

KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT
N^o. 102.

MEDEDEELINGEN
EN
VERHANDELINGEN.

29b.

P. H. GALLÉ. Klimatologie
van den Indischen Oceaan.

IV. Temperatuur van Water
en Lucht.

P. H. GALLÉ. Climatology
of the Indian Ocean.

IV. Temperature of Water
and Air.

TE VERKRIJGEN BIJ | EN VENTE CHEZ
SEYFFARDT's BOEKHANDEL,
Gravenstraat 6, Amsterdam.

KLIMATOLOGIE VAN DEN INDISCHEN
OCEAAN.

IV. TEMPERATUUR VAN WATER EN LUCHT.

1. *Algemeene beschouwingen.*

De redenen, welke het gewenscht maakten luchtdrukking, wind en stroom te beschouwen voor de maanden Januari en Juli ¹⁾, gelden ook voor een nader onderzoek van de temperatuur van het water en de lucht.

Weliswaar worden in deze maanden de maxima en minima van beide temperaturen nog niet overal ten volle bereikt, maar zoowel de betrekkelijk groote overeenstemming die in het eene gebied bestaat als de betrekkelijk groote tegenstelling, die elders tusschen de beide elementen in het winter- en zomerseizoen aan te wijzen is, komen toch zeer voldoende te voorschijn.

De isothermenkaarten bevatten gegevens omtrent de temperatuur, welke op de volgende wijze werden berekend.

Voor Januari werd per vierkant twee-gradsvak het gemiddelde van December, Januari en Februari berekend en in werkkaarten ingeschreven.

Daarna werd voor elk vierkant het tiende deel berekend van de som van tweemaal de temperatuur van het beschouwde vak en die van de acht, het vierkant omringende vakken.

Alle gegevens en hunne onderlinge verschillen worden zodoende wel eenigszins vervlakt, maar zulks geschiedt ook met de toevallige afwijkingen.

Voor de waarneming der temperatuur van lucht en water zijn de omstandigheden aan boord in het algemeen niet bijzonder gunstig te noemen en er zullen zeker wel minder nauwkeurige waarnemingen zijn geboekt en gebruikt. Uit een onderzoek dat hieromtrent is verricht, n.l. contrôle met den slingerpsychrometer, blijkt intusschen dat de fout in het gemiddelde zeker niet groot is, en van een eenigszins belangrijke systematische fout in de waarnemingen is niets gebleken.

De fouten dragen dus het karakter van toevalligheden en zullen wel invloed gehad hebben bij het samenstellen der frequentietabellen en bij de berekeningen der formules voor den dagelijkschen gang, in zooverre, dat de amplituden waarschijnlijk iets te groot zullen zijn; het zal

¹⁾ Med. en Verh. 29a.

intusschen later, bij de behandeling van den dagelijkschen gang, blijken dat ook voor deze berekeningen de temperatuurwaarnemingen een voldoende betrouwbaar materiaal vormen.

De gemiddelde waarden, zooals die ten slotte in de kaarten voorkomen, hebben naar onze meening een zeer groote mate van betrouwbaarheid.

Bij de bewerking is gebleken, dat in de gebieden 16° — 19° N./ 64° — 67° O., 16° — 19° N./ 88° — 91° O., alsmede in het vierkant 18° — 21° Z./ 38° — 41° O.¹⁾, het Nederlandsche materiaal wat schaarsch was.

Met groote bereidwilligheid stelde de Marine-Division van het British Meteorological Office een afschrift van hare waarnemingen ter beschikking.

De isothermen zijn getrokken geheel volgens de gemiddelden zooals die in de kaarten voorkomen en er is niet getracht — zooals van Duitsche zijde wel eens is aanbevolen ²⁾ — om de isothermen der lucht boven zee te doen aansluiten aan die boven land.

Hiertoe is besloten na eene vergelijking van de luchttemperatuur boven zee en boven land op eilanden en boven kustplaatsen.

Het resultaat was dat de luchttemperatuur boven land, ten minste voor zoover het stations betreft dicht bij de kust, lager is dan die boven zee. Een zelfde verschil werd ook door BRAAK ³⁾ gevonden, toen hij de temperatuur der lucht boven land en zee beschouwde voor 15 plaatsen in den Oost-Indischen Archipel, waarbij ook Medan en Batavia voorkwamen, dus plaatsen vrij ver van de kust gelegen.

Na correctie voor een gemiddeld te hooge temperatuur der lucht boven zee, als een gevolg van de opstelling der instrumenten, komt BRAAK tot een gemiddeld verschil van $1^{\circ}.6$ C ten gunste der luchttemperatuur boven zee.

Vergeleken werden de temperaturen van Colombo ⁴⁾, Padang ⁵⁾, Mauritius ⁶⁾, Kaap Agulhas ⁷⁾, Kaapstad ⁸⁾ en St. Paul ⁹⁾ met de gemiddelden van de dichtstbijzijnde zeevakken, zooals die in de Tabelwerken en Atlassen ¹⁰⁾ voorkomen.

¹⁾ 16° — 19° N./ 64° — 67° O. omvat de 16 één-graadsvakken tusschen de parallellen 16° tot 20° N.B. en 64° tot 68° O.; de aanduiding is internationaal volgens het begrip kleinste breedte en lengte.

²⁾ Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie. Jaargang 1916, p. 529 e. v.

³⁾ Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium te Batavia. Het Klimaat van Nederlandsch-Indië door C. BRAAK. Verhandelingen N^o. 8, Deel 1, p. 317.

⁴⁾ Handbuch der Klimatologie von Dr. JULIUS HANN.

⁵⁾ Het Klimaat van Nederlandsch-Indië. C. BRAAK. Verh. N^o. 8, Deel 1, Afl. 5

⁶⁾ Kon. Ned. Meteor. Instituut N^o. 104. Oceanographische en Meteorologische waarnemingen in den Indischen Oceaan. Atlassen en Tabellen.

Plaats.	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Jaar.
Colombo . .	26 ⁰ .1	26 ⁰ .5	27 ⁰ .0	27 ⁰ .5	27 ⁰ .8	26 ⁰ .9	26 ⁰ .7	26 ⁰ .9	26 ⁰ .9	26 ⁰ .3	26 ⁰ .4	26 ⁰ .2	26 ⁰ .8
Kaart . . .	26.7	27.3	28.1	28.9	28.6	27.9	27.4	27.3	27.1	27.1	27.3	26.9	27.6
Vershil . .	0.6	0.8	1.1	1.4	0.8	1.0	0.7	0.4	0.2	0.8	0.9	0.7	0.8
Padang . .	26.2	26.4	26.3	26.4	26.7	26.3	26.2	26.0	25.9	25.9	25.8	25.8	26.2
Kaart . . .	27.7	28.1	28.1	28.0	28.2	28.2	27.6	27.4	27.4	27.1	27.0	27.2	27.7
Vershil . .	1.5	1.7	1.8	1.6	1.5	1.9	1.4	1.4	1.5	1.2	1.2	1.4	1.5
Mauritius . .	26.1	25.8	25.2	24.1	22.3	20.4	19.7	20.0	20.9	22.3	24.0	25.6	23.0
Kaart . . .	26.9	26.9	26.6	25.9	24.7	23.1	22.7	22.1	22.2	23.4	24.3	26.1	24.6
Vershil . .	0.8	1.1	1.4	1.8	2.4	2.7	3.0	2.1	1.3	1.1	0.3	0.5	1.6
Kp. Agulhas.	19.5	19.1	18.3	16.8	14.7	13.3	12.7	12.8	13.7	15.2	17.0	18.4	16.0
Tabellen . .	21.2	21.2	19.9	18.6	16.6	16.0	15.1	14.8	15.6	16.7	18.3	19.7	17.8
Vershil . .	1.7	2.1	1.6	1.8	1.9	2.7	2.4	2.0	1.9	1.5	1.3	1.3	1.8
Kaapstad . .	20.7	20.4	18.9	16.9	14.4	13.0	12.2	12.9	14.0	15.7	17.8	19.6	16.4
Atlas . . .	20.2	20.0	19.7	18.8	17.5	15.9	15.1	15.1	15.2	16.2	17.6	19.3	17.6
Vershil . .	-0.5	-0.4	0.8	1.9	3.1	2.9	2.9	2.2	1.2	0.5	-0.2	-0.3	1.2
St. Paul . .	—	—	—	—	—	—	10.7	—	—	—	—	14.5	—
Kaart . . .	—	—	—	—	—	—	12.3	—	—	—	—	15.4	—
Vershil . .	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	—	0.9	—

Overal wordt dus een verschil van 1 à 2° C gevonden ten gunste van de luchttemperatuur boven zee ten opzichte van die boven het land op kustplaatsen of op plaatsen niet ver van de kusten en dit verschil maakt een aansluiten der isothermen, zonder scherpe knikken, niet mogelijk.

Eene verklaring van het verschijnsel ligt waarschijnlijk in hetgeen hier volgt.

Overdag wordt het maximum op de kustplaatsen gedrukt door den zeewind, dit wordt dus niet zooveel hooger boven land dan boven zee als men bij windstil weer zou verwachten, terwijl 's nachts — als de landwind doorkomt of op plaatsen op lager breedte gelegen de windsnelheid afneemt — het nachtelijk minimum zich boven land, waar de temperatuurdaling door straling grooter zal zijn dan boven het zeeoppervlak en bovendien minder warmte door de onder liggende lagen wordt toegevoerd, beter ontwikkelt. Beide factoren werken dus samen om de temperatuur aan de kusten betrekkelijk laag te houden ten opzichte van die der lucht over het nabij gelegen zeeoppervlak.

Bij de berekening van de temperatuur voor gordels van 2° breedte

over den oceaan in zijn volle geographische lengte, zijn als grenzen aangenomen voor den Indischen Oceaan:

in het Westen: het Arabische schiereiland, 44° O.L., de oostkust van Afrika;

in het Oosten: de westkust van Achter-Indië, 6° N.B., de westkust van Sumatra, de zuidkust van Java, de kusten van Australië en 140° O.L..

2a. *De temperatuur van het zeewater.*

Januari (fig. 10).

Een groot gebied, waarbinnen de temperatuur boven $27^{\circ}.5$ is, overspant den oceaan van 10° — 20° Z.B. in het Westen en loopt naar het Oostnoordoosten eenigszins waaivormig uit tusschen 10° N.B. en 18° Z.B..

Verder ligt een klein gebied met die hooge temperatuur aan de zuidwestkust van Voor-Indië. In het Westen ligt de hoogste temperatuur, $28^{\circ}.0$, tusschen Madagascar en de Afrikaansche kust, in het Oosten is zij $28^{\circ}.5$ — $28^{\circ}.6$ bezuiden de oostpunt van Java en de Kleine Soenda-eilanden.

In het noordwestelijk deel van de Arabische Zee wordt een minimum bereikt van $24^{\circ}.3$, in de Golf van Bengalen van $25^{\circ}.3$; terwijl tusschen 48° en 50° Z.B. minima van $4^{\circ}.3$ tot $4^{\circ}.5$ voorkomen. Langs de kust van Afrika is de invloed van den betrekkelijk warmen Mozambique- en Agulhasstroom, langs de westkust van Australië de invloed van den betrekkelijk kouden West-Australischen stroom te zien in het uitbochten der isothermen naar het Zuiden en Noorden.

Het uitbochten der isothermen tusschen 40° en 50° Z.B. tusschen 58° en 64° O.L. moet op rekening gesteld worden van den tak van den Zuid-Equatoriaalstroom, die beoosten Madagascar naar het Zuiden afvloeit.

Juli (fig. 11).

Het gebied met temperatuur hooger dan $27^{\circ}.5$ overspant niet meer den geheelen oceaan. Het heeft zich naar het Noordoosten verplaatst. In het Westen wordt die hooge temperatuur alleen in de Golf van Aden aangetroffen tot den meridiaan van 50° O.L.. Aan de zuidwestkust van Voor-Indië en aan de westzijde van Ceylon is de temperatuur onder $27^{\circ}.5$.

De eigenaardige tegenstelling in het temperatuurbeeld voor Januari en Juli aan de zuidwestkust van Voor-Indië eischt een nadere beschouwing.

In Januari is de wind in het algemeen aflagtig, in Juli oplandig voor deze kust, en op het eerste gezicht zou men dus verwachten een

betrekkelijk lage temperatuur in Januari en een betrekkelijk hooge in Juli. Het omgekeerde is echter het geval. Eene eenigszins aandachtige beschouwing van de stroomkaarten 6 en 7, zooals die voorkomen in Mededeelingen en Verhandelingen 29a, Het Klimaat van den Indischen Oceaan, laat ons zien, dat in Januari daar ter plaatse de stroom eenigszins oplandig is. Een oplandige stroom gaat in het algemeen gepaard met een „te” dikke laag oppervlaktewater aan de kust en stijging van temperatuur, vooral waar, zooals in dit geval, het water uit een warmer gebied wordt aangevoerd.

In Juli is tusschen 6° en 10° N.B. de stroom aflandig; dit geeft ten slotte aanleiding tot toevoer van water uit dieper gelegen lagen, waarmede de daling van temperatuur gepaard gaat.

In den top van de Golf van Bengalen komt de hoogste temperatuur, $28^{\circ}.8$, voor.

De zuidelijke grens van het gebied met hooge temperatuur reikt over enkele lengtegraden tot slechts 10° Z.B.; overigens is het verloop der lagere isothermen hetzelfde als dat in Januari, met dien verstande, dat, waar in Januari de isotherm van 25° werd gevonden, nu die van $22^{\circ}.5$ voorkomt, en zoo voorts.

In het verre Zuiden daalt tusschen 35° en 55° O.L. de temperatuur tot onder $2^{\circ}.5$ en bereikt hier $1^{\circ}.8$. Het zomer- en winterseizoen komt in de hier en voor Januari gegeven getallen duidelijk te voorschijn.

