maan, in deze volgorde de weersgesteldheid van zeven opeenvolgende jaren bepalen. Het jaar rekent men dan van 21 Maart–21 Maart. De algemene karaktertrekken, die de astrologie aan de planeten toeschrijft, droeg Knauer over op het weer van de desbetreffende jaren.



Volgens de astrologen heeft de planeet Saturnus een koude natuur. Bovendien zou Saturnus „niet al te vaak droog” zijn. Het jaar, dat met Saturnus correspondeert, is koud en vochtig, want hoewel het op zekere tijden een beetje droog is, is het toch merendeels met regen gevuld, en daarom een ongeëvenaard koud jaar.

De planeet Jupiter is warm en vochtig, middelmatig en luchtig. Het weer in een Jupiter-jaar: Het is redelijk, doch meer vochtig dan droog. Omdat echter Saturnus, zijn voorganger, met zijn langdurige en moeilijke winter en grimmige koude in het voorjaar nog aanhoudt, is het een laat jaar, hoewel Jupiter tot elke vruchtbaarheid geneigd is. Het is dus zo, dat dikwijls in een Jupiter-jaar alle vruchten drie weken later dan in andere jaren tot rijping komen. Het feit, dat een planetenjaar begint met het intreden van de lente, is de verklaring, waarom een koude winter van Saturnus doorwerkt in het Jupiter-voorjaar.

De planeet Mars wordt omschreven als zeer heftig en droog. Het daarmee overeenstemmende jaar is meer droog dan vochtig, want hoewel het soms regent, zijn er toch meer droge Mars-jaren dan natte.

Van de zon wordt gezegd: deze planeet is middelmatig goed, warm en droog. Het zonnejaar is door en door droog, zelden vochtig en middelmatig warm.



De planeet Venus is vochtig en warm, doch minder dan Jupiter. Het weer is in een Venus-jaar meer nat dan droog, wanneer men alle delen van het jaar tezamen neemt; ook drukkend en tamelijk warm.

Mercurius is van een veranderlijke en onbestendige natuur; koud en droog. Een Mercurius-jaar is dienovereenkomstig meer droog en koud dan warm; zelden vruchtbaar.

De maan tenslotte is koud en vochtig, doch in enkele gevallen komt er toch warmte bij. Een maanjaar is gewoonlijk meer vochtig en koud dan droog.

Het weer gedurende het achtste jaar is gelijk te stellen aan dat van het eerste jaar, althans volgens de astrologische veronderstellingen. In het algemeen zou het weer in een zeker jaar gelijk zijn aan dat van zeven jaren terug. De Abt Knauer dacht nu op grond van deze theorieën, dat hij kon volstaan met het zorgvuldig waarnemen van de weersverschijnselen in zeven achtereenvolgende jaren. Eind 1652 begon Mauritius Knauer met zijn dagboek, waarin hij niet alleen de waarnemingen over het weer noteerde, maar ook de invloed van het weer op de landbouw. De onmetelijke schade, die toegebracht was aan de landbouw door de juist geëindigde dertigjarige oorlog (1618–1648), kan wel een stevige stimulans geweest zijn voor het plan van Dr Knauer. Er is dus alle reden om hem te prijzen, ware het niet, dat hij in 1659 ophield met zijn waarnemingen neer te schrijven, omdat hij dacht, dat hij met de gegevens van deze zeven jaren voldoende basismateriaal had om het toekomstige weer te kunnen voorspellen. Afschriften werden al spoedig in andere kloosters gebruikt. Tenslotte gaf Knauer toe aan de wens om zijn dagboek in druk te laten verschijnen. Het kwam uit onder de naam: „Eeuwigdurende economische kalender”. Knauer's bezwaar tegen het drukken was, dat zijn dagboek alleen enige waarde had voor de streek, waarin hij woonde. Door het dagboek op de drukpers te leggen zou het zelfs tot buiten de landsgrenzen kunnen doordringen en dan tot verkeerde toepassingen aanleiding geven.

Zulke prijzenswaardige bezwaren koesterde de arts Christoph Hellwig, uit Erfurt, allerminst. Hij zag er voordeel in om het dagboek van Knauer om te werken tot een boekwerk met dagelijkse weersvoorspellingen voor alle jaren van het tijdvak 1701–1801. Zijn speculatie werd een ongekend succes. Snel op elkaar volgden nieuwe uitgaven, eerst alleen onder de naam van Hellwig, maar na 1704 kwam ook Knauer's naam in het titelblad tot uiting. Sinds 1721 luidde de titel „Honderd-

jarige kalender". Onder deze naam heeft de kalender zijn grote bekendheid verworven. Vertalingen in vreemde talen volgden, zelfs in India en China dook de kalender op. Tot omstreeks 1915 gaf menige almanak nog de voorspellingen volgens de „Honderdjarige kalender”.

Zelfs de kalender, uitgegeven door de Berlijnse Koninklijke Academie van Wetenschappen, verscheen niet zonder de weersvoorspellingen. Tot opeens in 1779, als gevolg van de protesten van talrijke geleerden, de ommekeer kwam. In de uitgave voor dat jaar kon men in het voorwoord o.a. lezen: „De Koninklijke Academie van Wetenschappen heeft het juist geoordeeld in de indeling van de kalender, zoals die tot nu toe was, een verandering aan te brengen. Zij kon niet langer toezien, dat de eenvoudige, onwetende man om de tuin geleid werd door ongegronde weer-profeties, door een geen nut hebbende aankondiging van dagen, die men, hoewel geheel zonder enige reden als voortreffelijk gehouden heeft voor kiezen trekken, aderlatingen, bevallingen, e.d., en door meer van deze dwaze zaken. Zij heeft dus bevolen, dat al deze onnutte dingen in de toekomst uit haar kalenders weggelaten worden". In plaats hiervan bevatte de nieuwe kalender zonder weersvoorspellingen „nuttige en aangename zaken tot lering van landman en burger". De Academie vergiste zich echter deerlijk, wanneer ze dacht, de landman door de verbeterde kalender een plezier te doen. De kalender werd eenvoudig niet meer gekocht. In de zaken van de boekbinders, die de kalender verkochten, werd gelachen, gespot en gemord. Er ontstond een complete revolutie tegen de kalenderwijziging. Het doel werd bereikt: de kalender voor het jaar 1780 omvatte weer de van ouds bekende voorspellingen. De Academie, die een zeer belangrijk deel van haar inkomsten uit de verkoop van de kalender trok, had moeten toegeven!

In West- en Zuid-Europa heeft deze honderdjarige kalender niet zoveel succes geboekt als in Midden-Europa. De oorzaak is, dat in deze landen dergelijke kalenders al bestonden. Uit het verschil in succes kan men onder meer opmaken, dat de Duitsers het meest lichtgelovige volk van Europa vormen! De laatste twintig jaren is de honderdjarige kalender ingeschakeld bij de reclame in Duitsland voor Nivea. Nog onlangs zag schrijver dezes in de etalage van een drogistenzaak te Hannover een bont-gekleurde affiche, waarop met behulp van lijnen en grafieken de dagelijkse weersvoorspelling voor September 1953 aangegeven stond.





Ook in de Verenigde Staten van Amerika worden almanakken gedrukt. Aan een van hen, de „Old Farmer's Almanac” is een geschiedenis verbonden, die ongeloofwaardig zou zijn, ware het niet, dat hij uit het land der onbegrensde mogelijkheden afkomstig is. Toen de zetter de copie van de weersvoorspellingen voor het jaar 1816 in handen kreeg, merkte hij, dat de voorspelling voor de 13de Juli weggelaten was. Toen de goeie man bij zijn chef aanklopte om te vragen, wat er moest gebeuren, had deze het veel te druk om zich met de prognose voor die ongelukkige 13de dag bezig te houden. Hij antwoordde kort: „Doe er maar mee, wat je zelf wilt”. De zetter besloot toen om nu eens niet „helder” of „heet” voor de maand Juli te voorspellen. Hij wilde origineel zijn en plaatste het meest onwaarschijnlijke weer in Juli, dat hij zich denken kon. Het werd: „Regen, sneeuw en hagel.” U voelt wel aankomen, dat deze ongewone voorspelling ondanks alles uitkwam met het gevolg, dat de „Old Farmer's Almanac” een faam verwierf, die niettegenstaande de vele mislukte prognosen daarna niet meer verbleken kon.

De reeds eerder genoemde historicus van de meteorologie, Prof. G. Hellmann, heeft een lijst aangelegd van weersvoorspellers op lange termijn uit de vorige eeuw, die almanakken lieten drukken. Van niet minder dan honderd verschillende auteurs kreeg hij almanakken in handen. De toegepaste methoden kon hij in zes hoofdgroepen indelen. We gaan hierop niet al te diep in, maar noemen ze even in het kort.

De methoden waren gebaseerd op:

1. maan,
2. planetenconstellaties,
3. zon en zonnevlekken,
4. dieren en planten,
5. periodiciteiten, en
6. gemiddelde waarden.

De eerste vier methoden kennen we reeds. De vijfde methode gaat er van uit, dat de weersgesteldheid, in grote trekken althans, zich om de zoveel dagen of zoveel jaren herhaalt.

Heeft het weer van 1953 overeenkomst met dat van 1853, is het weer in 1952 gelijk aan dat van 1852, m.a.w. treden dezelfde weersverschijnselen weer na 100 jaren op, dan zegt men, dat de weersgesteldheid onderhevig is aan een periodiciteit van 100 jaren. In 1928 heeft een Engels meteoroloog het aantal gevonden periodiciteiten eens uitgeteld. Door 47 geleerden waren 133 periodiciteiten ontdekt, liggende tussen 1 en 260 jaar. Het is begrijpelijk, dat een dergelijke veelheid ernstige twijfel doet rijzen aan de realiteit van de meeste dezer periodiciteiten. In feite zijn de twee enige periodiciteiten, waarvan het bestaan geheel zeker is, die ter lengte van 1 dag en 1 jaar. Maar deze zijn reeds bekend vanaf het prille bestaan der mensheid. In die tijd wist men al, dat de temperatuur onder gemiddelde omstandigheden in de middag zijn maximum bereikt en tegen het ochtendgloren zijn minimum. Deze schommelingen noemt men de dagelijkse gang van de temperatuur. Een zelfde op en neer gaan herhaalt zich in de jaarlijkse gang van de temperatuur. Des winters een gemiddeld lage temperatuur, des zomers de hoogste temperaturen. Op grond hiervan kunnen klimatologische weersverwachtingen op lange termijn gegeven worden, maar deze laten een te grote speling toe.

Drie van de honderd weerprofeten uit de vorige eeuw verdienen een korte beschrijving in dit hoofdstuk. De ontdekking van de eerste is nauw met onze geschiedenis verweven. De Franse geleerde D. B. Quatremère-D'Isjonval, lid van de Academie van Wetenschappen te Parijs, ontdekte omstreeks 1794, dat uit het gedrag van de spinnen het weer voorspeld kon worden. De gedragingen der spinnen deden voor de winter 1794/95 lage temperaturen verwachten. De spinnenboodschap drong door tot generaal Pichegru, die van de voorspelling profiteerde



door in Januari 1795 met zijn troepen de bevroren rivieren in het Zuiden van ons land over te steken en zo de stelling Holland op verrassende wijze in te nemen. Later verschenen er boeken over deze methode, merkwaardigerwijze het eerst te Den Haag. In 1844 verscheen het laatste geschrift over deze methode.

De volgende, hier te bespreken weerprofeet is niemand minder dan de beroemde Franse botanicus, Prof. J. B. Lamarck. In zijn jonge jaren woonde hij op een zolderkamertje in Parijs, van waaruit hij een goed uitzicht had op het uitspansel. Zijn voorliefde voor wolkenstudies is mogelijk daar ontstaan.

Ook hij schaarde zich bij de grote groep van geleerden, die aan de maan een beslissende invloed op het weer toekennen. Meer dan tien jaar lang gaf hij jaarlijks een weerkalender uit. Zijn opgaven voor het weer noemde hij geen voorspellingen, maar waarschuwingen. Het succes bleef natuurlijk evenzeer uit.

Toen Napoleon eens in het instituut kwam, waar Lamarck werkte, raakte hij ook met deze in gesprek. De bijna 70-jarige geleerde wilde aan de keizer een boekwerk overhandigen. Napoleon zei daarop, op een niet al te vriendelijke toon: „Wat is dat? Dat is Uw absurde meteorologie. Met deze almanak legt U in Uw oude dagen geen eer in. Werk liever aan Uw natuurlijke historie en ik zal met genoeg Uw publicaties ontvangen. Dit deeltje neem ik alleen aan uit consideratie voor Uw grijze haren”. Napoleon gaf het boekje onmiddellijk door aan zijn adjudant.

Na deze brute en beledigende woorden van Napoleon trachtte de arme Lamarck zich te rechtvaardigen door te zeggen: „Het *is* een werk over de natuurlijke historie, dat ik U gegeven heb”. Tevergeefs echter, Napoleon hoorde het niet meer, met het tragische gevolg, dat Lamarck in tranen uitbarstte.

In dit verband is het goed om op te merken, dat deze Napoleon een heel wat betere kijk op het weer en de factoren, die het weer al of niet kunnen beïnvloeden, had dan zijn minder bekende naamgenoot Napoleon III. Tijdens het bewind van de laatste moest zijn vloot in de Krim-oorlog op 14 November 1854 een hevige storm doorstaan. De aangebrachte schade was zo belangrijk, dat Napoleon III besloot iemand te benoemen om de mogelijkheid van weersverwachtingen te bestuderen en zo op die manier dergelijke katastrofen te voorkomen. Napoleon koos de beroemde Franse astronoom Leverrier. Deze was er jaren te voren in geslaagd de positie van een nog onbekende planeet langs wiskundige weg te berekenen. Aan de hand van Leverrier's be-

rekening werd in 1846 de planeet Neptunus ontdekt. De berekening kon dus gelijk gesteld worden met een voorspelling en wel met een volmaakt juiste voorspelling. Napoleon III redeneerde nu, dat Leverrier de aangewezen man was om zich aan de studie der weersverwachtingen te wijden, omdat hij de beweging van planeten kon voorspellen, die miljoenen km van de aarde verwijderd waren.

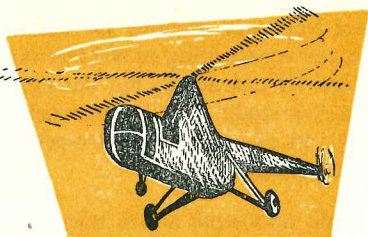
De laatste weerprofeet, die we in dit hoofdstuk zullen noemen, is de Duitse arts Dr Gustav Jaeger, later hoogleraar in de zoölogie. Hij is in onze taal vereeuwigd door de naam: jaegerondergoed. Inderdaad was hij de propagandist voor het dragen van wollen onderkleding. Maar ook op het terrein der weersverwachtingen op lange termijn heeft hij naam gemaakt, al was het dan lang niet op een zo verdienstelijke wijze. In 1893 en 1894 liet hij werken verschijnen onder de titels „Weersvoorspellingen en de maan” en „Het weer en de maan”. Tot 1917 heeft hij propaganda gemaakt voor de maan als de belangrijkste der factoren, die het weer beïnvloeden. Geen enkele andere weerprofeet heeft dit standpunt zo lang volgehouden.

In de twintigste eeuw verminderde het aantal weerprofeten zienderogen.

Een geheel tegenovergesteld verloop had het aantal van de meteorologische instituten, die zich serieus toelieden op de bestudering van de vraagstukken, samenhangend met de weersverwachtingen op lange termijn. Doch dit is het onderwerp van het volgende hoofdstuk.



7



De twintigste eeuw

Aan de ontwikkeling op dit gebied der wetenschappen is in onze eeuw zoveel aandacht besteed, dat we dit hoofdstuk beter in drieën kunnen splitsen. We geven nu eerst een vluchtig overzicht van wat er in de drie gedeelten behandeld wordt.

In het eerste gedeelte zullen we enkele weersverwachtingen op lange termijn bespreken, die wel regelmatig verschijnen, maar die niet op een wetenschappelijke basis berusten.

Het tweede gedeelte bevat een algemene, samenvattende bespreking van in totaal tien methoden, die als grondslag kunnen dienen voor de weersverwachtingen op lange termijn. De voordelen en bezwaren worden stuk voor stuk naar voren gebracht. De eindconclusie geeft aanleiding tot een voorzichtig optimisme. Het standpunt, dat betrouwbare weersverwachtingen op lange termijn tot de onmogelijkheden zouden behoren, kan als onjuist bestempeld worden.

Het zal de lezer hopelijk opvallen, dat elk der tien methoden een geestesproduct van de twintigste eeuw is. Geen der methoden, die in de vorige hoofdstukken vermeld zijn, zal men in de opsomming kunnen aantreffen. Dit is een duidelijk bewijs voor de stelling, dat de werkwijzen van de weerprofeten uit de vorige eeuw ondeugdelijk zijn.

In het derde gedeelte tenslotte wordt de ontwikkelingsgang in een tiental landen geschetst. Het ene land zal uitvoeriger behandeld worden dan het andere. Hierbij geven niet de belangrijkheid en de betrouwbaarheid van de in de diverse landen gebruikte methoden de doorslag. Een summiere bespreking betekent alleen, dat er over de in het betreffende land geadopteerde werkwijzen relatief weinig bekend is gemaakt.

De te nemen volgorde is:

- | | | |
|-----------------|---------------|----------------------|
| 1. India, | 4. Duitsland, | 7. Groot-Brittannië, |
| 2. Indonesië, | 5. Nederland, | 8. Verenigde Staten, |
| 3. Sovjet-Unie, | 6. Frankrijk, | 9. Japan. |

De afwezigheid van de overige landen in deze opsomming betekent niet, dat daar geen interesse voor weersverwachtingen op lange termijn bestaat. Integendeel, over de gehele wereldbol vraagt dit onderwerp de voortdurende belangstelling van leek en ingewijde. Maar om tot een wetenschappelijke bestudering van het vraagstuk te komen is meer nodig dan belangstelling alleen. Van de vele factoren, die daarbij een rol spelen, noemen we er enkele.

Het land dient de beschikking te hebben over een goed geoutilleerd meteorologisch centrum. Een uitgebreide staf van wetenschappelijke medewerkers, gesteund door actieve assistenten, moet zich volledig kunnen concentreren op alles, wat met het probleem samenhangt. Aan de laatste eis wordt in Nederland op bescheiden schaal voldaan, zodat de resultaten van de Nederlandse studies niet onbevredigend genoemd kunnen worden. Dit in tegenstelling tot België, waar aanzienlijk minder meteorologen te werk gesteld zijn.

Een andere factor, die van belang is bij het stimuleren van onderzoeken op het onderhavige gebied, is de aard van de economie van het land. In een overwegend industriële staat zal de behoefte aan betrouwbare weersverwachtingen op lange termijn niet zo dringend zijn als in landen, waar de landbouw op de voorgrond treedt. Dit is ook de reden, waarom de oudste wetenschappelijke onderzoeken in Engels Indië en Nederlands Oost-Indië ontstaan zijn.

Een niet te verwaarlozen factor wordt ook gevormd door de financiering van het onderzoek. In de grote en rijke naties staan in het algemeen meer middelen ter beschikking dan in de met minder voorspoed gezegende staten, vooral in oorlogstijd. Immers, dan zijn weersverwachtingen op lange termijn van het uiterste gewicht voor het vaststellen van de data voor belangrijke krijsgebeurtenissen als invasies,



veld-, lucht- en zeeslagen, enz. In dit verband verdient nog vermelding het feit, dat van Amerikaanse zijde Hitler's successen in het begin van de Tweede Wereldoorlog toegeschreven worden aan de juiste adviezen van zijn weersvoorspellers op lange termijn. Zo goed als de onbewolkte hemel van de 10de Mei 1940 en de daaropvolgende Pinksterdagen ons nog voor de geest staat, zo goed herinneren de Polen zich het stralende weer van de eerste helft van September 1939. Niettemin mogen we deze aanwijzingen niet als bewijzen opvatten van de kunde der Duitse meteorologen, want, nadat zij allen hun werk omstreeks 1947 konden hervatten, zijn er geen opvallende successen op het gebied der weersverwachtingen op lange termijn bij onze Oosterburen te melden geweest.

De volgorde, volgens welke de landen behandeld zullen worden, is voornamelijk bepaald door overwegingen van geografische en historische aard. De landen met de oudste geschiedenis op dit nog betrekkelijk jonge gebied, staan het eerst vermeld. Engels Indië in 1886 en Nederlands Oost-Indië in 1909 hebben de spits afgebeten. In Rusland en Duitsland werden officiële instituten opgericht, in het eerste land in 1913, in het laatste in 1929. In de overige landen is het onderzoek van jongere datum. Nederland, waar de eerste pogingen van 1916 en 1933 en de eerste systematische onderzoeken van 1936 dateren, slaat in het gezelschap der grote naties geen slecht figuur.

7.1 Verwachtingen zonder wetenschappelijke basis

In Nederland worden geen week- of maandverwachtingen in de dagbladen gepubliceerd. Voor zover ons bekend, gebeurt dit alleen in Engeland en Frankrijk. In Parijs is sinds geruime tijd aan het begin van de maand de weersverwachting voor de gehele maand te lezen in een boulevard-blad. In Engeland houden twee dagbladen zich er mee bezig.

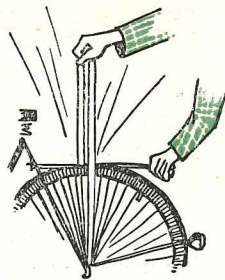
Het Franse meteorologische instituut is echter op 1 December 1953 gezwicht voor de aandrang om ook maandverwachtingen uit te geven, die voor het publiek bestemd zijn. Mochten deze succes hebben, dan zullen de leken-voorspellingen ongetwijfeld verdwijnen uit de pers.

Als eerste voorbeeld geven we de weersvoorspelling voor Juli in de „Evening Standard” van Maandag 2 Juli 1951:

„Prachtig zonnig en warm weer wordt verwacht in de middelste weken van de maand, hoewel soms onderbroken door plaatselijke onweersbuien.

De eerste week zal naast zonnige ook bewolkte perioden geven. Opklaringen zullen waarschijnlijk optreden voor de 9de. Daarna zal het zonnige en warme weer voortduren in de tweede en in de derde week. Er is een kans op plaatselijke onweersbuien gedurende het laatste gedeelte van de maand, voornamelijk van de 20ste tot de 25ste.

Het eind van de maand zal ook warm en benauwend zijn, maar met verspreide bewolking in het Zuiden en onweer in het Oosten. De weersgesteldheid in het Westen en Noorden zal minder vast zijn”.



Dit is een van die beruchte voorspellingen, die men met de vakterm „gummi-prognosen” betitelt. Het geheel is zo rekbaar, dat men moeilijk kan aangeven, in hoeverre de verwachting niet uitgekomen is. Hoe langer het tijdvak is, waarvoor de voorspelling geldig is, hoe vager men de bewoordingen kan maken en hoe geringer de kans wordt, dat het publiek de onbetrouwbaarheid bemerkt. Dit zal wel de reden zijn, waarom de voor Mei 1950 gebruikelijke wekelijkse prognosen na die datum vervangen werden door maandelijkse prognosen. De door de redactie van de „Evening Standard” gepubliceerde reden, nl. ruimtegebrek, verdient minder geloof.

Het andere Engelse dagblad, dat regelmatig maandverwachtingen openbaar maakt, is de „Daily Herald”. Deze voorspelde op 1 September 1953 voor de komende dertig dagen:

„Er zijn aanwijzingen, die duiden op een tamelijk vriendelijke September met verschillende warme perioden en niet te weinig zonneschijn, in het bijzonder in het Zuiden. We kunnen verwachten, dat de temperatuur in de eerste twaalf dagen bij minstens een gelegenheid abnormaal hoog zal worden. In deze periode zal er overvloedige zonneschijn zijn in de kuststreken, vooral in de oostelijke en zuidelijke delen van het land.

Regens van de Atlantische Oceaan afkomstig kunnen een tijdelijke verslechtering brengen omtrent het midden van de maand.

Vroege herfststormen zullen het Noorden en het Noordoosten van Groot Brittannië bezoeken en een korte periode van zeer koel weer is in het Zuiden waarschijnlijk.

Veranderlijk hoewel voornamelijk warm is het vooruitzicht voor het laatste gedeelte van de maand, met temperaturen, die dikwijls boven de normale waarden voor eind September zullen uitkomen. Er is geen reden om een vroeg begin van de langdurige herfstregens te verwachten. Voor een groot deel van Groot Brittannië kan het een September-



maand worden met meer warmte en zonneschijn dan gewoonlijk, maar voortdurend sterke winden in de noordelijke wateren kunnen gevaarlijk hoog water veroorzaken tussen de 20ste en 24ste September”.

Een regelmatige publicatie van weersverwachtingen op lange termijn verschijnt

ook in de Portugese havenstad Setubal. Reeds 16 jaren lang geeft Antonio M. C. Carvalho Serra op de 1ste en de 15de van elke maand een uit vier pagina's bestaand blad uit, waarvan hij zich eigenaar, directeur en uitgever noemt. Op blz. 2 worden achtereenvolgens opgesomd: de te verwachten luchtdrukschommelingen, de data voor nieuwe depressies, het weer in Portugal, het weer in vreemde landen, de waarschijnlijke temperatuurschommelingen op het Iberische schiereiland (Spanje en Portugal), de periode van de grootste seismische activiteit (= aardbevingen) en de vooruitzichten in het algemeen.

Een enkel voorbeeld van het te verwachten weer in het buitenland voor het tijdvak van 16-31 October 1953: er is een neiging tot slecht weer en sterke winden in Spanje, Frankrijk, Engeland, België, Nederland, de Scandinavische landen, Zwitserland, Italië, Duitsland, India, de Filippijnen, de Verenigde Staten van Noord-Amerika, Brazilië en Australië.

