

1e.00

Wat IS en wat DOET 't K.N.M.I.



Meteor. Instituut

I.....
r.....
59.....

INSTITUUT

II. n. 159

5.

100.

17 JAN. 1968

1e

KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT

W A T I S E N W A T D O E T

H E T K. N. M. I. ?

551.5:06

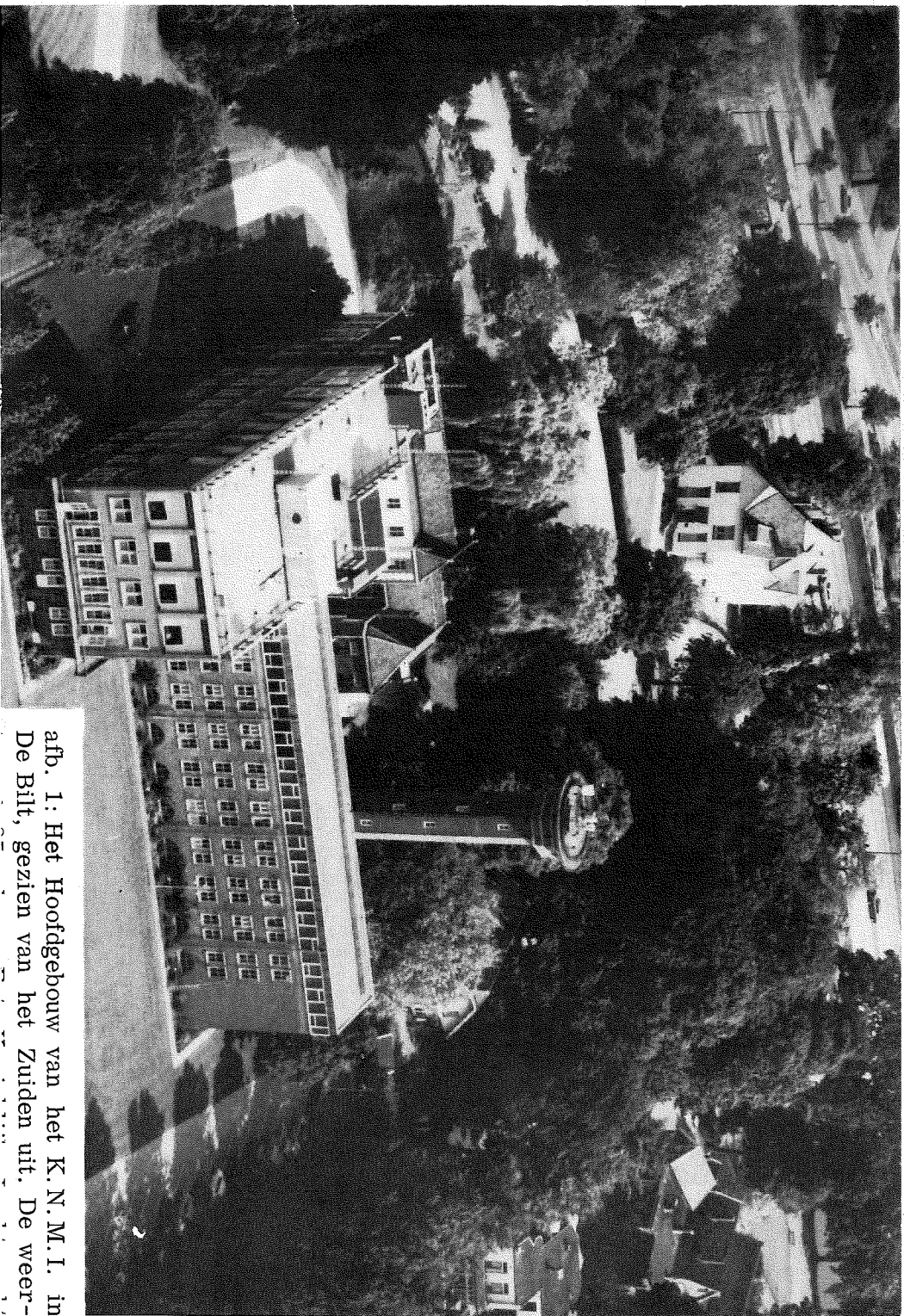
DE BILT

1966

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

II, n. 159.

PUBLIKATIE : K. N. M. I. 148



afb. 1: Het Hoofdgebouw van het K. N. M. I. in De Bilt, gezien van het Zuiden uit. De weer-

Ten geleide.

Vrijwel iedereen in ons land heeft bij zijn doen en laten met het weer te maken. De één meer, de ander minder. Onze grote belangstelling voor het weer -en vooral voor de weersverwachting- is dan ook niet verwonderlijk. En wie weersverwachting zegt, zegt in dezelfde ademtocht: "Het K.N.M.I. in De Bilt". Doch wat velen niet beseffen, is dat het terrein van dit Instituut veel meer omvat, dan de bestudering van het dagelijkse weer alleen.

Dank zij pers, radio en televisie komen grote instellingen en bedrijven méér en méér onder ieders aandacht. Zo zeer, dat slechts enkele letters ter afkorting een voor iedereen duidelijke taal spreken.

Wie kent niet de betekenis van afkortingen als: K.L.M., P.T.T., N. T. S., T. V., N. S., K. N. M. I., en nog vele andere.

Mede door het onderwijs worden wij er al jong vertrouwd mee gemaakt. Maar dit brengt de laatste jaren ook met zich mee dat steeds vaker aan leerlingen van de hoogste klassen van de lagere scholen, van de eerste klassen van de Nijverheidsscholen en van de scholen voor voortgezet middelbaar onderwijs, de opdracht wordt gegeven over zo'n bedrijf, dienst of instelling een werkstuk te maken. Met het gevolg dat de jeugdige samenstellers beginnen met het verzamelen van materiaal. De aanvraag hiervan is op het K.N.M.I. langzamerhand zo overstelpend groot geworden dat daarin op de bestaande wijze moeilijk meer kan worden voorzien.

Om toch een antwoord te kunnen geven op de vele vragen die over het weer en over het K. N. M. I. gesteld worden, en tegemoet te komen aan het verzoek om toezending van foto's, kaarten en afbeeldingen is dit boekje door één van de medewerkers van het K. N. M. I., de hoofdmeteoroloog J. F. den Tonkelaar, samengesteld. Tekst en afbeeldingen zijn zoveel mogelijk gescheiden gehouden.

Bij de opzet is er tevens rekening mee gehouden dat het leerkrachten kan dienen als leidraad bij hun lessen over wat het K. N. M. I. is en wat het doet.

Van harte hoop ik dat dit boekje aan zijn doel zal beantwoorden en zal bijdragen tot meer begrip van de grote verscheidenheid van werkzaamheden van ons nationale instituut.

De Hoofddirecteur,

(M. W. F. Schregardus)

"DE WEERSVERWACHTING, medegedeeld door het KNMI in De Bilt, geldig tot morgenavond:

Nu en dan buien, waarvan sommige met onweer, maar ook zonnige perioden. Matige westelijke wind en koeler"

Een stroom van weersverwachtingen die we kunnen beluisteren door de radio, door de telefoon en voor een deel ook kunnen bekijken door de TV, verlaat elke dag het KNMI. Iedereen kent dan ook dit KNMI en velen weten wat die letters betekenen: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. Vooral dat derde woord, met die M, echt één om in een dictee te krijgen, geeft het KNMI zo'n gewichtige klank. Dat woord komt uit het (oude) Grieks. Vrij vertaald wil meteorologie zeggen: de leer van de verschijnselen die in de lucht voorkomen. Om enkele voorbeelden te noemen: wolken, onweer, regen, storm, mist, de regenboog en noem zelf maar op. Wat er allemaal op het KNMI wordt bestudeerd, hoe er wordt gewerkt en wat er met al die kennis wordt gedaan kun je lezen in dit boekje.

EERST EEN STUKJE GESCHIEDENIS.

Het KNMI is al meer dan honderd jaar oud. Het werd ingesteld door een besluit van Koning Willem III, op 31 januari 1854. Dat gebeurde, omdat Professor Buys Ballot een minister van de koning, Thorbecke, duidelijk had gemaakt dat het hoog tijd werd dat er ook in Nederland een instelling moest komen die weerkundige gegevens, als bijvoorbeeld metingen van de temperatuur, de luchtdruk en de windrichting zou gaan verzamelen, bestuderen en bekendmaken. Deze professor was er zelf al mee begonnen op 1 december 1848, in Utrecht, in een kasteeltje op de stadswal, Sonnenborgh geheten. Daar werkten ook de sterrekundigen. Toch zijn sterrekunde en weerkunde twee wetenschappen die ieder op zich zelf staan en dus weinig of niets met elkaar te maken hebben. De waarnemingen van Buys Ballot waren echter niet de eerste in Nederland. Meer dan honderd jaar dáárvoor was men in Zwanenburg, bij Halfweg, al begonnen met regelmatig de temperatuur van de lucht te meten, de luchtdruk af te lezen, en de regen af te tappen. Zo beschikken we thans al over aantekeningen van het weer van het jaar 1736 af

Aantekeningen dus, die berusten op metingen. Die kunnen weer vergeleken worden met de waarden die daarna, tot op heden, zijn gemeten.

Natuurlijk zijn er uit oude kronieken, jaarboeken van steden en dergelijke nog wel veel oudere beschrijvingen van het weer bekend; over strenge winters bijvoorbeeld. Maar toen werd er nog niet met instrumenten gemeten.

Het KNMI, met Prof. Buys Ballot tot 1890 als hoofddirecteur, bleef in Utrecht tot 1 mei 1897. Het was toen zo groot geworden en er was zoveel werk bij gekomen dat een groter gebouw nodig was. Dat vond men in De Bilt; een vroeger landhuis met een grote tuin erbij. Dat landhuis stond op de plaats waar een zekere abt Ludolfus al in het jaar 1125 een nonnenklooster had laten bouwen. Omdat deze nonnen witte gewaden droegen, heetten ze "de witte vrouwen". In één van de vele verhalen over dat klooster wordt verteld dat vlak er bij een heks woonde, die in de toekomst kon kijken. Is het misschien hierdoor dat de weerkundigen nu zo ingespannen trachten te ontdekken wat voor weer ons te wachten staat?

HOE GROOT IS HET KNMI?

Nadat de meteorologen (dat zijn de weerkundigen) in 1897 in De Bilt ondergebracht waren, kwamen er steeds meer mensen bij het KNMI werken. Er kwamen in de loop van de volgende jaren nieuwe taken bij, zoals bijv. de weervoorspelling voor land- en tuinbouw, voor de luchtvaart, voor de zeevaart en zo meer. Het gebouw werd meermalen vergroot en er kwamen "buitenstations" bij in andere plaatsen.

De grootste dienst buiten De Bilt is de afdeling Luchtvaartmeteorologie. In 1966 werkten er op de luchthaven Schiphol voor het KNMI al bijna 80 mensen. Naast Schiphol zijn er nog hoofdwaarnemingsstations in Den Helder, in Vlissingen, op het vliegveld Zuid-Limburg en op de luchthavens in Rotterdam en Eelde. Het werk in Den Helder en Vlissingen is niet in de eerste plaats bestemd voor de luchtvaart.

Ook is er nog een weerkundige dienst in Zierikzee vanwege de grote waterstaatswerken in het Deltagebied en een station in Wit-

teveen (Drente) voor het verrichten van magnetische waarnemingen, waarover meer wordt verteld aan het eind van dit boekje. Bij elkaar werkten er in 1966 ruim 450 mensen in dienst van het KNMI! Een veelgestelde vraag is: "Zijn die mensen nu allemaal nodig voor de weersverwachting? "Neen, natuurlijk niet, want er wordt immers nog heel veel ander werk op het KNMI gedaan, waar de mensen niet elke dag van horen. Laten we eens een rondwandeling maken door de gebouwen en kijken waar iedereen al zo mee bezig is.



afb. 2: Professor Buys Ballot, op wiens initiatief het K. N. M. I. op 31 januari 1854 werd opgericht.
Hij was er tot 1890 Hoofddirecteur van.

Foto K. N. M. I.

ALGEMENE WERKZAAMHEDEN

verricht op de afdeling

ALGEMENE ZAKEN.

We beginnen onze kennismaking bij de Hoofddirecteur. Hij wordt door de Kroon (dat wil zeggen door de Koningin) aangesteld om leiding te geven aan het KNMI, dat deel uitmaakt van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Natuurlijk heeft hij een groot aantal medewerkers. Deze helpen hem bij dat vele werk waarover we al spraken.

Zo komen er heel wat brieven binnen, die beantwoord moeten worden. En dat is niet altijd even eenvoudig. Een deel van die brieven komt van scholieren, die voor een werkstuk wat meer van het KNMI willen weten; er zijn ook vragen over de regenval in de droog te maken IJsselmeerpolders, over de zwaarste stormen die onze kust kunnen bedreigen - waarvoor sterke dijken moeten worden gebouwd - over perioden van grote droogte, over strenge winters, over vervuiling van de lucht, ja, over ontelbare problemen waar we in het dagelijkse leven mee te maken krijgen. Voor de behandeling, de beantwoording en het bewaren van die brieven met de antwoorden daarop is naast een staf van wetenschappelijk personeel ook een hele administratieve afdeling nodig met een groot archief. Daarin staat precies aangegeven wat er allemaal bewaard wordt.

Ook de personeelszaken, zoals de salarissen, het regelen van de vakanties (de mensen van het KNMI kunnen natuurlijk niet allemaal tegelijk op vakantie gaan), de regelingen die bij ziekte getroffen moeten worden, het in dienst nemen van nieuwe krachten, het vertrekken van oudere werknemers, al die dingen moeten worden behandeld.

Er is zelfs een kleine drukkerij waar bijvoorbeeld het "dagelijks weerbericht" wordt gedrukt. Dat zijn kaartjes met weergegevens van de afgelopen 24 uur, van ons land en ook van een groot gebied om ons heen. Daarnaast wordt er nog veel ander drukwerk verzorgd.

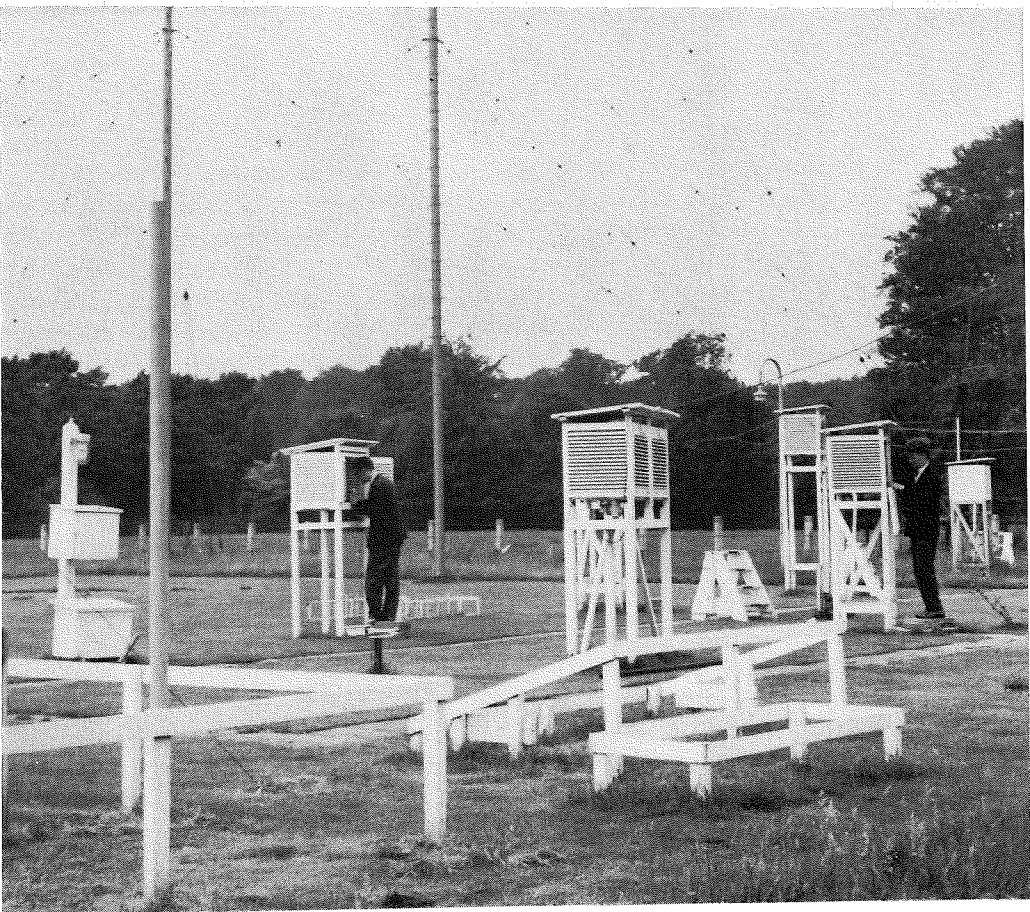
Bovendien is er een hele grote bibliotheek. Je begrijpt wel dat

er in ieder land heel wat over het weer wordt geschreven. In vaktijdschriften, in atlassen e. d. . Daar zijn vaak heel moeilijke boeken en artikelen bij, die je alleen na een lange studie van wiskunde en natuurkunde kunt begrijpen.

Omdat er heel wat instrumenten nodig zijn om iets van het weer te meten - denk maar eens aan de temperatuur, de wolkenhoogte, de windrichting en de luchtdruk - treffen we in het KNMI een grote werkplaats aan met een instrumentmakerij en verschillende vertrekken waar instrumenten kunnen worden ontworpen, beproefd en verbeterd. Veel moderne instrumenten zitten ingewikkeld en vernuftig in elkaar. Soms werken ze op dezelfde manier als een radio- of een televisietoestel. Je kunt aan verschillende instrumenten dan ook niet zo maar zien waar ze voor worden gebruikt.