Verder dient nog gewezen te worden op het betrekkelijk koude water langs de oostkust van Afrika en bij Kaap Guardafui. Dit is een gevolg van den sterken aflandigen driftstroom, veroorzaakt door den Zuidwestmoesson. Deze aflandige driftstroom heeft tot gevolg, dat water uit de onderlagen naar de oppervlakte komt; dit water is koud en verradt zijn herkomst, behalve door de lage temperatuur, door een vuile lichtgroene kleur en de zoogenaamde „koraallucht”.

Op detailkaarten ¹⁾ ziet men in de maanden Juni, Juli en Augustus dikwijls groote sprongen in de temperatuur, welke dan soms tot onder 20° daalt.

Het uitbochten der isothermen als gevolg der zeestroomen, genoemd voor Januari, zien wij in deze maand op dezelfde plaatsen terug.

Ook het verschillend verloop der $27^{\circ}.5$ -isotherm is uit eene gelijktijdige beschouwing van fig. 6, 7, 10 en 11 te verklaren.

In Januari vindt in het algemeen in de Golf van Bengalen en in

¹⁾ Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut N^o. 105. Oceanographische en meteorologische waarnemingen bij Kaap Guardafui. 1909.

de Arabische Zee een watertransport naar het Westen plaats, dat door de kusten van Voor-Indië en Arabië met Afrika naar het Zuidwesten wordt afgeleid. Wij zien dit betrekkelijk koude water langzaam aanwarmen; in het geval van de Golf van Bengalen van $25^{\circ}.3$ tot $27^{\circ}.4$, in de Arabische Zee van $24^{\circ}.3$ tot $27^{\circ}.4$. Tegelijkertijd voert de Zuid-Equatoriaalstroom tusschen 8° en 10° zuiderbreedte water naar het Westen met ongeveer gelijke hoge temperatuur. Dit water vloeit gedeeltelijk naar het Zuiden, een kleiner deel gaat naar het Noorden en ontmoet daar het water dat door den Noordoostmoesson naar het Westen en Zuidwesten is gedreven, en gezamenlijk stroomt dit, voortgedreven door den Noordwestmoesson, op lage breedte weer oostwaarts en krijgt als gevolg van zijn dubbele reis door de tropen een hoge temperatuur.

In Juli vindt het omgekeerde plaats, er is dan geen naar het Oosten loopende Equatoriaal tegenstroom. Integendeel, de Zuidoostpassaat gaat, als hij de linie is gepasseerd, over in Zuidwestmoesson; benoorden de linie stroomt het water in oostelijke richting en aan de Afrikaansche kust komt koud dieptewater naar boven. Het betrekkelijke warme water wordt dus als het ware opgehoopt in het oostelijk deel van den oceaan, terwijl in het westelijk deel steeds suppletie van betrekkelijk koud water plaats heeft.

2b. *De temperatuur van de lucht.*

Januari (fig. 12).

Het beeld dat de isothermen der lucht ons toonen, stemt in overeen-deelen met dat der watertemperatuur overeen.

Twee gebieden met een temperatuur boven $27^{\circ}.5$ trachten den oceaan te overbruggen. In het Westen neemt het gebied vrijwel dezelfde plaats in als dat der watertemperatuur; ook in het Oosten is veel overeenkomst te bespeuren, maar vooral in vollen oceaan is het gebied veel kleiner en komt de verbinding tusschen de gebieden niet tot stand. Door een isotherm van $27^{\circ}.3$ was de oceaan te overspannen geweest.

In het Westen wordt in een zeer klein gebied, dicht onder de Afrikaansche kust, $28^{\circ}.0$ bereikt, in het Oosten $28^{\circ}.5$ à $28^{\circ}.6$ ten zuiden van de oostpunt van Java en de Kleine Soenda Eilanden.

In de Golf van Bengalen en in de Arabische Zee neemt de temperatuur naar het Noorden af tot $24^{\circ}.6$ en $24^{\circ}.0$; in het verre Zuiden bij Kerguelen tot $5^{\circ}.4$.

Juli (fig. 13.)

Uit den aard der zaak bestaat in deze maand ook weer de overeenstemming hier boven genoemd.

In het Noordoosten van den oceaan vinden wij het gebied met een temperatuur hooger dan $27^{\circ}.5$, in de Golf van Aden loopt de temperatuur tot $30^{\circ}.7$ op; de hoogste temperatuur in de Golf van Bengalen is $29^{\circ}.3$.

Ten zuidoosten van Kaap Guardafui is de laagste luchttemperatuur $25^{\circ}.6$; in het hooge Zuiden daalt tusschen 50° en 54° O.L. de temperatuur tot $2^{\circ}.4$ en $2^{\circ}.5$.

3. *De jaarlijksche gang der temperatuur.**Water.*

De gemiddelde maandtemperatuur werd berekend voor vakken 4° lang en breed, gelegen op ongeveer 20° noorder- en zuiderbreedte, nabij den equator en verder voor een strook van 20° tot 80° O.L. gelegen tusschen 38° en 42° Z.B..

De resultaten zijn gegeven in afwijkingen ten opzichte van het jaargemiddelde en in Tabel 1 verzameld. Hierbij dient vermeld te worden, dat zoowel bij de temperatuur van het water als van die der lucht, het gemiddelde, voorkomende onder 16° — 19° N. Gordel, alleen betrekking heeft op de Arabische Zee en Golf van Bengalen en niet op de Roode Zee, aangezien in laatstgenoemde zee de enkeljaarlijksche, in de beide andere zeeën de dubbeljaarlijksche periode sterk overweegt.

Zooals te verwachten was is de amplitude het grootste in de typische middellandsche Roode Zee, waar geen sterke waterbeweging storend optreedt.

Het kleinste is zij in den tropengordel en vertoont hier de eigenaardigheid van het Westen naar het Oosten af te nemen van 2° tot 1° .

In de tropen neemt zoowel naar het Noorden als naar het Zuiden de amplitude toe; evenals op den equator neemt zij van het Westen naar het Oosten af.

In de Roode Zee bereikt zij $5^{\circ}.6$, in de Golf van Bengalen $4^{\circ}.6$; tusschen 18° en 22° Z.B. in het Westen $4^{\circ}.4$, in het Oosten $3^{\circ}.8$.

Tusschen 38° en 42° Z.B. is de amplitude $4^{\circ}.0$, dus iets grooter dan die van de tropen van den Zuidelijken Indischen Oceaan, en ook in het Westen is zij iets grooter dan in het Oosten van den oceaan.

Hieronder volgen de formules voor den jaarlijkschen gang in de

verschillende gebieden; de voor de formules staande nummers zijn in overeenstemming met die van Tabel 1, het aanvangspunt van telling is 15 Januari:

1. Roode Zee $t = 28^{\circ}.7 + 2^{\circ}.79 \cos (nt - 214^{\circ}) + 0^{\circ}.36 \cos (2nt - 210^{\circ})$
2. Gordel 16° — 19° N.B. $t = 27.1 + 1.56 \cos (nt - 175) + 1.04 \cos (2nt - 219)$
3. Gordel 1° N.— 1° Z. $t = 28.0 + 0.47 \cos (nt - 111) + 0.22 \cos (2nt - 190)$
4. Gordel 18° — 21° Z. $t = 24.6 + 1.95 \cos (nt - 42) + 0.04 \cos (2nt - 221)$
5. Gordel 38° — 41° Z. $t = 14.7 + 1.90 \cos (nt - 43) + 0.89 \cos (2nt - 81)$

Boven het gebied 16° — 19° N.B. staat de zon in top ongeveer 12 Mei en 1 Augustus, in den tusschenliggenden tijd culmineert zij binnen $5^{\circ}.5$ ten noorden van het toppunt, in het tijdvak 26 April—17 Augustus uiterlijk op $5^{\circ}.5$ ten noorden of ten zuiden van het toppunt.

In den gordel 16° — 19° N.B. zouden wij dus à priori een temperatuurverloop mogen verwachten, waarin twee maxima en twee minima voorkomen, indien alleen de zonshoogte, dus de zonnestraling, de temperatuur regelde. In de Roode Zee wordt aan deze voorwaarden niet voldaan, wij zien noch twee maxima noch twee minima optreden; de maxima versmelten tot een langgerekt maximum van Juli tot October met een flauwe top in September, terwijl een scherper minimum in Februari voorkomt.

Het verschil in culminatiehoogte der zon over het tijdvak 26 April—17 Augustus is blijkbaar niet groot genoeg om bedoelde maxima te voorschijn te doen komen en het resultaat is het langgerekte maximum.

In de Roode Zee valt de hoogste temperatuur op 15 September, de laagste begin Maart; de vertraging ten opzichte van hoogsten en laagsten zonnestand is dus 46 en 68 of gemiddeld 57 dagen. De gang vertoont een beslist enkeljaarlijksch beeld.

Een geheel ander beeld vertoont het verloop der watertemperatuur in het noordelijk deel van de Arabische Zee en van de Golf van Bengalen.

Hier zien wij een eerste temperatuurmaximum ongeveer eind Mei, een tweede begin October, gescheiden door een minimum half Augustus dat bijzonder duidelijk is in de Arabische Zee, terwijl het hoofdminimum in beide zeeën begin Februari valt.

De formule (2) geeft het dubbeljaarlijksche karakter zeer duidelijk weer.

Het dubbeljaarlijksche karakter vindt zijn oorzaak in verschillende omstandigheden.

Eigenlijk zouden wij, alleen lettende op den hoogsten zonnestand 12 Mei en 1 Augustus, twee maxima moeten verwachten; deze kunnen echter, zooals hiervoor reeds werd gezegd, om die reden alleen niet scherp

te voorschijn komen, omdat de culminatiehoogte der zon over een groot tijdvak bijna niet verschilt; maar er is uit dien hoofde reden om begin Juli en half September maxima te verwachten.

Het eerste maximum wordt dus vervroegd, het tweede verlaat.

De hoofdoorzaak van deze vervroeging en vertraging is te zoeken in het dieptewater, dat langs de noordoostkust van Afrika tot Kaap Guardafui aan de oppervlakte komt als suppletiewater in den rug van de sterke Zuidwestmoessondrift en door dien stroom om de Noordoost de Arabische Zee wordt ingevoerd, zooals uit het verloop der isotherm duidelijk te zien is.

Hierdoor komt vooral in de maanden Juni, Juli en Augustus ook in het Noorden van de Arabische Zee een betrekkelijk lage watertemperatuur voor.

In geringer mate moet zulks ook in de Golf van Bengalen geschieden, want langs de geheele oostkust van Voor-Indië heerschen afluiddige stroomen (fig. 7. Med. en Verh. 29a).

Het gradueele verschil in het verschijnsel van het secundaire minimum dat tusschen de Arabische Zee en de Golf van Bengalen bestaat, wordt hierdoor, naar onze meening, voldoende verklaard.

Keeren wij thans tot de hoofdoorzaak, het opkomend dieptewater, terug. Door de toenemende culminatiehoogte en daarmee gepaard gaande meer intensieve zonnestraling was de watertemperatuur aan het stijgen, deze stijging wordt geremd door het transport van het koude water en het gevolg is, dat einde Mei in beide randzeeën een eerste maximum wordt bereikt, daarna komt in beide zeeën half Augustus een secundair minimum voor als gevolg van het watertransport. De zonnestraling krijgt ten slotte weer de overhand over het, dan afnemende, watertransport en een maximum, ongeveer half October, is het gevolg. Ook de bewolking en regenval in den Zuidwestmoesson werken het tot stand komen van één maximum tegen.

Hierna treedt een regelmatige daling van de watertemperatuur in als gevolg van afnemende zonshoogte en afkoeling door den Noord-oostmoesson die uit het binnenland van Azië waait en het gevolg is in de drie zeeën een minimum in Februari of Januari. In de Roode Zee bedraagt de vertraging ten opzichte van de kleinste culminatiehoogte 68, in de Arabische Zee en Golf van Bengalen ongeveer 46 dagen.

In den equatorialen gordel is de jaarlijksche gang van de watertemperatuur van het gemengde type; de amplitude van den dubbel-

jaarlijkschen gang bedraagt iets minder dan de helft van die van den enkeljaarlijkschen (3).

Einde Maart en September staat de zon in top en begin Mei zien wij het maximum van de watertemperatuur optreden, ongeveer 45 dagen nadat de zon het toppunt passeerde. De invloed van het tweede maximum na het bereiken van het toppunt in September ziet men terug in het sterk afgevlakte minimum.

Dat dit minimum zich ook hier zoo lang handhaaft wordt naar onze meening ook veroorzaakt door toevoer van betrekkelijk koud water uit het Westen door den tot 2° Z.B. om de Oost trekkenden stroom (fig. 7. 29a).

In de tropen van den Zuidelijken Indischen Oceaan komt de enkeljaarlijksche gang zeer duidelijk uit (4). De zon staat hier in top op ongeveer 21 November en 21 Januari en culmineert in dien tusschentijd binnen $3^{\circ}.5$ ten zuiden van het toppunt. De hoogste temperatuur valt eind Februari of begin Maart, dus ongeveer 40 dagen nadat de zon ten tweeden male in top stond; het minimum valt 6 maanden later, eind Augustus, dus 65 à 70 dagen na laagsten zonnestand.

In den gordel op 40° Z.B. worden de hoogste en laagste temperatuur half Februari en begin September bereikt, terwijl ook de enkeljaarlijksche gang overwegend is (5).

22 December en 22 Juni staat de zon het hoogste en het laagste; de vertraging in het bereiken van de hoogste en laagste temperatuur is dus 55 en 70 dagen.

Lucht.

De bewerking der temperatuurgegevens geschiedde op geheel dezelfde wijze als voor de watertemperatuur; het resultaat vindt men in Tabel II.

Als vergelijkingsmateriaal zijn hieraan toegevoegd de gegevens voor Bombay, Padang, het graadvak 0° Z.— 98° O., Mauritius en Onslow.

