

STORINGEN IN DEN DAMPKRING.

(WERVELSTORMEN.)

DOOR

A. W. STELLWAGEN.

Prof. HANN heeft onlangs in zijne Meteorologie ¹ 't bovenstaand onderwerp zóó behandeld, dat ik den lezers van 't *Album* een dienst meen te doen door des Hoogleeraars beschouwingen op den voet te volgen.

't Is bekend, dat de ongelijke warmteverdeeling over de oppervlakte der aarde, vereenigd met de evenzeer ongelijke verdeeling van 't waterdampgehalte in de atmosfeer, ten gevolge heeft eene *voortdurende* verbreking van den evenwichtstoestand des dampkrings, zoodat dus steeds meer of minder constante luchtstroomen ontstaan, die 't verbroken evenwicht trachten te herstellen. Indien b.v. in onzen zomer de luchtdruk boven 't vasteland van Azië door de steeds toenemende verhitte en 't daarmede gepaard gaande opstijgen der lucht sterk vermindert, dan komen de moessons uit het Zuiden en de Poolwinden uit Siberië om 't verbroken evenwicht te herstellen. Maar, gelijk men begrijpt, zoodanige verbreking of storing van 't evenwicht des dampkrings, die zich over groote landstreken uitstrekt, treedt min of meer regelmatig op; het is eene *half-jaarlijksche* storing: in den zomer lage, in den winter hooge drukking. Daar zijn echter ook andere storingen, en de studie der regelmatige, over groote ruimten zich uitstrekkende,

¹ Prof. HANN, Meteorologie. Praag, 1875.

heeft tot die der onregelmatige, tot de *plaatselijke storingen* geleid, tot die van de soort, welke meer of minder spoedig van plaats veranderen, over landen en zeeën henen trekken, geene periodiciteit toonen, noch ook rechtstreeksche afhankelijkheid van bepaalde, plaatselijke gegevens. Zij verhouden zich dus tot de periodieke en bestendige evenwichtsstoringen zoo ongeveer als gewone, periodieke warmteverschillen op de aardoppervlakte tot die, welke onder den naam van niet-periodieke warmte-anomalieën bekend zijn.

Gelijk nu de bestendige storingen van 't evenwicht des dampkrings luchtstroomen te voorschijn roepen, zoo moeten dit ook de onverwachts en plaatselijk optredende doen. En daar deze laatste in den regel verreweg grootere luchtdrukverschillen tusschen dichtbij elkaar gelegen plaatsen medebrengen dan de eerste, zoo moeten ook de, het verschil vereffenende, luchtstroomen, door hen opgeroepen, veel heftiger zijn dan de winden, welke aan regelmatige storingen 't aanzijn danken. Welnu, plaatselijke en te gelijk aanzienlijke evenwichtsverstoringen des dampkrings, — zij brengen, wat we *stormen* noemen.

Ter bestudeering nu van 't verschijnsel “de stormen in den dampkring,” ten einde tot de kennis te komen van de mogelijke wetten, waaraan de bewogen luchtmassa's gehoorzamen, op 't oogenblik dat zij 't waarom van haar aanzijn volgen en 't evenwicht in den dampkring trachten te herstellen, tot dit einde, herhalen we, is er geen doeltreffender middel, dan 't gelijktijdige weersverloop over eene aanzienlijke uitgebreidheid van 't gedeelte der aardoppervlakte, hetwelk door een storm wordt geteisterd, *in 't oog te vatten*. We zeggen *in 't oog te vatten*. En dit niet zonder reden. Want sedert men begonnen is het *gelijktijdige* weersverloop over gansche landen aanschouwelijk te maken, dat is op de kaart in beeld te brengen, sedert men *synoptische weersgesteldheids-kaarten* is gaan vervaardigen, heeft onze kennis van 't wezen en den aard der stormen ongekende vorderingen gemaakt. Bedoelde kaarten zijn voor de studie der stormen inderdaad van dezelfde belangrijke beteekenis geworden als de isotherme-kaarten van HUMBOLDT en DOVE voor de normale warmteverdeeling.

Bijgaande kaartjes geven twee synoptische afbeeldingen in haar eenvoudigsten vorm; zij willen niets anders dan de verdeeling van den luchtdruk en de windrichtingen over een gedeelte van Europa aanschouwelijk maken. De verdeeling van den luchtdruk (herleid tot dien aan de zeeoppervlakte) is door lijnen voorgesteld, die de plaatsen

van gelijken barometerstand ¹ verbinden. Zulke lijnen noemt men *isobaren*. De windrichtingen zijn door pijltjes aangegeven, terwijl 't aantal zijwaartsche streepjes van die pijltjes beantwoorden aan de kracht van den wind (1 = zacht koeltje, 6 = orkaan). De eene kaart geeft ons de isobaren en de winden op den 13^{den} November 1872 des morgens te 8 ure, — als men weet het moment van den grootsten vloed in de Oostzee, — tengevolge van een noordoostelijken storm, terwijl de andere kaart eene voorstelling geeft van dezelfde elementen voor den 1^{sten} November 1873, eveneens des morgens te 8 ure, bij zuidwestelijken storm in 't Kanaal. Uit de beschouwing nu dezer kaarten kunnen we twee ervarings-wetten afleiden, die op gelijke wijze en zonder uitzondering tot haar recht komen op alle diergelijke kaarten voor Europa of Noord-Amerika:

