

WARMTE EN WIND IN VERBAND MET DE WEERVOORSPELLINGEN.

DOOR

DR. H. BLINK.

De meteorologie heeft in deze eeuw eene praktische richting verkregen, die zich bij hare wetenschappelijke theoretische inzichten aansluit. Daardoor is er waarschijnlijk geen wetenschap, welke zich meer in de gunst van het groote publiek verheugen mag, dan de kennis des dampkrings. Het geheel der verschijnselen, die zich afspelen boven onze hoofden, de wind die ons omwaait, hetzij als storm bulderend, of als zefir lispelend, de regen die onze velden bevochtigt en de rivieren doet zwellen, de warmte des dampkrings, die de verstijfde aarde tot vruchtbaarheid brengt en plant en dier ten leven wekt; zij zijn het, die dagelijks met het leven in betrekking staan, zoodat de denkende mensch omtrent hun wezen en oorzaken gaarne de verklaring zoekt.

Doch naast de verklaring streeft hij er naar, om de elementen, welke elk dezer verschijnselen te voorschijn roepen, te leeren kennen, ten einde daaruit vooraf te bepalen, hoe wind, regen en temperatuur zich in den eerstvolgenden tijd ten opzichte van een gedeelte onzer aardoppervlakte zullen verhouden. Dit is de praktische zijde der wetenschap. De meteorologie leert de verschijnselen des dampkrings, de physische wetten, welke hem beheerschen en de krachten, welke in de lucht werkzaam zijn, van een wetenschappelijk standpunt kennen; de toepassing dier wetten op de gesteldheid en eigenschappen van de atmosfeer voor een bepaalden dag en een bepaalde plaats is de taak der weerkunde.

Meteorologie en weerkunde moeten aldus wel onderscheiden worden. De eerste is meer van algemeenen, de laatste meer van bijzonderen, specialen aard. Doch de meteorologie leert ons den algemeenen grondslag kennen, waarop de weerkunde berust. Zonder de meteorologische basis zou de weerkunde geen waarde hebben, en zich verliezen in de phantastische dweperijen, waartoe het grillige en onzekere van het object maar al te licht aanleiding geeft. De geschiedenis der weerkunde is daar, om hiervoor het bewijs te leveren.

Wij willen door dit opstel een kijkje nemen in de huishouding der atmosfeer, ten einde het wezen van eenige harer verschijnselen, nl. van temperatuur en wind, eenigszins beter te doen kennen, en de praktische zijde van het vraagstuk der weervoorspellingen onzer meteorologische instituten nader te verklaren. Om dit laatste gedeelte beter tot zijn recht te doen komen, moeten wij met eenige meteorologische beschouwingen aanvangen.

Wanneer wij over het *weer* spreken, bedoelen wij daarmede hoofdzakelijk

de samenwerking van de temperatuur, de beweging der lucht en de vochtigheid. Elk van deze vormt een zelfstandig verschijnsel en een eigen onderwerp van waarneming, hoewel zij onderling voortdurend invloed op elkander uitoefenen, en met elkander in betrekking staan.

Wij wonen hier op Aarde op den bodem der reusachtige luchtzee, die onze planeet aan alle zijden omringt. De Aarde vormt als het ware de vaste kern, welke door de atmosfeer met een zachte schil van meer dan 35 600 K. M. dikte omhuld is. Die atmosfeer is noodwendig voor ons leven; wij ademen hare bestanddeelen in onze longen en zij zuiveren ons bloed, zij houdt de spanning der gassen van het menschelijk lichaam in evenwicht, zoodat, wanneer wij eenige oogenblikken aan hare drukking onttrokken konden leven, ons lichaam uit elkander zou springen. En de dampkring is voor de Aarde het dekkleed, dat haar warmte geeft en de warmte doet behouden; zonder den dampkring zou onze planeet hare warmte spoedig zien wegvloeien in de grenzeloze ruimte des hemels en aan eeuwige verstijving ter prooi zijn.

Wanneer wij spreken over de temperatuur van eenige plaats op Aarde, bedoelen wij daarmede de temperatuur der lucht, zooals een thermometer ons die aanwijst in de schaduw. Die temperatuur wordt gemeten met den thermometer, d. i. warmtemeter. De inrichting van dit werktuig is algemeen bekend, zoodat wij haar niet nader behoeven te verklaren. Slechts wijzen wij er op, dat het meten der warmte met den thermometer zeer betrekkelijk is. Deze wijze van het bepalen der temperatuur berust hierop, dat de stoffen door verhoogde temperatuur uitzetten, en naar de uitzetting van het kwik wordt de graad der warmte aangegeven. Men heeft daarvoor het kwik genomen, omdat dit eene regelmatige en duidelijk merkbare uitzetting bij verhooging, en inkrimping bij verlaging van temperatuur heeft. Evenwel, men kan ook andere stoffen daarvoor bezigen. Bij de zelfregistreerende thermometers der meteorologische instituten, die voortdurend den graad van warmte zelf opteekenen, gebruikt men hiervoor dan ook een zinken staaf.

De verwarming van den dampkring geschiedt door de Zon. Dat schitterend hemellichaam, de moeder van een gansch planetenstelsel, is de onderhouder en bestuurder van al hare kinderen. Voortdurend straalt de Zon warmte en licht uit naar alle kanten door de ruimte des hemels, en al de planeten baden zich in dien stralenvloed. Een zeer klein gedeelte van de warmtestralen, welke de Zon naar alle zijden uitzendt, treft onze Aarde. Toch is dit kleine gedeelte voldoende, om de Aarde bewoonbaar te maken voor planten en dieren van den aard, als onze planeet bewonen. Onder andere warmtetoestanden zouden zich ook andere schepselen ontwikkelen.