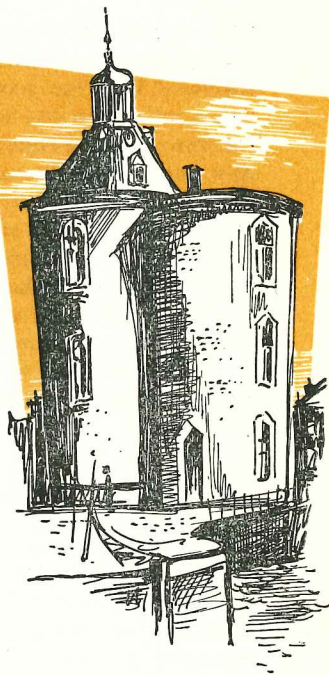
Op een andere bladzijde treft men de tijden van hoog en laag water aan voor enige havensteden. De rest van het blaadje wordt gevuld met theoretische beschouwingen over de maaninvloed, e.d.

Tenslotte vermelden we nog de almanakvoorspellingen in Nederland. Beide reeds genoemde Enkhuizer almanakken geven prognosen voor perioden van 1 tot 8 dagen. Een voorbeeld daarvan zagen we in het vierde hoofdstuk. De in Haarlem gedrukte almanak waagt zich echter ook aan tiendaagse temperatuurvoorspellingen. Voor elk der $3 \times 12 = 36$ dekaden uit het jaar 1952 werd aangegeven, hoeveel de over 10 dagen gemiddelde temperatuur zou afwijken van de klimatologische normaal. Deze verwachtingen waren geldig voor West-Nederland en wel speciaal de omgeving van Den Haag.

Om te zien, in hoeverre de almanak succesvol was, heeft schrijver dezes de gemeten temperaturen van het station Naaldwijk vergeleken met de voorspelde waarden. Voor elk der 36 dekaden werd het absolute verschil bepaald tussen de waargenomen en de voorspelde tempera-

tuurafwijking. De 36 verschillen werden opgeteld. Bij betrouwbare voorspellingen moet deze som aanzienlijk lager zijn dan een som, die op gelijke wijze ontstaat, nadat men de verwachte temperatuurafwijkingen van teken verwisseld heeft. Is de waargenomen temperatuurafwijking voor een dekade bijv. -4° C, d.w.z. is het tiental dagen gemiddeld 4° C kouder dan normaal geweest, dan zal een betrouwbare voorspelling van -5° C slechts een fout van 1° C hebben. Keren we nu het teken van de voorspelling om, dan wordt deze negatieve voorspelling: de dekade zal 5° C te warm worden of de verwachte temperatuurafwijking is $+5^{\circ}$ C. Deze voorspelling is behept met een fout van niet minder dan 9° C, dus negenmaal zo groot als de oorspronkelijke verwachting.

Het is duidelijk, dat de foutensom van een aantal betrouwbare verwachtingen vele malen kleiner zal zijn dan de foutensom van de negatieve verwachtingen. Blijkt, dat de foutensommen van de oorspronkelijke en de negatieve verwachtingen elkaar weinig ontlopen, dan moet daaruit de conclusie worden getrokken, dat de verwachtingen waardeloos zijn. Inderdaad gaf een toetsing van de Enkhuizer voorspellingen voor de 36 dekaden van 1952 tot resultaat, dat de foutensommen van de oorspronkelijke en de negatieve verwachtingen vrijwel aan elkaar gelijk waren, m.a.w. de voorspellingen waren geheel onbetrouwbaar. Een goede voorspelling moet ook beter zijn dan de klimatologische verwachting. Deze zegt niet meer dan: de te verwachten temperatuur zal normaal zijn of de temperatuurafwijking is 0. De vergelijking van de klimatologische verwachtingen met de opgetreden temperaturen geeft eveneens een foutensom. Deze bleek voor 1952 veel lager te zijn dan de foutensom van de oorspronkelijke Enkhuizer verwachtingen. Dergelijke resultaten zijn alleen verklaarbaar, wanneer men aanneemt, dat de oorspronkelijke prognosen onbetrouwbaar zijn. Een laatste toetsingsmethode is die, waarbij men de voorspellingen van 1952 vergelijkt met de waargenomen temperaturen in andere jaren. De foutensom moet in de laatste gevallen veel groter zijn dan de foutensom, die ontstaan is uit de verschillen tussen de verwachtingen



voor 1952 en de waargenomen temperaturen in 1952. Bij het onderzoek van de Enkhuizer voorspellingen bleek, dat de foutensom maar heel weinig van het jaar afhankelijk was.

Al deze toetsingsmethoden leiden tot de gevolgtrekking, dat aan de gedetailleerde dekade-prognosen voor 1952 geen enkele betekenis toegekend behoort te worden. Misschien heeft de weerprofeet dit zelf ook bemerkt, want de voorspellingen voor 1953 zijn veel minder gedetailleerd. Nu is niet de grootte van de afwijking aangegeven, maar men heeft volstaan met de 36 dekaden te karakteriseren door een +, N of —, corresponderend met een te warme, normale of een te koude dekade.

Hiermede zij voldoende medegedeeld over de weersverwachtingen op lange termijn, die niet van officiële instellingen afkomstig zijn. Met zekerheid is in het voorgaande aangetoond, dat dergelijke voorspellingen tot nu toe elke waarde missen. Gering is de mogelijkheid, dat een betrouwbare methode voor de weersverwachtingen op lange termijn door buitenstaanders ontwikkeld zal worden. Maar uitsluiten doen we deze mogelijkheid zeker niet. We zien echter graag, dat de ontdekker van een nieuwe werkwijze op het gebied der weersverwachtingen op lange termijn eerst voldoende zelfkritiek toepast op zijn theorieën, bijv. met behulp van de hierboven geschetste methode van de negatieve verwachtingen. Is hij in staat aan te tonen, dat zijn ideeën betere dan toevallige resultaten opleveren, dan zal het K.N.M.I. geen afwijzende of neutrale houding aannemen, doch trachten het gebruik van deze nieuwe methode te verwerven ten voordele van de gehele Nederlandse bevolking.

7.2 Enkele wetenschappelijke methoden

We beginnen nu met een algemeen overzicht van een tiental methoden, die veel gebruikt worden bij het onderzoek naar de mogelijkheid van weersverwachtingen op lange termijn. Dit overzicht is grotendeels ontleend aan een voordracht van de Engelse meteoroloog Dr J. M. Stagg, gehouden in September 1953 te Toronto (Canada).

7.2.1. Regressievergelijkingen

Statistische betrekkingen in de vorm van regressievergelijkingen werden en worden gebruikt in verschillende delen van de wereld, in het bijzonder daar waar atmosferische processen op grote schaal het weer over een uitgestrekt gebied beheersen. Een regressievergelijking stelt

ons in staat, de grootte van een weerselement voor een toekomstig tijdvak te berekenen met behulp van weerselementen van nu of vroeger, die betrekking hebben hetzij op hetzelfde gebied, hetzij op ver verwijderde streken.

In Engels Indië zijn de regressiemethoden van waarde gebleken bij de moessonverwachtingen. In deze verwachtingen wordt meestal een uitspraak gedaan over de toekomstige hoeveelheid neerslag.

Slechts weinig relaties tussen meteorologische verschijnselen hebben een eenvoudig en direct karakter. Het aantal van dergelijke betrekkingen neemt in het algemeen af met het groter worden van de afstand tussen de gebieden, waarop de weersverschijnselen betrekking hebben. Van meer belang is, dat de relaties zwakker worden, wanneer men overgaat van gelijktijdige op ongelijktijdige verschijnselen. Dit is uitermate ongunstig, daar slechts voorafgaande meteorologische grootheden van dienst kunnen zijn bij het opstellen van weersverwachtingen op lange termijn. Behalve op een gering aantal betrouwbare weersfactoren dient men dan zijn verwachtingen te baseren op factoren, waarvan de betrouwbaarheid nog niet geheel vast staat. Zodoende moet men de regressievergelijkingen van tijd tot tijd herzien en aanvullen.

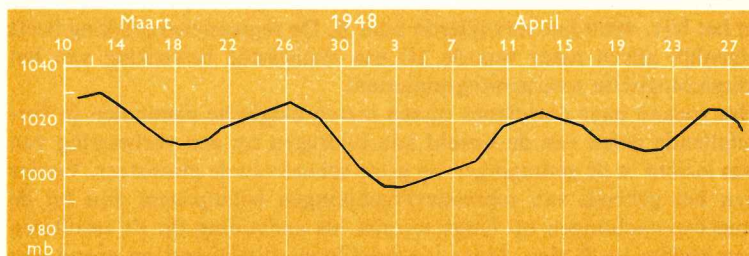
De fysische processen, waarop het regressie-onderzoek steunt, zijn maar zeer ten dele bekend. Het is heel moeilijk in te zien, waarom bijv. de druk in punt A invloed heeft op de neerslag bijv. zeven maanden later in het bijv. 4000 km verwijderde punt B. De regressievergelijking heeft eigenlijk alleen maar waarde als een statistische bewerking van het klimatologische waarnemingsmateriaal.

Het zoeken naar correlaties tussen meteorologische elementen in verschillende delen van de wereld kan bijdragen tot een verbetering van ons inzicht in de gedragingen op grote schaal van de atmosfeer. Verder kan het gebruik van regressievergelijkingen behulpzaam zijn bij de weersverwachtingen op lange termijn als aanvulling op de resultaten van andere methoden. Maar voorspellingen uitsluitend op grond van de hier besproken werkwijze kunnen vermoedelijk alleen in tropische gebieden bevrediging schenken. In de gebieden buiten de tropen en subtropen werken te veel factoren in op het weer, zodat het ondoenlijk is deze stuk voor stuk op te sporen en dan te gebruiken voor een weersvoorspelling. In de tropen kan deze methode nog wel verbetering ondergaan door het in het onderzoek betrekken van wind- en temperatuurgegevens uit hogere luchtlagen. Helaas zijn nog maar korte reeksen van dergelijke waarnemingen aanwezig, zodat de eventueel bestaande relaties niet met de vereiste nauwkeurigheid vastgelegd kunnen worden.

7.2.2. Drukgolven

Het onderzoek van de barogrammen van de meteorologische stations op onze breedten bracht aan het licht, dat er zo nu en dan schijnbaar regelmatige, golfvormige schommelingen in de atmosfeer aanwezig zijn. – Een barogram is een lijn, waaruit het verloop van de luchtdruk op een bepaalde plaats van oogenblik tot oogenblik af te lezen is. – In het barogram zijn soms golven zichtbaar met een periodiciteit van 72 en 48 dagen en minder, d.w.z. na een hoge druk treedt er op hetzelfde station 72 of 48 dagen later weer hoge druk op. Als de aanwezigheid van één of meer van deze schommelingen vroegtijdig vastgesteld kan worden, kunnen ze gebruikt worden om de toekomstige drukverdeling voor een aantal stations te bepalen. Eenzelfde procédé kan toegepast worden voor de drukverdelingen in de hogere luchtlagen.

Drukgolven zijn het uitvoerigst in Duitsland bestudeerd en daar ook toegepast ten behoeve van de weersverwachtingen op lange termijn. Aan sommige golven werden belangrijke eigenschappen toegekend. Zo zouden de drukgolven van 72 en 36 dagen zich uitstrekken tot in de stratosfeer (= de luchtlagen boven 10 km hoogte). Ze zouden ook invloed hebben op de trekrichting van de drukgolf van 6 dagen en op de beweging van die gebieden, waar de luchtdruk in de laatste 24 uren het meest veranderd is.



Luchtdruk te Den Helder

De drukgolf van 24 dagen neemt snel in betekenis af met de hoogte en wordt buiten onze breedten nauwelijks aangetroffen. Tijdens de Tweede Wereldoorlog zijn de drukgolven in de Angelsaksische landen aan een gedegen studie onderworpen.

Het volgende kon aangetoond worden: in een atmosfeer, waarin de temperatuur bepaalde voorgeschreven waarden heeft, kunnen schom-

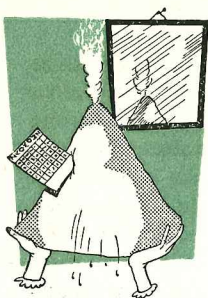
melingen optreden met periodiciteiten tussen 6 en 72 dagen. Deze schommelingen trekken buiten het gebied der tropen van het Westen naar het Oosten. Maar er is geen eenstemmigheid over de oorsprong der golven. De ene geleerde schrijft ze toe aan onstabiele zwaartekrachtgolven tussen de troposfeer en de stratosfeer, die aan het z.g. polaire front ontstaan; de andere aan vrij regelmatige uitstulpingen van koude lucht uit het Noordpool-reservoir; weer een andere aan golven, die afhankelijk zijn van temperatuurverschillen tussen het vaste land en het oceaanoewater. Een laatste mogelijkheid zag men in precessiebewegingen van de windgordels rond de aarde, die ontstaan zouden zijn door onsymmetrische drukgebieden, die de windgordels uit hun normale posities wegdrukten. Geen enkele dezer veronderstellingen kan het geheel der ingewikkelde schommelingsverschijnselen op een bevredigende manier verklaren.

Maar zelfs zonder een voldoende fysische basis zou het bestaan van elkaar regelmatig opvolgende periodieke schommelingen waardevol zijn voor de weersverwachtingen, indien de regelmaat, de amplitude en de levensduur groot genoeg zouden zijn. Ongelukkigerwijze is dit slechts uiterst zelden het geval. De golflengte (d.i. de afstand in dagen tussen twee golfbergen) van de belangrijkste golven varieert niet weinig. Een reeks van drukschommelingen bestaat gewoonlijk uit niet meer dan 3 à 4 golven.

Bij een golf denkt men meestal aan de regelmatigheid, dit is immers een van de kenmerkende eigenschappen van wat men onder een golf verstaat. Het gebruik van het woord „golf” in dit gebied van de meteorologie is derhalve misleidend. De meeste meteorologische grootheden schommelen weliswaar voortdurend om een gemiddelde waarde heen, maar de regelmaat in de bewegingen is heel slecht ontwikkeld. De slotconclusie moet zijn, dat golfvormige schommelingen in de atmosfeer waarschijnlijk wel bestaan en dat verdere bestudering van belang is voor het verkrijgen van meer inlichtingen over de structuur en het gedrag van de atmosfeer, maar drukgolven zijn te kort van duur en te onregelmatig en misschien ook te plaatselijk en te veranderlijk van seizoen tot seizoen en van jaar tot jaar om een werkelijke steun te zijn voor de weersverwachtingen op lange termijn.

7.2.3 Symmetrische luchtdrukverdelingen

Bij het grondig bestuderen van barogrammen is dikwijls een merkwaardigheid opgemerkt: een zogenaamd symmetriepunt. Hieronder verstaat men een punt in het barogram, dat het geheel in twee sym-



metrische gedeelten splitst. De druk op de eerste dag na de dag met het symmetriepunt is gelijk aan de druk op de eerste dag vóór het symmetriepunt. Hetzelfde geldt voor de luchtdrukken op de tweede dag voor en na het symmetriepunt. De symmetrie strekt zich in een enkel geval wel eens zover uit, dat de druk op de 45ste dag na een symmetriepunt nog gelijk is aan de druk op de 45ste dag voor het symmetriepunt. Het hier beschreven luchtdrukver-

loop is een geval van positieve symmetrie: een „berg” in het barogram, een aantal dagen voor het symmetriepunt, weerspiegelt zich eenzelfde aantal dagen na het symmetriepunt weer in een „berg” van hoge druk. Negatieve symmetrie ontstaat, wanneer op gelijke afstand van het symmetriepunt links een berg met rechts een dal (en omgekeerd) correspondeert. Om de ene helft van de curve met de andere te laten samen vallen moet eerst het spiegelbeeld ten opzichte van het symmetriepunt gevormd worden en daarna moet deze gespiegelde helft nog eens ten opzichte van de horizontale lijn gespiegeld worden, zodat nu een berg een dal wordt en omgekeerd. Bij negatieve symmetrie is tweemaal spiegelen nodig, bij positieve symmetrie éénmaal om de twee curvehelften tot dekking te brengen.

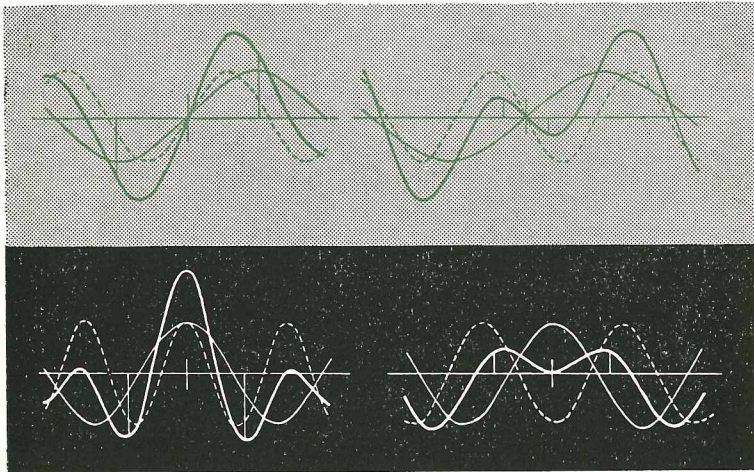
Het spreekt wel vanzelf, dat beide gevallen van symmetrie zich uitstekend zouden kunnen lenen voor weersverwachtingen op lange termijn. Een noodzakelijke voorwaarde is, dat het optreden van symmetriepunten tijdig genoeg gesignaleerd wordt. Tot nu toe is men er niet in geslaagd een betrouwbare voorspelling uit te geven voor de datum, dat er een symmetriepunt te wachten staat. Een symmetriepunt kondigt zich niet aan, er zijn geen aanknopingspunten te vinden, waaruit blijkt, dat er een symmetriepunt op komst is.

Gewoonlijk is het zo, dat de meteoroloog pas geruime tijd na het symmetriepunt tot de ontdekking komt, dat de luchtdruk zich in de laatste dagen omgekeerd gedraagt als in de dagen daarvoor. Het bestaan van een symmetriepunt wordt dan dus vastgesteld en nu weet men uit de voorgeschiedenis, hoe de toekomstige luchtdruk zal zijn. Naast het nadeel, dat de methode van de symmetriepunten eerst betrekkelijk laat kan worden toegepast, is er nog het nadeel, dat men niet weet, tot hoever de symmetrie doorloopt. Het luchtdrukverloop voldoet nl. niet aan de strenge eisen van volkomen symmetrie, maar is slechts bij benadering symmetrisch. Hoe verder het symmetriepunt achter de rug ligt, hoe geringer de symmetrie wordt. Meestal is de symmetrie na 30 à 40 dagen reeds geheel verdwenen.

Hebben we tot dusverre alleen het geval van het drukverloop op één station beschouwd, het is ook mogelijk, dat er op een aantal stations tegelijk symmetriepunten ontstaan. De luchtdrukverdeling, zoals die een aantal dagen voor het symmetriepunt afgebeeld staat op een weerkaart, herhaalt zich dan een gelijk aantal dagen na het symmetriepunt. Dit verschijnsel wordt aangeduid met de naam „weerkaartensymmetrie”.

Men neemt aan, dat de besproken symmetrie ontstaat door het gelijktijdig aanwezig zijn van enkele drukgolven, voornamelijk die van 72, 36, 24, 18, 12 en 9 dagen. Bereiken deze golven op een gegeven ogenblik alle tegelijk hun maximale of minimale waarde, dan ontstaat een symmetriepunt, omdat nu elk der samenstellende drukgolven symmetrisch is ten opzichte van het symmetriepunt. De symmetrie blijft, als de drukgolven opgeteld worden en zo de oorspronkelijke drukwaarden leveren.

Negatieve symmetrie wordt bereikt, wanneer de samenstellende drukgolven alle tegelijk door het nulpunt, hun gemiddelde waarde, gaan. Nu correspondeert bij elk der samenstellende drukgolven een drukdal



*Positieve (onder) en negatieve (boven) symmetrie, van elk twee gevallen
 ----- en ----- samenstellende drukgolven
 ————— resulterende drukgolf*

een aantal dagen voor het symmetriepunt met een drukberg eenzelfde aantal dagen na het symmetriepunt.

Deze beschouwingen geven een aannemelijke verklaring voor het ontstaan van symmetriepunten, maar de vraag naar de realiteit van de symmetriepunten is daarmee niet beantwoord. Integendeel, deze realiteit staat en valt nu met die der drukgolven en daar de realiteit der drukgolven bij de bespreking van de vorige methode reeds aan ernstige kritiek is blootgesteld, kan de theorie der symmetriepunten evenmin zonder meer geaccepteerd worden als basis voor weersverwachtingen op lange termijn.

Er zijn echter meer bezwaren. Een van de belangrijkste bestanddelen bij elk symmetriepunt zou volgens de aanhangers van de symmetrietheorie de drukgolf van 24 dagen zijn. Deze wordt dan toegeschreven aan uitstulpingen van polaire lucht uit het Noordpool-gebied. Daarmee worden echter vele vragen opgeworpen, waarop geen bevredigend antwoord te geven is. Het is dan ook niet te verwonderen, dat een Australische meteoroloog in 1948 er in slaagde het bewijs te leveren, dat verreweg de meeste symmetriepunten door toevallige omstandigheden in het luchtdrukveld veroorzaakt zijn.

De ontdekker van het bestaan van symmetriepunten is de reeds eerder genoemde Prof. Weickmann. Na zijn ambtsaanvaarding aan het Geofysische Instituut te Leipzig in 1922 is er een reeks van proefschriften ontstaan, die alle gewijd waren aan onderwerpen, samenhangende met symmetriepunten. Vrijwel algemeen wordt nu erkend, dat men destijds te ver gegaan is en dat men ook sommige grillen van het toeval au sérieux genomen heeft, m.a.w. als reëel beschouwd heeft. Toen Prof. Weickmann onlangs in het nauw gebracht werd, antwoordde hij: „De theorie van de symmetriepunten is een kwestie van geloven. Ik zelf geloof er nog steeds in”. Met dit zwakke standpunt van de grootste propagandist van de symmetriepunten besluiten we de bespreking van deze derde methode der weersverwachtingen op lange termijn.

7.2.4 Singulariteiten

In waarschijnlijk elk gebied van de wereld hebben sommige weer-typen een bijzondere neiging om elk jaar op ongeveer dezelfde data terug te komen. Ook plotselinge veranderingen in de jaarlijkse gang van enkele meteorologische grootheden treden bij voorkeur op nagenoeg dezelfde tijdstippen op.

Deze singulariteiten, zoals de Duitse meteorologen ze noemen, omvatten weersverschijnselen op grote schaal, zo o.a. het begin van de

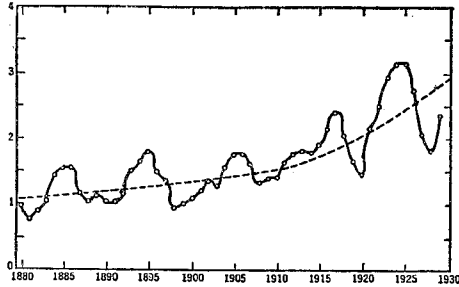
Indische moesson en het onregelmatige toenemen van de temperatuur tijdens het voorjaar en het begin van de zomer op onze breedten. Onlangs, in 1951, heeft een Brit kunnen aantonen, dat van de lange lijst der singulariteiten in Duitsland er ook vele in Groot Brittannië opduiken. Wanneer de singulariteiten beperkt zouden zijn tot een klein aantal markante verschijnselen, die alle op een gezonde theoretische basis steunden, dan zou er weinig twijfel bestaan over hun waarde voor de weersverwachtingen op lange termijn; speciaal de Duitse meteorologen zijn echter zo ver gegaan om voor elke maand niet minder dan zes of acht singulariteiten in te voeren. De realiteit van de meeste dezer singulariteiten staat nog lang niet vast. Tot de weinige singulariteiten in Europa, die algemene erkenning gevonden hebben, behoren de IJsheiligen (koude-invalen in de maand Mei), de nazomer (in Engeland bekend onder de naam „Indian summer”, in Duitsland onder de naam „Altweibersommer”; mooi nazomerweer in de tweede helft van September) en het Kerst-dooiweer (een stijging van de temperatuur, die vlak voor of tijdens de Kerstdagen inzet).

De methode der singulariteiten kan bezwaarlijk zelfstandig gebruikt worden, maar als hulpmethode kan ze goede diensten bewijzen. Wanneer men op grond van andere methoden twee verschillende toekomstige weersontwikkelingen kan verwachten, zal kennis der singulariteiten kunnen aanwijzen, welke ontwikkeling voor dat jaargetijde de meest waarschijnlijke is.

Tot nu toe is de enige verklaring van de singulariteiten gebaseerd op de theorie der drukgolven, in het bijzonder de golf van 72 dagen. Volgens deze verklaring bepalen de golf-ontwikkelingen de drukverdeling aan het aardoppervlak en door middel hiervan de overgang van de zonale in de meridionale luchtcirculatie (deze is zonaal bij een overwegend westelijke stroming en meridionaal bij een voornamelijk langs de meridianen gerichte beweging der luchtdeeltjes; de meridianen lopen van Noord naar Zuid). Op grond van deze theorie kan de afwezigheid of de verschuiving van de singulariteiten beschouwd worden als een waarschuwing, dat er golven met een andere golfengete of andere fase ontstaan zijn. Dit alleen al kan een grote steun zijn voor de voorspellingen van een ervaren meteoroloog.

7.2.5 „Trends” in de luchtdruk

Onder de trend van een verschijnsel verstaat men een langzame daling of stijging in de grootte van het verschijnsel. Deze toe- of afname wordt soms weinig, soms bijna geheel onherkenbaar gemaakt door schommelingen, veroorzaakt door andere toevallige invloeden.



Zalmvangst in Noord-Amerika per dag en per hengel

Daar de langzame, hoewel wijdverspreide veranderingen, die in de atmosfeer aan de gang zijn, soms door de overstelpende hoeveelheid van gedetailleerde inlichtingen op de weerkaarten verduisterd worden, is het gewenst, kaarten samen te stellen, die deze langzame veranderingen aan het daglicht brengen. Eerst moet dan bekend zijn, hoe de luchtdrukverdeling gemiddeld over vele jaren zich wijzigt.