1^o. Gedurende stormachtige dagen vertoonen zich over de streken, die door den storm worden geteisterd, groote luchtdruk-verschillen tusschen nabij gelegen plaatsen en bestaat er eene meer of minder kringvormige oppervlakte, boven welke de barometerstand 't laagst is, de plaats der grootste barometrische depressie, het barometrische minimum. Van dit centrum uit neemt de drukking der lucht in alle richtingen spoedig toe. En vergelijken we de synoptische kaarten voor op elkaar volgende stormdagen, dan blijkt het, dat deze plaatsen van 't barometrische minimum zich meestal met groote snelheid over de oppervlakte voortbewegen, in Europa zoowel als in Noord-Amerika, hoofdzakelijk in eene richting van 't westen naar 't oosten.

2^o Rondom de plaats van den laagsten barometerstand is de lucht in heftige beweging, en de intensiteit dier beweging is daar 't grootst, waar de isobaren elkaar 't dichtst naderen, dat wil zeggen, waar (kaart van 1 Nov. 1873 in 't Kanaal, kaart van 13 Nov. 1872 boven 't zuidelijk gedeeltelijk der Oostzee, Zuid-Zweden en Denemarken) de luchtdrukverschillen van dicht bij elkaar gelegen plaatsen 't grootst is. *De richting dezer luchtbewe-*

¹ Om de barometerstanden der onderscheiden stations, die op verschillende hoogten ten opzichte der zee zijn geplaatst, te vergelijken, moet men met deze hoogten rekening houden. Dit geschiedt door den waargenomen luchtdruk *b* op eene hoogte *h* te herleiden tot dien der zeehoogte voor de gegeven plaats. De natuurkunde doet daartoe de volgende formule aan de hand:

$$\log. B = \frac{h}{18382 \left(1 + \frac{4t + 0.01h}{1000} \right)} + \log. b,$$

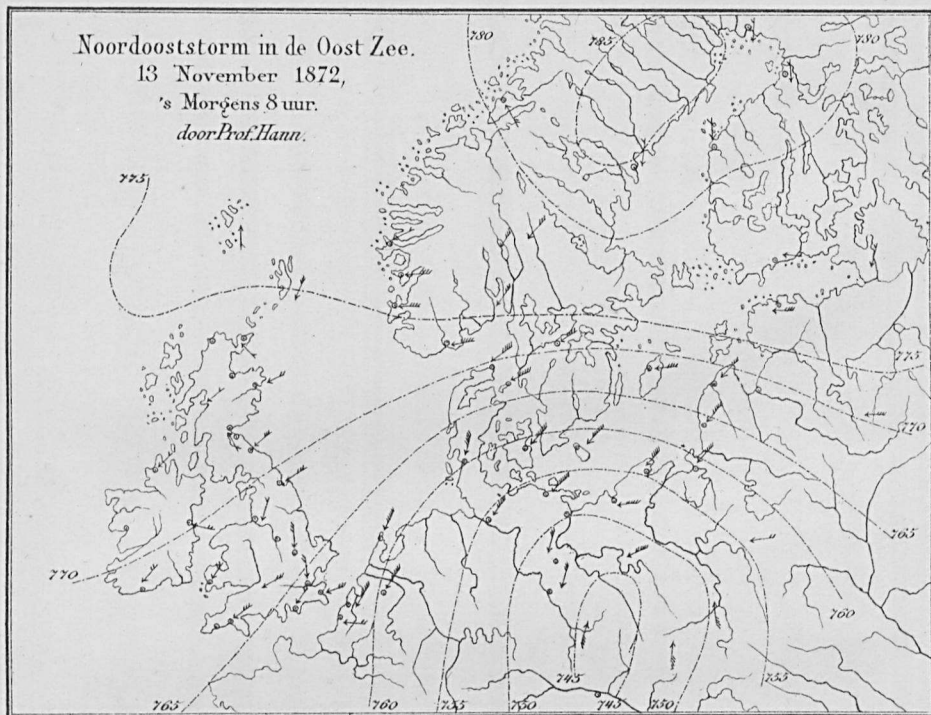
waarin *t* de temperatuur in Celsius, *h* de hoogte in meters, *b* de gegeven, *B* de gezochte barometerstand is. Gemiddelde temperatuursvermindering per meter = 0°.005 C.

Noordooststorm in de Oost Zee.

13 November 1872,

's Morgens 8 uur.

door Prof. Hann.