De lichtstralen der Zon treffen allereerst den dampkring der Aarde. Waar die dampkring helder en rein is, schieten de lichtstralen der Zon er door heen, zonder er een belangrijke hoeveelheid warmte in achter te laten. Krachtig treffen zij dan de oppervlakte der Aarde en de voorwerpen, welke er zich op bevinden.

Maar wanneer de atmosfeer met stof- of waterdeeltjes vervuld is, die als

wolken langs het uitspansel zweven of als mistlagen in lagere sferen rusten, dan worden stralen der Zon in hun toegang naar de Aarde belemmerd. Hierdoor ontvangt onze woonplaats slechts een klein gedeelte van de zonnewarmte, en het grootste gedeelte wordt door de wolken, welke somtijds uit ijsnaalden bestaan, in de hoogere gedeelten der atmosfeer geabsorbeerd. De lagen van den dampkring, waarin wij leven en waarnemen, zijn dan, als de aardbodem zelf niet warm is, koud en guur onder den grijzen hemel, welke geen warmte doorlaat, maar de zonnewarmte terugkaatst naar de ruimte of zelf op die hoogten behoudt.

Is evenwel de Aarde zelf reeds sterk verwarmd, zoodat zij aan de benedenste luchtlagen van hare warmte kan mededeelen, en is de Zon ondergegaan, waardoor de verwarming van buiten ophoudt, dan werken de wolken als een dekkleed voor de Aarde, dat hare afkoeling tegengaat. Een heldere hemel laat des avonds vrij toe, dat de Aarde de bij dag ontvangen warmte uitstraalt in de hemelruimte, en daardoor sterk afkoelt. In de maanden Mei en Juni is die uitstraling en afkoeling bij heldere nachten dikwijls nog zoo sterk, dat na een warmen dag des ochtends bij zonsopgang de planten met een laagje rijm bedekt zijn. Zelfs in de Sahara-woestijn, het aan de natuur ontleende beeld van hevige hitte, volgt op een gloeiend heeten dag met eene temperatuur van 35° C., des nachts dikwijls nog nachtvorst.

Zoo matigen de wolken de uitersten van temperatuur hier op Aarde. En wat de wolken in den dampkring op zoo in 't oog vallende wijze doen, verricht ook het in de atmosfeer onzichtbare koolzuur, al is dat niet gemakkelijk waar te nemen. Eerst de onderzoekingen van de laatste tijden hebben dien invloed van het koolzuur op de absorptie van warmte in de atmosfeer duidelijk aangetoond. 't Is eene onzichtbare werkzaamheid, tot zegen van onze woonplaats.

De verwarming van onzen dampkring en bovenal van de benedenste lagen heeft op de volgende wijze plaats. Zooals wij zeiden, blijven de zonnestralen wel voor een gedeelte in de atmosfeer achter (bij donkere, bewolkte lucht een grooter, bij heldere lucht een kleiner hoeveelheid), maar de grootste hoeveelheid bereikt meestal de aardoppervlakte. Hier beschijnen zij den vasten bodem en de zeeën, en brengen aan deze hunne warmte over. De donkere aardbodem wordt het sterkst door de zonnestralen verwarmd, de zeeën worden minder krachtig verwarmd door de Zon. Hiervoor bestaan verschillende oorzaken. De zonnestralen toch worden gedeeltelijk door de gladde oppervlakte des waters direct weder teruggekaatst als door een spiegel, en deze stralen verliezen zich spoedig in de hoogere atmosfeer of in de ruimte, zonder tot verwarming te dienen. Een gedeelte der zonnestralen dringt dieper in het water door, en aldus wordt hier deze warmte meer verstrooid. En verder heeft het water meer warmte noodig, om tot een bepaalde temperatuur verwarmd te worden, dan het land. Men noemt dit, dat het water eene grootere warmte-capaciteit bezit. Door deze laatste oorzaak alleen wordt eene oppervlakte lands bij dezelfde beschijning door de zon ongeveer

tweemaal zooveel in temperatuur verhoogd als dezelfde oppervlakte der zee.

De vaste aardbodem en de zeeën deelen van de ontvangen verwarming door de Zon weder warmte aan de lucht mede. Beide worden beschenen door de lichtende stralen der Zon, doch die lichtende stralen zijn op Aarde, vooral bij donkeren aardbodem, in donkere warmte overgegaan. De donkere aardbodem straalt geen licht terug, maar donkere warmte. En die donkere warmte is het, welke veel meer door de atmosfeer wordt opgenomen dan de lichtgevende stralen, welke direct van de Zon komen. Daardoor blijft vooral de door den aardbodem uitgestraalde warmte in de benedenste lagen des dampkrings achter, en verhoogt deze in temperatuur. De luchtlagen, waarin wij ons bewegen, worden aldus hoofdzakelijk door de Aarde verwarmd, nadat deze die warmte direct had ontvangen van de Zon. En de dampkring is het, die deze warmte bewaart en er de levende wereld mede omringt. De lucht is het medium, dat de brandende gloed der zonnestrallen matigt tot een aangename, weldoende warmte, en dat ons voor verstijving behoedt, wanneer de Zon onder onzen horizon is weggezonden, en niet meer hare stralen zendt aan het gedeelte van den aardbol, hetwelk wij bewonen.

Wanneer de aardbodem uit eene homogene massa bestond, d. i., wanneer hij overal uit dezelfde stoffen was samengesteld, en als hij verder volkomen bolvormig was, zou de verwarming geheel volgens mathematische wetten van den aequator naar de polen afnemen. Er zou op Aarde een volkomen wiskunstige verdeling in luchtstreken bestaan, zooals die thans soms wordt aangenomen, en men zou voor elk dier zonen de temperatuur der lucht vooraf kunnen bepalen.