De amplitude is het kleinste nabij den equator en hoewel het verschil in amplitude tusschen het Westen en Oosten van den Oceaan niet zoo groot is als bij de watertemperatuur, is dit verschil toch zichtbaar.

In het Westen is de amplitude $2^{\circ}.1$, in het Oosten $1^{\circ}.2$ en voor den geheelen gordel $1^{\circ}.3$.

Voor Padang vinden wij $0^{\circ}.9$, voor het onmiddellijk daaraan grenzende graadvak $1^{\circ}.2$.

In de tropen neemt, zoowel ten noorden als ten zuiden van de

linie, de amplitude toe en bedraagt in de Roode Zee $6^{\circ}.4$, in de Arabische Zee $4^{\circ}.8$ en in de Golf van Bengalen $5^{\circ}.3$. Voor den gordel 16° — 19° N. vinden wij $4^{\circ}.8$ en voor Bombay $5^{\circ}.6$.

In den zuidertropengordel is de gemiddelde amplitude $4^{\circ}.4$, te Mauritius $6^{\circ}.4$ en op ongeveer dezelfde plaatst in vollen oceaan $5^{\circ}.5$. Te Onslow in het Westen van Australië $12^{\circ}.0$, in het oostelijk deel van den gordel slechts $4^{\circ}.6$. De amplitude neemt van het Oosten naar het Westen aanvankelijk toe van $4^{\circ}.6$ tot $5^{\circ}.5$, om in de Straat van Mozambique te dalen tot $4^{\circ}.8$.

Op 38° — 41° Z.B. is de amplitude $4^{\circ}.8$ en ook hier is de amplitude in het Westen van den oceaan iets grooter dan in het Oosten.

Evenals bij de watertemperatuur is de amplitude het kleinst op ongeveer 100° O.L. en op deze lengte ligt dus blijkbaar het gebied of punt dat weinig door den loop der zeestroomen wordt beïnvloed. Ten westen van dit gebied bochten de isobaren naar het Zuiden uit; ten oosten van dit gebied naar het Noorden.

De formules voor den jaarlijkschen gang volgen hier onder:

- | | |
|---|---|
| 1. Roode Zee | $t = 29^{\circ}.3 + 3^{\circ}.23 \cos (nt - 203^{\circ}) + 0^{\circ}.18 \cos (2nt - 166^{\circ})$ |
| 2. Gordel 16° — 19° N. | $t = 26.9 + 1.77 \cos (nt - 203) + 1.09 \cos (2nt - 277)$ |
| 3. Bombay | $t = 26.3 + 1.67 \cos (nt - 163) + 1.50 \cos (2nt - 217)$ |
| 4. Gordel 1° N.— 1° Z. | $t = 27.7 + 0.54 \cos (nt - 98) + 0.17 \cos (2nt - 178)$ |
| 5. Padang | $t = 26.2 + 0.33 \cos (nt - 90) + 0.08 \cos (2nt - 311)$ |
| 6. 0° Z.— 98° O. | $t = 27.7 + 0.57 \cos (nt - 97) + 0.08 \cos (2nt - 50)$ |
| 7. Gordel 18° — 21° Z. | $t = 24.2 + 2.24 \cos (nt - 40) + 0.17 \cos (2nt - 216)$ |
| 8. Mauritius | $t = 23.0 + 3.24 \cos (nt - 13) + 0.16 \cos (2nt - 202)$ |
| 9. Onslow (Austr.) | $t = 24.1 + 6.19 \cos (nt - 10) + 0.42 \cos (2nt - 171)$ |
| 10. Gordel 38° — 41° Z. | $t = 14.1 + 2.41 \cos (nt - 33) + 0.44 \cos (2nt - 49)$ |

In de Roode Zee (1) een uitgesproken enkeljaarlijksche gang met hoogste temperatuur iets vóór half Augustus. Tusschen 12 Mei en 1 Augustus culmineert de zon in dit gebied binnen $5^{\circ}.5$ ten noorden van het toppunt; op genoemde data staat zij in top. De hoogste temperatuur wordt dus bereikt bijna onmiddellijk nadat de zon voor de tweede maal in top stond.

De laagste temperatuur valt begin Februari, dus ongeveer 40 dagen na laagsten zonnestand.

Bij de combinatie Arabische Zee en Golf van Bengalen (2), een duidelijke dubbeljaarlijksche gang, welke evenals in de Roode Zee eene behoorlijke overeenstemming vertoont met die van de watertemperatuur (formules 1 en 2 van de vorige paragraaf).

Het algemeen bekende verschijnsel, dat in een zelfde gebied maxima

en minima der watertemperatuur later vallen dan die van de luchttemperatuur, gaat voor de Arabische Zee en Golf van Bengalen niet door. De luchttemperatuur komt boven deze zeegebieden achter bij de watertemperatuur. De toevoer van het betrekkelijk koude water, afkomstig van de oostkust van Afrika, treedt in deze blijkbaar storend op.

De overeenstemming met den jaarlijkschen gang te Bombay (3) is niet bijzonder sprekend; op deze plaats vallen maxima en minima ruim een maand vroeger dan boven zee op ongeveer dezelfde breedte.

Het eerste maximum van de luchttemperatuur boven zee wordt bereikt begin Juli, een tweede begin November; het eerste maximum begin Maart, een tweede half September. De zon staat in dit gebied 22 December het laagste; de vertraging van het eerste maximum ten opzichte van den zonnestand is dus ongeveer 68 dagen, evenals in de Roode Zee.

In den equatorialen gordel is de jaarlijksche gang evenals die van de watertemperatuur van het gemengde type (4), maar hier evenals in Arabische Zee en Golf van Bengalen vallen de maxima en minima, zooals formules 4 van de luchttemperatuur en 3 van de watertemperatuur ons doen zien, iets voor die van de watertemperatuur. De reden waarom zulks n. o. m. het geval is, werd hierboven uiteen gezet.

Tusschen de afwijkingen van den gordel 1° N.— 1° Z. en die van Padang (5) bestaat eene voldoende overeenstemming. Het eerste maximum valt begin Mei, het weinig beteekenende tweede half November, terwijl half October en December de minima vallen.

Einde Maart en September staat de zon in top; de vertraging ten opzichte van den hoogsten stand in het eerste maximum is dus ongeveer 45 dagen. De invloed van het tweede maximum ziet men in het langgerekte minimum.

In den zuidelijken tropengordel is het beeld van den jaarlijkschen gang weer zuiver enkeljaarlijksch (7). Buitengewoon duidelijk is de overeenkomst met den gang van de watertemperatuur (4). Een zeer voldoende overeenstemming bestaat tusschen den jaarlijkschen gang der temperatuur te Mauritius (8) met dien van den gordel 16° — 19° Z.B. (7), maar heel duidelijk spreekt hier, evenals bij Bombay (3), den noordelijken tropengordel (2) en Onslow (9), het vastelands-effect. Dit vastelands-effect bestaat in het vervroegen van de maxima en minima en eene vergrooting der amplitude; dit laatste komt vooral duidelijk uit bij eene vergelijking der amplituden van den gordel 16° — 19° Z., Mauritius en Onslow, waar deze achtereenvolgens $4^{\circ}.4$, $6^{\circ}.4$ en $12^{\circ}.0$ C bedraagt.

De hoogste temperatuur valt ongeveer 40 dagen nadat de zon in dit gebied voor de tweede maal in top stond, het minimum eind Augustus, dus ongeveer 65 à 70 dagen na laagsten zonnestand.

In den gordel op 40° Z.B. valt de hoogste temperatuur half Februari, de laagste begin September; de gang is overwegend enkeljaarlijksch van karakter.

22 December en 22 Juni staat de zon het hoogste en laagste; de vertraging ten opzichte van hoogste en laagste zonnestand is dus 55 en 70 dagen.

Uit de hierboven gegeven getallen blijkt wel dat de temperatuur der lucht boven zee in hooge mate beïnvloed wordt door de temperatuur van het water, hetgeen vooral duidelijk te voorschijn komt in de vertraging ten opzichte van hoogsten en laagsten zonnestand bij het bereiken der maxima en minima.

Als slot hiernaast een tabel met de gemiddelde temperatuur van water en lucht voor gordels over den Oceaan, welke 2° breed zijn; de gordels zijn aangegeven door hun hoogste noorder- of zuiderbreedte.

4. *Dagelijksche gang der temperatuur van het water en de lucht en frequentie der verschillende temperaturen.*

In de eerste plaats stellen wij hier de vraag: zijn de waarnemingen in het algemeen, vooral die van de luchttemperatuur, nauwkeurig genoeg om daaruit den dagelijkschen gang te berekenen?

Br. N./Z.	Gemidd. temperatuur.			
	Januari.		Juli.	
	W.	L.	W.	L.
20°	25°.2	24°.7	27°.5	28°.0
18	25.5	25.1	27.3	28.1
16	25.8	25.6	27.3	27.3
14	26.1	26.0	27.4	27.8
12	26.4	26.4	27.4	27.8
10	26.9	26.7	27.1	27.4
8	27.0	26.9	27.3	27.5
6	27.2	27.1	27.3	27.5
4	27.3	27.2	27.6	27.6
2	27.4	27.3	27.7	27.4
2	27.5	27.4	27.5	27.1
4	27.6	27.4	27.2	26.9
6	27.7	27.4	26.9	26.7
8	27.8	27.4	26.4	26.3
10	27.9	27.6	26.2	26.1
12	27.7	27.5	25.9	25.7
14	27.4	27.5	25.6	25.2
16	27.1	27.0	25.1	24.5
18	26.7	26.6	24.3	23.6
20	26.2	26.1	23.5	22.7
22	25.6	25.6	22.6	21.6
24	24.9	24.9	21.8	20.8
26	24.3	24.3	21.0	20.1
28	23.6	23.5	20.1	19.2
30	22.6	22.6	19.0	18.3
32	21.4	21.5	17.6	17.1
34	20.2	20.5	16.4	16.0
36	18.8	18.8	15.4	14.8
38	17.5	17.5	14.5	13.8
40	16.0	16.0	13.2	12.7
42	14.1	14.2	11.6	11.4
44	11.8	12.2	9.8	10.0
46	9.6	10.2	8.0	8.4
48	7.7	8.5	6.3	7.0
50	6.3	7.3	5.0	5.6

Storende invloeden zijn er aan boord meer dan genoeg en in de eerste plaats moet daaronder de straling genoemd worden. Er wordt echter aan boord van de Nederlandsche schepen zooveel mogelijk voor gezorgd de thermometers, die nooit in thermometerkooien zijn geplaatst, vrij te houden van directe zonnestraling. Verder hangt de thermometer behoorlijk vrij van schotwerk. Tusschen het schotwerk en den thermometer bevindt zich steeds eenige ruimte en een houten plankje, zoodat ook de uitstraling van het schot geen grooten invloed zal hebben. Er blijft dus over de straling van het dek en de daarboven uitstekende deelen van den bovenbouw, die in haar nadeelige werking getemperd wordt door een meestentijds krachtige ventilatie. De thermometers hebben dus geen ideale opstelling, maar wanneer wij mogen vertrouwen op de zorgzaamheid en de plichtsbetrachting van de waarnemers, waarvan wij in het algemeen een zeer goeden indruk hebben, behoeft de stralingsfout niet bijzonder groot te zijn.

Het Meteorologisch Instituut heeft beproefd de waarnemingen aan boord door middel van slingerthermometers te controleeren.

Dit geschiedde gedurende een tweetal reizen van het stoomschip „Rembrandt” der Stoomvaartmaatschappij Nederland en wel op het traject Aden—Sabang, heen en terug.

Tusschen 16 November 1914 en 8 Januari 1915 werden met den slingerthermometer (S.) en den gewonen scheepsthermometer (T.) de volgende gemiddelden gevonden op de daarbij vermelde waarnemingsuren:

Tijd.	M.	4 p.	8 p.	m.	4a.	8a.
S.	26 ^o .98	27.16	26.69	26.36	26.26	26.46
T.	26.98	27.26	26.83	26.51	26.39	26.63

Waaruit de volgende formules voor den dagelijkschen gang volgen:

$$t_s = 26^{\circ}.65 + 0^{\circ}.45 \cos (nt - 46^{\circ}) + 0^{\circ}.08 \cos (2nt - 77^{\circ})$$

$$t_T = 26.76 + 0.41 \cos (nt - 49) + 0.07 \cos (2nt - 129)$$

Voor het tijdvak 8 Maart—29 April 1915 werd gevonden:

Tijd.	M.	4 p.	8 p.	m.	4 a.	8 a.
S.	28 ⁰ .09	28.31	28.05	27.58	27.42	27.48
T.	27.89	28.11	27.95	27.61	27.33	27.37

waaruit:

$$t_s = 27^{\circ}.82 + 0^{\circ}.48 \cos (nt - 62^{\circ}) + 0^{\circ}.06 \cos (2nt - 76^{\circ})$$

$$t_T = 27.71 + 0.40 \cos (nt - 72^{\circ}) + 0.05 \cos (2nt - 41^{\circ})$$

Bij beide groepen zien wij dat de amplitude volgens de waarnemingen met den slingerthermometer iets grooter is dan bij die volgens den gewonen thermometer; men zou het omgekeerde moeten verwachten, waar stralingsfouten een belangrijke rol spelen.

Het bovenstaande versterkt het vertrouwen in de nauwkeurigheid der waarnemingen zooals die aan boord worden verricht en het wettigt de overtuiging dat zij nauwkeurig genoeg zijn om daaruit den dagelijkschen gang van de luchttemperatuur, dus zeker ook van de watertemperatuur, te kunnen afleiden.

Aangezien alleen gemiddelden van beide temperaturen ons niets leeren omtrent de strooiing of spreiding der waarnemingen, zijn zoo-genaamde „frequentietabellen der temperatuur” samengesteld opklimmend met geheele graden. Onder 20° zijn geboekt alle waarnemingen van 19°.5 tot en met 20°.4 en voor elke waarnemingstermijn is, voor het gemakkelijk overzicht, evenals bij de samenvatting onder het hoofd „Dag”, het aantal waarnemingen op 1000 herleid.