Uit ons gehele land worden dagelijks veel waarnemingen die het weer beschrijven naar het KNMI gestuurd. Die komen voor een klein deel binnen met de post of per telefoon. De meeste berichten echter worden verstuurd per telex. In het volgende hoofdstuk wordt hier meer over verteld. Die waarnemingen worden allemaal bewaard. Ze worden niet meer opgetekend in grote dikke boeken, zoals vroeger het geval was, maar vastgelegd op "ponskaarten". Dat gebeurt ongeveer op dezelfde manier - door het uitslaan van gaatjes in de ponskaart op de plaats waar de getallen van het weer van die dag en van dat waarnemingsstation staan - als bijv. bij de PTT, waar je met behulp van een girokaart geld aan iemand kunt betalen.

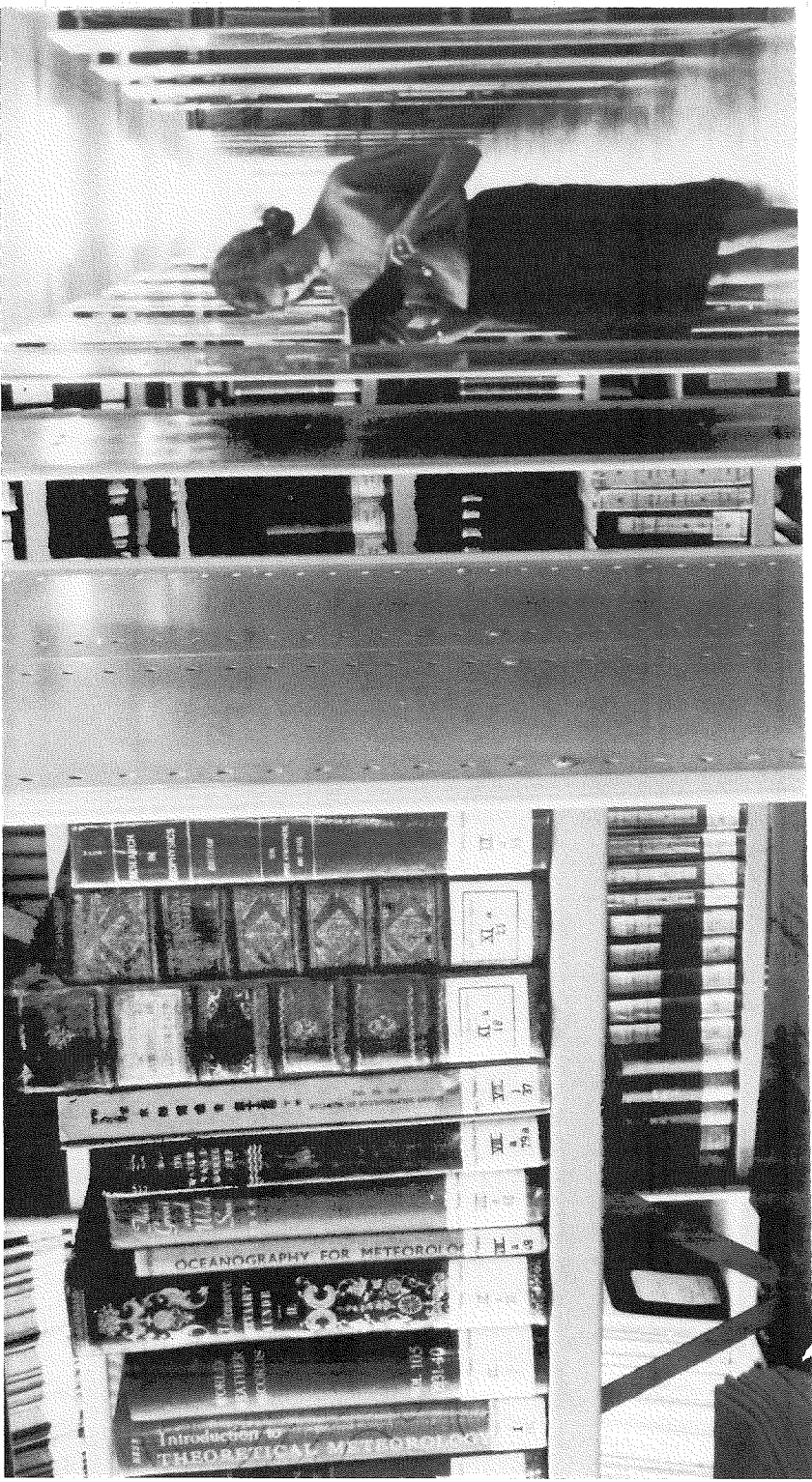
Als er nu iets over het weer van vroeger moet worden opgezocht, is het niet meer nodig om in boeken te gaan zitten bladeren, maar dan worden die kaarten in een grote en ingewikkelde machine gestopt, die er precies dat uithaalt wat hem opgedragen is. Die gegevens schrijft hij bovendien op. In 1966 was het weer uit vroeger jaren bij elkaar vastgelegd op - schrik niet - twee en dertig miljoen ponskaarten. En elk jaar komen er bijna één miljoen bij. Men begint daarom nu al om een groot deel van die gegevens vast te leggen op een magnetische band, op dezelfde wijze ongeveer als muziek op een band wordt opgenomen. Bij het opbergen hebben die magneetbandjes veel minder ruimte nodig dan al die ponskaarten.



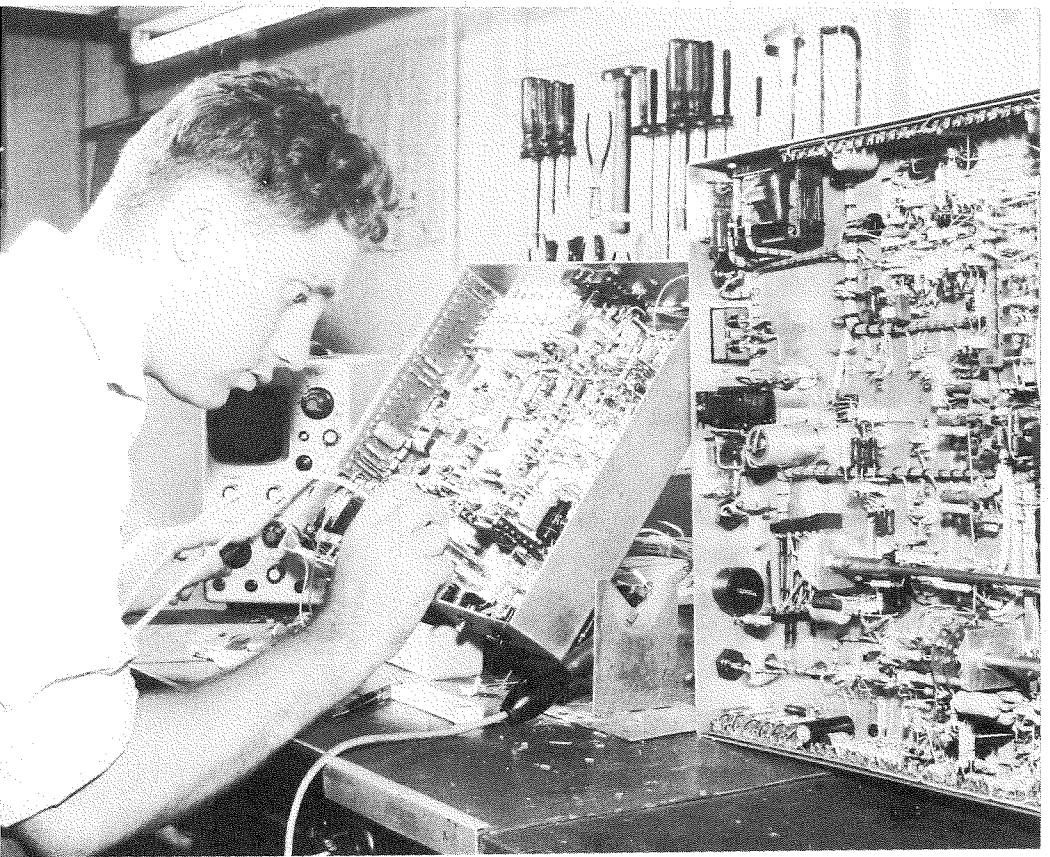
afb. 3: Deel van het waarnemingsterrein in De Bilt, waar men bezig is met het aflezen van de luchttemperatuur en de luchtvochtigheid. De thermometers en vochtigheidsmeters staan in waarnemingshutten opgesteld op ca. $1\frac{1}{2}$ m boven de grond. De openingen tussen de latten dienen om de lucht vrij te kunnen laten doorstromen. De opening is op het Noorden, om het binnendringen van de zonnestraling te beperken.

Een dubbel dak voorkomt dat de zonnewarmte de ruimte in het kastje warmer maakt dan de omringende buitenlucht.

Foto Min. v. Landb. en Viss. - afd. Voorlichting.



afb; 4: In de bibliotheek van het K. N. M. I. worden duizenden boeken en tijdschriften, toegezonden uit alle landen van de wereld, met artikelen over het weer, bewaard. Foto K. N. M. I.



afb. 5: Bij het K.N.M.I. worden instrumenten ontworpen, beproefd en verbeterd. Veel moderne instrumenten zitten minstens even ingewikkeld en vernuftig in elkaar als een radio of televisietoestel, zodat je er niet zo maar aan kunt zien waar ze voor worden gebruikt. Dit is een deel van een apparaat, waarmee een bepaald soort verontreiniging van de lucht wordt gemeten.

Foto Min. v. Landb. en Viss. - afd. Voorlichting



afb. 6: In een machine worden "ponskaarten" gestopt. Het aantal gaatjes dat hierin is uitgeslagen en de plaats waarop dit is gebeurd, vormen samen de "vastgelegde" waarnemingen van het weer. De machine "leest" deze waarnemingen bliksemsnel door en schrijft alleen datgene ervan op wat hem opgedragen wordt. Foto Min. v. Landb. en Viss. - afd. Voorlichting



DE WEERSVERWACHTING EN DE LUCHTVAARTWEERKUNDE

het werk van de afdeling

WEERDIENST EN LUCHTVAARTMETEOROLOGIE.

Eén ding vraag je je natuurlijk af: "Hoe kan men nu met al die waarnemingen van het weer van vroeger het weer van morgen voorspellen?". Het antwoord op deze vraag krijgen we, als we een kijkje gaan nemen op de afdeling Weerdienst en Luchtvaart-meteorologie.

In vele landen hebben mannen van de wetenschap al langer dan een eeuw bestudeerd hoe het weer op één plaats samenhangt met het weer in de omgeving van die plaats. Het weer in Amsterdam bijvoorbeeld, is nauw verbonden met het weer in de naaste omgeving en verder daarbuiten, dus ook met het weer in Haarlem, Utrecht of Rotterdam. Er kan niet in Amsterdam een ijzige noordoostenwind waaien als er op hetzelfde ogenblik in Utrecht een hittegolf heerst

Zo bestaat er zelfs een verband tussen het weer in Nederland en dat in Duitsland, Engeland, Frankrijk en in Scandinavië. Eerlijk gezegd: op het hele noordelijk en zuidelijk halfrond is het weer één groot raderwerk waarin alle tandwielen die erin meedraaien, in elkaar vastgrijpen. Storm op de Atlantische Oceaan, dooi in de poolstreken, mooi weer boven West-Europa, regen in Rusland, hitte in China, wervelstormen die Japan teisteren, orkanen op de Grote Oceaan, een koudegolf in Canada en de Verenigde Staten van Noord-Amerika, het zijn allemaal weersverschijnselen die afhankelijk van elkaar voorkomen en nauw met elkaar samenhangen. Het is nodig dit grote raderwerk in één oogopslag te overzien om van die samenhang iets te kunnen begrijpen en te bestuderen. Een toeschouwer in een kunstmaan ziet natuurlijk vanuit de ruimte al heel mooi hoe de wolkenlierten rond de kern van een groot lagedrukgebied als spiralen in elkaar gedraaid zijn. Ononderbroken worden er vanuit onbemande kunstmanen al sinds 1 april 1960 foto's gemaakt van de wolken die boven het aardoppervlak hangen. Dat gebeurt vanaf een hoogte

van 400 tot 2600 km boven de aarde. De wolken zweven tussen, ruwweg, 500 meter en 20 kilometer hoogte, dus vergeleken met zo'n kunstmaan vlak boven de aarde.

Toch geven die foto's een overzicht van nog maar een klein stukje van de weerstoestand, ook al worden de achter elkaar gemaakte opnamen snel naar de aarde doorgeseind. Zij vertellen namelijk niets over de wind aan het aardoppervlak, de stand van de barometer, de vochtigheid en de temperatuur.

Daarom is er ook een "netwerk" van meer dan 7000 waarnemingsstations opgebouwd - op de vastelanden, op eilanden in de oceanen, op drijvende ijsschollen in de Poolzee, ja ogenschijnlijk grillig over de wereld verdeeld - die het weer beschrijven. Bovendien wordt dit gedaan op meer dan 4000 schepen, die de wereldzeeën bevaren.

Dat "beschrijven" gebeurt op de volgende wijze:

Viermaal per dag, om de zes uur en allemaal tegelijkertijd, "schrijven" de waarnemers in al die plaatsen op welke wolken zij zien, hoe de wind op ongeveer 10 m hoogte waait, welke temperatuur de thermometer aanwijst, hoe hoog de luchtdruk is en, vooral niet te vergeten, of het regent, sneeuwt, mist, hagelt, dus wat voor weer het is.

Al die waarnemingen samen zijn 11.000 stukjes uit een moeilijke legpuzzel. Samengevoegd vormen de gegevens daarvan het weerbeeld van vrijwel de gehele wereld. Dat weerbeeld bestaat dan uit ongeveer 50 depressies en hogedrukgebieden, omstreeks 100.000 buien, waarvan 2000 met onweer, en ga zo maar door; Je zult je al wel vaker afgevraagd hebben wat een depressie of een hogedrukgebied nu eigenlijk is. Je kunt daarover het een en ander lezen in een afzonderlijk hoofdstuk aan het einde van dit boekje.

Vier keer per dag kan er dus zo'n weerbeeld uit al die duizenden waarnemingen worden opgebouwd.

Daarvoor is het nodig dat al die waarnemingen naar centrale punten worden gestuurd. Ook De Bilt is zo'n punt. Via radioverbindingen en verzendingen langs kabels komen die berichten binnen. Telexmachines, dat zijn schrijfmachines die over grote afstanden elektrisch bediend worden, ratelen 24 uur per dag. Zij tikken in De Bilt de waarnemingen van een groot deel van het noordelijk halfrond: Europa, stukje West-Azië, stukje Noord-Afrika, het noordelijk deel van de Atlantische Oceaan, het

Noordpoolgebied en Canada met vrijwel de gehele Verenigde Staten van Noord-Amerika.

Op een landkaart waar dit gehele gebied op voorkomt wordt het weer met getallen en symbolen (dat zijn speciaal voor het weer ontworpen "geheimschrift"-figuurtjes) op de plaats van elk waarnemingsstation ingetekend. Dag en nacht, ook op Zaterdagen, Zon- en feestdagen zijn hiervoor in De Bilt, evenals op andere weerkundige instituten, mensen aan het werk. Zo worden de stukjes van de legpuzzle stap voor stap aan elkaar gepast. Is de kaart vol - dat duurt ongeveer twee en een half uur - dan komt de "weerman", die al die teken-tjes nauwlettend bestudeert. Aan de hand van die bestudeerde teken-tjes schetst hij de gebieden met lage en hoge barometerstanden, de luchtstromingen, de stormvelden, de onweershaarden, de regengebieden, de mistgordels, de verdeling van warmte en koude, enz. Dag in dag uit groeit zo de serie overzichtelijke weerbeelden. Door ze naast elkaar te leggen, ziet de meteoroloog hoe "de weergebieden" over de kaarten (en dus de aarde) verplaatst zijn, en of er nieuwe zijn verschenen of zijn verdwenen. Door bestudering van weerkaarten uit het verleden heeft hij geleerd hoe de veranderingen die hij nu waarneemt zich tijdens de lopende dag en de volgende dag kunnen voortzetten. Zo bekijkt hij welke kant het weer in ons land kan uitgaan.

Hij kan dat nog beter doen als hij weet hoe in de hogere lagen van de dampkring de stromingen van de lucht zijn, en vooral hoe deze zullen worden. Die stromingen bepalen namelijk heel vaak hoe snel en waarheen regengebieden, onweersbuien of stormvelden zullen trekken.

Naast zijn eigen kennis en ervaring maakt hij hierbij tegenwoordig meer en meer gebruik van het resultaat van berekeningen die worden uitgevoerd door onvoorstelbaar snelle rekenmachines. Deze machines berekenen niet voor de echte dampkring, maar voor een vereenvoudigd model ervan, - voor één, twee en drie dagen vooruit - hoe de richting en de snelheid van de stromingen in de hogere luchtlagen zullen worden.

Deze berekeningen worden o. a. voor het hele noordelijk halfrond uitgevoerd. Zij berusten echter wel op gemeten waarden van de echte windrichting, de echte windsnelheid en de werkelijke temperatuur. Deze metingen worden in de aardse dampkring tot ongeveer 30 km hoogte verricht.

Deze "knappe" rekenmachines maken hun resultaten zichtbaar in de vorm van een luchtstromingenkaart. Het beeld hiervan wordt als een soort televisiebeeld over de gehele wereld verstuurd. Weer andere apparaten, ook heel slim gebouwd, - men noemt ze facsimilé-apparaten - vangen die uitgezonden televisiebeelden op, en drukken dat beeld dan bij de ontvangst direkt op papier af. De meteoroloog gebruikt deze kaarten dan weer als hulpmiddel bij zijn eigen bespiegelingen over het te verwachten weer.

Die metingen tot ongeveer 30 km hoogte, waar we het zojuist over hadden, vinden tweemaal per dag plaats, dus om de twaalf uur. Op ruim 700 plaatsen ter wereld wordt dan aan een grote ballon een radiozendertje opgelaten met instrumenten, die, bij het stijgen van de ballon, onderweg die metingen verrichten en direkt naar de aarde doorseinen. Als de ballon springt, komt het radiozendertje met de instrumenten weer aan een parachute omlaag. Van de 730 zendertjes die per jaar in ons land in De Bilt worden opgelaten, worden er ongeveer 580 teruggevonden en aan het KNMI teruggestuurd. Na enkele kleine reparaties kunnen ze dan meestal weer opnieuw worden gebruikt. Vooral de inlichtingen over de wind op hoogten van 2 tot 10 km zijn erg belangrijk. Zowel voor het maken van weersverwachtingen als ook voor de luchtvaart. Dank zij die gegevens immers kunnen de weerkundigen op de vliegvelden aan de piloten die bijvoorbeeld de oceaan moeten overvliegen, vertellen hoe zij moeten vliegen om onderweg zo weinig mogelijk tegenwind te krijgen of om juist zoveel mogelijk van de wind in de rug te profiteren. Ook kunnen zij de piloten waarschuwen waar zij gevaarlijke gebieden zullen tegenkomen, waar de lucht heftig in beroering is, waar zware donderbuien zitten en waar zich op de vliegtuigen ijs kan afzetten, wat erg gevaarlijk is. Al die weergegevens worden dus ook gebruikt om de luchtvaart zo veilig en voordelig mogelijk te laten geschieden.