Tal van oorzaken verbreken die regelmaat. In de eerste plaats herinneren wij er aan, wat wij boven reeds bespraken, dat de afwisseling van land en water eene ongelijke verwarming der lucht ten gevolge heeft. Vervolgens zijn het de winden, die door de verplaatsing van warme en koude lucht de temperatuur voortdurend wijzigen. Daarenboven is de meerdere of mindere graad van bewolking van veel invloed op de verwarming door de Zon.

Zie hier eenige der oorzaken, welke de mathematische regelmaat in de temperatuurverdeling over de oppervlakte der Aarde verbreken. Waar die oorzaken vrijwel met zekere wetten werken, hebben zij voor enkele plaatsen in bepaalde perioden des jaars eigenaardigheden in de temperatuur ten gevolge, die men door langdurige waarneming kan leeren kennen.

Het onderzoek der wetenschap is daarop gericht. In deze eeuw heeft men op verschillende plaatsen, op enkele sedert korten, op andere gedurende langer tijd, geregelde dagelijksche temperatuur-waarnemingen verricht. Die opgaven der temperatuur voor eene plaats op een bepaalden dag des jaars gedurende verschillende opvolgende jaren, stellen ons in staat, de gemiddelde temperatuur voor dien dag op die plaats te berekenen. Deze gemiddelde temperatuur wordt de *normale* genoemd. Over hoe meer jaren de berekening loopt, des te nauwkeuriger is het gemiddelde cijfer. Zoo zijn reeds voor tal van steden in Europa en ook in ons vaderland de normale temperaturen voor elken dag des jaars berekend.

De opgaven van de temperatuur in de dagelijksche meteorologische berichten, welke in verschillende dagbladen voorkomen, en die te Utrecht, Amsterdam en Rotterdam ook door kaartjes gepubliceerd worden, wijzen de temperatuur van verschillende plaatsen aan, en geven daarbij nog op, hoeveel die waargenomen temperatuur van de normale afwijkt. Men gebruikt daarvoor de eigenaardige uitdrukkingen, dat het *te warm* is, als de temperatuur van dien dag *boven* de normale gaat, of dat het *te koud* is, wanneer het omgekeerde het geval is. Op de weerkaartjes wordt dit door verschillende kleuren aangeduid.

De beweging der lucht des dampkrings is mede een der belangrijkste elementen van het weer. Elke beweging der lucht in de atmosfeer noemt men wind. De wind is dus eene strooming der lucht van de eene plaats naar de andere.

Nimmer is de lucht-oceaan in rust. Het schijnt, of onzichtbare machten hem voortdurend in beweging houden. Nu zacht, dan met alles vernielende kracht, nu traag en loom en dan met bliksemsnelheid, nu uit den eenen en dan uit den anderen hoek des hemels waaiend; is het wonder, dat de wind het zinnebeeld van veranderlijkheid en wispelturigheid werd, dat men zijn heraut, den windwijzer, spreekwoordelijk als het type van beginselloosheid bezigde?

En toch heeft men geen reden tot deze uitspraak. Alleen toen de meteorologie nog in haar kindsheid was, vond men aanleiding tot deze beeldspraak. Doch sedert mannen als Dove, Buys Ballot, Hann, Loomis e. a. ons den wind in zijn wezen en oorsprong hebben leeren kennen, is gebleken, dat ook deze, trots al zijn schijnbare gulligheid en teugelloosheid, zich binnen de perken der natuurwetten ordelijk en redelijk gedraagt.

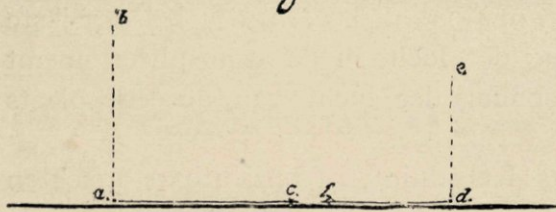
De wind ontstaat, wanneer het evenwicht der atmosferische lucht voor eenig gebied verbroken is. Overal drukt de atmosfeer met een zwaarte op de Aarde, die wij de drukking van één atmosfeer noemen. Die drukking kan men meten met den barometer. Als men een op het eene eind gesloten glazen buis luchtledig in een bakje met kwik plaatst, zal buiten de buis de lucht op het kwik in het bakje drukken, doch binnen de wanden van de luchtledige buis niet. Daardoor zal hier het kwik zooveel stijgen, dat het evenwicht maakt met de drukking der atmosfeer op het kwik buiten de buis in het bakje. Dit geschiedt, als men zich op de hoogte van den zeespiegel bevindt, wanneer het kwik gemiddeld 76 cM. gestegen is. Die laag kwik van 76 cM. drukt dus even sterk op het kwik in het bakje als de geheele atmosfeer over dezelfde oppervlakte. Gaat men hooger in de lucht, zoodat niet de geheele dampkringskolom boven de toestel is, maar een gedeelte daar beneden, dan zal hij ook niet zoo zwaar op het kwik drukken, en derhalve moet het kwik in de buis eveneens lager staan en dalen.

Doch ook op het niveau der zee blijft de barometer niet altijd onveranderlijk op 76 cM. hoogte staan. Wanneer men dit instrument in zijn veranderingen nagaat, bemerkt men, dat het afwisselend rijst en daalt, en bijna

voortdurend aan geringer of grooter schommelingen is onderworpen. Als de barometer rijst, wijst hij aan, dat er meer lucht boven het instrument staat, welke er dus krachtiger op drukt; daalt hij, dan is het omgekeerde het geval. Dat vermeederen van de lucht boven den barometer kan een gevolg hiervan zijn, dat de luchtlaag hooger is, doch ook eveneens daarvan, dat de lucht dichter en soortelijk zwaarder wordt.