Onder elke kolom staat de gemiddelde temperatuur voor het oogenblik van waarneming.

Aan het hoofd der tabellen volgt achter de maand het aantal beschikbare waarnemingen.

Moessongebied. 5°—14° N./50°—59° O.

Januari. Water.

Beschikbaar waren 5300 waarnemingen tusschen 21°—29°; van deze vielen 46 % op 25°, 3 % op 23° en 5 % op 27°.

Buiten het gebied 23° tot 27° viel 1 % der waarnemingen; de spreiding is dus zeer gering.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $24^{\circ}.8$ en $26^{\circ}.6$. De gemiddelde temperatuur bedraagt $25^{\circ}.09$; de formule voor den dagelijkschen gang is:

$$t_2 = 25^{\circ}.09 + 0^{\circ}.24 \cos (nt - 43^{\circ}) + 0^{\circ}.07 \cos (2nt - 75^{\circ}) \dots$$

Januari. Lucht.

Voor de luchttemperatuur waren beschikbaar 5317 waarnemingen tusschen 20° en 32° ; van deze vielen 35 % op 25° , 1 % op 22° en 3 % op 28° . Binnen het gebied 22° tot 28° viel 99 % der waarnemingen; de spreiding is dus iets grooter dan bij de watertemperatuur, maar toch nog zeer gering.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $24^{\circ}.8$ en $26^{\circ}.9$.

De gemiddelde temperatuur is $25^{\circ}.22$ en de formule voor den dagelijkschen gang luidt:

$$t_1 = 25^{\circ}.22 + 0^{\circ}.51 \cos (nt - 37^{\circ}) + 0^{\circ}.09 \cos (2nt - 12^{\circ}).$$

Juli. Water.

Beschikbaar waren 4196 waarnemingen, vallende tusschen 17° en 32° ; van deze vielen 25 % op 25° , 1 % op 19° en 1 % op 31° . Binnen het gebied 19° tot 31° viel 99 % der waarnemingen.

Het type der frequentiekrommen voor de watertemperatuur in Januari en Juli loopt sterk uiteen; in Januari een scherpe top, in Juli is deze vlak en het bestreken gebied is in Juli bijna tweemaal zoo groot als in Januari.

Een en ander wordt veroorzaakt door:

- a. het opkomend dieptewater bij Guardafui; dit verlengt het temperatuurgebied naar de zijde der lage temperaturen van 21° tot 17° ;
- b. de overgang tot het zomerseizoen; dit verlengt het temperatuurgebied naar de zijde der hoge temperaturen van 29° tot 32° .

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $24^{\circ}.3$ en $26^{\circ}.8$.

De gemiddelde temperatuur is $25^{\circ}.30$ en de formule voor den dagelijkschen gang:

$$t_2 = 25^{\circ}.30 + 0^{\circ}.21 \cos (nt - 13^{\circ}) + 0^{\circ}.01 \cos (2nt - 83^{\circ}).$$

Juli. Lucht.

Beschikbaar waren 4194 waarnemingen binnen de grenzen 20° en 34° , van deze vielen 24 % op 26° , 2 % op 22° en 2 % op 32° ; binnen het gebied 22° tot 32° viel 98 % der waarnemingen.

De spreiding is dus maar weinig grooter dan in Januari, maar de frequentie-kromme is veel vlakker en vooral naar de zijde der hooge temperaturen verschoven, als gevolg van het zomerseizoen.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $25^{\circ}.6$ en $27^{\circ}.8$.

De gemiddelde temperatuur is $26^{\circ}.26$ en de formule voor den dagelijkschen gang luidt:

$$t_1 = 26^{\circ}.26 + 0^{\circ}.59 \cos (nt - 24^{\circ}) + 0^{\circ}.05 \cos (2nt - 30^{\circ}).$$

Het groote verschil in de temperatuur van het water en de lucht ten gunste van laatstgenoemde komt weer op rekening van het opkomende dieptewater, dat natuurlijk de watertemperatuur het sterkst verlaagt.

Passaatgebied. 10° — 19° Z./ 80° — 89° O.

Januari. Water.

Er waren beschikbaar 1375 waarnemingen, vallend tusschen 22° en 30° ; 28 % der waarnemingen viel zoowel op 26° als op 27° , 2 % op 23° en 3 % op 29° . Binnen het gebied 23° tot 29° viel dus 99 % der waarnemingen en de spreiding is dus zeer klein.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $25^{\circ}.4$ en $27^{\circ}.7$.

De gemiddelde temperatuur is $26^{\circ}.21$ en de formule voor den dagelijkschen gang:

$$t_2 = 26^{\circ}.21 + 0^{\circ}.25 \cos (nt - 25^{\circ}) + 0^{\circ}.06 \cos (2nt - 348^{\circ}).$$

Januari. Lucht.

Beschikbaar waren 1658 waarnemingen binnen de grenzen 21° en 32° ; hiervan vielen 32 % op 26° , 2 % op 23° en 1 % op 30° . Binnen het gebied 23° tot 30° viel 99 % der waarnemingen; de spreiding is dus iets grooter dan bij de watertemperatuur, maar toch zeer gering.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $25^{\circ}.4$ en $27^{\circ}.0$.

De gemiddelde temperatuur bedraagt $26^{\circ}.22$, de formule voor den dagelijkschen gang is:

$$t_1 = 26^{\circ}.22 + 0^{\circ}.78 \cos (nt - 14^{\circ}) + 0^{\circ}.30 \cos (2nt - 342^{\circ}).$$

Juli. Water.

Beschikbaar waren 1711 waarnemingen tusschen 21° en 29° ; 30 % der waarnemingen viel op 25° , 2 % op 22° en 1 % op 28° . Binnen het gebied 22° tot 28° viel dus 99 % der waarnemingen en de spreiding is dus klein.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $23^{\circ}.0$ en $26^{\circ}.4$.

De gemiddelde temperatuur bedraagt $24^{\circ}.86$ en de formule voor den dagelijkschen gang luidt:

$$t_z = 24^{\circ}.86 + 0^{\circ}.16 \cos (nt - 33^{\circ}) + 0^{\circ}.03 \cos (2nt - 60^{\circ}).$$

Juli. Lucht.

Er waren beschikbaar 1892 waarnemingen, schommelend tusschen 19° en 29° ; van deze vielen 29 % op 24° , 3 % op 21° en 1 % op 28° ; zoodat 99 % der waarnemingen binnen de grenzen 21° tot 28° valt, de spreiding is dus ook hier klein.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $22^{\circ}.3$ en $26^{\circ}.2$.

De gemiddelde temperatuur is $24^{\circ}.46$ en de formule voor den dagelijkschen gang:

$$t_1 = 24^{\circ}.46 + 0^{\circ}.39 \cos (nt - 22^{\circ}) + 0^{\circ}.09 \cos (2nt - 2^{\circ}).$$

Westenwindgebied. 35° — 44° Z./ 70° — 79° O.

Januari. Water.

Er waren beschikbaar 1966 waarnemingen, vallende tusschen 9° en 21° ; van deze vielen 18 % op 16° , 1 % op 10° en 2 % op 20° . Binnen het gebied 10° tot 20° viel 99 % der waarnemingen en de frequentie-kromme heeft een vlakken top. De spreiding is vrij groot.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $10^{\circ}.6$ en $17^{\circ}.6$.

De gemiddelde temperatuur is $15^{\circ}.46$ en de formule voor den dagelijkschen gang luidt:

$$t_z = 15^{\circ}.46 + 0^{\circ}.24 \cos (nt - 32^{\circ}) + 0^{\circ}.04 \cos (2nt - 315^{\circ}).$$

Januari. Lucht.

Beschikbaar waren 2107 waarnemingen tusschen de grenzen 8° en 25° ; 16 % viel op 15° en 16° , 1 % op 10° en 1 % op 22° . Binnen het gebied 10° tot 22° viel 99 % der waarnemingen. De frequentie-kromme heeft een vlakken top en de spreiding is evenals bij de watertemperatuur vrij groot.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $10^{\circ}.9$ en $17^{\circ}.7$. De gemiddelde temperatuur is $15^{\circ}.97$ en de formule voor den dagelijkschen gang:

$$t_1 = 15^{\circ}.97 + 0^{\circ}.79 \cos (nt - 36^{\circ}) + 0^{\circ}.11 \cos (2nt - 77^{\circ}).$$

Juli. Water.

Er waren 2050 waarnemingen beschikbaar binnen de grenzen 6° en 16° ; van deze vielen 34 % op 13° , 1 % op 8° en 3 % op 15° , binnen het gebied 8° tot 15° viel 98 % der waarnemingen.

De spreiding is dus niet groot en veel kleiner dan in Januari, terwijl de frequentie-kromme erg onsymmetrisch is.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $9^{\circ}.3$ en $13^{\circ}.4$.

De gemiddelde temperatuur bedraagt $12^{\circ}.31$, de formule voor den dagelijkschen gang is:

$$t_1 = 12^{\circ}.31 + 0^{\circ}.07 \cos (nt - 355^{\circ}) + 0^{\circ}.07 \cos (2nt - 0^{\circ}).$$

Juli. Lucht.

Beschikbaar waren 2350 waarnemingen tusschen de grenzen 4° en 19° ; van deze viel 19 % op 12° en 13° , 1 % op 6° en 1 % op 16° , binnen het gebied 6° tot 16° viel 99 % der waarnemingen. De spreiding is dus kleiner dan in Januari en de frequentie-kromme is weer onsymmetrisch.

Volgens de kaart schommelt de temperatuur tusschen $9^{\circ}.2$ en $13^{\circ}.1$.

De gemiddelde temperatuur bedraagt $11^{\circ}.85$ en de formule voor den dagelijkschen gang luidt:

$$t_1 = 11^{\circ}.85 + 0^{\circ}.21 \cos (nt - 69^{\circ}) + 0^{\circ}.11 \cos (2nt - 337^{\circ}).$$

Voor de drie beschouwde gebieden werd ook de gemiddelde bewolking en de windkracht berekend, ten einde in onderlingen samenhang met die gegevens de amplitude van water en luchttemperatuur te beschouwen.

In het gebied 5° — 14° N./ 50° — 59° O. werd gevonden:

Januari bewolking 4.0, wind 3.4, ampl. water $0^{\circ}.52$, lucht $0^{\circ}.99$

Juli " 3.5, " 6.0, " " 0.43, " 1.06;

in het gebied 10° — 19° Z./ 80° — 89° O.:

Januari bewolking 4.6, wind 4.4, ampl. water $0^{\circ}.54$, lucht $1^{\circ}.80$

Juli " 6.0, " 5.4, " " 0.25, " 0.80;

en in het gebied 35° — 44° Z./ 70° — 79° O.:

Januari bewolking 6.5, wind 4.8, ampl. water $0^{\circ}.51$, lucht $1^{\circ}.31$

Juli " 6.4, " 5.9, " " 0.24, " 0.48.

Deze gegevens kunnen worden aangevuld met die van een vorig onderzoek ¹⁾ in het gebied 2° — 5° N./ 86° — 89° O.

¹⁾ Kon. Ned. Met. Instituut. N^o. 102. Mededeelingen en Verhandelingen 18.
P. H. GALLÉ. Luft- und Wassertemperatur im Indischen Ozean. I. Tägliche Periode.
II. Verhältnis von Luft- und Wassertemperatur.

Daar werd gevonden:

Maand.	Amplitude.		Bewolking.	Wind m/s.	Afwijkingen.			
	Water.	Lucht.			A. W.	A. L.	Bew.	Wind.
Januari. . .	0 ^o .42	0 ^o .90	5.7	4.7	-0 ^o .01	-0 ^o .07	0.0	-0.5
Februari . .	0.44	1.01	5.4	4.6	+0.01	+0.04	-0.3	-0.6
Maart . . .	0.54	1.13	4.9	3.6	+0.11	+0.16	-0.8	-1.6
April . . .	0.55	1.20	5.4	3.9	+0.12	+0.23	-0.3	-1.3
Mei	0.44	0.92	5.8	5.8	+0.01	-0.05	+0.1	+0.6
Juni	0.42	0.92	5.9	6.4	-0.01	-0.05	+0.2	+1.2
Juli	0.41	0.96	5.9	6.6	-0.02	-0.01	+0.2	+1.4
Augustus . .	0.40	1.06	5.9	6.3	-0.03	+0.09	+0.2	+1.1
September .	0.34	0.78	6.0	6.5	-0.09	-0.19	+0.3	+1.3
October . .	0.28	0.92	6.4	5.1	-0.15	-0.05	+0.7	-0.1
November .	0.48	0.96	5.8	4.8	+0.05	-0.01	+0.1	-0.4
December .	0.48	0.92	5.7	4.6	+0.05	-0.05	0.0	-0.6

Uit de bovenstaande gegevens blijkt, dat in het algemeen positieve afwijkingen in de bewolking en windkracht gepaard gaan met negatieve afwijkingen in de amplituden van dagelijkschen gang van water- en luchttemperatuur.

In de hiervoor aangehaalde Verhandeling is deze vraag nader onderzocht, waarbij het echter niet mogelijk bleek het verband dat onmiskenbaar bestaat in een formule vast te leggen, of de factoren wind en bewolking te splitsen.

Het verband tusschen de bovengegeven afwijkingen in de amplituden in den dagelijkschen gang van de watertemperatuur en die van de bewolking en windkracht is door middel van de correlatiemethode numeriek aan te geven.

Voor de partieele correlatiefactoren amplitude-bewolking $r_{1,2}$, en amplitude-windsnelheid $r_{1,3}$, werd achtereenvolgens gevonden:

$$r_{1,2} = -0.834$$

$$r_{1,3} = -0.630$$

terwijl de algemeene correlatiefactor is:

$$r_{1,2,3} = -0.900.$$

5. *Verskil tusschen de temperatuur van lucht en water.* (Fig. 8 en 9.)1. *Algemeene beschouwingen.*

De zeeën van Nederlandsch Oost-Indië zijn in hetgeen volgt buiten beschouwing gelaten, omdat zij niet behooren tot den Indischen Oceaan.