Ook kunnen de meteorologen uit hun weerkaarten "berekenen" of het zal gaan stormen. Als ze denken dat er storm zal komen waarschuwen zij de scheepvaart langs onze kust en de vissersboten en andere schepen op de Noordzee. Brengen de stormen hoge vloedgolven met zich mee, dan worden ook daarvoor waarschuwingen uitgegeven. Soms is het nodig om dan de dijken te bewaken.

In de winter worden er bij mist, sneeuw en vorst soms ook waarschuwingen uitgegeven voor het verkeer op de weg.

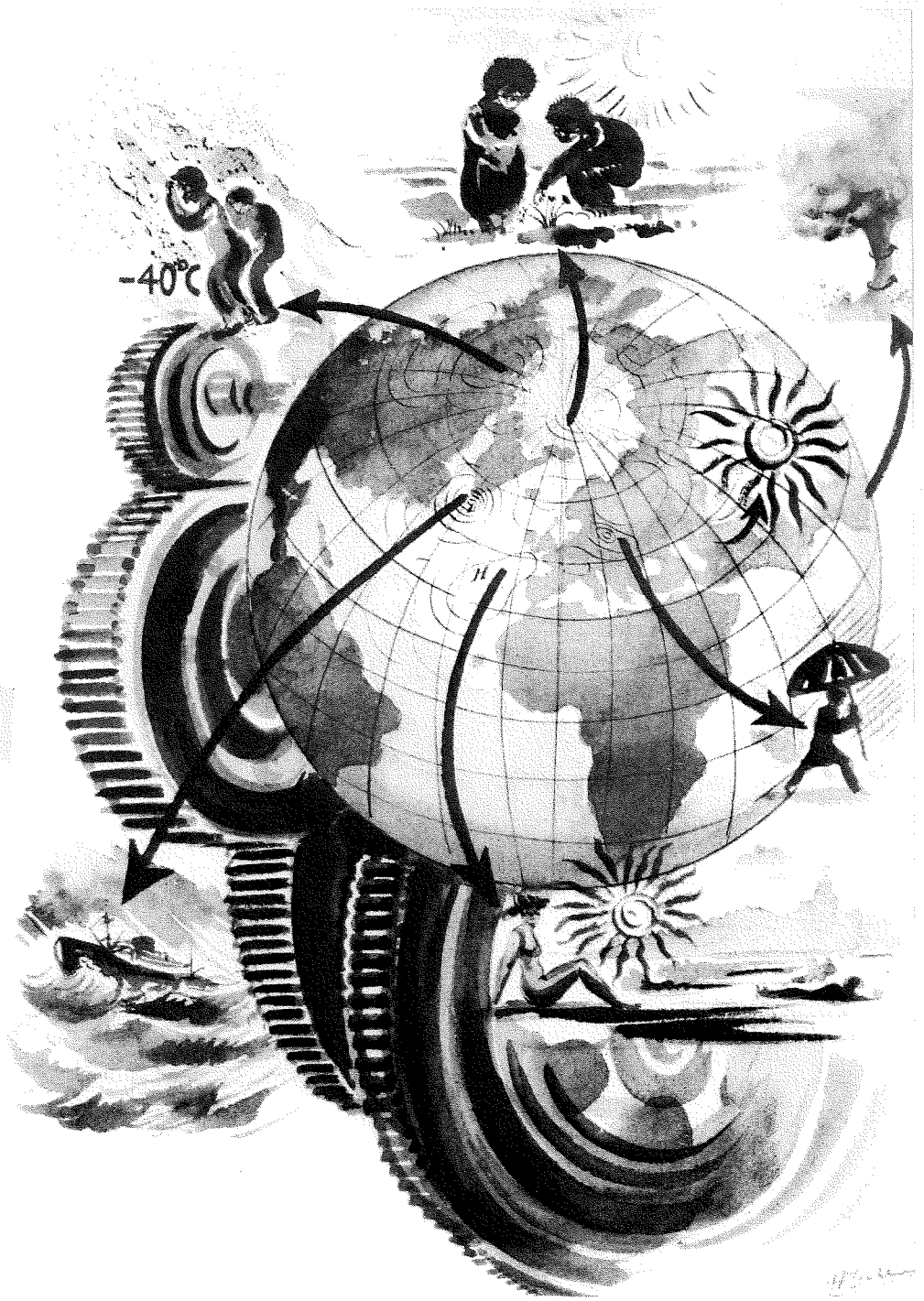
De gewone weersverwachtingen worden doorgegeven aan de krant en aan de radionieuwsdienst, zodat iedereen ze kan lezen en beluisteren. De radioweerberichten van 's ochtends vroeg kwart voor zes en tien over half zeven worden omgeroepen op het KNMI zelf. Ook worden er weerberichten ingesproken op een geluidsband. Deze is aangesloten op het telefoonnet. Door 003 te draaien, kun je dan horen wat daarop staat. Weet je dat dit telefonische weerbericht per jaar ruim twintig miljoen keer wordt gedraaid?

Al vanaf de oprichting van de verschillende weerdiensten zijn de weerkundigen ijverig bezig door studie en onderzoek van het weer te proberen de kwaliteit van de weersverwachtingen en de waarschuwingen die worden uitgegeven, te verbeteren.

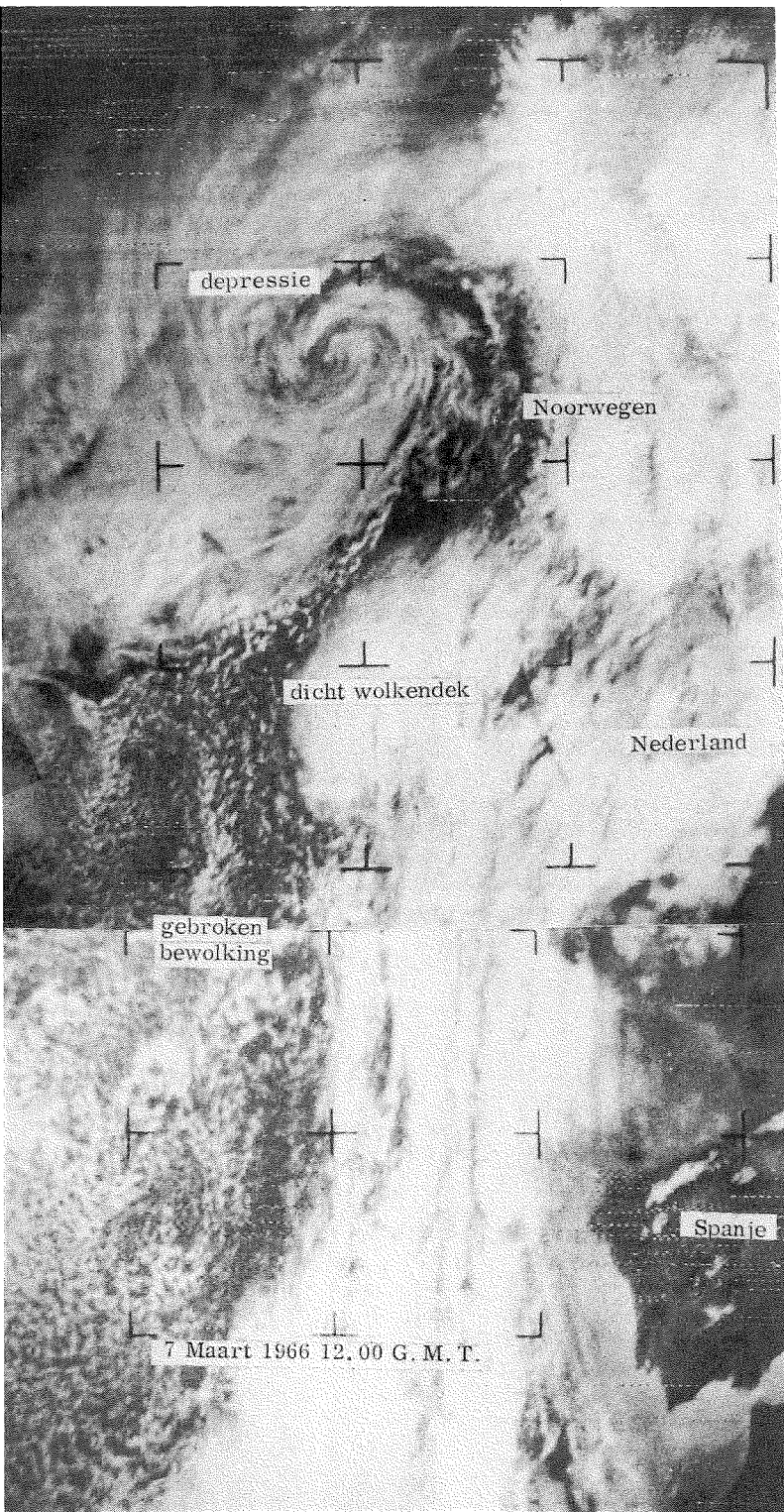
Voor al na de laatste wereldoorlog is dat onderzoek enorm uitgebreid. Vaak werken verschillende landen hierbij samen. Zo is een diepgaande studie gemaakt van wat er precies in zware buien met onweer en hagel gebeurt. Vooral het moderne hulpmiddel radar stelt de meteoroloog in staat een soort radiosignalen naar een bui te zenden, die door de ijsdeeltjes en waterdruppels binnen in die bui worden teruggekaatst. Die teruggekaatste stralen kunnen zo een soort fotobeeld vastleggen van het inwendige van die bui, op een lichtgevend scherm. Zo wordt de bui als het ware "doorgelicht", zoals de dokter doet, die een patient van binnen wil bekijken! Uit dit wetenschappelijk onderzoek heeft men veel geleerd bijvoorbeeld over het ontstaan van tornado's, windhopen en zware rukwinden bij onweersbuien. Tornado's zijn wervelstormen, veroorzaakt door een trechtervormige slurf, die zich van de onderkant van een buienwolk naar de aarde uitstrekt. Ook het onderzoek naar de gedragingen van de wind en naar het ontstaan en blijven hangen van de mist is in de laatste jaren uitgebreid. Dit onderzoek is onder meer van belang voor de luchtvaart.

Mist ontstaat gemakkelijk in lucht, die verontreinigd is. Dit is o. a. het geval in onze grote industriegebieden, zoals bijvoorbeeld in het gebied van de Nieuwe Waterweg met zijn raffinaderijen en fabrieken waar scheikundige stoffen worden gemaakt.

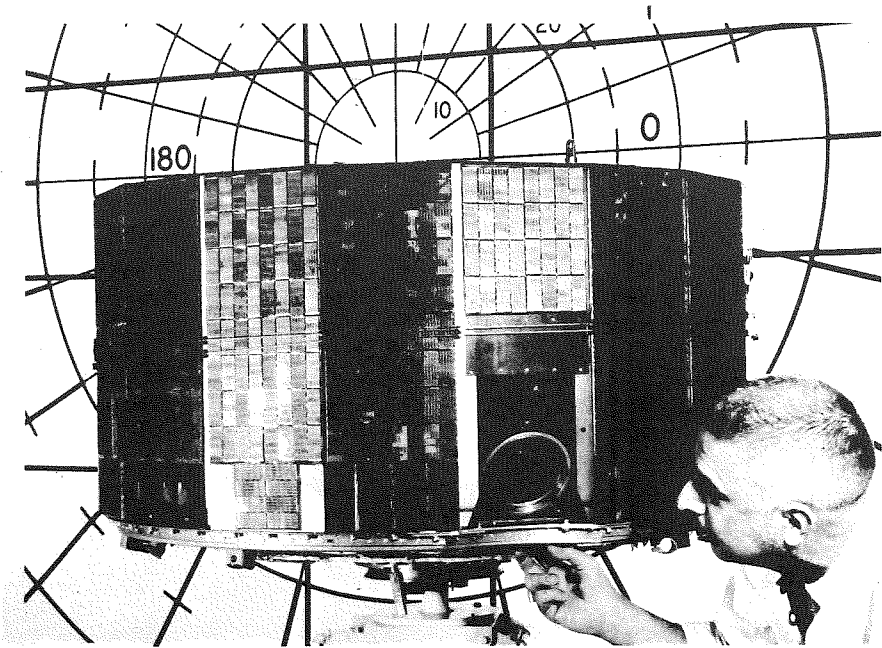
Dit probleem van de vervuiling van de lucht, die óók schadelijk kan zijn voor onze gezondheid en de plantengroei, bestaat ook in de Zaanstreek, rond de hoogovens te Velsen en in grote steden waar een druk autoverkeer is. Ook de uitlaatgassen van auto's veroorzaken een sterke verontreiniging van de lucht, die door sommige weerstoestanden - met weinig wind en mist bijvoorbeeld - heel sterk in de hand wordt gewerkt. Men wil deze vervuiling dan ook tegengaan en binnen zulke grenzen houden dat mensen, dieren en planten er geen schadelijke gevolgen van ondervinden. Hoe? Dat is niet eenvoudig, maar aan de oplossing van dit grote probleem werken ook weerkundigen mee.



afb. 7: Op elk halfrond van de aarde hangen de weersverschijnselen nauw met elkaar samen. Het weer is als het ware één groot raderwerk; alle "tandwielen" grijpen in elkaar.
Tekening Henk Dekker



afb. 8: Deze foto werd gemaakt vanaf 1400 km hoogte door de weersatelliet ESSA-2, op 7 maart 1966 te 12.00 uur. Het gebied beslaat West-Europa, van Spanje tot en met Scandinavië. Voor de kust van Noorwegen ligt een spiraalvormig wolkengebied dat samenhangt met een depressie. Het aaneengesloten witte gedeelte bevat dikke en gelaagde wolken. Het vliekerige gebied westelijk daarvan is dichtbezaaid met gebroken bewolking.

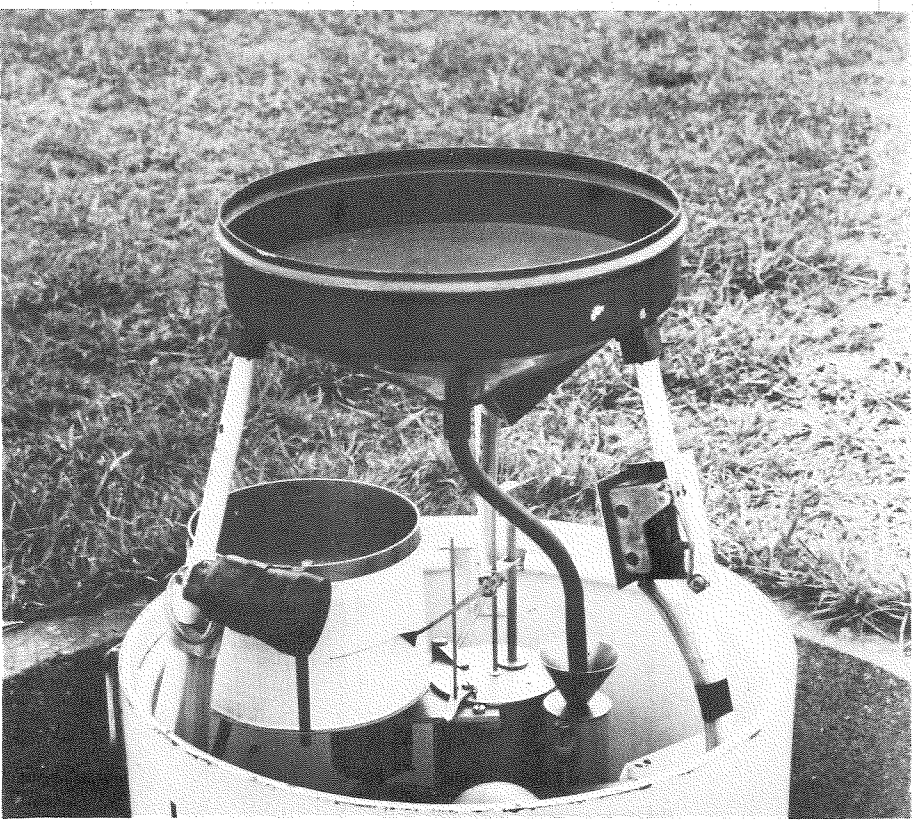


afb. 9: Deze kunstmaan werd in 1965 gebruikt voor het maken van wolkenfoto's, vanaf hoogten tussen de 700 en 2600 km boven de aarde. Hij behoort tot het Wiel-TIROS-type. TIROS is gevormd uit de eerste letters van:

Televisie Infra-Rood Observatie Satelliet. Hij draait als een wagenwiel rond, 10 keer per minuut. Zijn ligging in de ruimte is zodanig dat het "loopvlak", waar je hier tegenaan kijkt, al rollend, naar de aarde toe gericht blijft. De kleine rechthoekjes zijn apparaatjes die het opgevangen zonlicht omzetten in elektrische stroom, nodig voor de bediening. Hij heeft 2 TV-camera's. Je kijkt hier tegen de lens van een ervan aan. De ander zit aan de tegenover liggende zijde. Zij maken opnamen onder een hoek van 26 graden. Schuin omlaag. Zo kijkt de ene camera iets naar links en de ander iets naar rechts.