De klimatoloog kan zulke kaarten leveren. Uit zijn omvangrijk waarnemingsarsenaal kan hij berekenen, hoe de klimatologische gemiddelden van de druk op verschillende punten op de 1ste Januari zijn, hoe die op de 2de Januari zijn, enz. Kortom, hij kan ons een beeld verschaffen, hoe de klimatologische waarden van de luchtdruk zich door het jaar heen wijzigen. Vervolgens bepaalt de weersvoorspeller op lange termijn, hoe de luchtdrukverdeling is, gemiddeld over een aantal recente perioden van elk bijv. 6 dagen.

Het laatste werk is, deze zesdaagse luchtdrukkaarten te ontdoen van de normale voor die periode geldende klimatologische luchtdrukverdeling. Op deze wijze ontstaat dan een serie van op elkaar aansluitende gemiddelde luchtdrukkaarten, waarop centra van maximale en minimale druk aangetroffen worden. Hun bewegingen kunnen op de luchtdrukkaarten nagegaan worden en eventueel geëxtrapoleerd worden.

De resultaten van een desbetreffend onderzoek, dat in Londen uitgevoerd werd, waren echter weinig bemoedigend. Naast luchtdrukkaarten, die over perioden van 6 dagen gemiddeld waren, werden ook kaarten geprobeerd, waarbij het tijdvak een lengte van 12 of 24 dagen had. Een soortgelijke handelwijze vormt ook een belangrijk bestanddeel van andere methoden voor weersverwachtingen op lange termijn. Zo is getracht de „trend” te bepalen in de index-cijfers, die de sterkte van de zonale, westelijke luchtcirculatie aangeven. Met behulp van deze trend kon de toekomstige luchtcirculatie voorspeld worden. Daarnaast is

getracht de „trend” in de luchtdruk voor een netwerk van bepaalde stations te berekenen en te extrapoleren met het doel de luchtdruk over een geheel gebied vooruit te bepalen.

In deze en andere toepassingen hebben de „trend”-methoden een geheel empirisch karakter, d.w.z. de theoretische achtergrond ontbreekt geheel. Dit gebrek aan wetenschappelijk inzicht wreekt zich in bepaalde gevallen, daar men zich nooit aan extreme ontwikkelingen zal wagen bij het extrapoleren. Het baart derhalve weinig verwondering, dat in het verleden de bijdrage van de „trend”-methoden tot de weersverwachtingen op lange termijn maar matig geweest is. Als hulpmethoden hebben zij nog wel dienst gedaan; voor zelfstandige methoden zijn ze te weinig theoretisch gefundeerd.

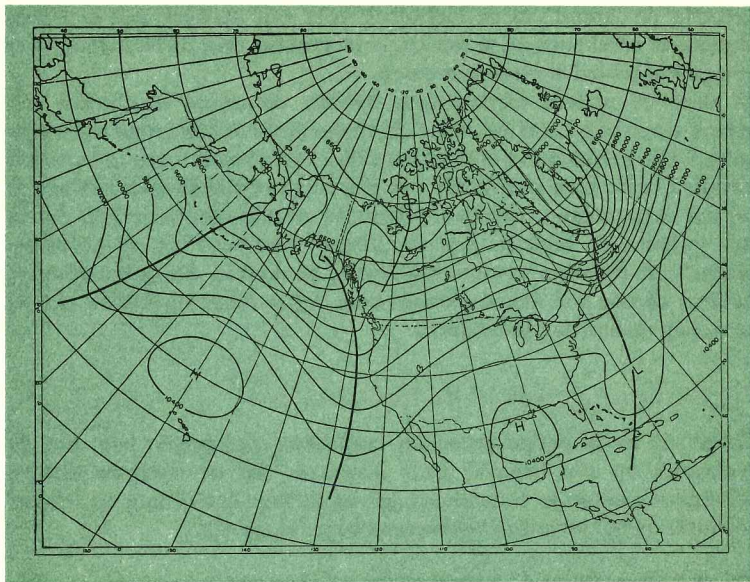
7.2.6 Lange golven in de luchtcirculatie

Gaven de in de vorige gedeelten besproken drukgolven aan, hoe de luchtdruk op een bepaald *punt* langzaam om de normale waarde schommelt, de nu te behandelen golven hebben betrekking op schommelingen in het luchtdrukveld op een bepaald *tijdstip*.

De veronderstellingen, die aan de toepassing van lange golven in het luchtdrukveld ten behoeve van de weersverwachtingen ten grondslag liggen, zijn de volgende.

In de eerste plaats veranderen golven langzamer van vorm dan het luchtdrukveld zelf. Daardoor lenen zij zich beter voor een voorspelling. In de tweede plaats zijn de hoofdkenmerken van het drukkveld aan het aardoppervlak en de veranderingen daarin afhankelijk van de stroming in de hogere (boven 5 km) luchtlagen.

Helaas verliezen deze veronderstellingen hun betrouwbaarheid, zodra ze toegepast worden voor voorspellingen na de derde dag. De enige bij benadering realistische theorie der lange golven, die tot dusverre ontwikkeld is, berust op veronderstellingen over de eigenschappen van de luchtlagen en van de golven. Deze veronderstellingen of hypothesen zijn bepaalde vereenvoudigingen van de ware eigenschappen van de atmosfeer. Dikwijls wijkt de atmosfeer zo veel van deze vereenvoudigingen af, dat belangrijke empirische en subjectieve factoren ingelast moeten worden, wanneer de theorie in de praktijk toegepast wordt. Zelfs dan kunnen slechts inlichtingen verkregen worden over de snelheid en de golflengte van de golven, die reeds ontstaan zijn. Over het tijdstip en de plaats van geboorte van nieuwe golven kan maar heel weinig gezegd worden; evenzo schraal zijn de inlichtingen over



*De luchtdrukverdeling op 3 km hoogte op 6 Dec. 1946 om 3 uur.
Dit patroon van lange golven handhaafde zich van 28 Nov. tot 6 Dec. 1946.*

het sterker of zwakker worden en het verdwijnen van oude golven. Niettegenstaande al deze zwakheden, die nog met vele aan te vullen zouden zijn, wordt deze methode toegepast in de Verenigde Staten bij het voorspellen van de weersgesteldheid voor perioden van 5 of 30 dagen.

De grootste waarde heeft deze theorie voor uitgestrekte continentale gebieden. Voor West-Europa is zij veel minder geschikt, daar bij ons geringe veranderingen in het luchtdrukveld het weer reeds in belangrijke mate kunnen beïnvloeden.

7.2.7 Trekrichtingen van hoge- en lagedrukgebieden

Dat de Russische meteorologen hun systeem van weersverwachtingen op lange termijn baseren op de banen van hogedrukgebieden, is min of meer vanzelfsprekend, daar de weersgesteldheid in de Sovjet-Unie voor een groot gedeelte van het jaar door hogedrukgebieden (= anticyclonen) beheerst wordt. De uitgestrekte vlakten vormen een waar labora-

torium voor de bestudering van de bewegingen van luchtmassa's en drukgebieden.

Een meer uitvoerige bespreking der Russische theorieën volgt bij de behandeling van de gebruikte methoden in de afzonderlijke staten. Nu zullen we volstaan met een korte samenvatting van enkele grondgedachten.

De in 7.2.8 te bespreken methode der analogieën, benevens de in 7.2.2 en 7.2.6 verklaarde methoden spelen een zekere rol in de Russische systemen, maar het voornaamste bestanddeel is toch de bestudering van de bewegingen der hogedrukgebieden en de daarmee samenhangende luchtdrukverdelingen. Het probleem is oorspronkelijk aangepakt door Moeltanofskij. Na diens dood in 1938 werd Pagawa de leidende figuur.

Volgens de school van Moeltanofskij en Pagawa komen de hogedrukkernen, die het Russische grondgebied binnenvallen, voornamelijk uit drie brongebieden. Deze zijn respectievelijk de Azoren, Groenland en het Noordpoolgebied. De hogedrukgebieden trekken bij voorkeur langs bepaalde banen, door de Russen ook wel assen genoemd. De tijd van het jaar, dus de zonnestand, en de aard van het seizoen hebben grote invloed op de ligging van de trekbanen en op de veelvuldigheid, waarmee de hogedrukkernen de brongebieden verlaten. In sommige jaren, bijv. die met een ongewoon zacht najaar, is de ligging van de trekbanen en het aantal drukgebieden, dat passeert, voortdurend exceptioneel. Zodra een hogedrukgebied begonnen is met zich te verplaatsen, kan zijn toekomstige baan bepaald worden. De algemene luchtdrukverdeling, die met een zekere as samenhangt, kan voorspeld worden door gebruik te maken van kaarten, die de posities aangeven van de andere hoge- en lagedrukgebieden, die dezelfde banen gevolgd hebben omstreeks dezelfde tijd in andere jaren. Daar de baan, die een hogedrukgebied gaat volgen, binnen 2 à 3 dagen bekend is, nadat het hogedrukgebied ontstaan is en de gemiddelde levensduur van een hogedrukgebied 10 à 12 dagen bedraagt, is het mogelijk met behulp van de methode van Moeltanofskij en Pagawa het weer voor een periode van 7 à 8 dagen vooruit te bepalen.

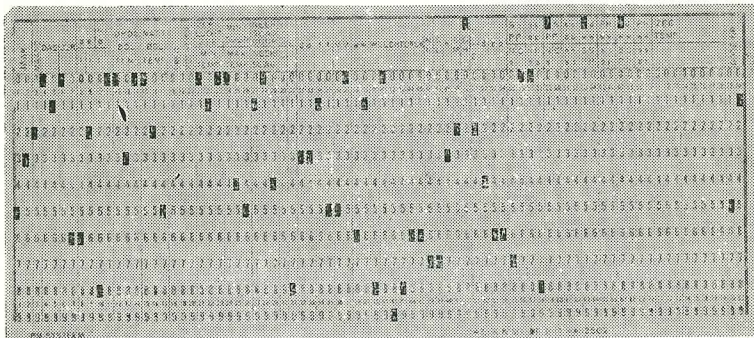
Deze periode van 7 of 8 dagen kan uitgebreid worden door andere overwegingen in de beschouwingen op te nemen. Op een tijdstip, dat varieert van 30 tot 35 dagen voor het ontstaan van een nieuwe hogedrukkern, treden er reeds aanwijzingen op in het luchtdrukveld, die er op duiden, dat een hogedrukkern zich zal ontwikkelen. Voorts zijn de Russische meteorologen er in geslaagd, periodiciteiten (of rhythmten) van 3 en 5 maanden te ontdekken.

7.2.8 Analogieën

„Gelijke oorzaken, gelijke gevolgen”. Deze uitspraak is de grondslag van de methode der analogieën.

Zo nu en dan treft de weerdienstleider op zijn weerkaart een situatie aan, die hem niet onbekend voorkomt. Inderdaad zijn analoge weersituaties geen zeldzame verschijnselen, ze treden soms wel enkele malen per jaar op. Beschikt de weerdienstleider over een nimmer falend geheugen, dan weet hij zich nog wel te herinneren, hoe de analoge situatie zich ontwikkeld heeft. Met deze kennis gewapend kan hij zich vlug een oordeel vormen over de te verwachten ontwikkeling van de huidige weersituatie.

Beschikt de meteoroloog echter niet over een fenomenaal geheugen, dan moet hij baat zoeken bij mechanische hulpmiddelen. In de Verenigde Staten van Amerika maakte men daarbij tijdens de laatste oorlog gebruik van de z.g. Hollerith-methode (= de ponskaartenmethode). De karakteristieke kenmerken van een weerkaart kunnen worden weergegeven door een reeks van 80 gaatjes in een kaart (een z.g. ponskaart; de afmetingen zijn 82 bij 187 mm). Weerkaarten met verschillende luchtdrukverdelingen geven verschillend geponste kaarten. Ponskaarten, waarop alle 80 ponsgaten op dezelfde wijze aangebracht zijn, hebben betrekking op gelijke luchtdrukverdelingen.



Geeft de weerkaart, waaruit de meteoroloog zijn verwachting moet halen, aanleiding tot het vermoeden, dat een dergelijke situatie vroeger is opgetreden, dan wordt de huidige weerkaart vlug „vertaald” in een z.g. „sorteermachine” vergeleken met de duizenden ponskaarten, die betrekking hebben op vroegere

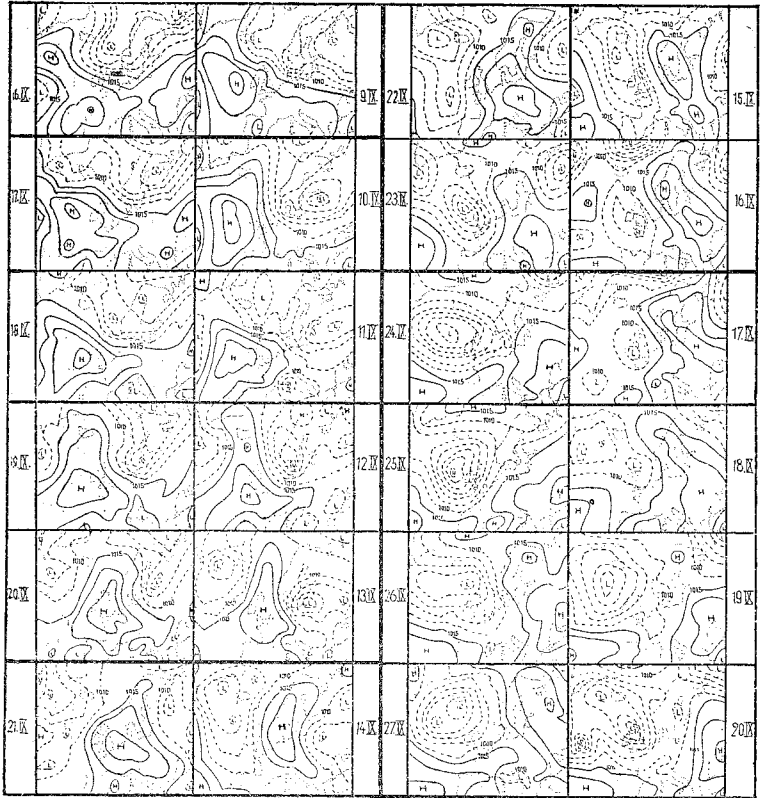
weerssituaties. In een tijdsverloop van enkele minuten sorteert de machine die kaarten er uit, die veel, zo niet alles met de huidige kaart gemeen hebben. Op deze wijze heeft de weerdienstleider binnen korte tijd de data (= de analoge dagen) tot zijn beschikking, waarop verwante situaties zijn opgetreden. In het archief worden dan niet alleen de weerkaarten van de analoge dagen opgezocht, maar ook de weerkaarten van de dagen, die voorafgaan aan de analoge dagen en die daarop volgen. Uit de serie van de voorafgaande dagen kan men afleiden, hoe lang reeds de paralleliteit met het huidige weersverloop bestaat. De serie van de volgende kaarten geeft inlichtingen, hoe de huidige weerssituatie zich kan ontwikkelen.

Als twee weerkaarten hetzelfde beeld vertonen, is daarmee nog niet gezegd, dat zij beide tot dezelfde toestand zullen leiden. Het is heel goed mogelijk, dat zij op verschillende manieren ontstaan zijn – een hogedrukgebied kan bijvoorbeeld op de ene kaart uit het Oosten aangekomen zijn en op de andere kaart uit het Westen. Het spreekt dan vanzelf, dat de luchtdrukverdeling op een tijdstip 24 uur later voor de twee gevallen zeer verschillend kan zijn. Om deze reden is het noodzakelijk, dat de voorgeschiedenis der analoge gevallen in het onderzoek betrokken wordt.

Een laatste eis is, dat ook de drukverdeling in de bovenlucht overeenkomst moet vertonen op analoge dagen. Is wel de drukverdeling aan de grond gelijk, maar heersen er in de hogere luchtlagen verschillende toestanden, dan zullen de drukverdelingen aan de grond al spoedig van elkaar gaan afwijken. Daar de gegevens uit de troposfeer slechts van de laatste twintig jaren bekend zijn, is er maar weinig vergelijkingsmateriaal.

De methode van de analoge gevallen met behulp van ponskaarten werd voornamelijk toegepast in de Verenigde Staten en in de Sovjet-Unie. Waarschijnlijk maakt men in de Sovjet-Unie nog steeds gebruik van deze methode, maar in de Verenigde Staten heeft men de ponskaartenmethode in 1945 verlaten. Blijkbaar waren de resultaten niet van dat gehalte, waarop men gehoopt had.

In Duitsland maakt men ook nu nog een intensief gebruik van de methode der analogieën, echter niet met behulp van ponskaarten, maar met op zeer kleine schaal getekende weerkaartjes. Men heeft twaalf borden – voor elke maand één – die aan weerszijden volgeplakt zijn met dergelijke weerkaartjes. In elke horizontale rij bevinden zich de kaartjes van de achtereenvolgende dagen van een bepaalde maand van een bepaald jaar. Zo is op de eerste rij van het eerste bord de maand



Eerste en derde kolom : luchtdrukverdeling van 16-27.9.51 (linkerbovenhoek van elk kaartje : Groenland, rechts beneden : Turkije).

Tweede en vierde kolom : analoge ontwikkeling in het tijdvak 9-20.9.53.

Januari van het jaar 1881 weergegeven. Op de voorkant van elk bord staan de jaren van de periode 1881–1920, aan de achterkant de jaren daarna.

Elke dag wordt ook een klein weerkaartje van de heersende weers-toestand getekend. Dit wordt nu snel vergeleken met de weerssituaties uit vroegere jaren, waarbij men zich beperkt tot de aangrenzende maanden. Het kaartje van bijv. 9 September 1953 zal niet met situaties uit de voorjaarsmaanden geconfronteerd worden, omdat men weet, dat elk seizoen zijn eigen ontwikkelingsgang heeft.

Het nadeel van de nu besproken methode is het zuiver empirische karakter. Een deugdelijke theorie ligt er niet aan ten grondslag.

Voorts kan men onmogelijk overzien, welke gevolgen zullen ontstaan uit slechts kleine afwijkingen tussen twee overigens zeer analoge drukverdelingen. Ondanks al deze bezwaren wordt deze methode vooral in Duitsland dagelijks toegepast. Een echte weersverwachting op lange termijn wordt echter slechts zelden met behulp van deze methode bereikt. Veelal is de levensduur van een analoog geval beperkt tot 5, hoogstens 10 dagen. De overeenkomst tussen twee drukverdelingen verdwijnt gewoonlijk reeds eerder.

7.2.9 Verschijnselen op de zon

De veranderingen van dag op dag in de zonnestand brengen veranderingen te weeg in de intensiteit van de zonnestraling, die door het aardoppervlak geabsorbeerd of teruggekaatst wordt. Deze regelmatige veranderingen in de zonnestraling veroorzaken de jaarlijkse gang in alle meteorologische grootheden. De veranderingen in de temperatuur zijn wel de meest markante.

Er zijn ook onregelmatige veranderingen in de zonnestraling aanwezig. Dit bemerken we aan de uitbarstingen op het zonne-oppervlak in de omgeving van de zonnevlekken. Zijn er veel zonnevlekken, dan worden ook grote hoeveelheden hete materie uit het inwendige van de zon naar buiten geslingerd, waardoor de zonnestraling versterkt wordt. Het is zeer verleidelijk aan te nemen, dat ook de onregelmatige veranderingen in de zonnestraling het weer in de onderste luchtlagen van de atmosfeer beïnvloeden.

Tallose meteorologen hebben zich bezig gehouden met het onderzoek naar betrekkingen tussen gebeurtenissen op het zonne-oppervlak en het weergebeuren aan het aardoppervlak. Van de vele ontdekte correlaties bleken slechts weinige bestand te zijn tegen de strenge eisen van de mathematische statistiek. (Een van de hoofdogaven van de laatste wetenschap is het vaststellen van de realiteit der gevonden betrekkingen). Geen van de resultaten bleek een directe betekenis te hebben voor de weersverwachtingen op lange termijn. De enige statistisch betrouwbare correlatie, die tot dusverre aan het daglicht gebracht is, betreft het verband tussen de zonnevlekken en de temperaturen in de tropen. Deze correlatie wordt alleen aangetroffen in de gemiddelde jaarlijkse waarden. Merkwaardig is, dat de correlatiecoëfficiënt negatief is; dit betekent, dat veel zonnevlekken, dus verhoogde zonnestraling, gepaard gaan met een lagere temperatuur in de tropische gewesten.



De variabele verschijnselen op het zonne-oppervlak veroorzaken binnen enkele dagen veranderingen in elektrische grootheden van de hogere luchtlagen. Zouden de veranderingen op de zon eveneens invloed hebben op de meteorologische grootheden, dan mag aangenomen worden, dat bedoelde invloed eveneens binnen enkele dagen merkbaar is. In zoverre zou waarneming van het zonne-oppervlak ons dus inlichtingen kunnen geven over het toekomstige weersverloop, maar daar de uitwerking in onze atmosfeer reeds na korte tijd geschiedt, kunnen de weersverwachtingen op lange termijn er nauwelijks van profiteren.

Dit laatste zou wèl kunnen gebeuren, wanneer de verschijnselen op de zon zich lieten voorspellen. Van deze voorspelbaarheid moeten we ons echter geen te grote voorstelling maken. Het langzame toe- of afnemen van de zonne-activiteit is inderdaad te voorzien, de periode in de zonnevlekken van ongeveer elf jaren staat ongetwijfeld vast, maar dit alles verhindert niet, dat de aantallen zonnevlekken over bijv. 15, 30 of 60 dagen in de regel merkbaar anders zullen zijn dan wat te dien aanzien verwacht werd.

Is de eerste stap, het voorspellen van de zonne-activiteit, op het ogenblik dus nog gewaagd, de tweede stap – uit de te verwachten zonneverschijnselen te voorspellen, wat er in de aardse atmosfeer gaat gebeuren – deze stap is bij de huidige stand van onze kennis misschien nog gevaarlijker. Al met al zijn de vooruitzichten voor de mogelijkheid van weersverwachtingen op lange termijn op grond van zonnewaarnemingen weinig gunstig.

7.2.10 Ozon

Een ozon-molecuul is opgebouwd uit drie zuurstof-atomen, een zuurstof-molecuul uit twee. Het ultraviolette zonlicht ontleedt zuurstof-moleculen in atomen, die zich weer combineren tot ozon-moleculen. De ozonvorming begint reeds ca 35 km boven het aardoppervlak, waar de ultraviolette straling sterk is. Naarmate de straling verder doordringt, wordt zij zwakker, doch de ozonvorming neemt eerst nog toe, daar de luchtdichtheid groter wordt. Na een maximum op 20 km gepasseerd te zijn, neemt het ozongehalte sterk af wegens het steeds zwakker worden van het ultraviolette licht. Ozon is voor het overgrote deel aanwezig in de lagen tussen 10 en 35 km en dan nog in relatief geringe hoeveelheden.

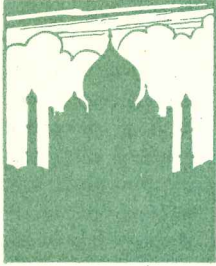
Niettemin speelt het een grote rol in het bestaan van de mensheid. Zou de ozonlaag namelijk ontbreken, dan zou de ultraviolette zonnestraling ongehinderd het aardoppervlak kunnen bereiken en elk menselijk leven vernietigen. Nu absorbeert de ozonlaag deze dodende stralen.

In onze tijd is er veel bekend over de gedragingen van het ozon in de atmosfeer, de verdeling over de ons omringende luchtmantel, de jaarlijkse schommelingen en de betrekkingen met het drukveld aan het aardoppervlak buiten de tropen. Niettemin zijn dagelijkse metingen van de ozonhoeveelheid slechts in zoverre van belang voor de meteoroloog, dat hij zich daarmee een dieper inzicht verwerft in de verschijnselen, die zich in de bovenlucht afspelen en die gepaard gaan met de geboorte, de groei en het afsterven van lage- en hogedrukgebieden. Men heeft ook wel ondersteld, dat de door de veranderlijke zonnestraling veroorzaakte schommelingen in het ozon eerst na verloop van tijd de luchtstromingen zouden beïnvloeden. Maar de kennis van de overdracht van de ozonfluctuaties op de voor ons van belang zijnde meteorologische grootheden is nog zo gering, dat ook deze laatste methode van weersverwachtingen op lange termijn geen aanleiding kan geven tot een onverdeeld optimisme.

Een tiental methoden voor de weersverwachtingen op lange termijn is hiermede aan een tamelijk uitvoerige bespreking onderworpen. Niet alle methoden zijn even gebruikelijk, sommige werden tot nu toe zelfs nog in het geheel niet gebruikt, maar wachten tot dieper gaande navorsingen de grondslagen verstevigd hebben.

In het volgende gedeelte behandelen we de ontwikkeling der weersverwachtingen op lange termijn in de verschillende landen.

7.3 De moderne methoden in enkele landen



De regenval tijdens de zomermaesson is één van de belangrijkste kenmerken van het klimaat van India. Het dagelijks voedsel voor de grote massa van de bevolking is in sterke mate afhankelijk van de hoeveelheid neerslag. Het tot een slechts geringe ontwikkeling komen van de maessonregens zoals in de hongerjaren 1877, 1899 en 1918 bracht verscheidene regeringen in ernstige

moelijkheden. Hoewel handel en industrie nu een veel grotere rol spelen dan vroeger, is de economie van het land nog sterk afhankelijk van de neerslaghoeveelheid. Een minister van Financiën in Engels Indië heeft eens verklaard, dat zijn begroting een gok op de regen was. De noodzakelijkheid om te trachten voorspellingen te doen voor elk regenseizoen is voor een ieder duidelijk. Het moet ook de meteoroloog zijn, die de pogingen moet wagen, hoewel er nog orthodoxe groepen van de bevolking in India zijn, die beweren: „Wie doet het beter of goedkoper dan de astroloog?” Ongetwijfeld doet de astroloog het goedkoper, maar de betrouwbaarheid van zijn prognose staat beslist ten achter bij die van de weerkundige.