De eigenschap der vloeistoffen, dat een deeltje, hetwelk eenige drukking ondervindt, diezelfde drukking op al de aangrenzende deeltjes uitoefent, is

Fig. 1.



bekend. Ook bij de lucht bestaat deze eigenschap. Nemen wij nu een luchtdeeltje a in fig. 1, dat eene drukking door de bovenliggende lucht ondervindt, voorgesteld door de lijn $a-b$. Dit deeltje a oefent thans ook naar de kanten diezelfde drukking $a-b$ uit. Wij nemen slechts den kant

rechts, en dus zal het deeltje de ontvangen drukking met dezelfde kracht in die richting op de aangrenzende luchtdeeltjes uitoefenen. Deze drukking wordt voorgesteld door de lijn $a-c$. Een luchtdeeltje d ondervindt de drukking $d-e$, en oefent zijdelings de drukking $d-f$ uit. Wat zal hiervan het gevolg zijn? Zeer natuurlijk, dat in de richting a geduwd wordt met eene kracht $d-f$, en in de richting d met eene kracht $a-c$. Die beide krachten zijn niet gelijk, het evenwicht is verbroken, en de sterkste wint het natuurlijk op de zwakkere. Dientengevolge zal de lucht van a naar d stroomen. Hoe grooter het verschil dier beide drukkingen is, des te sneller zal de beweging zijn.

Dit is de verklaring van het ontstaan van den wind in zijn meest eenvoudigen vorm. Wanneer de drukking des dampkrings op twee plaatsen, niet te ver van elkander verwijderd, verschilt (die drukking moet bij beide tot eene zelfde hoogte boven de zee gereduceerd worden), zal de lucht steeds stroomen van de plaats met de sterkste drukking naar de plaats met de geringste drukking. Dezelfde kracht die het water in de rivieren zeewaarts doet stroomen, brengt ook aldus de lucht in beweging.

De beweging der lucht is het gevolg van het verbroken evenwicht in de atmosfeer. De oorzaak van het verbreken van het evenwicht der lucht moet hoofdzakelijk gezocht worden in de *ongelijke verwarming* der lucht. Door verwarming toch zet de lucht zich uit, door afkoeling krimpt zij in. Hierdoor zal sterk verwarmde lucht soortelijk lichter zijn dan koude lucht. En wanneer een gebied der lucht dus sterk verwarmd is, zal dit over 't geheel ten gevolge hebben, dat de lucht lichter wordt en minder zwaar op den aardbodem drukt, terwijl afkoeling het omgekeerde doet ontstaan.

Aldus is de ongelijke verwarming de oorzaak van het verbreken van het evenwicht in de luchtlagen. Boven leerden wij reeds eenige oorzaken kennen van het verschil in de verwarming der lucht. Waar deze oorzaken standvastig

bestaan, zooals met de verdeeling van land en water het geval is, moeten die ook vrij geregeld waaiende winden ten gevolge hebben.

Dit leert ons de werkelijkheid dan ook inderdaad.

In de tropische luchtstreken hebben de eilanden langs de kusten over dag een zeewind, omdat, door de oorzaken boven genoemd, des daags het land sterker verwarmd wordt door de Zon dan de zee. Des nachts heeft het omgekeerde plaats; de zee behoudt hare warmte langer, en des avonds, als de zon is ondergegaan, worden het land en de lucht boven het land sterk afgekoeld, terwijl de zee nog krachtig verwarmd blijft. Dan stroomt de koudere lucht van het land als landwind naar de zee. In een vrij regelmatige orde wisselt dit verschijnsel dagelijks af.

Waar groote landmassa's aan uitgestrekte zeeën grenzen, worden door dezelfde oorzaak met de jaargetijden afwisselende winden tot stand gebracht. Deze noemt men, met een aan het Arabisch ontleenden naam, *moessons*. Langs de kusten van de Indische zee waren deze winden het langst bekend en worden ze het regelmatigst gevonden. Hier werden ze door de Arabieren *mousin* genoemd, d. i. bepaalde tijd, jaargetijde van *wasama*, d. i. bepalen, kenmerken, omdat de jaargetijden door die afwisseling der winden worden gekenmerkt.

De land- en zeewinden aan de kusten der tropische landen ontstaan door de verschillende verwarming van het land en de zee over dag, en door de verschillende uitstraling der warmte bij nacht. De moessons zijn dergelijke land- en zeewinden op groote schaal, die evenwel eerst met de jaargetijden afwisselen. Beide kenmerken zich door groote regelmatigheid, als gevolg der oorzaken van hun ontstaan.

Dergelijke regelmatige winden vormen ook de *passaten*. Hieronder verstaat men de noordoostelijke winden, die ten noorden van den aequator tot ongeveer dertig graden noorderbreedte vrij geregeld waaien. Ten zuiden van den aequator tot dezelfde breedte vindt men soortgelijke winden uit het zuidoosten, eveneens passaten genoemd. Die passaten ontstaan door het verschil in verwarming, dat de Aarde op de breedte van den aequator en op hooger breedten ondervindt. Aan den aequator wordt de aardoppervlakte sterker verwarmd dan verder naar het noorden en zuiden. Dit heeft ten gevolge, dat de lucht in die streek der sterkste verwarming soortelijk lichter wordt, en dat vervolgens van het noorden en zuiden de zwaardere lucht toestroomt om die lichtere te verdringen.

Die passaten zijn geen zuiver noorden- en zuidenwinden, zooals uit het gezegde zou moeten voortvloeien, maar noordoosten- en zuidoostenwinden. De oorzaak hiervan ligt in bijkomende omstandigheden. Wij zullen deze niet uiteenzetten, maar kortelijk aanduiden in eene algemeene wet.

