KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT
N°. 102.

MEDEDEELINGEN
EN
VERHANDELINGEN.

29a.

P. H. GALLÉ. Klimatologie van den Indischen Oceaan.
I. Luchtdrukking.
II. Wind.
III. Stroom.

P. H. GALLÉ. Climatology of the Indian Ocean.
I. Atmospheric pressure.
II. Wind.
III. Current.

'S-GRAVENHAGE.
ALGEMEENE LANDSDRUKKERIJ.
1924.

KLIMATOLOGIE VAN DEN INDISCHEN OCEAAN.

INLEIDING.

Het doel van deze en volgende publicaties is, eene nadere bewerking te geven van de waarnemingen door de schepen der Nederlandsche handels- en oorlogsvloot gedurende langer dan een halve eeuw in den Indischen Oceaan verricht.

De bekende Atlassen en Tabellen [1]) zijn te beschouwen als eene eerste bewerking der in de registers saamgevoegde waarnemingen. In de atlassen is in hoofdzaak gestreefd naar eene publicatie geschikt voor het gebruik aan boord, zonder dat daarbij de wetenschappelijke eischen op den achtergrond gedrongen zijn; bij de tabelwerken stonden de wetenschappelijke eischen en die van de internationale samenwerking op den voorgrond. De tabelwerken bevatten de gemiddelden van alle waarnemingen maand voor maand per vierkant één-graadsvak en geven dus een zeer uitgebreiden, maar weinig overzichtelijken grondslag voor een klimaatschets.

Het is intusschen de eenige juiste vorm voor een *eerste* publicatie, want nu zijn de waarnemingen toegankelijk voor ieder, die zich voor een of ander onderdeel mocht interesseeren.

Nadere kennismaking met hetgeen omtrent den Indischen Oceaan is gepubliceerd deed bij ons den wensch opkomen enkele onderdeelen geheel opnieuw te bewerken, daarbij schematiseeren te vermijden en verder wind en stroom in kaart te brengen op geheel andere wijze dan vroeger is geschied.

Dank zij de in Nederland gevolgde wijze van inschrijven der waarnemingen in de registers kon de dagelijksche gang van eenige elementen uit de scheepswaarnemingen worden afgeleid.

---

[1]) Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut n°. 104. Oceanographische en Meteorologische Waarnemingen in den Indischen Oceaan.

Atlas en Tabelwerk December—Februari 1856—1910.
" " " Maart—Mei 1856—1912.
" " " Juni—Augustus 1856—1908.
" " " September—November 1856—1914.

Het ligt in de bedoeling te behandelen de luchtdrukking, de algemeene lucht- en waterbeweging, de temperatuur van lucht en water, de regenwaarschijnlijkheid en de stormen binnen en buiten de tropen.

Hoewel een en ander niet direct voor het gebruik aan boord bestemd is zal naar onze meening de officier der oorlogs- en handelsmarine zijn blik door bestudeering er van kunnen verruimen, terwijl de geograaf en de leeraar aan Zeevaartscholen er onderwerpen in zal aantreffen, welke elders nog niet op dergelijke wijze konden worden behandeld.

Aangezien wij meermalen naar oceaangebieden zullen verwijzen door kortweg het nummer op de Marsden-kaart van het betrokken gebied aan te geven, volgt hier een reproductie van die kaart voor den Indischen Oceaan.

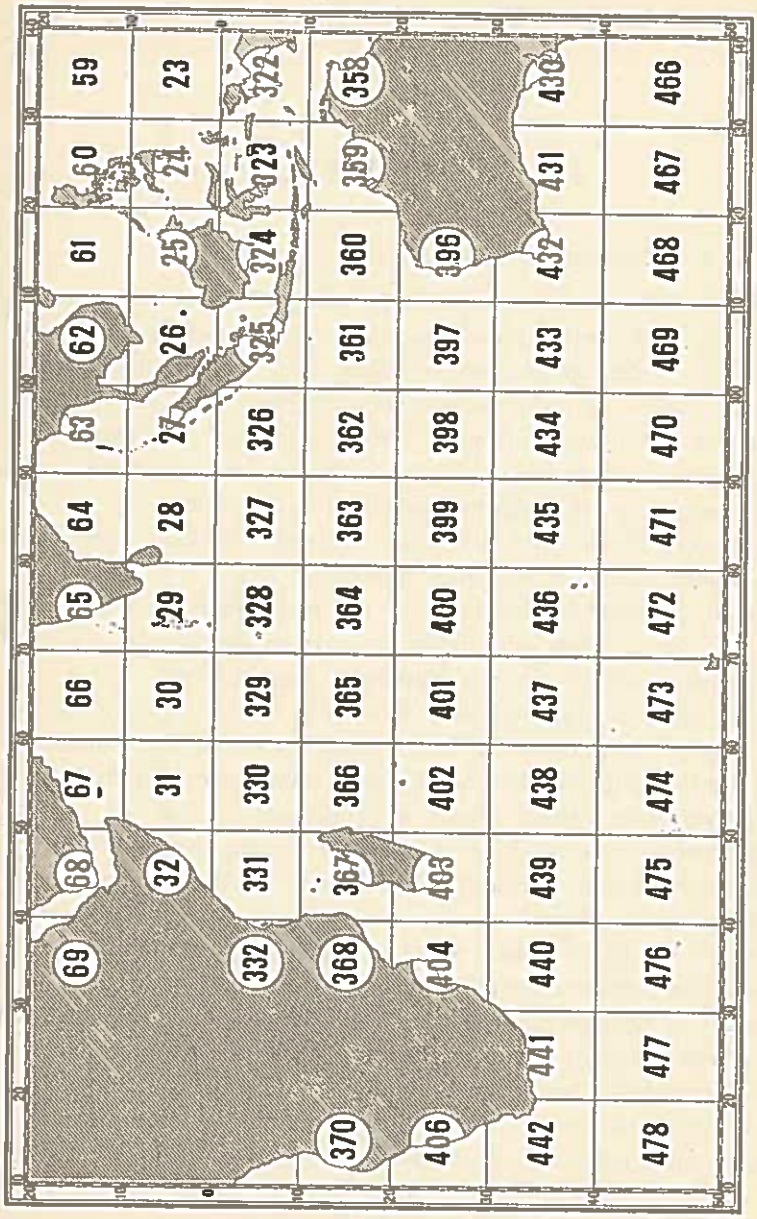

Fig. 1. Marsden-kaart.

I. LUCHTDRUKKING.

1. *Algemeene beschouwingen.*

Het is bekend dat de drukking [1]) van de lucht over den Indischen Oceaan een vrij sterken jaarlijkschen gang vertoont, reden waarom het noodig is — ten einde een overzicht van de luchtdrukking te verkrijgen — deze te beschouwen voor die maanden, waarin beurtelings de maxima en minima tot volle ontwikkeling zijn gekomen.

Hieraan voldoet bij uitstek de drukking voor de maanden Januari en Juli, waarvoor de isobarenkaarten zijn ontworpen.

De gemiddelde luchtdrukking voor elk vierkant tweegraadsvakje der isobarenkaarten is als volgt berekend.

Voor Januari werd eerst voor elk tweegraadsvakje het derde deel genomen van de som der drukking in December, Januari en Februari, deze waarden werden in een werkkaart ingeschreven.

Elk vakje is omgeven door 8 andere vakjes en de in de isobarenkaart gegeven luchtdrukking is het tiende deel der som van het dubbele der luchtdrukking van het beschouwde vakje, vermeerderd met die der acht omringende vakjes, zooals de werkkaart die gaf.

Weliswaar wordt door deze bewerkingen het luchtdrukverschil eenigszins vervlakt; toevallige afwijkingen verliezen echter ook aanmerkelijk aan beteekenis.

Voor een groot gebied werd nog nagegaan of men met een andere gebruikelijke vereffeningsmethode: druk Januari = (Dec. + 2 Jan. + Feb.): 4, bepaald andere waarden zou vinden. De verschillen waren niet grooter dan 0.1 mm terwijl nu eens een grooter dan weer een kleiner gemiddelde werd gevonden.

Verder werd getracht aansluiting te verkrijgen met gegevens omtrent de luchtdrukking uit landwaarnemingen afgeleid.

---

[1]) De gegevens omtrent luchtdrukking van tekst en kaarten zijn herleid tot zeespiegel, 0° C en 45° breedte en in zee afkomstig van regelmatig over het etmaal verdeelde 6 maal daagsche waarnemingen, verricht gedurende het tijdvak 1854—1914; de landwaarnemingen gelden voor verschillende meest langdurige tijdvakken.

Hiertoe is voor eenige eiland- en kuststations de gemiddelde luchtdrukking berekend: Jan. = $^1/_3$ (Dec. + Jan. + Feb.).

De zoo gevonden waarden zijn in de kaart omcirkeld.

De gegevens zijn geput uit HANN [1]), LOCKYER [2]), het Meteorologische Zeitschrift, Observations made at secondary stations [3]) en uit Het Klimaat van Nederlandsch-Indië. [4]).

Met het maken van gevolgtrekkingen steunend op die gegevens zij men voorzichtig. HANN geeft voor Kaapstad in Januari en Juli 760.8 en 767.3, LOCKYER uit eene serie van 64 jaar 760.3 en 765.5. Voor Port-Darwin werd gevonden 753.6 en 758.2, voor het tijdvak 1878—1905 geeft LOCKYER 754.2 en 758.7; berekent men voor die plaats den gemiddelden stand voor het tijdvak 1888—1912 dan wordt 754.6 en 759.1 gevonden. Voor Mauritius zijn de maandgemiddelden nog gevraagd aan den Directeur van het Royal Alfred Observatorium; als gemiddelden jaarstand kregen wij 762.4 terwijl de maandelijksche afwijkingen achtereenvolgens zouden zijn: — 3.2, — 3.2, — 3.1, — 1.7, + 0.1, + 2.1, + 3.1, + 3.2, + 2.9, + 1.4, — 0.1, — 1.7.

Eene vergelijking met gegevens van Tabel I, wijst op vrij groote verschillen. De oceaan-gegevens gelden in het algemeen voor het tijdvak 1854—1914. Er zijn enkele plaatsen waar de uit scheeps- en landwaarnemingen verkregen gemiddelden behoorlijk overeenstemmen, maar dit is geen regel en de beantwoording der vraag welke groep gemiddelden het meeste vertrouwen verdient is zonder eene nauwkeurige kennis van de geschiedenis der waarnemingen, in den meest uitgebreiden zin van het woord, niet wel mogelijk.

Er zijn bovendien redenen aan te voeren waarom op sommige nabij de zee gelegen walstations de barometerstand hooger moet zijn dan in de nabijheid over den oceaan en hierbij neemt de stuwing van den wind op een eenigszins steile kust de voornaamste plaats in.

Aan boord is de gelegenheid voor eene zeer nauwkeurige aflezing van den barometer niet altijd gunstig en gewoonlijk minder goed dan aan wal; daartegenover staat dat de gemiddelden uit de scheepswaar-

---

[1]) JULIUS HANN. Handbuch der Klimatologie Bd. II Teil. I. 1910.

[2]) Monthly mean values of barometric pressure compiled at the Solar Physics Observatory under the Direction of Sir NORMAN LOCKYER. 1908.

[3]) Royal Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. Observations made at secondary stations in Netherlands East-India. Vol. I 1913.

[4]) Kon. Magn. en Met. Observatorium te Batavia. Verhandelingen N°. 8. Het Klimaat van Nederlandsch-Indië door C. BRAAK.

nemingen afgeleid, afkomstig zijn van verschillende waarnemers en verricht zijn met verschillende, onder contrôle staande instrumenten.

Toch kunnen in minder druk en zelfs ook in druk bevaren gebieden de resultaten van de scheepswaarnemingen met een systematische fout zijn aangedaan. Dit is het geval met de waarnemingen van zeilschepen afkomstig, wanneer de richting van den zeilweg tegen de richting van den overheerschenden wind inloopt. Dan kunnen schepen, vooral door slecht weer, lang worden opgehouden en de dan gewoonlijk lage barometerstanden krijgen een te groot gewicht. Alleen bij Afrika's Zuidpunt leidde dit tot afwijkingen van beteekenis; wij komen hierop later terug.

Aangezien de beide groepen van waarnemingen verricht zijn gedurende groote en grootendeels samenvallende tijdvakken, hebben seculaire veranderingen in de luchtdrukking waarschijnlijk geen grooten invloed.

Verder is de dichtheid der waarnemingen over den oceaan niet overal dezelfde en het feit dat zij afkomstig zijn uit den zeil- en stoomtijd, maakt de waarnemingen over de verschillende oceaangebieden niet geheel gelijkwaardig.

Met de landwaarnemingen staat de zaak eenigszins anders; deze kunnen ieder op zich zelf nauwkeuriger zijn dan de scheepswaarnemingen, maar dikwijls langen tijd achter elkaar verricht worden door denzelfden persoon, met, vooral vroeger in de koloniën, niet onder voldoende contrôle staande instrumenten.

Persoonlijke fouten en fouten van het instrument kunnen hier dus grooten invloed krijgen, terwijl het ook wel is voorgekomen dat men niet voldoende bekend was met de hoogte van het kwikreservoir boven den zeespiegel. Bovendien tast men soms in het duister omtrent het antwoord op de vraag welke correcties op de afgelezen standen zijn toegepast.

Wij komen dus tot de gevolgtrekking dat de gemiddelden, uit de hier gebruikte Nederlandsche scheepswaarnemingen afgeleid, a priori niet behoeven achter te staan in nauwkeurigheid bij die van landwaarnemingen afkomstig. Het zeer regelmatig verloop der gemiddelden uit scheepswaarnemingen afgeleid geeft ons een groot vertrouwen in hunne waarde.

Bij het trekken van de isobaren is dus hoofdzakelijk gelet op de oceaangemiddelden zooals die voor de kaarten zijn berekend.

Voor het gebied in de nabijheid van Zuid-Afrika was een nader onderzoek noodig wegens de groote verschillen, welke hier, vooral in

de maand Juli, zouden bestaan tusschen de gemiddelde luchtdrukking boven zee en dicht bij de kust boven land.

Alle betrouwbare waarnemingen die in de meteorologische scheepsjournalen voorkomen zijn oorspronkelijk in de registers overgenomen, hierdoor is het mogelijk dat de waarnemingen van thuisvarende schepen welke met stormweer, gepaard gaande met lagen barometer, te kampen hadden en dus niet of nagenoeg niet van plaats veranderden, een te grooten invloed hebben gekregen op het gemiddelde. Deze onderstelling bleek juist te zijn en om dit kwaad op te heffen is het noodig in ieder ééngraadsvak niet meer dan één waarneming per etmaal van ieder passeerend schip in rekening te brengen.

Voor eenige vakjes werden op deze wijze nieuwe gemiddelden berekend en door interpolatie voor de tusschenliggende vakjes nieuwe waarden afgeleid.

Beide waarden zijn in de vakjes ingeschreven, het bovenste getal geeft de nieuw berekende waarde en de isobaren zijn getrokken overeenkomstig de aldus gevonden standen. In andere deelen van den Indischen Oceaan doen dergelijke omstandigheden zich niet dermate voor, bijna overal valt de zeiltrek nagenoeg samen met de overheerschende windrichting.

Indien bij walstations twee barometerstanden zijn opgegeven, is de bovenste geput uit het werk van LOCKYER.

Januari (fig. 2).

De zon heeft ongeveer een maand geleden haar grootste Zuiderdeclinatie bereikt en als gevolg hiervan wordt Australië en Zuid-Afrika fel verwarmd, wat aldaar de vorming van gebieden van lage luchtdrukking bevordert.

In het circumpolaire depressiegebied op hooge Zuiderbreedte is volgens onze kaart de laagste isobaar die van 752.5 mm; de laagste isobaar tusschen Australië en den Oost-Indischen Archipel is die van 755 mm, terwijl in het binnenland van Australië de drukking van de lucht tot onder 754 mm daalt. Eene eenigszins aandachtige beschouwing van de isobarenkaart voert tot de gevolgtrekking dat feitelijk een gordel van lage luchtdrukking — de equatoriale stilte-gordel — den oceaan tusschen 8 en 12° Z.B. eenigszins boogvormig overspant, in het westelijk deel van den oceaan is de laagste stand even onder 758 mm en de gordel gaat verder over in het gebied van lage luchtdrukking over Zuid-Afrika, waarin de barometer onder 757 mm wijst.

Het winter-hoogedrukgebied in Azië heeft een kern omsloten door

de isobaar van 775 mm, een tweede gebied van hooge luchtdrukking vindt men in den Indischen Oceaan. De kern van 765 mm ligt tusschen 32°—36° Z.B. en 78°—83° O.L.

Juli (fig. 3).

De zon heeft haar hoogsten stand in het Noorden bereikt, lage luchtdrukking heerscht boven Midden-Azie en den Zuidelijken Indischen Oceaan en vooral tusschen 70° en 120° O.L. heeft de depressie aan beteekenis gewonnen. In het Zuiden is de laagste isobaar die van 747.5 mm, in de Arabische Zee die van 752.5 mm, terwijl in het centrum van de groote Aziatische depressie, liggende over en ten oosten van de Perzische Golf, de luchtdrukking onder 747.5 mm daalt.

Een minimum van bijzonderen aard ligt ten westen van Sumatra tusschen 0°—4° Z.B. en 90°—102° O.L. Het is het restant van de hierboven genoemde boogvormige trog en het geeft aanleiding tot een plaatselijk cyclonaal windsysteem, zooals uit de kaart voor de luchtbeweging over Juli blijkt.

Zuid- en Midden-Australie zoomede Zuid-Afrika staan onder invloed van hooge luchtdrukking met gemiddelde isobaren van 765 en 767 mm.

De kern van het oceanisch gebied van hooge luchtdrukking heeft aan beteekenis gewonnen, daar heerscht nu een gemiddelde druk hooger dan 767.5 mm; zij ligt nu tusschen 29°—33° Z.B. en 52°—58° O.L., sporen van een tweede kern vindt men tusschen 78°—86° O.L..

Tusschen de gemiddelde luchtdrukking en de temperatuur van de lucht of het water blijkt zoowel in groote trekken als meer en détail eene zoodanige betrekking te bestaan dat in het algemeen boven de continenten hooge en lage temperatuur gepaard gaat met een lagen en hoogen barometerstand. Boven de oceanen is dit verband minder eenvoudig, alleen de equatoriale gordel van lage luchtdrukking, of wat daarvoor moet doorgaan in Juli, verplaatst zich met het equatoriale gebied van grootste warmte.

2. *Jaarlijksche gang der luchtdrukking.*

Ten einde een overzicht te krijgen van den jaarlijkschen gang der luchtdrukking voor verschillende breedtegordels werd de maandelijksche luchtdrukking berekend voor vakken van 4° lengte en breedte, regelmatig verdeeld over parallellen, welke ongeveer 20° in breedte verschillen en de afwijkingen maand voor maand gegeven in Tabel I.

Als vergelijkingsmateriaal worden voor den gordel 16°—19° N.B., hierbij gevoegd de afwijkingen waargenomen te Bombay en Calcutta,

voor den gordel 1° N.—1° Z.B. die van Singapore, Batavia en van de combinatie Padang, Pontianak en Menado, voor 18°—21° Z.B. die van Mauritius, voor 38°—41° Z.B. die van Kaapstad en van de combinaties Adelaïde met Sydney en Ponta Delgada met Lissabon. Hierbij valt op te merken dat de groote schommelingen waaraan de barometer onderhevig is in het gebied 38°—41° Z.B., mede in verband met het betrekkelijk kleine aantal waarnemingen het wenschelijk maakten de toevallige afwijkingen te elimineeren.

Daarom werd, ten eerste de gemiddelde maandelijksche stand berekend niet voor enkele lengtegraden maar over een groot gebied 10°—79° O.L. en ten tweede als gemiddelde stand voor Januari enz. genomen (Dec. + 2 Jan. + Feb.) : 4.

Bij de eerste drie gordels is de overeenstemming zoowel in den gemiddelden stand als in de afwijkingen zeer bevredigend, wij vinden hierin eene bevestiging van het reeds geuite gunstige oordeel omtrent de scheepswaarnemingen.

In den gordel op eenigszins hoogere zuiderbreedte is de overeenstemming veel minder, zij komt eenigszins tot uiting tusschen de zeewaarnemingen en de combinatie Adelaide en Sydney of Ponta Delgada en Lissabon. Deze drie groepen vertoonen het dubbeljaarlijksche karakter, terwijl uit den aard der zaak bij Ponta Delgada—Lissabon de phase een ander beeld vertoont.

Indien ook de waarnemingen in rekening worden gebracht die tot 139° O.L. werden verricht, verkrijgt men de afwijkingen der laatste kolom; de dichtheid der waarnemingen is hierdoor echter niet grooter geworden en welke groep afwijkingen het meeste vertrouwen verdient is niet te zeggen.

Een en ander maakt wel duidelijk dat zeer waarschijnlijk de dichtheid der waarnemingen in het hier beschouwde gebied nog te klein is voor het maken van gevolgtrekkingen.

Met de gegevens van tabel I, waarin voor een aantal vakken de jaarlijksche gang van de luchtdrukking in afwijkingen van het jaargemiddelde is opgenomen, berekenden wij de volgende formules voor den jaarlijkschen gang van de luchtdrukking; het aanvangspunt van telling is 15 Januari.

1. $756.9 + 3.92 \cos (nt - 357^\circ) + 0.34 \cos (2nt - 220^\circ)$
2. $756.7 + 5.13 \cos (nt - 351^\circ) + 0.57 \cos (2nt - 200^\circ)$
3. $757.8 + 0.45 \cos (nt - 279^\circ) + 0.15 \cos (2nt - 120^\circ)$
4. $757.0 + 0.47 \cos (nt - 332^\circ) + 0.31 \cos (2nt - 62^\circ)$

5. $757.5 + 0.29 \cos (nt - 240^\circ) + 0.25 \cos (2nt - 70^\circ)$
6. $757.4 + 0.05 \cos (nt - 336^\circ) + 0.15 \cos (2nt - 70^\circ)$
7. $761.2 + 2.69 \cos (nt - 202^\circ) + 0.29 \cos (2nt - 230^\circ)$
8. $762.3 + 3.59 \cos (nt - 208^\circ) + 0.16 \cos (2nt - 274^\circ)$
9. $761.1 + 0.20 \cos (nt - 125^\circ) + 0.96 \cos (2nt - 106^\circ)$
10. $762.7 + 2.97 \cos (nt - 189^\circ) + 0.31 \cos (2nt - 343^\circ)$
11. $762.7 + 2.53 \cos (nt - 153^\circ) + 0.54 \cos (2nt - 160^\circ)$
12. $760.7 + 0.14 \cos (nt - 242^\circ) + 1.05 \cos (2nt - 351^\circ)$

In den gordel 16°—19° N. (1) en te Bombay en Calcutta (2) vinden wij een zeer voldoende overeenstemming met overheerschende enkeljaarlijksche periode en aan den wal een grooter amplitude dan in zee.

Bij de volgende groep 3, 4, 5, en 6 geldend voor den equator is van een sterk uitgesproken enkel- of dubbeljaarlijksche periode geen sprake, nu eens is de overeenstemming in de phase, dan weer in de amplitude voldoende; de phase van de dubbeljaarlijksche periode geeft eenige overeenstemming te zien.

Bij de derde groep 7 en 8, geldend voor 18°—21° Z.B. zien wij weer een in bijna alle opzichten voldoende overeenstemming.

Bij de vierde groep 9, 10, 11 en 12 voor 38°—41° Z.B., waarbij ook Lissabon en Ponta Delgada zijn opgenomen, zien wij nu eens de enkeljaarlijksche dan weer de dubbeljaarlijksche periode sterk in de meerderheid, terwijl in de phase bij 9 en 11 zoowel als bij 10 en 12 eenige overeenstemming is te zien.