Na de grote hongersnood van 1877 werd aan H. F. Blanford de opdracht gegeven voor het jaar 1878 een maessonvoorspelling uit te werken. Blanford was de man, die in 1875 de meteorologische dienst in Engels Indië had opgericht. Tot 1885 gaf hij nog voorlopige verwachtingen uit voor elke zomermaesson. Zijn voorspellingen, inhoudende, dat de maessonregens vroeger of later dan normaal zouden inzetten, werden vaak bewaarheid, zodat men vertrouwen kreeg in Blanford's voorspellingen. Als gevolg daarvan werd in 1886 de eerste officiële maessonverwachting gepubliceerd. Sindsdien is elk jaar getracht de neerslag voor het komende seizoen vooruit te berekenen. In deze pogingen heeft het Meteorologisch Instituut van India pioniersarbeid geleverd. Dit instituut was de eerste onder de meteorologische diensten van de wereld, die systematische en wetenschappelijke studies ondernam van de „wereldwijde” betrekkingen tussen de weersgesteldheden in de verschillende werelddelen met het speciale doel om daaruit de neerslag van een seizoen te kunnen voorspellen.

Zo'n seizoen omvat twee tot vier maanden, de kortste en de langste periode, waarvoor het Indische Instituut seizoenverwachtingen uitgeeft.

Dat het mogelijk is dergelijke prognosen uit te geven, is te danken aan de volgende redenen.

In de eerste plaats hebben de seizoenverwachtingen in India slechts betrekking op één weerselement, namelijk de neerslag, want regen is in een land, waarvan de economie voornamelijk op de landbouw drijft, van meer belang dan luchtdruk, temperatuur of andere meteorologische grootheden.

In de tweede plaats is daar het feit, dat neerslag veroorzaakt wordt door het opstijgen van de lucht. Daaruit volgt, dat abnormaal grote neerslaghoeveelheden over een uitgestrekt gebied gedurende een geheel seizoen gekoppeld zijn aan een abnormaal fysisch verschijnsel, nl. het opstijgen van een ongewone hoeveelheid lucht. Plaatselijke, individuele buien zullen een veel geringere betekenis hebben. Wat de dagelijkse neerslaghoeveelheden betreft zullen er grote verschillen kunnen optreden tussen naburige regenstations, maar in de maandsommen zijn de verschillen al veel geringer. Klimatologische stations, die niet te ver van elkaar verwijderd zijn en die onder dezelfde geografische omstandigheden verkeren, zullen, wanneer men over een geheel seizoen sommeert, zo goed als gelijke neerslaghoeveelheden noteren.

De beperking van de verwachting tot één weerselement en het groeperen van gelijksoortige stations vereenvoudigen het probleem belangrijk. In India wordt de neerslagverwachting tegenwoordig uitgegeven voor twee gebieden, nl.: 1. Noordwest-India en 2. het Schiereiland. Vroeger was er nog een derde gedeelte bij, nl. Noordoost-India. Ook voor dit gebied werden weersverwachtingen op lange termijn uitgegeven. Uit een in 1930 ingesteld onderzoek bleek echter, dat deze verwachtingen weinig meer konden geven dan de voorspellingen, die uitsluitend gebaseerd waren op klimatologische gegevens. Op grond van de jaarlijkse neerslagcijfers voor het gebied van Noordoost-India alleen bleek, dat er 80% kans bestaat, dat de neerslaghoeveelheid gedurende het moessontijdvak voor Noordoost-India meer is dan 93%. Er is dus slechts 20% kans, dat de moessonperiode droger zal zijn. De oorzaak van deze vrij scherpe klimatologische prognose is de geringe variabiliteit van de desbetreffende neerslag. Gemiddeld valt er in de vier maanden van Juni tot September 1350 mm neerslag in Noordoost-India. De jaarlijkse afwijking van dit gemiddelde bedraagt over 55 moessons gemiddeld niet meer dan 100 mm. Dat is dus nauwelijks 7%. De beste methode om de afwijkingen van de neerslag te kunnen voorspellen is het zoeken naar factoren, die de abnormale omstandigheden boven India veroorzaken. Deze kunnen in India zelf liggen of ook



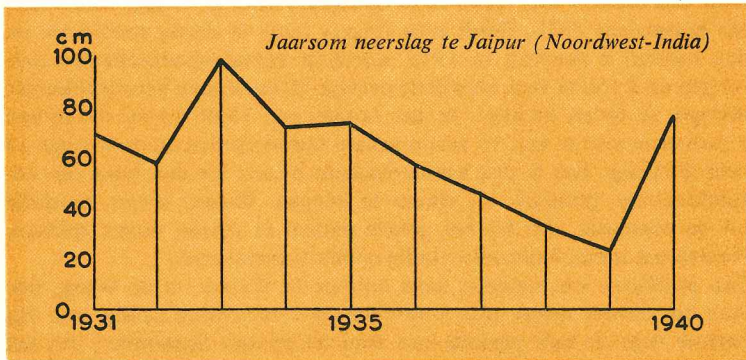
daar buiten. Hoe vroeger deze oorzakelijke factoren optreden, hoe beter, want dan is er ruimschoots gelegenheid om de afwijkingen in die factoren te onderzoeken en daaruit de voorspelling op te maken.

De eerste onder de factoren, die het toekomstige weer in India beïnvloeden, werd meer dan 70 jaren geleden gevonden door H. F. Blanford. Hij ontdekte, dat enige grote droogteperioden in India voorafgegaan waren door overvloedige sneeuwval tijdens de winter en de lente in de bergen ten Noorden en Noordwesten van India, nl. in de Himalayaketen en in het Hindu-Kush gebergte. Dit betekent, dat meer dan normale sneeuwval in het Himalaya-gebergte op de daaropvolgende neerslag een omgekeerd effect heeft, dat vier maanden nodig heeft om merkbaar te worden. Uitzien naar andere betrekkingen onderzocht Blanford de verdeling van luchtdruk en temperatuur in India op tijdstippen vóór het inzetten van de moesson. Het resultaat was, dat Blanford vermoedde, dat droogteperioden voorafgegaan werden door hoge druk in Mauritius, Australië en over een groot gedeelte van Azië. Blanford werd opgevolgd door Sir John Eliot. Onder deze breidde het meteorologische werk zich zo uit, dat hij onmogelijk aan alle aspecten voldoende serieuze aandacht kon schenken. Van 1887–1903 was hij de enige meteoroloog in Engels Indië. Dit had tot gevolg, dat hij meer op de omvang en gedetailleerdheid van de weersverwachtingen op lange termijn lette dan op de betrouwbaarheid daarvan. In tegenstelling tot het vroegere oordeel van Blanford en latere statistische onderzoeken van Walker kwam Eliot tot de conclusie, dat een hoge barometerstand op het eiland Mauritius bevorderlijk was voor de moessonregens. Hij verwachtte kennelijk, dat de hoge druk meer lucht van de zuidelijke Indische Oceaan in noordelijke richting zou sturen om de moessonluchtstroming te voeden. Het valt te betreuren, dat onder zijn directie de moessonverwachtingen steeds uitgebreider werden, hoewel ze gebaseerd waren op een zwak en onbetrouwbaar fundament. Tenslotte kwamen de weersverwachtingen op lange termijn uit in een boekwerk

van 30 pagina's met een zeer gedetailleerde verwachting. De kritieken in de dagbladen werden hoe langer hoe meer vernietigend. De Indische regering maakte hieraan in 1901 een eind door te besluiten, dat Eliot's prognosen voortaan slechts aan de provinciale besturen bekend gemaakt mochten worden en dan alleen in de vorm van vertrouwelijke documenten.

De voornaamste fout in Eliot's onderzoek is geweest, dat hij te weinig rekening hield met de grillen van het toeval. Om zijn werkwijze te kunnen toelichten, moeten wij eerst de volgende uiteenzettingen geven. De neerslaghoeveelheden kan men jaar voor jaar in een aanschouwelijke voorstelling brengen door op gelijke horizontale afstanden verticale streepjes te zetten. De lengte van elk streepje moet evenredig zijn met de regensom van het jaar, waarop het streepje betrekking heeft. De klimatologische gegevens kan men zo jaar na jaar grafisch weergeven. Wanneer de onderste uiteinden van de streepjes op een horizontale lijn liggen, geven de bovenste uiteinden de schommelingen aan in de neerslaghoeveelheid. Door de opvolgende bovineinden met elkaar te verbinden ziet men dalen en bergen in de verbindingslijn, ook wel curve genaamd. Een dal betekent, dat er een reeks van droge jaren achter elkaar geweest is, een berg een reeks van natte jaren.

Op dezelfde wijze kan men verschillende klimatologische grootheden van diverse weerstations grafisch weergeven. Door rechtstreekse vergelijking van de grafieken kan men constateren, of sommige curven een zelfde verloop hebben. Dikwijls kan men twee curven tot dekking brengen, wanneer de een ten opzichte van de ander wat naar links of naar rechts verschoven is. Volgens deze methode kan men ontdekken, dat bijv. een hoge druk in A enkele maanden later gevolgd wordt door



bijv. een hoge temperatuur in B. Deze methode van „parallele curven” heeft echter ook nadelen, want men kan niet gewaar worden, of het gelijke uiterlijk van twee curven reëel is of dat het op een toevallige gelijkenis berust. Eliot liet zich te veel verleiden door de paralleliteit van twee curven. Zonder meer nam hij aan, dat elk van zijn resultaten hecht gefundeerd was. Het noodlottige gevolg van deze overijlde getal-trekkingen hebben we al vermeld.

In de eerste jaren van deze eeuw kwam de jonge Walker uit Cambridge naar Engels Indië om Eliot in het wetenschappelijke werk bij te staan. Walker begreep al gauw, dat de resultaten van het „parallele curven”-onderzoek nog getoetst moesten worden op hun realiteit. Daartoe voerde Walker het gebruik in van de correlatiecoëfficiënt bij al zijn naspeuringen. De grootte van de correlatiecoëfficiënt geeft de mate van samenhang aan tussen twee reeksen van getalswaarden. Is de correlatiecoëfficiënt klein, dan kunnen we zeggen, dat er in het geheel geen of slechts een geringe evenredigheid bestaat tussen de twee onderzochte factoren.

Walker was ook degene, die de kwestie bestudeerd heeft, hoe groot het oppervlak van het gebied moet zijn, waarvoor de voorspellingen uitgegeven worden. Voorspelt men voor een klein gebied, dan kan een toevallige zware bui ten gevolge hebben, dat de verwachting veel te veel afwijkt van de waargenomen hoeveelheid neerslag. Het is dus goed, nabij gelegen streken te combineren tot een zo groot gebied, dat het min of meer toevallige optreden van een zware bui boven een gedeelte van het gebied geen merkbare invloed heeft op het neerslag-gemiddelde voor het gehele gebied. Aan de andere kant bleek Engels Indië als één geheel een te grote eenheid te zijn. Vaak viel er in de ene helft van India te veel regen en in de andere helft te weinig. Neem bijv. het hongerjaar 1918. Deelt men Engels Indië in dertig provincies in, dan hadden 8 daarvan in 1918 normale neerslaghoeveelheden ontvangen en 2 veel te veel, terwijl de overige 20 onder een verschrikkelijke droogte te lijden hadden. In het hongerjaar 1899 waren de cijfers: 1 provincie veel te nat, 15 met normale hoeveelheden en de overige 14 veel te droog. Het is dus klimatologisch bezien uit den boze om ongelijkssoortige gebieden bij elkaar te voegen. Walker kwam tenslotte tot de conclusie, dat hij het gehele gebied in drieën moest splitsen: Noordwest-India, Noordoost-India en het Schiereiland.

Een probleem van analoge aard ontmoette Walker in de vraag, hoe lang het tijdvak moest zijn, waarvoor de verwachting geldig was. Hij besliste voor de hele periode van Juni tot en met September, dus het

gehele natte seizoen. Hij zag af van voorspellingen voor aparte maanden of weken. Simpson toonde aan, dat de neerslaghoeveelheden in de verschillende maanden tamelijk afhankelijk van elkaar waren. Daaruit volgt theoretisch, dat het zin heeft om voorspellingen voor de aparte maanden uit te geven, maar de praktijk bewees, dat dit niet zo is. Het blijkt moeilijker te zijn voor een gedeelte van het seizoen te voorspellen dan voor de gehele moessontijd.

De derde kwestie, die Walker trachtte op te lossen, betrof de factoren, die het weer in India beïnvloeden. Waar moest hij deze zoeken? Dicht bij India of over de gehele wereldbol? Bij de bestudering van dit vraagstuk waren twee recente publicaties van direct belang. In 1897 hield de Zweed Hildebrandsson zich bezig met onderzoekingen van luchtdrukgegevens van 68 stations. Hij vond een tegengestelde relatie tussen de luchtdruk in Sydney en die in Buenos Aires. Vijf jaren later vonden vader en zoon Lockyer een dergelijke tegenstelling tussen de luchtdruk in de omgeving van de Indische Oceaan en in Argentinië. Walker werd hierdoor overtuigd van de mogelijkheid, dat er betrekkingen bestonden tussen weersverschijnselen op ver van elkaar verwijderde punten van de wereldbol.

Hij vond zelf een relatie tussen de druk in Zuid-Amerika tijdens de maanden April en Mei en de neerslaghoeveelheid in India tijdens het moessontijdvak in de daaropvolgende maanden Juni tot en met September. Walker trachtte dit verband begrijpelijk te maken door te veronderstellen, dat er van de zuidelijke Atlantische Oceaan koud oppervlaktewater stroomde naar de zuidelijke Indische Oceaan en dat een afwijking in het luchtdrukveld boven Zuid-Amerika op deze wijze getransporteerd werd naar Engels Indië. Maar Walker kon geen steekhoudende argumenten vinden, die voor deze theorie pleitten.

Nu kan de vraag gesteld worden, of men van langs statistische weg ontdekte betrekkingen gebruik mag maken zonder dat men voor die relaties een redelijke verklaring heeft. Het ideaal is, dat men de beschikking heeft over een volledig en algemeen aanvaard beeld van de luchtcirculatie, waaruit dan op theoretische wijze de relaties tussen de meteorologische grootheden op ver van elkaar verwijderde plaatsen afgeleid kunnen worden. Helaas beschikt men nog steeds niet over een afgeronde theorie van de algemene luchtcirculatie. Sir Gilbert Walker zocht niet langer naar de achtergrond en de verklaring van de door hem gevonden feiten, maar verzamelde steeds meer van dergelijke betrekkingen, die hem niet alleen steun verleenden bij het onderzoek naar betrouwbare moessonverwachtingen, maar ook hielpen bij het verkrijgen van een beter inzicht in de luchtcirculatie over de wereldbol.



Sir Gilbert begon zijn systematische speurtocht met een onderzoek naar de invloed van de zonnevlekken op de luchtdruk, temperatuur en neerslag over de gehele wereld. Dit werd gevolgd door een onderzoek naar relaties tussen meteorologische grootheden in A en andere meteorologische grootheden in B enige tijd daarna.

Na verloop van tijd ontstond een geweldige hoeveelheid uitgerekenende correlatiecoëfficiënten. Reeds lang bekende verschijnselen kwamen duidelijk uit de berekeningen te voorschijn. Zo o.a. de tegenstelling tussen de luchtdrukafwijkingen boven de Azoren en boven IJsland. Heel vaak komt het immers voor, dat de luchtdruk boven IJsland lager dan normaal is, wanneer de druk boven de Azoren juist hoger dan normaal is. Evenzo geschiedt het omgekeerde. Een dergelijke schommeling heeft ook plaats in de noordelijke Stille Oceaan.

De reeds genoemde door de Lockyers ontdekte schommeling op het zuidelijk halfrond bleek een verschijnsel van veel grotere omvang te zijn dan aanvankelijk vermoed werd. Een minder (meer) dan normale hoeveelheid lucht boven het uitgestrekte gebied van de Stille Oceaan tussen Tokio en Zuid-Amerika gaat gepaard met een meer (minder) dan normale hoeveelheid lucht boven het gebied van de Indische Oceaan.

Sir Gilbert Walker noemde dit de Southern Oscillation (= zuidelijke schommeling). De uitingen ervan werden zowel in de neerslaghoeveelheden als in de temperaturen van India, Java en Australië aangetroffen. Ook is er nog een zekere onderlinge relatie tussen de twee noordelijke schommelingen en de zuidelijke. Hoewel Walker deze verschijnselen met de naam schommelingen betiteld heeft, is het toch goed zich er rekenschap van te geven, dat geen dezer schommelingen een regel-

matige periodiciteit bezit. Evenmin speelt de schommeling een overheersende rol in de drukvariaties.

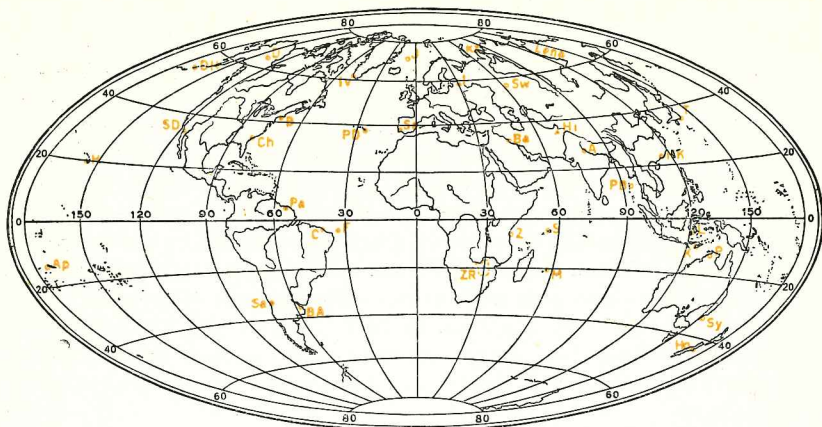
De moessonneerslag in Engels Indië is ook betrokken bij de zuidelijke schommeling, zoals reeds even meegedeeld is. Men zou het bepaald een tegenslag voor de meteorologen in India kunnen noemen, dat de zuidelijke schommeling in de maanden Juni-Augustus, dus in de belangrijkste moessonmaanden, sterk gecorreleerd is met vele meteorologische grootheden, die later optreden. Elke voorspelling, dus ook die voor de moessonneerslag moet echter gebaseerd zijn op grootheden, die van te voren opgetreden zijn. De correlatie met voorafgaande verschijnselen is nu helaas juist zwak. De moessonneerslag kan dus wel dienen als grondslag voor weersverwachtingen van minder belangrijke grootheden.

Een van Walker's resultaten is, dat de zuidelijke schommeling tijdens de zomermaanden Juni-Augustus een correlatiecoëfficiënt = + 0.80 had met de zuidelijke schommeling tijdens de daaropvolgende wintermaanden. De correlatiecoëfficiënt met de schommeling tijdens de voorafgaande winter was echter slechts = -0.20. De moesson in India is dus meer een actieve dan een passieve weersfactor. De moesson leent er zich meer toe om voorspellingen te maken, dus om als voorspellende factor te dienen, dan om voorspeld te worden. Het resultaat van Walker's grootscheepse onderzoeken was, dat hij meer aanknopingspunten vond voor weersverwachtingen op lange termijn *buiten* India dan voor India zelf. Niettemin had hij toch een aantal weersfactoren ontdekt, die hij kon gebruiken voor het opstellen van enkele regressievergelijkingen. Deze hebben alle de volgende, algemene vorm: $y = ax_1 + bx_2 + cx_3 + dx_4 + ex_5$. Hierin is y steeds de te voorspellen grootte, x_1 t/m x_5 zijn voorafgaande weersfactoren en de grootheden a , b , c , d en e zijn getallen, die door het regressie- en correlatie-onderzoek bepaald worden. Ze zijn zo berekend, dat ze de best mogelijke voorspelling geven.

In 1908 slaagde Walker er voor de eerste maal in een regressievergelijking samen te stellen. In 1919 en in 1924 breidde hij het aantal vergelijkingen uit en bracht er verbeteringen in aan. Sindsdien zijn door anderen nog enkele wijzigingen ingevoerd, terwijl de regressievergelijking voor Noordoost-India sinds enkele jaren niet meer in gebruik is om de reeds eerder genoemde reden, nl. de geringe jaarlijkse variabiliteit in de neerslaghoeveelheid.

De overgebleven vijf regressievergelijkingen zullen nu beschreven worden.

In de eerste is y de te verwachten hoeveelheid neerslag tijdens de



Agra, Apia, Boston, Babylon, Buenos Aires, Ceará, Charleston, Dawson, Dutch Harbour, Fernando de Noronha, Honolulu, Hindu-Kush gebergte, Hong Kong, Hokitika, Ilmen-meer, Ivigtut, Jan Mayen, Koepang, Kara Zee, Lompo Batang, Mauritius, Port Darwin, Paramaribo, Port Blair, Ponta Delgada, Seychelles, Santiago, San Diego, Setubal, Swerdlöfsk, Sydney, Tokio, Zanzibar, Zuid-Rhodesië.

moessonmaanden van Juni tot en met September voor het gebied van Noordwest-India. De grootheid x_1 is de neerslag in Zuid-Rhodesia in de voorafgaande maanden October tot en met April. De grootheid x_2 is de luchtdruk in Zuid-Amerika tijdens de voorafgaande maanden April en Mei. De grootheid x_3 is de temperatuur te Dutch Harbour (op de Aleoeten-eilanden gelegen) tijdens de voorafgaande maanden Maart en April. De factor x_4 is een gemiddelde druk aan de evenaar. Deze grootheid is het gemiddelde van drie gemiddelde luchtdrukken, nl. de gemiddelde luchtdruk in de maanden Februari en Maart te Zanzibar en Seychelles (bij de Oostkust van Afrika), de gemiddelde luchtdruk te Batavia gedurende de maanden Januari tot en met April, en de gemiddelde luchtdruk in Port Darwin (Australië) gedurende het tijdvak van Maart tot en met Mei. Tenslotte is x_5 de totale sneeuwhoogte in het westelijke gedeelte van het Himalaya-gebergte in de voorafgegane maand Mei.

Voor de voorspelling van de moessonneerslag voor het gebied van het Schiereiland van India is een andere regressievergelijking berekend. De eerste twee factoren x_1 en x_2 zijn dezelfde gebleven. Voor x_3 moet nu echter niet de temperatuur van Dutch Harbour gedurende de maanden December tot en met April ingevuld worden, maar de temperatuur te Dutch Harbour in de maanden Maart en April. De grootheid x_4 is de neerslaghoeveelheid op Java gedurende het voorafgegane tijdvak van October tot en met Februari.

De grootheid x_5 vervalt voor de moessonverwachting van het gebied van het Schiereiland.

De derde regressie-formule is opgesteld ten behoeve van de neerslagverwachtingen in Noordwest-India voor de maanden Augustus en September, dus voor de tweede helft van de moessontijd. In de regressievergelijking staan vier weersfactoren opgesteld: de druk in Zuid-Amerika in de twee voorafgaande maanden Juni en Juli, de neerslaghoeveelheid in Zuid-Rhodesia van October tot en met April, de druk in Mauritius in de voorafgaande maand Juli en tenslotte de druk in Noordwest-India, eveneens in Juli.

De vierde formule heeft betrekking op de te verwachten neerslaghoeveelheid in de maanden Augustus en September voor het gebied van het Schiereiland. Twee factoren zijn dezelfde, nl. de druk in Mauritius in Juli en de neerslag in Zuid-Rhodesia gedurende de maanden October tot en met April. Het verdient vermelding, dat de laatste factor de enige is, die in alle vier tot nu toe behandelde regressievergelijkingen voorkomt. De derde grootheid in de vierde formule is de neerslaghoeveelheid op Java gedurende de maanden October tot en met Februari. Deze factor trad ook op in de verwachting voor het gehele moessontijdvak voor het Schiereiland. De vierde en laatste factor is de druk in Juli, gemiddeld voor het gebied van het Schiereiland.

De vijfde regressievergelijking is de enige, die opgesteld is voor de te verwachten neerslaghoeveelheid in de wintermaanden Januari tot en met Maart. De voorspellende weersfactoren zijn nu: de druk in Zuid-Amerika in de voorafgaande maand December, de neerslaghoeveelheid te Port Blair (in de baai van Bengalen, 800 km ten Noorden van Sabang) in December, de sterkte van de westenwinden in de bovenlucht te Agra (India) gedurende het voorafgaande tijdvak van 16 September–15 October en tenslotte de gemiddelde neerslaghoeveelheid, gemeten in de gebieden ten Westen van India (de kust van de Perzische Golf, Iran en Beluchistan) gedurende de maand December.

De laatste vergelijking zullen we aan een nadere beschouwing onderwerpen. We willen zien, of de gebruikte weersfactoren inderdaad de toekomstige neerslag in Noordwest-India kunnen beïnvloeden, m.a.w. we zoeken naar de fysische verklaring, waarom juist deze grootheden in de vergelijking optreden.

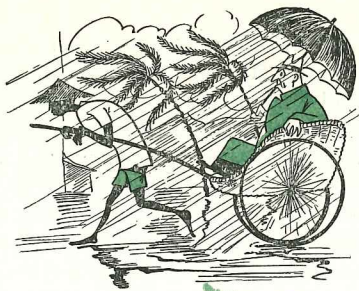
Het is een bekend feit, dat de winterneerslag in Noordwest-India nauw verbonden is met een reeks van storingen, die India vanuit het Westen binnendringen. Gaan we de voorgeschiedenis van deze storingen na, dan vinden we, dat een aantal van hen afstamt van depressies, die enige tijd daarvoor het weer boven het Middellandse Zeegebied en Zuidwest-

Europa beïnvloed hebben. De storingen trekken in de herfstmaanden dwars over het noordelijkste gedeelte van India, maar later is er een neiging om meer zuidelijk gelegen banen te volgen. Hun activiteit wordt merkbaar in het gebied ten Westen van India op een vroeger tijdstip dan in de vlakten van India zelf. Daarom kan de neerslag in de westelijke gebieden in December als een aanwijzing dienen voor de activiteit der storingen in de volgende maanden in Noordwest-India. Uit deze beschouwingen zou dus voortvloeien, dat er een positieve correlatiecoëfficiënt tussen de twee weersfactoren moet bestaan. Inderdaad geven de laatste berekeningen aan, dat de correlatiecoëfficiënt $= + 0.36$ is.