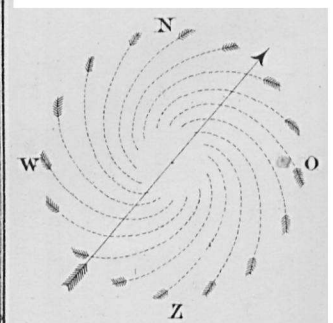
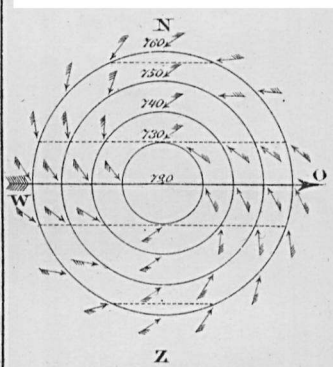
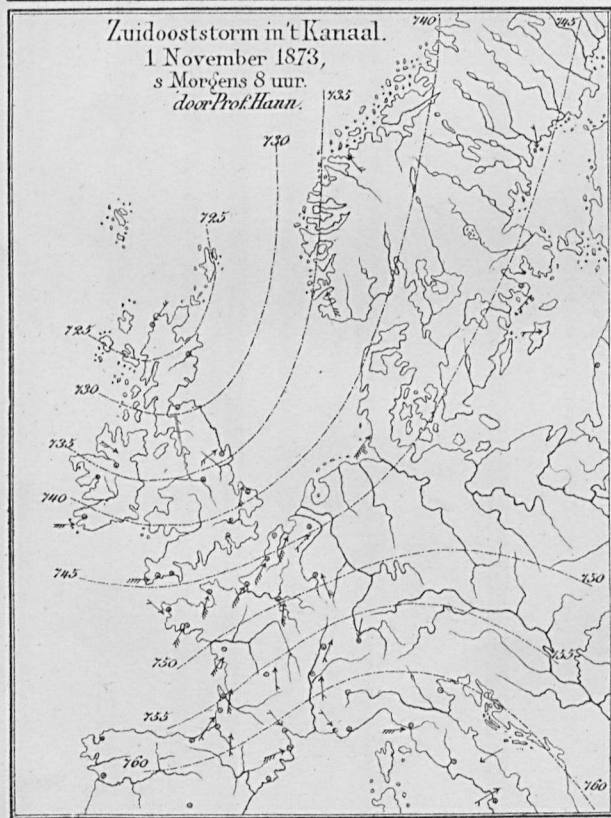


Zuidooststorm in't Kanaal.

1 November 1873,

's Morgens 8 uur.

door Prof. Hann.



ging — en dit is eene belangrijke en gewicht in de schaal leggende quaestie — is eene *draaiende, wervelvormige*. De lucht stroomt niet rechtstreeks, niet lijnrecht naar 't punt van den laagsten barometerstand, maar laat dit (op 't noordelijk halfronde) *links* van zich liggen; hare richting is ongeveer tangential met die der isobaren, of ze snijdt deze laatste onder scherpe hoeken. De luchtmassa's bewegen zich in den spiraalvorm om de plaats van den geringsten druk, en de draaiing vindt plaats *van de rechter naar de linkerzijde*, dat is: *tegengesteld aan die van de wijzers op een uurwerk*. Rondom 't stormcentrum komen dus alle mogelijke windrichtingen voor; op de *oostelijke* voorzijde der werveling is de windrichting zuidelijk, op de *westelijke* achterzijde noordelijk, aan den noordelijken kant oostelijk, aan den zuidelijken westelijk. Op kaart van 13 Nov. 1872 ligt het minimum zuidelijk van de Oostzee, op kaart van 1 Nov. 1873 noordelijk van 't Kanaal, en dus was hier een westelijke, daar een oostelijke storm. In de op onze plaat schematische figuur is eene voorstelling gegeven van den luchtdruk en de windrichtingen over zeker stormveld. De kleine pijltjes wijzen de windrichtingen in de onderscheiden gedeelten van 't bedoelde stormgebied aan; de groote pijl moet beteekenen, dat de plaats van den laagsten barometerstand tegelijk met de draaiende luchtbeweging van 't westen naar 't oosten voortschrijdt. Uit de teekening blijkt, dat binnen de oostelijke voorzijde van 't stormgebied de zuidenwinden met groote snelheid naar hoogere breedten zijn gericht. Deze omstandigheid moet ten gevolge hebben, dat in dit gedeelte der werveling de temperatuur stijgt, de wolkenvorming haastig toeneemt en sterke regens naar beneden plassen. Binnen den westelijken, den achterkant der luchtdraaiing, heerschen noordenwinden, die afkoeling en helderen hemel medebrengen. Het bovenste, noordelijke gedeelte, dat voor Europa lucht van vastelandstreken tot zich trekt, heeft gelijksoortige verhoudingen, maar 't zuider deel, dat westenwinden ontvangt, die mede hooger warmtegraad, waterdamp, wolkenvorming en regen aanbrengen, stemt meer overeen met de oostelijke streek van 't draaiingsgebied. Op de oostelijke zijde van Noord-Amerika daarentegen, zijn de verschijnsels dezer beide deelen van 't stormgebied juist omgekeerd. De noordzijde heeft daar, bij oostenwinden, die van den Atlantischen Oceaen, van den golfstroom komt, hoogere temperatuur en regen te wachten, de zuidzijde met kontinentale westenwinden afkoeling en heldere lucht.