In Januari zijn per vierkant twee-graadsvak de verschillen gemiddeld kleiner dan in Juli. Het meest zuidwestelijke deel van den oceaan maakt hierop eene uitzondering; daar is in Januari van 42° Z.B. af de lucht $1^{\circ}.0$ tot $2^{\circ}.5$ warmer dan het water.

Aan de zuidwestkust van Australië is de lucht $1^{\circ}.8$ tot $1^{\circ}.5$ kouder dan het water.

In Januari is, over den geheelen oceaan gerekend, de lucht per twee-graadsvak gemiddeld $0^{\circ}.03$ warmer dan het water.

In Juli is in het zuidwestelijk deel van den oceaan het verschil ten gunste van de luchttemperatuur kleiner geworden en schommelt tusschen $1^{\circ}.0$ en $1^{\circ}.9$; in het noordwestelijk deel werd hetzelfde verschil grooter en bedraagt $1^{\circ}.0$ tot $1^{\circ}.7$. Aan de westkust van Australië is een groot gebied ontstaan, waarboven de lucht van $1^{\circ}.0$ tot $2^{\circ}.5$ kouder is dan het water.

Vergeleken bij Januari zijn de overschotten ten gunste van de luchttemperatuur in het algemeen gedaald, die ten gunste van de watertemperatuur iets gestegen, zoodat gemiddeld per twee-graadsvak het overschot ten gunste van de watertemperatuur $0^{\circ}.24$ is geworden.

In het algemeen blijkt wel uit het geringe gemiddeld verschil, dat de luchttemperatuur in hoofdzaak bepaald wordt door de watertemperatuur, terwijl de directe verwarming van de lucht en het eigen warmteverlies door straling op den achtergrond treedt.

Vershillen tusschen de temperaturen van lucht en water worden veroorzaakt door bijzondere omstandigheden, waarbij snelheids- en richtingsverschil der beweging van lucht en water een voorname plaats bekleedt. Overigens zal de verandering der luchttemperatuur door directe verwarming iets vóór zijn, door contact met het water iets achter blijven bij die van het water.

Aangezien in het beschouwde gebied het zuidelijk halfrond overweegt, zal dus in Juli, wanneer de luchttemperatuur daar eerder haar minimum bereikt dan het water, over het geheele gebied een klein overschot ten gunste van het water kunnen ontstaan. Bij de geringe gemiddelde verschillen zal echter een wijziging van de verhouding der oppervlakken,

waar belangrijke afwijkingen van den algemeenen regel voorkomen, op het algemeen gemiddelde van invloed zijn.

In gebieden waar de water- zoowel als de luchtbeweging zwak is, zal men dus geringe verschillen moeten vinden. Dit is het geval bij de sub-tropische centra van hoogen druk; in Januari ligt de kern van dit gebied op $\pm 35^{\circ}$ Z.B. tusschen 70° en 90° O.L., in Juli op $\pm 30^{\circ}$ Z.B. tusschen 50° en 85° O.L.. Men vindt in deze gebieden nu eens een luchttemperatuur die hooger is dan die van het water, dan weer een lagere luchttemperatuur, soms zijn zij gelijk en in het algemeen zijn de verschillen klein.

2. Januari.

Er zijn eenige gebieden die de aandacht trekken door overwegende overeenstemming der verschillen, welke gebieden hieronder zullen worden behandeld.

a. Een gebied met overwegend dezelfde lucht- en watertemperatuur tusschen 10° en 25° Z.B. dat zich tusschen 52° en 110° O.L. in west-zuidwestelijke tot oostnoordoostelijke richting over den oceaan uitstrekt.

Eene beschouwing van kaarten 4 en 6 uit 29a laat ons een algemeene lucht- en waterbeweging zien uit of naar vrijwel dezelfde richting en waar dit het geval is, moet het verschil in temperatuur zoo klein mogelijk zijn, waarmede het zeer groot aantal nullen in uitmuntende overeenstemming is.

b. Ten noorden van dit gebied is de lucht overwegend kouder dan het water, behalve bij de noordoostkust van Afrika.

Kaart 4 en 6 toonen ons, dat de lucht zich overwegend van hooger naar lager breedte beweegt, het water stroomt in banen of evenwijdig aan de parallellen of naar het Noorden zooals in de Golf van Bengalen.

In de Golf van Bengalen vindt men dan ook iets grooter verschillen ten gunste van de watertemperatuur.

De gemiddelde luchtbeweging over het geheele gebied uit het Noordoosten is op 3 à 4 m. p. s. te stellen. Dit geeft dus eene beweging van de lucht naar het Zuiden van 2.5 m. p. s., terwijl het water bij zijn beweging gemiddeld niet van breedte verandert.

Het gemiddeld verschil ten gunste van de watertemperatuur, waarbij geen rekening is gehouden met de positieve verschillen onder de Afrikaansche kust, bedraagt $0^{\circ}.3$.

c. Het gebied onder de Afrikaansche noordoostkust, waar de lucht warmer is dan het water, hetwelk omgeven is door het onder b besproken gebied.

Wij hebben hier te maken met het restant van een verschijnsel, dat onder Juli uitvoerig zal worden behandeld.

d. Bij Kaap Leeuwin ligt een gebied waar de lucht overwegend kouder is dan het water. Beide stroomen van Zuid naar Noord, maar het luchttransport is veel sneller dan dat van het water; de lucht beweegt zich met een snelheid van ongeveer 6 m. p. s., het water met 0.1 m. p. s..

Het gemiddelde temperatuurverschil tot 100° O.L. bedraagt 0° 6.

e. In het zuidwestelijk deel van den oceaan vindt men tusschen 44° en 50° Z.B. en 20° tot 70° O.L. een gebied waar de lucht belangrijk warmer is dan het water en het verschil oploopt tot ruim 2°.

De gemiddelde luchtbeweging is uit het Noordwesten met een gemiddelde snelheid van 4.8 m. p. s., dit geeft per seconde eene gemiddelde verplaatsing naar het Zuiden van 3.39 meter. De gemiddelde waterbeweging is in oostnoordoostelijke richting, snelheid 10 mijl per etmaal, dus een beweging naar het Noorden van 0.09 m. p. s..

Relatief is dus de zuidwaartsche beweging van de lucht 3.48 m. p. s.; het gemiddelde verschil in temperatuur is 1° 5.

f. Langs de zuidoostkust van Afrika voert de Agulhasstroom het water met een snelheid van 30 mijl per etmaal of 0.66 m. p. s. naar het Zuidwesten; de lucht verplaatst zich gemiddeld met een snelheid van 1.00 m. p. s. naar het Noorden; de relatieve snelheid is dus 1.46 m. p. s., terwijl het verschil in temperatuur 0° 5 bedraagt.

3. Juli.

a. Opvallend is over den geheelen oceaan het groot aantal vakken waar de lucht kouder is dan het water. Van 30° Z.B. af beweegt de lucht zich in noordelijke richting, dus naar het gebied van hoogste temperatuur, dat zich ten Noorden van 10° Z.B. bevindt. Het water beweegt zich of in banen evenwijdig aan de parallellen en in de noordelijke helft van de oceaan gedeeltelijk zuidwaarts. Dit verklaart afdoende het temperatuurverschil ten gunste van het water.

b. Een uitzondering maakt een groot gebied langs de Afrikaansche noordoostkust en in de Arabische Zee, welk gebied zich zuidoostelijk van Ceylon uitstrekt.

Wel komt de lucht hier met groote snelheid uit het zuidzuidwesten en beweegt het water zich naar het Oosten en oostzuidoostwaarts, zoodat à priori een tegengesteld verschil te verwachten is, maar andere oorzaken, die een verschil ten gunste van de luchttemperatuur teweegbrengen, zijn

in het spel. De noordoost- en oostgaande stroom langs de noordoostkust van Afrika is zeer sterk en loopt van de kust af; hij kan in zijn rug niet voldoende gevoed worden door oppervlaktewater, zoodat water uit de diepte ter compensatie toestroomt. Dit water heeft een betrekkelijk lage temperatuur en is elk zeevarende bekend niet alleen door zijn temperatuur, maar ook door de z.g. koraallucht en vuil groene kleur. Het doet zooals reeds is gezegd zijn invloed ver naar het Oosten gelden en in onze wintermaanden vinden wij dicht bij de kust blijkbaar nog een rest van dit zomerverschijnsel (c. Januari).

c. Bij de westkust van Australië vinden wij een groot temperatuurverschil ten gunste van het water.

De lucht beweegt zich ten noorden van 30° Z.B. naar het Noordwesten, het water dicht onder de kust naar het Zuiden, verder op in den oceaan naar het Oosten, waardoor het verschil kwalitatief wordt verklaard. Numerieke waarden voor de relatieve bewegingen zijn hier moeilijk te geven, het feit dat de verschillen grooter zijn geworden wordt voor een deel ook veroorzaakt door de eigenschap van het water dat het door uitstraling zijn warmte langzamer verliest dan de lucht.

d. Langs de zuidoostkust van Afrika voert de Agulhasstroom het water wederom met ruim 30 mijl snelheid per etmaal naar het Zuidwesten, de lucht verplaatst zich in hoofdzaak naar het Oosten en heeft gedeeltelijk een weg over het land afgelegd en is daar kouder geworden, wat gedeeltelijk het grooter verschil — vergeleken bij Januari — ten gunste van het water verklaart.

e. In het zuidwestelijk deel van den oceaan is de lucht warmer gebleven dan het water, de relatieve verplaatsing van lucht en water bleef vrijwel hetzelfde, maar het verschil tusschen lucht- en watertemperatuur werd kleiner, iets dat waarschijnlijk (evenals onder c. Juli) als een wintereffect te beschouwen is.

Uit de onder Januari gegeven getallen blijkt wel dat kwalitatief de relatieve bewegingen eene verklaring geven, doch niet quantitatief, zoodat ook andere oorzaken in het spel moeten zijn.

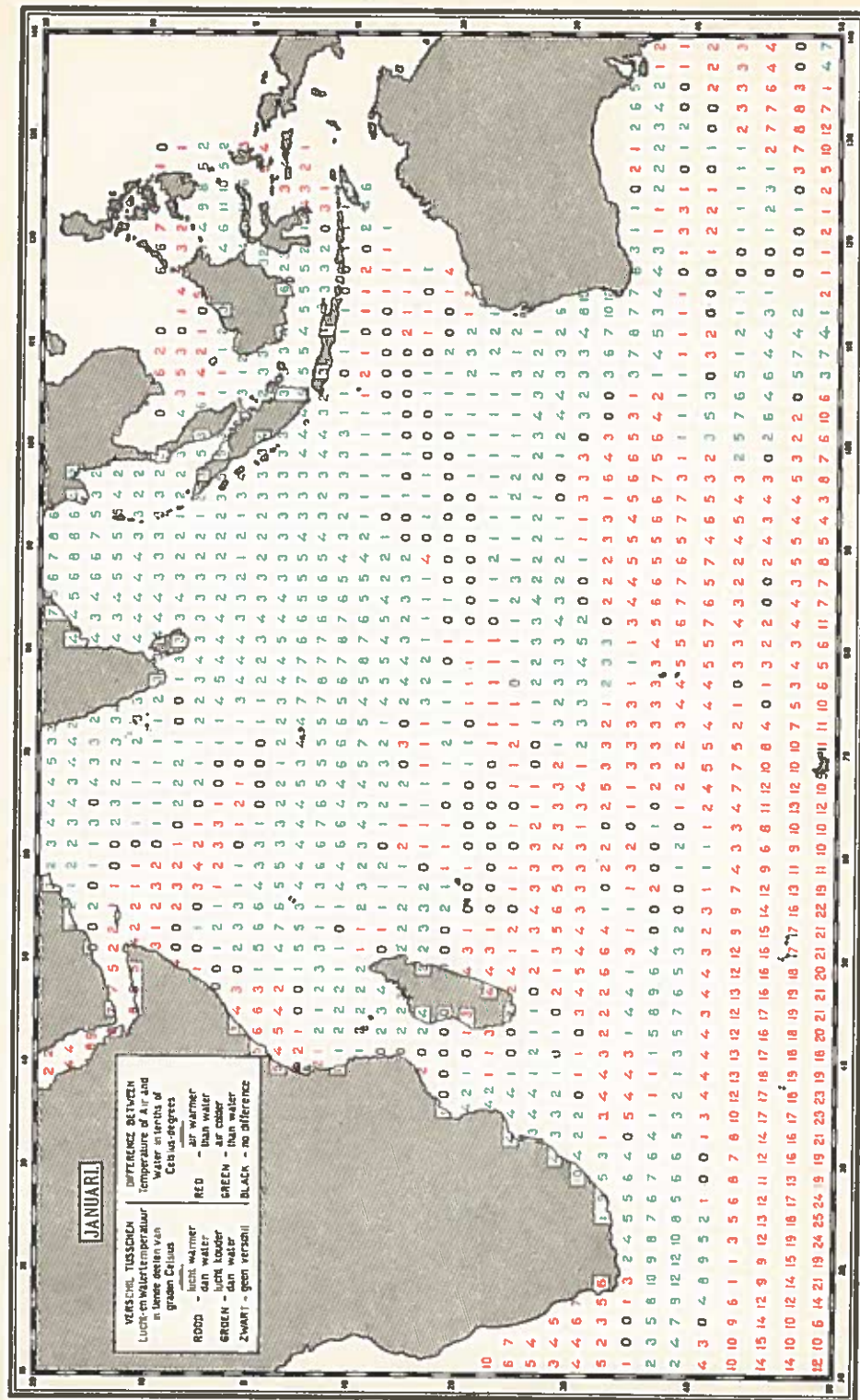


Fig. 8. Januari.