Voorts was ontdekt, dat de westelijke luchtstroming over Noord-India, die des winters één van de hoofdkenmerken is van de atmosferische luchtcirculatie over noordelijk India, in de hogere luchtlagen veel eerder verschijnt, nl. reeds omstreeks eind September en begin October. Daarom is de sterkte van de westelijke winden in de bovenlucht een goede indicatie voor de komende neerslaghoeveelheden in de winter. De correlatiecoëfficiënt bedraagt niet minder dan $+ 0.48$. Aan de andere kant toont de December-neerslag in het Zuidoosten van de baai van Bengalen, hoe ver de zomermoesson zich reeds naar het Zuiden verplaatst heeft. Hoe later de moesson zich terugtrekt, m.a.w. hoe hoger de neerslag is in December te Port Blair, des te minder neerslag zal er vallen tijdens de wintermaanden in Noordwest-India. Er is dus een negatieve correlatiecoëfficiënt te verwachten. Inderdaad geven de berekeningen aan, dat ze $= - 0.21$ is.

Naast bovenstaande factoren, die inlichtingen geven over de voorontwikkeling in India en de omliggende gebieden, is er tenslotte nog een grootheid, die zijn invloed over een afstand van meer dan 15000 km doet gelden. De luchtdruk in Zuid-Amerika in de maand December heeft een positieve correlatie met de neerslag in Noordwest-India tijdens de maanden Januari en Februari. De grootte van de correlatiecoëfficiënt is $+ 0.41$.

In 1930 ging Sir Charles Normand, de opvolger van Sir Gilbert Walker, er toe over om de verwachtingen, die berekend waren uit de in 1908 opgestelde regressievergelijking, te toetsen aan de waargenomen hoeveelheden neerslag. De correlatiecoëfficiënt tussen de berekende en de waargenomen regenhoeveelheden bleek over de jaren 1909-1928 gelijk te zijn aan $+ 0.56$. Dit getal is bijna even groot als dat, berekend over de jaren vóór 1908 (nl. $+ 0.58$). Op grond van de gegevens vóór 1908 werd de regressievergelijking bepaald en daarom moest voor dat tijdvak een hoge correlatiecoëfficiënt verwacht worden. Past men de



regressievergelijking echter voor latere jaren toe, dan resulteert alleen een hoge correlatiecoëfficiënt, wanneer de voorspellingen succesvol zijn. Bij lukrake voorspellingen zou er een correlatiecoëfficiënt = 0 moeten uitkomen. Het resultaat was dus bemoedigend.

Een van de gevolgen van dit onderzoek was het besluit om geen verwachtingen voor het grote publiek meer uit te geven, wanneer het resultaat van de berekeningen zo was, dat slechts een kleine afwijking van de normale neerslaghoeveelheid verwacht werd. Bij een verwachting van: „de moesson zal in geringe mate droog zijn” bestaat een niet te verwaarlozen kans, dat de moesson juist iets te nat zal zijn. Sinds 1930 publiceert men uitsluitend voorspellingen, wanneer de berekeningen er op wijzen, dat de afwijking van de normale neerslaghoeveelheid belangrijk zal zijn. De minimum grootte van de vereiste afwijking wordt bepaald door de voorwaarde, dat er slechts een kans van 20% mag bestaan, dat het teken van de opgetreden afwijking tegengesteld is aan dat van de verwachting.

Met behulp van de vijf regressievergelijkingen konden jaarlijks vijf voorspellingen over de neerslag gedaan worden. Voor het tijdvak van 1931–1948 werden deze onderzocht. In totaal hadden er 90 verwachtingen uitgegeven kunnen worden. Bij twintig gelegenheden werd geen verwachting gepubliceerd, daar de berekende afwijking van de normale neerslaghoeveelheid te gering was. De verschillende factoren in de regressievergelijking spraken elkaar dan tegen, wat betreft de te verwachten neerslag, en hieven elkaar zodoende bijna geheel op.

Van de 70 gepubliceerde verwachtingen bleken er 13 onjuist geweest te zijn. Op grond van statistische overwegingen was bekend, dat men bij gebruikmaking van de methode der regressievergelijkingen met $1/5 \times 70 = 14$ mislukkingen moest rekening houden. De goede overeenkomst mag als een steun voor het gehele onderzoek gezien worden. Belangrijker is echter, dat bij het uitsluitend gebruikmaken van klimatologische waarden niet minder dan 27 malen een foutieve verwachting

uitgegeven had moeten worden. De klimatologische methode werkt als volgt: Is in 40 van de 50 afgelopen jaren de neerslaghoeveelheid groter geweest dan 1180 mm en kleiner dan 1450 mm, dan kunnen we met 80% zekerheid voor elk toekomstig jaar voorspellen, dat de neerslagsom tussen de genoemde grenzen zal vallen. (Dit voorbeeld met de grenzen 1180 en 1450 mm geldt voor de maanden Juni tot en met September in Noordoost-India. Voor andere gebieden en andere tijdvakken gelden geheel verschillende cijfers). Heeft de klimatoloog dus niet meer gegevens tot zijn beschikking dan alleen de regencijfers uit de voorafgaande jaren, dan zou hij 27 verkeerde voorspellingen gedaan hebben in het tijdvak 1931-1948.

Dank zij het onderzoek naar de weersfactoren, die de neerslag in Engels Indië beïnvloeden, is men gekomen tot het ontdekken van enkele dier factoren met behulp waarvan betere moessonverwachtingen opgesteld konden worden.

Toch is ook hier een woord van voorzichtigheid op zijn plaats. De weersvoorspellingen op lange termijn hebben het nuttigste effect, wanneer zij abnormale weersgesteldheden aankondigen, zodat beschermende maatregelen vroegtijdig genomen kunnen worden. Er is maar zeer weinig interesse voor tijden, waarin de meteorologische grootheden normale waarden bereiken. Maar bij het optreden van weersverschijnselen, die in hevige mate afwijken van de gemiddelde waarden, kunnen dikwijls mensenlevens op het spel staan en is het ontstaan van grote materiële schade niet denkbeeldig. Wij kennen uit de laatste jaren een voldoende aantal voorbeelden, waaruit blijkt, welke verwoestingen een overmaat aan neerslag doet ontstaan.

Maar de rampzalige gevolgen van een droogteperiode kent men wel het beste in India. Voor de bevolking van India zou het zeer gewenst zijn, dat de regressievergelijkingen juist voor droge moesson-tijden het meest betrouwbaar zijn. Immers zulke droge tijden kunnen de oorzaak worden van de gevreesde hongerjaren. De feiten tonen aan, dat de ideale toestand op dat gebied nog lang niet bereikt is. De slechtste moessonjaren sinds 1931 zijn geweest: 1937, 1938, 1939, 1941 en 1951 in Noordwest-India en 1939, 1941, 1951 en 1952 in het gebied van het Schiereiland. Van de negen voorspellingen voor deze jaren zijn er niet minder dan zes onjuist geweest. Beschouwt men alleen de neerslaggegevens van de tweede helft van de moesson-tijd, dus van de maanden Augustus en September, dan zijn de ergste droogteperiodes sinds 1931 opgetreden in de jaren 1937, 1938, 1939 en 1951 voor Noordwest-India en in de jaren 1937, 1941, 1951 en 1952 voor het Schiereiland. In deze acht afzonderlijke gevallen is alleen in 1941 geen

verwachting uitgegeven, omdat de regressievergelijking geen duidelijke uitspraak deed. De overige zeven voorspellingen zijn alle mislukt.

Vanuit een praktisch standpunt kan het oordeel dus niet anders luiden dan dat de weersverwachtingen op lange termijn in India in het algemeen als redelijk betrouwbaar beschouwd moeten worden, maar dat ze juist voor de meest kritieke perioden het minst betrouwbaar zijn. Het is slechts een schrale troost, dat we weten, waarom de regressievergelijkingen zich zo gedragen. Op grond van wiskundige beschouwingen kan n.l. aangetoond worden, dat het gemiddelde van de voorspelde waarden steeds kleiner is dan het gemiddelde van de waargenomen waarden.

De meest interessante resultaten, die uit Walker's werk ontstaan zijn, hebben betrekking op de reeds eerder genoemde zuidelijke schommeling in de maanden December tot Februari. Daaruit konden verscheidene regressieformules afgeleid worden, bijv. voor de neerslag in Australië van October tot April, de neerslag te Ceará aan de noordoostelijke kust van Brazilië en de temperatuur te Dawson (gelegen in het goudzoekersgebied Klondike in Noordwest-Canada) voor de wintermaanden December tot Februari.

7.3.2 Indonesië



Weersverwachtingen op lange termijn spelen ook in Indonesië een belangrijke rol. Zij hebben uitsluitend betrekking op de neerslag. Temperatuurvoorspellingen hebben in de tropen weinig waarde, want de temperatuur is daar te gelijkmatig. De koudste maanden in Batavia hebben een gemiddelde temperatuur van 25.8°C ($= 78.4^{\circ}\text{F}$) (Januari en Februari) en de warmste (Mei, September en October) een gemiddelde temperatuur van 26.8°C ($= 80.2^{\circ}\text{F}$).

De omstandigheid, dat een zeer hoge betrouwbaarheid van de weersprognosen op lange termijn niet vereist is, geeft een sterke stimulans aan de studie van dit soort verwachtingen. Dat men met geringe inlichtingen reeds veel kan doen, bewijst het karakteristieke voorbeeld van de tabaksplanters uit de omgeving van Djokjakarta. Zij vinden bij een juiste verwachting van het intreden van de regens bij het begin van de Westmoesson zulk een baat, dat de nadelige gevolgen van het totaal mislukken van zo'n verwachting op lange termijn ruimschoots gecompenseerd worden door de extra-opbrengsten bij het redelijk slagen van



een dergelijke verwachting in twee andere jaren. Met andere woorden: de tabaksplanters zullen reeds gebruik maken van een weersverwachting op lange termijn, wanneer deze een kans op slagen heeft van slechts $2/3$ (= 67%).

In Indonesië werd door Dr C. Braak sinds 1908 studie gemaakt van het karakter der schommelingen in de luchtdruk, temperatuur en regenval. Vooral die variaties werden onderzocht, die een periode van enkele jaren hadden. De schommeling van ongeveer drie jaren, die door Sir Gilbert Walker (zie het hieraan voorafgaande gedeelte, waarin India behandeld werd) de „Southern Oscillation” (= zuidelijke schommeling) genoemd werd, is in de tropen een zodanig overheersend verschijnsel, dat seizoenvoorspellingen

op grond dezer periodiciteit veelbelovend leken. Althans, wanneer het zou gelukken de fase van de genoemde schommeling met juistheid vast te stellen (de fase van een schommeling geeft aan, op welke tijdstippen de hoogste en de laagste standen van de schommeling in de luchtdruk, temperatuur, enz. bereikt worden). De periode der schommeling (d.i. de afstand in jaren tussen twee elkaar opvolgende hoogste standen van de schommeling) wisselt namelijk niet alleen tussen 2 en 3 jaren, maar de schommeling wordt zelfs gedurende jaren achtereenvolgend onderdrukt, vooral ten tijde van veel zonnevlekken. Heeft men dus een jaar met hoge luchtdruk, dan kan men verwachten, dat 2 à 3 jaren later weer een jaar met hoge luchtdruk optreedt, maar het kan in enkele gevallen ook wegblijven.

De weersverwachting op lange termijn, gebaseerd op de periodiciteit van drie jaren, kan dus geen volledige zekerheid schenken.

De eerste weersverwachting op lange termijn werd in Nederlands Indië door Braak gegeven in 1909. Op grond van een uit vroegere klimatologische waarnemingen gevonden regel voorspelde hij een natte Oostmoesson. In 1910 werd een zelfde verwachting opgemaakt. Beide prognosen slaagden. Braak's regel hield in: „wanneer de gemiddelde luchtdruk in de maanden Januari tot Juni beneden de normale waarde blijft, zal er een overmaat van regen vallen in de maanden Juli tot December”. Niet altijd was de uitkomst bevredigend. Zo luidde de voorspelling voor het zeer droge jaar 1918: een normale moesson.

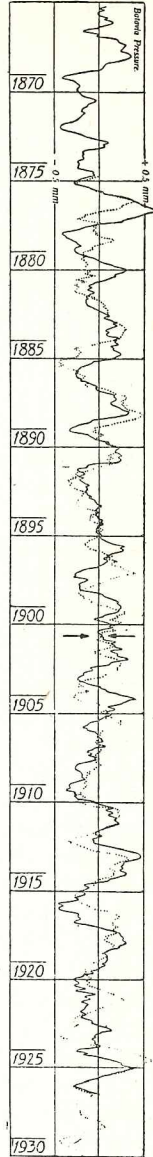
Braak ontdekte, dat de beste mogelijkheden voor een betrouwbare neerslagverwachting op lange termijn gevonden konden worden in de

prognose voor het droge half jaar van Mei tot October. De reden is, dat juist in deze periode het verband tussen luchtdruk en neerslag het nauwst is. Met een te hoge luchtdruk gaat een tekort aan neerslag gepaard en omgekeerd. Het is dus zaak een juiste voorspelling voor de komende luchtdruk samen te stellen. Braak stelde een drietal regels op:

1. Een jaar met maximale luchtdruk wordt gevolgd door een overgangsjaar. Alleen die jaren worden als maximum-jaren beschouwd, die drie of meer jaren uit elkaar liggen.
2. Wanneer de luchtdruk op de 1ste April, volgend op een overgangsjaar onder de normale waarde ligt, zal er een jaar met lage luchtdruk volgen. Wanneer de luchtdruk een jaar later nog steeds laag is, zal er nog een jaar met lage luchtdruk volgen, enz.
3. Wanneer de luchtdruk op de 1ste April (de overgangsjaren van Braak's eerste regel uitgesloten) een waarde heeft, die gelijk is aan of groter dan normaal, dan volgt er een jaar met hoge luchtdruk.

De voorspellingen op grond van deze regels bleken in de meeste gevallen juist. De zo even genoemde prognosen van 1909 en 1910 kunnen als voorbeeld gelden, daar ze berusten op de eenvoudige regel, waaruit later de middelste van Braak's drie regels gegroeid is.

De voorspelling voor 1925 behoort tot de meest ongelukkige, die ooit uitgegeven zijn. Uit de luchtdrukcurven van Batavia en Port Darwin was reeds gebleken, dat het jaar 1924 als een overgangsjaar beschouwd moest worden. (De gegevens van de Noord-Australische havenstad Port Darwin worden in Indonesië steeds gaarne bij het onderzoek betrokken, omdat de drukschommelingen in het gebied van Port Darwin gemiddeld ongeveer tweemaal zo groot zijn als in Batavia). In de maanden Januari, Februari en Maart 1925 waren de afwijkingen van de normale luchtdrukwaarden voor



De luchtdruk in Batavia. De gestippelde curve is de gespiegelde ten opzichte van het symmetriepunt in 1901 (zie bladz. 92)

Batavia respectievelijk -1.38 , -0.63 en -0.73 mm en voor Port Darwin respectievelijk -0.32 , -1.00 en -0.34 mm. Toepassing van Braak's tweede regel deed een jaar met lage luchtdruk verwachten en dus een natte Oostmoesson. Echter bleek de barometer in April plotse-ling te gaan stijgen, zodat het maandgemiddelde van April 0.57 mm boven de normaal lag. Deze onverwachte stijging weerhield Braak en zijn assistent Berlage ervan een prognose voor een natte Oostmoesson uit te geven. Maar mogelijk was de afwijking in Batavia een lokaal verschijnsel, derhalve wilde men eerst de luchtdrukafwijking te Port Darwin voor de maand April weten. Nadat deze eindelijk bekend was geworden: slechts $+0.07$ mm, was intussen de maand Mei ook al verstreken. Deze leverde voor Batavia een geringe luchtdrukafwijking: $+0.11$ mm, een sterke neiging tot dalen dus na de hoge waarde in April.

Het leek verantwoord voor de komende maanden een lage luchtdruk aan te nemen en een natte Oostmoesson te voorspellen. Inderdaad werd in de eerste dagen van Juni 1925 deze prognose gepubliceerd: „de neerslaghoeveelheid zal in geringe mate boven de normaal liggen”. In werkelijkheid bracht 1925 de droogste Oostmoesson, die ooit waargenomen is. Nadelige gevolgen had de verwachting nauwelijks, daar ze zo laat bekend werd gemaakt. De landbouwers konden hun maatregelen niet meer treffen. Deze mislukte voorspelling is gedeeltelijk te wijten aan de slechte verbindingswegen. Waren – zoals nu inderdaad mogelijk is – de gegevens van Port Darwin onmiddellijk in Batavia ter beschikking geweest, dan zou men begin Juni 1925 geweten hebben, dat in de maand Mei te Port Darwin een niet minder dan $+0.68$ mm te hoge luchtdruk waargenomen was. Dit feit zou voldoende geweest zijn om definitief te concluderen, dat de luchtdruk stijgende was en dat dientengevolge rekening moest worden gehouden met een tekort aan neerslag.

Berlage werkte ook op andere wijze voort aan de studies van Braak. Zo ontdekte hij een symmetriepunt in de reeks van maandelijks druk-gemiddelden te Batavia, vallend in 1901. Voorts trachtte hij de belang-rijkste correlaties vast te stellen tussen de regenval in de Oostmoesson (d.i. de droge tijd) op Java enerzijds en de afwijkingen van luchtdruk en temperatuur op verschillende plaatsen in het gebied van de Indische en de Stille Oceaan een voldoende aantal maanden tevoren anderzijds. Met behulp van deze correlaties kan dan een voorspelling voor de regenval in de droge tijd uitgegeven worden. Als achtergrond van de door hem vastgestelde feiten ziet Berlage een schommeling in de atmosferische circulatie en in de circulatie van grote watermassa's in

de zuidelijke Stille Oceaan. De schommelingen in de lucht- en water-circulatie worden vermoedelijk veroorzaakt door een karakteristieke wisselwerking tussen de afwijkingen in de luchtdruk en in de temperatuur van het zeewater in de Maleise Archipel. De zonnevlekkencyclus zou daarbij een sturende rol vervullen. Met de invloed der zonnevlekken moet bij de weersverwachtingen op lange termijn in de tropen op een ingewikkelde wijze rekening worden gehouden.

In 1927 slaagde Berlage er in een regressievergelijking op te stellen voor de te verwachten neerslaghoeveelheid in West-Java tijdens de maanden Juli, Augustus en September (de Oostmoesson). De voorspellende factoren zijn:

1. de luchtdruk te Batavia in de voorafgaande maanden December, Januari en Februari (negatief gecorreleerd met de Oostmoesson-regens),
2. de luchtdruk te Batavia in de vorige Westmoesson, dus tijdens de maanden December, Januari en Februari van het vorige jaar (positief gecorreleerd met de Oostmoesson-regens, 18 maanden later),
3. de gemiddelde temperatuur te Singapore tijdens de ochtendwaarnemingen om 9 uur in de maanden Februari, Maart en April (positief gecorreleerd),
4. het quotiënt van de neerslag ten Oosten en ten Westen van de berg Lompo Batang in Zuidwest-Celebes tijdens de maanden Juli, Augustus en September van het vorige jaar en tenslotte
5. een factor, die slechts om de 7 jaar wordt toegepast en die aanduidt, dat de Oostmoesson in die jaren zeer droog kan worden.

Tot 1925 gaf deze regressievergelijking de neerslagafwijkingen goed weer, maar de praktische toepassing in de volgende jaren was weinig succesvol. Reeds in 1934 schreef Berlage, dat de regressievergelijking niet aan de hoopvolle verwachtingen beantwoord had. Hij vroeg zich af, of het aanbevelenswaardig was, officiële voorspellingen te baseren op regressievergelijkingen zonder een voldoende kennis te bezitten van de fysische gebeurtenissen, die aan de vergelijking ten grondslag liggen.

Dr H. J. de Boer analyseerde de drukschommelingen in dit gebied opnieuw en beoordeelde verschillende partiële schommelingen op hun realiteit.

Hij stelde o.a. een regressievergelijking samen, met behulp waarvan de data van het begin en het eind van de Westmoesson-regens voor een aantal districten in Java en Madoera voorspeld konden worden. Als

voorspellende factoren werden gebruikt de gemiddelde waarden van een aantal meteorologische grootheden gedurende een periode van drie voorafgaande maanden. De grootheden waren:

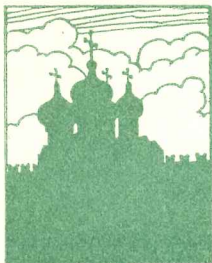
1. de luchtdruk te Koepang op Timor (neemt de plaats in van Port Darwin, Australië),
2. de luchtdruk te Honolulu,
3. de luchtdruk op het eiland Mauritius,
4. de temperatuur te Hongkong,
5. de luchtdruk te Manila op de Filippijnen,
6. de luchtdruk te Santiago in Chili, en
7. de neerslag te Port Blair in de Indische Oceaan.

Met behulp van de eerste vier factoren kan op 1 September voorspeld worden, hoeveel dekaden de Westmoesson-regens vroeger of later zullen inzetten dan het normale tijdstip. Dit is voor bijv. de Vorstenlanden de derde dekade (21–31) van October. De laatste vijf factoren zijn nodig voor de op 1 Maart uit te geven verwachting van de datum van het einde der Westmoesson-regens (= het begin van de droge moesson). De gemiddelde datum voor de Vorstenlanden ligt in de eerste dekade (1–10) van Juni.

Dr W. Euwe werkte (aanvankelijk met De Boer, later zelfstandig) verschillende regressievergelijkingen uit voor seizoenverwachtingen, niet alleen voor Java en Madoera, maar ook voor de cultuurgebieden op Zuidwest-Celebes, de Minahassa en Zuid-Borneo. Behalve van de reeds door De Boer gevonden weersfactoren werd voor de voorspelling ook gebruik gemaakt van de voorafgaande luchtdruk te Hokitika (op de Westkust van het zuidelijke eiland van Nieuw Zeeland) en van de luchtdruk te Apia (op de Samoa-eilanden; 4000 km ten Noorden van Nieuw Zeeland en 4000 km ten Oosten van Nieuw Guinea).

Over het geheel genomen hebben deze onderzoeken uiterst interessante betrekkingen tussen ver verwijderde punten op de aardbol naar voren gebracht, maar bij de praktische toepassing op de moessonverwachtingen is nog steeds weinig onverdeeld succes geoogst. Het was Prof. J. J. M. Reesinck, die in 1952 de aandacht vestigde op de oorzaken van dit gedeeltelijk falen. Voornamelijk een gebrek aan lange reeksen klimatologische waarnemingen maakt, dat de op hen steunende correlaties niet voldoende zekerheid geven.

7.3.3 Sovjet-Unie



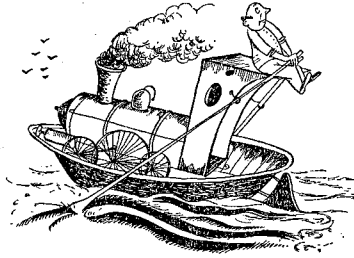
In Rusland is het probleem der weersverwachtingen op lange termijn enerzijds eenvoudiger dan elders, omdat het voorspellingsgebied geografisch en meteorologisch zeer homogeen is, anderzijds ingewikkelder, omdat de weersverwachtingen meer moeten inhouden. Men vraagt niet alleen, hoe de neerslag en de temperatuur in het komende tijdvak zullen zijn, ook opgaven over de te verwachten data van het dichtvriezen en opengaan van rivieren en zeeën, sneeuw-

stormen, Noordoosterstormen op de Zwarte Zee, zijn van het uiterste belang voor 's lands economie.

De eerste Russische meteorologen, die zich ernstig op de bestudering van deze problemen toegelegd hebben, zijn Semjonof en Gribojedof. De belangrijkste theoretische en praktische bijdragen tot de oplossing der vraagstukken zijn echter afkomstig van de hand van Boris P. Moeltanofskij.

Als gevolg van enkele indruk makende publicaties werd Moeltanofskij in 1913 benoemd tot directeur van de afdeling voor weersverwachtingen op lange termijn aan het Centrale Geofysische Observatorium in Sint Petersburg. Tegenover sommige belangrijke successen, die Moeltanofskij boekte, als: de voorspelling van de overstroming van de rivier de Lena in het voorjaar van 1915, de voorspelling van de ijsvorming in de Kara Zee (ten Oosten van Nova Zembla), als gevolg waarvan de leden van de Wilkietskij-expeditie het leven gered werd, staan herhaaldelijk ook mislukte prognosen. Dit zal er mede toe bijgedragen hebben, dat hem in 1916 het verbod opgelegd werd om verdere verwachtingen op lange termijn uit naam van het Centrale Geofysische Observatorium te publiceren.