Voorts is in den equatorialen gordel de amplitude klein en bereikt nauwelijks 1 mm; in de tropen op N.B. is de amplitude het grootste en schommelt tusschen 7 en 10 mm, op Z.B. is zij kleiner en beweegt zich tusschen 5 en 7 mm, terwijl verder naar het Zuiden de amplitude zich beweegt tusschen 2 mm in zee en 6 mm te Kaapstad.

Voor de combinatie Lissabon—Ponta Delgada vinden we een amplitude van 3 mm.

3. *Dagelijksche gang van de luchtdrukking.*

Voor veel walstations rondom en in den Indischen Oceaan gelegen is de dagelijksche gang van de luchtdrukking berekend en gepubliceerd, voor zoover wij weten geschiedde zulks nog weinig of niet voor gebieden in vollen oceaan uit de gewone scheepswaarnemingen.

Voor het gebied 2°—5° N./86°—89° O. werd gevonden:

Januari . . $p = 757.79 + 0.15 \cos (nt - 252^\circ) + 0.85 \cos (2nt - 295^\circ)$
April . . . $= 756.71 + 0.25 \cos (nt - 277^\circ) + 0.77 \cos (2nt - 299^\circ)$

Juli . . . . $p = 756.94 + 0.19 \cos (nt - 245^\circ) + 0.61 \cos (2nt - 296^\circ)$
October . $= 757.63 + 0.20 \cos (nt - 259^\circ) + 0.71 \cos (2nt - 297^\circ)$
Jaar. . . . $= 757.19 + 0.20 \cos (nt - 264^\circ) + 0.76 \cos (2nt - 298^\circ)$
Batavia. . $= 757.5 + 0.66 \cos (nt - 248^\circ) + 0.96 \cos (2nt - 292^\circ)$

Voor het gebied 8—11° N./60°—63° O.

Januari. . $p = 759.91 + 0.35 \cos (nt - 287^\circ) + 0.75 \cos (2nt - 283^\circ)$
April . . . $= 758.08 + 0.31 \cos (nt - 304^\circ) + 0.71 \cos (2nt - 296^\circ)$
Juli . . . . $= 756.47 + 0.13 \cos (nt - 328^\circ) + 0.50 \cos (2nt - 297^\circ)$
October . $= 758.57 + 0.17 \cos (nt - 302^\circ) + 0.59 \cos (2nt - 292^\circ)$
Jaar. . . . $= 758.48 + 0.27 \cos (nt - 302^\circ) + 0.68 \cos (2nt - 292^\circ)$
Madras en
Nicobaren $= 758.18 + 0.46 \cos (nt - 271^\circ) + 1.03 \cos (2nt - 300^\circ)$

Voor het gebied 10° — 19° Z./80°—89° O. als gemiddelde van Januari en April

$$p = 758.72 + 0.14 \cos (nt - 250^\circ) + 0.51 \cos (2nt - 301^\circ).$$

De formules stemmen onderling behoorlijk overeen: in de phase van den enkeldaagschen term komen voor het zelfde gebied nogal groote verschillen voor in de formules voor de opeenvolgende maanden, terwijl voor het vak 8—11° N./60°—63° O. de phase van den enkeldaagschen term sterk afwijkt van die voor andere zeegebieden gevonden.

Het blijkt intusschen dat de formule voor Madras een dergelijk verschil vertoont ten opzichte van Batavia.

Aangezien de enkeldaagsche term verband houdt met de temperatuur hebben we deze formules nog vergeleken met die voor den dagelijkschen gang van dit element [1]); het was echter niet mogelijk eenig verband te vinden. Er werd verder nog gedacht aan de mogelijkheid dat de bewolking een groote rol zou spelen, het was echter niet mogelijk eenig verband aan te toonen tusschen dit element en den enkeldaagschen gang der luchtdrukking.

Wegens het ingewikkelde systeem van de algemeene luchtcirculatie welke zeker haar invloed zal doen gelden zoowel op den jaarlijkschen als op den dagelijkschen gang der luchtdrukking was het te verwachten dat wij voor onbeantwoorde vragen zouden blijven staan.

Zoo moet men niet verwachten dat de jaarlijksche gang in hoofdzaak een functie van de breedte zal zijn, wel is er eene behoorlijke continuiteit van land naar zee te eischen en die komt ook behoorlijk te voorschijn.

---

[1]) Kon. Ned. Met. Instituut N°. 102. Meded. en Verh. 18. P. H. GALLÉ. Luft- und Wassertemperatur im Indischen Ozean.

Bovenstaande opmerkingen gelden ook voor den dagelijkschen gang die zeker niet alleen van den dagelijkschen gang van de oppervlakte-temperatuur ter *plaatse* afhangt.

De phase van den dubbeldaagschen term vertoont voor de verschillende gebieden en de walstations eene bijzonder mooie overeenstemming. In het algemeen is de amplitude van den dubbeldaagschen term op de walstations ongeveer 1.5 maal zoo groot als in zee; bij den enkeldaagschen term is dit verschil uit den aard der zaak veel grooter.

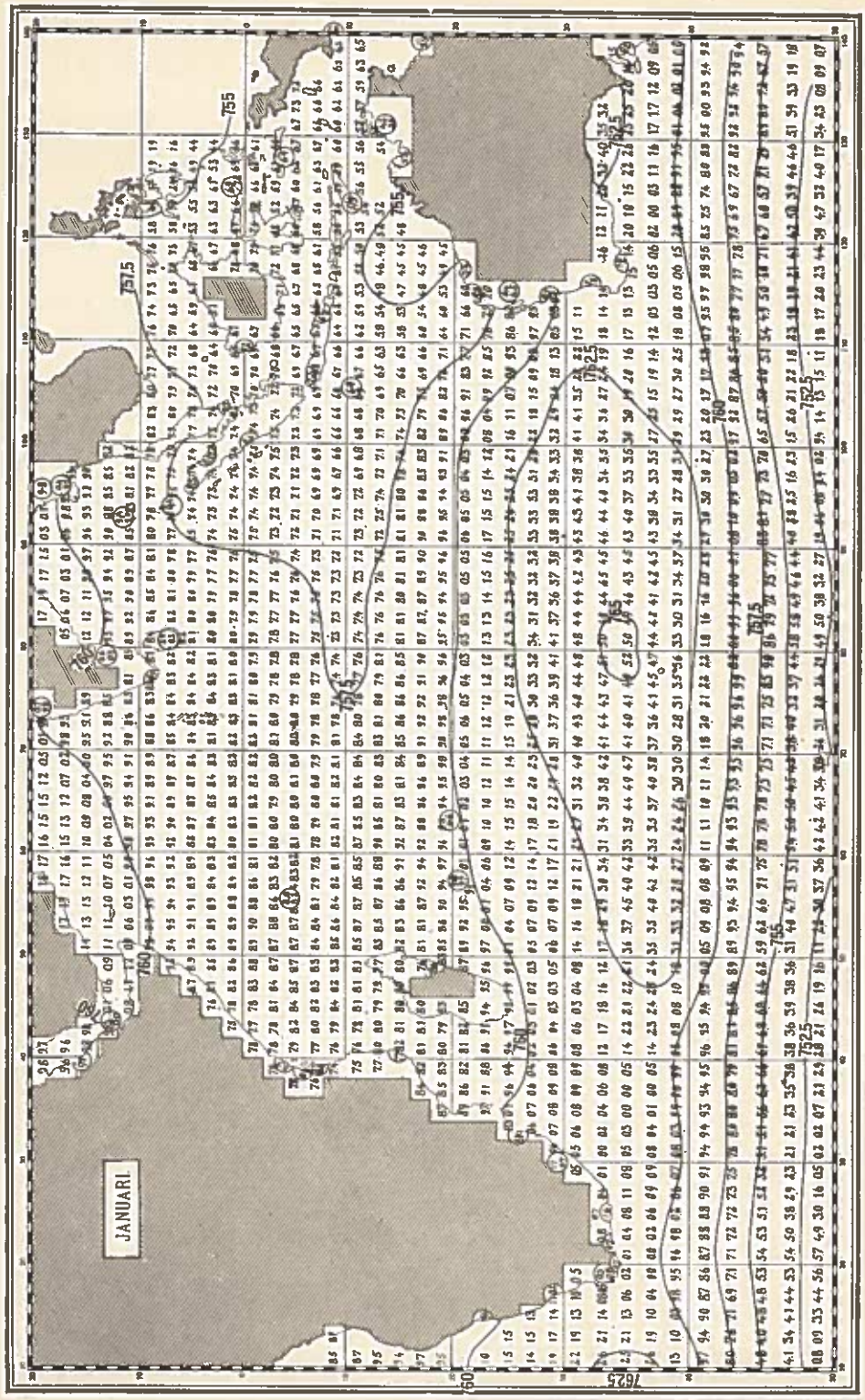

Fig. 2. Januari.

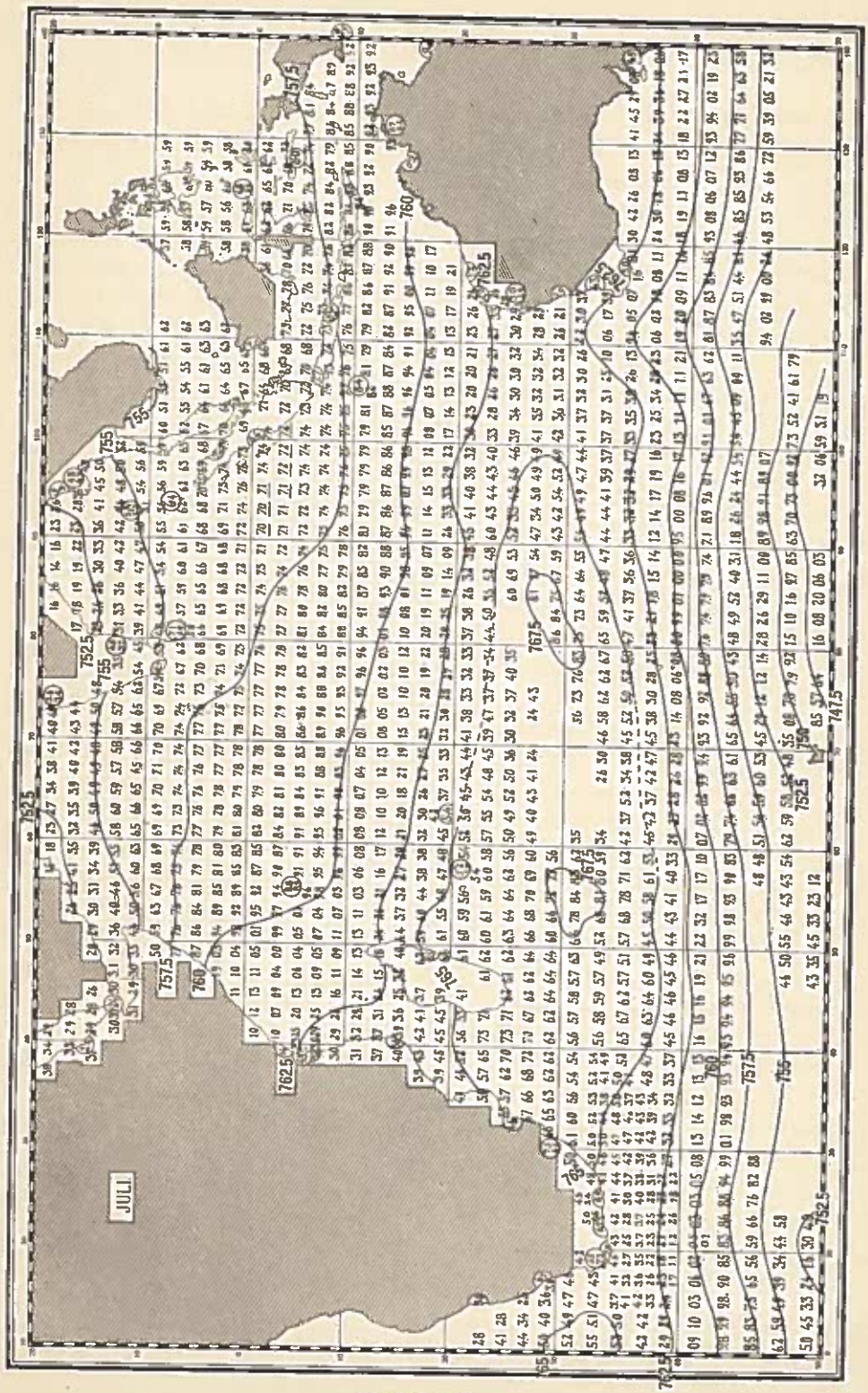

Fig. 3. Juli.

II. WIND.

1. *Algemeene Luchtbeweging.*

Reeds bij PLINIUS [1]) komt men eene passage tegen, waar bij de beantwoording der vraag, wat het beste jaargetijde is om van de Golf van Aden naar Voor-Indië en terug te varen, duidelijk blijkt, dat men bekend was met het feit dat in de Arabische Zee de windrichting in de eene helft van het jaar tegengesteld was aan die in de andere helft.

---

[1]) Het eerste bericht omtrent het Moessonverschijnsel danken wij aan MEGASTHENES, den gezant van Koning SELEUCUS aan het hof van CHANDRAGUPTA aan den Ganges omstreeks 290 vóór Christus. Hij vestigt de aandacht op het regenzeisoen en de overstroomingen in den zomer veroorzaakt door den Zuidwestmoesson, dien hij de Etesische winden noemt.

PLINIUS, omgekomen in 79 na Christus bij de uitbarsting van den Vesuvius, spreekt in zijn „Historia Naturalis, zesde boek §§ 100, 101, 104 en 105 als volgt:

„Voor hen, die de reis naar Indië willen maken, is het geschiktste uitgangspunt Ocelis, gelegen bij de straat van Bab-el-Mandeb. Van daar brengt een reis van 40 dagen vóór den wind, die Hippalus heet, hen naar Musiris, het eerste landingspunt in Indië". etc.

Omtrent den terugtocht zegt hij:

„De terugtocht uit Indië wordt aangevangen in 't begin van de Egyptische maand Tybis (December) of op zijn laatst, gedurende de eerste 6 dagen van de maand Mechiris (Januari); aldus kunnen zij binnen het jaar weer thuis zijn.

De gunstige wind voor de overtocht uit Indië is de Vulturnus (Z.Z.O.e.) maar nadat zij de Roode Zee zijn ingegaan, de Africus (Z.W.e.) of Auster (Z.e. wind)."

Men ziet, 't zijn zeilaanwijzingen waaraan weinig valt toe te voegen, alleen met dien Vulturnus (Z.Z.O.e. wind) weten wij geen raad; 't kan zijn dat dicht bij de kust de Noordoostmoesson uit het Zuidzuidoosten doorstaat, de rest klopt geheel met onze tegenwoordige kennis.

De Zuidwestmoesson dankt den naam „Hippalus" aan een Grieksch zeevaarder van dien tijd, die het eerst den moed heeft gehad, niet langs de kust en door de monding van de Perzische Golf naar Indië te varen, maar van Kaap Syagrus, de tegenwoordige Ras Fartak, direct over te steken naar Voor-Indië.

Dit bericht is tot ons gekomen in den Periplus Maris Erythraei § 57, geschreven ± 90 na Christus, de schrijver is onbekend.

PLINIUS wist den oorsprong van den naam niet.

Deze inlichtingen ontvingen wij van Prof. Dr. P. H. DAMSTÉ te Utrecht.

De Zuidwestenwind zou toen *Hippalus* zijn genoemd, naar een Grieksch zeevaarder van dien tijd.

De Golf van Bengalen, en vooral de Arabische Zee, zijn twee zeegebieden waar het verschijnsel bekend onder den naam „moesson" buitengewoon duidelijk optreedt; het woord moesson is trouwens eene verbastering van het Arabische woord „mausim", hetwelk jaargetij beteekent. Zoo heerscht dan in het noordelijke deel van den Indischen Oceaan van Mei t/m September de Zuidwestmoesson, welke in October, de kenter- of kenteringmaand [1]), in den Noordoostmoesson overgaat, die van November tot en met Maart regelmatig doorstaat. Hierna vindt in April de overgang of kentering tot Zuidwestmoesson plaats.

De moessons worden veroorzaakt door de met het jaargetij wisselende luchtdrukverdeeling, welke in het vorige hoofdstuk is geschetst en het ligt dus voor de hand den wind te beschouwen voor de maanden Januari en Juli, omdat dan ten noorden van de linie de Noordoost- of Zuidwestmoesson tot volle ontwikkeling is gekomen, terwijl ten zuiden van de linie, in Januari, de Noordwestmoesson en Zuidoostpassaat en in Juli de Zuidoostpassaat alléén, maar dan ook met volle kracht doorstaat. In het zeegebied tusschen 110° O.L., Soenda eilanden en Australië heerscht beurtelings Noordwest- en Zuidoostmoesson.

De wind zooals die in de kaarten voorkomt voor de maanden Januari en Juli, is berekend uit de maanden December, Januari, Februari en Juni, Juli, Augustus door voor Januari te nemen (D + J + F): 3 enz..

De wijze van voorstelling vindt men in de agenda.

Wat de kaart ons geeft is de *algemeene luchtbeweging* telkens voor vakjes 2° lang en 2° breed. Alle waarnemingen welke binnen een vak 1° lang en 1° breed zijn verricht, werden gekoppeld, zoodat ten slotte maand voor maand de noord- en oostcomponenten en de eindresultante of de algemeene luchtbeweging worden verkregen. Eene eenvoudige optelling geeft de componenten voor vakjes 2° lang en breed en het gemiddelde voor de maanden December, Januari, Februari waarmede de resultante kan worden berekend. Deze wordt naar bestendigheid [2]), richting en kracht voorgesteld door de lengte, de richting en het aantal veeren van de windpijl. De kaart vertoont dus ten slotte een eenigszins ander

---

[1]) In de oud-Hollandsche litteratuur spreekt men van „weijffelmaanden".

[2]) Onder bestendigheid welke in % wordt uitgedrukt verstaat men de verhouding tusschen de resulteerende snelheid en de gemiddelde snelheid, zonder dat hierbij op de verschillen in richting is gelet. Is b.v. alleen de richting Zuidoost waargenomen dan is de resulteerende snelheid = gemiddelde snelheid en de bestendigheid = 100 %.

beeld dan hetgeen de bekende hand- en leerboeken van de oceanische windsystemen geven met hunne sterk geschematiseerde voorstellingen; wij geven het strakke statistische beeld.

Dit verschil komt het sterkst uit in het z.g. Westenwindgebied, wij zien daar niet de gebruikelijke, uit het Westnoordwesten en Noordwesten komende, dikke lange windpijlen, welke ten onrechte den indruk wekken, dat het daar *altijd* uit die richtingen, met kracht van harden wind of storm, waait, maar pijltjes die door hunne lengte de bestendigheid, door hunne richting en het aantal veeren de richting en de kracht van den resulteerenden wind of de algemeene luchtbeweging aangeven.

De bestendigheid schommelt in het hier beschouwde gebied zooals de kaart aangeeft tusschen 50 en 74 %, is gewoonlijk kleiner dan 60 %, en in de wintermaanden grooter dan in de zomermaanden.

Uit de in de kaarten gegeven voorstelling kan men slechts de gevolgtrekking maken, dat *waarschijnlijk* het aantal westelijke richtingen overwegend is; *zeker* is zulks niet.

Het kan toch voorkomen, dat in een zeker gebied een groot aantal malen zeer zwakke oostelijke winden zijn waargenomen en een veel kleiner aantal stormachtige westelijke winden, in dusdanige verhouding, dat bij de koppelrekening de resulteerende luchtbeweging nog uit eene westelijke richting is. Gewoonlijk echter is bij eenigzins groote bestendigheid eener resulteerende westelijke luchtbeweging de onderstelling gewettigd, dat ook het aantal richtingen uit de westelijke helft van het kompas overwegend is geweest.

Bij een voldoend aantal waarnemingen ontstaat eene dergelijke resultante niet uit eene samenvoeging van uitersten.

In het Westenwindgebied neemt de gemiddelde kracht van de algemeene luchtbeweging aanvankelijk in het algemeen toe met toenemende breedte en bedraagt des zomers ten zuiden van 40° breedte 3 à 4, des winters ongeveer 4 BEAUFORT [1]).

In verband met de waarde van de bestendigheid bedraagt dus de gemiddelde windkracht onafhankelijk van de richting, des zomers $\frac{100}{(50+74):2} \times 3.5 = 5.6$, in den winter $\frac{100}{62} \times 4 = 6.4$ BEAUFORT.

In welke onderlinge verhoudingen de verschillende richtingen en krachten in het Westenwind-, Passaat- en Moessongebied voorkomen,

---

[1]) Indien niet anders vermeld wordt, is de windkracht in BEAUFORT-schaaldeelen opgegeven.

leeren ons de tabellen onder het hoofd „Frequentie van den wind naar richting en kracht". (Tabel II tot X.)

Januari (fig. 4).

Zooals bekend is bevindt zich over den Indischen Oceaan op 6 à 10° Z.B. een voor of trog van betrekkelijk lage luchtdrukking, zich uitstrekkende tusschen de zomer-minima van Australië en Afrika, welke voor den oceaan min of meer boogvormig overspant.

Ten opzichte van die voor of trog en de lage druk gebieden boven Australië en Afrika moet dus de algemeene luchtbeweging convergeerend of cyclonaal zijn, terwijl uit het maximum boven Azië en den oceaan, waarvan de centrale as op ongeveer 34° Z.B. ligt, eene divergeerende of anticyclonale luchtbeweging verwacht moet worden.

Tusschen het hooge drukgebied in Azië en de voor van lagen druk, over den oceaan waait op noorderbreedte de Noordoostmoesson, welke op zuiderbreedte naar links ombuigt en Noordwestmoesson wordt; tusschen het maximum op 34° Z.B. en die voor waait de Zuidoostpassaat.

Ten zuiden van het juist genoemde maximum neemt de druk regelmatig af en komen wij in een gebied met *gemiddeld* lagen druk dat de aarde op hooge zuiderbreedte als een gordel omgeeft en door dien gordel en de subtropische maxima der drie oceanen wordt het zoogenaamde Westenwindgebied (The brave Westwinds, die braven Westwinde, The Roaring Forties) aan de noordzijde van dien gordel veroorzaakt.

Aan de zuidzijde van dien gordel vindt men eene, buiten het bestek van deze kaart vallende, luchtbeweging uit het Oosten tot Zuidoosten, als gevolg van het maximum van luchtdrukking boven de Zuidpoolkap.

In het algemeen is de luchtbeweging in Januari niet sterk, bepaald zwak is zij dicht bij de voor van lage luchtdrukking nabij den equator en dicht bij de centrale as van het hooge drukgebied in den oceaan.

Wij gaan thans over tot eene meer gedetailleerde beschouwing der algemeene luchtbeweging.

De Noordoostmoesson staat van 20° N.B. ten noorden van den equator regelmatig door, tusschen 6 en 14° N.B. bedraagt de bestendigheid 75—100 %, de kracht 3 à 4 BEAUFORT, in het zuidelijk deel van vak 27 wordt de richting noordwest. Tusschen 0° en 10° Z.B. vinden wij in vak 332 en 331 nog hoofdzakelijk noordoostelijken wind, gedeeltelijk een gevolg van het toestroomen van lucht naar het nu sterk verwarmde vaste land van Afrika, verder naar het Oosten een

voortdurend duidelijker ombuigen van den Noordoost- tot Noordwestmoesson.

Dit is vooral goed zichtbaar in den Oost-Indischen Archipel alwaar zoowel door de naar het sterk verwarmde binnenland van Australië stroomende lucht als door de afwijking ten gevolge der aardrotatie de richting Noordwest wordt. De Noordwestmoesson is buïger van karakter, maar heeft kleiner gemiddelde kracht dan de Noordoostmoesson. Sporen van den Zuidoostpassaat zijn merkbaar tusschen 8° en 10° Z.B.