In onze streken zijn de westelijke stormen verreweg in de meerder

heid, noordelijke en oostelijke stormen komen zeldzaam voor. Dit verschijnsel vindt zijn grond hierin, dat de barometrische minima of de middelpunten der stormgebieden bijna uitsluitend van 't westen over den Atlantischen Oceaan komen, en meestal tusschen Engeland en IJsland door koers nemen om over den Noordatlantischen Oceaan de poolstreken binnen te gaan. Aldus blijven Engeland en Frankrijk vele malen, Middel-Europa bijna altijd rechts van de stormdraaiing, en ontvangen dus deze streken zuidelijke en westelijke winden. De stormen beginnen dierhalve ten onzent — Middel-Europa — in den regel met zuidoostenwind, om bij 't vooruitkomen van het centrum der werveling in zuidenwind over te gaan, en zich als westen- en noordwestenwinden verder om te draaien, als bedoeld centrum in 't noorden aankomt en wij alzoo binnen 't benedenste gedeelte van 't wervelingsgebied geraken. IJsland heeft reeds veelvuldige oostelijke en noordoostelijke stormen, terwijl de tweede Deutsche Noordpoolexpeditie (in Oost-Groenland gedurende den winter van 1869 op 1870) veel had te lijden van de heftigste noordelijke stormen. Geen wonder, deze landen blijven meestal op den linkerkant van 't stormgebied van den Noordatlantischen Oceaan, zoodat zij den wind uit het noordoosten en noorden ontvangen.

Twee soorten van stormen, die in 't bijzonder vermelding verdienen, zijn de *scirocco* en de *bora* van de Adriatische zee, benevens de *föhn* aan de noordzijde der Alpen. Zij zijn, na 't boven meegedeelde, zeer gemakkelijk te verklaren. Indien immers een stormcentrum uit den Atlantischen Oceaan de kusten van Europa nadert, zoo ongeveer ter breedte van de Middellandsche zee of Zuid-Frankrijk, dan heeft de Adriatische zee zuidoosten- en zuidenwinden; ten gevolge van de richting van den oostelijken bergrand, die van 't zuidoosten naar 't noordwesten loopt, worden te dezer plaatse bovendien de luchtstroomen van zuidoosten tot zuidwesten in zuidoostenwinden gewijzigd. Zoo ook met de Alpenstreek. De warme, vochtige zuidoosten- en zuidenwinden spoeden zich dus rechthoekig over den kam der Alpen. Aan den zuidkant van 't gebergte loozen zij hun verbazend waterdampgehalte in den vorm van de heftigste stortregens, om dan verder als droge heete winden (heet, door de bij den regen vrijgeworden warmte,) zich in de noordelijke dalen te doen kennen. Dat is de Föhn. Ligtdaarentegen het luchtdruk-minimum in 't zuiden der Adriatische zee, dan heeft haar noordelijk gedeelte noordoostenwinden, die door de enorme temperatuurverschillen der ongewoon warme kusten en het koude Karst-

plateau nog in nooge mate versterkt worden, en diensvolgens in den vorm van heftige stooten van gemeld plateau naar de zee komen afdalen.

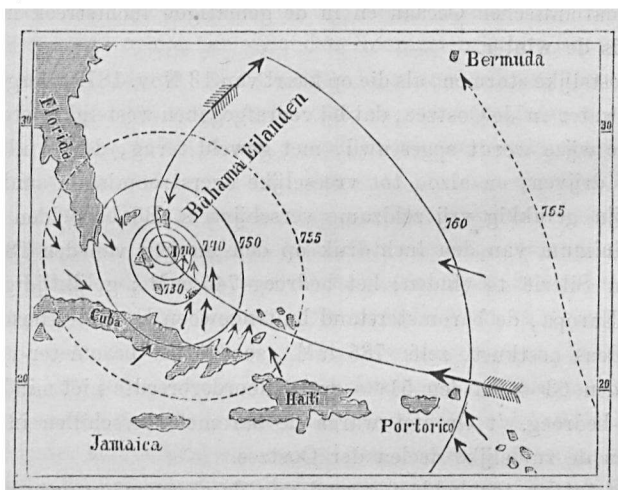
't Jaargetijde voor de veelvuldigste en heftigste wervelstormen op den Noordatlantischen Oceaen en in de gematigde luchtstreek in 't algemeen, is de winter.

Noordoostelijke stormen, als die op kaart van 13 Nov. 1872 voorgesteld, en die 't water in de Oostzee, dat bij voorafgegaan westelijken storm op verbazende wijze wordt opgestuwd, met geweld terug, dat is n.l. tegen de kusten drijven, en alzoo tot vreeselijke overstromingen aanleiding geven, zijn gelukkig vrij zeldzame verschijnsels. Bij bedoelden storm was 't minimum van den luchtdruk op den morgen van den 13^{en} November in Silezië te vinden; het bedroeg 745 mm.; gelijktijdig was, in Noord-Europa, de barometerstand buitengewoon hoog; te Hernösand, aan Zwedens oostkust, zelfs 785 mm., zoodat het barometer-verschil tusschen den 63^{sten} en den 51^{sten} graad noorderbreedte niet minder dan 40 mm. bedroeg. 't Grootst waren de barometerverschillen in Zuid-Zweden en de zuidelijke deelen der Oostzee.