Als er over de oppervlakte der Aarde eene vrije beweging van eenig lichaam plaats heeft, zal dit lichaam niet in een rechte lijn voortgaan, maar er naar streven om in het noordelijk halfrond iets naar de rechterhand, in het zuidelijk halfrond iets naar de linkerhand af te wijken.

Deze wet beheerscht de beweging van alle lichamen over de oppervlakte van onzen aardbol. De spoortreinen, die zich door ijzeren banden in hun

loop bepaald zien, zijn er aan onderworpen, maar worden door de stalen rails verhinderd er aan toe te geven. De kanonkogels en geweerkogels zijn er eveneens aan onderworpen, en kunnen er iets aan toegeven. Wie met een kanon in het noordelijk halfrond op een doel schiet, moet dus iets links aanleggen, omdat de kogel iets rechts afwijkt. De luchtdeeltjes van den wind en de waterdeeltjes eener zeestrooming zijn voortdurend aan die wet onderworpen. De oorzaak dier afwijking ligt in de samenwerking van twee feiten, nl. dat de Aarde een bol is, en dat de aardbol om zijn as wentelt. Wij zullen hierbij evenwel niet langer stilstaan.

Genoemde afwijking nu maakt, dat de passaten op het noordelijk halfrond noordoosten-winden, op het zuidelijk halfrond zuidoosten-winden worden, in plaats van noorden- en zuidenwinden te blijven. En deze afwijking valt waar te nemen bij alle winden, hoe zij ook ontstaan. Zoowel de moessons als de land- en zeewinden staan onder dienzelfden invloed. En de richting der winden in onze gewesten wordt door dien invloed mede beheerscht.

Land- en zeewinden, passaten en moessons behooren tot de regelmatige winden. Zij worden hoofdzakelijk gevonden in de warme luchtstreken der Aarde. Doch buiten deze vindt men winden, welke in den grond der zaak wel op dezelfde wijze ontstaan en door dezelfde wetten beheerscht worden, maar die, wegens de afwisseling en onregelmatigheid in de oorzaken van hun ontstaan, ook zelf onregelmatig en onzeker zijn in hun voorkomen en richting.

Dit is het geval in de gematigde luchtstreken en dus ook in onze gewesten. De winden zijn hier onregelmatig in richting; men weet niet vooraf, welken wind op een bepaalden tijd des jaars zal waaien. Wel vindt men ook hier door nauwkeurige statistieken, dat in eenig jaargetijde de eene windrichting meer voorkomt dan de andere, maar alleen door dergelijke waarnemingen valt dit te ontdekken en voor de kennis van den wind op een bepaalden dag heeft het weinig waarde.

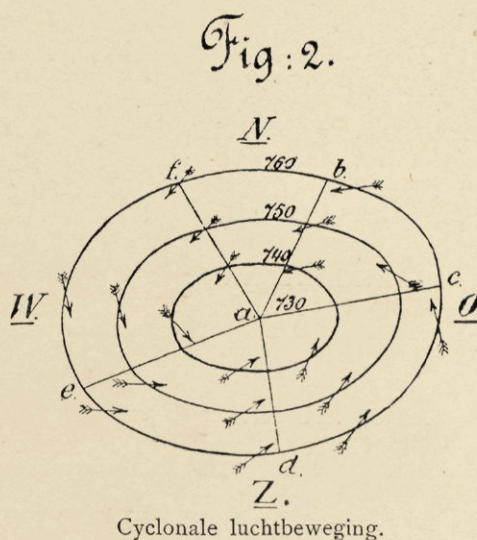
De winden in de gewesten der onregelmatige luchtstroomen ontstaan, evenals alle winden, door verschil in luchtdrukking op nabij elkander gelegen plaatsen. Waar zich hier een gebied van lage drukking naast een gebied van hooger luchtdrukking bevindt, zal de lucht van het laatste gebied naar het eerste toestroomen.

De plaatsen, waar de luchtdrukking *lager is dan het gemiddelde*, zegt men, dat een *gebied van lage drukking* of eene *depressie* hebben. Waar de luchtdrukking *boven het gemiddelde* is, heeft men een *gebied van hooge drukking* of een *barometrisch maximum*. Ten einde deze depressies en maxima van luchtdrukking duidelijk voor te stellen, worden ze in kaart gebracht. Hiertoe worden alle plaatsen op eene kaart, die, tot het niveau der zee gereduceerd, op denzelfden tijd gelijke luchtdrukking hebben, door lijnen vereenigd. Deze lijnen noemt men *isobaren* of lijnen van *gelijke luchtdrukking*.

De isobaren duiden aan, waar er een gebied van hooge of lage luchtdrukking gevonden wordt, en de vorm der depressie blijkt daaruit tevens.

Meestal hebben die depressies eene ellipsvormige gedaante, zooals de waarneming leert. Zij komen voor van groote en van kleine uitgebreidheid, en zij verplaatsen zich door de atmosfeer, zoodat bijna dagelijks de toestand van depressies en luchtdruk-maxima verandert.

Gaan wij thans na, wat er geschiedt, wanneer ergens in de gematigde luchtstreek eene depressie naast een gebied van hooge luchtdrukking gevonden wordt. Figuur 2 stelt dergelijken toestand voor. De ellipsvormige lijnen zijn isobaren van 740, 750 en 760 cM. luchtdrukking, terwijl in het midden eene depressie ligt van 730 cM. De lijn $a-b$ is rechtstreeksch van den omtrek naar de depressie getrokken, en eveneens is dit met de lijnen $a-c$, $a-d$, $a-e$ en $a-f$ het geval. Wanneer nu deze toestand in den dampkring bestaat, zal de lucht van het gebied der hoogere drukking naar de depressie trachten te stroommen. Als de Aarde niet om haar as wentelde en geen bol was, zou dit geschieden langs den kortsten weg, d. i. volgens de lijnen $a-b$, $a-c$ enz.