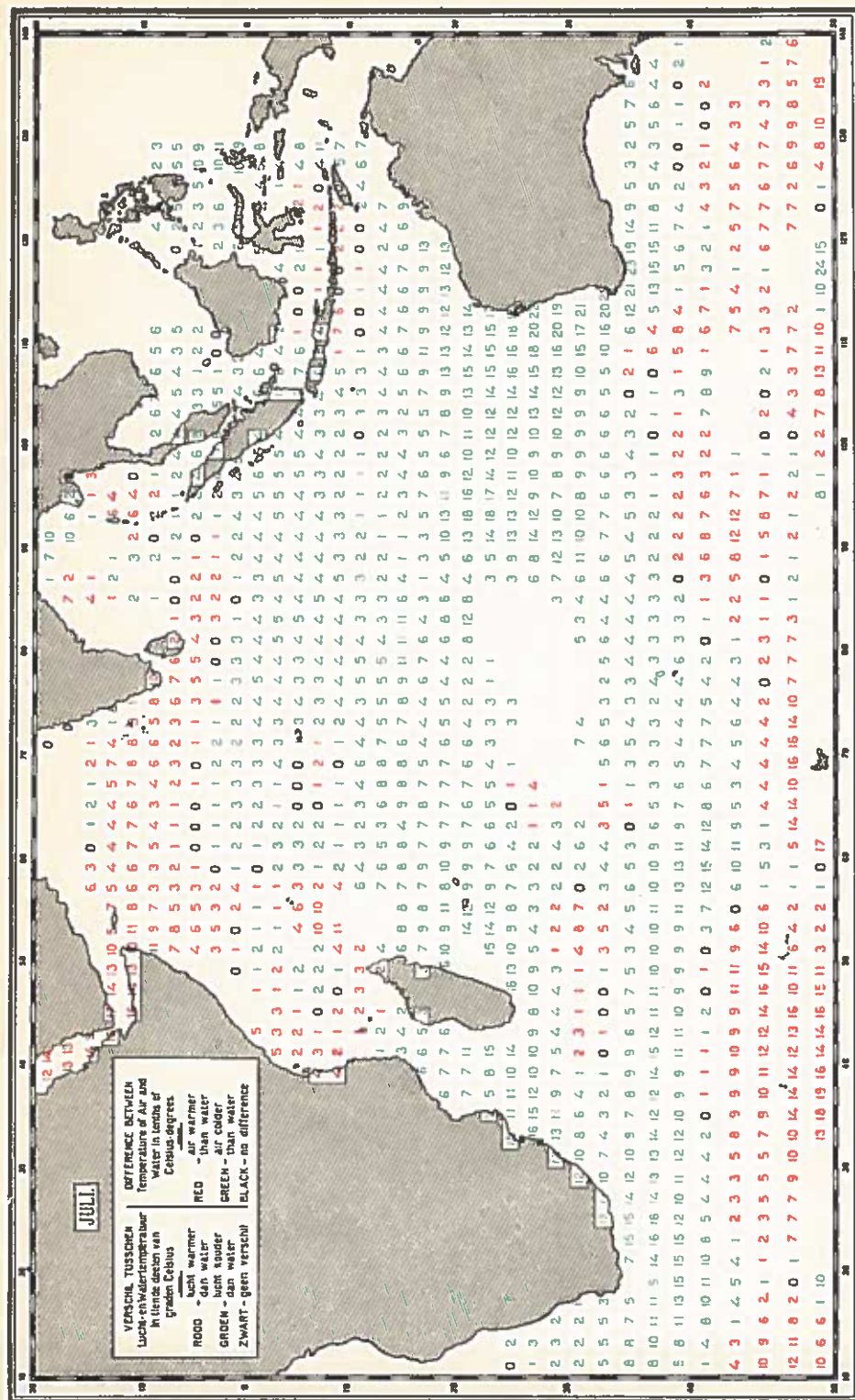


Fig. 9. Juli.

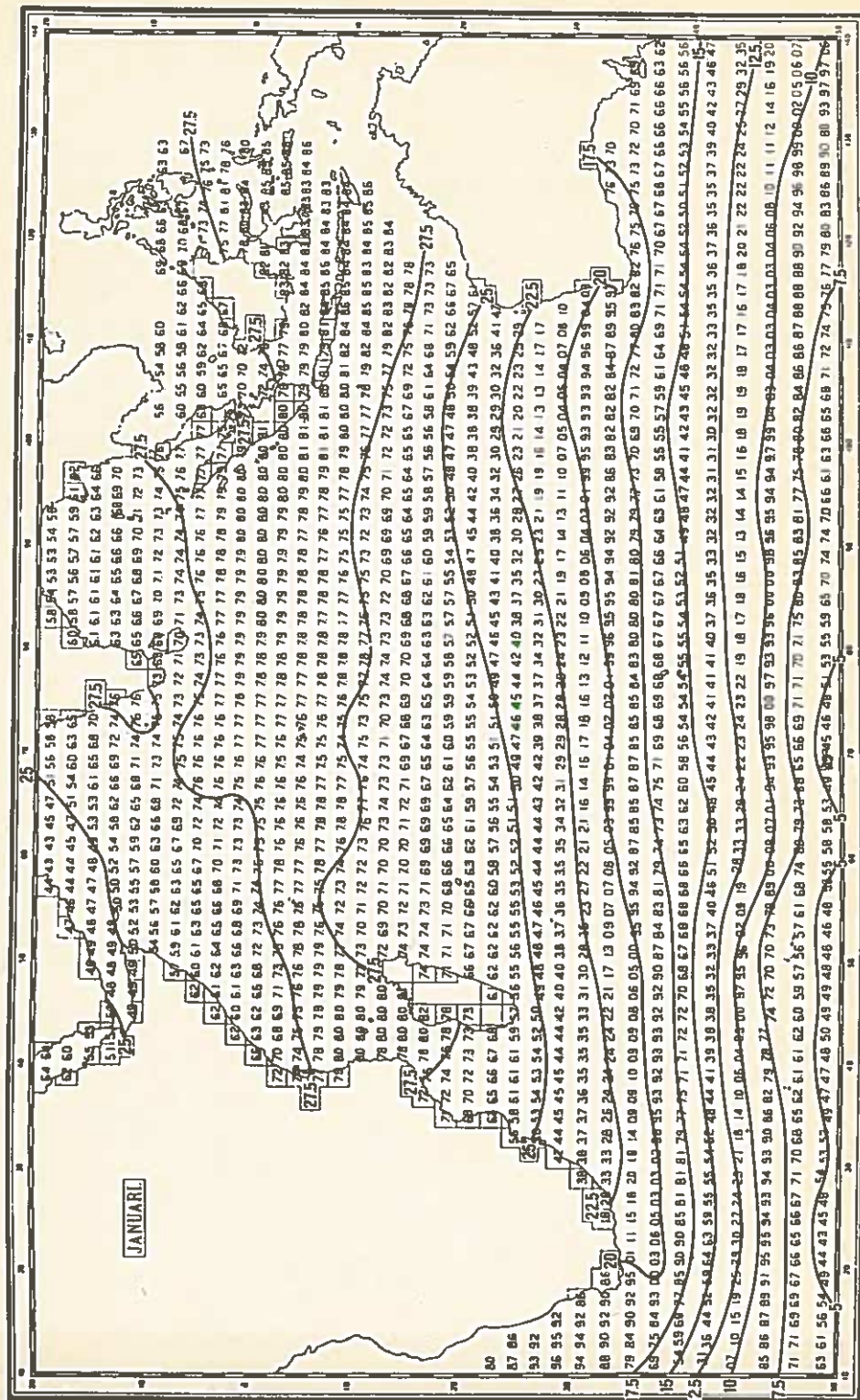


Fig. 10. Isotherms

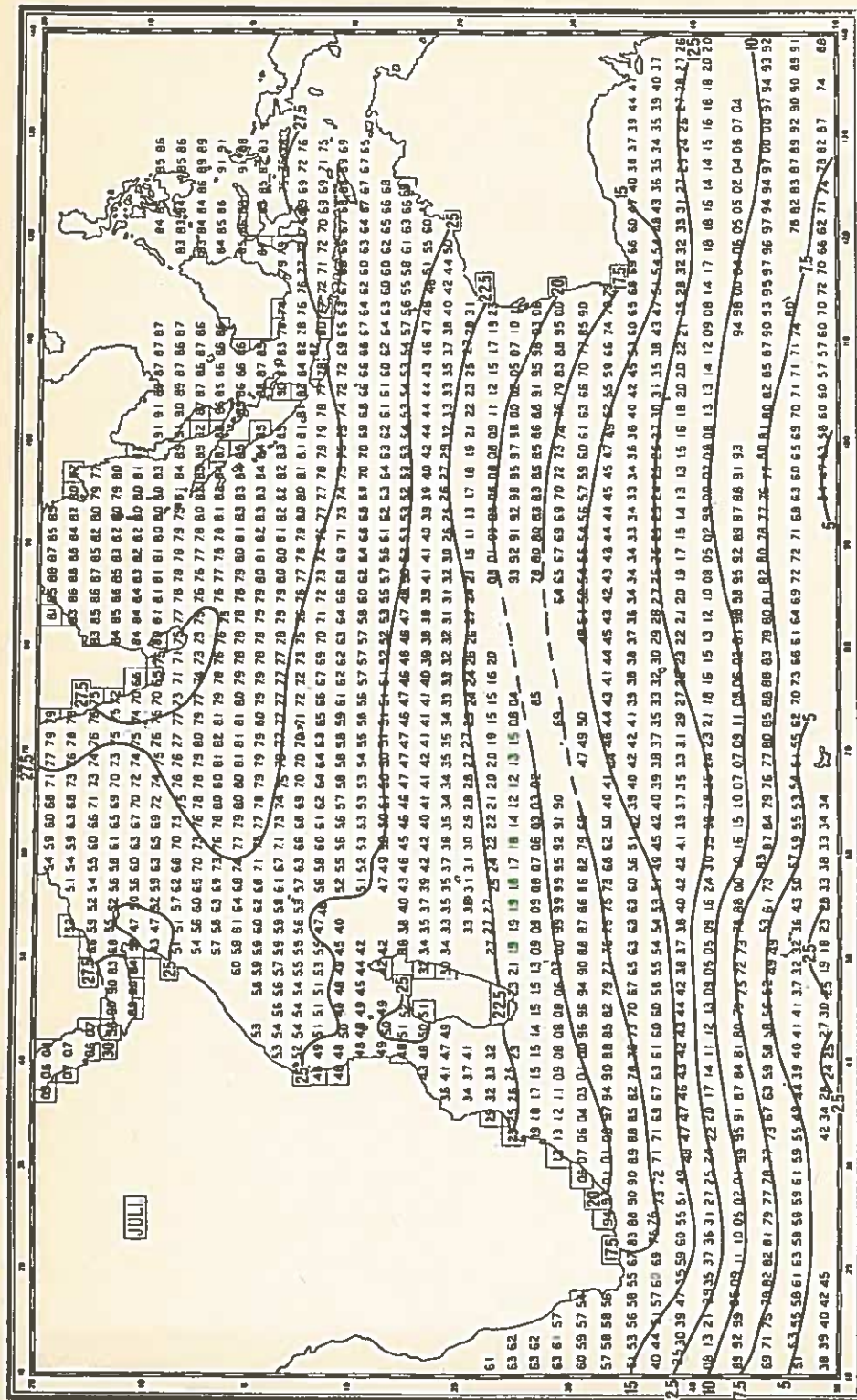


Fig. 11.