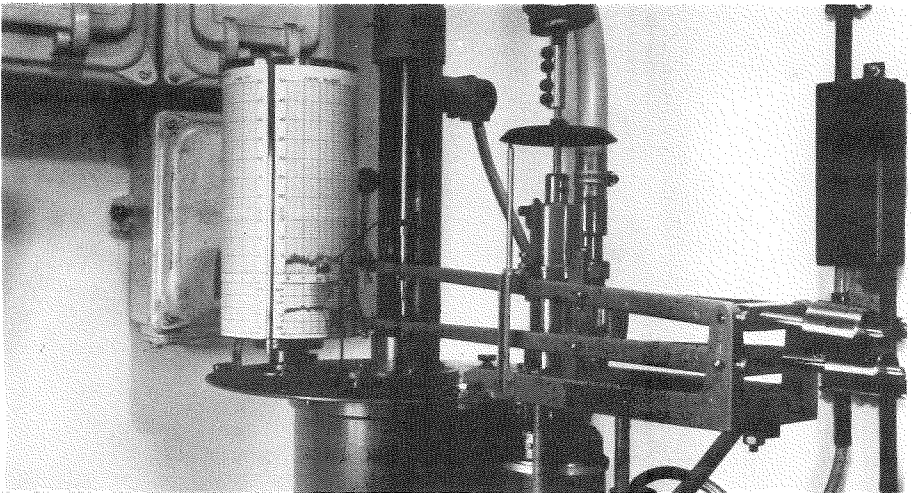
De twee in beeld gebrachte stroken grenzen aan elkaar, waardoor een tamelijk brede gordel van het aardoppervlak met de erboven hangende wolken wordt waargenomen. Hoe groot dit gebied ongeveer is, valt af te leiden uit afb. 8.

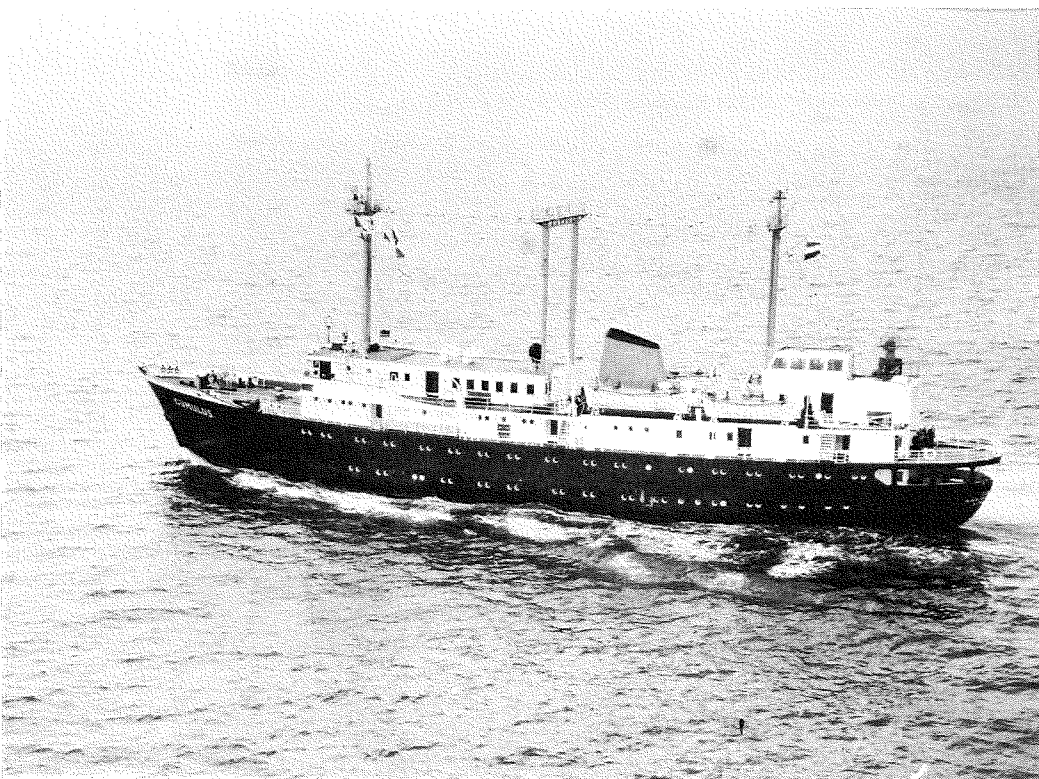
Foto NASA



afb. 10: boven: De regenmeter tekent op wanneer de regen begint, hoe lang 't regent en hoeveel er valt.
onder: De windmeter geeft de snelheid van de wind aan (in meters per seconde) en gelijktijdig uit welke richting de wind waait.

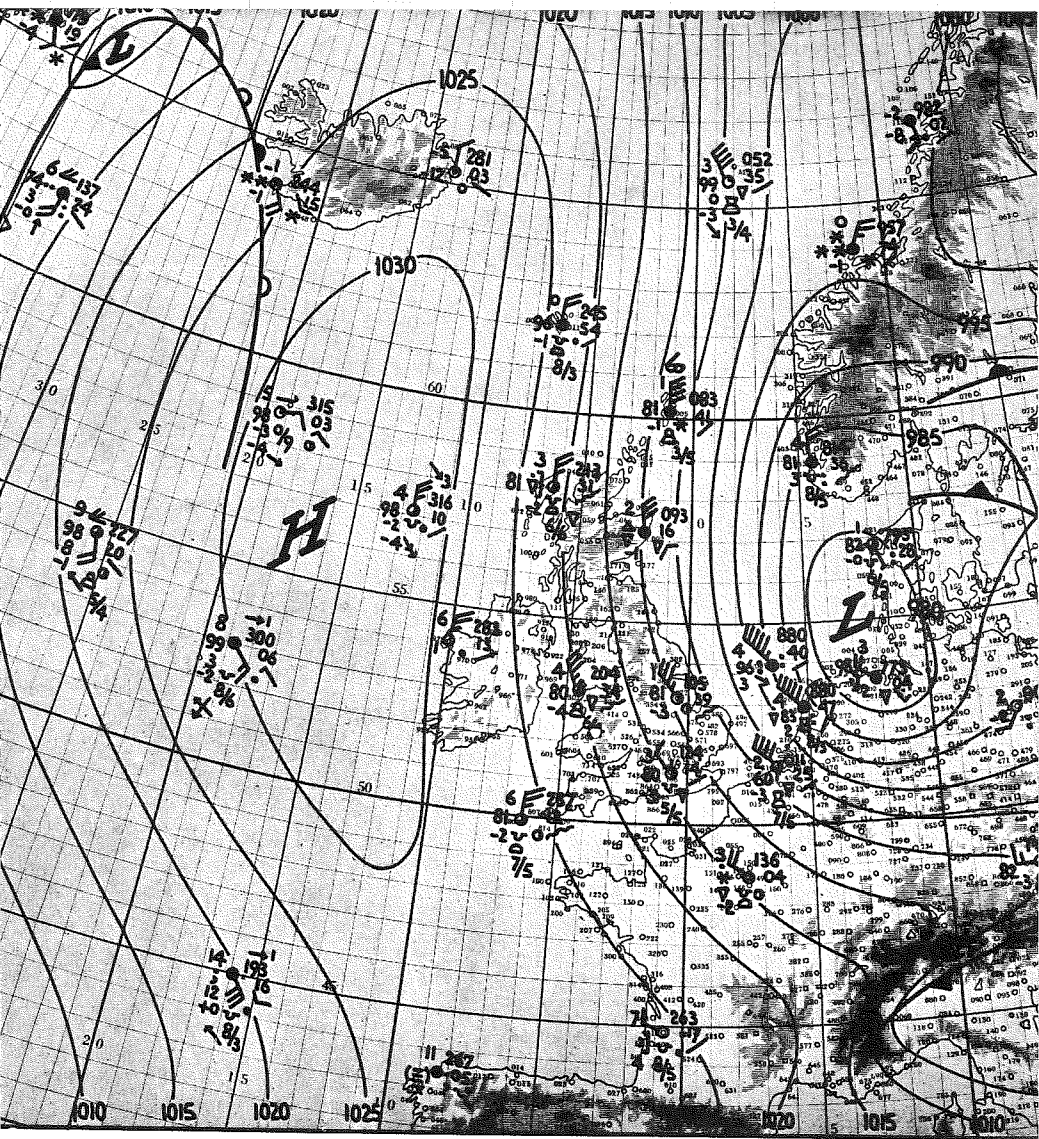
Foto SHELL





afb. 11: Een "netwerk" van waarnemingsstations omspant de gehele wereld. Daartoe behoren meer dan 4000 schepen die de wereldzeeën bevaren. Enkele tientallen daarvan zijn speciale "weerschepen", die een uitgebreid programma van waarnemingen verzorgen. De weerschepen liggen steeds op één en dezelfde positie op de oceaan. Nederland heeft twee weerschepen in de vaart, de "CIRRUS" en de "CUMULUS". Het laatste - en het modernste - schip is hierboven afgebeeld.

Foto Aero Camera Rotterdam.



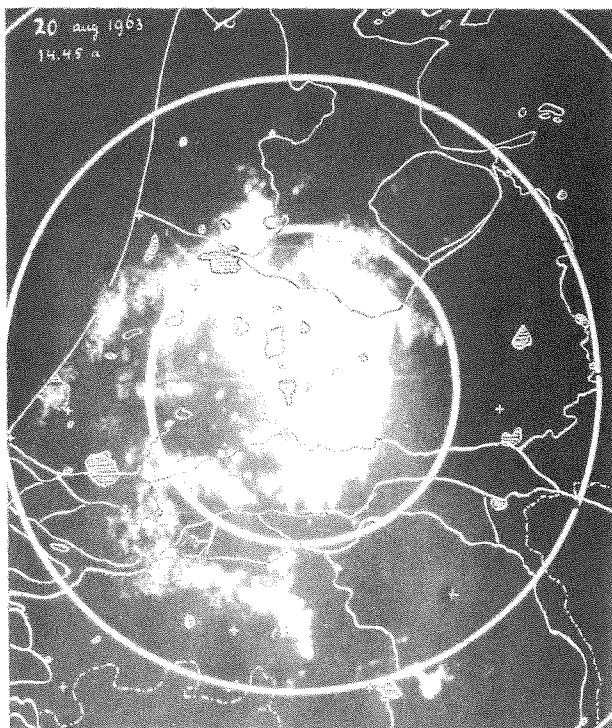
afb. 12: Weerkaart van 1 Februari 1953, 01.00 Ned. tijd.
 Op een landkaart wordt het weer met getallen en "geheimschrift"-
 figuurtjes op de plaats van elk waarnemingsstation ingetekend.
 De lijnen zijn getrokken aan de hand van de gegevens in de kaart.
 Bij benadering geven ze de richting aan van waaruit de lucht
 aanstroomt. Hoe kleiner de afstand tussen twee lijnen, hoe ster-
 ker de wind daar in den regel is. Deze weerkaart laat de Noord-
 westerorkaan op de Noordzee zien die de noodlottige stormvloed
 veroorzaakte die ons land die dag trof. Weerkaart K. N. M. I.

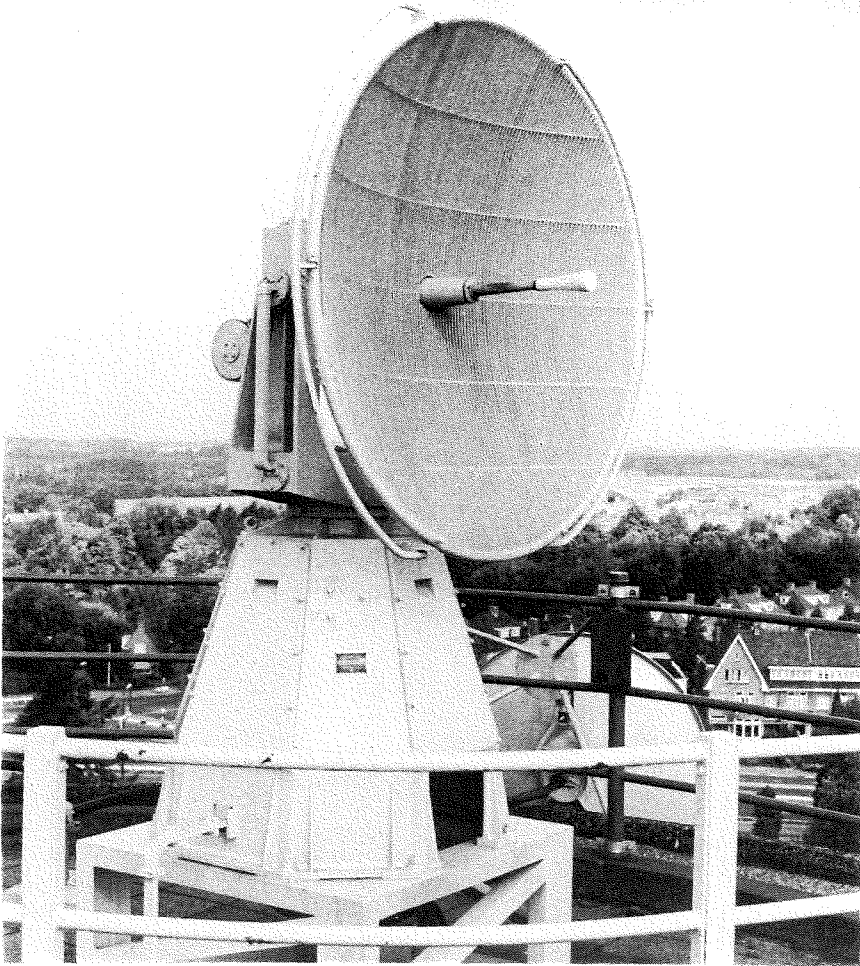


afb. 13a : Een ha-
gelbui veroorzaak-
te talrijke butsen
in de gestroomlijn-
de neus van een
DC-6 vliegtuig. De
ramen zijn reeds
van nieuw glas voor-
zien. Foto
American Airlines.

afb. 13b: Op het ra-
darscherm verton-
nen neerslaggebie-
den zich als grote
donzige vlekken.
Hoekig ingesneden
vlekken (hier te
zien nabij Tilburg)
duiden op onweer,
hagel en windhozen.
Vliegtuigen mijden
deze gebieden dan
ook angstvallig.

Opn. K.N.M.I.,
20-8-'63, 14 u 45.

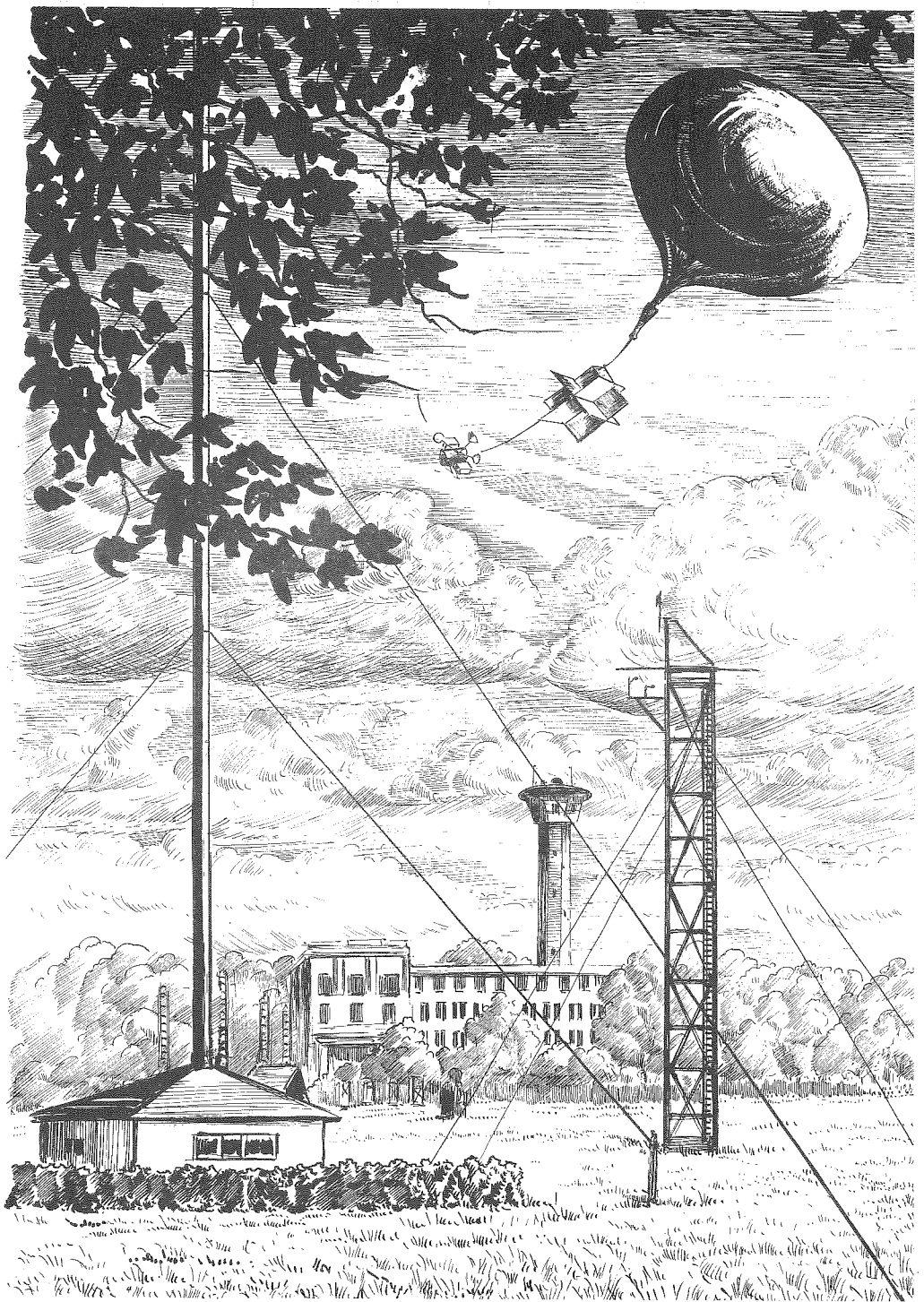




afb. 13 c: Het hoogste punt van de weertoren van het K. N. M. I. wordt gevormd door de schotelvormige antenne van de weer-radar.

De via staaf en reflector uitgezonden signalen worden door wolken met regen, sneeuw of hagel weerkaatst en terugontvangen. Op deze wijze worden plaats, vorm en afmeting van neerslaggebieden op een scherm dat oplicht in beeld gebracht. Zie afb. b. De antenne kan bij het aftasten van het uitspansel zwenken van loodrecht omhoog tot horizontaal en daarbij tegelijkertijd rondwentelen. Een gebied dat zich tot 400 km naar alle zijden rond De Bilt uitstrekt, wordt op deze wijze naar neerslag afgespeurd.

