

KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT.

Nº. 102.

MEDEDEELINGEN

— EN —

VERHANDELINGEN.

19.

P. H. Gallé. Waarnemingen in den N. Atlantischen Oceaan
in Mei 1914, hoofdzakelijk ter vergelijking van gemeten
en geschatte windkracht en windrichting.

UTRECHT,
KEMINK & ZOON.
1915.

P. H. GALLÉ. — WAARNEMINGEN IN DEN
N. ATLANTISCHEN OCEAAN IN MEI 1914,
HOOFDZAKELIJK TER VERGELIJKING VAN GEMETEN EN GESCHATTE
WINDKRACHT EN WINDRICHTING. — — — — —

INLEIDING.

Herhaaldelijk wordt door deskundigen of belangstellenden op maritiem-meteorologisch gebied de vraag gedaan: „Welke waarde is te hechten aan de schattingen van windsnelheid en windrichting, zooals die gewoonlijk aan boord worden verricht?”

Het volledig antwoord op deze vraag kan natuurlijk maar op één wijze gevonden worden en wel door op geschikte plaatsen aan boord van een schip met instrumenten de *schijnbare* snelheid en de *schijnbare* richting te meten, om hieruit in verband met den rechtwijzenden koers en de vaart van het schip de *ware* snelheid en richting van den wind te berekenen.

De bovengestelde vraag houdt den laatsten tijd hen, die aangewezen zijn de scheepswaarnemingen te bewerken, meer en meer bezig en wel om de volgende redenen.

Tegenwoordig dient op de oorlogs- en koopvaardijvloot een geslacht — we denken hier meer in het bijzonder aan hen die het meteorologisch journaal bijhouden en aan de wachtdoende officieren — dat niet meer op zeilschepen heeft gevaren, ten minste niet in eene verantwoordelijke positie.

De BEAUFORT-schaal, waarin de windschattingen worden uitgedrukt, is ontworpen voor de zeilvaart en de mogelijkheid was volstrekt niet uitgesloten, dat men zich thans eene andere schattingsmaat zoude hebben eigen gemaakt.

Voor de zeevarenden is de wind een andere factor geworden; thans stoomt men dikwijls met groote snelheid tegen een wind in, welke vroeger tot zeilminderen, soms tot bijliggen zoude genoodzaakt hebben; thans geeft hetgeen men nog met zijn schip kan doen niet die aanwijzing omtrent de windkracht als vroeger, toen men absoluut afhankelijk van den wind was. Thans staat men op een brug, dikwijls 14 tot 18 meters boven het oppervlak van de zee, vroeger was die hoogte veel kleiner ¹⁾; bij den wind ²⁾ zeilend gaf de koers, dien men nog kon sturen, al een vrij nauwkeurige aanwijzing omtrent de windrichting; ook deze mist men op het stoomschip.

Gaf het zeilschip leiding bij de windschatting, het moderne stoomschip, dikwijls met eene snelheid stoomende, welke die van den wind nabijkomt of overtreft, laat ons hier in de steek.

De hoek, gevormd tusschen de richting waarin de waker uitwaait of de rook den schoorsteen verlaat, en den koers wijkt bijna altijd aanmerkelijk af van den hoek gevormd tusschen de ware windrichting en de kiellijn van het schip, terwijl de schijnbare snelheid 100 % en meer van de ware snelheid kan verschillen.

Ieder, die zelf aan boord den wind heeft moeten schatten, kent de moeilijkheden welke zich daarbij voordoen, en nu de tijd nadert, dat een groot waarnemingsmateriaal van den Atl. Oceaan bijeengebracht door zeilschepen, bewerkt en gebruikt moet worden naast en met waarnemingen afkomstig van stoomschepen, bleek de wenschelijkheid meer en meer om den wind aan boord te gaan meten.

Er is wel eene contrôle-methode, die hierin bestaat, dat men de windschattingen van schepen, welke elkaar met tegengestelde koersen op niet te groote afstanden voorbijvaren, onderling vergelijkt, maar afdoende is dit niet.