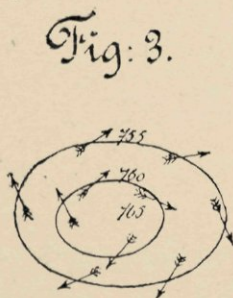


Doch wij hebben straks de wet leeren kennen, volgens welke die luchtbeving op het noordelijk halfrond iets afwijkt naar de rechterhand. Daardoor zal de toestroomende lucht zich meer bewegen in de richting van de pijltjes, welke door de isobaren getrokken zijn. Op die wijze ontstaat er om eene depressie eene draaiende luchtbeving, welke in het noordelijk halfrond eene richting heeft in tegengestelden zin als die der wijzers van een liggend uurwerk. Deze luchtbeving om eene depressie noemt men *cyclonale luchtbeving*.

Het was onze landgenoot, wijlen BUYS BALLOT, die het eerst deze geregelde beving der lucht om eene depressie als een algemeene wet heeft uitgesproken. Die wet heet de „wet van Buys Ballot” en staat ook in het buitenland onder dien naam bekend. Zij luidt: „Staat men in een barometrisch maximum en wendt men zijn blik naar het barometrisch minimum of de depressie, dan zal de wind in het noordelijk halfrond van de linkerhand, in het zuidelijk halfrond van de rechterhand komen.”

Die wet was als aangewezen, om in de praktijk dienst te doen, en den grondslag te vormen voor de voorspellingen van den toekomstigen wind. Het is dan ook geen wonder, dat Anti-cyclonale luchtbeving. zij weldra algemeen in de meteorologie werd toegepast.

Wenden wij nog een enkelen blik op een barometrisch maximum. Figuur 3 wijst dergelijk maximum aan. Waar de luchtdrukking hoog is, stroomt de lucht weg. Aldus heeft er van dit maximum eene wegstreaming der lucht plaats. Ook hierbij geschiedt de beving niet in eene lijn volgens den kortsten weg,



maar door bovengenoemde oorzaak met eene afwijking naar de rechterhand in het noordelijk halfrond, zooals de figuur aantoon. Hierdoor ontstaat er rondom een maximum eene luchtbeweging in eene richting gelijk aan die der wijzers van een liggend uurwerk en tegengesteld aan de cyclonale luchtbeweging. Men noemt die luchtbeweging om een maximum, tot onderscheiding van de bovengenoemde om eene depressie, *anti-cyclonale luchtbeweging*.

Cyclonale- en anti-cyclonale luchtbeweging beheerschen hoofdzakelijk de windrichtingen in onze gewesten. Bovenal de depressie's hebben den meesten invloed, en om de depressie's heeft gewoonlijk de krachtigste luchtbeweging plaats. Hoe dieper die depressie is en hoe dichter de isobaren bij elkander liggen, des te heviger moet de wind worden. De lucht stroomt dan toe met grooter snelheid, evenals de rivier sneller stroomt, wanneer het verval grooter is. Om kleine, diepe depressie's vormt zich aldus een snel wervelende draaikolk van lucht. In dit geval heeft men stormen, die terecht ook cyclonen, d. i. kringstormen, genoemd worden. Met snelle vaart jaagt dan de lucht om de depressie, en alleen in het centrum is er rust.

De richting van den wind voor eene bepaalde plaats hangt daarvan af, aan welken kant zich eene depressie bevindt. In fig. 2 bijv. zal eene plaats *c* Z. O. wind hebben, omdat de depressie ten W. van *c* ligt. De plaats *d* zal door dezelfde oorzaak een Z. W., de plaats *e* een N. W. en de plaats *f* een N. O. wind hebben. Wanneer zich nu de geheele cyclonale luchtbeweging van fig. 2 naar het oosten verplaatst, zal *c* eindelijk in het centrum der depressie komen te liggen, waar de luchtbeweging ophoudt. Vervolgens komt *c* ten westen van *a* in het gebied, waar de beweging uit het N. W. plaats heeft. Bij hevige stormen kan men dergelijk verschijnsel dikwijls opmerken. De storm vangt bijv. aan met een zuidenwind, die langzamerhand iets westelijker wordt, om, indien het centrum der depressie over de plaats gaat, voor eenigen tijd te bedaren. Doch die kalmte is bedriegelijk. Want weldra begint de storm op nieuw, en wel uit het noordwesten, zoodra de plaats in het westelijk deel der luchtbeweging om de depressie gekomen is. Wanneer men aldus weet, welk gedeelte van eene cyclonale luchtbeweging over eene plaats gaat, kan men daaruit afleiden, welke wind er volgen zal, terwijl uit de diepte der depressie's eenigszins kan besloten worden omtrent de kracht van den wind.

Depressie's en maxima van luchtdrukking zijn de machten, welke de atmosfeer in beweging brengen. Hoewel men in 't algemeen kan zeggen, dat zij uit ongelijke verwarming voortvloeien, is het toch onmogelijk, om in de gematigde gewesten haar verschijnen te verklaren. De gelegenheid tot voldoende waarneming ontbreekt daartoe. Uit de onbekende diepte der atmosfeer verschijnen zij. Wij kunnen haar waarnemen, door behulp van den barometer, en door de gevolgen, n. l. den wind. Maar hoe zij ontstaan en waardoor zij zich oplossen, is meestal onbekend. Echter heeft het onderzoek geleerd, dat vele dier depressie's van den Atlantischen Oceaan op het vasteland van Europa aankomen. Zij komen van een gebied, waar weinig waarnemingen verricht kunnen worden. Wel volgen zij in Europa, blijkens sta-

tistische opgaven, enkele banen in de verschillende jaargetijden meer dan andere, maar voor de praktijk levert dit nog geen groote voordeelen op. Daarom moet men door voortdurende waarneming de depressie's dagelijks leeren kennen en in haar loop vervolgen, om ten opzichte van het weder de rechte inzichten en aanduidingen te verkrijgen, en den toekomstigen toestand van het weer te voorspellen.