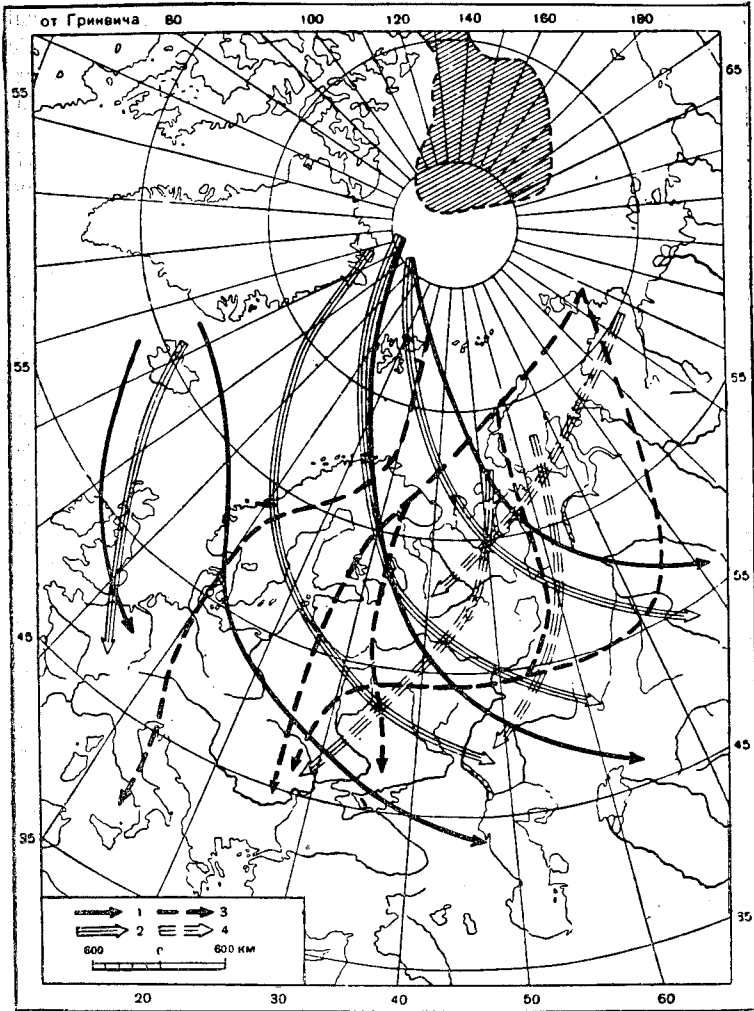
Andere redenen voor dit verbod zijn het wantrouwen en de oppositie van zijn collega's, die blijkbaar het nieuwe, baanbrekende werk van Moeltanofskij waarderen noch begrijpen konden. Dergelijke misverstanden doen zich vaak voor, wanneer iemand theorieën naar voren brengt, die radicaal van de bestaande afwijken. Politieke redenen schijnen niet aanwezig geweest te zijn, want een in 1940 verschenen Russisch standaardwerk over Moeltanofskij's methoden vermeldt niets over de terugzetting. Deze duurde tot 1922. Ondanks de tegenwerking van de officiële autoriteiten ging Moeltanofskij toch door met zijn onderzoekingen en verkreeg daarbij verscheidene belangrijke resultaten



en niet weinige geslaagde voorspellingen. Een voorbeeld daarvan is het volgende: Naar aanleiding van een verzoek van de directie der Russische spoorwegen voorspelde hij voor begin 1922 een catastrofale overstroming van het Ilmen-meer. Op grond van deze vroegtijdige prognose kon de spoorwegdirectie zodanige voorzorgsmaatregelen treffen, dat het treinverkeer niet onderbroken behoefde te worden. Sinds dit voorval mocht Moeltanofskij zijn prognosen weer via het Centrale Geofysische Observatorium openbaar maken en kreeg hij de leiding van de afdeling voor weersverwachtingen op lange termijn terug. In 1936 verliet een deel van zijn medewerkers hem, omdat dezen zich niet konden verenigen met Moeltanofskij's interpretatie van het begrip „rhythme”. Zo is Moeltanofskij's leven een voortdurende strijd geweest in naam van wat hij als zijn wetenschappelijk ideaal zag. Nadat hij in 1938 op 62-jarige leeftijd overleed, nam Pagawa de leiding van de navorsingen over.

Met begrippen als „polaire en ultrapolaire assen”, „verzamelkaarten”, „actieve centra”, „natuurlijke synoptische perioden”, „rhythmen”, „elementaire synoptische processen”, „natuurlijke synoptische seizoenen”, „fasen”, voerde Moeltanofskij een stroom van nieuwe ideeën in. Slechts enkele ervan zullen we in het kort bespreken. Sommige, zoals de actieve centra, de rhythmen en de fasen hebben een andere betekenis dan gewoonlijk.

Reeds omstreeks 1910 begreep Moeltanofskij, dat het Noordpoolgebied een fundamentele rol speelt bij de weersontwikkeling in Rusland. Verder ging hij na, welke banen de Europese hogedrukgebieden volgden. Moeltanofskij deelde ze in twee groepen in. De normale of polaire assen zijn de banen met een Noordwest-Zuidoost-richting. De ultrapolaire assen hebben richtingen van Noord naar Zuid, van Noordoost naar Zuidwest en van Oost naar West. De eerste groep heet normaal, omdat de daarin opgenomen assen corresponderen met de stromingsrichting van de westelijke, de z.g. zonale luchtcirculatie. Dit type van



1. Winter | polaire assen
 2. Zomer |

3. Winter | ultrapolaire assen
 4. Zomer |

luchtstroming overheerst zodanig, dat men het algemeen als normaal beschouwt. Het andere type van luchttransport, het z.g. meridionale (van het Noorden naar het Zuiden en van het Zuiden naar het Noorden), komt, wat de bewegingsrichting betreft, overeen met Moeltanofskij's ultrapolaire assen. Sindsdien werden zijn begrippen algemeen overgenomen, het eerst in de Verenigde Staten, later ook in West-Europa. De Russische benamingen zijn echter niet aanvaard in de westelijke meteorologie.

Een van Moeltanofskij's merkwaardigste resultaten leidde tot het invoeren van een extra seizoen: de voorwinter. Moeltanofskij ontdekte bij zijn onderzoekingen nl., dat het eerste gedeelte van het koude seizoen in meteorologisch opzicht merkbaar verschilt van het resterende gedeelte. In de Russische meteorologie kent men zodoende vijf seizoenen. De Lente begint op 13 Maart en eindigt op 18 Mei (beide gemiddelde data). De Zomer begint op 18 Mei en duurt tot 13 Augustus. De Herfst begint op die datum en eindigt op 5 October, waarna de voorwinter een aanvang neemt. Als deze tenslotte op 27 December voorbij is, begint de eigenlijke Winter. Deze neemt afscheid op de 13de Maart. Vanzelfsprekend moeten alle data als gemiddelden over vele jaren (nl. 58) opgevat worden. In werkelijkheid begon de winter in de periode van 1881-1938 op tijdstippen, die tussen 16 November en 19 Januari in lagen. Dit is een speling van 64 dagen. Het eind van het winterseizoen schommelde tussen 1 Maart en 1 April, een speling dus van slechts 31 dagen. De gemiddelde lengten van de vijf seizoenen zijn achtereenvolgens 63 (lente), 92, 53, 66 (voorwinter) en 91 dagen. Het laatste begrip, dat we hier zullen bespreken, is dat der „rhythmen”. Dit valt vrijwel samen met het reeds herhaalde malen behandelde verschijnsel der periodiciteiten. De rhythmen hebben echter speciaal betrekking op de hogedrukgebieden, die zich op een gecompliceerde wijze om de 90 of 150 dagen langs de „ultrapolaire assen” voortbewegen. De ingewikkeldheid van de situatie blijkt uit het volgende: Als de circulatie tussen de 14de en de 18de Augustus veel gelijkenis vertoont met die van 12-16 November, dan zal er wéér drie maanden later (dus van 10-14 Februari van het volgende jaar) geen analoge circulatie optreden. Constateert men echter op de 12de tot de 16de November, dat er drie maanden vroeger geen overeenkomstige luchtstroming geweest is, dan zal de circulatie drie maanden later (dus van 10-14 Februari) wel overeenkomst vertonen met de November-circulatie. De driemaandelijke herhalingen worden afgewisseld door vijfmaandelijkse. Op het meteorologisch congres, dat in September 1936 te Moskou ge-

houden werd, weigerden verscheidene medewerkers van Moeltanofskij de realiteit van de „rhythmen” te erkennen, ondanks een vurig pleidooi van Moeltanofskij zelf. Enkele maanden later verscheen voor het eerst in de Russische wetenschappelijke literatuur een kritische beoordeling van vele onderdelen van Moeltanofskij's methoden. Niet minder dan 80 pagina's wijdde Asknazij aan zijn scherpe beschouwingen. Hij telde nauwkeurig de lengten van de rhythmen af. Het resultaat was, dat hij geen voorkeur voor enig rythme kon vinden. Alle lengten tussen 60 en 150 dagen waren even waarschijnlijk. In het in 1940 verschenen standaardwerk wordt alleen genoemd, dat er kritiek geoeffend werd. Met het verweer, dat Asknazij niets van het begrip rythme afwist en het helemaal verkeerd interpreteerde, werd de kritiek terzijde gelegd. Ook voor andere gedeelten van de methode had Asknazij een vernietigend oordeel. Bij gebruikmaking van de „verzamelkaarten” werd voor 18 seizoenen uit de jaren 1928–1931 een gemiddeld slagingspercentage van 58 bereikt, voor de winter afzonderlijk was het percentage 62. Op grond van klimatologische gegevens alleen bereikte Asknazij een percentage van 66 voor de vier winters 1928–1931.

Deze voorbeelden tonen duidelijk aan, dat met de Russische methoden zelfs in Rusland nog maar matige resultaten behaald werden; althans vóór 1940. Uit Russische bron is ook een naoorlogse schatting van het slagingspercentage afkomstig: niet meer dan 65–75. Daar de weersverwachtingen op middelbare en lange termijn in de Sovjet-Unie hoogstwaarschijnlijk niet in de dagbladen gepubliceerd worden, zal het voor buitenlanders moeilijk vallen, de betrouwbaarheid van de huidige prognosen op lange termijn te toetsen.

In de winter 1922–1923 werd een begin gemaakt met het regelmatig uitgeven van weersverwachtingen op lange termijn. Voor verschillende streken werden verwachtingen opgemaakt voor tijdvakken van 6 tot 12 dagen. Seizoenverwachtingen met een zeer algemeen karakter gaf men uit voor grotere gebieden. Na 1933 werd begonnen met maandverwachtingen, waarin behalve het algemene karakter ook de volgorde der elkaar afwisselende weerstoestanden aangegeven staat.

Het Russische standaardwerk van 1940 vermeldt de gang van zaken bij het gereedmaken van de verwachting voor de maand Januari 1936. De prognose moest op 7 December 1935 klaar voor de drukker zijn. Aan de wetenschappelijke voorbereiding moest reeds op 1 November begonnen worden. Met het oog op het misschien aanwezige rythme van vijf maanden werd de weersontwikkeling in Augustus 1935 bestudeerd. Op grond van andere overwegingen werden ook de weers-

situaties van September en October 1935 in het onderzoek betrokken. Zo gelukte het een vrij gedetailleerde beschrijving van het weer in Januari 1936 te geven. Dit voorbeeld slaagde redelijk wel. Hoe groot het succes in de andere maanden was, is in de West-Europese meteorologische instituten onbekend.

Uit een populair-wetenschappelijk werk van omstreeks 1950 kunnen we te weten komen, welke meteorologische publicaties in de Sovjet-Unie tegenwoordig het licht zien. Daar is allereerst het dagelijkse weerkaartje, dat vergelijkbaar is met de gelijknamige publicatie, die elke dag door het K.N.M.I. verstrekt wordt. Alleen ontvangt men er in de Sovjet-Unie een bijlage bij, met als titel bijv.: „de weersprognose voor de volgende natuurlijke synoptische periode van 29 Maart tot 5 April”. Dit betreft dus weersverwachtingen op middelbare termijn. De eigenlijke maandverwachting verschijnt in een aparte uitgave. Het is een groot werk met kaarten en tabellen (kenmerkend voor de Russische verhoudingen is de toevoeging: „van stevig papier”). In de Maart-publicatie staan reeds de prognosen voor het gehele voorjaar. Eerst wordt bekend gemaakt, op welke plaatsen in Maart hoge luchtdruk te wachten staat, waar de depressies hun grootste activiteit zullen ontplooiën en hoe de lente onder invloed van de atmosferische verschijnselen worden zal, koud of warm, met geringe of overvloedige neerslaghoeveelheden. Op de kaart daarnaast zien we een grafische voorstelling van de verwachte intocht van het voorjaar in de Sovjet-Unie: in Kief zal de temperatuur reeds op 30 Maart het nulpunt passeren, in Leningrad op 1 April, in Archangelsk op 10 April, terwijl het in het uiterste Noorden, in Narjan-Mar, pas na 20 April zal gaan dooien. Het grootste gedeelte van het bericht wordt door de weersvoorspelling van Maart ingenomen. De maand is in kleinere tijdvakken ingedeeld: van de 1ste tot de 6de, van de 7de tot de 11de, van de 12de tot de 17de, enz. Daarna volgen kaarten en tabellen voor hoge waterstanden en de ijsprognosen.

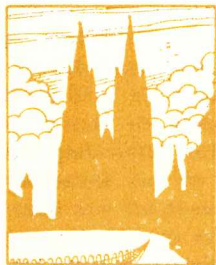
Al deze voorspellingen worden uitgegeven door het Centrale Instituut voor Prognosen te Moskou. Vermoedelijk heeft dit na de Tweede Wereldoorlog een gedeelte van de taak van het Centrale Geofysische Observatorium te Leningrad overgenomen, nl. het uitgeven van weersverwachtingen op lange termijn. Het Centrale Instituut voor Prognosen is een onderdeel van de Hydrometeorologische Dienst van de USSR. Deze instelling beschikt over in totaal 30 000 meteorologen en hydrologen. Directeur was tot voor kort Dr E. K. Fjodorof, dezelfde, die in Mei 1937 als meteoroloog met expeditieleider Papanien en nog twee



andere geleerden op de Noordpool afgezet werd. Aan het eind van hun succesrijke reis van 274 dagen op een ijschots werden ze aan boord van een ijsbreker opgenomen, na steeds waardevolle waarnemingen verricht te hebben op hun drijftocht.

Ook de methoden, die aan de weersverwachtingen op lange termijn ten grondslag liggen, hebben aanzienlijke verbeteringen ondergaan door de resultaten van Papanien's expeditie. Voordien werd aangenomen, dat boven het Noordpool-gebied een permanent hogedrukgebied aanwezig moest zijn als gevolg van de sterke uitstraling door het sneeuwoppervlak. Het waarnemingsmateriaal rekende met deze veronderstelling af en Moeltanofskij trok als eerste de conclusie, dat het polaire hogedrukgebied in werkelijkheid uit drie depressies en drie anticyclonen bestaat.

7.3.4 Duitsland



In dit land heeft zich altijd een grote schare van geleerden met meteorologische problemen bezig gehouden. Het onderzoek naar de mogelijkheid van betrouwbare weersverwachtingen op lange termijn trad daarbij sterk op de voorgrond. Na de Eerste Wereldoorlog was het vooral Dr Franz Baur, die veel tijd aan de bestudering van dit vraagstuk wijdde.

Aanvankelijk meende hij de oplossing te kunnen vinden met behulp van periodiciteiten (van 2,2, 3 à 3½ en ca 7 jaar) en correlaties tussen meteorologische grootheden in Duitsland en voorafgaande weersfactoren. Van 1925 tot 1928 publi-

ceerde hij een aantal regressieformules, waarmee seizoenverwachtingen voor Duitsland berekend konden worden, benevens prognosen voor de totale neerslaghoeveelheid in Juli en voor de gemiddelde temperatuur in Maart. Voorspellende factoren waren bijv. voor de laatste: de gemiddelde luchtdruk in Februari te Rome, in IJsland en te Swerdlöfsk, de gemiddelde luchtdruk te Rome in Januari en de gemiddelde temperatuur in Duitsland voor Februari. Al deze factoren hebben betrekking op vrij dichtbij gelegen stations en op tijdvakken, die onmiddellijk voorafgaan aan het voorspellingstijdvak.

De verklaring voor het optreden van deze grootheden ligt dus voor de hand: persistentie (d.w.z. een koude Februari wordt vaak gevolgd door een koude Maart, enz.) Des te groter is de verrassing, wanneer Baur al spoedig verklaart, dat volgens zijn ervaring met behulp van regressievergelijkingen alleen geen voldoende betrouwbare maand- en seizoenverwachtingen bepaald kunnen worden.

Baur's langverbeide wens, een eigen instituut te mogen oprichten en te leiden, ging op 1 November 1929 in vervulling. In Frankfurt aan de Main werd op die datum in het leven geroepen de Forschungsstelle (later Forschungsinstitut) für langfristige Witterungsvorhersage (instituut voor onderzoek ten behoeve van weersverwachtingen op lange termijn), ressorterende onder het Pruisische Ministerie van Landbouw. Een bericht van twee jaren later meldt, dat de omvang van de instelling gelijk gebleven was: één kamer met daarin één directeur, één onderdirecteur (nl. Dr H. Philipps, nu hoofd van de Oostduitse Meteorologische Dienst te Potsdam), één rekenaar, één rekenmachine en geen schrijfmachine!

Daar Baur niet de beschikking had over betrouwbare grondslagen voor de maand- en seizoenverwachtingen, streefde hij er naar dekadeverwachtingen uit te geven. In Augustus 1932 werden de eerste van deze weersverwachtingen voor tien dagen via pers en radio wereldkundig gemaakt. In 1933 publiceerde Baur van 6 Juli tot 25 Augustus dekadeprognosen. Elk jaar groeide het aantal voorspellingen. In 1936 werd reeds op 18 Juni de eerste verwachting uitgegeven, de laatste op 29 Augustus. In het daaropvolgende jaar was het door uitbreiding van het personeel mogelijk, in de maanden Juni tot en met September dekadeprognosen samen te stellen. De gevolgde methode was deze: het weerbeeld van de eerste vijf dagen werd langs synoptische weg bepaald (dus met de methoden van weersverwachtingen op korte termijn) en de beschrijving van het weer in de laatste vijf dagen met statistische hulpmiddelen.

Volgens Baur's eigen berekeningen slaagden in de jaren 1932-1936 respectievelijk 68, 81, 80, 87 en 84% van de voorspellingen. Een in 1940 verschenen Amerikaans rapport, dat uitvoeriger bij de bespreking van het onderzoek in de Verenigde Staten behandeld zal worden, geeft lagere waarderingscijfers van de in totaal 27 dekadeverwachtingen, die van 1933-1936 uitgegeven zijn. Hierin bevinden zich 152 uitspraken over temperatuur, neerslag en zonneschijn, die getoetst konden worden. Dr Baur, die de bewoording van de prognose steeds zelf opstelde, is echter tevens een meester in het gebruiken van vage termen. Tot de gedeelten, die moeilijk te beoordelen zijn, behoren verwachtingen als: „over het algemeen niet ongunstig”. Deze werden dan ook buiten het Amerikaanse onderzoek gelaten.

Van de 152 uitspraken hadden er 43 betrekking op de eerste vijf dagen van het verwachtingstijdvak: het slagingspercentage was 75. Van de 36 voorspellingen, die uitsluitend voor de laatste vijf dagen golden, slaagde 53%, weinig meer dus dan de 50%, die men met raden bereikt.

De overige prognosen werden ingedeeld in twee groepen:

- a. die voor perioden van minder dan 10 dagen, doch waarin de vijfde dag van de voorspellingsdekade gelegen is,
- b. die voor de gehele dekade.

In beide categorieën slaagde 65%.

De temperatuurverwachtingen werden ook op andere wijze getoetst. Ze werden met de „lazy man forecast” vergeleken. Zo'n voorspelling houdt in: de gemiddelde temperatuur gedurende de komende tien dagen is dezelfde als die van vandaag. Een dergelijke „luie man” zou in 69.4% der gevallen succes boeken. Baur's cijfer was nauwelijks hoger, nl. 70.5%. Bij de neerslag zou een „lazy man” 57% halen, Baur verkreeg 68.5%, een belangrijk beter resultaat dus.

Intussen was het Forschungsinstituut verplaatst van Frankfurt naar het 15 km noordelijker gelegen Bad Homburg. Het ressorteerde nu onder de „Reichswetterdienst”. Ondanks uitvoerige nasproingen is het schrijver dezes niet gelukt veel te weten te komen over de werkzaamheden van het instituut tijdens de laatste oorlog. Dr (intussen ook Prof.) Baur zou de sympathie van zijn collega's verloren hebben door zijn verwachtingen rechtstreeks naar Hitler's hoofdkwartier te zenden in plaats van de hiërarchie weg via de chef van de Reichswetterdienst te bewandelen. Een feit is, dat Baur's personeel aan het einde van de oorlog uitgegroeid was tot 7 meteorologen en 40 assistenten.

Bij de capitulatie ging veel van het wetenschappelijk materiaal verloren.

In 1946 werd in Bad Kissingen de weerdienst voor de Amerikaanse zone opgericht. De directeur, Prof. L. Weickmann, bood Prof. Baur de leiding aan van de afdeling voor weersverwachtingen op middelbare en lange termijn. Deze weigerde echter een ondergeschikte rol te spelen en wenste zijn eigen instituut in Bad Homburg terug. Baur's wens ging evenwel niet in vervulling.

Met de leiding van de afdeling voor verwachtingen op lange termijn werd Baur's vroegere medewerker, A. Hofmann, belast. Deze had de beschikking over drie meteorologen en acht assistenten. Na de smelting van de Westduitse meteorologische organisaties in de Britse, Amerikaanse en Franse zones werd Hofmann's staf midden 1953 met twee meteorologen uit Zuidwest-Duitsland verrijkt (Dr Dinies en Trenkle).

Het systeem van de dekadeverwachtingen wordt in Bad Kissingen niet gevolgd. Alleen maand- en seizoenverwachtingen worden samengesteld en via het telex-net aan de meteorologische observatoria bekend gemaakt. De betrouwbaarheid van de prognosen acht men nog onvoldoende om ze in de pers te laten verschijnen. We zullen de verwachtingen voor de laatste twee maanden als voorbeeld geven. Octoberprognose op 1.10.53 verzonden: „De hogedruksituatie met overwegend te hoge temperaturen zal ook in de eerste Octoberdagen aanhouden. Vervolgens komt er ongeveer van 6 tot 11 October een periode met wisselvallig weer. De tweede dekade zou tot voorbij het midden van de maand, vooral in Zuid-Duitsland weer onder de invloed van hogedrukgebieden kunnen staan. Nog voor de 20ste kan een overgang naar onvriendelijk, regenachtig en koud weer verwacht worden. Daarbij zal op hooggelegen plaatsen de eerste sneeuw vallen. Bij de daaropvolgende opklaringen treedt in de lager gelegen streken nachtvorst op. De waterstanden zullen nog iets lager worden.”

Het meest opvallende van deze maand was zijn grote droogte. Niets wordt daarover in de voorspelling gezegd, maar dit is nog altijd beter dan wat Prof. Baur verwachtte: een natte October. Doch aan deze voorspelling zal later onze aandacht gewijd zijn.

Via het Duitse telex-net werd op 31 October 1953 de volgende prognose verspreid: „Ook November nog te droog, de gemiddelde temperatuur in het Oosten van het Bondsgebied (= West-Duitsland) en in Berlijn te laag, in het Westen iets te hoog. Neerslag overwegend in de eerste helft en meestal nog als regen. Laatste dekade vermoedelijk droog en kouder met op vele plaatsen nachtvorst, vooral in het Oosten. Geen sterke stijging van de waterstanden”.

De afgelopen November-maand was zeer droog en over het gehele gebied belangrijk warmer dan normaal.

Sedert Februari 1947 werkten H. Trenkle en H. von Rudloff in Freiburg vrij gedetailleerde maandverwachtingen voor het gebied van Zuidwest-Duitsland uit. Eerst stonden deze alleen ter beschikking van de verschillende observatoria, doch in Juni 1949 kon men zich er op abonneren en na Februari 1952 vond de verspreiding zelfs regelmatig door de radio plaats. Daar de voorspellingen voor de tweede helft van de maand in het algemeen slechts weinig succes opleverden (gehele maand: 65% geslaagd, eerste helft alleen: 75%), stapte men in April 1953 over op prognosen voor 14 dagen. Als voorbeeld geven we de verwachting voor 1-15 December 1953: „De droge periode, die bijna de gehele maand November aanhield en in Freiburg met 5.5 mm regen slechts 8% van de normale neerslaghoeveelheid bracht, kan nu langzaam haar einde tegemoet zien. De over Noord-Europa heersende weerstoestand wint ook naar het Zuiden veld. Na ongeveer drie dagen moeten we daarom rekenen op een overgang naar enigszins onbestendig en zwaar bewolkt weer met nu en dan neerslag. De neerslaghoeveelheden zullen echter slechts gering zijn. De voor de tijd van het jaar ongewoon hoge temperaturen zullen lager worden, maar het zal nog zacht blijven. Slechts hier en daar kan lichte nachtvorst optreden”.

We zullen nu nog even terugkomen op de activiteiten van Prof. Baur, die na 1945 er de voorkeur aan gaf als particulier te blijven werken zonder noemenswaardige steun van Regeringszijde te ontvangen.

Na van 1930 tot 1945 dekadeverwachtingen uitgegeven te hebben, publiceert hij na 1945, evenals van 1920 tot 1930, uitsluitend maand- en seizoenverwachtingen, echter vrij sporadisch. Naast talrijke successen moeten toch ook enkele mislukkingen genoteerd worden. Een voorbeeld van volstrekt falen is de October-prognose. Op 30 September maakte Prof. Baur bekend: „Sinds het begin der waarnemingen (omstreeks 1800) zijn er 14 jaren geweest, waarin de maand Juli, gemiddeld over 14 Duitse stations, te nat en de maanden Augustus en September te droog waren. Met uitzondering van 1907 volgde er in elk jaar een natte October-maand. Op grond van waarschijnlijkheidsbeschouwingen kan aangetoond worden, dat dit geen toeval meer is en dat er dus een oorzakelijk verband is tussen het neerslagkarakter van de drie voorafgaande maanden en dat van October. In 1953 is Juli nat, Augustus droog en September ook droog geweest, ergo moet October in Duitsland, wanneer we de gemiddelden over alle vier zones beschouwen, natter dan normaal worden”.