Wat we tot nu toe hebben gezegd van de stormen op onze hoogere breedten, dat geldt, met slechts geringe wijzigingen, tevens van de zoo vreeselijke cyclonen (draaistormen, wervelstormen) der tropische gewesten. Ja wat meer is, 't voornaamste van 't geen we hebben betoogd omtrent de wetten der luchtbeweging rondom 't midden van bepaalde stormgebieden, dat alles is tot klaarheid gekomen bij de studie en 't onderzoek naar 't wezen der orkanen in West-Indië, op Mauritius en in de Golf van Bengalen. De eerste synoptische stormkaarten zijn ontworpen naar de gegevens, die de scheepsjournalen voor deze streken aan de hand hebben gedaan. Eerst veel later, dat wil zeggen na de invoering der telegrafische weerberichten in Europa, heeft men leeren inzien, dat ook onze stormen aan dezelfde wetten gehoorzamen. De eenige eer, die te dezer zake uit de studie der Europeesche stormen werd verkregen, is, dat gemelde wetten verder werden verklaard.

't Verschil tusschen de wervelstormen der tropische gewesten en die van hoogere breedten, bestaat in hoofdzaak in 't volgende. De plaatselijke luchtdrukverminderingen in 't centrum der tropische wervelstormen zijn in den regel veel grooter, en de luchtdruk zelf neemt ook naar alle richtingen veel sneller toe dan bij ons. Zoo komt het ook, dat de middellijn des wervels er kleiner is dan ten onzent bij storm, de luchtstroom dus ongelijk heftiger. Nevensgaande figuur geeft eene teekening

van den Westindischen wervelstorm, die den eersten October 1866 't eiland Nassau (Bahama) geteisterd heeft. De barometer in 't centrum van den storm wees slechts 703 mM. (aan de oppervlakte der zee



waar anders de gemiddelde stand 762 mM. is) en dus 59 mM. te laag; op een afstand van 63 mijlen van het centrum was de druk op 't zelfde oogenblik 754 mM., zoodat er een luchtdruk-verschil per mijl bestond van niet minder dan 0,8 mM. Ten onzent zijn diergelijke enorme verschillen zeker wel nooit voorgekomen, immers niet gedurende den nu reeds vrij langen waarnemingstijd.

Op 't eiland Nassau daalde de barometer *in één uur achttien millimeter*. Bij den cycloon, die den 12^{en} October 1846 te Havannah heerschte, moet het nog erger geweest zijn. Toen was de luchtdruk-vermindering zoo spoedig opgetreden, dat de vensters naar buiten werden geduwd.

Maar ook de heftigheid van de draaiende beweging der lucht in de nabijheid van 't stormcentrum, is tegelijk veel grooter dan ten onzent bij storm. Schier niets is er, wat er weerstand bieden kan aan de vreeselijke woede dezer stormen; zelfs massieve gebouwen bezwijken voor zijne blazende kracht, alle plantenleven wordt verwoest, en daar is niets dan alleen de aardbevingen met deze stormen te vergelijken, als 't er op aan komt een beeld der verwoesting te geven van deze tropische cyclonen. De Calcutta-orkaan van den 5^{en} October 1864 eischte 48.000 menschenlevens; de drukking der lucht was niet minder dan 36 kilogram per □ voet.

Een karakteristiek verschijnsel bij de tropische cyclonen is de wind-

stilte in 't centrum van den storm. Onze stormen hebben een uitgebreider gebied, de tegenstelling tusschen de stilte van 't midden en de heftig draaiende beweging er om heen, is alzoo veel minder merkbaar. Anders met de tropische cyclonen. De Nassau-orkaan, dien we straks hebben genoemd, had een windstilte-centrum van minstens 5 Duitsche mijlen middellijn, omsloten door de isobare van 706 mM.

Uit alle schilderingen, die ons van cyclonen onder de oogen komen, blijkt, dat het oogenblik van de stilte nog 't ontzettendste is van den ganschen orkaan en den diepsten indruk achterlaat. Zóó 't verschrikkelijkst geraas van den heftigsten orkaan, en dan eensklaps eene stilte als die des grafs. Men gevoelt het, het verschrikkelijkste moet nog komen, en deze angstige verwachting vergroot den indruk van 't gevaar. Nog eenige oogenblikken, en de orkaan breekt met vernieuwde woede los, en nu *in tegengestelde richting*. Arme schepen, die onverwachts door dezen vijand worden overvallen! Maar nog eens, dat is 't meest eigenaardige der tropische wervelstormen: *heftige orkaan, doodelijke stilte, nog eens de orkaan, en nu in tegengestelde richting!*