De invoering der electriche telegraaf en de uitbreiding van het telegraafnet in alle landen van Europa maakte het mogelijk, dagelijks van een uitgebreid gebied de kennis van de temperatuur, den regenval, den luchtdruk en de windrichting te verzamelen. Toen nu de kennis van de verschijnselen der atmosfeer was uitgebreid, en men de elementen, welke warmte en koude, regen en wind in den dampkring veroorzaken, had leeren kennen, lag het voor de hand dat men poogde, om uit de kennis dier elementen het weer voor de naaste toekomst af te leiden. De wetenschap der meteorologie verkreeg hierdoor een praktische beteekenis. Bovenal in Noord-Amerika, waar gedachte en daad dikwijls één zijn, werd op groote schaal een wetenschappelijk praktische weerdienst georganiseerd. Na den burgeroorlog tusschen de Noordelijke en Zuidelijke Staten werd dit groote land met een dicht net van meteorologische stations overdekt, welke hun hoofdbureau in Washington hebben.

In 1890 waren in de Vereenigde Staten van Noord-Amerika niet minder dan 500 meteorologische stations voor den weerdienst werkzaam. Dat deze dienst hier met vrucht werkt, blijkt daaruit, dat in 1890 niet minder dan 82 pct. der gedane voorspellingen 48 uren vooruit juist bleken te zijn. Van de voorspellingen 72 uren van te voren kwamen er nog 80½ pct. uit.

In Nederland is de oprichting der meteorologische instituten hoofdzakelijk het werk van prof. Buys Ballot. Door zijne bemiddeling werd in 1854 het eerste Meteorologisch Instituut te Utrecht gebouwd, dat thans zijne filiaal-inrichtingen heeft te Rotterdam en te Amsterdam. Evenwel moeten wij er op wijzen, dat de arbeid, welke aan die Instituten verricht wordt, zich slechts voor een klein gedeelte tot de weerwaarnemingen bepaalt. Tal van andere wetenschappelijke en praktische zaken worden aldaar behandeld. Te Utrecht neemt ook de hydrographie eene belangrijke plaats in. Te Amsterdam en Rotterdam wordt aan de correctie der zeekaarten en aan de regeling der kompassen veel zorg besteed, wat in deze steden voor de zeevaart van groot belang is. Met dezen laatsten arbeid houden wij ons thans echter niet bezig.

Wij willen ten slotte nog een vluchtig kijkje nemen op het Meteorologisch Instituut aan de Handelskade te Amsterdam, om te zien, hoe de weerberichten in onze dagbladen tot stand komen. Aan den ijverigen en bekwamen directeur, den heer L. Rozenberg, die ons welwillend in staat stelde het kaartje op te nemen en om de werkzaamheid van zijn Instituut te leeren kennen, onzen oprechten dank.

De Nederlandsche meteorologische instituten staan met die van het buitenland en met de plaatsen van waarneming in ons land te den Hel-

der, Delfzijl, Vlissingen en Maastricht, in telegraphische verbinding. Des morgens te acht uur komen de berichten van de waarneming omtrent temperatuur, toestand der lucht, neerslag uit den dampkring, windrichting en luchtdrukking uit ons land in, en na 9 uur volgen die van het buitenland successievelijk. Uit Duitschland komen wel drie weertelegrammen, die tevens opgaven van andere landen bevatten, welke over Duitschland ons bereiken. Het Fransche bericht komt gewoonlijk met dat van Brussel. Te half twee des middags zijn de weertelegrammen van dien dag alle aangekomen. Van de Nederlandsche stations heeft men daarbij nog een tweede waarneming, te half een.

Reeds tijdens de ontvangst dier telegrammen is men begonnen, die opgaven in kaart te brengen. Op gereed liggende kaartjes, waar de Europeesche stations op aangeduid zijn, worden de opgaven omtrent het weer ingevuld. Het model dier kaartjes vindt men in fig. 4, dat naar het weerbericht van 5 Maart 1891 verkleind is. Op een dergelijk kaartje worden de opgaven van temperatuur en neerslag aangeduid door gekleurde arceeringen en cijfers, welke men onder het kaartje omschreven vindt. Het andere kaartje duidt de luchtdrukking en de windrichting aan. Volgens de ontvangen opgaven van de luchtdrukking worden de isobaren of lijnen van gelijke luchtdrukking getrokken. Een zwaarder lijn duidt de isobaar van 760 cM. luchtdrukking aan, die men als de grens van eene depressie en een maximum van luchtdrukking kan beschouwen.

Wij laten hierbij het onderschrift in zijn geheel volgen, dat de kaartjes verklaart en tevens in woorden het overzicht van de weersgesteldheid benevens de verwachting omtrent het weer voor dien dag aangeeft.

Het kaartje der luchtdrukking wijst duidelijk aan, dat den 5^{den} Maart in Noorwegen eene diepe depressie gevonden werd van minder dan 730 mM. (te Stockholm 728 mM.), terwijl boven de Golf van Biscaye een maximum van luchtdrukking werd aangetroffen. Zoo was de toestand den 5^{den} Maart 1891. Wat moest hieruit voor de tusschenliggende plaatsen volgen?