Tusschen 10° en 20° Z.B. nemen wij in de Straat van Mozambique nog eene algemeene luchtbeweging uit het Noorden waar, verder naar het Oosten den allengs toenemenden Zuidoostpassaat.

Deze vertoont in de oostelijke helft van vak 361 de eigenaardigheid, schijnbaar tegen de afwijking ten gevolge der aardrotatie in, naar rechts af te buigen en geleidelijk over te gaan in den in vak 360, 359 en 358 waaienden Westmoesson; dit afbuigen wordt evenals de Westmoesson veroorzaakt door het minimum van luchtdrukking boven Australië waardoor de richting der isobaren en dus ook die van den gradiënt gewijzigd is.

Tusschen 20° en 30° Z.B. waait de Zuidoostpassaat, welke dicht bij Afrika sterker is dan een weinig ten oosten daarvan, om daarna ten oosten van 70° O.L. weer toe te nemen in kracht.

In vak 396 en in de oostelijke helft van vak 397 wordt onder invloed van de depressie boven Australië de richting ongeveer Zuid.

De Zuidoostpassaat bereikt tusschen 14°—24° Z.B. en 70°—100° O.L. zijn grootste bestendigheid terwijl de gemiddelde windkracht schommelt tusschen 3.5 en 4.4 BEAUFORT.

Tusschen 30° en 40° Z.B. zien wij geen scherp uitgesproken windsysteem; in het noordelijke deel sporen van den passaat, in het zuidelijk deel hebben westelijke winden de overhand, terwijl in het oostelijk deel van vak 433 en in vak 432 de depressie boven Australië haar invloed doet gelden.

Ten slotte zijn wij in het Westenwindgebied tusschen 40° en 50° Z.B. aangeland, hetwelk zich zooals reeds werd medegedeeld niet onbeperkt naar het Zuiden kan voortzetten.

Waarnemingen aan de kusten en in de aan Antarctica grenzende zeeën hebben aangetoond, dat de algemeene luchtbeweging daar tusschen Oost en Zuidoost is, hetgeen wijst op het bestaan van een gordel van gemiddeld laagsten druk, welke op ongeveer 60 à 65° Z.B. moet gezocht worden.

Hoe wij ons dien gordel moeten voorstellen [1]), als werkelijke trog of voor van laagste luchtdrukking met groote bestendigheid zooals de equatoriale gebieden van lagen luchtdruk of als heirweg der diepe barometrische minima, dus met kleiner bestendigheid — zooiets als de z.g. IJsland-depressie — is nog niet uitgemaakt.

De verschillende Zuidpool-expedities passeerden afhankelijk van den tijd van het jaar tusschen 60° en 65° Z.B. een gebied met laagste luchtdrukking, hetwelk niet dadelijk deed denken aan een vluchtig minimum; dit zou dus wijzen op een werkelijken gordel.

Wij wijzen er echter op dat elk schip hier maar kort vertoefde, Zuid maken stond vooraan op het programma. SIMPSON en MEINARDUS komen tot een gordel van laagsten luchtdruk bij hunne beschouwingen omtrent de gemiddelde luchtdruk- en windomstandigheden in dit gebied.

Voor een andere opvatting omtrent het al of niet bestaan van dien gordel, welke ook door LOCKYER gedeeld wordt, pleiten de zeilaanwijzingen voor het ronden van Kaap Hoorn. Deze raden aan, indien Westerstormen dit ronden op betrekkelijk lage breedte beletten, naar de zuidzijde der depressiebaan te zeilen en met de daar heerschende oostelijke winden een westelijker lengte te halen.

Het komt ons voor, dat eene beschouwing van de frequentietabellen van windrichting en kracht, alsmede van de gegevens omtrent de algemeene luchtbeweging voor het gebied 436° Z./472° N., tot de gevolgtrekking voert, dat die zoogenaamde gordel het gebied is, waarin talrijke diepe depressies passeeren; het weertype toont zeer veel punten van overeenkomst met dat van Noordwest-Europa. Evenals de zoogenaamde permanente IJsland-depressie eene abstractie is, is het naar onze meening gesteld met dien gordel van lagen druk op hooge breedte.

Op een isobarenkaart komt hij te voorschijn evenals de IJsland-depressie, de bestendigheid is echter klein en diepe centra van depressies en ruggen van hoogen luchtdruk trekken achter elkaar aan. In het Westenwindgebied is de bestendigheid der algemeene luchtbeweging niet groot, zij overschrijdt maar weinig 50 %, dientengevolge is ook de gerichte windkracht niet meer dan 3 à 4.

Volgens de kaart zou meer naar het Zuiden de windkracht toenemen, volgens onze meening moet hier meer gedacht worden aan een te kort aan waarnemingen dan aan een werkelijk bestaanden toestand.

---

[1]) British Antarctic Expedition 1910—1913. Meteorology. Vol. I. Discussion by G. C. SIMPSON. D. Sc., F.R.S. Calcutta 1919.

Juli (fig. 5).

De luchtdrukverdeeling is in deze maand eenvoudiger dan in Januari; de depressie over Azië zendt uitloopers naar de Arabische Zee en de Golf van Bengalen, verder vinden wij op hooge zuiderbreedte, maar nu noordelijker dan in Januari, den gordel van laagste luchtdrukking en tusschen die twee minima ligt het subtropische gebied van hoogen luchtdruk met zijn centrale as op 28° à 30° Z.B., terwijl de kern westelijker ligt dan in Januari.

Een bijzonder gevormd minimum van luchtdrukking ligt nog tusschen 0°—4° Z.B. en 90°—102° O.L.

Zoowel de hooge als de lage luchtdrukkingen welke de algemeene luchtbeweging beheerschen hebben in beteekenis gewonnen, vandaar sterker wind, hetgeen in alle windgebieden, maar vooral in het gebied van den Zuidoostpassaat tot uitdrukking komt.

De lucht zal dus van het gebied van hoogen luchtdruk aanvankelijk als Zuidoostpassaat naar de depressie boven Azië wegvloeien. Met afnemende breedte buigt de passaat langzaam naar rechts om en waait reeds voor het overschrijden van den equator uit het Zuidzuidwesten, soms zelfs Zuidwesten, omdat de richting van den gradiënt geleidelijk verandert. De isobarenkaart laat ons zien dat, behalve dicht bij Afrika, de gradiënt tusschen de isobaren van 755 en 760 m.m. vlak is; vooral in de nabijheid van den equator is zulks het geval. In dit verband komen wij later nog terug op eene eigenaardigheid in vak 326 en 325.

Als gevolg van dien vlakken gradiënt is nabij de linie de wind zwakker dan eenige graden noordelijker of zuidelijker.

Zijn wij eenmaal den equator gepasseerd, dan neemt bij Afrika op 6° breedte, op oostelijker lengte op hooger breedte, de kracht en bestendigheid der algemeene luchtbeweging, die nu als Zuidwestmoesson bekend staat, snel toe en bereikt dikwijls 6 à 7 BEAUFORT met 75 à 100 % bestendigheid.

In het Zuiden heerscht van 35° Z.B. een doorstaande luchtbeweging uit het Westen, welke vooral tusschen 60° en 100° O.L. duidelijk uitkomt.

Evenals voor Januari zal thans de luchtbeweging voor Juli meer in bijzonderheden worden nagegaan.

Van 20° N.B. tot den equator heerscht de Zuidwestmoesson, welke van 8°—14° N.B. tusschen 50° en 60° O.L. met zeer groote bestendigheid dikwijls met den kracht van matigen storm waait.

Ook noordelijker in de Arabische Zee is de windkracht groot, de richting volgt eenigszins het beloop van de Westkust van Voor-Indië,

terwijl de kracht aldaar en bij Ceylon afneemt om in de Golf van Bengalen weer toe te nemen.

De windkracht wordt echter niet meer zoo groot als tusschen 50° en 60° O.L.

In het algemeen is nabij den equator de windkracht klein, in het zuidoostelijk deel van vak 27 wordt dicht bij Sumatra de windrichting Noordwest.

Volgen wij tusschen 0° en 10° Z.B. den wind, dan zien wij, dat alnaarmate men oostelijker komt de neiging toeneemt om van Zuidoostpassaat in Zuidwestmoesson over te gaan, terwijl in het noordoostelijke deel van vak 326 en in het noordwestelijke deel van vak 325 de afwijkende windrichtingen wijzen op eene onderbreking in het regelmatige verloop van de luchtdrukking.

De isobarenkaart laat ons daar inderdaad een partieel luchtdrukminimum zien, de laagste barometerstanden zijn duidelijkheidshalve onderstreept.

Het ligt voor de hand dat dit partieele minimum, het restant van den equatorialen stiltegordel, de convergeerende luchtbeweging midden in dit groote gebied van uitstroomende lucht veroorzaakt.

Tusschen 10° en 20° Z.B. is de Zuidoostpassaat met de Zuidoostmoesson onbestreden heer en meester, waaiend met eene bestendigheid van 81 % of meer en een gemiddelde kracht van 4.5 à 5.5.

Zooals bijna altijd het geval is, wordt in de nabijheid van land de richting en kracht van den wind gewijzigd.

Tusschen 20° en 25° Z.B. bevinden wij ons nog in het gebied van den Zuidoostpassaat, maar met toenemende breedte neemt zoowel de kracht als de bestendigheid af; ten zuiden van 25° Z.B. is in de westelijke helft van den oceaan eene zuidoostelijke luchtbeweging nog overheerschend, in de oostelijke helft komt eene westelijke richting tamelijk veel voor.

Tusschen de parallellen van 30° en 40° Z.B. heeft eene luchtbeweging uit westelijke richtingen de overhand; eene uitzondering maakt de strook 30°—31° Z.B. van vak 440, 439 en 438 alwaar de richting tusschen noordwest en noordoost schommelt.

Ten zuiden van 40° Z.B. zijn wij weer in het stormachtige Westenwindgebied aangeland, waar zooals reeds werd medegedeeld de kracht en de bestendigheid van de algemeene luchtbeweging geen groote waarde bereiken; beide zijn veel kleiner dan die van den Zuidoostpassaat.

In het vak 436 Z.—472 N. bedraagt in Juli de algemeene luchtbeweging N. 288° O. 3.57—56 %, in het vak 363 N. 143° O. 4.82—89 %.

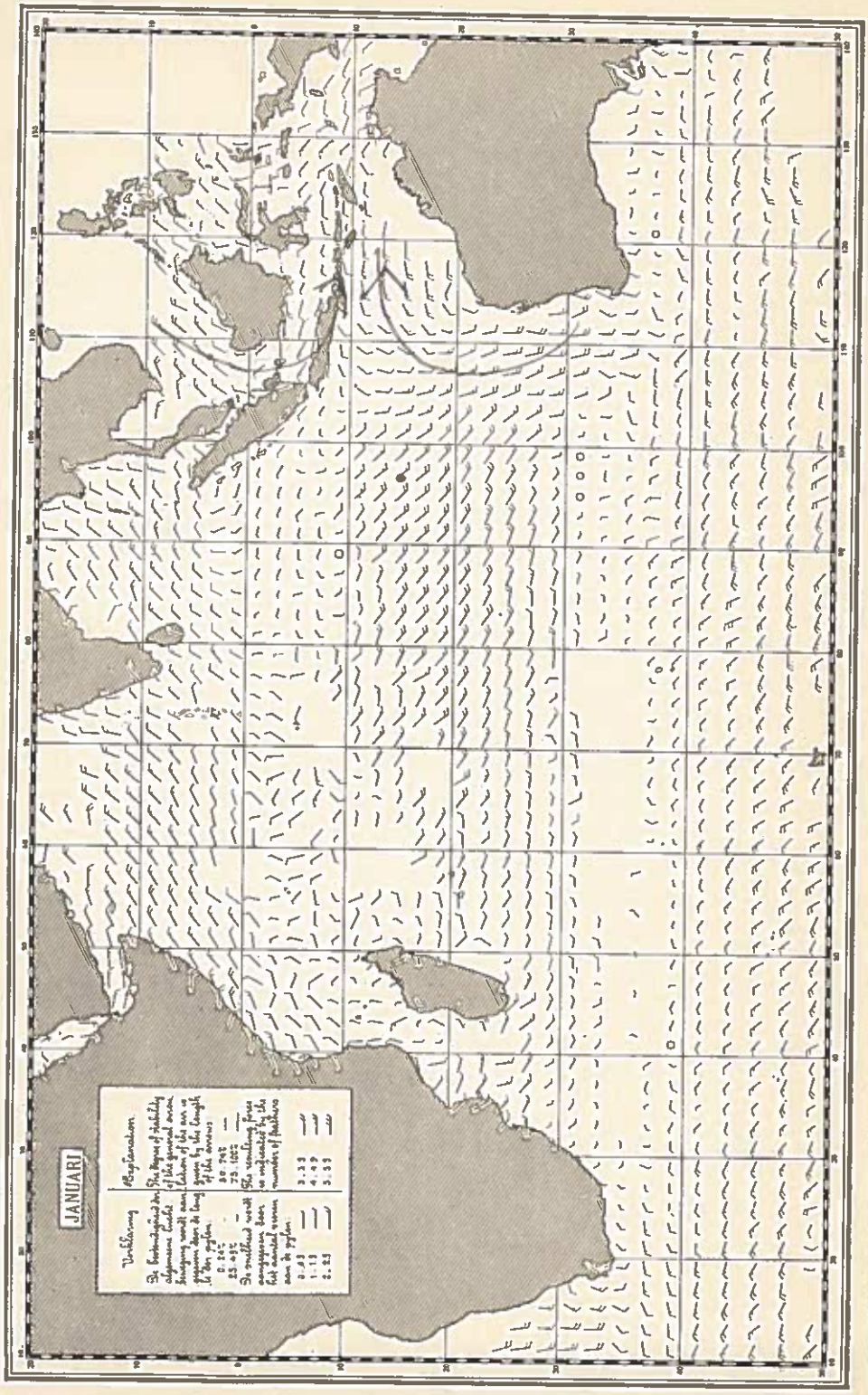

Fig. 4. Januari.

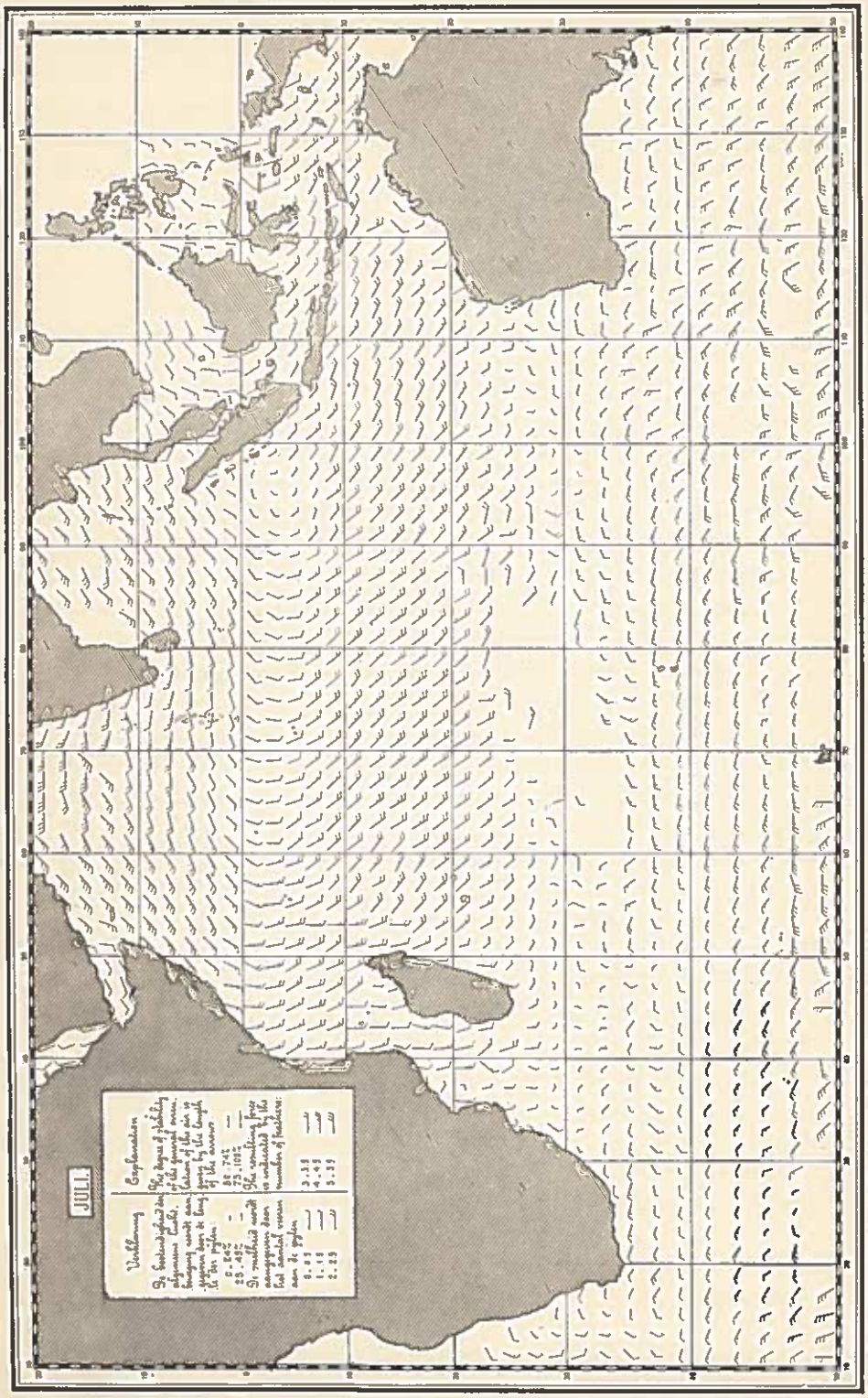

Fig. 5. Juli.

De gemiddelde snelheid van den wind onafhankelijk van de richting is achtereenvolgens 6.38 en 5.42 BEAUFORT-schaaldeel.

Ten slotte zij hier nog verwezen naar tabel XI waar onder het hoofd „Algemeene Luchtbeweging" voor den Moesson, Passaat en Westenwind maand voor maand voor een bepaald gebied de resulteerende luchtbeweging is gegeven. Uit deze gegevens blijkt duidelijker dan met woorden kan worden aangegeven het verschillend karakter der drie windsystemen.

2. *Het karakter van den wind naar richting en kracht.*

Om een inzicht te krijgen in de algemeene luchtbeweging werden de waarnemingen saamgevoegd en resultanten berekend, men krijgt echter hierdoor geen beeld van de structuur van den wind.

De algemeene luchtbeweging is eene abstractie, tabellen welke frequenties geven van de waargenomen winden, gerangschikt volgens richting en kracht zijn concreet en leeren ons waaruit de algemeene luchtbeweging is opgebouwd en toonen duidelijker dan de algemeene luchtbeweging het verschil in karakter van een Moesson, Passaat of de Westenwinden. Daarom is de wind gerangschikt naar richting en kracht voor de vakken 67 Z. — 31 N., 363 en 436 Z. — 472 N., waarin wij achtereenvolgens de drie genoemde windtypen in zeer zuiveren vorm aantreffen,

In tabellen II, III en IV zijn voor de drie vakken maand voor maand frequenties gegeven naar richting en kracht van den wind, waarbij het aantal waarnemingen herleid is op 10 000 ten einde onderlinge vergelijking gemakkelijker te maken. De tabellen zijn niet verder voortgezet dan windkracht 10, waarnemingen met kracht 11 en 12 zijn bij die van 10 gevoegd en hun aantal is tusschen haakjes aangegeven. Het aantal malen dat stilte is waargenomen volgt na letter C.

Tabellen V, VI en VII zijn eene afkorting van II, III en IV, waarbij als zwakke winden (Z.) zijn gerekend 1 en 2, als matige winden (M.) 3, 4 en 5, als krachtige winden (K.) 6 en 7, als stormachtige winden (S.) 8, 9, 10, 11 en 12 der BEAUFORT-schaal. De orkaanachtige winden 11 en 12 staan hier weer tusschen haakjes onder (S.). De verschillende groepen beslaan niet precies even groote gebieden der BEAUFORT-schaal; de verdeeling is zoo gekozen om ten naastenbij in overeenstemming te blijven met de benaming van den wind aan boord.

Ten slotte zijn in de tabellen VIII, IX en X de waarnemingen gerangschikt, zoowel maands- als jaarsgewijs, eerst volgens richting daarna volgens

kracht, waarbij het aantal waarnemingen evenals bij de vorige tabellen voor elke maand op 10 000 is herleid.

□ 67 Z. — 31 N. Moesson.

Windstilte komt in de maand December het minste voor (1 %), een tweede minimum (2 %) wordt in Juli bereikt, terwijl de twee maxima in April (19 %) en October (17 %) vallen. Verder is zwakke wind het meeste waargenomen in de kenteringmaanden; in April 51, in October 46 % aller waarnemingen. De twee moessons vertoonen voorts een zeer verschillend karakter.

In den Noordoostmoesson komt matige wind het meeste voor met 49 tot 74 % aller waarnemingen, de krachtige winden halen 1 tot 7 %, terwijl stormachtige winden in November met 0.3 % hun maximum bereiken.

Voorts zien wij dat de richting Noordoost verreweg het meest is waargenomen (46—68 %), behalve in Maart waarin 44 % der waarnemingen bij Oost voorkwamen.

Het is dus het seizoen van het bij uitstek rustige en bestendige weer.

Geheel anders is de toestand in den Zuidwestmoesson; in Juni gaven 14, in Juli 16, in Augustus 10 % der waarnemingen winden van stormkracht. In Juni, Juli en Augustus zijn de krachtige winden het zwaarst vertegenwoordigd met 44, 49 en 46 %, in Mei en September daarentegen de matige winden met 44 en 56 % aller waarnemingen.

Winden van orkaankracht kwamen voor in Juni, Juli, Augustus en October met 0.3, 0.1, 0.1 en 0.0 % frequentie; in de maanden Juni en October moet met de mogelijkheid van cyclonen rekening worden gehouden.

Het weder is in den Zuidwestmoesson dus bepaald buiïg en zelfs stormachtig te noemen.

De richting Zuidwest is het best vertegenwoordigd met 34 tot 72 % van alle waarnemingen, binnen het Zuidwestelijke quadrant vielen zelfs 64 tot 96 % der waarnemingen.

In April en October, de kentermaanden of „weyffelmaanden" uit vroeger eeuwen is de richting Oost het best vertegenwoordigd met 25 % in eerstgenoemde maand, October vertoont twee maxima n.l. een bij Noordoost met 16, een bij Zuidwest met 12 %. De tabellen leeren ons verder dat het omloopen van de windrichting in beide maanden door het Oosten geschiedt en tevens dat half April het kenterproces

van Noordoost naar Zuidwest nog niet zoover is gevorderd als half October van Zuidwest naar Noordoost.

Geheel in overeenstemming hiermede vinden wij half April voor de algemeene luchtbeweging nog een vrij groote bestendigheid (47 %) en resulteerende kracht (0.9 BEAUFORT), in October slechts 5 % bestendigheid en 0.1 BEAUFORT voor de kracht. Voor 22 April vinden wij voor de algemeene luchtbeweging N 129° O. 0.3 en 12 % bestendigheid een groot verschil met de resultante van 15 April.

De Noordoostmoesson bereikt zijn hoogtepunt in December, wij vonden voor de algemeene luchtbeweging N. 54° O. 3.23 met 90% bestendigheid; de Zuidwestmoesson is het krachtigst in Juli met eene algemeene luchtbeweging N. 221° O. 5.51 en 94 % bestendigheid.

□ 363 Zuidoostpassaat.

Stilte komt weinig voor en wisselt tusschen 0.2 % in Juli en Augustus en 2 % in Maart.