Foto K. N. M. I.

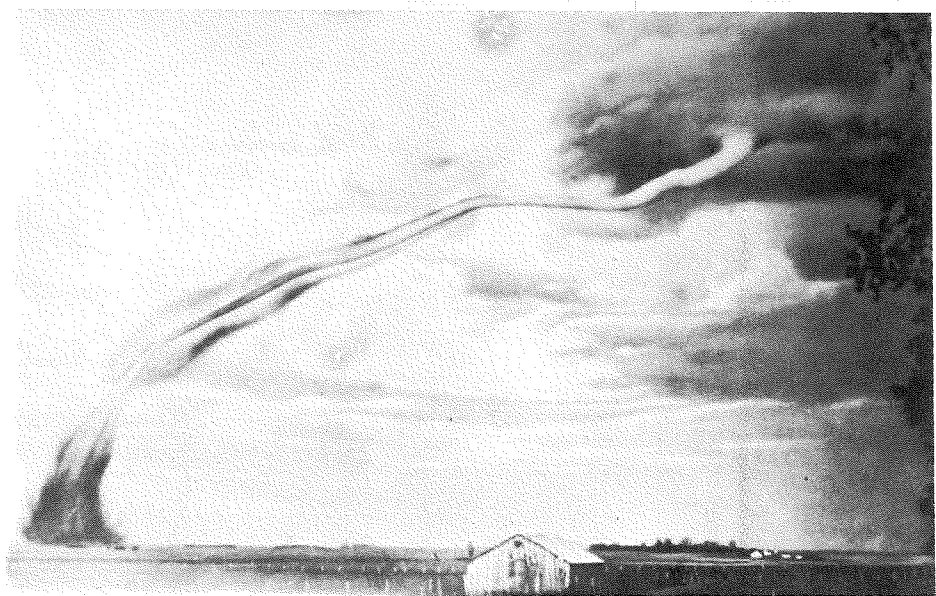


afb. 14: Zowel rond middernacht als op het middaguur worden door het K. N. M. I. aan een grote ballon instrumenten opgelaten, voorzien van een radiozendertje. Tot ongeveer 30 km hoogte worden hiermede doorlopend metingen verricht van de temperatuur, luchtdruk en vochtigheid. De resultaten worden on-



afb. 15: Het K. N. M. I. verzorgt ook de waarschuwingen die worden uitgegeven voor te verwachten harde wind en storm. Bij zware en zeer zware storm uit richtingen tussen West en Noord kan het opgewaarde Noordzeewater zo hoog tegen de duinen, dijken en dammen worden opgestuwd dat er gevaar dreigt voor doorbraak en overstroming. Een dergelijke ramp trof ons land in de noodlottige nacht van 31 januari op 1 februari 1953.

Het K. N. M. I. geeft ook verwachtingen van de hoogwaterstanden die bij stormweer aan de kust zullen optreden.
Tekening Henk Dekker.



afb. 16: a. Eén van de merkwaardigste vormen, ooit waargenomen, van een tornado. Deze wervelstorm trof Jasper, Minnesota, U. S. A.

Foto Lucille Handberg.

afb. 16: b. Tornado's zijn in ons land uiterst zeldzaam. Bij zware buien komen nog wel eens windhozen voor - een soortgelijk natuurverschijnsel, maar dan op kleinere schaal. Een windhoos die tot een tornado uitgroeide, veranderde op 10 augustus 1925 in enkele minuten het gehele stadje Borculo in een ruïne.

Opn. Arch. Stormrampmuseum Borculo



HET WEER VAN GISTEREN, VAN VORIGE WEEK, VORIG
JAAR EN HEEL VROEGER
iets waarover men veel weet in de afdeling
KLIMATOLOGIE.

Willen de mensen aan de ene kant graag weten hoe het weer gaat worden, er zijn ook veel mensen die willen weten hoe het geweest is. Die vragen dan bijvoorbeeld hoeveel dagen het regende in de slechte zomer van 1965, hoeveel dagen en hoe hard het gevrozen heeft in de strenge winter van 1963, hoe lang de hittegolf duurde in de mooie zomers van 1959 en 1947, hoe vaak, hoe hard en hoe lang het stormde in de herfst van bijvoorbeeld 1965 of 1938. Het zijn vooral mensen die handel drijven, mensen die in een fabriek iets maken of die de leiding hebben in scheepvaartbedrijven, als ook landbouwers, tuinders en boeren, of mensen van de maatschappijen waar je je kunt verzekeren tegen schade door regen of storm, en rechters die moeten beoordelen of een ongeluk inderdaad ontstond - zoals de automobilist beweerde - doordat een mistbank op de weg hing, waardoor er niets meer te zien was, die allemaal iets willen weten van het weer uit vroeger dagen. De antwoorden op die vragen - en de onderzoekingen die daarvoor soms moeten worden gedaan - komen van de afdeling Klimatologie en Landbouwmeteorologie.

Het woord: "klimatologie" betekent: de leer van het klimaat. Met het klimaat van een plaats, van een streek of een land wordt het gemiddelde beeld van het weer over vele jaren bedoeld, met inbegrip van de dagelijkse en jaarlijkse veranderingen alsook de uiterste waarden van bijvoorbeeld de temperatuur, de regen of de zonneschijn die daarbij zijn opgetreden, dus zowel de hoogste als de laagste.

Deze afdeling beschikt over een uitgebreid netwerk van stations en waarnemingsposten over het gehele land waar speciaal voor het werk van de klimatologen regelmatig - voor een deel zelfs met medewerking van vrijwilligers - weerkundige waarnemingen worden verricht met behulp van instrumenten. Sommige instrumenten schrijven de metingen die ze doen direkt op een strook

papier. Naderhand kan op deze strook dan worden afgelezen hoe laat het bijvoorbeeld is gaan regenen, hoe lang en hoe hard het regende; hoeveel uur en van wanneer tot wanneer de zon scheen; hoe sterk en uit welke richtingen de wind heeft gewaaid.

Deze stroom van waarnemingen komt op het KNMI binnen en wordt tegenwoordig vrijwel geheel op ponskaarten overgebracht. Een groot deel van de waarnemingen en de daaruit berekende resultaten worden opgenomen in de regelmatig verschijnende publicaties van het KNMI, zoals bijvoorbeeld het Maandelijks Overzicht der Weersgesteldheid, het Jaarboek-A (Meteorologie) en het Jaarboek Regenwaarnemingen.

Lange reeksen waarnemingen van vroeger jaren zijn opgeborgen in een uitgebreid archief. Het merendeel van deze waarnemingen is ook hier later overgebracht op ponskaarten. Tal van vragen die vanuit onze samenleving betreffende het weer en het klimaat worden opgesteld, kunnen, dank zij het oude boekenarchief en ook dank zij het moderne archief met de vele tienduizenden ponskaarten, worden beantwoord.

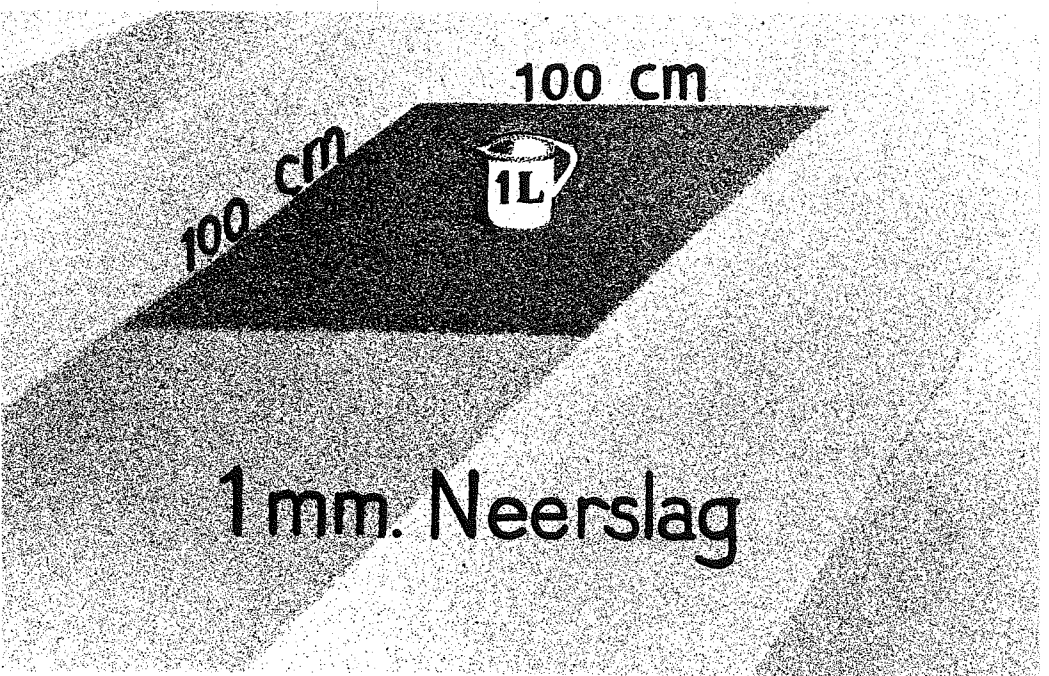
Er blijven echter altijd nog vele vragen over die een verdere studie en het daarbij komende afzonderlijke onderzoek nodig maken. Om enkele voorbeelden van studie en onderzoek te noemen: er is o. a. een omvangrijke studie verricht over de regen, in het bijzonder over de duur van de regen, hoe vaak het regent en de hoeveelheden gevallen regen op één of meerdere dagen, ja zelfs in weken, maanden en jaren.

De kennis van al deze wetenswaardigheden van de regen is bijvoorbeeld van groot belang voor geleerden die zich bezig houden met de waterafvoer van ons land of met polderbemalingen. Een studie die gemaakt is van regenhoeveelheden die juist in korte tijdvakken kunnen vallen, bijvoorbeeld in enkele uren of kwartieren of in 5 minuten geeft weer belangrijke aanwijzingen voor bijvoorbeeld riooltechnici die moeten zorgen voor de aanleg van rioolstelsels in onze zich steeds verder uitbreidende dorpen en steden. Zij moeten bijvoorbeeld voorkomen dat bij een "wolkbreuk" de straten onderlopen.

Voor de "waterhuishouding" van ons land is het niet alleen van belang te weten hoeveel water er als regen of sneeuw valt, maar ook hoeveel water er aan de andere kant weer door verdamping, bij droog weer, in de atmosfeer verdwijnt. Jammer genoeg is dit een veel moeilijker vraagstuk. Toch heeft ook dit al gedurende vele jaren de volle aandacht.

Naast deze aandacht voor de waterhuishouding dient in het bijzonder ook de aandacht voor de warmtehuishouding aan het aardoppervlak genoemd te worden.

Vragen die hiermee te maken hebben zijn: welk deel van de zonnestraling en de hemelstraling die tot aan het aardoppervlak doordringt wordt verbruikt voor de verwarming van de grond en welk deel voor de verwarming van de daarover strijkende lucht en hoeveel voor de verdamping van water of het smelten van sneeuw of ijs? Andere belangrijke vragen zijn: hoe diep moeten waterleidingbuizen gelegd worden om ook in een strenge winter, wanneer de kou diep in de grond dringt, niet te bevriezen, en: met welke temperaturen moeten mensen die verwarming aanleggen, rekening houden om de kou uit onze huizen, onze werkplaatsen en scholen te houden?!

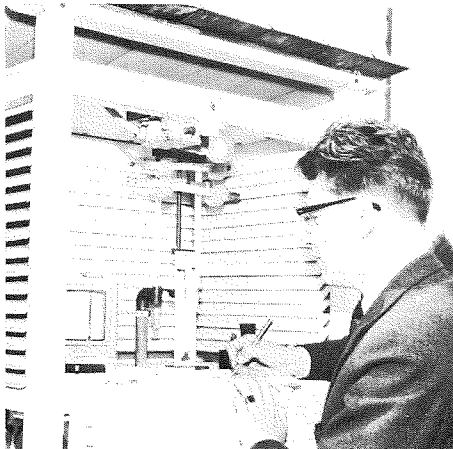


afb. 17: De hoeveelheid gevallen neerslag (regen, sneeuw, hagel, ijzel) wordt opgegeven in millimeters water. Sneeuw, hagel en ijzel moeten dus voor de meting gesmolten worden.

Eén liter water, uitgespreid over een oppervlak van één vierkante meter geeft een laagje van één mm dikte.

Een gewone bui geeft ongeveer 1 tot 3 mm, flinke buien 3 tot 10 mm en zware buien nog meer dan 10 mm. Bij een stortbui van 40 mm valt er dus op elke vierkante meter 40 liter. Dat is evenveel als er in een melkbus gaat.

Illustratie K. N. M. I.

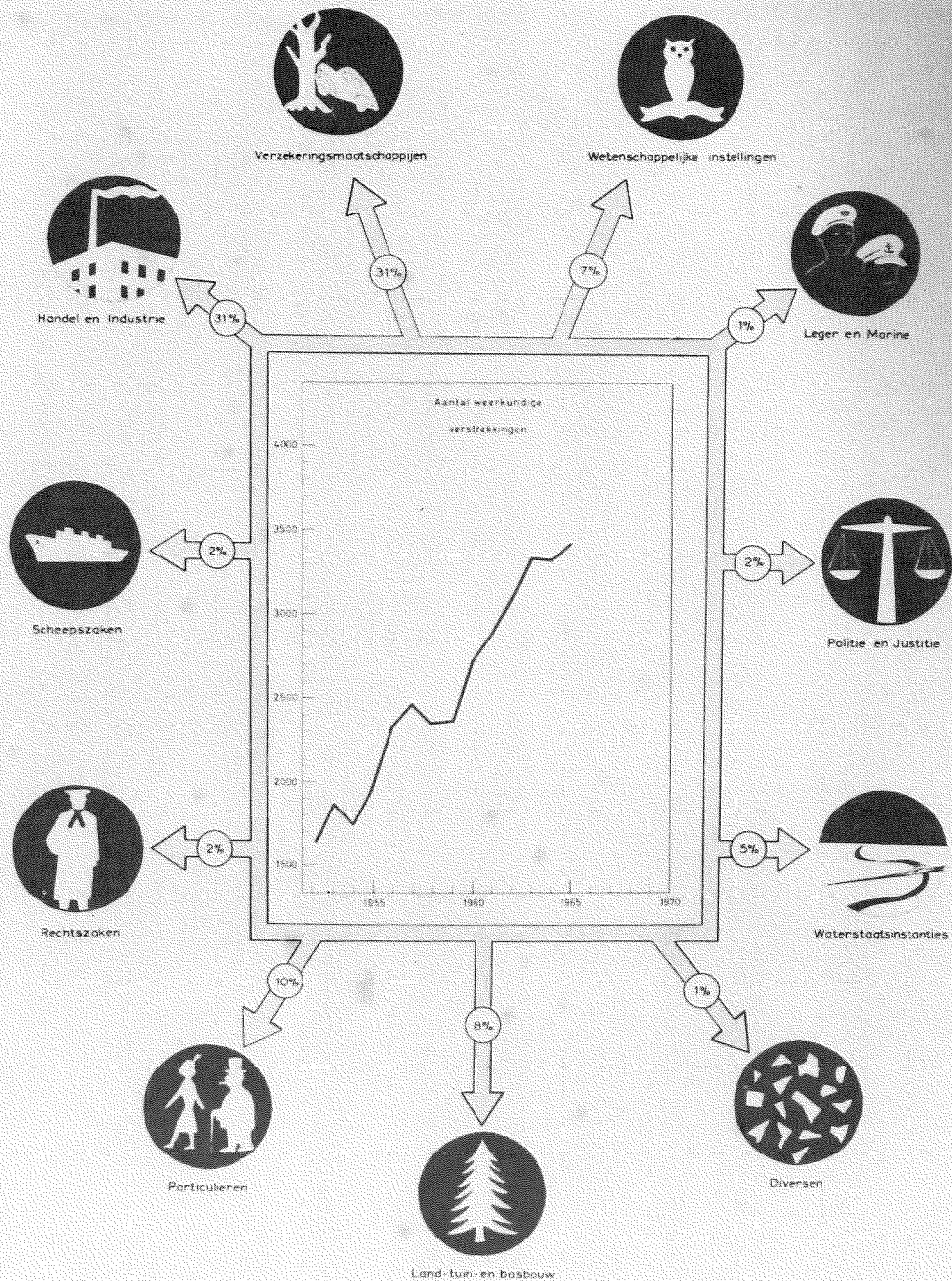


afb. 18: De waarnemer leest de instrumenten af, opgesteld in de meteorologische hut. Links onderin staat een thermograaf.