October 1953 bracht in Noord-Duitsland neerslagtekorten van 60 tot 80% en in Zuid-Duitsland van 30 tot 70%.

H. von Rudloff van het Wetteramt Freiburg in Zuidwest-Duitsland merkte later op, dat er voor zijn gebied een sterk verband bestond tussen de neerslaghoeveelheden, gevallen op 1, 2 en 3 October en gedurende de gehele maand October. Daar de eerste drie dagen droog bleven, kon Von Rudloff op grond van zijn statistisch materiaal voorspellen, dat October 1953 als geheel te droog zou worden.

Een ander voorbeeld van Prof. Baur's methoden is dit: „Wanneer de gemiddelde luchtdruk te Moskou van 1–30 September hoger dan normaal is en van 21–30 September meer dan 2 millibar te hoog, en de luchtdruk te Berlijn van 21–30 September eveneens hoger dan normaal is, dan zal de gemiddelde temperatuur van de komende winter meer dan 0.6° C boven normaal worden in Centraal Europa”.

Tenslotte vermelden we, dat Prof. Baur de volgende algemene samenhang meent gevonden te hebben tussen de zonnevlekgetallen en de weerstoestand aan de aardbodem in Europa:

„Zachte winters en hete, droge zomers moet men verwachten 1½ à 2 jaar voor een zonnevlekkenmaximum of -minimum. Tijdens deze zonnevlekkenextremen kan men rekenen op koude winters en koele, natte zomers.” Dat de samenhang in het geheel niet zo streng is, bewijst de hete zomer 1947, die juist viel in een jaar met het grootste aantal zonnevlekken op één na sinds het begin der waarnemingen in 1749 (zonnevlekkengetal in 1947: 152, in 1778: 154).

Dat Baur met zijn verwachtingsmethodiek op een dood spoor geraakt is, blijkt wel definitief uit het feit, dat voor de winter 1953/54 twee van zijn methoden van toepassing waren.

De eerste is: Wanneer van 1–10 December de temperatuur in Berlijn minstens 3° C te hoog is, volgt er een zachte winter. De eerste December-dekade van 1953 was in Berlijn 4° C te warm en gaf derhalve het recht, een prognose voor een *zachte* winter uit te geven!



De andere methode houdt in: Wanneer in West-Siberië de temperatuur in November meer dan 8° C lager is dan in October, krijgt West-Europa een strenge winter. Het verschil was in 1953 te Swerdlöfsk 14° C, dus zou volgens deze regel een *strenge* winter in aantocht zijn!

7.3.5 Nederland



Tijdens de eerste wereldoorlog nam het aantal klimatologische scheepsjournalen, dat aan het K.N.M.I. ter verwerking overhandigd werd, snel af. De op deze wijze vrijgekomen tijd benutte P. H. Gallé, werkzaam aan de afdeling Maritieme Klimatologie en Oceanografie, om de invloed van de Golfstroom op het Europese klimaat na te gaan. Uit scheepswaarnemingen bepaalde hij de sterkte van de Noordoost-passaat ten Noorden van de evenaar. Deze passaatwind

beschouwend als de verwekker en de „motor” van de Golfstroom, kwam Gallé tot het vermoeden, dat er een positieve correlatie moest bestaan tussen de sterkte van de Noordoost-passaat en de temperatuur in Europa enkele maanden later. Inderdaad stelden de berekeningen, gebaseerd op de gegevens van het tijdvak 1900–1914, Gallé in het gelijk. Zijn resultaten werden in de Verslagen van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam gepubliceerd. In de herfstmaanden van 1915 en van 1916 gaf Gallé verwachtingen uit voor de gemiddelde temperaturen van de aanstaande winter. Zijn succes was niet bijster groot, maar Gallé wees er zelf reeds op, dat hij slechts één factor beschouwd had en dus niet op een volledig succes mocht rekenen. In 1930, toen de lengte van het onderzoekstijdvak verdubbeld was, bleek er weinig te zijn overgebleven van de positieve correlatie tussen de sterkte van de Noordoost-passaat ten Noorden van de evenaar in de zomer en de temperatuur van de daaropvolgende winter in Europa. Klaarblijkelijk heeft een min of meer toevallige overeenkomst tussen twee meteorologische grootheden gedurende een korte reeks van jaren Gallé er toe verleid, deze correlatie ten onrechte als reëel te beschouwen.

De eerste officiële pogingen in ons land om tot een weersverwachting op lange termijn te komen zijn gepubliceerd in 1933. Ze zijn van de hand van Dr C. Braak, dezelfde, die in 1908 in Nederlands Oost-Indië met soortgelijke onderzoeken begonnen was. In een verhandeling van het K.N.M.I. vinden we Braak's resultaten weergegeven: „Het blijkt, dat in de regel de meeste neerslag valt in het tijdvak, dat loopt van het zonnevlekkenminimum tot het vlekkenmaximum en dat na het vlekkenmaximum een droger tijdperk intreedt met een regenminimum tussen vlekkenminimum en -maximum”. Passen we deze regel toe op de huidige tijd, dan zouden we ons nu in een droger tijd-

perk moeten bevinden, daar het zonnevlekkenmaximum in het jaar 1945 plaatsgevonden heeft en het zonnevlekkengetal in 1953 zijn minimum nog niet voorbij is. Bezien we de regencijfers sinds 1945, dan blijkt niet daaruit, dat er een extreme droogte is geweest. Het jaar 1950 was zelfs het natste vanaf 1903. Dr Braak baseerde zijn beschouwingen op het waarnemingsmateriaal van de jaren 1853 tot 1931. Het is mogelijk, dat de lengte van het onderzochte tijdvak te gering was, zodat toevallige omstandigheden nog een grote invloed hadden.

In elk geval bewijst het onderzoek van Braak, dat het verband tussen de zonnevlekken en het weer in Nederland niet zo eenvoudig is, dat onfeilbare neerslagverwachtingen, die alleen op het gedrag van de zonnevlekken gegrond zijn, uitgegeven kunnen worden. De invloed der zonnevlekken is blijkbaar kleiner dan de gezamenlijke invloed van de overige factoren, waarvan het weer afhankelijk is.

In April 1936 werd de landbouwkundige ingenieur C. W. Reitsma belast met het onderzoek naar de mogelijkheid van een weersvoorspelling op lange termijn in Nederland. In 1937 volgde Dr S. W. Visser hem op, die op zijn beurt weer in 1951 door Dr H. P. Berlage afgelost werd. Van 1936 tot 1939 werd het gehele onderzoek gefinancierd door de Stichting „Fonds Landbouw Export Bureau 1916–1918” te Wageningen. Daarna zijn alle werkzaamheden onder auspiciën van het K.N.M.I. verricht.

De gebruikte methoden zijn die van de periodiciteiten, correlaties en regressievergelijkingen. Perioden van 2½, 3½, 5½ en 7 jaar werden in de Nederlandse temperatuur en neerslag ontdekt. De temperatuur te De Bilt en het landgemiddelde van de neerslag werden gecorrigeerd met de volgende factoren:

1. de Noordoost-passaat in het gebied 15–25° Noorderbreedte en 25–45° Westlengte;
2. de neerslag op het eilandje Fernando de Noronha (500 km ten Oosten van de Noordoostpunt van Brazilië);
3. de neerslag te Paramaribo;
4. de luchtdruk te Ponta Delgada op de Azoren;
5. de luchtdruk te Reykjavik op IJsland;
6. het drukverschil tussen de Azoren en IJsland;
7. de waterstanden van de Nijl;
8. de neerslag te Ceará aan de noordoostelijke kust van Brazilië;
9. de voorafgaande temperatuur te De Bilt;

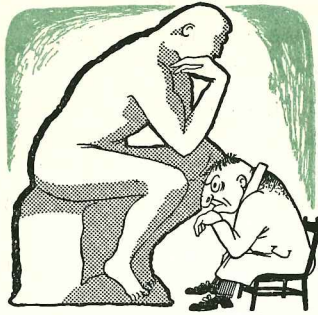
10. de neerslag te Charleston (Zuid-Virginia, Verenigde Staten);
11. de windsnelheid op 3 km hoogte boven Nederland;
12. de temperatuur op 3 km hoogte boven Nederland;
13. de temperatuur op het eiland Jan Mayen tussen IJsland en Spitsbergen;
14. de temperatuur te Ivigtut aan de uiterste Zuidwestpunt van Groenland;
15. de luchtdruk te Helsinki (Finland);
16. de luchtdruk te Berlijn;
17. het drukverschil tussen Berlijn en Helsinki, en tenslotte
18. de maandelijks toe- of afname van de zonnevlekgetallen.

Op grond van fysische overwegingen kon aannemelijk gemaakt worden, dat al deze achttien factoren na enige tijd invloed hebben op de meteorologische grootheden in Nederland.

Aanvankelijk werden de regressievergelijkingen opgesteld ten behoeve van driemaandelijks temperatuur- en neerslagverwachtingen. Later werd voor elke maand een regressieformule berekend.

In het begin boekten de gepubliceerde voorspellingen redelijke successen, maar na verloop van tijd bleek, dat met behulp van de regressievergelijkingen het weer in Nederland toch niet in zo scherpe mate kon worden vooruit bepaald als gewenst was.

Desniettemin mag het instellen van het regressie- en correlatieonderzoek als wetenschappelijk verantwoord beschouwd worden, daar het zonder twijfel tot goede resultaten geleid zou hebben, indien de atmosfeer slechts een weinig minder gecompliceerd ware geweest. Een troost is, dat het tamelijk negatieve resultaat toch nog een positieve betekenis heeft: door het in het onderzoek betrekken van zo'n groot aantal factoren (zie de 18 opgesomde grootheden), waarvan vermoed werd, dat ze het weer in ons land zouden kunnen beïnvloeden, is wel komen vast te staan, dat op grond van de methode der regressievergelijkingen voorlopig geen definitieve oplossing van het vraagstuk der weersverwachtingen op lange termijn voor Nederland mogelijk is. Deze conclusie kan zonder bezwaar uitgebreid worden voor het gehele gebied van West-Europa. Nederland heeft daarmee in feite werk verricht ten behoeve van een tiental meteorologische instituten. Naar aanleiding van de in Nederland bereikte resultaten kunnen deze instituten zich ontslagen achten van de plicht, de methode der regressievergelijkingen voor hun eigen land in te voeren.



De wetenschappelijke medewerkers van het K.N.M.I. zijn echter nog verre verwijderd van het standpunt, dat betrouwbare weersverwachtingen op lange termijn tot de absolute onmogelijkheden behoren. Men is intensief bezig met de bestudering van elders in gebruik zijnde methoden en met het ontwerpen van eigen werkwijzen.

7.3.6 Frankrijk



Volgens officiële uitlatingen besteedt men in Frankrijk zowel aandacht aan de weersverwachtingen op middelbare termijn (voor 2-7 dagen) als aan die op lange termijn. De Fransen maken onderscheid tussen de dynamische en de statistische methoden.

De eerste groep bestaat uit methoden, die een logische uitbreiding zijn van de methoden, in gebruik bij de weersverwachtingen voor de komende 24 of 48 uur. Men gaat uit van de heersende weerstoestand en tracht deze zo goed mogelijk te extrapoleren. Men bepaalt de vermoedelijke ontwikkeling door de verplaatsing te bestuderen van gebieden, die de grootste drukveranderingen over 3, 5 of 10 dagen bevatten. Ook worden kaarten geconstrueerd, die gemiddelden over 5 dagen, zowel aan de grond als op 5 km hoogte, weergeven.

De tweede groep bestaat uit statistische methoden. Deze berusten op vergelijking van het verloop van druk, temperatuur of neerslag tijdens de laatste dagen met de overeenkomstige gegevens uit vroegere jaren. Deze werkwijze heeft veel gemeen met de reeds besproken methode der analogieën en is ook met dezelfde voor- en nadelen behept.

Tijdens een op 30 November 1953 in het Franse Ministerie van Luchtvaart gehouden persconferentie werd medegedeeld, dat voortaan regelmatig maandverwachtingen uitgegeven zouden worden. Geen spectaculaire wetenschappelijke ontdekking was de oorzaak van dit besluit, maar Grappe en zijn assistenten achtten zich in staat, betere prognosen te kunnen geven dan enige particuliere organisaties, die



reeds een tijd lang maandverwachtingen aan belangstellenden en aan de pers verkochten.

In Januari 1952 begon de Franse Meteorologische Dienst met het uitwerken van maandverwachtingen voor intern gebruik. Blijkbaar waren de resultaten in de proeftijd zo goed, dat het verantwoord was tot publicatie over te gaan. Voorts bleek, dat een maand het langste tijdvak was, waarvoor betrouwbare voorspellingen opgesteld konden worden. Wel was het mogelijk, voor de verschillende landstreken afzonderlijke verwachtingen te geven. Hiertegen rees echter fel verzet, afkomstig van hen, die bij het toerisme geïnteresseerd zijn. Wat zouden de Bretonse hoteliers er van zeggen, indien in het begin van de vakantie geprofeteerd werd: „Veel neerslag in het Noordwesten van Frankrijk“!? Derhalve worden de maandverwachtingen vager gehouden dan eigenlijk nodig zou zijn. Als voorbeeld volgt nu de eerste officiële Franse maandverwachting, geldig tot 31 December 1953:

„De Decembermaand zal betrekkelijk droog zijn, met een temperatuur slechts weinig beneden normaal. Er zal vaker mist en vorst optreden dan neerslag. Het eind van de eerste dekade zal gekenmerkt worden door over Noordwest-Frankrijk trekkende regenzones. Tamelijk zacht. Daarna treedt omstreeks de 15de de eerste koude-periode op met vorst in het midden van het land. In het algemeen mistig. Vervolgens zal het weer tot na Kerstmis zeer veranderlijk zijn met afwisselend regen en opklaringen. Lichte sneeuwval is mogelijk, vooral in het Oosten en in de Alpen. Het einde van de maand zal koud zijn: mist en tamelijk strenge vorst.“

7.3.7 Groot Brittannië



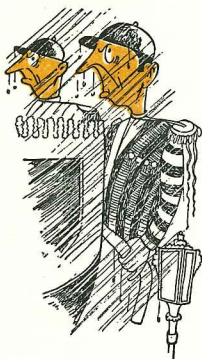
In Engeland is men altijd zeer sceptisch geweest ten opzichte van de mogelijkheid van weersverwachtingen op lange termijn. Wel heeft een schare van onderzoekers zich bezig gehouden met dit probleem, maar vrijwel zonder uitzondering met negatief resultaat.

Een recent voorbeeld van de terughoudendheid der Britten gaf Sir Robert Watson-Watt. Behalve als uitvinder van de radar heeft hij ook grote roem verworven op meteorologisch gebied. Op de in Juni 1952 te Glasgow gehouden vierde Conferentie over Industriële Natuurkunde werd hem de vraag voorgelegd, hoe hij over weersverwachtingen op lange termijn dacht. Sir Robert Watson-Watt antwoordde: „De langste betrouwbare voorspellingen strekken zich uit over een tijdsduur van 24 uren. Onder ideale omstandigheden, bijv. wanneer er een stabiele weerstoestand heerst, kan een weersverwachting voor drie dagen uitgegeven worden. Een voorspelling voor vijf dagen is een droom en voor een prognose voor vijf weken is het reeds noodzakelijk terug te grijpen op klimatologische gemiddelden”.

Het Engelse Meteorologische Instituut waagt zich tegenwoordig niet ver op het riskante gebied van de weersverwachtingen op lange termijn. Slechts twee maal per week beraadslaagt men over een verwachting voor de komende vier dagen. Dit gebeurt altijd op de Dinsdag- en de Vrijdagmiddag. De verwachting heeft een experimenteel karakter, zodat hij niet in volle omvang gepubliceerd wordt. Wel geeft men korte aanduidingen over het te verwachten weer gedurende het weekeinde

(de z.g. „further outlook”). Alleen bij zeer speciale gelegenheden wordt men a.h.w. gedwongen een gedetailleerde verwachting voor enkele dagen vooruit openbaar te maken. Zo o.a. voor de „Coronation Day” (Dinsdag 2 Juni 1953). Vrijdag werd de verwachting uitgegeven voor die dag. De inhoud luidde, in het kort samengevat: „regenachtig”. De gehele wereld kon er via radio en film getuige van zijn, hoe deze weersverwachting op middelbare termijn (voorspellingsperiode van 2 tot 7 dagen) een volledig succes werd.

De intensieve bestudering van de methoden op het gebied der weersverwachtingen op lange termijn



tijdens en vlak na de Tweede Wereldoorlog heeft geleid tot het in wetenschappelijke kringen algemeen aanvaarde inzicht, dat Groot Brittannië een te ongunstige geografische positie heeft om met de huidige methoden tot een betrouwbare weersverwachting op lange termijn te kunnen komen. Men is daarbij dan ook zo consequent om alle aandacht uitsluitend te schenken aan de weersverwachtingen op korte en middelbare termijn.

De methode van de regressieformules lijdt in Engeland schipbreuk, omdat de weersgesteldheid op de Britse eilanden van een te groot aantal factoren afhankelijk is. Alleen voor tropische gewesten en voor uitgestrekte continenten kan een regressievergelijking nuttige inlichtingen verschaffen.

De theorieën van Moeltanofskij en Pagawa mogen succesvol zijn voor een gebied met dergelijke afmetingen als het Russische, voor Groot Brittannië leidt toepassing van de Russische methoden tot zinloze resultaten.

7.3.8 Verenigde Staten



Tot ongeveer 1936 zijn slechts individuele pogingen gewaagd om betrouwbare weersverwachtingen op lange termijn mogelijk te maken. Daarna ging men het probleem aan de Universiteiten en op het Meteorologisch Instituut (Weather Bureau) groepsgewijs te lijf.

Onder de voorlopers kan men geleerden rekenen als Mc Ewen, Abbot en Clayton. Mc Ewen was hoogleraar in de natuurkundige oceanografie in Californië. Hij gaf van 1916 tot 1941 elk jaar

verwachtingen uit voor de winterneerslag in het kustgebied van Zuid-Californië. De directies van verscheidene waterkrachtcentrales hadden belang bij het onderzoek. Dank zij hun financiële bijdragen kon in 1928 nog een natuurkundige zich geheel aan de navorsingen op dit gebied wijden. Al spoedig achtten de geleerden zich in staat ook maandelijks lucht- en watertemperaturen drie maanden vooruit te voorspellen.

Het herhaalde falen van de neerslagprognosen in 1929–1930 bracht de directies der waterkrachtcentrales er echter toe, hun steun te verminderen en tenslotte in 1933 geheel in te trekken.

Zodoende stond Mc Ewen weer alleen voor de zware taak. Als voorbeeld van zijn activiteiten geven we de in Juni 1936 bekend gemaakte verwachtingen. „San Diego: 1° F te warm van Juni tot en met Augustus;



Santa Ana: ongeveer normale temperatuur van Juni tot en met Augustus; Riverside: de drie maanden worden 1° tot 3° F te warm, de grootste afwijking geeft Augustus". In werkelijkheid werd de zomer in San Diego 2.0° F te warm en in Santa Ana 3.1° F te warm. In Riverside was Juni 2.3° F, Juli 2.2° F en Augustus 1.4° F te warm.

De objectieve criticus zou weinig waarde aan de voorspellingen hechten, maar Prof. Mc Ewen noemt ze goed geslaagd. Het is waarschijnlijk dit gebrek aan zelfkritiek, dat Mc Ewen in staat stelde, het geloof in eigen capaciteiten te behouden.

Een andere voorloper, Dr C. G. Abbot, heeft zich het meest verdienstelijk gemaakt op het gebied van de zonnestraling. Met eigen instrumenten mat hij deze straling sinds 1905. In de lange reeks van dagelijkse waarnemingen ontdekte Abbot periodiciteiten van allerlei lengten. Corresponderende golven vond hij in enige meteorologische grootheden, nl. een periode voor 27.0074 dag (nauwkeurig tot op 9 seconden!) in de neerslag te Washington en een periode van 6.6585 dag in de temperatuur te New York en te Washington. Reeds 20 jaar lang publiceert Dr Abbot in December, welke dagen van het volgende jaar meer kans op regen en op lage temperaturen hebben dan de overige (z.g. voorkeursdagen). Volgens de beweringen van Abbot zelf heeft alleen 1952 niet aan de verwachtingen voldaan, maar de meteorologen van het Weather Bureau hebben kunnen aantonen, dat Abbot's grondslag ondeugdelijk is. Ondanks de uiterst strenge veiligheidsmaatregelen van de Amerikaanse overheid mocht Abbot zijn voorspellingen openlijk publiceren tijdens de Tweede Wereldoorlog. Dit betekent, dat de autoriteiten geen waarde hechtten aan deze prognosen.

De derde voorloper, die we zullen noemen, is Henry Helm Clayton (1861–1946). Zijn naam zal in de meteorologische wetenschap onvergetelijk blijven, omdat hij enkele omvangrijke delen samengesteld heeft, waarin klimatologische waarnemingen van over de gehele wereld verspreide stations op overzichtelijke wijze gerangschikt staan. Op het gebied van de weersverwachtingen op lange termijn was hij minder gelukkig. Van 1896–1897 publiceerde hij voorspellingen voor 7 dagen, gebaseerd op de methode der periodiciteiten. Van 1910–1919 was hij hoofd van de Argentijnse Meteorologische Dienst. Daar gebruikte hij

de schommelingen in de zonnestraling als grondslag voor zijn verwachtingen, zonder blijvend succes echter. In 1919 keerde Clayton naar de Verenigde Staten terug, waar hij een privé weerdienst stichtte. Aan het eind van de maand berekende hij de verwachte temperatuurafwijkingen voor de volgende maand. Prognosen voor een week werden op dezelfde wijze opgesteld. Hiermede was hij in de regel 10 dagen voor het begin van het voorspellingstijdvak gereed. In Mei 1932 verzond hij aan zijn cliëntèle de verwachte Juni-temperaturen van de jaren 1932, 1933, 1934 en 1935 voor de stad New Haven (bij New York). De betrouwbaarheid van zijn prognosen liet veel te wensen over.

Bij het begin van de Tweede Wereldoorlog verbood de Amerikaanse regering alle privé weerdiensten, maar het vertrouwen in Clayton's bekwaamheid was blijkbaar toch nog zo groot, dat het Weather Bureau hem in 1943 verzocht zijn onderzoeken voort te zetten. Hierbij kreeg hij de hulp van een aantal statistici van het Weather Bureau.

De rampzalige droogte van 1934 in de Verenigde Staten wekte in landbouwkringen grote bezorgdheid. De wens om dergelijke katastrofen te vermijden leidde in 1935 tot de Bankhead-Jones wet. Deze stelde aan het Departement van Landbouw belangrijke fondsen ter beschikking met het doel „onderzoekingen te verrichten over de wetenschappelijke wetten en principes, waarmee de meest fundamentele problemen in de landbouw (beschouwd in de ruimste zin des woords) opgelost zouden kunnen worden”. Tot die problemen rekende men ook de weersverwachtingen op lange termijn.

In Februari 1936 werd door de Amerikaanse minister van Landbouw, Wallace, een commissie geïnstalleerd, bestaande uit de bekwaamste meteorologen, die in de Verenigde Staten aanwezig waren.

De commissie kreeg een driedelige taak, nl.:

1. een beschrijving van de verschillende methoden op het gebied der weersverwachtingen op lange termijn, die enige wetenschappelijke waarde zouden blijken te bezitten,
2. een kritische beschouwing van deze methoden (o.a. toetsing van de verwachtingen, statistische waarschijnlijkheid van de formules, betrouwbaarheid van de fysische grondslagen) en
3. de publicatie van een uitvoerig rapport, waarin:
 - a. de vorige punten behandeld worden, en
 - b. aanbevelingen gedaan worden over de te volgen koers van toekomstige onderzoekingen.

Het was de bedoeling, dat deze gemeenschappelijke studie in de zomermaanden van 1937 gereed zou komen, zodat dan reeds met vereende krachten aan het nieuwe onderzoek begonnen kon worden. De studie stond onder de tweehoofdige leiding van Dr C. F. Brooks van de Harvard Universiteit, Boston (ten Noorden van New York) en de Zweedse Professor Dr C. G. Rossby van het Massachusetts Institute of Technology, eveneens te Boston.

Pas in Mei 1939 was het uitvoerige rapport persklaar. In April 1940 verscheen het in gedrukte vorm, 130 pagina's groot. Daarin werden achtereenvolgens besproken: het werk van Sir Gilbert Walker c.s. in India, het ijs in het Noordpoolgebied als meteorologische factor, temperatuurschommelingen in de Noordatlantische Oceaan en in de atmosfeer, de methoden van Professor McEwen in Californië, het werk van Baur, van Moeltanofskij, van Abbot en van Clayton. Alleen de methoden van Walker, Baur en Moeltanofskij slaagden voor het kritische examen met als uitslag: juist voldoende. Richtlijnen voor het toekomstige onderzoek zijn nauwelijks aanwezig, zodat het rapport niet volledig aan het gestelde doel beantwoord heeft.

Intussen droegen twee nieuwe factoren er toe bij, dat de achterstand van de Verenigde Staten ten opzichte van Duitsland en Rusland afnam op het gebied der weersverwachtingen op lange termijn, eerst langzamerhand, daarna stormachtig.

De eerste factor was de publicatie in het begin van 1939 van een artikel van Rossby en zijn medewerkers, getiteld: „De betrekking tussen veranderingen in de intensiteit van de zonale circulatie in de atmosfeer en de verplaatsingen van de semi-permanente actiecentra”. Dit werk is de grondslag geworden voor de latere officiële Amerikaanse weersverwachtingen voor vijf dagen en voor een maand. In 7.2.6 is deze methode in het kort weergegeven. Ze leent zich niet voor een uitvoerige samenvatting, laat staan voor een volledige beschrijving.