Van het maximum stroomt de lucht naar het minimum en wijkt tegelijkertijd naar de rechterhand af. Of in andere woorden: als men zijn blik wendt naar het minimum of de depressie zal de wind van de linkerhand komen. Voor Noord-Duitschland en Nederland moest de wind dus wel westelijk worden. Dit is reeds het geval blijkens de pijltjes op de kaart, die de windrichting aangeven. En bij den bestaanden toestand der depressie's en van het maximum valt te verwachten, dat die wind in Nederland den volgenden dag nog aldus blijven zal. Dit wordt ook door de „Verwachting: Wind: West” onder aan het kaartje uitgesproken.

Hoofdzakelijk maakt de windrichting het onderwerp van voorspelling uit. Doch de wind beheerscht dikwijls de temperatuur, de regen en de bewolking, en daardoor kan uit den wind zelden met goed gevolg iets afgeleid worden omtrent de andere weerselementen.

In het bovenstaande geval is de luchtdrukking vrij regelmatig over West-Europa verdeeld. Niet altijd is dit het geval. Binnen het groote gebied eener

Lichtdrukking en windrichting.



Fig. 4.

Temperatuur en neerslag.

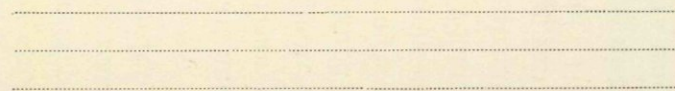


BIJ HET WEERKAARTJE VAN 5 MAART 1891.

OVERZICHT. Er heeft zich plotseling een diepe depressie in het Oostzeegebied gevormd, welke thans den geheelen toestand beheerscht: het centrum onder een dampkringsdruk lager dan 728 m.M. ligt ergens tusschen Stokholm en Hernosand. In het zuidelijk deel der Oostzee stormt het uit 't Westen. Over het noordelijk deel van het vaste land en over de Britsche eilanden krachtigen wind uit WZW tot WNW.

Dat gedeelte waar de temperatuur boven de normale (d. i. waar het te warm is) is **rood** en dat waar zij beneden de normale (d. i. waar het te koud is) is **blauw** gearceerd. Naarmate het temperatuurverschil met de normale grooter is, worden de arceeringen zwaarder, steeds bij 5° C. opklimmende. 1)

VERWACHTING. Wind: West.



AMSTERDAM, 5 Maart 1891.

De Directeur der FILIAAL-INRICHTING VAN HET KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT,

1) Bij de reproductie van het kaartje moesten de kleuren vervallen en is rood door stippellijnen, blauw door gesloten lijnen aangegeven.

depressie ontstaan dikwijls nog weer kleine depressie's met hevige winden, die als woeste draaikolken door den dampkring rondzwerven. Door die kleinere depressie's of partieele minima wordt bij onstandvastig weer de weersgesteldheid hoofdzakelijk beheerscht. En deze partieele minima zijn zeer onzeker in haar verschijnen en verdwijnen, waardoor zij de logische uitkomst bij de wetenschappelijke weervoorspellingen dikwijls te niet doen.

Om hierin zooveel mogelijk te gemoet te komen worden bijv. in ons land ook de opgaven van den barometerstand des namiddags te half een mede in aanmerking genomen bij de voorspelling van het weer voor den volgenden dag. En tevens wordt in enkele gevallen door extra-telegrammen van elders nog de nadering van stormen bericht.

Door vele locale omstandigheden en bijkomende invloeden wordt aldus de voorspelling van het weer veel ingewikkelder. Het probleem moet dikwijls opgelost worden uit enkele gegevens, terwijl belangrijke factoren in het proces niet zijn en niet kunnen worden waargenomen. Dat hierdoor de uitkomst niet altijd juist is, valt niet te verwonderen. Doch dit werpt geenszins een blaam op de beginselen der meteorologische kennis, maar is alleen het noodzakelijk gevolg van de onmogelijkheid om voldoende gegevens te verzamelen.

De weerberichten worden in ons land en in het buitenland op verschillende wijzen onder het publiek gebracht. Het geschiedt door de weerkaartjes, zooals wij er een overnamen, en door mededeeling van de opgaven, welke de meteorologische instituten ontvingen. De eerste geven het duidelijkst een inzicht in den toestand des dampkrings. Door enkele bladen wordt dan ook het weerkaartje van den dag geregeld gereproduceerd. Zoo bijv. door de Provinciale Utrechtsche Courant. De meeste bladen deelen evenwel meer of minder volledig de opgaven mede met een resumé van den toestand, zooals dat uit een overzicht van het weerkaartje verkregen wordt. Daaraan wordt toegevoegd, welk weer te verwachten valt.

De weervoorspelling zelf is nog in het eerste stadium van ontwikkeling. Zij bepaalt zich hoofdzakelijk nog tot de windrichting. Daar de meeste depressie's in West-Europa van den Atlantischen Oceaan komen, een gebied dat buiten geregelde waarnemingen valt, verkeert men in Europa in ongunstiger omstandigheden dan in Noord-Amerika, waar men de meteorologische stations over een zoo uitgebreid gebied naar hetzelfde systeem heeft ingericht.

Ook zijn nog geenszins alle elementen van het weer voldoende waar te nemen. Daarenboven bevinden zich onze waarnemingsinstrumenten nabij de aardoppervlakte, terwijl het proces der ontwikkeling van de weers-toestanden in hogere lagen der atmosfeer wordt afgespeeld. Hoe snel de wetenschap zich uitbreidt, in een dertigtal jaren kon ze nog niet alles verrichten. Doch wij hebben hoop, dat de blik des waarnemers eenmaal middelen zal vinden, om ook in thans nog onbereikbare oorden der atmosfeer de toestanden en werkingen te bespieden, evenzeer als op verre werldbollen. Eerst wanneer dit kan geschieden, zal de wetenschap der weerkunde in zekerheid de sterrekunde naderen.