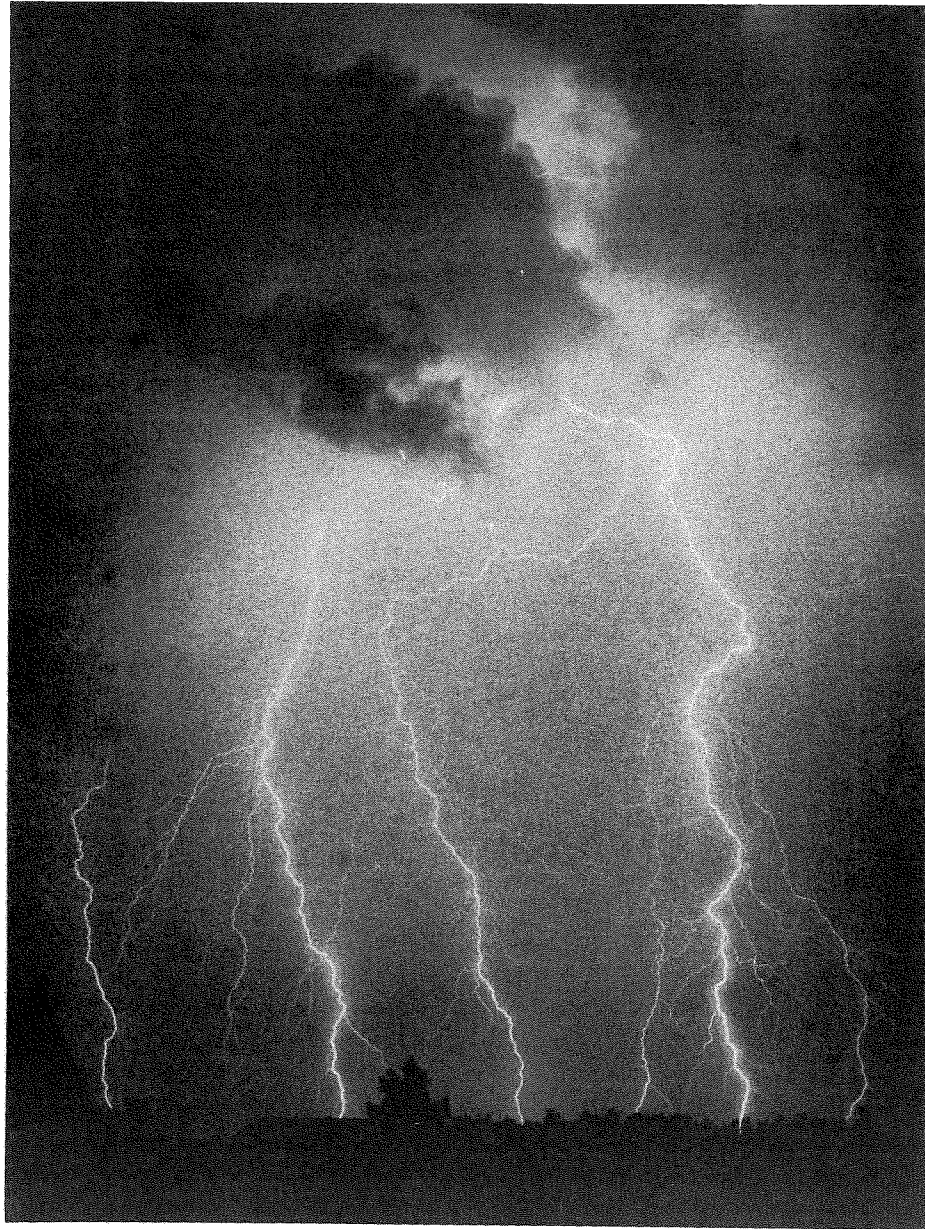
Daarnaast een aantal thermometers die de heersende temperatuur en vochtigheid geven, als ook de opgetreden hoogste en laagste temperatuur over de afgelopen waarnemingsperiode.

Foto Min. van Landb. en Viss.

afd. Voorlichting



afb. 19: Overzicht van het aantal verstrekte weerkundige inlichtingen door de afdeling Klimatologie en Landbouwmeteorologie gedurende de laatste 10 jaar. Illustratie K. N. M. I.



afb. 20: Zware buien kunnen in korte tijd grote regenhoeveelheden veroorzaken. Een op het K. N. M. I. verrichte studie van dergelijke "wolkbreuken" heeft belangrijke resultaten opgeleverd. Hiervan maken o. a. riooltechnici gebruik die moeten zorgen voor de aanleg van rioolstelsels in onze zich steeds verder uitbreidende dorpen en steden. Hierdoor moet voorkomen worden dat bij zo'n stortbui de straten onderlopen.

Foto C. A. den Oudsten. Lekkerkerk



HET WEER EN DE LAND- EN TUINBOUW,
het onderwerp dat de onderafdeling
LANDBOUWMETEOROLOGIE
in studie heeft.

Het klimaat dicht boven het aardoppervlak in de lucht en dicht daaronder in de bodem geeft veel grotere wisselingen in warmte en koude te zien, dan het klimaat dat heerst op grotere afstand van het aardoppervlak. De kennis hiervan is daarom van zo bijzonder groot belang, omdat juist onze planten - met de insecten die daar op leven - met die sterke wisselingen te maken hebben. Van deze kennis van het "micro-klimaat" (micro wil zeggen: klein, - dus klimaat in kleine ruimten) maken vooral de landbouwmeteorologen gebruik. Zij bestuderen de invloed die het weer heeft op de groei, de ontwikkeling, de opbrengst en kwaliteit van gewassen, en ook welke invloeden daar schadelijk op inwerken en hoe deze kunnen worden vermeden.

Welke invloed heggen, houtwallen, boomhagen e. d. hebben op het klimaat van bijvoorbeeld bloembollenvelden, boomgaarden en akkers is al vele jaren geleden bekeken. Ook de mate waarin nachtvorst schade toebrengt aan fruitgewassen en jonge aardappelplanten. De wijze waarop schadelijke schimmels en andere ziekten zich verbreiden in gewassen als aardappelen, uien, appels en peren is in de voorbije jaren eveneens bestudeerd.

Dit alles gebeurt vooral met de bedoeling om te proberen op grond van de uitkomsten die men heeft verkregen, waarschuwingdiensten te organiseren ten behoeve van land- en tuinbouw. De meteorologische onderzoeken hiervoor vereisen vaak een zeer verfijnd stel instrumenten waarmee men in veldgewassen de temperatuur, de vochtigheid, de straling, de wind enz. kan meten zonder dat de waarnemer zelf tussen die gewassen behoeft te lopen, waardoor hij door zijn aanwezigheid, de metingen zou verstoren.

Behalve deze metingen moeten er ook regelmatig waarnemingen van de groei en de ontwikkeling van de planten zelf worden gedaan.



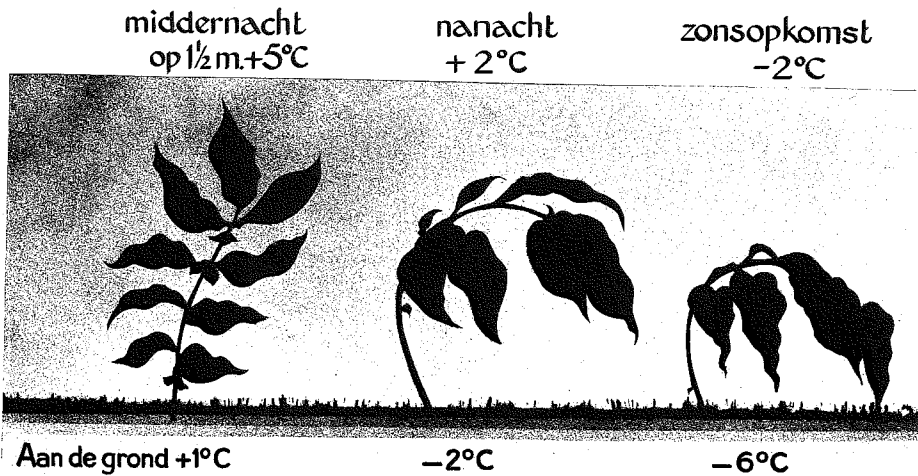
afb. 21: Een verfijnd stel instrumenten waarmee men in het veld de temperatuur, de vochtigheid, de straling, de wind, enz. kan meten, wordt tussen het gewas opgesteld. Gedurende de periode waarin gemeten wordt behoeft de waarnemer daar zelf niet meer tussen te lopen. Zo wordt voorkomen dat hij door zijn aanwezigheid de metingen zou verstoren.

Foto Min. v. Landb. en Viss. - afd. Voorlichting.

Voor deze waarnemingen - de zogenaamde fenologische waarnemingen - wordt ook door talrijke vrijwilligers, over het gehele land verspreid, gezorgd. In het voorjaar kan op deze wijze o. a. de bloei van fruitbomen over ons land goed worden gevolgd bij het achtereenvolgens ontluiken, het eerst in het zuiden, geleidelijk ook meer naar het noorden.

Op grond van de voorafgaande bladontplooiing van de paardekastanje, ook wel wilde kastanje genoemd, is het mogelijk een voorspelling te geven over het tijdstip waarop de fruitbomen in bloei zullen komen. Hiervan maken de organisatoren van autotochten door de bloesemtuin van ons land, zoals de Betuwe vaak wordt genoemd, maar al te graag gebruik.

- - -



afb. 22: In heldere windstille nachten blijkt dat de temperatuur aan de grond aanzienlijk lager kan zijn dan op de normale waarnemingshoogte van 1½ m. Hoewel in dit beeld een gemiddeld verschil van 4°C is aangenomen, kan dit in uitzonderlijke gevallen, zoals op 9 oktober 1959 te De Bilt, tot 10°C oplopen. Het was toen op 1½ m hoogte + 5.4°C; op 10 cm boven de grond - 4.5°C. Lagere gewassen zullen bij zulke omstandigheden (nachtvorst!) het eerst bevroren.

Illustratie K. N. M. I.

HET WEER OP ZEE,
het studieterrein van de afdeling
OCEANOGRAPHIE EN MARITIEME METEOROLOGIE.

Aan boord van schepen die een lange oceaanreis maken, is het reeds van de tijd der eerste ontdekkingsreizen af gebruikelijk, om regelmatig aantekening te houden van het weer, de wind en de zeegolven die onderweg worden waargenomen. We kennen dergelijke logboeken of dagboeken - later ook wel "scheepsjournalen" genoemd - van Columbus, Vasco da Gama, Amerigo Vespucci, Heemskerk, Barentz, en vele anderen.

Zo heeft men bijvoorbeeld al lang geleden het bestaan leren kennen van gebieden op zee waar een constante wind waait (de pasaatgordels) alsook van gebieden in de tropen waar het heel vaak windstil is, zodat een zeilschip er nauwelijks vooruitkomt. Bovendien zijn er streken die veelvuldig door stormen worden bezocht.

In de 16e, de 17e en ook nog in de 18e eeuw werden deze aantekeningen in elk land zoveel mogelijk geheim gehouden, daar er tussen de verschillende maatschappijen die over zee handel dreven een grote strijd bestond. Daarom wilde men de gunstigste vaarroutes niet aan een mededinger verklappen.

.....
24 januari 1619, bij de Kaap Verdische eilanden, Willem IJsbrants Bontekoe:

..... toen de kok vro-kost hadde geschaff, zagen wij twee zeilen in lij achter uit, lieten onze marszeilen lopen en hielden daar na toe. Daarkomende waren 't onze twee makkers, te weten 't schip Nieu-Zeelandt en 't schip Nieu-Enckhuysen, die bij de eilanden Ilje de May en Ilje del Foege bij nacht van ons geraakt waren: waren seer verblijd, voeren malkander aan boord, vertelden malkander ons wedervaren.

Zij verhaalden ons, dat zij aan land hadden geweest op Ilje de May om te verversen, doch hadden niet kunnen bekomen en had-

den twee man verloren, die van de Spanjaards dood geslagen waren, waarvan den eene van Hoorn was, genaamd IJsbrant Dircksz.

Hadden een Zuidoosten wind; hielden nog al koers na de Linie Aequinoctiaal. Onder de Linie komende werd het stil, hadden somtijds ook harde travaden met regen en wind, hadden de wind altemet uit alle boegen, zodat wij drie weken 't zoek brachten eer wij de Linie Aequinoctiaal konden passeren.

Het was bij nacht altemet of de ganse zee vuur was, zo bruiste de zee, en schenen vonken vuurs te zijn, die voor van de boeg van 't schip af stoten, en bij dag hield het op; waren over dat (meer als gemeen) vuuren der zees altesamen seer verwonderd. Stelden onze koers om boven de Abriolhos te zeilen; hadden een Zuidoosten wind. Bij de Abriolhos komende, stilde de wind enz.

.....

Je begrijpt wel dat men een veel beter overzicht zou krijgen van de op zee voorkomende gunstige en ongunstige weerstoestanden, wanneer al deze kennis bij elkaar gebracht zou kunnen worden. Daar zou feitelijk iedereen bij gebaat zijn.

De Amerikaanse zee-officier Maury is de eerste man die geprobeerd heeft die gegevens uit die journalen bij elkaar te brengen. In de jaren 1825 tot 1840 bestudeerde hij zorgvuldig vele logboeken van Amerikaanse schepen. Met de aantekeningen van het weer en de zeestromen die hij daarin vond, kon hij windkaarten en zeestromingskaarten van de oceanen samenstellen. Voor de zeilschepen uit die tijd bleken deze kaarten zeer nuttig te zijn. Een betere kennis van de wind en de stroom had tot gevolg dat de oceaandreizen in een kortere tijd gemaakt konden worden. Door dit succes kwam Maury op het idee aan alle zeevarende landen te vragen om aan boord van de handelsschepen naast het logboek ook een apart weerkundig journaal te laten bijhouden. De hierin verzamelde gegevens konden dan door een speciaal instituut in elk land worden bewerkt en tot ieders nut worden gepubliceerd.

Vele landen gingen op dit voorstel in. In 1853 voerde men, ook in Nederland, een speciaal "meteorologisch journaal" voor schepen in. In de tegenwoordige weerkundige journalen worden naast de plaats waar het schip zich bevindt, viermaal per dag

o. a. genoteerd de gegevens over de luchtdruk, de wind, de temperatuur van de lucht en het zeewater, en ook de hoogte van de golven en de deining, mét de richting waaruit deze komen.

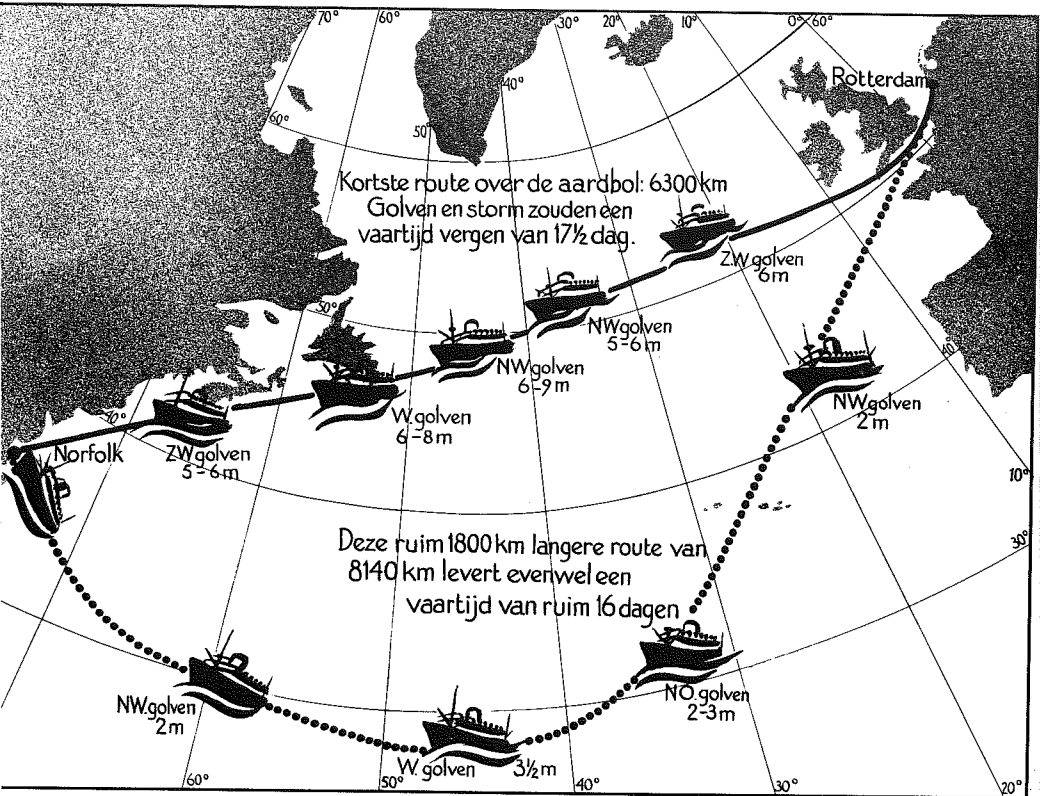
In de loop der jaren werden ook deze belangrijke gegevens vastgelegd op ponskaarten, die, zoals reeds hiervoor werd verteld, door een machine kunnen worden gesorteerd en bewerkt.

Het zijn deze miljoenen waarnemingen geweest die men gebruikte voor het maken van kaarten in atlassen voor de scheepvaart en voor wetenschappelijke onderzoeken, die in het bijzonder uitgevoerd worden door de afdeling Oceanografie en Maritieme meteorologie.

Aan boord van schepen die varen bij de koopvaardij, de kustwacht, de marine en de visserij legt om de zes uur één van de stuurlieden het weer in een codebericht vast. Direct na de waarneming worden deze berichten naar het vasteland doorgezonden. Niet alle schepen doen hier aan mee. Van alle schepen groter dan 500 ton die de oceaan bevaren, doet ongeveer 20 % mee. In 1963 waren dat ongeveer 4300 schepen, waarvan het Nederlandse aandeel 317 was. De Verenigde Staten van Amerika, de Sovjet-Unie, het Britse Koninkrijk, Japan, Nederland en de Duitse Bondsrepubliek hadden toen samen ruim 70 % van het totaal aantal waarnemende schepen.

De berichten van deze schepen worden door de weerdiensten gebruikt om hun weerkaarten ook op de oceaan te tekenen. Aan de hand van die weerkaarten bestuderen meteorologen en oceanografen de verdere ontwikkelingen van stormvelden en orkanen op zee en van de daardoor veroorzaakte gebieden met hoge golven en deining.

Vele schepen die de Atlantische Oceaan oversteken krijgen, van De Bilt uit een aanbeveling over de route die het beste gevolgd kan worden, om zo goed mogelijk, stormweer en hoge golven te vermijden. Als de kapitein deze aanbeveling opvolgt maakt hij vaak een snellere overtocht. Zoals ruim honderd jaar geleden de door Maury verzamelde gegevens uit de logboeken een snellere reis voor zeilschepen mogelijk maakten, zo zijn het nu de per radio uitgezonden waarnemingen van de schepen, die, door middel van een weersverwachting voor de oceaan, opnieuw een bekorting van de reisduur kunnen geven voor de huidige stoom- en motorschepen.



afb. 23: Vele schepen die de Atlantische Oceaan oversteken, krijgen van De Bilt uit een aanbeveling over de route die het beste gevolgd kan worden om zo goed mogelijk stormweer en hoge golven te vermijden, hetgeen b.v. bij een kwetsbare lading van groot belang kan zijn.