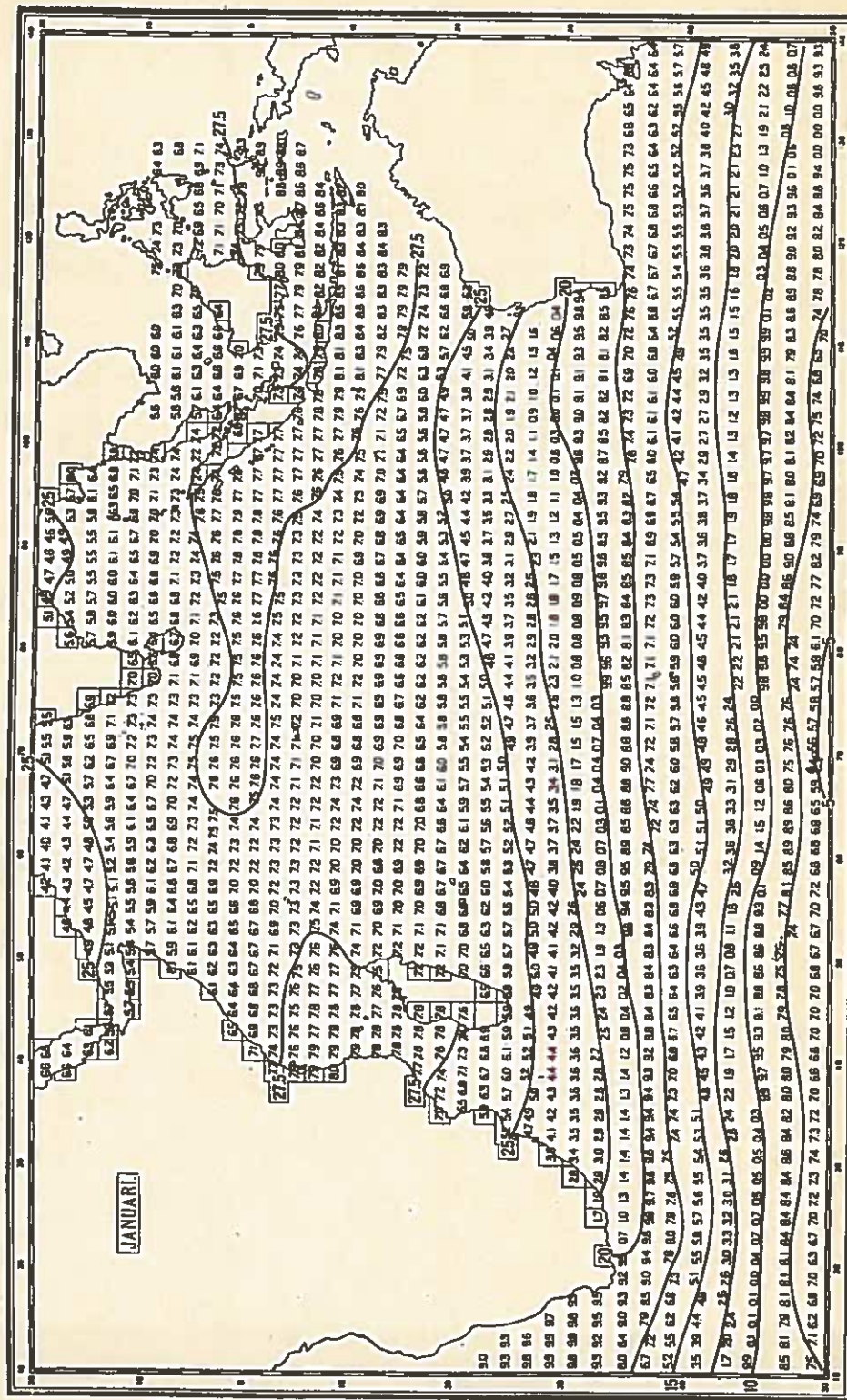


Fig. 12. *Land temperature*

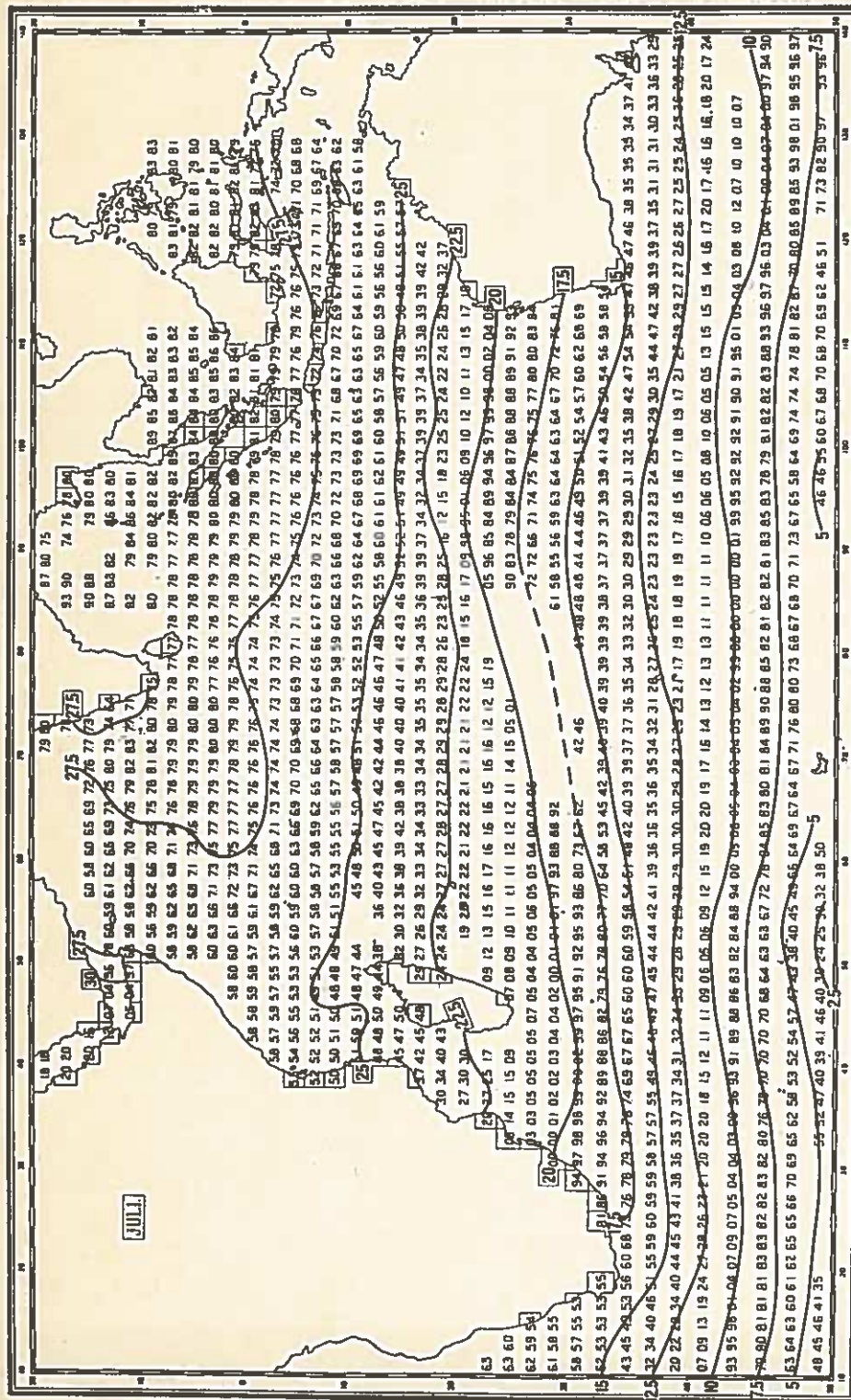


Fig. 13.

CLIMATOLOGY OF THE INDIAN
OCEAN.

ENGLISH SUMMARIES.

IV. TEMPERATURE OF AIR AND WATER.

1. *General considerations.*

Mean temperature has been calculated for each two-degree square of the ocean for the months January and July. The January-temperature 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 temperature of the square in question that of the eight surrounding squares.

The isotherms have been traced only in accordance with the mean values of the charts and we did not try to smoothe the discrepancy that must exist between air-temperature over adjoining sea- and land-stations. These differences are shown month for month in a table for Colombo, Padang etc.. We are obliged to the British Meteorological Office for providing copies of observations in regions, where ours were rather scanty.

2a. *Temperature of water.* (Fig. 10 and 11.)

Temperature-values are considered in connection with the direction and origin of the current and it is shown that the rather low temperature near Guardafui and near the westcoast of India and Ceylon is in agreement with the off-shore direction of the current. This causes underlayers of water, acting as compensation currents, to rise to the surface and to lower the temperature.

2b. *Air temperature.* (Fig. 12 and 13.)

The general agreement between the temperature of air and water is mentioned. Both in this and in the former paragraph, maximum- and minimum- and other numerical values are pointed out.

3. *Yearly range of temperature.*

Water.

Mean monthly temperature has been calculated for several four- and two-degree squares in about 20° Latitude North and South, near the

equator and for a belt between 38° — 41° L.S. and 20° — 79° L.E.; the monthly departures are given in Table I.

The yearly range reaches a maximum of $5^{\circ}.6$ C. in the Red Sea and a minimum of $0^{\circ}.9$ in the tropics. The cosine-formulae are given under 1, 2, 3, 4 and 5.

For the belt 16° — 19° L.N. the sun culminates in the zenith about May 12th and August 1st; between May 12th and August 1st she culminates within $5^{\circ}.5$ north of the zenith and between April 26th and August 17th she culminates within $5^{\circ}.5$ north or south of the zenith. We therefore might expect two maxima and two minima if the suns altitude of culmination or the radiation only regulated the temperature. The result of the observations is not in agreement with this supposition and probably the difference in altitude of culmination from April 26th till August 17th is too small to produce the two maxima.

We only see a flat long maximum from July until October and a rather sharp minimum in February.

In the Red Sea the maximum- and minimum-temperature lag 46 and 68 or about 57 days behind the suns highest and lowest altitude and we have to do with a pronounced annual range.

In the Arabian Sea and the Gulf of Bengal we meet with a pronounced semi-annual range. This semi-annual character is caused by the transport of cold water from the northeast-coast of Africa. If the suns altitude or radiation were only responsible for the temperature, we would expect the maxima about forty-five days after May 12th and August 1st. The first maximum however occurs already at the end of May, the second is retarded to the beginning of October by the cooling effect of the ocean-current. From May until August cold water from the under-layers is transported from Guardafui to the top of the Arabian Sea and in a lesser degree also to the top of the Bay of Bengal from the east-coast of India where offshore currents exist. Generally in this season the temperature is raised by the augmenting altitude of culmination of the sun, at the same time lowered by the cooling effect of the cold water and these two agencies lead to a first maximum at the end of May. After some weeks the effect of the suns radiation again surpasses the cooling effect of the cold water and a secondary maximum in October is the result. After this secondary maximum the temperature decreases as a result of decreasing suns altitude and the cooling effect of the Northeast-monsoon blowing out of the Asiatic anti-cyclone. In the equatorial belt the range is of a mixed

type, the second maximum is to be seen in the smoothed minimum from July until January.

In the tropics of the South-Indian Ocean and in the belt between 38° and 41° L.S. the annual range is clear.

Air.

In Table II the monthly departures from the yearly mean for the same regions as under watertemperature are given; the cosine-formulae also for Bombay, Padang etc. in the text. The amplitude is smallest in the equatorial region, and in the western part, as was also the case with the watertemperature, the amplitude surpasses that of the eastern part. In higher latitudes the amplitude increases. Here, as with the watertemperature, we meet with semi-annual, mixed and simply annual ranges in different belts. At the end of this chapter a table contains the mean temperature of air and water for belts of 2° latitude.

4. *Daily range of the temperature of air and water and frequency-tables of temperature.*

First the question is discussed whether the observations, specially those of the airtemperature, are accurate enough to calculate the daily range; simultaneous observations with a swinging thermometer (S) and the ships-thermometer (T) gave the following results between Aden and Sabang for the periods Nov. 16th 1914—Jan. 8th 1915 and March 8th—April 29th 1915,

$$\begin{aligned} t_s &= 26^{\circ}.65 + 0^{\circ}.45 \cos (nt - 46^{\circ}) + 0^{\circ}.08 \cos (2nt - 77^{\circ}) \\ t_r &= 26.76 + 0.41 \cos (nt - 49) + 0.07 \cos (2nt - 129) \\ t_s &= 27.82 + 0.48 \cos (nt - 62) + 0.06 \cos (2nt - 76) \\ t_r &= 27.71 + 0.40 \cos (nt - 72) + 0.05 \cos (2nt - 41) \end{aligned}$$

We would have expected a larger amplitude for the observations with the ships-thermometer, the reverse is the case and this result and our experience about the devotion and the punctuality of our marine-observers strengthens our confidence in the accuracy of the observations and we are convinced that the observations of the airtemperature as well as those of the watertemperature may serve our purpose.

It is a well known fact that mean values of meteorological elements don't give us an insight in the distribution of the observed values of any element. Therefore frequency-tables were computed, containing the distribution in steps of one degree, for the usual hours of observations,

as well as for the whole day. Under 20° all observations from $19^{\circ}.5$ to $20^{\circ}.4$ were booked and for the hours of observation as well as for the whole day the results have been reduced to a number of observations equal to 1000.

At the end of this chapter the relation between the amplitude of the daily range and that of the clouded part of the sky and the force of the wind is investigated and it is numerically shown that with increasing and decreasing cloudiness and windforce the amplitude decreases and increases.

The relation is shown by correlation-factors.

5. *Difference between the temperature of air and water.* (Fig. 8 and 9.)

General considerations contain some peculiarities of these differences. In January the air is over the whole ocean $0^{\circ}.03$ warmer than the water; in July the reverse is the case, the deficit of the air temperature being $0^{\circ}.24$.

The conclusion follows, that generally spoken, the temperature of the air is governed by that of the water and the fact is pointed out that in regions where the difference is small or zero the general air- and watercirculation are both small and in the same direction.

Under *January* and *July* special cases are discussed where differences of some amount are observed and numerical values for the direction and speed of the circulation of air and water are supplied for these regions; in all cases a large or rather large difference existed in direction or speed or in both.

TABELLEN.
TABLES.

TABEL I.

Jaarlijksche gang van de watertemperatuur in afwijkingen van het jaargemiddelde.

Br:	16°—19° N.				1° N.—1° S.				18°—21° S.					38° 41° S.	
	38° 41° 1.	64° 67°	88° 91°	Gor- del.	58° 61°	78° 81°	96° 99°	Gor- del.	38° 41°	58° 61°	78° 81°	98° 101°	108° 111°	Gor- del.	20° 79° 5.
E.L.				2.				3.						4.	5.
Januari	—2°5	—1°9	—2°7	—2°3	—0°6	—0°1	—0°3	—0°3	+1°9	+1°6	+1°6	+1°3	+1°1	+1°3	+1°5
Februari	—3.1	—2.2	—2.1	—2.1	—0.1	+0°1	+0°1	0.0	+1.6	+1.8	+2.0	+1.3	+1.2	+1.6	+2.4
Maart	—2.9	—0.8	—0.9	—0.9	+0.6	+0.7	+0.2	+0.5	+2.5	+2.1	+1.8	+1.3	+1.6	+1.9	+2.1
April	—1.3	+0.6	+0.8	+0.7	+1.4	+1.0	+0.4	+0.9	+1.1	+1.8	+1.9	+1.1	+1.9	+1.6	+1.3
Mei	+0.3	+2.1	+1.9	+2.0	+1.1	+0.6	+0.5	+0.7	—0.6	+0.2	+1.0	+0.1	+1.0	+0.3	—0.2
Juni	+1.1	+1.9	+1.2	+1.6	+0.1	+0.2	+0.4	+0.2	—1.5	—0.8	—0.5	—0.5	—0.7	—0.8	—0.9
Juli	+2.0	+0.7	+0.7	+0.7	—0.4	—0.4	+0.1	—0.2	—1.9	—1.4	—1.2	—0.7	—1.5	—1.3	—1.4
Augustus	+2.2	—0.4	+0.6	+0.1	—0.4	—0.3	+0.2	—0.2	—1.7	—2.3	—2.2	—1.7	—1.8	—1.9	—1.6
September	+2.5	+0.1	+0.8	+0.5	—0.6	—0.6	—0.3	—0.5	—1.7	—2.5	—2.4	—1.1	—1.4	—1.8	—1.5
October	+2.1	+0.6	+1.1	+0.8	—0.4	—0.3	—0.5	—0.4	—1.1	—1.9	—1.6	—1.0	—1.9	—1.5	—1.4
November	+0.3	+0.2	—0.2	0.0	—0.2	—0.5	—0.5	—0.4	+0.2	—0.7	—0.6	—0.3	—0.8	—0.4	—0.5
December	—1.3	—1.1	—1.8	—1.5	—0.3	—0.3	—0.5	—0.4	+1.3	+1.6	+0.6	+0.3	+0.8	+0.9	+0.3
Jaargemiddelde. .	28°7	26°6	27°6	27°1	27°8	28°0	28°2	28°0	26°0	24°8	24°2	23°5	24°6	24°6	14°7

TABEL II.