Naarmate de tropische cyclonen verder naar hoogere breedten voortdringen -- en dit geschiedt schier zonder uitzondering -- naar die mate wordt de omvang der wervel grooter, en de daling van den barometer in 't centrum vermindert. De snelheid, waarmede zich het middelpunt van den wervelstorm der tropische streken voortbeweegt, is ongelijk minder dan die der draaiende beweging; terwijl de laatste niet zelden tot 20 Duitsche mijlen per uur haalt, is de eerste gemiddeld slechts 2 tot 4 D. M. Ook dit is zeer opmerkelijk van de cyclonen, die de West-indische eilanden plegen te teisteren: eerst zijn ze van 't zuidoosten naar 't noordwesten gericht, maar als zij de gematigde luchtstreek binnentreden, dat wil zeggen als ze buiten 't gebied van den passaat komen, dan buigen zij hunne stormbaan om, en gaan nu van 't zuidwesten naar 't noordoosten. In de figuur is de baan zelve en dus ook hare ombuiging zichtbaar. Welnu, deze zelfde ombuiging hebben ook de cyclonen van den Zuidindischen Oceaan, de zoogenaamde Mauritius-orkanen. Zoolang ze binnen de tropische luchtstreek woeden, is hunne richting van 't noordoosten naar 't zuidwesten; komen ze daar buiten, dan vervolgen ze hun weg van 't noordwesten naar 't zuidoosten. De wervelstormen der Chineesche zee -- de zoogenaamde tyfonen -- gaan meestal van 't oosten naar 't westen, die van de Bengaalsche golf van 't zuidoosten naar 't noordwesten. Indien men de stormbanen op de

kaart aanteekent, dan ziet men, dat zij voornamelijk den loop der warme zeestroomen volgen, zoodat dan ook boven deze en in hunne nabijheid de cyclonen 't veelvuldigst voorkomen. De zeelui spreken dan ook wel van den golfstroom als van den "stormkoning."

Wat den tijd van 't jaar aangaat, gedurende welken de tropische wervelstormen 't menigvuldigst voorkomen, dit is in West-Indië van Augustus tot October, de tijd van den overgang van den zuidwest- tot den zuidoostmoesson. In den Indischen Oceaan zijn gemelde orkanen het talrijkst in Februari en Maart.

Nog dient gezegd, dat de tropische wervelstormen door veel heftiger regens en onweer dan die van onze streken zijn vergezeld.

't Licht in den aard der zaak, dat de kennis der wetten, die de cyclonen beheerschen, voor de scheepvaart van zeer practisch belang is. Welnu, uit het dalen van den barometer (in de tropische streken daalt de barometer slechts dan merkbaar onder 't normale gemiddelde van den namiddagstand, als een cycloon optreedt) en uit de wijze, waarop de windrichting verandert, maakt de ervaren zeeman op 'en welk gedeelte van het orkaangebied hij binnen zeilt, 'en in welke richting ongeveer 't gevaarlijke centrum ligt. Dit gevaarlijke punt kan hij dus ontzeilen, ja hij kan zelfs van de regelmatige winden, welke om 't middelpunt blazen, partij trekken voor eene sneller vaart. Het gevaarlijkste gedeelte van een wervelstorm is in onze streken de rechter- of vóórzijde, omdat de winden van dien kant het schip rechtstreeks naar 't midden van den cycloon jagen.

Ook voor de kusten en havenplaatsen zijn de ontwikkelde wetten, die deze stormen volgen, van groot gewicht. Zij vormen n.l. den grondslag van 't, in onze dagen reeds zoo ontwikkelde en nog altijd naar meerdere volmaking strevende, stelsel der stormwaarnemingen en der stormsignalen.

Toen de telegraaf pas uitgevonden was en in toepassing werd gebracht, geloofde men, dat men, b.v. als er storm uit het westen opstak, slechts naar de oostelijk gelegen zeegaten behoefde te telegrafeeren, en dat de aldus gewaarschuwde havenplaatsen op alle mogelijkheden behoorlijk zouden voorbereid zijn. Maar de ondervinding leerde, dat men verkeerd had geoordeeld. De aangekondigde storm uit het westen kwam niet, of hij kwam uit een geheel anderen hoek, want — als we zagen — alles hangt in dezen af van de richting, die 't barometrische minimum neemt. Ook heeft men, althans langs de westkust van Europa, aan diergelijke berichten van een reeds opgetreden storm al heel weinig.