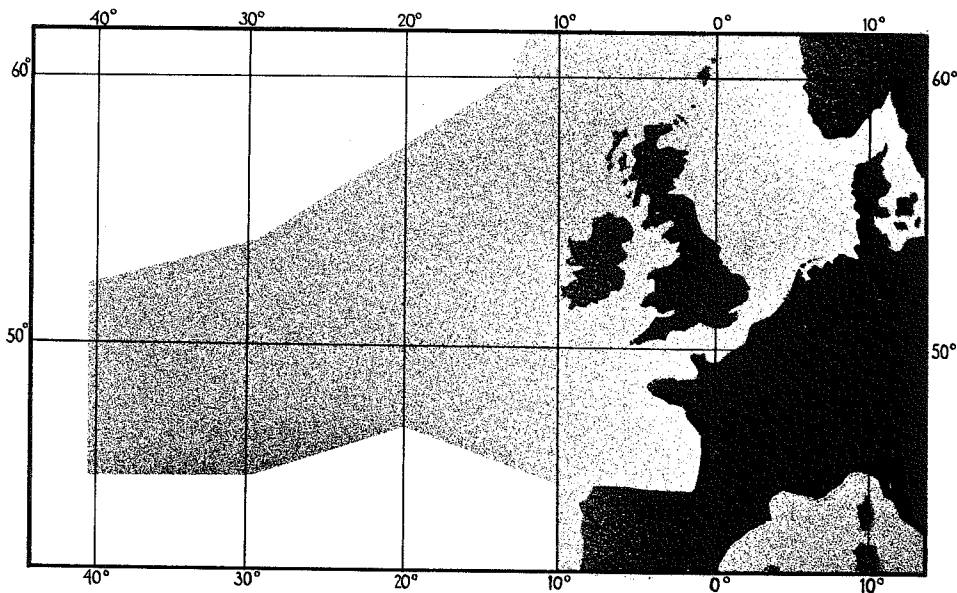
Soms kan een aanbevolen route een verlenging van vele honderden kilometers met zich mee brengen, maar in vaartijd gemeten kan deze route toch in minder dagen worden afgelegd dan de "kortste overstek", indien daar stormen woeden. Hoge zeeën en hinderlijke deining veroorzaken dan een aanzienlijke vertraging van de reis.

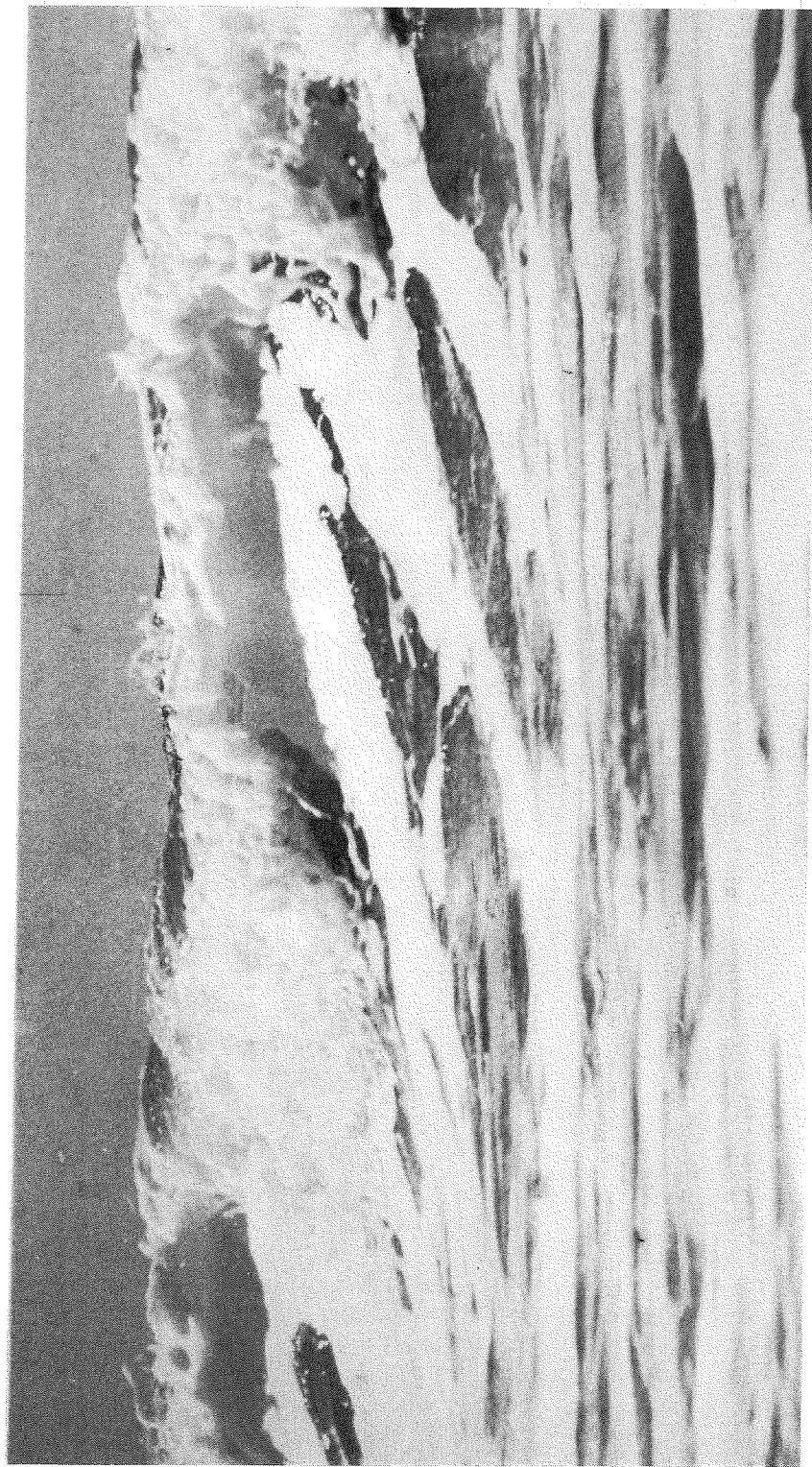
Tekening K. N. M. I.



afb. 24: boven: Het stijgende gebruik van aardolieproducten is gepaard gegaan met een toenemende vervuiling van havens, binnenwateren, kusten en zeeën. O.a. heeft dit geleid tot schade aan de visserij en sterfte van zeevogels. Ook ons eigen strand is af en toe vervuild door uitgestrekte velden stookolie - ook wel "teer" genoemd. Foto Techn. Bur. Bakels, Zandvoort

afb. 24: onder: In 1954 kwam een internationaal verdrag tot stand ter voorkoming van verontreiniging van de zee door olie. Het kaartje geeft aan in welke gebieden (stand 18.5.1967) geen oliën meer mogen worden geloosd.





afb. 25: Voor het bouwen van golfbrekers, havenpiëren en kaden, voor de aanleg van dammen en sluizen, voor werkzaamheden op volle zee, voor het ontwerpen van schepen en dergelijke zaken is veel kennis nodig van golven en deining. Foto J. F. den Tonkelaar.

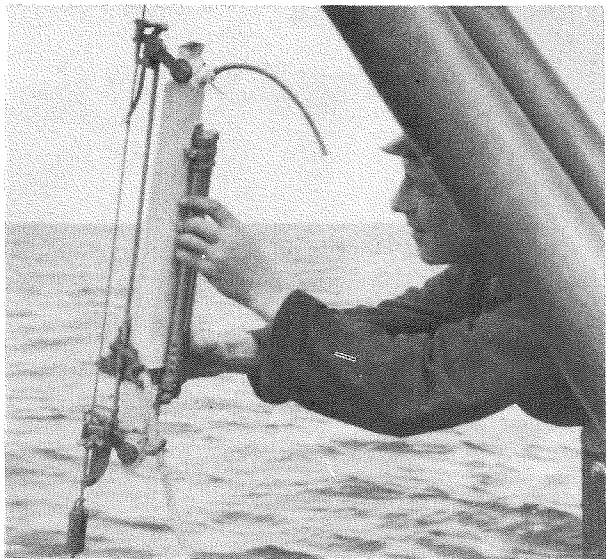
Voor het verslepen en plaatsen van grote "boor-eilanden", platvormen van waar af men in de zeebodem speurt naar olie en aardgas, geeft het KNMI ook inlichtingen over de wind en golven, die verwacht mogen worden. Zulke gegevens van het weer op zee, de golven, en de deining worden tevens gebruikt bij de berekeningen die nodig zijn voor de aanleg van dammen en sluisen, voor het bouwen van havenpiers en kaden, in ons "Delta-gebied" en ook op andere plaatsen over de gehele wereld.

Een ander onderzoek - o. a. ook voor de Delta-werken van belang - is dat naar de vorming en de verplaatsing van drijfs en vast ijs tijdens strenge winters, zowel in zoet als in zout water.

Langs de stranden van onze kust - en in de komende jaren ook rond de zoetwaterbekkens in het Deltagebied - zijn er in de zomer veel vakantiegangers die daar verpozing zoeken. Zij baden en zwemmen natuurlijk het liefst in schoon water. Maar onze rivieren en de riolen van grote steden (zoals Den Haag) brengen veel afval in zee. Ook spuien sommige olietankers afgewerkte stookolie en spoelwater met olie in zee. De verontreiniging van de zee en de vervuiling van onze stranden vormen een groot probleem. Hoe deze verontreiniging kan worden onderdrukt - liever nog: helemaal tenietkan worden gedaan - is ook weer een groot vraagstuk. De oceanografen van het KNMI proberen er een oplossing voor te vinden.

afb. 26: De diepzeewaterschepper samen met thermometers, aan de lijn. Op grote diepten in de oceaan worden hiermede watermonsters genomen.

Foto K.N.M.I.



HET KOMPAS, AARDBEVINGEN EN HET RADIOVERKEER
OVER DE WERELD,
het werk van de afdeling
GEOFYSICA.

Ons verhaal zou niet volledig zijn als we ook nog niet iets vertellen over de afdeling die "Geofysica" wordt genoemd. Dat woord betekent: "natuurkunde van de aarde".

Wat wordt er nu op de afdeling Geofysica gedaan? In hoofdzaak worden daar drie geheel van elkaar verschillende soorten van onderzoeken verricht.

1. Meer dan 80 jaar geleden is men daar al begonnen de afwijkingen van het kompas te meten. Je weet wel dat de magneetnaald van een kompas naar het noorden wijst, maar wat je misschien niet weet is, dat die naald bijna nergens precies naar het noorden wijst. In ons land wijst de kompasnaald een beetje links van het ware (echte) noorden, en daarom zie je op de meeste kompassen links van de noordpijl een streepje staan. Als je het ware noorden wil vinden dan moet je ervoor zorgen, dat de naald naar dat streepje wijst. Dan ligt het echte noorden precies in de richting van de N op de kompasroos. Maar er komt nog iets vervelends bij. Die afwijking van het kompas blijft niet altijd dezelfde, maar verandert heel langzaam in de loop van de jaren. Daarom wordt op het KNMI, dag in dag uit, nu al meer dan 80 jaren, de afwijking van het kompas gemeten. Dezelfde metingen worden op meer dan 200 "magnetische stations", over de hele wereld verspreid, verricht. Met behulp van al die metingen kan op een kaart van de wereld overal worden aangegeven, hoe groot die afwijking is. Ieder jaar wordt zo'n kaart gemaakt. De stuurman op een schip kan met zijn kompas en zo'n kaart de juiste koers bepalen.
2. In 1906 werden in het KNMI 2 seismografen opgesteld, en in later jaren zijn er nog 11 bijgekomen.

Een seismograaf is een instrument dat heel kleine trillingen kan optekenen. Trillingen, die zo klein zijn, dat je ze niet kunt voelen of zien, geven aan de wijzer van de seismograaf een grote uitslag. Het is nu de bedoeling dat die seismografen de trillingen van de aardbevingen optekenen. Als er bijvoorbeeld in Japan een sterke aardbeving plaats heeft, dan ontstaan daar grote verwoestingen door de sterke aardbevings-trillingen. Die trillingen breiden zich verder door de aarde uit en kunnen daardoor ook ons land bereiken. Maar dan zijn ze zó zwak geworden dat geen mens ze meer kan voelen. De seismograaf kan ze echter wel optekenen. Zo'n optekening wordt een seismogram genoemd. Een seismoloog, dat is iemand die verstand heeft van aardbevingen, kan nu uit het seismogram berekenen waar op aarde die aardbeving heeft plaats gehad en ook hoe sterk die aardbeving is geweest.

In ons land komen zelden aardbevingen voor, hoogstens enkele keren in een eeuw; en dan nog zijn die aardbevingen zo zwak dat ze vrijwel geen schade veroorzaken. Het "ergste" gevolg is, dat er in slecht gebouwde huizen scheuren in de muren komen of dat er hier en daar een schoorsteen van het dak valt. Maar er zijn hele streken op aarde waar veel en soms ook sterke aardbevingen voorkomen, zoals bijvoorbeeld in Chili, Japan, Perzië en Nieuw-Zeeland. In veel van deze landen wordt er bij het bouwen van de huizen rekening mee gehouden dat ze steviger moeten zijn dan in landen waar geen aardbevingen voorkomen. De seismologen kunnen zeggen hoeveel steviger dat moet zijn. Ook in ons land wordt daarmee rekening gehouden, maar je begrijpt nu wel dat bij ons de huizen gauw sterk genoeg zijn. Het zou prettig zijn als, evenals voor het weer, een verwachting kon worden gemaakt waar en wanneer een aardbeving zal plaats vinden. Dat zou heel wat mensenlevens kunnen redden. Zover zijn we nog niet, maar de hoop bestaat dat het in de toekomst mogelijk zal worden.

3. In 1945 werd op de afdeling Geofysica begonnen met het onderzoek van de ionosfeer. De ionosfeer is een laag in de dampkring, tussen 50 en 500 km hoogte, waar de samenstelling van de lucht afwijkt van de rest. Die laag heeft daardoor

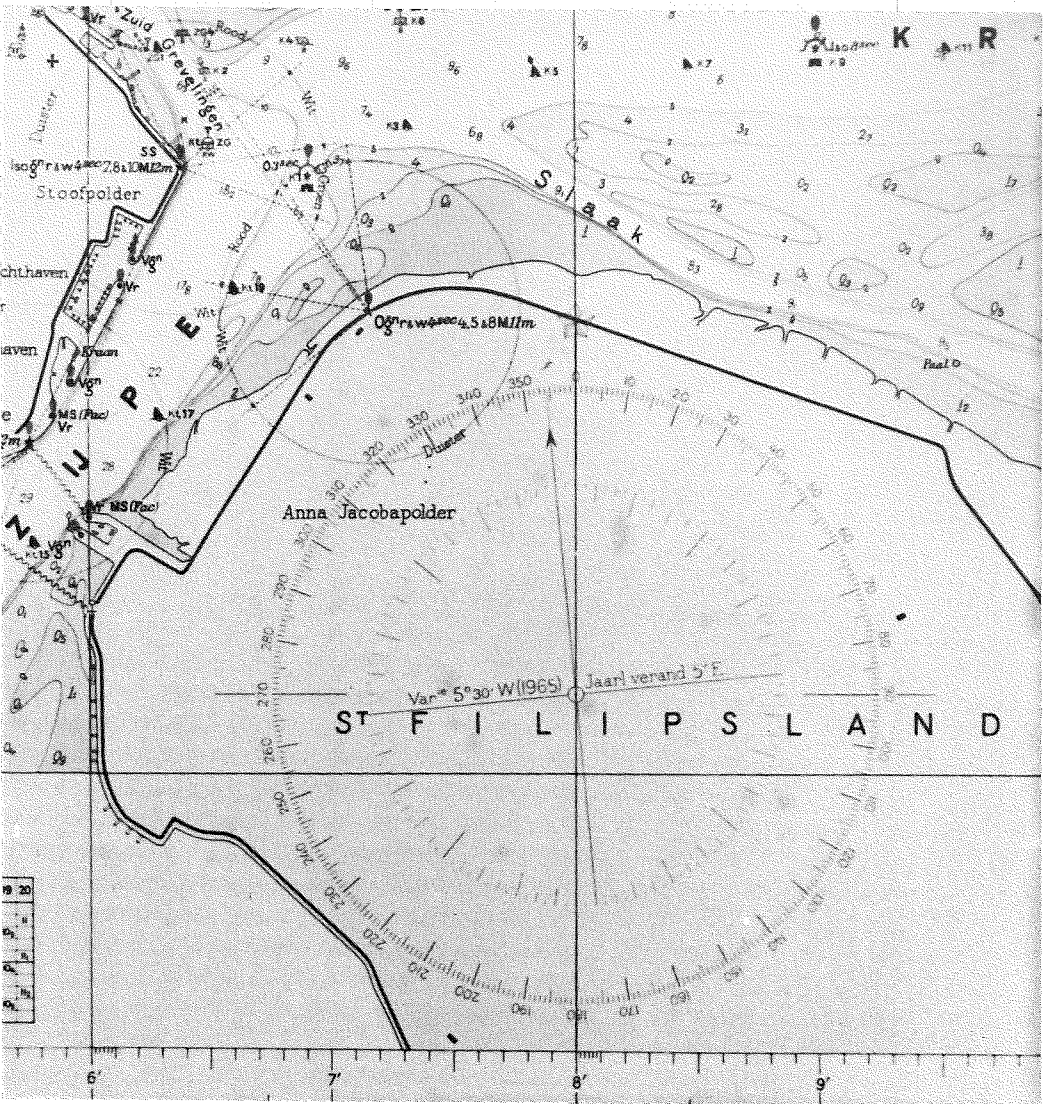
de eigenschap dat hij radiogolven kan terugkaatsen en zo is het mogelijk om de uitzending van een radiostation op grote afstand op te vangen. De hoogte waarop die laag zich bevindt is niet altijd dezelfde, en ook is er een verschil in de hoogte overdag en de hoogte 's nachts. Dat wordt allemaal op het KNMI gemeten. Soms verdwijnt de laag gedeeltelijk en dan worden er geen radiostralen meer teruggekaatst. Dat is bijvoorbeeld erg lastig voor de radioverbinding tussen Nederland en Zuid-Amerika omdat dit erge storingen geeft. Het is daarom van groot belang dat men de ionosfeer voortdurend blijft onderzoeken en bestuderen.