Matige wind komt in alle maanden het meeste voor met een percentage wisselend tusschen 47 in Juli en 73 in Februari; in de maanden Juli, Augustus en September komen krachtige winden zeer veel voor met 45, 45 en 46 %.

Wij hebben hier dus te doen met een gebied waarin vrij krachtige wind veel voorkomt in alle maanden, terwijl in Juli, Augustus, September en October de wind bepaald krachtig moet genoemd worden.

Stormachtige winden behalen een betrekkelijk klein percentage; in December 0, in Juli 5 % terwijl in Augustus, September en October 4, 3 en bijna 3 % wordt bereikt.

Orkaanachtige wind komt met 0.2 en 0.1 % in April en November voor.

De richting Zuidoost is in alle maanden het best vertegenwoordigd met 46 % in Maart en 68 % in October en December als uitersten.

Zooals te verwachten was vallen bijna alle waargenomen richtingen tusschen Oost en Zuid, wisselend tusschen 80 % in Maart en 96 of 97 % in de maanden Juli tot en met December.

De algemeene luchtbeweging is het zwakste in Maart met N. 128° O. 2.86 en 69 % bestendigheid; het sterkste in Juli met N. 143° O. 4.82 en 89 %, bijna geëvenaard door September met N. 140° O. 4.75 en 88 % bestendigheid.

□ 436 Z. — 472 N. Westenwindgebied.

Windstilte is in alle maanden schaarsch en wisselt tusschen 0.6 % in Juni en October en 2 % in Februari.

Van October tot en met Juni hebben matige winden de overhand over de krachtige, in Januari bereiken ze evenwel een maximum (60 %), om daarna regelmatig af te nemen.

Krachtige winden zijn in Juli, Augustus en September in de meerderheid of bijna gelijk aan de matige, met een percentage van 36 %, in de maanden Mei tot en met October schommelt het percentage tusschen 33 en 37 %.

Het percentage stormachtige winden bedraagt in Juni tot en met September achtereenvolgens 25, 29, 20 en 26 %, in de maand Januari valt het minimum 4 %.

Het aantal orkaanachtige winden bereikt een minimum in Januari met 0.1 %, een maximum in Juli met 2 %.

Het zomer en wintertype komt dus zeer duidelijk te voorschijn, maar ook het buitengewoon ruwe weêr, waaraan „The Roaring Forties" hun naam ontleenen.

Ten einde eenig vergelijkingsmateriaal te hebben werd voor het gebied 40°—50° N. en 10°—20° W. voor Januari een soortgelijke frequentietabel gemaakt. Deze gaf 1 % windstilte en achtereenvolgens 12, 48, 26, 13 en 0,6 % voor de zwakke tot en met orkaanachtige winden.

Op het Zuidelijk halfrond zijn de wintermaanden dus heel wat ruwer dan vóór het Engelsche Kanaal.

Wat de richtingen betreft het volgende.

Duidelijk bevoorrecht zijn de richtingen Zuidwest door West en Noordwest tot Noord met 67 % de waarnemingen in Januari en Februari; 84 of 85 % van Juli tot en met October.

Van December tot en met April is de richting Noord het best vertegenwoordigd met 21 tot 26 % der waarnemingen; van Mei tot en met November de richting West met 27 tot 32 %. Het is al wel duidelijk dat het windbeeld in het gebied der Westenwinden veel minder strak begrensd is dan in een moesson- of passaatgebied en dat vooral niet te veel nadruk gelegd moet worden op de richting West.

In de maand Januari vallen vóór het Kanaal in het segment Noordwest tot Zuid slechts 66 % der waarnemingen, de richting Zuidwest die het zwaarst bezet is vereenigde er 20 % op zich.

Nog duidelijker komt het verschil in karakter der twee Westenwindgebieden uit in de algemeene luchtbeweging. Voor „The Roaring Forties" vinden wij van Juli tot en met October gemiddeld N. 286° O. 3.41 met 57 % bestendigheid; in Februari slechts N. 311° O. 1.34 met 30 %.

In Januari vinden wij daarentegen vóór het Kanaal N. 247° O. 1.39 met 28 %, een groot verschil met het bovenstaande winter-gemiddelde.

Het hierboven geschetste beeld van de frequentie der verschillende windrichtingen wijst naar onze meening op het bestaan van een gebied ten zuiden van het hier beschouwde, waar vrijwel gesloten depressies elkaar opvolgen in banen welke van W.N.W. naar O.Z.O. gericht zijn.

Bij een werkelijk bestaanden gordel van lagen druk moest de bestendigheid der richtingen tusschen Zuidwest en Noordwest veel grooter zijn.

3. *Dagelijksche en jaarlijksche gang van de windkracht in vollen Oceaan.*

Onderzoekingen omtrent den dagelijkschen en jaarlijkschen gang zoowel van windkracht en windrichting in vollen oceaan zijn schaarsch en de gepubliceerde resultaten steunen op betrekkelijk weinig waarnemingen,

Gedurende 650 dagen werd aan boord van de „Challenger" in de drie oceanen om de 2 uur de windsnelheid gemeten binnen en buiten de tropen; BUCHAN [1]) geeft de volgende afwijkingen van het daggemiddelde in cm.

M.	2	4	6	8	10	m.	2	4	6	8	10
3	4	1	— 6	— 5	1	7	8	2	— 5	— 7	— 3

waaruit we de volgende formule voor den dagelijkschen gang vinden:

$$w = m + 1.8 \cos (nt - 186^\circ) + 6.6 \cos (2\, nt - 39^\circ).$$

SPRUNG [2]) sloeg een anderen weg in. Van eenige zeilschepen varende in den Noord-Atlantischen Oceaan in het gebied 6°—39° N. en 16°—53° W., dus ongeveer in den Noordoostpassaat werd uit den gemiddeld wacht voor wacht afgezeilden weg de gemiddelde kracht van den passaat berekend. Deze was tevens op de gebruikelijke wijze geschat voor het aan boord bijgehouden meteorologisch journaal; wij laten hier de resultaten volgen uitgedrukt in BEAUFORT-schaaldeelen.

---

[1]) BUCHAN. Uit Lehrbuch der Meteorologie von Dr. JULIUS VON HANN. 1914. p. 401.

[2]) A. SPRUNG. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte. 1879. N°. 2. p. 15.

	M.	4	8	m.	4	8
Geschat	4.03	3.97	4.04	4.01	4.11	4.11
Berekend	4.12	3.93	4.00	4.10	4.05	4.10
Gemiddeld.	4.07	3.95	4.02	4.05	4.08	4.10
Afwijking	0.025	—0.095	—0.025	0.005	0.035	0.055

Deze afwijkingen gelden dus voorzoover den middag, 4 p. enz. betreft telkens voor 1 uur vroeger. Het zwaartepunt van den tijd voor den *berekenden* wind ligt in het midden van de wacht, dat van de *geschatte* windkracht aan het einde van de wacht; houden wij hiermede rekening dan krijgen wij de volgende formule van den dagelijkschen gang, waarbij het aanvangspunt van telling weer op den middag is gebracht.

$$w = 4.05 + 0.061 \cos (nt - 257^\circ) + 0.028 \cos (nt - 215^\circ).$$

Uit waarnemingen gedurende 21 dagen verricht in het passaatgebied van den Noord-Atlantischen Oceaan tusschen 24°—25° N. en 24°—49° W. vond SOBIECZKY [1]) de volgende formule voor den dagelijkschen gang waarbij de amplitude is uitgedrukt in BEAUFORT-schaaldeelen.

$$w = 2.68 + 0.065 \cos (nt - 264^\circ) + 0.216 \cos (2nt - 269^\circ).$$

KÖPPEN [2]) heeft de waarnemingen welke gedurende de jaren 1859 en 1860 op 40 meter hoogte op de Bermuda's zijn verricht, uitgewerkt en geeft de volgende afwijkingen in M., waaruit de bijgevoegde formule is berekend:

M.	2	4	6	8	10	m.	2	4	6	8	10
0.2	0.4	0.3	0.1	—0.1	—0.3	—0.2	—0.2	—0.1	—0.2	—0.1	0.1

$$w = 7.5 + 0.277 \cos (nt - 26^\circ) + 0.112 \cos (2nt - 79^\circ).$$

Men ziet: een groote verscheidenheid van gegevens, bij BUCHAN en SOBIECZKY is het dubbeldaagsche element overwegend, bij SPRUNG en KÖPPEN het enkeldaagsche element; ook de phasen stemmen onderling niet altijd overeen.

[1]) SOBIECZKY. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Band CVII. 1898.

[2]) KÖPPEN. Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie 1883. p. 628.

Op de Bermuda's is het gewone landverschijnsel, grootste windsnelheid in den namiddag, duidelijk te zien; het daar gevondene kan dus eigenlijk buiten beschouwing blijven.

Het materiaal van BUCHAN is echter zeer heterogeen, dat van SOBIECZKY zeer klein terwijl het aantal waarnemingen van SPRUNG allerminst groot genoemd kan worden; te meer geldt dit waar wij te doen hebben met een verschijnsel, dat als het bestaat, zich slechts kenbaar maakt door een zeer kleine amplitude en met eene waarnemingsmethode waarbij de gemiddelde waarnemingsfout zeer groot is ten opzichte van de amplitude van het gezochte verschijnsel.

Zeer veel waarnemingen verricht aan boord van een groot aantal schepen zijn dus noodig om kans op succes mogelijk te maken.

Het is eigenaardig dat ieder die aan boord van zeilschepen gevaren heeft de uitspraak kent dat speciaal in de passaten, gedurende de nachtwachten, dus ten naastenbij van 's avonds tien tot des morgens zes uur, het schip sneller liep dan overdag.

Daarvoor werden dan verschillende redenen aangevoerd.

Aan boord van de oude zeil-oorlogsschepen werd het verschijnsel gedeeltelijk op rekening gesteld van het feit dat er rust heerschte in het schip, dat daardoor rustiger in het water lag gedurende den nacht dan overdag; gedeeltelijk ook van het grooter vochtigheidspercentage der lucht gedurende den nacht. Dit deed met de lagere temperatuur het weefsel der zeilen dichter worden en deze stonden strakker bij.

Aan boord van koopvaardijschepen kon alleen laatstgenoemde reden invloed hebben. Uit de later volgende gegevens zal blijken dat de amplitude van dien dagelijkschen gang klein is, ongeveer een tiende BEAUFORT-schaaldeel, en indien het een verschijnsel is, dat met groote bestendigheid zou optreden vraagt men zich onwillekeurig af hoe het mogelijk is dat zulks door de altijd ruwe schattingsmethode zou ontdekt zijn, ten opzichte van een windsnelheid van 4 à 5 of 5 der BEAUFORT-schaal. De onderstelling komt op dat het verschijnsel geen groote bestendigheid vertoont, maar indien het optreedt eene vrij groote amplitude heeft; het bekende generaliseeren heeft dan de rest gedaan.

Tegen deze onderstelling pleit weer de bekende regelmaat van het weder in de tropen; hoe het ook zij, een feit is het dat de practijk aan boord heeft geleerd dat des nachts in de passaten grooter vaart werd geloopen dan over dag en dit kan omgekeerd invloed gehad hebben op de windschattingen.

In dit verband moet nog vermeld worden het verschijnsel algemeen

bekend onder den naam „turbulentie". Het wordt bevorderd door de verwarming der lucht welke hierdoor in stijgende beweging geraakt waarbij natuurlijk ook dalende compensatie-bewegingen ontstaan; de lucht wordt als 't ware dooreengewoeld, heeft dus over dag niet die gelijkmatige bewegingsrichting als 's nachts en dus niet dezelfde uitwerking op de zeilen als de, gedurende den nacht regelmatig en gelijkmatig doorstaande passaat. Vroeger werd in de meteorologische journalen de gegiste vaart niet per wacht opgegeven en er kan dus moeilijk worden nagegaan of het verschijnsel van het grootere behoud gedurende de nachtwachten ten opzichte van dat der wachten overdag te voorschijn komt.

Het door ons gebruikte waarnemingsmateriaal is voor de vakken 363 en 436° Z. — 472° N. hoofdzakelijk van zeilschepen afkomstig uit de jaren 1855—1875. Omtrent de algemeene bekendheid in die jaren van het verschijnsel verkeert men thans in het onzekere, aan den suggereerenden invloed van het meerdere vaart loopen des nachts en daardoor grooter windschattingen behoeft naar onze meening geen groote invloed te worden toegekend.

In het vierkant 67 Z. — 31° N. zijn de waarnemingen in hoofdzaak van stoomschepen afkomstig.

De formules voor den dagelijkschen gang, zoomede die van de algemeene luchtbeweging en de bestendigheid daarvan, volgen hierachter zoowel maandsgewijs als in groepen vereenigd; de middag is het nulpunt van telling. (Tabel XI.)

a. □ 67 Z.—31° N. Moesson.

Het verschijnsel treedt zeer duidelijk te voorschijn, maar vertoont op zich zelf ook zoo iets als het moesson-type n.l. een groot phaseverschil tusschen Zuidwest- en Noordoostmoesson, zooals blijkt zoowel uit de maandelijksche als halfjaarlijksche formules.

De amplitude van den enkeldaagschen gang is twee- tot viermaal die van den dubbeldaagschen gang en gedurende den Zuidwestmoesson (Mei—September) tweemaal zoo groot als gedurende den Noordoostmoesson (November—Maart).

Zooals de formules aangeven wordt gedurende den Noordoostmoesson de grootste windsnelheid bereikt ten zes uur namiddag; gedurende den Zuidwestmoesson ten tien uur voormiddag.

Naar onze meening hebben wij hier, vèr in zee, nog te maken met het verschijnsel van land- en zeewind.

In de hiervolgende vierkanten is de procentsgewijze verdeeling der waarnemingen in het beschouwde gebied gegeven, waaruit blijkt dat de meeste waarnemingen — vooral in Juli — in het westelijk deel van het gebied vallen; de afstand tot de kust is hier toch nog ruim 300 K.M.

50° Dec. 60°			50° Juli 60°	
46	36	10°	37	24
5	13		31	8

Gedurende den Noordoostmoesson waait de wind naar het land toe. Dit land wordt gedurende den dag fel verwarmd en er vormt zich dus een versterkte gradiënt voor oplandige wind, welke ten twee à drie uur zijn grootste waarde zal bereiken. Des nachts vindt het omgekeerde plaats en de algemeene gradiënt zal een kleiner waarde dan de gemiddelde krijgen. Deze vergroote en verkleinde gradiënt moet naar onze meening aansprakelijk gesteld worden voor het hierboven gevonden verschijnsel, waarbij dan door de inertie op dezen grooten afstand eene vertraging van drie uur te voorschijn wordt geroepen.

Gedurende den Zuidwestmoesson waait de wind van Somali-land af en de Zuidwestenwind is min of meer „landwind". Gedurende de nacht- en morgenuren wordt door de nachtelijke afkoeling de algemeene gradiënt vergroot en wij zullen dus gedurende den voormiddag een maximum van windsnelheid moeten waarnemen als wij het oogenblik van minimumtemperatuur op 5 à 6 uur voormiddag stellen en, evenals gedurende den Noordoostmoesson, met een vertraging van 3 uur rekenen.

Gedurende de uren van grootste verwarming wordt de algemeene gradiënt verkleind.

De amplitude van den term welke den dubbeldaagschen gang aangeeft is in beide moessons dezelfde; in de phase zien wij een verschil van 2.5 uur.

In den enkeldaagschen term, meenen wij een eenvoudig temperatuur-effect te zien, in het dubbeldaagsche gedeelte een verschijnsel dat parallel loopt met het dubbeldaagsche gedeelte van den gang der luchtdrukking.

Voor de maanden Januari en Juli en het geheele jaar vonden wij voor dit gebied de volgende formules voor den gang in de luchtdrukking.

Januari $p = 761.76 + 0.35 \cos (nt - 287^\circ) + 0.75 \cos (2nt - 283^\circ)$

Juli $= 758.32 + 0.13 \cos (nt - 328^\circ) + 0.50 \cos (2nt - 297^\circ)$

Jaar $= 760.33 + 0.27 \cos (nt - 302^\circ) + 0.68 \cos (2nt - 292^\circ)$

waaruit het verband voldoende blijkt.

b. □ 363. Zuidoostpassaat.

De amplitude van den enkeldaagschen term is gemiddeld twee maal zoo groot als die van den dubbeldaagschen.

De phase van den enkeldaagschen gang loopt in de verschillende maanden van het jaar sterk uit elkaar, zoodat niet onmiddellijk aan een zekere regelmaat wordt gedacht; de phase van den dubbeldaagschen gang maakt een beteren indruk.

Nemen wij echter die maanden te samen waarin de passaat zijn kleinste en grootste bestendigheid en kracht bereikt, dus Januari—April en Mei—December en hiervan de combinaties Februari—Maart en Juli—October, dan zien wij uit de formule dat van Januari—April de enkeldaagsche gang een totaal andere phase heeft dan van Mei tot October.

Ten einde eenige zekerheid te verkrijgen dat dit groote verschil geen louter toeval is, werden de overeenkomstige formules berekend voor □ 362, waaruit bleek dat in de vakken 362 en 363 voldoende overeenkomst bestond; een combinatie dier vakken geeft de hierachter (p. 86) volgende formule; wij moeten dus aannemen dat in werkelijkheid een dergelijk groot phaseverschil bestaat.

Van Januari tot April doet de Noordwestmoesson zijn invloed gelden vooral in het noordelijke deel van het beschouwde vierkant en gedurende Februari en Maart vinden wij daar voor de algemeene luchtbeweging N 126° O 2.0—54 %; in het zuidelijke deel wordt terzelfder tijd gevonden N 126° O 3.5—81 %, getallen welke meer het passaattype toonen dan die voor het noordelijke deel.

Daarom werd onderzocht wat de formule voor den dagelijkschen gang van de windkracht zou zijn voor het zuidelijk deel van □ 363.

Het resultaat was:

$$w = 4.418 + 0.031 \cos (nt - 316^\circ) + 0.020 \cos (2nt - 342^\circ)$$

Het is duidelijk dat in deze richting niet gezocht behoeft te worden.

Een andere mogelijkheid kan zijn dat door wellicht grootere buiïgheid van Februari en Maart het maximum van de windsnelheid naar de daguren verschoven is.

Het is bekend dat indien het weer buiïg is, de meeste buien gewoonlijk gedurende de daguren voorkomen en ofschoon niet van eenige willekeur vrij te pleiten komt het ons voor dat de dagelijksche gang en de absolute waarde van die buiigheid ten naastenbij zullen worden aangegeven door de kans op regen en de dagelijksche gang van die kans. De formules voor de regenkans volgen hier; de kans op regen wordt in procenten gegeven:

Februari—Maart $r = 4.0 + 1.1 \cos (nt - 229^\circ) + 0.3 \cos (2nt - 102^\circ)$
Mei—October $r = 4.8 + 1.1 \cos (nt - 218^\circ) + 0.4 \cos (2nt - 132^\circ)$

In deze richting behoeft dus ook niet verder te worden gezocht, zoodat voor het groote phase-verschil van den enkeldaagschen term voor de twee jaargetijden eene verklaring achterwege blijft. De mogelijkheid bestaat natuurlijk dat het groote Australische continent tot hier zijn invloed laat gelden, waarbij dan tusschen winter- en zomer-omstandigheden een groot verschil moet bestaan.

In vollen passaattijd blijkt de kans op regen iets grooter te zijn dan in het andere jaargetijde; de passaatbuitjes van den Indischen Oceaan zijn den zeevarenden wel bekend. In dit jaargetijde komt de maximum-windkracht voor nà middernacht, wat in overeenstemming is met hetgeen afgeleid kon worden uit het grootere behoud gedurende den nacht van de zeilschepen.

Tusschen de phasen van den dubbeldaagschen gang in de windsnelheid en de luchtdrukking blijkt ook hier het reeds genoemde verband te bestaan.

Voor den dagelijkschen gang van de luchtdrukking te Mauritius vonden wij de volgende formule:

$$p = 762.3 + 0.31 \cos (nt - 223^\circ) + 0.73 \cos (2nt - 286^\circ).$$

c □ 436 Z. — 472 N. Westenwindgebied.

In dit gebied, waar het weer een zeer ongeregeld karakter heeft en waar bovendien de dichtheid der waarnemingen kleiner is dan in het moesson- en passaatgebied, geven de maand-formules onderling groote verschillen te zien. De ware aard van het verschijnsel komt intusschen te voorschijn wanneer wij combinaties van de zomer- en wintermaanden maken.

Het blijkt dat ook hier eenige uren na middernacht de windkracht haar grootste waarde bereikt en dat de enkeldaagsche gang veel grooter is dan de dubbeldaagsche evenals in de andere zeegebieden.

Het verband tusschen den dubbeldaagschen gang van de luchtdrukking en de windkracht, dat in het moesson- en passaatgebied zoo duidelijk bleek, komt hier niet tot uitdrukking. Naar onze meening moet dit op rekening geschoven worden van het betrekkelijk schaarsche waarnemingsmateriaal.

Op het eiland Kerguelen vertoefde van Januari 1902 tot Februari 1903 eene afdeeling van de Duitsche Zuidpoolexpeditie welke onder VON DRYGALISKI op 66° Z.B. in het ijs bezet geraakte.

Uit de windwaarnemingen welke op dat eiland elk uur verricht

werden, komen wij tot de in de tabel gegeven formule voor den dagelijkschen gang van de windsnelheid, de amplitude is gegeven in meters.

In veel opzichten bestaat eene uitmuntende overeenstemming tusschen de formules welke voor de Bermuda's en voor Kerguelen gelden; de amplitude is voor laatstgenoemd eiland bijzonder groot.

Op deze betrekkelijk kleine eilanden komt het vastelandstype dus duidelijk te voorschijn.

Wij wijzen nog op de groote overeenstemming tusschen de phasen van den dubbeldaagschen gang in de jaarformule uit de zeewaarnemingen berekend, en die uit de anemometerwaarnemingen op Kerguelen verricht.

Gevolgtrekkingen.

In het algemeen is dus gevonden dat de windkracht het grootste is eenige uren na middernacht, voorts dat in de Arabische Zee een ander systeem heerscht, dat het vermoeden wettigt dat op grooten afstand (300 K.M.) van de kust, de verwarming en afkoeling van groote vastelanden hun invloed doen gelden.

Op kleine eilanden vertoont de dagelijksche gang van de windsnelheid een eigen karakter.

Verder is de overeenstemming met hetgeen vroeger door BUCHAN, SPRUNG en SOBIECZKY is gevonden zeer klein, hetgeen niet te verwonderen is, aangezien wij blijkbaar te doen hebben met een verschijnsel dat zich kenbaar maakt door een kleine amplitude. Ten einde omtrent dat verschijnsel dus betrouwbare gegevens te verkrijgen zijn noodig of zeer nauwkeurige waarnemingen, welke dan niet buitengewoon talrijk behoeven te zijn of zeer veel waarnemingen of liever schattingen van de windkracht, zooals die gewoonlijk aan boord worden verricht.

4. Jaarlijksche gang van de windrichting en de windkracht.

Deze blijkt voldoende uit de gegevens voor de algemeene luchtbeweging welke gelden voor het midden van elke maand.

Uit de gegevens voor het moessongebied blijkt dat nabij half October vrijwel het hoogtepunt van de kentering valt, half April is dit oogenblik nog niet bereikt. Nadere berekeningen leerden ons dat dit ongeveer op 22 April valt, want wij vinden voor de algemeene luchtbeweging op dien datum N. 129° O. 0.3 met 12 % bestendigheid.

Van den op hun hoogtepunt staanden moesson en passaat is de bestendigheid vrijwel gelijk (90 %), de Westenwind blijft in dit opzicht ver achter en bereikt niet meer dan 58 %.

III. STROOM.

DE ALGEMEENE WATERBEWEGING.