De tweede stimulerende factor is het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog geweest. Nu worden er plotseling voldoende gelden beschikbaar gesteld om de meest begaafde studenten reeds tijdens het verblijf op de Universiteiten aan meteorologische problemen te zetten en ze bij het verlaten van de hogeschool naar de meteorologische centra te trekken. Kostbare instrumenten zijn op het gebied der weersverwachtingen op lange termijn niet nodig, hoofdzaak is het in dienst stellen van vele bekwame geleerden.

Na de Japanse overval op Pearl Harbour vroegen de militaire autoriteiten om een vijftal verwachtingen op lange termijn, nl. voor:

1. de neerslag tijdens de zomerwoesson in Birma,
2. de wintertemperatuur en -neerslag in Noordwest-Europa,
3. de zomerneerslag in Japan,
4. de neerslaghoeveelheid op bepaalde punten in Nederlands Oost-Indië en op Formosa gedurende de maanden van Augustus tot November, en
5. de neerslaghoeveelheid in Zuid-Italië en de Franse Middellandse Zeekust tijdens de maanden Juli en Augustus.

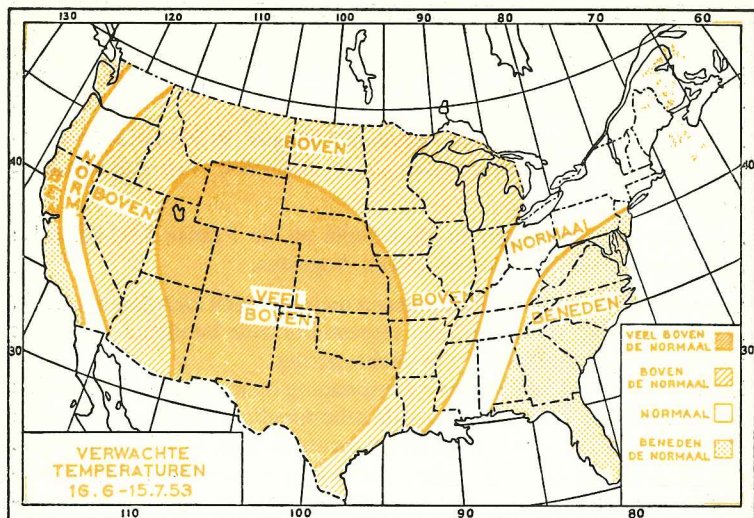
In Januari 1943 zette een kleine groep meteorologen zich aan het werk. Wel werd er voor elk gebied een regressieformule berekend, maar het vertrouwen in de geldigheid was slechts gering.

Nog een voorbeeld van de oorlogsinspanning op meteorologisch gebied is het uitgebreide onderzoek naar de schommelingen in de Golfstroom als gedeeltelijke verklaring van de temperatuurvariaties in West-Europa. Men ging uit van de – niet geheel correcte – onderstelling: hoe krachtiger de wind in de omgeving van de Golfstroom, hoe groter het watertransport. Statistische berekeningen deden vermoeden, dat er verband bestond tussen de windsterkte en de temperatuur, vijf of zes maanden later. De betrekking was echter te zwak om als basis te dienen voor weersverwachtingen op lange termijn.

Een ander punt van uitgang was de op zichzelf zeer plausible veronderstelling, dat de uitgestrektheid van het ijs in de Poolzeeën van invloed moest zijn op de neerslag en temperatuur in Europa. Ondanks de vele gevallen, die in strijd waren met deze hypothese, ging men toch over tot een voorspelling voor een aantal Europese stations voor het tijdvak van 1 October tot 31 December 1944. In het algemeen was het resultaat zo bedroevend, dat men in 1945 het werk aan dit onderdeel stopzette.

Het laatste specifieke oorlogsobject, dat we in dit boekje zullen behandelen, is het onderzoek naar de persistentie in de maandelijkse temperatuurgemiddelden en neerslaghoeveelheden. Reeksen van 100 jaren van de temperaturen te Londen, Rome, New Haven en St. Louis en van de neerslag te Rome werden aan een correlatie-berekening onderworpen. Betrekkelijk nauwe relaties vonden de Amerikanen tussen de temperaturen van *a.* Juni en Juli, *b.* Juli en Augustus te Londen.

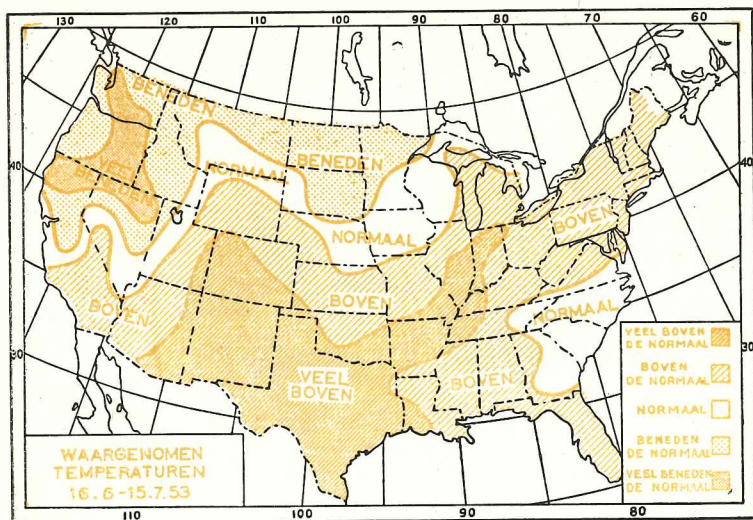
Men maakte er gebruik van om de temperatuur te Londen tijdens de zomermaanden te voorspellen. Het succes was redelijk. Van de overige correlatiecoëfficiënten, die de meteorologen in Washington als reëel



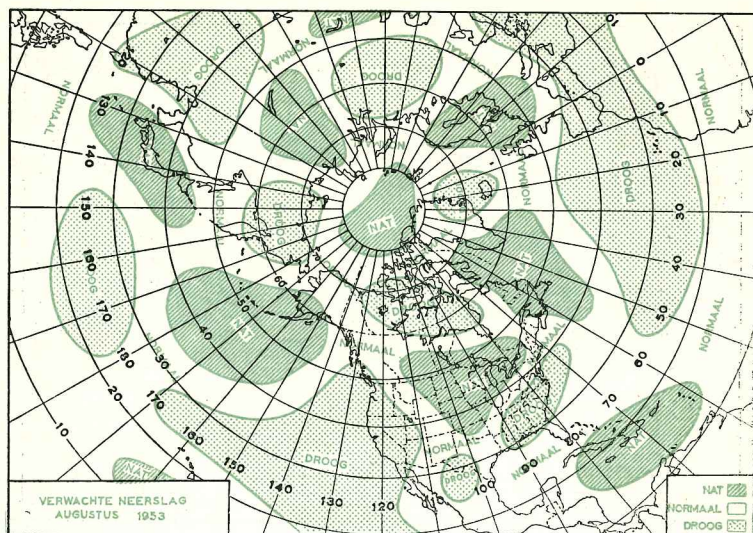
beschouwden, kon schrijver dezes in het Gedenkboek (Eeuwfeest K.N.M.I.) aantonen, dat ze in werkelijkheid elke realiteit missen.

Het zal geen verwondering wekken, dat de eerste prognosen voor vijf dagen in Boston, door het Massachusetts Institute of Technology (MIT), samengesteld zijn. H. C. Willett, een leerling van Prof. Rossby en later ook hoogleraar aan het MIT, kreeg de leiding van dit project. Tijdens de oorlog ontstond de noodzaak om de krachten te bundelen. Zo vertrok in 1941 een aantal medewerkers van het MIT naar het Weather Bureau in Washington. Hier zwaaide Jerome Namias de scepter over de afdeling Extended Forecasting (weersverwachtingen op middelbare en lange termijn). Voor het gebied der Verenigde Staten werden elke Dinsdag en Vrijdag weersvoorspellingen voor de komende vijf dagen opgesteld.

In Maart 1942 begon Namias met maandverwachtingen bij wijze van proef. Begin 1947 dacht men, dit experimentele stadium te kunnen verlaten, zodat men besloot, de voorspellingen in pamflet-vorm te laten drukken. Na enkele onbetekenende wijzigingen te hebben ondergaan, heeft het pamflet tegenwoordig (1953, zevende jaargang) de volgende inhoud.



Op blz. 1 wordt in circa acht regels de verwachting („outlook”) voor de komende maand gegeven: er staat in, welke gebieden van de Verenigde Staten gemiddeld te koud, te warm, te droog of te nat zullen worden. Deze „outlook” is een beschrijving in woorden van de daaronder staande twee kaartjes van de Verenigde Staten. Op de linkerkaart staan de verwachte temperaturen volgens een speciale methode aangegeven. De temperaturen zijn voor elk klimatologisch station in vijf categorieën ingedeeld: veel boven de normaal, boven de normaal, normaal, beneden de normaal en veel beneden de normaal. De grenzen tussen deze vijf klassen zijn voor elk der 12 maanden op grond van lange klimatologische reeksen zodanig vastgesteld, dat een willekeurige maand 12.5% kans om in de warmste of in de koudste categorie en 25% kans om in een der middelste drie klassen te vallen heeft. De gebieden, waarvoor men een gelijksoortige temperatuurafwijking verwacht, worden op gelijke wijze gearceerd (voorbeeld op blz. 118). Op het rechterkaartje staan de verwachte neerslaghoeveelheden aangegeven volgens dezelfde arceringsmethode. Daartoe zijn de maandelijke neerslagafwijkingen in drie groepen verdeeld: droog, normaal en nat. Een willekeurige maand heeft evenveel kans (dus = 1/3) om in een dezer neerslagcategorieën ingedeeld te worden.



Neerslag op het noordelijk halfrond, verwacht voor Augustus 1953

Het onderste gedeelte van blz. 1 bevat aanwijzingen over het gebruik van de verwachtingen voor 30 dagen. Er staat o.a.: „Dank zij de inspanningen van vele meteorologen in de laatste tien jaren kan het Weather Bureau nu algemene temperatuur- en neerslagvoorspellingen voor 30 dagen geven, die tot nog toe een bescheiden succes opgeleverd hebben. De gebruikte methoden zijn echter niet voldoende ontwikkeld om de afzonderlijke bijzonderheden van het weer voor meer dan een paar dagen vooruit te bepalen”. Met nadruk wordt er op gewezen, dat men geen blind vertrouwen in de verwachtingen mag stellen.

Op blz. 2 bevindt zich bovenaan een kaart voor het noordelijk halfrond, waarop de gemiddelde luchtstroming op 3 km hoogte voor de afgelopen maand aangegeven is. Daaronder staan twee kaartjes van de Verenigde Staten met de temperatuurafwijkingen (in vijf klassen) en de neerslagafwijkingen (in drie klassen), die in de afgelopen maand waargenomen zijn. De kaarten van deze bladzijde kunnen dienst doen bij het toetsen van de voorspellingen, die voor de betreffende maand uitgegeven zijn (voorbeeld op blz. 119).

Op blz. 3 bevinden zich drie kaarten van het noordelijk halfrond.

Daarop staan aangegeven de voor de komende 30 dagen voorspelde:

1. gemiddelde luchtstroming op 3 km hoogte (benevens de banen, die de hoge- en lagedrukgebieden vermoedelijk het meest zullen volgen);
2. gemiddelde temperaturen (volgens de bekende vijf klassen), en
3. totale neerslaghoeveelheden (volgens de bekende drie klassen).

Als een recent voorbeeld van het laatste geval bestudere men de op blz. 120 gegeven afbeelding.

Tenslotte bevat blz. 4 twee kaarten van de Verenigde Staten, waarop voor 148 stations de normale waarden en de grenzen van de 3 of 5 categorieën van de neerslag en temperatuur vermeld staan. Dit is vooral ten gerieve van de gebruikers in de Verenigde Staten.

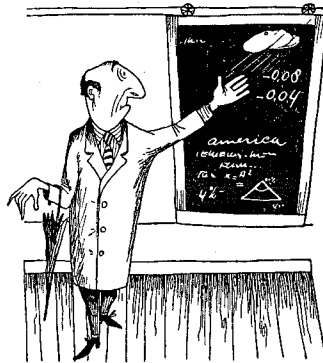
De prijs voor toezending is \$ 4.80 per jaar (bijna f 20,—). Pamfletten van de beschreven inhoud verschijnen op de 1ste en op de 15de van elke maand.

Tot October 1952 stond in het midden van de voorspellingskaarten: „Not for publication” (mag niet gepubliceerd worden). Blijkbaar achtte men de betrouwbaarheid nadien zo groot geworden, dat deze beperking verdwijnen kon.

Namias, die verantwoordelijk is voor de uitgave van de maandverwachtingen, maakte in 1951 de toetsingsresultaten van zijn voorspellingen bekend. Hij had op dat tijdstip de beschikking over de gegevens van vijf volledige jaren, dus van twintig seizoenen. Ter vergelijking van de voorspelde en opgetreden luchtstromingen op 3 km hoogte werden correlatiecoëfficiënten berekend. Voor Noord-Amerika waren de seizoengemiddelden van de coëfficiënten in 19 van de 20 gevallen positief. Waren de verwachtingsmethoden waardeloos, dan zou slechts de helft der seizoenen een positief resultaat opgeleverd hebben. De voorspelde temperatuurafwijkingen bleken in 19 van de 20 seizoenen beter te zijn dan voorspellingen op grond van alleen klimatologische waarden. Dit gold voor het totaal van 100 stations in de Verenigde Staten. De maandelijkse neerslagafwijkingen werden op analoge wijze vergeleken. De conclusie van de toetsing was, dat Namias' medewerkers het voor de neerslag in 17 van de 20 seizoenen beter deden dan de klimatologen het gekund zouden hebben. Dit minder duidelijke succes bij de neerslag is niet verwonderlijk, daar het reeds lang bekend was, dat neerslagverwachtingen grotere moeilijkheden geven dan temperatuurvoorspellingen.

De bibliotheek van het K.N.M.I. te De Bilt ontvangt de Amerikaanse publicaties op een onregelmatige wijze. Zij is nu in het bezit van 38 maandverwachtingen, nl. 3 uit 1949, 9 uit 1950, 6 uit 1951, 11 uit 1952 en 9 uit 1953. Schrijver dezès heeft daaruit de temperatuur- en neerslagvoorspellingen voor Nederland vergeleken met de waargenomen grootheden. Een volledige beschrijving van dit onderzoek zou te veel ruimte eisen. Als karakteristiek voorbeeld zij vermeld, dat van de vijf als te droog voorspelde maanden er één droog, één normaal en drie nat werden. Ook voor de temperatuur waren de voorspellingen verre van ideaal. Dit blijkt uit een waarderingscijfer, dat volgens een bepaalde methode uit de gegevens van alle 38 maanden berekend wordt. Is dit cijfer 1, dan zijn alle verwachtingen feilloos geslaagd. Bij volkomen willekeurig raden wordt men beloond met het cijfer, waarop men recht heeft, nl. 0.

De Amerikanen verkregen voor de neerslag het cijfer -0.08 , voor de temperatuur -0.04 . Zij deden het dus nog slechter dan iemand, die er in de letterlijke zin des woords „met de pet naar gooit”. Opgemerkt moet echter worden, dat mogelijk juist deze 38 maanden voor Namias c.s. toevallig ongelukkig verlopen zijn. Het is wel waarschijnlijk, dat de weersvoorspellers op lange termijn in Washington een beter cijfer bereiken, wanneer de resultaten over een langer tijdvak berekend zijn. Maar het is vrijwel zeker, dat het ware waarderingscijfer dichter bij de 0 (nul) van onmacht ligt dan bij de 1 (een) van volmaaktheid.

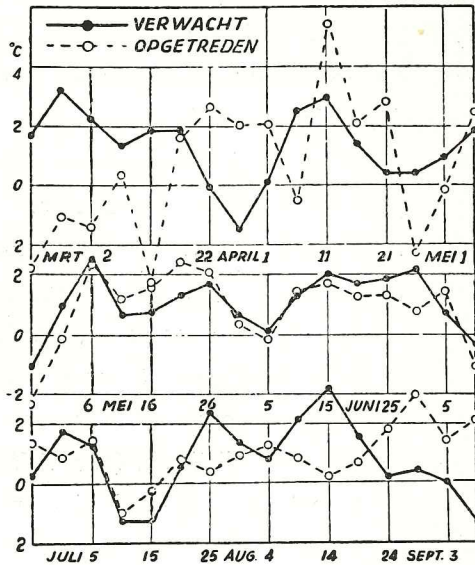


7.3.9 Japan



In het tijdvak, dat tussen de Eerste en de Tweede Wereldoorlog ligt, werden enkele bescheiden pogingen gedaan om tot betrouwbare methoden voor de weersverwachtingen op lange termijn te komen. Eerst tijdens de laatste oorlog werden de inspanningen belangrijk vergroot. Na 1945 verschenen publicaties over de grondslagen in de Japanse meteorologische literatuur. Vooral de methode der periodiciteiten bleek veel gebruikt te zijn.

In April 1953 werden de resultaten bekend gemaakt van een reeks seizoenvoorspellingen, die bij wijze van experiment vanaf het najaar 1951 uitgegeven waren. De werkwijze was deze: eerst werden gemiddelde temperatuur- en drukafwijkingen in voorafgaande tijdvakken van vijf dagen berekend voor verscheidene stations. Daarna werden deze afwijkingen geëxtrapoleerd met behulp van periodiciteiten van 25, 35, 45 en 65 dagen. In het onderzoek werden de 140 dagen betrokken, die onmiddellijk voorafgingen aan de eerste dag van het 80 dagen tellende verwachtingstijdvak. Later ontdekten de Japanners, dat de periode van 20 dagen ook belangrijk was en dus werd deze bij de voorspellingswerkzaamheden ingeschakeld. Voor de 9 maanden Februari tot October 1952 werd het slagingspercentage berekend; dit was voor de temperatuur ongeveer 70, voor de druk echter weinig meer dan 50. De verwachtingen voor de neerslag gaven geheel onbevredigende resultaten.



Temperatuurafwijkingen Tokio 1952

UIT het voorafgaande is wel voldoende duidelijk gebleken, dat het vraagstuk der weersverwachtingen op lange termijn gerekend moet worden tot de ondankbare problemen. Ondankbaar, omdat het, niettegenstaande de druk van eeuwenlange onderzoeken, slechts weinig heeft prijsgegeven van zijn karakteristieke gecompliceerdheid. Deze ingewikkeldheid verklaart het betrekkelijk falen van de bekwaamste meteorologen, die zich op dit moeilijke terrein gewaagd hebben. Andere in het oog springende eigenschappen van het probleem zijn:

- 1) de ouderdom (minstens 50 eeuwen oud),
- 2) de belangrijkheid (niet alleen voor de minder ontwikkelde gebieden), weerspiegeld in
- 3) de relatief ruime middelen, die beschikbaar gesteld worden ten behoeve van het wetenschappelijk onderzoek en
- 4) de onzekerheid, in hoeverre het vraagstuk opgelost zal kunnen worden.

Weersverwachtingen voor gehele maanden en seizoenen, gebaseerd op wetenschappelijke onderzoeken, worden heden ten dage regelmatig gepubliceerd in Washington (voor het grootste gedeelte van het noordelijk halfrond), in Moskou (voor de Sovjet-Unie), in Parijs (voor geheel Frankrijk), in Bad Kissingen (voor West-Duitsland) en in Freiburg (voor Zuidwest-Duitsland). In India geeft men neerslagverwachtingen uit voor bepaalde seizoenen. Het succes is over het geheel genomen matig, doch er bestaat geen enkele aanleiding, de omvang van het onder-

en slotwoord

zoek in te perken. Integendeel, er is eerder reden om de pogingen met vergrote kracht voort te zetten.

Vanzelf dringt zich de gedachte naar voren naar een West-Europees instituut voor weersverwachtingen op lange termijn. Moge het voor Nederland gegeven zijn, hierin een leidende rol te spelen!

Het is interessant, aan het slot van onze beschouwingen gewag te maken van de pogingen om kunstmatige regen te veroorzaken. Inderdaad mag de mogelijkheid niet uitgesloten geacht worden, dat de menselijke beïnvloeding van het weer over enkele tientallen jaren praktisch verwezenlijkbaar is. De spaarzaam gelukte pogingen van nu om regen op kunstmatige wijze te verwekken zijn evenwel een aanduiding, dat het probleem van de weersbeïnvloeding nog verre verwijderd is van zijn oplossing. Het zou wel een groteske ironie van het lot zijn, wanneer de definitieve oplossing van het vraagstuk der weersverwachtingen op lange termijn vrij spoedig gevolgd zou worden door de oplossing van het probleem der kunstmatige weersbeïnvloeding. Immers, wanneer de mens het weer naar zijn hand kan stellen, is het vooruitberekenen van het natuurlijke, onbeïnvloede weer geheel overbodig geworden.

Deze bespiegelingen hebben echter generlei betrekking tot de naaste toekomst, zodat voorlopig niet gevreesd behoeft te worden, dat de bestudering van het ene probleem nadelen opwerpt voor het onderzoek van het andere.

LITERATUUR

Onderstaande werken vertegenwoordigen slechts een bescheiden keuze uit de rijke literatuur, die zich in de loop van de laatste honderd jaren gevormd heeft. Geschriften met een uitvoerige bibliografische opsomming zijn bij voorkeur in deze lijst opgenomen.

N.B. Het getal voor de naam van een tijdschrift geeft het volumenummer aan, getallen er na de begin- en eindbladzijde van het artikel.

HOOFDSTUK 1—6

- | | | |
|----------------|------|--|
| G. HELLMANN | 1895 | Meteorologische Volksbücher. Ein Beitrag zur Geschichte der Meteorologie und zur Kulturgeschichte 2. Aufl., Berlin |
| N. SHAW | 1926 | Manual of Meteorology I (Hoofdstukken 1, 4, 5, 7) Cambridge University Press |
| D. VAN DANTZIG | 1952 | Voorspellingen en profetieën 6 Statistica 195—209 |

HOOFDSTUK 7

INDIA

- | | | |
|---------------|---------|--|
| G. T. WALKER | 1910—24 | Correlations in seasonal variations of weather, parts 1—10
20—24 Memoirs of the Indian Meteorological Department |
| S. K. BANERJI | 1950 | Methods of foreshadowing monsoon and winter rainfall in India
1 Indian Journal of Meteorology and Geophysics 4—14 |

INDONESIË

- | | | |
|--|---------|---|
| C. BRAAK, H. P. BERLAGE,
H. J. DE BOER, W. EUWE,
J. J. M. REESINCK | 1919—52 | Verhandelingen No. 5, 20, 26, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 38, 39, 44 van het Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia |
|--|---------|---|

SOVJET-UNIE

- | | | |
|----------|------|--|
| W. WIESE | 1924 | Polareis und atmosphärische Schwankungen
6 Geografiska Annaler 273—99 |
|----------|------|--|

- S. T. PAGAWA 1940 Basic principles of the synoptic method of long-range forecasting Leningrad, Moskou (in het Russisch)
- B. NEIS 1949 Die synoptische Methode der Langfristprognose der Schule B. Multanovsky 3 Zeitschrift für Meteorologie 304—9 en 329—35
- V. MIRONOVITCH 1951 Principes essentiels de la méthode Moultanovski de prévision à longue échéance La Météorologie 197—220

DUITSLAND

- L. WEICKMANN 1924 Wellen im Luftmeer S. Hirzel, Leipzig
- F. BAUR 1927 Zusammenhänge des Witterungscharakters des März in Deutschland mit der gleichzeitigen und der vorausgegangenen Luftdruckverteilung 18 Gerlands Beiträge zur Geophysik 225—46 en 361—78
- G. POGADE 1936 Die wissenschaftlichen Grundlagen der Baurischen Zehntage-Vorhersagen 65 Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 257—64
- F. BAUR 1948 Einführung in die Grosswetterkunde Dieterich'sche Verlag, Wiesbaden
- H. VON RUDLOFF und H. TRENKLE 1950 Beiträge zur langfristigen Witterungsvorhersage Abhandlungen des Badischen Landeswetterdienstes 3—76
- L. WEICKMANN 1952 Periodische Wiederkehr als Grundlage der Prognose Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone, No. 15

NEDERLAND

- S. W. VISSER 1946 Weersverwachtingen op lange termijn in Nederland K.N.M.I., Mededelingen en Verhandelingen, No. 51
- W. VAN DER BIJL 1952 Toepassing van statistische methoden in de klimatologie K.N.M.I., Mededelingen en Verhandelingen, No. 58

FRANKRIJK

BUREAU DES LONGITUDES 1952 Annuaire pour l'an 1953, blz 218

GROOT BRITTANNIË

- C. E. P. BROOKS and W. A. QUENNEL 1928 The influence of Arctic ice on the subsequent distribution of pressure over the Eastern North Atlantic and Western Europe
Geophysical Memoirs, Meteorological Office, London, No. 41
- I. I. SCHELL 1952 On the role of the ice off Iceland in the decadal air temperature of Iceland, and some other areas
18 Journal de Conseil international pour l'exploration de la mer, Copenhague 11—36
- H. H. LAMB 1953 British weather around the year
8 Weather 131—6
- J. M. STAGG 1953 Review of methods of long-range forecasting with particular reference to the British Isles
82 Meteorological Magazine 225—32

VERENIGDE STATEN

- L. H. BEAN 1936 Weather and crop research under Bankhead—Jones Fund: progress report
17 Bulletin of the American Meteorological Society 188—92
- G. P. CRESSMANN 1948 On the forecasting of long waves in the upper westerlies
5 Journal of Meteorology 44—57
- DEPARTMENT OF COMMERCE 1948 World War II History of the Department of Commerce
Part 10 U.S. Weather Bureau
- AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY 1951 Compendium of Meteorology

JAPAN

- K. TAKAHASHI C.S. 1953 Studies on seasonal weather forecasting III — Verification of an experimental seasonal weather forecast
4 Papers in Meteorology and Geophysics 1—16

ILLUSTRATIES A. P. VAN RIEL

31463 - '53 (9500)