Eéne zaak is er maar, die de voorspelling van een waarschijnlijk naderenden storm kan mogelijk maken, en die zaak is: de barometerstand. En niet de eenvoudige barometerstand alleen, noch zelfs zijne veranderingen op onderscheiden plaatsen. Zullen de gegevens waarde hebben, dan moeten de waarnemingen zich uitstrekken over eene streek van bepaalde grootte, dan moet men de *gelijktijdige* barometerstanden over het gansche veld van waarneming langs telegrafischen weg tot de verschillende waarnemers brengen. Blijkt het dan, dat er groote luchtdrukverschillen bestaan, dan is het te vreezen, dat we storm krijgen, die te heftiger zal optreden al naar de bedoelde verschillen tusschen dicht bij elkaar gelegen plaatsen grooter blijken te wezen. Gemelde verschillen herleid tot eene zekere afstandseenheid, noemt men de barometrische nijging, helling of gradient. Ook de richting, die een te verwachten heftige wind kiezen zal, kan met zeer veel waarschijnlijkheid voor iedere plaats uit de verdeeling van den luchtdruk worden bepaald. Weet men n.l. in welke richting van den waarnemer 't barometrische minimum ligt, of ook maar alleen naar welken kant de luchtdruk aan de aardoppervlakte 't spoedigst afneemt, dan kan men den wind, wat zijne richting betreft, bepalen. Die richting zal n.l. ongeveer loodrecht zijn op de lijn, die naar 't punt van de snelste afneming des luchtdruks wijst; zij laat het barometrisch minimum aan haar linkerkant liggen, als we straks reeds aanwezen. Men kan dezen regel, "de wet van BUYS BALLOT", gelijk hij thans algemeen wordt genoemd, ook aldus formuleeren: "indien de waarnemer met het gezicht naar 't punt van 't barometrisch minimum is gekeerd, dan komt de te verwachten wind van zijn linker kant. (Voor 't zuidelijk halfrond is alles 't zelfde en wordt alleen "linker kant" veranderd in "rechter kant.") Ligt alzoo gezegd minimum naar 't noorden, dan komt er westenwind; ligt het in 't zuiden, dan zal er oostenwind komen.

Op deze beide beginsels nu berust het tegenwoordig stelsel der stormberichten. In zeker centraalpunt van een zoo groot mogelijk waarnemingsveld komen iederen morgen telegrafische weerberichten aan; zij seinen den barometerstand over, de temperatuur, de richting en kracht van den wind, den waterdampstoestand der lucht enz., en dit wel voor een bepaald uur (7 of 8 ure) in den morgen. De ingekomen gegevens worden verzameld en terstond op eene kaart aangeteekend, zoodat dan dadelijk en de plaats van den laagsten luchtdruk en de hoegrootheid der barometrische verschillen naar alle richtingen is aangewezen.

Langs dien weg kan dan verder aangewezen worden of voor zeker punt aan de kust harde wind of zelfs storm moet verwacht worden, en uit welken hoek hij vermoedelijk blazen zal. Natuurlijk wordt nu een en ander aan de bedreigde havenplaatsen per telegraaf meegedeeld, en deze zorgen dan weer op hare beurt dat hare stormsignalen worden geheven, opdat aldus de schippers en visschers, die op zee kruisen, boodschap ontvangen van de dingen, die komen zullen. Daar de wisselingen in den luchtdruk zeer spoedig op elkaar volgen kunnen, zijn de berichten, die ééns per dag komen, niet voldoende om tegen mogelijkheden gewaarsborgd te zijn; van daar ook, dat men meestal nog een tweede weer-telegram overseint, en wel des avonds te 6 ure, om aldus te voorkomen, dat niet hier of daar in 't waarnemingsnet eene barometrische scheur ontsta, welke niet terstond wordt opgemerkt. Tegenwoordig hebben bijna alle beschaafde staten op 't noordelijk en zuidelijk halfrond een meteorologischen telegraafdienst, natuurlijk op meer of minder uitgebreide schaal. Amerika's meteorologische waarnemingen en telegrafische weerberichten zijn op de grootste schaal ingericht, en ook wij zijn in dit opzicht, dank zij Prof. BUYS BALLOT, lang niet achterlijk.

De beginsels, waarnaar men het tegenwoordige stelsel van weerberichten en stormseinen heeft ingericht, berusten geheel en al op de macht der waarnemingen; zij zijn afgeleid uit de voortgezette studie der synoptische kaarten en onafhankelijk van theoretische bespiegelingen. Zij mogen nu in de toekomst misschien, wat de bijzaken betreft, nog eenige wijzigingen kunnen ondergaan, ze zullen zeker ook nog meer en meer ontwikkeld worden. Eene gewichtige vraag, die nog op nader onderzoek wacht, is b.v. deze: waarom volgen de barometrische minima den weg, dien zij volgens de ervaring blijken te kiezen? Want dat de practijk gebaat is met de gegevens, die men langs den onbedrieglijken weg der ervaring heeft verkregen, is zonder twijfel, maar dat de wetenschap op den duur geen vrede heeft met iets, wat ze niet verklaren kan, is evenzeer buiten kijf. Zooveel moet toegegeven worden, dat de theorie der stormen een weinig ten achteren is bij de ervaringswetenschap in dezen.

Twee vragen zijn er, die wel reeds iederen lezer op de lippen zullen zijn gekomen. Immers zal men zeggen: hoe ontstaan de barometrische minima, waarom en hoe schrijden ze over de aardoppervlakte voort, en wat toch dwingt de lucht zich steeds in denzelfden zin naar 't barometrisch minimum (links op 't noordelijk, rechts op 't zuidelijk halfrond) te begeven?