1. *Algemeene beschouwingen.*

De stroomen aan de oppervlakte der oceanen zijn in hooge mate afhankelijk van de heerschende winden, zoodat overal waar winden met groote bestendigheid waaien een duidelijk verband tusschen wind en stroom kan aangetoond worden. Ten gevolge van den invloed der aardrotatie maakt in vollen oceaan de richting van den stroom met de richting van den wind een hoek van 45° naar rechts op N.B., 45° naar links op Z.B..

Minder eenvoudig is het verband tusschen de snelheid van den wind en die van den stroom aan te toonen, omdat nergens de hiervoor noodige ideale omstandigheden aanwezig zijn. Nergens toch zal de plaatselijke wind alléén aansprakelijk gesteld mogen worden voor den bestaanden stroom, steeds zullen meerdere factoren in het spel zijn.

Wij komen hierop later meer uitvoerig terug.

Uit het bovenstaande volgt dat evenals zulks voor de algemeene luchtbeweging is geschied, ook voor de algemeene waterbeweging in den Indischen Oceaan twee jaargetijden beschouwd moeten worden; in overeenstemming met voorgaande beschouwingen werden hiervoor genomen de combinaties der maanden December tot en met Februari en Juni tot en met Augustus en aangenomen dat $\frac{1}{3}$ (December + Januari + Februari) de waterbeweging van Januari weergeeft.

Januari (fig. 6).

Ten noorden van de linie waait de Noordoostmoesson, dientengevolge vinden wij daar overal een naar het Westen gerichte waterbeweging. Onder de kust van Afrika, ten zuiden en zuidwesten van Ceylon en in de Chineesche Zee vindt men de grootste snelheid, welke schommelt tusschen 15 en 30 mijl per etmaal; de gemiddelde snelheid van de Noordoostmoesson-drift bedraagt 5 tot 15 mijl. De bestendigheid van de waterbeweging is in de stroomas dikwijls grooter dan 75 % en daalt aan de grenzen van het stroomgebied tot onder 25 %; zij kan gemakkelijk uit de kaart worden afgelezen.

In het zuidelijk deel van de Roode Zee loopt de stroom naar het Noorden met een snelheid van 0 tot 10 mijl.

In de Arabische Zee en Golf van Bengalen loopt de stroom langs de kusten met zon rond, zoodat ten noorden van 10° breedte in beide golven een gesloten kringloop ontstaat.

In de Celebes-Zee loopt de stroom tegen zon rond, uit de algemeene luchtbeweging kan deze eigenaardige waterbeweging niet verklaard worden. De grenzen van Noordoostmoesson en de daardoor veroorzaakte drift stemmen uitmuntend overeen. (Zie fig. 4 en 6).

De waterbeweging tusschen 0° en 10° Z.B. laten we voorloopig buiten beschouwing en behandelen eerst die tusschen 10° en 20° Z. B. In hoofdzaak, vooral tusschen 10 en 20° Z.B., stroomt het water in westelijke richting, wij ontmoeten hier den Zuid-Equatoriaalstroom, een winddrift van den Zuidoostpassaat; de snelheid schommelt tusschen 5 en 30 mijl, maar is gewoonlijk niet meer dan 10 mijl per etmaal.

In het zeegebied ten westen van Australië en tusschen Australië en de Kleine Soenda-eilanden loopt de stroom naar het Noorden, Noordoosten en Oosten; hiertoe gedwongen door het overheerschende windsysteem.

Waar de Zuid-Equatoriaalstroom Madagascar ontmoet spreidt de stroom zich eenigszins waaiervormig uit; één tak passeert ten noorden van het eiland met eene snelheid van 20 tot 30 mijl en neemt nà de noordspits van Madagascar voorbij te zijn het water op, dat langs de westzijde van dat eiland naar het Noorden stroomt.

Laatstgenoemde tak is afkomstig van dat deel van den Zuid-Equatoriaalstroom dat bij Madagascar naar het Zuidwesten loopt en na Kaap St. Marie te zijn gepasseerd voor het grootste deel om de West gaat, terwijl een kleiner deel om de Noord stroomt.

Volgen wij thans den stroom welke benoorden Madagascar naar het Westen loopt. Deze botst op ongeveer 10° Z.B. tegen de kust van Afrika en splitst zich in een noord- en een zuid-gaanden tak.

De noord-gaande tak ontmoet op zijn beurt, op ongeveer 5° Z.B. de uitloopers van de Noordoostmoesson-drift, gezamenlijk vormen zij den Equatoriaaltegenstroom welke tusschen 2° en 8° Z.B. naar het Oosten loopt en tusschen 60° en 70° O.L. zijn grootste snelheid, 20—30 mijl, bereikt. In het westelijk deel van den oceaan vloeit de Noordoost-moesson-drift geleidelijk over in den Tegenstroom.

Deze stroomt langs Sumatra naar het Zuidoosten; uit de kaart is niet na te gaan wat ten zuidwesten van Straat Soenda geschiedt, waarschijnlijk wordt een deel van het afgevoerde water opgenomen in den Zuid-Equatoriaalstroom. De Equatoriaaltegenstroom is aanwezig van November tot en met Maart, in October begint hij zich te ontwikkelen.

Onder invloed van den Noordwestmoesson stroomt tusschen 0° en 10° Z.B. het water in de Java-Zee en oostelijker gelegen zeeën naar het Oosten.

Thans vatten wij den zuid-gaanden tak van den Equatoriaalstroom op 10° Z.B. bij Afrika weder op, deze stroomt aanvankelijk met groote snelheid, 30—40 mijl, naar het Zuiden door de westelijke helft van de Straat van Mozambique. Tusschen 20° en 30° breedte vermindert de snelheid, om later, nadat de stroom versterkt is door den tak van den Zuid-Equatoriaalstroom welke langs de Zuidpunt van Madagascar stroomt, weder toe te nemen tot 40—50 mijl.

De stroom heet dan Agulhasstroom.

Tusschen 20° en 60° O.L. vloeit geleidelijk water over van den Agulhasstroom en uitloopers van den Zuid-Equatoriaalstroom in de Westenwinddrift; dit vindt plaats tusschen 34° en 38° Z.B. zooals de kaart der algemeene waterbeweging ons laat zien.

Een deel van den Agulhasstroom gaat rond Afrika's Zuidpunt in den Atlantischen Oceaan over met eene snelheid van 10—15 mijl en voedt den Benguela-stroom.

In het westelijk deel van den oceaan ten zuiden van 40°, in het oostelijke deel bewesten Australië ten zuiden van 30° Z.B. stroomt het water naar het Noordoosten en Oosten; deze stroom heet de Westenwinddrift, welke op deze breedte de geheele aarde omvat.

Deze driftstroom bereikt gemiddeld geen grooter snelheid dan 15 mijl.

De Zuid-Equatoriaalstroom, de zuidwest- en zuidoostwaarts-gerichte stroomen ten zuiden van Afrika en Madagascar, de Westenwind-drift en de noordwaarts gerichte West-Australische stroom vormen een gesloten ellipsvormige kringloop, waarvan de lange as westzuidwest—oostnoordoost gericht is.

Evenals bij de Noordoostmoesson-drift valt bij den Zuid-Equatoriaalstroom en de Westenwinddrift op te merken, dat de grenzen der stroomgebieden overeenstemmen met die der windgebieden, welke de stroomen verwekken.

In het hierboven geschetste stroomsysteem zijn de stroomen onder de Afrikaansche kust afvoerstroomen van den Noordoostmoessondrift en van den Zuid-Equatoriaalstroom.

De Equatoriaaltegenstroom is naast compensatiestroom voor het ten noorden en zuiden van hem westwaarts loopende water, zoowel een driftstroom van den Noordwestmoesson als afvoerstroom van genoemde stroomen onder de Afrikaansche kust.

De Agulhasstroom en West-Australische stroom zijn te beschouwen

als afvoerstroomen van den Zuid-Equatoriaalstroom en Westenwinddrift, maar ook als toevoerstroomen voor Westenwindendrift en Zuid-Equatoriaalstroom.

Overal waar het aantal waarnemingen te klein was om de algemeene waterbeweging voor 2-graadsvakken te teekenen is zulks voor grootere gebieden geschied om een doorloopende voorstelling te behouden.

De lengte der pijlen 2, 3.5, 5.5 en 7 m.m. geeft ook hier in vier trappen de bestendigheid in overeenstemming met de legenda, de snelheid is geheel in overeenstemming met de andere pijlen.

Juli (fig. 7).

Ten noorden van den equator stroomt het water onder invloed van den Zuidwestmoesson naar het Oosten; de stroomsnelheid is in het algemeen grooter dan in Januari, en over groote gebieden wordt een snelheid van 15 tot 20 soms 40 mijl per etmaal bereikt.

In het zuidelijk deel van de Roode Zee loopt de stroom zuidwaarts, terwijl in de Golf van Aden het water een kringloop schijnt te volvoeren.

Reeds van 10° Z.B. trekt de stroom onder de Afrikaansche kust naar het Noorden en bereikt hier en daar vooral tusschen Ras Hafun en Ras Asir een zeer groote snelheid; enkele waarnemingen gaven tot 100 en 120 mijl stroom per etmaal. Tusschen 6°—10° N.B. en 54°—56° O.L. loopt de stroom met groote snelheid 20—40 mijl naar het Zuidoosten.

Voorbij 85° O.L. op ongeveer 2°—4° N.B. wordt het stroombeeld eenigszins onzeker.

In de Zuid-Chineesche Zee is de stroomrichting noord tot noordoost; of bij Borneo de stroom naar het Zuiden en Zuidwesten loopt zooals de zuidelijke stroomen op 110° O.L. doen vermoeden is uit onze gegevens niet op te maken.

In de Celebes-Zee is de stroomrichting meest westelijk.

Den Zuid-Equatoriaalstroom ontmoeten wij in dit jaargetijde reeds op 6° Z.B.; de snelheid is grooter dan in Januari en bereikt hier en daar ruim 20 mijl per etmaal, het gemiddelde wellicht 15 mijl.

Het stroombeeld is volkomen gelijk aan dat van Januari, maar omdat de as van den stroom noordelijker ligt, passeert er meer water ten noorden van Madagascar dan in genoemde maand en de hoofdmassa van dit water is toevoerstroom voor den stroom naar het Noordoosten onder de Afrikaansche kust.

Een gevolg van een en ander moet zijn:

1°. de afwezigheid van een Equatoriaaltegenstroom;

2°. een minder sterke Agulhasstroom dan in Januari.

Langs de Noordwestkust van Australië is de stroomrichting noordoost.

Tusschen 0° en 10° Z.B. zien wij vooral in het Oosten van den oceaan water uit de Zuidwestmoessondrift overgaan in de Passaatdrift, zoodat hier een gesloten kringloop ontstaat; de stroomsnelheid is in dit gebied in tegenstelling met die van de genoemde driften klein.

In de Zeeën van den Archipel is de stroom naar het Westen gericht, als gevolg van den Oostmoesson. In het verdere deel van den oceaan is het stroombeeld in groote trekken gelijk aan dat van Januari; de snelheid en omvang van den Agulhasstroom is echter betrekkelijk klein terwijl de Westenwinddrift reeds op 36° Z.B. doorstaat. De richting van den West-Australischen stroom is oostelijker dan in Januari.

De rol die de verschillende stroomen ten opzichte van elkaar vervullen is uit de kaart na te gaan, evenals de bestendigheid en snelheid in de verschillende deelen van een stroom, die daarom opzettelijk niet uitvoerig zijn behandeld.

Ten slotte valt nog te vermelden dat tusschen den Agulhastroom en de kust van Afrika hier en daar een neerstroom te voorschijn komt.

2. *Jaarlijksche gang der algemeene waterbeweging.*

a. Moessongebied.

In het moessongebied werd de jaarlijksche gang nagegaan voor het vak 67 Z. en 31 N. dus van 5°—15° N. en 50°—60° O.

Maand.	Aantal waarn.	Richting	Snelheid.	Bestend. %	Afw. hk. wind. — stroom.	1 m wind geeft cm stroom.	Gemidd.
Januari . .	1309	N 261° O	6.'3	44	24° R	3.41	4.21
Februari .	1166	271	5. 2	40	25	3.30	
Maart. . .	1449	305	4. 8	42	44		
April . . .	1448	327	4. 0*	37*	38 R		
Mei	1503	28	4. 8	37	8 L		
Juni. . . .	961	65	16. 2	66	22 R	4.73	
Juli	988	67	20. 2	69	26	5.44	5.70
Augustus .	934	65	**21. 8**	**70**	25	6.92	
September	1960	62	16. 9	58	29		
October .	1903	25	5. 0*	24*	119		
November	1801	293	8. 8	44	65		
December.	1209	270	**10. 3**	**63**	36	5.92	

Wij zien evenals bij den wind een regelmatig omloopen van de richting van den stroom benevens twee maxima en minima in de snelheid en de bestendigheid, bijna steeds samenvallend met de hoogtepunten en kentering van de moessons. Tevens werd bepaald de afwijkingshoek tusschen stroom en wind, welke volgens EKMAN [1]) onder zekere omstandigheden op N.B. 45° naar rechts op zuiderbreedte 45° naar links moet bedragen en verder het verband tusschen snelheid van den wind en die van den stroom.

Aangezien om en nabij de kenteringen Maart—Mei en September—November de door EKMAN gestelde voorwaarden in mindere mate aanwezig zijn dan tijdens de hoogtepunten der moessons, stippen wij alleen aan dat de gemiddelde afwijkingshoek van December tot en met Februari 28° naar rechts bedraagt, terwijl 1 Meter wind in de stroomrichting 4.21 cm stroomsnelheid per seconde geeft; van Juni tot en met Augustus zijn die getallen 24° en 5.70.

Dat de afwijkingshoek veel kleiner is dan 45°, is te wijten aan de nabijheid van het land; EKMAN stelt o.m. als voorwaarde een oneindig grooten oceaan.

b. Passaatgbied.

Evenals voor den passaat werd de Zuid-Equatoriaalstroom beschouwd in het vierkant 363; 10°—20° Z./80°—90° O. en daarvoor gevonden:

Maand.	Aantal waarn.	Richting.	Snelheid.	Bestend. %	Afw. hk wind — stroom	1 m wind geeft cm stroom.
Januari	298	N 269° O	6.6	50	34° L	3.24
Februari	188	277	4. 4	36	14	2.18
Maart	408	260	8. 6	55	48	6.86
April	472	263	7. 4	52	43	3.88
Mei	480	266	10. 0	65	51	5.59
Juni	282	273	**10. 9**	**74**	54	6.90
Juli	249	268	9. 8	60	55	4.97
Augustus. . . .	305	275	9. 2	62	52	4.47
September . . .	366	278	**10. 1**	**66**	42	4.04
October	546	263	8. 0	60	50	3.83
November . . .	419	269	7. 8	54	50	2.99
December . . .	344	265	6. 0	45	49	3.20
Jaar . . .	4357	269	8. 2	57	45	4.35

[1]) V. WALFRID EKMAN. Arkiv for Matematik etc. Kgl. Svenska Vetensk. Akademie. Stockholm 1905. Band 2.

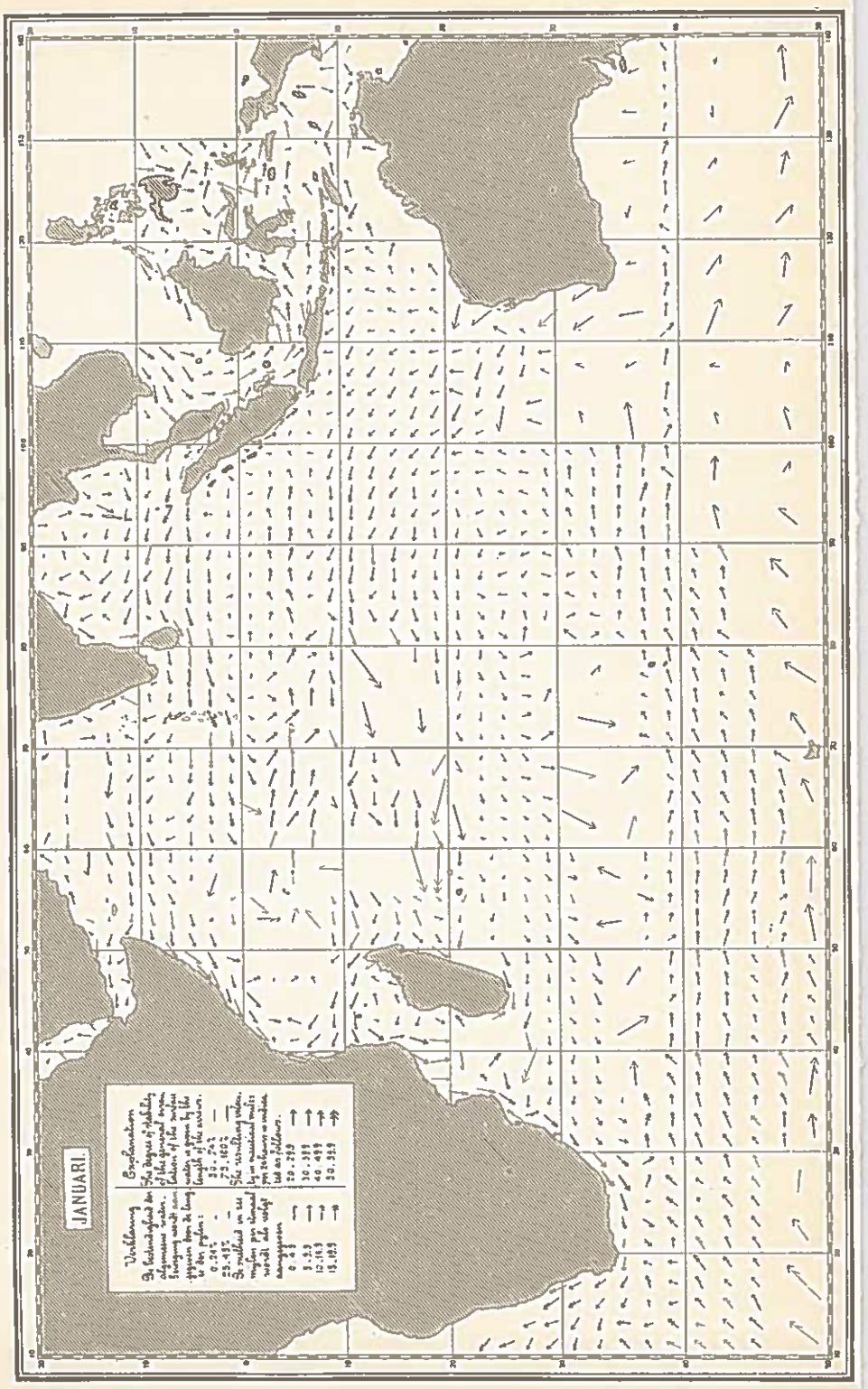

Fig. 6. Januari.

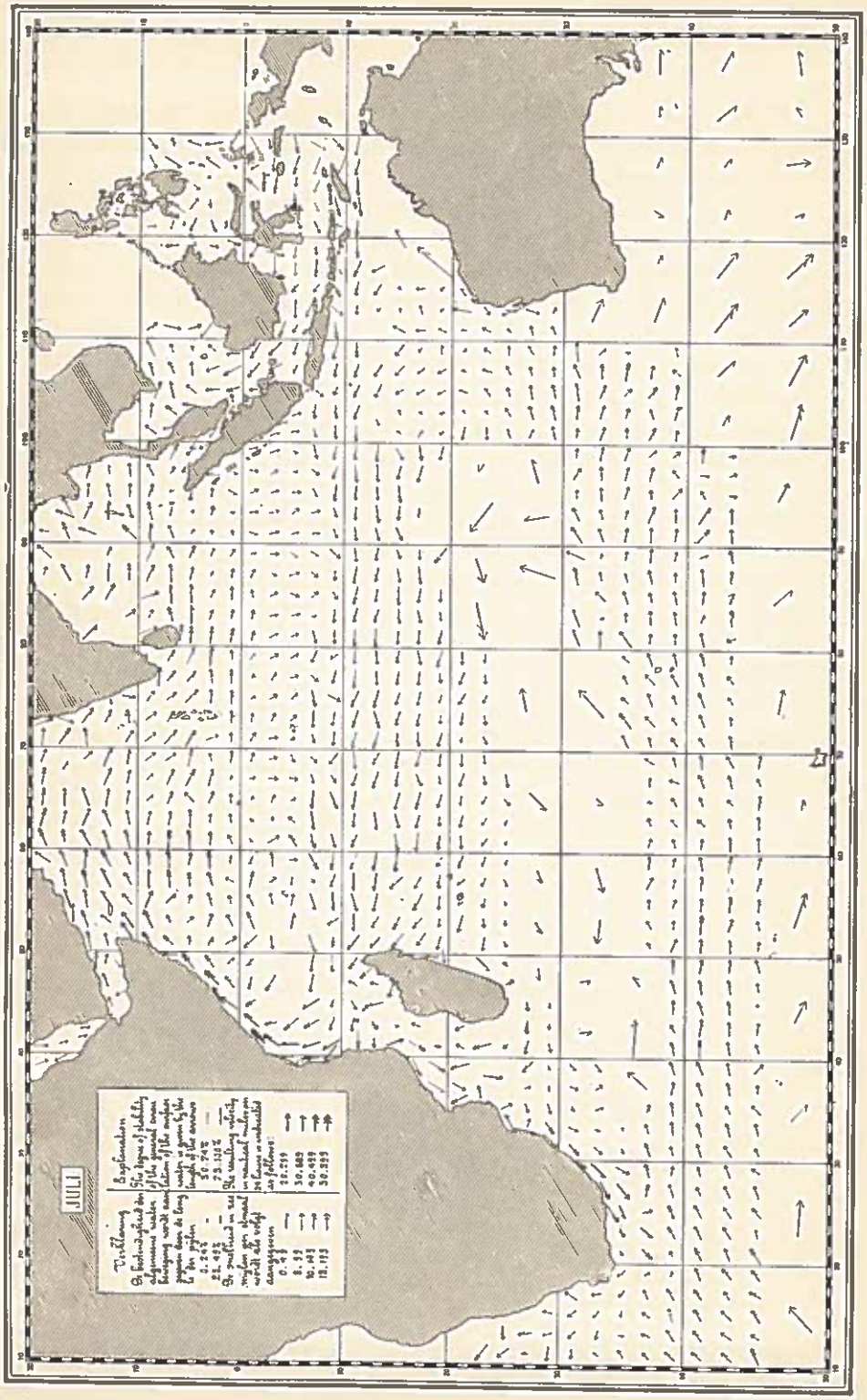

Fig. 7. Juli.

Het blijkt dat de Zuid-Equatoriaalstroom een duidelijk minimum vertoont in Februari, een even duidelijk maximum in Juni en een tweede in September. Van Mei t/m October, de maanden met den sterksten passaat, is ook de stroom met de bestendigheid het grootst.

Bijzonder fraai komt de afwijkingshoek tusschen wind en stroom in het hier beschouwde gebied te voorschijn, terwijl als gemiddelde voor de stroomsnelheid veroorzaakt door 1 m wind in de stroomrichting 4.35 cm per sec. wordt gevonden.

Het blijkt intusschen dat zooals verwacht mocht worden maand voor maand deze waarde sterk schommelt, want nergens is de stroom alléén afhankelijk van den wind ter plaatse.

Allerlei factoren, soms op grooten afstand werkende, doen hun invloed gelden.

c. Westenwinddrift.

De Westenwinddrift werd beschouwd in het gebied 436 Z/472 N, 35°—45° Z en 70°—80° O, waarvoor ook de algemeene luchtbeweging aan een nader onderzoek werd onderworpen.

Van een duidelijk maximum of minimum in de stroomsnelheid kan niet gesproken worden. De bestendigheid is het kleinste van April—Juli het grootste van Augustus—October; in het algemeen is zij kleiner dan in het Passaat of Moessongebied gedurende de hoogtepunten van die windsystemen.