Jaarlijksche gang van de luchttemperatuur in afwijkingen van het jaargemiddelde.

Br:	16°-19° N.				Bon- lay.	1° N.-1° S.				Pa- dang. 98° E.	18°-21° S.					Mau- ritius.	Ons- low (Austr.)	38° 41° S. 20° 79°
	38° 41°	64° 67°	83° 91°	Gor- del.		58° 61°	78° 81°	96° 99°	Gor- del.		38° 41°	58° 61°	78° 81°	98° 101°	108° 111°	Gor- del.		
Januari	-3°1	-1°3	-2°6	-1°5	-2°7	-0°4	-0°2	0°0	-0°2	0°0	+1°5	+2°3	+1°7	+1°1	+1°5	+1°6	+3°5	+2°3
Februari	-3°2	-2°2	-3°1	-2°6	-2°5	+0°2	+0°3	+0°3	+0°3	+0°2	+1°9	+2°5	+2°0	+1°8	+1°6	+2°0	+5°5	+2°8
Maart	-2°6	-2°7	-2°2	-2°5	-0°7	+0°3	+0°6	+0°3	+0°4	+0°1	+2°0	+2°2	+1°8	+1°7	+2°4	+2°2	+4°8	+2°3
April	-1°2	-0°9	-0°4	-0°6	+1°5	+0°9	+0°7	+0°4	+0°7	+0°2	+2°5	+1°7	+1°7	+1°4	+1°9	+1°8	+2°4	+1°0
Mei	+0°6	+0°3	+1°3	+0°8	+2°9	+1°2	+0°6	+0°6	+0°8	+0°5	+0°8	+0°1	+0°5	+0°3	+1°1	+0°6	-2°5	-0°1
Juni	+1°7	+2°1	+2°2	+2°2	+1°7	+0°2	0°0	+0°4	+0°2	+0°1	-0°6	-1°5	-0°3	-0°3	-1°9	-0°9	-5°8	-1°2
Juli	+2°8	+2°1	+1°6	+1°8	+0°1	-0°3	-0°2	+0°1	-0°1	0°0	-1°9	-1°7	-1°6	-1°8	-1°7	-1°7	-6°5	-1°7
Augustus	+3°2	+1°0	+0°8	+0°9	0°0	-0°3	-0°3	0°0	-0°2	-0°2	-2°3	-3°0	-2°4	-2°0	-2°2	-2°4	-5°4	-1°7
September	+2°5	0°0	+0°6	+0°3	0°0	-0°1	-0°6	-0°2	-0°3	-0°3	-2°2	-2°5	-2°6	-1°6	-1°3	-2°0	-3°4	-2°0
October	+1°8	+0°2	+0°8	+0°5	+0°8	-0°2	-0°4	-0°6	-0°4	-0°4	-1°2	-1°1	-1°8	-1°0	-1°6	-1°3	-0°7	-1°7
November	-0°7	+0°5	+1°2	+0°8	0°0	-0°2	-0°3	-0°5	-0°3	-0°4	-0°7	-0°4	-0°2	-0°1	-0°7	-0°4	+2°0	-0°4
December	-2°0	+0°3	-0°6	-0°2	-1°6	-0°9	-0°2	-0°4	-0°5	0°0	+0°4	+2°0	+1°0	+0°4	+1°0	+1°0	+4°3	+0°8
Jaargemiddelde	29°3	26°6	27°2	26°9	26°3	27°0	27°7	27°7	27°7	26°2	25°6	24°4	24°0	23°0	23°8	24°2	24°1	14°1

TABEL III.

FREQUENTIE DER TEMPERATUUR VAN HET ZEEWATER.

5°—14° N./50°—59° E.							
Tijd.	M.	4 p.	8 p.	m.	4 a.	8 a.	Dag.
Temp.							
Januari. 5300.							
21°	2	1	—	1	—	—	1
22	—	—	—	3	3	—	1
23	10	11	35	39	42	31	28
24	162	155	213	255	298	226	218
25	450	448	455	487	487	499	455
26	296	299	247	226	178	197	240
27	67	80	44	35	39	41	51
28	5	6	6	4	3	5	5
29	2	—	—	—	—	1	1
Gemiddelde	25° 26	25 40	25 05	24 96	24 88	25 00	25 09
Juli. 4196.							
17°	1	1	1	3	1	—	1
18	4	8	4	4	4	4	5
19	9	13	23	12	12	10	13
20	23	23	16	29	20	24	22
21	31	25	20	22	26	26	25
22	26	34	42	45	30	33	35
23	75	68	63	77	69	56	68
24	122	120	155	130	158	154	140
25	203	258	256	274	256	226	245
26	219	186	181	182	198	226	199
27	116	93	87	84	95	95	95
28	44	41	39	62	55	49	48
29	43	44	59	48	52	40	48
30	60	54	47	25	23	43	42
31	18	27	7	3	1	13	11
32	6	10	—	—	—	1	3
Gemiddelde	25° 52	25 45	25 24	25 09	25 18	25 34	25 30

2°—5° N./86°—89° E.							
Tijd.	M.	4 p.	8 p.	m.	4 a.	8 a.	Dag.
Temp.							
Januari. 2254.							
24°	—	3	—	—	—	3	1
25	5	—	—	3	13	3	4
26	46	25	59	88	95	59	62
27	300	290	388	485	502	411	388
28	517	522	461	419	354	475	458
29	113	135	84	52	33	44	77
30	16	19	8	3	3	5	9
31	3	6	—	—	—	—	1
Gemiddelde	27° 75	27 84	27 59	27 44	27 31	27 50	27 57
Juli. 1306.							
25°	—	—	—	—	5	5	2
26	38	18	52	58	64	41	45
27	286	313	400	507	531	405	408
28	587	599	486	386	360	518	488
29	80	65	52	49	37	36	53
30	9	5	10	—	—	—	4
Gemiddelde	27° 74	27 73	27 57	27 43	27 36	27 53	27 56

10°—19° S/80°—89° E.							
Tijd.	M.	4 p.	8 p.	m.	4 a.	8 a.	Dag.
Temp.							
Januari. 1375.							
22°	4	—	—	5	—	4	2
23	7	19	21	36	37	17	23
24	49	68	63	67	86	31	61
25	152	211	210	227	212	250	210
26	265	235	294	267	302	289	275
27	292	264	269	305	269	272	278
28	178	145	109	78	82	119	119
29	49	53	34	15	12	17	30
30	4	5	—	—	—	1	2
Gemiddelde	26° 52	26 34	26 19	26 02	25 98	26 18	26 21
Juli. 1711.							
21°	—	—	—	—	—	3	1
22	12	7	7	43	28	30	21
23	92	113	114	133	130	124	118
24	230	240	245	228	248	257	241
25	325	293	325	310	300	274	304
26	265	258	230	222	238	234	241
27	58	67	65	56	52	57	59
28	12	18	14	4	4	14	11
29	6	4	—	4	—	7	4
Gemiddelde	24° 99	24 97	24 91	24 74	24 76	24 81	24 86

35°—44° S./70°—79° E.					
Tijd.	M.	4 p.	8 p.	m.	4 a.
Temp.					
Januari. 1966.					
9°	—	6	3	4	—
10	14	15	11	7	—
11	14	15	20	37	2
12	32	22	57	40	4
13	83	108	74	113	5
14	132	142	169	165	10
15	170	156	146	177	15
16	201	187	186	180	16
17	145	148	154	139	15
18	112	99	109	84	8
19	69	65	51	40	2
20	14	28	11	7	1
21	14	9	9	7	—
Gemiddelde	15° 74	15 63	15 49	15 23	15
Juli. 2050.					
6°	3	6	—	3	—
7	3	6	8	3	—
8	8	12	14	14	—
9	21	21	25	27	1
10	36	52	52	48	6
11	114	143	145	123	11
12	262	253	288	282	30
13	352	330	303	367	34
14	160	150	118	113	12
15	31	21	44	17	1
16	10	6	3	3	—
Gemiddelde	12° 50	12 28	12 26	12 26	12

TABEL IV.

FREQUENTIE DER TEMPERATUUR VAN DE LUCHT.

5°—14° N./50°—59° E.

2°—5° N./86°—89° E.

10°—19° S./80°—89° E.

35°—44° S./70°—79°

Tijd. Temp.	M.	4 p.	8 p.	m.	4 a.	8 a.	Dag.
<i>Januari. 5317.</i>							
20°	—	—	—	1	1	1	1
21	—	—	2	2	2	4	2
22	8	5	4	18	25	13	12
23	22	25	46	72	103	46	52
24	97	102	220	275	828	211	205
25	313	839	867	848	314	895	845
26	825	311	235	194	155	221	240
27	189	155	87	74	56	88	108
28	34	54	33	17	17	16	28
29	6	4	4	4	4	1	4
30	2	2	1	—	—	3	1
31	2	1	1	—	—	1	1
32	2	2	—	—	—	—	1
Gemiddelde	25° 70	25 67	25 20	24 92	24 71	25 11	25 22

<i>Juli. 4194.</i>							
20°	3	3	4	2	6	1	3
21	4	3	11	4	14	13	8
22	11	16	18	39	23	19	21
23	28	27	45	61	45	39	41
24	73	85	102	102	131	73	94
25	164	133	207	218	249	194	204
26	216	242	230	240	258	267	242
27	218	221	160	145	121	173	173
28	116	88	51	74	69	85	81
29	39	51	47	32	39	49	43
30	36	41	45	33	24	39	36
31	34	28	30	13	16	30	25
32	38	26	17	6	3	12	17
33	14	26	3	1	1	6	9
34	6	10	—	—	1	—	3

Tijd. Temp:	M.	4 p.	8 p.	m.	4 a.	8 a.	Dag.
<i>Januari. 2255.</i>							
23 ^o	—	—	3	3	—	—	1
24	14	11	11	3	18	10	11
25	27	44	31	59	48	26	39
26	81	83	139	198	220	120	140
27	243	242	411	469	529	440	890
28	892	877	313	229	146	310	295
29	165	171	75	36	36	75	93
30	46	38	11	—	—	10	18
31	24	17	6	3	3	3	9
32	3	14	—	—	—	—	3
33	5	3	—	—	—	—	1
Gemiddelde	27 ^o .82	27.79	27.27	26.98	26.86	27.30	27.34

24 ⁰	—	5	5	9	—	4	4
25	9	14	14	18	14	9	13
26	33	32	52	49	90	31	48
27	113	136	223	330	487	196	239
28	330	384	583	506	387	559	459
29	868	298	104	79	63	170	180
30	142	104	19	0	9	31	52
31	5	14	—	—	—	—	3
32	—	13	—	—	—	—	2

Tijd.	M.	4 p.	8 p.	m.	4 a.	8 a.	Dag.
Temp.							
<i>Januari. 1658.</i>							
21 ^o	—	—	—	5	—	—	1
22	—	—	4	9	—	—	2
23	7	9	16	9	42	12	16
24	18	44	57	91	142	53	67
25	72	154	246	387	316	194	220
26	189	340	401	387	331	311	324
27	315	251	179	132	104	202	196
28	196	115	66	71	65	134	108
29	123	57	27	9	—	53	45
30	51	13	—	—	—	8	13
31	18	13	4	—	—	—	6
32	11	4	—	—	—	—	2
Gemiddelde	27 ^o .31	26.47	25.99	25.69	25.51	26.32	26.22

Juli. 1892.							
19 ^o	—	—	—	—	3	3	1
20	—	—	—	11	19	3	5
21	14	25	22	44	34	28	28
22	28	35	57	48	74	60	50
23	108	133	150	170	137	151	142
24	229	234	800	823	840	284	287
25	261	266	255	237	206	229	242
26	229	215	166	137	144	157	175
27	108	85	35	30	25	60	57
28	20	7	3	—	12	25	12
29	3	—	3	—	—	—	1

Tijd. Temp.	M.	4 p.	8 p.	m.	4
<i>Januari. 2107.</i>					
8°	—	—	—	3	
9	—	—	—	3	
10	3	5	13	10	
11	18	9	18	27	
12	26	29	37	47	
13	60	47	95	92	
14	78	93	108	100	
15	146	137	166	162	
16	151	181	166	149	
17	161	143	114	116	
18	136	108	116	108	
19	84	102	95	54	
20	63	58	48	24	
21	42	26	11	3	
22	10	32	13	3	
23	8	18	—	—	
24	8	3	—	—	
25	3	6	—	—	
Gemiddelde	16° 65	16 76	15 96	15 34	1

<i>Julii. 2350.</i>				
4 ^o	—	—	—	—
5	2	3	2	6
6	12	8	12	14
7	26	26	17	20
8	31	57	57	42
9	57	49	49	67
10	90	107	98	90
11	137	101	121	149
12	163	187	175	191
13	201	194	201	202
14	175	179	175	152
15	80	78	57	53
16	19	3	27	8
17	7	5	9	6
18	—	3	—	—