Welnu, alleen op deze laatste vraag kan tot heden een voldoende antwoord gegeven worden, en dat antwoord is van Prof. BUYS BALLOT. Zie hier, wat er van de zaak is. Indien de aarde niet om hare as wentelde, en er ontstond ergens aan hare oppervlakte eene plaats van verminderden luchtdruk, dan zou de lucht van alle kanten en in eene rechte lijn naar gezegd punt toestroomen, tot zoolang het verbroken evenwicht weer hersteld was. Op de roteerende aarde werkt, behalve de kracht, die de lucht naar 't barometrische minimum drijft, nog eene tweede kracht, die haar tegelijk eene tangentialle beweging naar de rechterzijde (op 't zuidelijk halfrond naar de linkerzijde) meedeelt. Want het is eene algemeene wet (door de slingerproef van FOUCAULT het eerst daadwerkelijk aangetoond), dat alle bewegingen op de wentelende aarde rechts afwijken, voor zooverre 't noordelijk, en links, voor zooverre 't zuidelijk halfrond betreft. De afwijking neemt toe met de geografische breedte, aan den evenaar is zij gelijk nul. Zoo nu komt het, dat de luchtmassa's in spiraalvormige banen naar 't punt van den laagsten luchtdruk worden gedreven, zooals in de onderste figuur op onze plaat wordt voorgesteld. Van daar ook, dat de verbreking van 't evenwicht niet zoo spoedig kan worden hersteld. Daar verder de afwijking, welke de luchtdeeltjes ondervinden, als gezegd is, met de geografische breedte toeneemt, zoo moeten ook met de hoogere breedten, waarin de cyclonen aankomen, de wervelingen grooter worden. En natuurlijk; daar de afwijking aan den evenaar gelijk *nul* is, zoo is 't duidelijk, dat de cyclonen in de nabijheid des evenaars tot de zeldzaamheden behooren.

Wat aangaat de eerste oorzaken van 't ontstaan der barometrische minima op bepaalde punten der aardoppervlakte, die de centrum's der stormen worden, in dit opzicht is onze kennis nog hoogst gering. De bestendige barometrische minima boven sterk verhitte continenten of warme zeeën, zijn ontstaan door eene opstijgende beweging der lucht boven eene grootere vlakte. Misschien ook, dat de stormcentra in vele gevallen ontstaan boven zulke bestendig verwarmde gedeelten der aardoppervlakte, of wel ten gevolge van verbazend sterken neerslag van den waterdamp des dampkrings. En is maar eenmaal zoo'n werveling gevormd, dan moet de daarbij optredende centrifugaalkracht zelve weer oorzaak worden van de vermindering des luchtdruks in 't middelpunt. Deze omstandigheid verklaart dan ook de buitengewoon groote luchtverduunning in 't middelpunt der tropische cyclonen, — 't gevolg van zeer snelle wenteling rondom eene kleine ruimte als daar de wervel heeft.

Maar zoo'n wervelstorm kan maar zeer kort duren, zou men zeggen, tenzij dan dat voortdurend eenige oorzaak in 't spel is om aan de verdunning der lucht of aan 't barometrische minimum bestendigheid te geven. Inderdaad duren echter de wervelstormen dikwijls eene week lang, en leggen honderden mijlen af, als ze bv. uit de Westindische zeeën den golfstroom volgend naar Noord-Europa voortschrijden. Vele natuurkundigen zoeken de oorzaak van 't bestendig voortduren van 't barometrische minimum, en dus ook van den wervelstorm, in de sterke condensatie van den waterdamp, die, gelijk we reeds hebben opgemerkt, met de cyclonen gepaard gaat. Deze condensatie grijpt plaats in 't voorste gedeelte van den wervel, als de van 't zuiden toestroomende lucht-massa's, in hoogere breedten aankomende, worden afgekoeld. Indien waterdamp condenseert, dan wordt zijne verdampingswarmte vrij, en deze bedraagt voor elk kilogram waterdamp meer dan 600 warmte-eenheden. De lucht wordt dus boven de plaats van de verdichting des waterdamps sterk verhit, zet zich uit en stijgt op, waardoor dan binnen 't voorste gedeelte des wervels eene vermindering van den luchtdruk ontstaat, die van haar kant weer aanleiding geeft tot hernieuwden tocht uit iedere streek rondom 't minimumpunt, en aldus tot bestendiging der werveling. Langs dezen weg vinden we dan verder de verklaring van 't verschijnsel, dat de wervelstormen vooral van die de warme zeestroomen volgen: want boven deze is 't waterdampgehalte enorm groot, en de toestroomende lucht geeft aan de regenmassa binnen den voorkant des wervels 't meeste voedsel. Ook zien we, dat het *voortschrijden* van 't barometrische minimum en des wervelstorms een noodzakelijk gevolg is van deze oorzaak, want indien de condensatie van den waterdamp steeds aan de voorzijde der werveling plaats grijpt, dan moet ook 't barometrisch minimum telkens een eindweegs vooruit komen; 't centrum van den storm verplaatst zich, gaat vooruit, dus ook de gansche cycloon. Intusschen dient gezegd, dat deze hypothese, ofschoon ze over veel, wat de wervelstormen ter verklaring voorleggen, niet weinig licht verspreidt, toch niet bestand is tegen alle tegenwerpingen, welke ze zich heeft moeten getroosten; en zal 't wel aan de naaste toekomst overgelaten zijn eene volkomen bevredigende oplossing te vinden van 't vraagstuk naar de physische oorzaken van 't ontstaan der stormcentra, en hun voortschrijden langs bepaalde banen.