— — —



afb. 27: Eén van de vele fraaie poollichtvormen, zoals deze vooral in de meer noordelijk gelegen landen - en ook in het nagenoeg onbewoonde Zuidpoolgebied - vrij dikwijls gezien kunnen worden. De lichtverschijnselen spelen zich af op 80-700 km hoogte boven het aardoppervlak.

Foto Auroral Atlas.



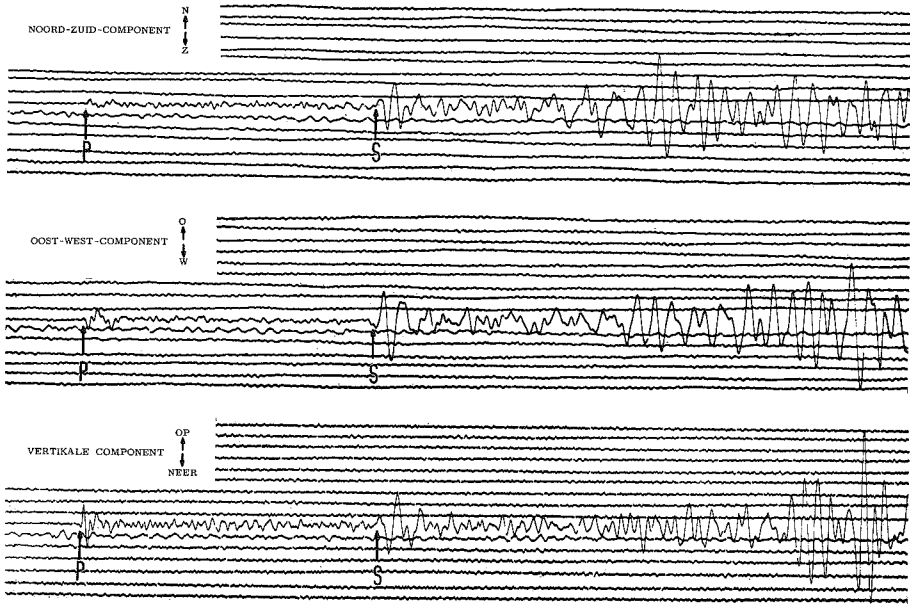
afb. 28: De magneetnaald van een kompas wijst bijna nergens precies naar het Noorden. In ons land, wijst de naald een beetje links van het ware Noorden. Op het K. N. M. I. meet men heel precies hoeveel die afwijking bedraagt en hoeveel hij per jaar verandert. Om het ware Noorden te bepalen moet de richting van de kompasnaald samenvallen met het pijltje. Het echte Noorden ligt dan in de richting van de ster op de lijn door het getal 0. Het is o. a. voor koersbepaling op zee en in kustwateren noodzakelijk dat dergelijke gegevens op de zeekaarten zijn opgenomen.

Foto K. N. M. I.



afb. 29: Er zijn vele streken op aarde waar herhaaldelijk en soms ook sterke aardbevingen voorkomen. Daartoe behoort o. a. Chili. Aardschokken en aardverschuivingen richtten daar in mei 1960 grote verwoestingen aan.
Foto's USOM - Chili.

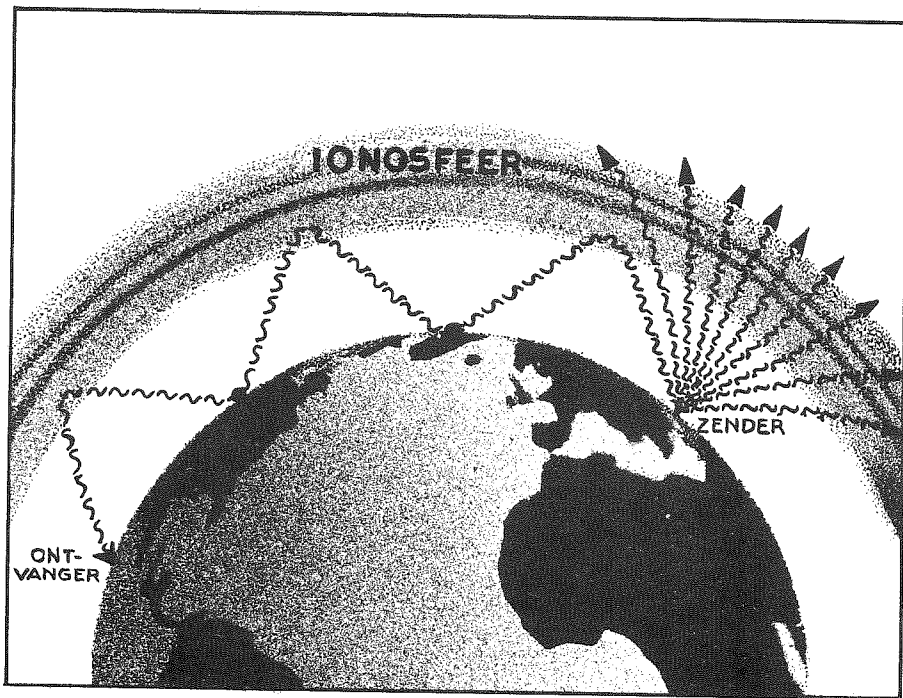




afb. 30: Een seismogram wordt met een lichtstraal op een strook fotografisch papier geschreven. De kleine trillingen geven de voortdurende onrust van de aardkorst aan. Een aardbeving, die op 20 november 1924 in Turkije plaatsvond, (om 20 uur 27 min 38 sec (W. T.)) werd in De Bilt opgetekend zoals de figuur boven aangeeft.

De aankomst van de snelste trillingen daarvan (de zgn. longitudinale golven) ligt bij P. De iets minder snelle trillingen (de zgn. transversale golven) komen aan bij S. Beide trillingen gaan dwars door de aarde.

De grote uitslagen rechts in het beeld zijn afkomstig van trillingen die langs het aardoppervlak liepen. Uit het tijdsverschil tussen de aankomst van de P- en de S-golven berekenden de seismologen dat de haard van de aardbeving lag op 39° N.B. en 31° O. L. .



afb. 31: Tussen 50 en 500 km hoogte bevindt zich in de dampkring een laag die de ionosfeer wordt genoemd. Deze laag weerkaatst radiogolven. Voor radioverbindingen over grote afstand worden meestal golflengten van ongeveer 20 m gebruikt. De in een nauwe bundel uitgezonden signalen leggen met sprongen van elk een paar duizend kilometer, een zig-zag-weg af tussen de aarde en de ionosfeer. Zo kunnen zij de andere kant van de aardbol bereiken. De sterkte van het uitgezonden signaal wordt verzwakt omdat een groot deel hiervan door de ionosfeer heendringt en in het wereldruim verdwijnt.

Illustratie K. N. M. I.

WAT ZIJN DEPRESSIES EN HOGEDRUKGEBIEDEN ?

Op bladzijde 7 kon je lezen dat het weerbeeld van de gehele wereld bestaat uit ongeveer 50 depressies en hogedrukgebieden, omstreeks 100.000 buien, waarvan 2000 met onweer, en nog veel meer andere verschijnselen.

We willen nu proberen op eenvoudige wijze duidelijk te maken wat depressies en hogedrukgebieden zijn en ook welke rol ze spelen in het weergebeuren.

Het woord "depressie" betekent : lage druk. Als de luchtdruk, gemeten in een bepaald gebied, lager (met andere woorden: kleiner) is, dan in een wijde omgeving daar omheen, dan zegt men in de weerkunde dat zich in dat gebied een depressie bevindt. Het tegenovergestelde is een hogedrukgebied. Daarin is de luchtdruk hoger (ofwel: groter) dan er om heen.

De luchtdruk - die gemeten wordt met een barometer - is niets anders dan het gewicht waarmee de totale luchtlaag op het aard- of zee-oppervlak drukt.

De luchtschil, die de gehele aarde omgeeft, wordt dampkring of atmosfeer genoemd. Zoals een lengte bv. in meters, een tijd in seconden of uren en een gewicht in grammen of kilogrammen wordt gemeten, zo wordt in de weerkunde de luchtdruk uitgedrukt in millibaren. Een druk van 1013 millibar is even groot als de druk van één kilogram op één vierkante centimeter oppervlakte: dat is hetzelfde als een druk van één atmosfeer.

De lucht wordt naar boven toe snel ijler. Het is niet nauwkeurig aan te geven tot hoe hoog de bovengrens van de dampkring reikt. Zo ligt op $5\frac{1}{2}$ km hoogte al ongeveer de helft van de totale lucht-massa onder ons. En op 20 km hoogte al ruim 90 %. Op een paar honderd kilometer hoogte is de lucht al zó ijl, dat er per kubieke meter al minder luchtdeeltjes in voorkomen dan in het grootste luchtledige dat wij met aardse pompen kunnen bereiken. Als we, aan het aardoppervlak blijvend, met onze barometer een reis over de wereld gaan maken dan kunnen we de luchtdruk van plaats tot plaats meten en vergelijken. Dan zullen we zien

dat we soms een hoge druk meten, maar veel verderop een lage druk. Hierbij kunnen de gemeten standen uiteenlopen van 1050 mbar (hoge druk) tot 950 mbar (lage druk): dat wil zeggen: een verschil van 10 procent.

Nu zijn die verschillen in de luchtdruk van plaats tot plaats niet zo maar chaotisch. Integendeel. De waarden die we meten hangen onderling sterk samen. Op onze reis zien we de barometerstand bv. eerst langzaam hoger worden, dan weer langzaam afnemen, om, misschien na meer dan duizend kilometer, weer langzaam op te lopen.

Zo op het eerste gezicht lijkt het eigenlijk vreemd dat de lucht niet overal even zwaar is. En je vraagt je af wat er de oorzaak van is dat de dampkring op de ene plaats een groter gewicht heeft dan elders.

Welnu, de grootte van die druk wordt in hoofdzaak bepaald door de temperaturen die de lucht heeft in de laag die reikt vanaf het aardoppervlak tot aan de bovenrand van de dampkring en bovendien voor een klein deel door de hoeveelheid waterdamp, die als gas in de lucht aanwezig is.

De verdeling van die verschillende temperaturen en hoeveelheden waterdamp nu veroorzaakt de luchtdrukverschillen.

Doordat de lucht voortdurend in beweging is en er op elke hoogte grote brede luchtstromingen voorkomen die droge of vochtige, koude of warme lucht kunnen aanvoeren, zal door deze stromingen óók op elke plaats van het aardoppervlak de luchtdruk voortdurend veranderen.

Laten we nu voor het gemak de verdeling van die plaatsen met hoge druk en lage druk over de gehele aarde eens op één en hetzelfde ogenblik bekijken, dus in gedachten van de luchtdrukverdeling een "momentopname" maken. Dan zien we dat in grote gebieden op aarde een lage luchtdruk wordt gemeten. En ook dat er vele van zulke gebieden zijn die van elkaar worden gescheiden door streken met een hoge barometerstand. Zo'n lagedrukgebied kan een horizontale doorsnede hebben van 500 tot 2000 km of zelfs nog meer. Hogedrukgebieden zijn vaak nog groter. Sommige halen wel een doorsnede van 6000 km.

Maar in werkelijkheid staat de atmosfeer NIET stil. In de depressies en in de hogedrukgebieden is de lucht in beweging.

En lucht in beweging: dat is wind ! Waarheen waait nu de wind ? Wel, de wind probeert de lucht vanuit het hogedrukgebied weg te voeren naar het lagedrukgebied. Dat lijkt tamelijk logisch. Water stroomt immers ook van hoog naar laag. In werkelijkheid echter is het met de luchtstromingen niet zo eenvoudig gesteld als het lijkt.

Op die bewegende lucht werkt nl. een extra kracht. Een kracht, die veroorzaakt wordt doordat de aarde in het wereldruim om haar as draait. Een kracht, die de lucht uit zijn rechte baan van hoog naar laag duwt. Bovendien wordt aan het aardoppervlak de aanstromende lucht nog afgeremd door de ruwheid van het oppervlak ten gevolge van bomen, steden, heuvels, bergen e. d.

Het gevolg hiervan is dat de lucht tenslotte via een lange omweg, langs een baan die op een spiraal lijkt, naar het middelpunt van de depressie stroomt. Daarom ziet een depressie er uit als een grote draaikolk. Geen draaikolk met een diepe trechter, zoals je ziet wanneer je een roeispaan krachtig door het water trekt, maar een vlakke, ondiepe trechter, met een horizontale doorsnede van enkele honderden tot enkele duizenden kilometers, een verticale afmeting van 2 tot 10, soms 10 tot 20 km. De wervelende luchtstromingen in deze "draaikolk komen dus in hoofdzaak voor in de onderste, zgn. "dikkere" luchtlagen. Aan het benedenoppervlak van de atmosfeer dus, in tegenstelling tot de draaikolk in het water, die zich juist aan het bovenoppervlak vertoont. Zo'n depressie is niet precies cirkelvormig. Meestal lijkt zij op een ingedeukte ellips, voorzien van enkele langgerekte "uitlopers".

De draairichting, rond de depressiekern, van de naar dit punt toe gerichte luchtstromingen, is op het noordelijk halfrond tegengesteld aan die van de wijzers van de klok. Op het zuidelijk halfrond is hij gelijk aan de richting waarin de wijzers van de klok draaien.

Het ligt voor de hand te verwachten dat de lucht zich nabij de kern zal ophopen en de wervel zal vollopen, zoals een kuil in het strand volloopt wanneer de vloed op komt zetten.

Maar die ingewikkelde dampkring beschikt over zulke onverwachte eigenschappen en stromingsmogelijkheden, dat dit niet hoeft.

Boven het gebied van de depressiekern wordt in de hogere luchtlagen, d. w. z. op 3 tot 8 km hoogte, weer lucht uit die kern "weggezogen". Door veranderingen van de luchttemperatuur boven die kern kan de luchtdruk in het centrum aan de grond nog lager worden dan hij al was.

Mén spreekt dan van een "uitdiepende depressie". De lucht wordt in een depressie als het ware "opgetild". Deze stijgende lucht koelt daarbij af. Deze afkoeling veroorzaakt het ontstaan van wolken. Dergelijke wolken bestaan uit zeer kleine waterdruppeltjes. Samen-vloeiing hiervan, bevriezing en nog andere natuurkundige verschijnselen in de wolk kunnen tenslotte regen, sneeuw, hagel of onweer veroorzaken. Tevens kunnen aan het aardoppervlak de verschillen in de luchtdruk over een zekere horizontale afstand zó groot worden dat de aanstromende lucht een razende snelheid krijgt. Zo kan harde wind, storm, zware storm en een orkaan ontstaan. Depressies kunnen dan ook het beste beschreven worden als grote slechtweergebieden.

Het tegenovergestelde gebeuren van wat we in een depressie waarnemen, komt voor in een hogedrukgebied. Aan de voet, d. w. z. aan het aardoppervlak, stroomt de lucht uit dit hogedrukgebied weg.

Ook op déze uitstromende lucht werkt de kracht die veroorzaakt wordt door de draaiing van de aarde om haar as. Het gevolg hiervan is opnieuw een spiraalvormige stroming. Nu wervelt de lucht evenwel uit de kern van het hogedrukgebied weg. Ook hier ligt de gedachte voor de hand: de lucht stroomt weg uit de kern, dus de luchtdruk moet afnemen en het horizontale luchtdrukverschil moet kleiner worden. Soms is dit ook wel zo, maar ook hier beschikt de dampkring weer over eigenschappen die er voor zorgen dat in de hogere luchtlagen het hogedrukgebied als het ware met lucht "gevoed" wordt. Zo kan zo'n hogedrukgebied zich lange tijd als een groot weersysteem handhaven.

In een hogedrukgebied komen meestal dalende, anders gezegd: neerwaarts gerichte luchtbewegingen voor. Deze hebben tot gevolg dat de lucht warmer wordt. In de aanwezige wolken zal de regenval, de sneeuwval of de neiging tot buien onderdrukt worden. Soms verdampt de bewolking geheel. Dan brengt zo'n hogedrukgebied prachtig helder weer mee.

In de zomer kan dat aanleiding geven tot hittegolven. In de winter zal het bij die heldere hemel, in de lange nacht, daarentegen flink vriezen.

Als de lucht nabij het aardoppervlak in zo'n hogedrukgebied nu tamelijk vochtig is, dan kan door die temperatuardaling, vooral in het winterhalfjaar, bij het oorspronkelijk heldere weer mistvorming optreden. Die mist kan dan heel hardnekkig zijn. Zij kan blijven hangen of overgaan in een somber, uitgestrekt, laaghangend wolkendek. Van het aanvankelijk mooie weer blijft dan niet veel over. Het enige pluspunt kan dan nog zijn dat de kans op regen heel erg klein is.

Zo'n wolkenlaag is maar erg dun. De bovenkant reikt veelal niet hoger dan ongeveer anderhalve kilometer. Daarboven is het vaak het mooiste weer van de wereld. Vooral in de bergen kan je dit goed waarnemen. Daar is het in een hogedrukgebied onder in het dal in de winter vaak koud en somber, maar hogerop stralend helder winterweer !

HET EINDE VAN DE RONDWANDELING

Op onze tocht langs de verschillende afdelingen van het KNMI hebben we gezien dat naast het maken van de weersverwachting er nog heel veel ander werk wordt verzet. Er is een heleboel opgenoemd waarover je misschien best wat meer zou willen lezen.

In de boekwinkel kun je gelukkig enkele boekjes kopen, die je nog meer wegwijs kunnen maken. Eenvoudig is:

"K.N.M.I." - geschreven door P. Middelraad. Uitgegeven in de serie "Levend Land" bij N.V. Luctor te Baarn, bestelnr. 239-112.

Wat moeilijker, maar wel duidelijk door heel veel kleurenplaatjes:

"Het weer en de weersvoorspelling", een natuurgids in kleuren, Meulenhoff, Amsterdam, Nederlandse bewerking van Ten Kate en Verploegh.

Een mooi en goed boek, rijk voorzien van foto's en platen, dat uitvoerig ingaat op het ontstaan van het weer, het gebruik van oude en heel moderne instrumenten om te meten en het maken van weersverwachtingen, is :

"Het Weer", uitgegeven door N.V. het Parool, Amsterdam, 1966 in de Parool/Life Wetenschapserie.