Maand.	Aantal waarn.	Richting.	Snelheid.	Bestend. %	Afw. hk wind — stroom	1 m wind geeft cm stroom.
Januari	405	N 64° O	7.1	53	87° L	15.23
Februari	230	71	7.4	55	60	16.56
Maart	234	65	9.2	54	49	13.31
April	179	51	6.5	49	73	18.35
Mei	252	59	7.8	50	46	5.89
Juni	269	64	6.6	46	37	4.28
Juli.	349	64	7.0	46	44	4 05
Augustus . . .	329	68	8.1	57	37	4.63
September. . . .	385	84	9.3	60	19	4.10
October	306	67	9.8	60	39	5.80
November . . .	320	79	7.4	50	35	4.84
December . . .	428	75	7.6	52	53	7.24
Jaar . . .	3686	68	7.8	53	39	5.10

Gedurende de maanden Januari—April is de bestendigheid van de Westenwind zóó klein (30—38%), dat allerminst voldaan wordt aan de voorwaarde door EKMAN gesteld om een zuiveren driftstroom te zien ontstaan.

Laten wij die maanden buiten beschouwing dan vinden wij een gemiddelden afwijkingshoek van 39° naar links en verder dat 1 m wind in de stroomrichting eene stroomsnelheid geeft van 5.10 cm p. s., waarden welke in goede overeenstemming zijn met die in het Passaatgebied gevonden.

Volgens EKMAN zou indien wij met zuivere driftstroomen te maken hebben 1 m wind in verschillende breedten eene snelheid geven omgekeerd evenredig met den vierkantswortel uit den sinus van de breedte.

De hier gevonden waarden zijn hiermede niet in overeenstemming, hetgeen geen verwondering behoeft te wekken omdat de omstandigheden in den gesloten kringloop, waartoe het beschouwde onderdeel van den Zuid-Equatoriaalstroom behoort. zoo geheel anders zijn dan in de Westenwinddrift.

Men zou à priori ook niet verwachten, dat een wind als de passaat, met een bestendigheid van bijna 90% en grooter snelheid dan de Westenwind, een kleiner stroomsnelheid zou verwekken dan die Westenwind met 55 à 60% bestendigheid.

d. Agulhasstroom.

Ten slotte werd de jaarlijksche gang nagegaan van den Agulhasstroom, zooals bekend, een afvoerstroom van den Zuid-Equatoriaalstroom, een toevoerstroom van de Westenwinddrift en Benguelastroom.

Hij stroomt, soms met groote snelheid 40—60 mijl per etmaal in, tegen een storm uit het Zuidwesten.

De stroom werd beschouwd in het gebied 32° Z./28°—29° O.
33° Z./26°—28° O.
34° Z./25°—27° O.

Gedurende den tijd dat de Equatoriaaltegenstroom duidelijk doorstaat, dus van November—Maart, bereikt de Agulhasstroom zijn grootste snelheid, omdat dan minder water uit den Zuid-Equatoriaalstroom naar het Noorden wordt afgevoerd dan van Mei—September, den tijd dat de Zuidwestmoesson in het Noorden flink doorstaat en langs

Maand.	Aantal waarn.	Richting.	Snelheid.	Bestend. °/₀.
Januari.	232	N 236° O	34′	84
Februari	167	237	40	92
Maart	227	237	37	92
April	272	238	37	89
Mei	301	233	32	85
Juni	268	225	32	82
Juli	207	234	36	91
Augustus	194	237	29	80
September	161	237	29	83
October	202	231	30	92
November.	290	237	33	84
December.	230	239	35	91
Jaar	2651	235	34	87

de Noordoostkust van Afrika een sterke noordelijke stroom wordt aangetroffen.

Van November—Maart is de gemiddelde stroomrichting en snelheid N. 237° O. 36 mijl 88 °/₀, van Mei—September N. 233° O. 31.5 mijl 84 °/₀.

De Agulhasstroom is een der machtigste zeestroomen der geheele wereld, met een gemiddelde richting en snelheid van N. 235° O. 34 mijl 87 °/₀ in de as van den stroom, terwijl maand voor maand de richting niet meer uiteenloopt dan 13°.

Een dergelijke bestendigheid, 87 °/₀, wordt waarschijnlijk nergens overtroffen.

3. *De afwijkingshoek tusschen wind en stroom.*

Volgens EKMAN moet tusschen den wind en de daardoor te voorschijn geroepen winddrift of driftstroom een afwijkingshoek bestaan van 45° naar rechts of links naarmate men die verschijnselen op noorder of zuiderbreedte beschouwt, waarbij als voorwaarden zijn gesteld:

a. een oneindig groote oceaan;
b. een oneindig diepe oceaan;
c. een constante wind.

Wij zullen dit verband onderzoeken in die deelen van den oceaan waar doorstaande winden heerschen.

De volgende afwijkingshoeken werden gevonden:

a. Januari.

8°—14° N/50°— 60° O	rechts 32°		
4°—12° N/60°— 70° O	„ 53°		
2°— 8° N/70°— 80° O	„ 37°	gemiddeld 43° rechts	
2°— 8° N/80°— 90° O	„ 49°		
4°—12° N/90°—100° O	„ 46°		
26°—34° Z/40°— 50° O	links 51°		
24°—30° Z/50°— 60° O	„ 45°		
22°—30° Z/60°— 70° O	„ 67°	gemiddeld 50° links	
20°—26° Z/70°— 80° O	„ 41°		
14°—24° Z/80°— 90° O	„ 58°		
8°—18° Z/90°—100° O	„ 37°		
40°—48° Z/10°— 20° O	links 64°		
40°—48° Z/20°— 30° O	„ 54°		
40°—48° Z/30°— 40° O	„ 57°		
40°—50° Z/40°— 50° O	„ 52°		
40°—50° Z/50°— 60° O	„ 31°	gemiddeld 58° links	
40°—50° Z/60°— 70° O	„ 61°		
38°—48° Z/70°— 80° O	„ 66°		
34°—46° Z/80°— 90° O	„ 75°		
32°—40° Z/90°—100° O	„ 59°		

b. Juli.

2°—18° N/50°— 60° O	rechts 36°	
0°—14° N/60°— 70° O	„ 32°	
0°—10° N/70°— 80° O	„ 38°	gemiddeld 38° rechts
0°—10° N/80°— 90° O	„ 45°	
18°—26° Z/50°— 60° O	links 56°	
10°—24° Z/60°— 70° O	„ 47°	
10°—24° Z/70°— 80° O	„ 44°	gemiddeld 49° links
8°—20° Z/80°— 90° O	„ 53°	
8°—20° Z/90°—100° O	„ 45°	

40°—50°	Z/10°— 20° O	links	78°	
40°—46°	Z/20°— 30° O	„	64°	
40°—46°	Z/30°— 40° O	„	59°	
40°—46°	Z/40°— 50° O	„	35°	
40°—46°	Z/50°— 60° O	„	19°	gemiddeld 41° links
38°—46°	Z/60°— 70° O	„	31°	
36°—44°	Z/70°— 80° O	„	40°	
36°—42°	Z/80°— 90° O	„	22°	
36°—40°	Z/90°—100° O	„	23°	

De hier gevonden resultaten stemmen naar onze meening voldoende overeen met de stelling van EKMAN; waarbij wel in het oog dient gehouden te worden dat aan de drie voorwaarden nergens geheel wordt voldaan. Als algemeen gemiddelde vinden we 47°.

CLIMATOLOGY OF THE INDIAN OCEAN.

ENGLISH SUMMARIES.

INTRODUCTION.

This series of papers is the result of a closer and more detailed investigation of the observations made during more than half a century by officers of the Royal Dutch Navy and the Mercantile Fleet. All these observations have been entered in registers, and mean values for wind, current, pressure, temperature etc., have been computed and published in atlasses and tabular works [1]).

The principal object in publishing the charts was to give a work for the use of sailors, but suitable for scientific investigation at the same time; scientific considerations and the interest of international co-operation have led to the publication of the tables.

These tables contain for each one-degree square of the ocean monthly mean values for wind, current, pressure etc. and the number of observations available.

This is the most suitable form for a *first* publication, the observations now being available for everybody who may feel interested in any meteorological or oceanographical problem; it affords every meteorological or oceanographical office the opportunity of combining its own observations with ours in order to get more accurate mean values for the various elements. At the same time, these mean values form a very broad basis for climatological investigations.

The study of several publications for the Indian Ocean made us desire to investigate pressure, wind etc., their daily and yearly range; to draw isobaric and isothermic charts and those for the general air- and watercirculation at the surface of the ocean, following other lines than those generally in practice up to the present time.

---

[1]) Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut N°. 104. Observations océanographiques et météorologiques dans l'Océan Indien.

Cartes et Tableaux	Décembre—Février	1856—1910.
	Mars—Mai	1856—1912.
	Juin—Août	1856—1908.
	Septembre—Novembre	1856—1914.

We stuck to the pure statistical method in the tabular- and chartwork and avoided what may be called scientific considerations in filling up the chart, in squares where observations were scanty or failed altogether, or in smoothing isobars, isotherms and current- or wind-charts.

Subsequent chapters will deal with pressure, wind and current, temperature of the air and surface-water, probability of rain, inner- and outer-tropical storms.

A reproduction of the Marsden-chart is given for the convenience of the reader in fig. 1. p. 7.

I. ATMOSPHERIC PRESSURE.

1. *General considerations.*

Mean pressure has been calculated for each two-degree square of the ocean for the months January and July, in which the Northeast and the Southwest-monsoon are at their maximum.

Pressure in January was computed from (Dec. + Jan. + Feb.): 3 and for each two-degree square one tenth part was taken of the sum, obtained by adding to twice the pressure of the square in question that of the eight surrounding squares.

A comparison with mean values for pressure of landstations as given by HANN, LOCKYER, Meteorologische Zeitschrift, Observations made at secondary stations and Het klimaat van Nederlandsch-Indië [1]) gave in some places a fair agreement, in other places a rather considerable difference.

This might be expected, pressure at coast-stations, especially at those situated near mountain ranges where on-shore winds are prevalent, must be higher than that in a square at sea lying in the neighbourhood of these coast-stations.

Another reason for difference between these mean values is to be found is the fact that at coast-stations the height of the cistern above sea-level was not always exactly known, and personal errors of observation may have influenced the results.

This is not the case, at least not in the same degree, with means of observations made on board, where the personal errors are likely to disappear in the mean, and the height of the cistern is never important and always allowed for.

The isobars (Fig. 2 and 3, p. 12.) have been drawn in accordance with the oceanic mean values.

The large deviation between pressure on land and at sea in July in the stormy region near South-Africa made a further inquiry necessary.

All trustworthy observations appearing in the meteorological logs have been entered in the registers. In this way the possibility arises that

---

[1]) Compare foot notes p. 9.

observations made on board of ships lying to for southwestern gales, accompanied by a low barometer, influenced too much the calculated mean value.

This supposition proved to be true, and for some squares a second set of mean values was calculated; for each passing vessel only one observation per day was taken into account. Both values have been inserted in the chart, the upper one was calculated in the way here indicated.

In other parts of the ocean the above mentioned circumstances of wind and weather do not exist.

In cases where two mean values are given for a coast-station, the upper one is from LOCKYER's work.

A discussion of the isobaric charts for January and July follows, and attention is drawn to the trough for low pressure extending over the whole ocean in January between 8° and 12° S.L.; in July to a small centre of depression to the west of Sumatra in 0°—4° S. and 90°—102° E.

Between mean pressure on one side, on the other side temperature of air and water a fair correlation exists as well in general as in detail. When we consider the seasonal variation in these elements over large continental areas, high and low temperature correspond with low and high pressure; over oceanic areas this correlation is not so evident, with exception of the equatorial belt of low pressure that travels with the equatorial belt of highest temperature.

2. *Yearly range of pressure.*

Deviations from mean pressure are given month for month for the belts 16°—19° N., 1° N.—1° S., 18°—21° S. and for 38°—41° S., and the coefficients of the cosine-formulae representing the yearly range have been calculated. (Tabel I, formulae p. 13 and 14.)

By way of comparison subsequently the same is given for Bombay and Calcutta—Singapore, Batavia and a combination of Padang, Pontianak and Menado, Mauritius, Capetown and the combinations Adelaïde with Sydney and Ponta Delgada with Lisboa.

Between the results for the belt 16°—19° N. and those for Bombay and Calcutta a fair agreement exists, the amplitude of the coast-stations being the larger of the two; a single-yearly period is predominant.

In the equatorial region the agreement is not so fair between land- and sea-stations; the phase of the twice-yearly period shows the best agreement.

The amplitudes of the single- and twice-yearly period do not show any pronounced predominance one above the other.

Between the results for Mauritius and those for 18°—21° S. we meet again with a fair agreement; while in higher latitudes the agreement is far from satisfactory.

In the equatorial belt the amplitude is small, nearly 1 mm; in the northern tropics it reaches a maximum and varies between 7 and 10 m.m., in the southern tropics between 5 and 7 mm; in higher latitudes the amplitude is 6 mm in Cape-town, only 2 mm in full ocean.

3. *Daily range of pressure.*

The daily range was calculated in full ocean for the areas 2°—5° N./86°—89° E. and 8°—11° N./60°—63° E. for the months January, April, July and October and for the whole year.

The results are compared with those for Batavia and those for Madras and the Nicobares.

The mutual agreement generally is fair.

For the region 10°—19° S./80°—89° E. the same was done for January and April, the months with cyclonic disturbances.

(Formulae p. 14 and 15.)

II. WIND.

1. General movement of the air.

An introduction resumes what was known about the wind in the days of Megasthenes and Plinius.

Windcharts (Fig. 4 and 5) with the general movement of the air have been drawn for January and July for two-degree squares, the mean value for January being calculated as (Dec. + Jan. + Feb.) : 3. The length of the arrow, its direction and the number of feathers give subsequently the stability, the direction and the mean force of the wind according to BEAUFORT's-scale.

In some areas, especially in the „Roaring Forties" we arrive at a representation differing by far from the usually strongly schematised big and long arrows of former windcharts, in which the rather small stability of the „Brave Westwinds" was not taken into account.

A discussion of the various windsystems relative to the pressure systems in both months follows, and much attention is paid to the stability and the mean force of the wind, as well as to the question: „What about the low pressure between 60° and 65° S., is it a belt or a quick succession of depression-centres as we find near Iceland"?

We feel more inclined to accept the idea of a region where one depression passes after the other; if mean pressure is calculated in such a region we arrive at a belt of low pressure, but low pressure with a stability far smaller than that of the equatorial belt.

As well as the so called „Permanent Iceland depression" this southerly low pressure belt is in our opinion an abstraction.

2. The character or distribution of the wind as regards direction and force.

By calculating the general movement of the air every special feature of the wind is smoothed out and disappears into the resultant force and direction. We may say: the general movement of the air gives us an abstraction; what we want on the practical side is something concrete, and for that purpose frequency-tables for direction and force show us in the simplest way the complete distribution of the wind.

Monthly tables are given for the directions N., NE., E. etc. and BEAUFORT-numbers 0, 1, 2, etc. and further combinations of Calm (0), light (1, 2), moderate (3, 4, 5), strong (6, 7) and stormy (8—12) winds; winds of hurricane force (11, 12) between parenthesis. (Tabel II—X.)

A discussion follows for the Monsoon, the Trades and the Westwinds.

3. *Daily and yearly range of windforce in full Ocean.*

The researches by BUCHAN, SPRUNG, SOBIECZKY and KÖPPEN are mentioned and attention is drawn to the large deviations between their conclusions. Daily and yearly range are investigated in the monsoon- as well as in the trades- and the westwind-regions.

a. Monsoon. (Tabel XI, first part.)

It is found that a marked difference exists between the results for the Southwest and the Northeastmonsoon in the Arabian Sea at a distance of more than 300 K.M. from the nearest land between 5°—14° N./50°—59° E.

During the Northeastmonsoon the windforce reaches its maximum at about 6 p. m., during the Southwestmonsoon at 10 a. m.

In our opinion this is caused by an increase in the general gradient during the afternoon, a decrease during the night in the Northeastmonsoon.

The increase and decrease of the gradient is considered as a result of the daily range of temperature on the African Continent.

During the Southwestmonsoon the general gradient increases during nighthours, decreases during daytime by the same cause; the result i. c. the strongest wind, in both monsoons, lagging three hours behind the force from which it originates.

In our opinion the single-daily period is a simple effect of temperature, the twice-daily period runs parallel to the twice-daily part of the daily range of airpressure, as is indicated by the formulae for the last mentioned phenomenon.

b. Southeast-Trades. (Tabel XI, second part.)

From month to month we meet with large differences in phase in the single-daily period of the windforce; a better result is obtained with combinations of months during which the Trades are at their minimum and maximum strength, hence February—March and July—October.

Here we meet with a phase-difference of 180° in the single-daily period and a fair agreement between the phases of the twice-daily period, corresponding to the phase of the twice-daily period of airpressure.

We looked without success for a satisfactory explanation of the above mentioned divergency in the phase of the single-daily period; among other meteorological elements the number of squalls in both

seasons was taken into account, but it was not possible to come to an explanation.

The possibility exists that in the upper layers of the atmosphere, the big Australian continent has some influence.

The amplitude of the single-daily period is by far the largest and from May to October the strength of the Trades reaches a maximum during night-hours. Sailors of a passed generation used to say that by night the speed of their ships was better than by day.

c. Westwinds. (Tabel XI, third part.)

In this region with everlasting boisterous weather the phenomenon is only to be seen with some certainty from a combination of months, with the result that at 4 a. m. the windforce reaches its maximum.

On Kerguelen-island just the opposite was found by members of DRYGALSKI's expedition, who stayed there from January 1902—February 1903; the formulae for the Kerguelen and the Bermuda's are in fair agreement. The amplitude for the Kerguelen is given in m p. s..

On these rather small islands the maximum wind force is observed during the afternoon.

Conclusions.

Generally spoken the wind in full ocean reaches its maximum force some hours after midnight; in the Arabian Sea we meet with another system which suggests the influence of the heating and cooling of great continents at a distance of more than 300 K.M. from the land.

Even small isles show their own non-oceanic character.

The amplitudes proved to be very small.

4. *Yearly range of direction and force of the wind.*

This range is very clearly shown by the formulae, it results from them that the transition of the monsoon from southwest to northeast falls about mid-October; the transition to southwest falls about the 22nd of April as is proved by the mean value of air movement

N. 129° E. 0.3 BEAUFORT, stability 12 %.

The stability of the monsoon and the trades reaches the same maximum, about 90 %, and leaves far behind that of the Westwinds where only 58 % is attained. (Tabel XI.)

III. CURRENT.

An account is given of the general circulation of the surface-water in January and July, the same months for which the air-circulation has been investigated, and in many instances the intimate relation between the two phenomena could be demonstrated. (Fig. 6 and 7.)

The yearly range of the general watercirculation has been considered in three regions, those of the monsoon 5°—15° N./50°—60° E., of the trade 10°—20° S./80°—90° E. and of the Westwinds 35°—45° S./70°—80° E., and the relation between windforce and speed of the current as well as between the direction of both is given month for month (p. 42, 43 and 45).

The deviation between the directions of current and wind has further been calculated for vast areas, 50°—100° E. in the monsoon-region, 40°—100° E. in the trades and 10°—100° in the Westwinds.

The results are in fair agreement with EKMAN's law (p. 46 and 47).

TABELLEN.

TABLES.

TABEL I.

Jaarlijksche gang van de Luchtdrukking in afwijkingen van het jaargemiddelde.

Br:	16°—19° N.				Bombay en Calcutta.	1° N—1° Z.				Singapore.	Batavia.	Padang, Pontianak, en Menado.	18°—21° Z.						Mauritius.	Z. 38°/41°	Kaapstad.	Adelaïde en Sydney.	Ponta Delgada en Lissabon.	Z. 38°/41°
O.L.	38°/41°	64°/67°	88°/91°	Gordel.		58°/61°	78°/81°	96°/99°	Gordel.				38°/41°	58°/61°	78°/81°	98°/101°	108°/111°	Gordel.		10°/79°				10°/139°
				1.	2.				3.	4.	5.	6.						7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Januari .	3.2	3.5	4.8	3.8	4.6	—0.4	0.1	0.1	—0.1	0.6	—0.1	0.1	—3.3	—2.1	—1.4	—2.0	—3.7	—2.5	—3.3	—0.3	—2.8	—2.9	0.1	0.0
Februari	2.5	3.3	3.7	3.2	3.6	—0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.2	—4.2	—3.1	—2.2	—2.6	—3.0	—3.0	—3.8	0.4	—2.7	—1.8	—1.1	0.4
Maart . .	1.1	1.9	2.0	1.7	1.7	—0.2	0.0	0.0	—0.1	0.2	—0.1	0.1	—4.1	—2.3	—1.3	—1.3	—2.5	—2.3	—3.0	0.9	—1.9	0.4	—0.9	1.2
April . .	—0.1	—0.3	0.2	—0.1	—0.4	—0.6	—0.7	—0.3	—0.5	—0.5	—0.5	—0.1	—0.2	—1.8	—1.1	—0.3	—0.3	—0.7	—1.7	0.9	—0.5	2.0	—0.2	1.2
Mei . . .	—0.9	—1.6	—1.4	—1.3	—2.3	—0.8	—0.6	—0.4	—0.6	—0.6	—0.4	—0.2	1.6	—0.1	—1.1	0.1	1.6	0.4	0.2	—0.5	0.6	2.1	0.2	0.4
Juni . . .	—3.4	—2.7	—4.7	—3.6	—5.3	0.0	—0.5	—0.4	—0.3	—0.5	—0.1	—0.1	3.3	2.2	0.5	1.5	2.4	2.0	2.2	—1.1	2.4	1.5	1.5	0.1
Juli . . .	—3.8	—4.3	—4.3	—4.1	—5.7	0.1	—0.1	—0.3	—0.1	—0.3	0.2	0.0	4.9	2.5	1.7	0.9	1.6	2.3	3.2	—0.1	3.9	2.3	1.8	0.8
Augustus	—3.5	—4.2	—4.0	—3.9	—4.1	0.0	0.3	0.0	0.1	—0.1	0.3	—0.1	2.7	2.8	2.1	1.7	2.2	2.3	3.3	1.1	2.4	1.7	1.2	0.2
Sept. . .	—1.8	—0.7	—2.8	—1.8	—1.9	0.8	0.4	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2	2.2	2.2	2.2	1.8	2.4	2.0	3.0	0.7	1.6	0.2	0.3	—0.9
October .	0.9	0.0	0.3	0.4	1.5	0.7	0.4	0.5	0.5	0.1	0.2	0.0	0.6	1.5	1.3	0.8	1.6	1.3	1.5	—0.1	0.2	—1.0	—1.7	—1.0
Nov.. . .	2.3	1.9	2.8	2.3	3.5	0.8	0.4	0.3	0.5	0.0	—0.2	—0.2	—1.3	0.2	0.1	0.7	0.1	—0.1	—0.1	—0.8	—1.1	—1.5	—1.0	—1.1
Dec.. . .	3.2	2.9	3.9	3.3	4.8	—0.5	0.3	0.0	—0.1	0.3	—0.2	—0.1	—2.3	—2.0	—0.8	—0.7	—2.4	—1.6	—1.7	—0.9	—2.1	—2.9	0.2	—1.1
Jaargemiddelde	756.7	757.9	756.1	756.9	756.7	758.1	757.7	757.5	757.8	757.0	757.5	757.4	761.2	762.3	761.5	761.2	759.9	761.2	762.3	761.1	762.7	762.7	764.3	760.7

TABEL II. □ 67 Z. en 31 N. *Frequentie van den wind naar richting en kracht.*

Januari.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 317
N	61	100	137	74	41	21	2	—	—	—	436
NE	168	573	1634	1673	1092	382	98	22	2	—	5644
E	225	683	1094	800	388	121	14	—	—	—	3325
SE	29	55	45	31	24	2	—	—	—	—	186
S	10	4	5	6	—	2	—	—	—	—	27
SW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0*
W	10	10	—	2	—	—	—	—	—	—	22
NW	17	18	4	4	—	—	—	—	—	—	43
Totaal	520	1443	2919	2590	1545	528	114	22	2	—	10000

Februari.

											C = 345
N	32	110	95	33	39	17	4	—	—	—	330
NE	201	768	1398	1189	727	240	35	—	—	—	4558
E	440	999	1370	673	315	76	9	—	—	—	3882
SE	91	250	231	73	33	9	2	—	—	—	689
S	15	39	43	24	13	6	—	—	—	—	140
SW	7	9	4	2	2	—	—	—	—	—	24
W	4	9	—	—	—	—	—	—	—	—	13*
NW	11	6	2	—	—	—	—	—	—	—	19
Totaal	801	2190	3148	1994	1129	348	50	—	—	—	10000

Maart.

											C = 825
N	105	135	92	43	6	—	—	—	—	—	381
NE	262	748	903	547	186	35	11	—	—	—	2692
E	551	1390	1399	667	294	55	11	—	—	—	4867
SE	172	503	347	149	55	13	2	—	—	—	1241
S	55	68	88	64	18	6	—	—	—	—	299
SW	29	29	21	5	2	1	—	—	—	—	87
W	35	16	3	2	2	—	—	—	—	—	58
NW	26	21	2	1	—	—	—	—	—	—	50*
Totaal	1235	2910	2855	1478	563	110	24	—	—	—	10000

TABEL II. *Vervolg.*

April.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 1859
N	198	154	72	19	12	—	—	—	—	—	455
NE	310	462	350	118	29	3	—	—	—	—	1272
E	593	941	709	202	62	5	3	—	—	—	2515
SE	308	540	364	171	39	9	—	—	—	—	1431
S	229	405	301	146	48	12	—	—	—	—	1141
SW	147	236	154	43	7	5	5	2	—	—	599
W	183	144	92	27	7	2	7	1	—	—	463
NW	120	99	41	3	2	—	—	—	—	—	265*
Totaal	2088	2981	2083	729	206	36	15	3	—	—	10000

Mei.

											C = 1254
N	121	94	49	10	2	—	—	—	—	—	276
NE	102	139	89	6	5	—	2	—	—	—	343
E	182	229	140	48	10	3	—	—	—	—	612
SE	175	301	218	121	35	5	2	2	—	—	859
S	245	427	470	316	195	70	19	—	—	—	1742
SW	231	560	729	687	524	414	188	49	3	—	3385
W	188	233	290	238	177	96	30	6	—	—	1258
NW	78	103	49	21	8	10	—	—	—	2	271*
Totaal	1322	2086	2034	1447	956	598	241	57	3	2	10000

Juni.

											C = 289
N	14	11	7	2	—	—	—	—	—	(4) 4	38*
NE	18	37	11	7	—	—	—	—	—	—	73
E	34	64	32	7	—	—	—	—	—	—	137
SE	34	82	82	73	36	11	2	5	—	—	325
S	39	96	130	225	286	264	171	86	9	2	1308
SW	34	96	207	528	1105	1926	1622	864	273	(27) 81	6736
W	34	48	77	111	230	273	127	66	32	5	1003
NW	20	25	30	7	5	2	—	—	—	(2) 2	91
Totaal	227	459	576	960	1662	2476	1922	1021	314	(33) 94	10000

TABEL II. *Vervolg.*

Juli.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 240
N	15	11	7	6	—	—	—	—	—	—	39
NE	15	6	11	—	—	—	—	—	—	—	32*
E	24	26	13	9	2	—	2	—	—	—	76
SE	24	54	35	41	13	11	11	—	—	—	189
S	28	91	102	195	273	351	253	147	43	(2) 4	1487
SW	22	80	145	396	1080	2029	1985	1026	303	(11) 98	7164
W	15	46	69	136	165	201	67	17	7	2	725
NW	11	17	11	4	3	—	2	—	—	—	48
Totaal	154	331	393	787	1536	2592	2320	1190	353	(13) 104	10000

Augustus.

											C = 265
N	7	15	5	3	—	2	—	—	—	—	32*
NE	10	17	12	—	3	5	—	—	—	—	47
E	34	35	22	7	3	2	—	—	—	—	103
SE	32	88	59	69	34	22	7	3	—	—	314
S	32	61	118	167	312	386	277	118	34	3	1508
SW	32	59	199	840	1368	2124	1524	572	159	(7) 44	6921
W	17	52	81	130	209	140	86	17	7	—	739
NW	15	25	24	5	2	—	—	—	—	—	71
Totaal	179	352	520	1221	1931	2681	1894	710	200	(7) 47	10000

September.

											C = 407
N	45	60	25	11	—	—	—	—	—	—	141
NE	49	64	45	6	3	2	—	—	—	—	169
E	97	78	59	9	5	2	—	—	—	—	250
SE	78	105	133	99	41	20	2	—	—	—	478
S	72	174	283	430	438	324	146	27	3	—	1897
SW	78	230	694	1274	1542	1249	559	144	31	3	5804
W	56	106	152	207	144	61	20	5	—	—	751
NW	36	26	36	5	—	—	—	—	—	—	103*
Totaal	511	843	1427	2041	2173	1658	727	176	34	3	10000

TABEL II. *Vervolg.*

October.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 1708
N	307	293	197	80	34	3	—	—	—	—	914
NE	308	570	483	228	50	3	4	2	—	—	1648
E	378	545	369	139	43	8	—	—	—	2	1484
SE	183	215	156	79	22	—	3	2	—	(3) 2	662*
S	169	257	194	125	63	9	3	5	—	(3) 2	827
SW	161	304	333	237	107	26	12	6	—	—	1186
W	187	282	206	96	50	11	3	—	—	—	835
NW	222	266	156	67	19	3	3	—	—	—	736
Totaal	1915	2732	2094	1051	388	63	28	15	—	(4) 6	10000

November.

											C = 565
N	171	259	324	124	57	21	2	4	11	—	973
NE	303	984	1772	1414	668	133	24	8	—	—	5306
E	282	688	857	516	156	32	6	2	1	—	2540
SE	47	83	49	17	2	1	3	—	—	—	202
S	26	29	9	6	8	3	1	—	—	—	82
SW	17	15	17	15	5	3	6	—	—	—	78*
W	24	18	14	11	8	9	—	—	—	—	84
NW	57	37	38	26	9	2	1	—	—	—	170
Totaal	927	2113	3080	2129	913	204	43	14	12	—	10000

December.

											C = 141
N	53	95	128	103	77	32	9	—	—	—	497
NE	208	684	1781	2288	1381	456	89	4	—	—	6841
E	160	449	807	613	253	92	18	4	—	—	2396
SE	11	27	20	21	7	—	—	—	—	—	86
S	5	2	2	—	—	—	—	—	—	—	9
SW	5	—	2	—	—	—	—	—	—	—	7*
W	5	3	2	2	—	—	—	—	—	—	12
NW	2	4	3	2	—	—	—	—	—	—	11
Totaal	449	1264	2745	2979	1718	580	116	8	—	—	10000

Jaar.

											C = 685
N	94	112	95	42	22	8	1	1	1	—	376
NE	163	421	707	619	345	105	22	3	—	—	2385
E	250	510	573	308	127	33	5	1	—	—	1807
SE	99	192	145	78	28	9	3	1	—	—	555
S	77	138	145	142	138	119	73	32	7	1	872
SW	63	135	209	336	478	648	492	222	64	(4) 19	2666
W	63	81	82	80	83	66	28	9	4	1	497
NW	51	54	33	12	4	2	1	—	—	—	157*
Totaal	860	1643	1989	1617	1225	990	625	269	76	(4) 21	10000

TABEL III. ☐ 363. *Frequentie van den wind naar richting en kracht*

Januari.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 114
N	38	19	19	25	—	13	—	—	—	—	114
NE	51	133	173	89	76	32	—	—	—	—	554
E	95	216	362	451	923	311	121	38	38	13	2568
SE	95	222	572	1431	2036	807	362	25	13	13	5576
S	44	70	102	209	242	229	32	—	—	—	928
SW	13	6	7	6	—	—	—	—	—	—	32*
W	19	13	6	—	—	—	—	—	—	—	38
NW	—	25	7	6	25	7	6	—	—	—	76
Totaal	355	704	1248	2217	3302	1399	521	63	51	26	10000

Februari.

											C = 116
N	—	54	107	18	45	18	—	—	—	—	242
NE	45	36	161	188	99	18	—	—	—	—	547
E	108	233	395	718	806	179	45	18	—	—	2502
SE	152	206	709	1193	2108	1005	99	18	—	—	5490
S	18	90	54	152	224	99	9	—	—	—	646
SW	27	36	36	18	18	9	—	—	—	—	144*
W	35	36	18	27	36	—	—	—	—	—	152
NW	18	62	54	9	18	—	—	—	—	—	161
Totaal	403	753	1534	2323	3354	1328	153	36	—	—	10000

Maart.

											C = 231
N	12	51	27	67	121	98	47	4	4	—	431
NE	47	109	82	94	63	20	12	4	4	8	443
E	63	172	407	619	596	121	16	—	—	—	1994
SE	74	165	619	1159	1535	784	212	23	—	—	4571
S	51	204	254	266	321	235	78	28	—	—	1437
SW	55	105	63	12	31	12	4	—	—	—	282
W	55	55	31	19	20	8	4	4	—	—	196*
NW	105	71	43	47	28	31	63	27	—	—	415
Totaal	462	932	1526	2283	2715	1309	436	90	8	8	10000

TABEL III. *Vervolg.*

April.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 59
N	13	28	28	6	6	10	9	—	—	3	103
NE	16	81	113	131	60	31	6	—	6	—	444
E	16	169	465	712	744	309	91	22	22	—	2550
SE	44	162	459	1281	2125	1088	328	53	13	([19]) 41	5594
S	35	85	103	228	306	253	56	13	—	—	1079
SW	3	12	16	3	—	—	—	—	—	—	34*
W	16	16	12	19	—	3	6	6	3	—	81
NW	6	12	16	13	6	—	—	3	—	—	56
Totaal	149	565	1212	2393	3247	1694	496	97	44	([19]) 44	10000

Mei.

											C = 50
N	17	34	33	10	—	17	—	—	—	—	111
NE	17	40	24	20	34	4	4	3	3	—	149
E	44	155	329	380	437	165	24	3	3	—	1540
SE	34	171	514	1425	1953	914	282	124	27	—	5444
S	17	101	235	562	811	581	151	3	—	—	2461
SW	17	40	40	10	24	10	—	—	—	—	141
W	7	10	14	3	10	—	—	—	—	—	44*
NW	3	7	24	3	23	—	—	—	—	—	60
Totaal	156	558	1213	2413	3292	1691	461	133	33	—	10000

Juni.

											C = 60
N	14	28	46	79	5	—	—	—	—	—	172
NE	23	56	69	38	51	9	—	—	—	—	246
E	79	99	209	334	158	83	37	5	5	—	1009
SE	56	107	302	813	1803	1418	399	93	—	—	4991
S	61	141	237	441	1144	664	316	69	37	—	3110
SW	42	42	42	46	41	—	—	—	—	—	213
W	23	28	23	14	5	—	—	—	—	—	93*
NW	28	23	28	27	—	—	—	—	—	—	106
Totaal	326	524	956	1792	3207	2174	752	167	42	—	10000

TABEL III. *Vervolg.*

Juli.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 15
N	5	15	15	—	—	16	—	—	—	—	51
NE	—	10	82	5	10	—	—	—	—	—	107
E	10	56	157	172	183	81	76	10	—	—	745
SE	—	66	223	765	2028	1875	1150	360	41	5	6513
S	—	41	122	269	624	875	411	81	5	—	2428
SW	—	5	10	5	10	5	—	—	—	—	35*
W	—	20	—	5	5	5	—	—	—	—	35*
NW	5	5	36	20	—	5	—	—	—	—	71
Totaal	20	218	645	1241	2860	2862	1637	451	46	5	10000

Augustus.

											C = 17
N	13	—	8	—	—	—	—	—	—	—	21
NE	17	42	64	13	4	—	—	—	—	—	140
E	8	119	216	263	438	89	21	4	—	—	1158
SE	30	8	229	573	1327	1637	1022	242	4	17	5089
S	8	34	144	365	1077	1205	496	140	17	—	3486
SW	13	17	8	13	13	17	—	—	—	—	81
W	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	4*
NW	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4*
Totaal	89	224	673	1227	2859	2948	1539	386	21	17	10000

September.

											C = 37
N	4	4	—	8	4	—	—	—	—	—	20
NE	12	8	37	33	21	16	4	—	8	4	143
E	12	21	184	188	302	123	57	25	28	4	944
SE	8	45	131	670	2026	2190	817	159	21	—	6067
S	12	24	102	335	801	1017	331	70	8	—	2700
SW	4	—	12	25	—	8	4	—	—	—	53
W	4	—	—	4	8	—	—	—	—	—	16*
NW	4	4	8	4	—	—	—	—	—	—	20
Totaal	60	106	474	1267	3162	3354	1213	254	65	8	10000

TABEL III. *Vervolg.*

October.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 40
N	2	8	3	—	—	—	—	—	—	—	13*
NE	3	5	24	27	13	—	—	—	—	—	72
E	8	66	93	239	382	117	43	27	—	—	975
SE	13	43	212	1073	2757	1955	571	130	19	—	6773
S	8	24	101	300	725	574	239	82	—	—	2053
SW	5	11	13	5	5	3	—	—	—	—	42
W	5	5	3	3	—	—	—	—	—	—	16
NW	3	5	8	—	—	—	—	—	—	—	16
Totaal	47	167	457	1647	3882	2649	853	239	19	—	10000

November.

											C = 84
N	3	12	—	3	3	—	—	—	3	—	24
NE	12	33	43	40	18	18	—	3	6	—	173
E	27	99	196	398	474	193	33	3	12	(12) 15	1450
SE	—	69	341	1353	2688	1546	368	54	21	—	6440
S	9	30	87	238	756	505	117	6	—	—	1748
SW	6	15	6	9	6	9	—	9	—	—	60
W	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6*
NW	9	6	—	—	—	—	—	—	—	—	15
Totaal	69	264	673	2041	3945	2271	518	75	42	(12) 18	10000

December.

											C = 51
N	—	5	5	5	6	5	—	—	—	—	26
NE	41	26	25	20	31	5	—	—	—	—	148
E	31	112	194	414	526	138	61	—	—	—	1476
SE	61	148	470	1491	3233	1170	214	—	—	—	6787
S	31	82	169	352	526	204	56	—	—	—	1420
SW	10	—	5	10	16	5	—	—	—	—	46
W	—	—	—	11	10	5	—	—	—	—	26
NW	—	10	5	—	—	—	5	—	—	—	20*
Totaal	174	383	873	2303	4348	1532	336	—	—	—	10000

Jaar.

											C = 73
N	10	22	24	18	16	15	5	—	1	—	111
NE	24	48	75	58	40	13	2	1	2	1	264
E	42	126	267	408	498	159	52	13	9	(1) 2	1576
SE	47	118	398	1102	2134	1366	485	107	13	(2) 7	5777
S	25	77	143	310	629	536	191	41	6	—	1958
SW	16	23	21	14	14	7	1	1	—	—	97
W	14	15	9	9	8	2	1	1	—	—	59*
NW	15	19	19	11	8	4	6	3	—	—	85
Totaal	193	448	956	1930	3347	2102	743	167	31	(3) 10	10000

TABEL IV. □ 436 Z. en 472 N. *Frequentie van den wind naar richting en kracht.*

Januari.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 144
N	59	122	275	519	858	474	221	68	9	14	2619
NE	68	140	253	316	230	140	59	27	5	(1) 4	1242
E	68	86	95	95	108	59	22	9	18	—	560*
SE	77	54	77	95	126	72	41	45	5	18	610
S	72	77	95	99	153	113	54	23	9	(9) 18	713
SW	49	86	253	275	262	158	59	41	13	—	1196
W	72	185	230	230	280	163	72	27	5	—	1264
NW	45	140	253	330	465	266	108	45	—	—	1652
Totaal	510	890	1531	1959	2482	1445	636	285	64	(13) 54	10 000

Februari.

											C = 228
N	128	128	236	441	669	555	178	93	71	(14) 28	2527
NE	43	121	156	121	78	93	14	36	7	—	669
E	78	150	121	71	78	29	7	14	—	—	548*
SE	43	85	93	135	221	92	43	14	—	—	726
S	71	85	164	150	221	299	78	28	21	7	1124
SW	64	71	285	257	221	199	121	28	7	(21) 21	1274
W	64	78	228	199	321	199	93	14	—	7	1203
NW	28	135	142	285	470	242	178	150	57	14	1701
Totaal	519	853	1425	1659	2279	1708	712	377	163	(35) 77	10 000

Maart.

											C = 189
N	43	58	160	362	580	515	254	87	29	—	2088
NE	44	80	94	87	167	261	94	29	7	7	870
E	87	65	44	51	36	22	7	7	—	—	319*
SE	29	36	94	174	152	73	65	15	7	(29) 51	696
S	36	44	58	130	290	123	80	44	15	94	914
SW	51	101	109	254	442	218	239	123	80	22	1639
W	—	80	145	319	406	312	167	65	94	15	1603
NW	43	44	123	471	515	218	131	65	36	36	1682
Totaal	333	508	827	1848	2588	1742	1037	435	268	(29) 225	10 000

TABEL IV. *Vervolg.*

April.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 155
N	58	48	271	329	551	358	281	126	77	58	2157
NE	58	116	155	213	271	97	58	10	—	(9) 18	996
E	87	107	77	145	58	48	—	10	19	10	561
SE	19	116	164	29	39	39	—	19	—	—	425*
S	19	106	68	174	97	107	116	10	—	19	716
SW	48	97	77	165	194	309	203	126	135	(19) 87	1441
W	68	106	164	329	348	203	155	184	48	29	1634
NW	39	97	261	358	445	290	193	145	58	29	1915
Totaal	396	793	1237	1742	2003	1451	1006	630	337	(28) 250	10 000

Mei.

											C = 103
N	48	103	90	282	448	337	158	165	42	(21) 49	1722
NE	—	28	96	117	96	124	28	—	—	—	489
E	7	14	48	7	62	21	14	7	—	6	186*
SE	7	14	14	41	55	62	55	27	7	—	282
S	21	48	41	138	131	213	117	62	21	—	792
SW	—	34	152	165	255	310	214	145	96	(14) 69	1440
W	55	83	275	447	558	620	317	207	193	(76) 179	2934
NW	21	48	144	165	482	455	248	248	89	(14) 152	2052
Totaal	159	372	860	1362	2087	2142	1151	861	448	(125) 455	10 000.

Juni.

											C = 62
N	11	37	104	62	452	270	245	172	114	(10) 67	1534
NE	10	42	47	109	88	135	68	47	11	(5) 31	588
E	10	5	52	31	26	37	5	—	11	—	177*
SE	21	26	47	31	95	109	57	31	10	(31) 31	458
S	21	42	52	73	187	172	57	36	15	52	707
SW	16	42	120	192	307	359	333	244	151	(36) 124	1888
W	36	52	172	270	525	442	406	369	260	(57) 229	2761
NW	26	26	78	203	374	322	291	208	182	(42) 115	1825
Totaal	151	272	672	971	2054	1846	1462	1107	754	(181) 649	10 000

TABEL IV. *Vervolg.*

Juli.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 95
N	16	44	35	190	317	269	304	229	222	(12) 99	1725
NE	—	—	8	20	55	59	16	12	8	(28) 52	230
E	—	28	20	8	12	8	12	4	11	—	103*
SE	24	35	51	4	83	40	44	12	16	(16) 67	376
S	12	28	67	119	178	138	139	59	28	12	780
SW	20	20	87	142	190	230	249	146	87	(40) 111	1282
W	8	32	158	309	447	621	522	376	352	(79) 317	3142
NW	12	32	87	146	340	542	447	313	194	(24) 154	2267
Totaal	92	219	513	938	1622	1907	1733	1151	918	(192) 812	10 000

Augustus.

											C = 117
N	—	49	72	99	155	424	273	167	98	(4) 46	1383
NE	4	27	30	15	23	68	30	4	—	—	201
E	11	7	23	23	30	4	—	—	—	—	98*
SE	23	11	38	57	68	45	42	4	4	(34) 34	326
S	—	49	95	106	178	182	72	27	19	15	743
SW	15	64	133	174	349	277	178	159	102	(11) 98	1549
W	38	136	201	439	663	606	481	295	189	(27) 122	3170
NW	11	53	144	171	455	598	341	284	205	(30) 151	2413
Totaal	102	396	736	1084	1921	2204	1417	940	617	(102) 466	10 000

September.

											C = 113
N	4	44	93	129	295	331	242	149	129	(12) 109	1525
NE	24	40	20	53	41	36	57	20	12	—	303
E	8	24	20	4	12	8	25	—	—	(4) 20	121*
SE	12	32	49	53	61	28	44	16	12	(8) 8	315
S	16	24	69	76	89	121	109	69	61	(8) 12	646
SW	16	32	89	93	234	202	214	145	133	(44) 137	1295
W	40	73	133	323	504	730	513	448	214	(20) 141	3119
NW	8	65	157	194	416	480	492	428	185	(69) 138	2563
Totaal	128	334	630	925	1652	1936	1696	1275	746	(165) 565	10 000

TABEL IV. *Vervolg.*

October.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
											C = 57
N	10	85	109	194	317	355	261	104	66	(19) 76	1577
NE	14	28	33	43	95	123	38	19	5	(4) 9	407
E	9	9	38	14	24	24	5	—	5	—	128*
SE	5	24	66	99	38	66	24	5	—	—	327
S	28	52	43	104	156	133	71	19	14	(6) 5	625
SW	19	62	66	142	275	256	237	199	85	(6) 38	1379
W	33	76	237	445	531	531	445	303	95	(53) 189	2885
NW	5	47	166	223	568	568	531	275	175	(24) 57	2615
Totaal	123	383	758	1264	2004	2056	1612	924	445	(110) 374	10 000

November.

											C = 127
N	27	95	145	240	408	336	395	159	91	(5) 59	1955
NE	9	68	64	91	109	73	59	9	18	4	504
E	18	41	54	41	27	9	18	—	5	5	218*
SE	9	68	50	50	27	45	18	14	23	(5) 14	318
S	13	91	41	72	123	109	77	14	4	5	549
SW	32	59	123	245	322	154	180	50	23	14	1202
W	32	109	249	517	617	454	372	172	100	(32) 91	2713
NW	27	100	250	318	540	449	358	240	59	(22) 73	2414
Totaal	167	631	976	1574	2173	1629	1477	658	323	(65) 265	10 000

December.

											C = 84
N	40	75	164	440	800	556	236	111	27	(18) 58	2507
NE	18	9	62	71	125	147	71	13	22	4	542
E	18	18	84	62	36	18	4	—	—	—	240*
SE	22	45	71	67	44	18	4	—	—	—	271
S	27	40	129	152	133	67	53	31	4	—	636
SW	49	84	111	258	298	151	138	18	18	(9) 22	1147
W	62	111	249	431	702	431	169	147	35	27	2364
NW	13	120	213	347	560	467	236	156	53	44	2209
Totaal	249	502	1083	1828	2698	1855	911	476	159	(27) 155	10 000

Jaar.

											C = 123
N	37	74	146	274	488	398	254	136	81	(9) 55	1943
NE	24	58	85	105	115	113	49	19	8	(5) 11	587
E	33	46	56	46	43	24	10	4	6	(1) 4	272*
SE	24	46	68	70	84	57	37	17	7	(10) 18	428
S	28	57	77	116	161	148	85	35	18	(2) 20	745
SW	31	63	134	197	279	235	197	119	77	(17) 62	1394
W	42	94	203	355	492	443	309	217	132	(28) 112	2399
NW	23	76	168	268	469	408	296	213	108	(19) 80	2109
Totaal	242	514	937	1431	2131	1826	1237	760	437	(91) 362	10 000

TABEL V. □ 67 Z en 31 N. *Frequentie van zwakke, matige, krachtige en stormachtige winden met de daarbij waargenomen richtingen.*

	Januari (C = 317)				Februari (C = 345)				Maart (C = 825)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	161	252	23	—	142	167	21	—	240	141	—	—
NE	741	4399	480	24	969	3314	275	—	1010	1636	46	—
E	908	2282	135	—	1439	2358	85	—	1941	2360	66	—
SE	84	100	2	—	341	337	11	—	675	551	15	—
S	14	11	2	—	54	80	6	—	123	170	6	—
SW	—	—	—	—	16	8	—	—	58	28	1	—
W	20	2	—	—	13	—	—	—	51	7	—	—
NW	39	4	—	—	17	2	—	—	47	3	—	—
Totaal	1967	7050	642	24	2991	6266	398	—	4145	4896	134	—

	April (C = 1859)				Mei (C = 1254)				Juni (C = 289)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	352	103	—	—	215	61	—	—	25	9	—	(1) 4
NE	772	497	3	—	241	100	2	—	55	18	—	—
E	1584	973	8	—	411	198	3	—	98	39	—	—
SE	848	574	9	—	476	374	7	2	116	191	13	5
S	634	495	12	—	672	981	89	—	135	641	435	97
SW	383	204	10	2	791	1940	602	52	130	1840	3548	(7) 1218
W	327	126	9	1	421	705	126	6	82	418	400	103
NW	219	46	—	—	181	78	10	2	45	42	2	(1) 2
Totaal	5069	3018	51	3	3408	4437	839	62	686	3198	4398	(23) 1429

TABEL V. *Vervolg.*

	Juli (C = 240)				Augustus (C = 265)				September (C = 407)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	26	13	—	—	22	8	2	—	105	36	—	—
NE	21	11	—	—	27	15	5	—	113	54	2	—
E	50	24	2	—	69	32	2	—	175	73	2	—
SE	78	89	22	—	120	162	29	3	183	273	22	—
S	119	570	604	(2) 194	93	597	663	155	246	1151	470	30
SW	102	1621	4014	(11) 1427	91	2407	3648	(7) 775	308	3510	1808	178
W	61	370	268	26	69	420	226	24	162	503	81	5
NW	28	18	2	—	40	31	—	—	62	41	—	—
Totaal	485	2716	4912	(13) 1647	531	3672	4575	(7) 957	1354	5641	2385	213

	October (C = 1708)				November (C = 565)				December (C = 141)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	600	311	3	—	430	505	23	15	148	308	41	—
NE	878	761	7	2	1287	3854	157	8	892	5400	545	4
E	928	551	8	2	970	1529	38	3	609	1673	110	4
SE	398	257	3	(2) 4	130	68	4	—	38	48	—	—
S	426	382	12	(2) 7	55	23	4	—	7	2	—	—
SW	465	677	38	6	32	37	9	—	5	2	—	—
W	469	352	14	—	42	33	9	—	8	4	—	—
NW	488	242	6	—	94	73	3	—	6	5	—	—
Totaal	4647	3533	91	(1) 21	3040	6122	247	26	1713	7442	696	8

TABEL VI. □ 363. *Frequentie van zwakke, matige, krachtige en stormachtige winden met de daarbij waargenomen richtingen.*

	Januari (C = 114)				Februari (C = 116)				Maart (C = 231)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	57	44	13	—	54	170	18	—	63	215	145	8
NE	184	338	32	—	81	448	18	—	156	239	32	16
E	311	1736	432	89	341	1919	224	18	235	1622	137	—
SE	317	4039	1169	51	358	4010	1104	18	239	3313	996	23
S	114	553	261	—	108	430	108	—	255	841	313	28
SW	19	13	—	—	63	72	9	—	160	106	16	—
W	32	6	—	—	71	81	—	—	110	70	12	4
NW	25	38	13	—	80	81	—	—	176	118	94	27
Totaal	1059	6767	1920	140	1156	7211	1481	36	1394	6524	1745	106

	April (C = 59)				Mei (C = 50)				Juni (C = 60)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	41	40	19	3	51	43	17	—	42	130	—	—
NE	97	304	37	6	57	78	8	6	79	158	9	—
E	185	1921	400	44	199	1146	189	6	178	701	120	10
SE	206	3865	1416	(19) 107	205	3892	1196	151	163	2918	1817	93
S	120	637	309	13	118	1608	732	3	202	1822	980	106
SW	15	19	—	—	57	74	10	—	84	129	—	—
W	32	31	9	9	17	27	—	—	51	42	—	—
NW	18	35	—	3	10	50	—	—	51	55	—	—
Totaal	714	6852	2190	(19) 185	714	6918	2152	166	850	5955	2926	209

TABEL VI. *Vervolg.*

	Juli (C = 15)				Augustus (C = 17)				September (C = 37)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	20	15	16	—	13	8	—	—	8	12	—	—
NE	10	97	—	—	59	81	—	—	20	91	20	12
E	66	512	157	10	127	917	110	4	33	674	180	57
SE	66	3016	3025	406	38	2129	2659	263	53	2827	3007	180
S	41	1015	1286	86	42	1586	1701	157	36	1238	1348	78
SW	5	25	5	—	30	34	17	—	4	37	12	—
W	20	10	5	—	—	4	—	—	4	12	—	—
NW	10	56	5	—	4	—	—	—	8	12	—	—
Totaal	238	4746	4499	502	313	4759	4487	424	166	4903	4567	327

	October (C = 40)				November (C = 84)				December (C = 51)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	10	3	—	—	15	6	—	3	5	16	5	—
NE	8	64	—	—	45	101	18	9	67	76	5	—
E	74	714	160	27	126	1068	226	(12) 30	143	1134	199	—
SE	56	4042	2526	149	69	4882	1914	75	209	5194	1384	—
S	32	1126	813	82	39	1081	622	6	113	1047	260	—
SW	16	23	3	—	21	21	9	9	10	31	5	—
W	10	6	—	—	3	—	—	3	—	21	5	—
NW	8	8	—	—	15	—	—	—	10	5	5	—
Totaal	214	5986	3502	258	333	6659	2789	(12) 135	557	7524	1868	—

TABEL VII. □ 436 Z en 472 N. *Frequentie van zwakke, matige, krachtige en stormachtige winden met de daarbij waargenomen richtingen.*

	Januari (C = 144)				Februari (C = 228)				Maart (C = 189)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	181	1652	695	91	256	1346	733	(14) 192	101	1102	769	116
NE	208	799	199	(4) 36	164	355	107	43	124	348	355	43
E	154	298	81	27	228	270	36	14	152	131	29	7
SE	131	298	113	68	128	449	135	14	65	420	138	(29) 73
S	149	347	167	(8) 50	156	535	377	56	80	478	203	153
SW	135	790	217	54	135	763	320	(31) 56	152	805	457	225
W	257	740	235	32	142	748	292	21	80	870	479	174
NW	185	1048	374	45	163	897	420	221	87	1109	349	137
Totaal	1400	5972	2081	(13) 403	1372	5363	2420	(35) 617	841	5263	2779	(29) 928

	April (C = 155)				Mei (C = 103)				Juni (C = 62)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	106	1151	639	261	151	820	495	(21) 256	48	618	515	(10) 353
NE	174	639	155	(9) 28	28	309	152	—	52	244	203	(5) 89
E	194	280	48	39	21	117	35	13	15	109	42	11
SE	135	232	39	19	21	110	117	34	47	173	166	(31) 72
S	125	339	223	29	69	310	330	83	63	312	229	103
SW	145	436	512	(23) 348	34	572	524	(14) 310	58	619	692	(36) 519
W	174	841	358	261	138	1280	937	(76) 579	88	967	848	(67) 858
NW	136	1064	483	232	69	791	703	(14) 489	52	655	613	(42) 505
Totaal	1189	4982	2457	(29) 1217	531	4309	3293	(175) 1764	423	3697	3308	(161) 2510

TABEL VII. *Vervolg.*

	Juli (C = 95)				Augustus (C = 117)				September (C = 113)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	60	542	573	(12) 550	49	326	697	(4) 311	48	517	573	(12) 387
NE	—	83	75	(22) 72	31	68	98	4	64	114	93	32
E	28	40	20	15	18	76	4	—	32	36	33	(4) 20
SE	59	138	84	(16) 95	34	163	87	(34) 42	44	163	72	(8) 36
S	40	364	277	99	49	379	254	61	40	234	230	(8) 142
SW	40	419	479	(40) 344	79	656	455	(11) 359	48	416	416	(41) 415
W	40	914	1143	(79) 1045	174	1303	1087	(27) 606	113	960	1243	(29) 803
NW	44	573	989	(24) 661	64	770	939	(30) 640	73	767	972	(69) 751
Totaal	311	3073	3640	(199) 2881	498	3741	3621	(106) 2023	462	3207	3632	(165) 2586

	October (C = 57)				November (C = 127)				December (C = 84)			
	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.	Z.	M.	K.	S.
N	95	620	616	(19) 246	122	793	731	(5) 309	115	1404	792	(18) 196
NE	42	171	161	(4) 33	77	264	132	31	27	258	218	39
E	18	76	29	5	59	122	27	10	36	182	22	—
SE	29	203	90	5	77	127	63	(5) 51	67	182	22	—
S	80	303	204	(5) 38	104	236	186	23	67	414	120	35
SW	81	483	493	(5) 322	91	690	334	87	133	667	289	(9) 58
W	109	1213	976	(53) 587	141	1383	826	(32) 363	173	1382	600	209
NW	52	957	1099	(24) 507	127	1108	807	(23) 372	133	1120	703	253
Totaal	506	4026	3668	(110) 1743	798	4723	3106	(65) 1246	751	5609	2766	(27) 790

TABEL VIII.

□ 67 Z. en 31 N. *Frequentie van richting en kracht afzonderlijk.*

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Totaal.
C	317	345	825	1859	1254	289	240	265	407	1708	565	141	8215
N	436	330	381	455	276	38	39	32	141	914	973	497	4512
NE	5644	4558	2692	1272	343	73	32	47	169	1648	5306	6841	28625
E	3325	3882	4367	2515	612	137	76	103	250	1484	2540	2396	21687
SE	186	689	1241	1431	859	325	189	314	478	662	202	86	6662
S	27	140	299	1141	1742	1308	1487	1508	1897	827	82	9	10467
SW	—	24	87	599	3385	6736	7164	6921	5804	1186	78	7	31991
W	22	13	58	463	1258	1003	725	739	751	835	84	12	5963
NW	43	19	50	265	271	91	48	71	103	736	170	11	1878
C	317	345	825	1859	1254	289	240	265	407	1708	565	141	8215
1	520	801	1235	2088	1322	227	154	179	511	1915	927	449	10328
2	1443	2190	2910	2981	2086	459	331	352	843	2732	2113	1264	19704
3	2919	3143	2855	2083	2034	576	393	520	1427	2094	3080	2745	23869
4	2590	1994	1478	729	1447	960	787	1221	2041	1051	2129	2979	19406
5	1545	1129	563	206	956	1662	1536	1931	2173	388	913	1718	14720
6	528	348	110	36	598	2476	2592	2681	1658	63	204	580	11874
7	114	50	24	15	241	1922	2320	1894	727	28	43	116	7494
8	22	—	—	3	57	1021	1190	710	176	15	14	8	3216
9	2	—	—	—	3	314 (33)	353 (15)	200 (7)	34	— (1)	12	—	918 (57)
10	—	—	—	—	2	94	104	47	3	6	—	—	256

TABEL IX.

☐ 363. *Frequentie van richting en kracht afzonderlijk.*

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Totaal.
C	114	116	231	59	50	60	15	17	37	40	84	51	874
N	114	242	431	103	111	172	51	21	20	13	24	26	1328
NE	554	547	443	444	149	246	107	140	143	72	173	148	3166
E	2568	2502	1994	2550	1540	1009	745	1158	944	975	1450	1476	18911
SE	5576	5490	4571	5594	5444	4991	6513	5089	6067	6773	6440	6787	69335
S	928	646	1437	1079	2461	3110	2428	3486	2700	2053	1748	1420	23496
SW	32	144	282	34	141	213	35	81	53	42	60	46	1163
W	38	152	196	81	44	93	35	4	16	16	6	26	707
NW	76	161	415	56	60	106	71	4	20	16	15	20	1020
C	114	116	231	59	50	60	15	17	37	40	84	51	874
1	355	403	462	149	156	326	20	89	60	47	69	174	2310
2	704	753	932	565	558	524	218	224	106	167	264	383	5398
3	1248	1534	1526	1212	1213	956	645	673	474	457	673	873	11484
4	2217	2323	2283	2393	2413	1792	1241	1227	1267	1647	2041	2303	23147
5	3302	3354	2715	3247	3292	3207	2860	2859	3162	3882	3945	4848	40173
6	1399	1328	1309	1694	1691	2174	2862	2948	3354	2649	2271	1532	25211
7	521	153	436	496	461	752	1637	1539	1213	853	518	336	2915
8	63	36	90	97	133	167	451	386	254	239	75	—	1991
9	51	—	8	44	33	42	46	21	65	19	42	—	271
10	26	—	8	(19) 44	—	—	5	17	8	—	(12) 18	—	(31) 126

TABEL X.

☐ 436 Z. en 472 N. *Frequentie van richting en kracht afzonderlijk.*

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Totaal.
C.	144	228	189	155	103	62	95	117	113	57	127	84	1474
N	2619	2527	2088	2157	1722	1534	1725	1383	1525	1577	1955	2507	23319
NE	1242	669	870	996	489	588	230	201	303	407	504	542	7041
E	560	548	319	561	186	177	103	98	121	128	218	240	3259
SE	610	726	696	425	282	458	376	326	315	327	318	271	5130
S	713	1124	914	716	792	707	780	743	646	625	549	636	8945
SW	1196	1274	1639	1441	1440	1888	1282	1549	1295	1379	1202	1147	16732
W	1264	1203	1603	1634	2934	2761	3142	3170	3119	2885	2713	2364	28792
NW	1652	1701	1682	1915	2052	1825	2267	2413	2563	2615	2414	2209	25308
C.	144	228	189	155	103	62	95	117	113	57	127	84	1474
1	510	519	333	396	159	151	92	102	128	123	167	249	2929
2	890	853	508	793	372	272	219	396	334	383	631	502	6153
3	1531	1425	827	1237	860	672	513	736	630	758	976	1083	11248
4	1959	1659	1848	1742	1362	971	938	1084	925	1264	1574	1828	17154
5	2482	2279	2588	2003	2087	2054	1622	1921	1652	2004	2173	2698	25563
6	1445	1708	1742	1451	2142	1846	1907	2204	1936	2056	1629	1855	21921
7	636	712	1037	1006	1151	1462	1733	1417	1696	1612	1477	911	14850
8	285	377	435	630	861	1107	1151	940	1275	924	658	476	9119
9	64 (13)	163 (35)	268 (29)	337 (28)	448 (125)	754 (181)	918 (199)	617 (106)	746 (165)	445 (104)	323 (65)	159 (27)	5242 (1277)
10	54	77	225	250	455	649	812	466	565	374	265	155	4347

TABEL XI. *Dagelijksche en jaarlijksche gang van de windsnelheid in den Indischen Oceaan.*

Maand.	□ 67 Z / 31 N 5° — 15° N.B. / 50° — 60° O.L.	Aantal waarnemingen.	Algemeene Luchtbeweging. N . . . O	Algemeene Luchtbeweging. Beaufort.	Bestendigheid in °/₀.
Januari	$3.44 + 0.056 \cos (nt - 83°) + 0.029 \cos (2nt - 286°)$	5110	57°	3.04	88
Februari	$3.07 + 0.062 \cos (nt - 57°) + 0.050 \cos (2nt - 287°)$	4634	66°	2.60	85
Maart	$2.52 + 0.022 \cos (nt - 25°) + 0.061 \cos (2nt - 326°)$	6221	81°	2.00	80
April	$1.86 + 0.105 \cos (nt - 354°) + 0.060 \cos (2nt - 345°)$	5848	109°	0.88	47
Mei	$2.79 + 0.179 \cos (nt - 354°) + 0.023 \cos (2nt - 254°)$	6274	216°	1.84	66
Juni	$5.53 + 0.108 \cos (nt - 341°) + 0.010 \cos (2nt - 327°)$	4397	223°	5.09	92
Juli	$5.84 + 0.144 \cos (nt - 296°) + 0.045 \cos (2nt - 337°)$	4619	221°	5.51	94
Augustus	$5.43 + 0.136 \cos (nt - 315°) + 0.060 \cos (2nt - 344°)$	4073	220°	4.86	89
September.	$4.23 + 0.114 \cos (nt - 321°) + 0.071 \cos (2nt - 39°)$	6389	213°	3.53	84
October.	$2.06 + 0.125 \cos (nt - 13°) + 0.010 \cos (2nt - 53°)$	6456	86°	0.10	5
November.	$2.92 + 0.082 \cos (nt - 78°) + 0.044 \cos (2nt - 293°)$	6536	48°	2.39	82
December.	$3.61 + 0.067 \cos (nt - 114°) + 0.027 \cos (2nt - 319°)$	5613	54°	3.23	90
November—Maart . .	$3.11 + 0.052 \cos (nt - 89°) + 0.034 \cos (2nt - 274°)$	28114	63°	2.65	85
Mei—September . .	$4.76 + 0.125 \cos (nt - 325°) + 0.031 \cos (2nt - 353°)$	25752	219°	4.17	85
Jaar	$3.61 + 0.068 \cos (nt - 354°) + 0.032 \cos (2nt - 329°)$	66170			

TABEL XI. *Vervolg.*

Maand.	□ 363 10° — 20° Z.B./80° — 90° O.L.	Aantal waarnemingen.	Algemeene Luchtbeweging. N . . . O	Algemeene Luchtbeweging. Beaufort.	Bestendigheid in °/₀.
Januari	$4.42 + 0.054 \cos (nt - 189°) + 0.053 \cos (2nt - 228°)$	1573	123°	3.65	83
Februari	$4.19 + 0.063 \cos (nt - 4°) + 0.030 \cos (2nt - 311°)$	1115	111°	3.01	72
Maart	$4.14 + 0.049 \cos (nt - 305°) + 0.014 \cos (2nt - 352°)$	2553	128°	2.86	69
April	$4.60 + 0.039 \cos (nt - 93°) + 0.050 \cos (2nt - 232°)$	3200	126°	3.86	84
Mei	$4.58 + 0.060 \cos (nt - 230°) + 0.060 \cos (2nt - 305°)$	2975	137°	4.11	90
Juni	$4.74 + 0.064 \cos (nt - 213°) + 0.035 \cos (2nt - 290°)$	2152	147°	3.97	84
Juli	$5.44 + 0.062 \cos (nt - 182°) + 0.025 \cos (2nt - 290°)$	1973	143°	4.82	89
Augustus	$5.37 + 0.050 \cos (nt - 177°) + 0.048 \cos (2nt - 249°)$	2358	147°	4.70	87
September.	$5.39 + 0.064 \cos (nt - 211°) + 0.017 \cos (2nt - 350°)$	2448	140°	4.75	88
October.	$5.17 + 0.044 \cos (nt - 142°) + 0.007 \cos (2nt - 314°)$	3765	133°	4.60	90
November.	$4.90 + 0.052 \cos (nt - 170°) + 0.030 \cos (2nt - 295°)$	3318	129°	4.25	87
December.	$4.61 + 0.066 \cos (nt - 122°) + 0.003 \cos (2nt - 318°)$	1958	134°	4.12	90
Januari—April . . .	$4.33 + 0.008 \cos (nt - 344°) + 0.029 \cos (2nt - 278°)$	8441	124°	3.37	78
Februari—Maart . .	$4.16 + 0.045 \cos (nt - 336°) + 0.020 \cos (2nt - 323°)$	3668	123°	2.83	68
Februari—Maart . .	$4.19 + 0.028 \cos (nt - 360°) + 0.018 \cos (2nt - 300°)$	10648	□ 362 en 363.		
Mei—December. . .	$5.07 + 0.048 \cos (nt - 183°) + 0.025 \cos (2nt - 292°)$	20947	138°	4.39	87
Juli—October. . . .	$5.34 + 0.051 \cos (nt - 181°) + 0.020 \cos (2nt - 278°)$	10544	140°	4.68	88
Jaar	$4.79 + 0.029 \cos (nt - 184°) + 0.020 \cos (2nt - 288°)$	29388	135°	4.07	85

TABEL XI. *Vervolg.*

Maand.	□ 436 Z / 472 N — 35° — 45° Z.B. / 70° — 80° O.L.	Aantal waarnemingen.	Algemeene Luchtbeweging. N . . . O	Algemeene Luchtbeweging. Beaufort.	Bestendigheid in °/₀.
Januari	4.37 + 0.055 cos (*nt* — 151°) + 0.022 cos (2 *nt* — 318°)	2215	331°	1.46	33
Februari	4.51 + 0.069 cos (*nt* — 153°) + 0.041 cos (2 *nt* — 8°)	1405	311°	1.34	30
Maart	5.00 + 0.057 cos (*nt* — 277°) + 0.091 cos (2 *nt* — 310°)	1379	294°	1.56	31
April	4.90 + 0.104 cos (*nt* — 271°) + 0.071 cos (2 *nt* — 176°)	1034	304°	1.86	38
Mei	5.59 + 0.169 cos (*nt* — 202°) + 0.060 cos (2 *nt* — 34°)	1452	285°	2.93	52
Juni	6.05 + 0.060 cos (*nt* — 247°) + 0.029 cos (2 *nt* — 182°)	1923	281°	2.95	49
Juli	6.33 + 0.055 cos (*nt* — 292°) + 0.028 cos (2 *nt* — 55°)	2527	288°	3.57	56
Augustus	5.80 + 0.070 cos (*nt* — 212°) + 0.011 cos (2 *nt* — 78°)	2640	285°	3.26	56
September.	6.08 + 0.069 cos (*nt* — 358°) + 0.028 cos (2 *nt* — 141°)	2478	283°	3.55	58
October.	5.71 + 0.014 cos (*nt* — 199°) + 0.074 cos (2 *nt* — 72°)	2111	286°	3.24	57
November.	5.25 + 0.096 cos (*nt* — 264°) + 0.019 cos (2 *nt* — 294°)	2204	294°	2.84	54
December.	4.96 + 0.046 cos (*nt* — 201°) + 0.022 cos (2 *nt* — 220°)	2250	308°	2.63	51
September—Februari. (Zomer.)	5.15 + 0.021 cos (*nt* — 210°) + 0.012 cos (2 *nt* — 44°)	12663	—	—	—
Maart—Augustus . . (Winter.)	5.61 + 0.073 cos (*nt* — 234°) + 0.005 cos (2 *nt* — 7°)	10955	—	—	—
November—April . .	4.83 + 0.047 cos (*nt* — 225°) + 0.018 cos (2 *nt* — 286°)	10487	—	—	—
Mei—October . . .	5.93 + 0.045 cos (*nt* — 233°) + 0.027 cos (2 *nt* — 76°)	13131	—	—	—
Jaar	5.38 + 0.046 cos (*nt* — 228°) + 0.008 cos (2 *nt* — 35°)	23618	—	—	—
Kerguelen in Meters .	+ 0.67 cos (*nt* — 23°) + 0.31 cos (2 *nt* — 39°)	Z.B. 49° 25′ — O.L. 69° 53′			