Komt men dan, voorzoover de windsnelheid betreft, tot overeenstemmend resultaat, dan blijkt alleen dat men goede correcties heeft

1) In het algemeen vermeerderd de windsnelheid in de onderste lagen met toenemende hoogte.

2) Van 't voorschip af gerekend komt de wind dan onder een hoek van $\pm 62^\circ$ met de kiellijn in.

toegepast voor de vaart van het schip; de schatting zelf kan nog fout zijn. Stemmen de *geschatte* richtingen overeen, dan kan men die als juist aannemen.

Deze methode biedt den besten waarborg voor betrouwbare resultaten in passaat- of moessongebieden, waar men mag aannemen dat een 10 à 30 mijlen ¹⁾ plaatsverschil geen merkbaar verschil in den wind zal geven; zij is door ons meermalen toegepast en het resultaat was zeer bevredigend voor hen die den wind schatten. ²⁾

Wij halen daaruit een voorbeeld aan, waarbij de waarnemingen van een tiental schepen, welke in het zuidelijk deel van de Arabische Zee stoomden, met elkander werden vergeleken.

Het bleek dat slechts eenmaal een verschil van 2 BEAUFORT-schaaldeelen voorkwam, 9 maal van 1, 5 maal van $\frac{1}{2}$; terwijl in 8 gevallen de windkracht gelijk geschat werd. Aannemende dat door beide partijen evenveel onder- als overschat is geworden, komen we tot een gemiddelde fout van 0.3 BEAUFORT-schaaldeel.

Bij de richtingen vonden we 7 maal een verschil van 2 streken, 4 maal van 1; terwijl 12 maal dezelfde richting werd opgegeven. Met inachtneming van het bovenstaande vinden we voor de gemiddelde fout in richting 0.4 streek.

Door de zeer tegemoetkomende houding van de Directie der Nederlandsch-Amerikaansche Stoomvaartmaatschappij te Rotterdam werd het Meteorologisch Instituut in de gelegenheid gesteld de gewenschte waarnemingen op een reis naar en van Amerika te doen verrichten, en voordat we met eene beschrijving van de methode, die gevolgd en de instrumenten, die gebruikt werden, beginnen, zij hier aan de Directie van bovengenoemde maatschappij en de kapiteins en officieren van de stoomschepen Oosterdijk en Rijndam een woord van warmen dank gebracht voor de gastvrijheid en medewerking in zoo ruime mate ondervonden, waardoor de tijd aan boord doorgebracht niet anders dan de aangenaamste herinneringen bij ons kan achterlaten.

1) Mijl = Engelsche zeemijl = $\frac{1}{8}$ Deutsche geographische mijl = 1855 meter.

2) Zie Marineblad 1e aflevering jaargang 1913—1914.

1. WIND.

De Beaufort-schaal. Zoolang er gevaren is, zoolang heeft de zeevarende zich in hooge mate afhankelijk gevoeld van den wind en hij zal daaraan bijzondere aandacht hebben gewijd.

Instrumenten om de kracht of snelheid van den wind te meten bezit de zeevarende tot op dit oogenblik in het algemeen niet; om nu toch iets omtrent den wind te boeken, dat tot andere zeevarenden sprak, moest naar andere hulpmiddelen worden uitgezien.

Een der meest voor de hand liggende middelen was wel, aan te geven, welke zeilen nog gevoerd konden worden in eene bijzondere positie ten opzichte van den wind, en den wind te benoemen naar de zeilen die het hoogste in het tuig gevoerd werden en dus bij windvermeerdering het eerst geborgen of gereefd moesten worden.

Zoo stellen wij ons voor dat de schaal ontstaan is welke de windkracht aanduidt met: labberkoelte, flauwe koelte, flauwe bramzeilskoelte, bramzeilskoelte enz. Van dichtgereefde marszeilskoelte met stormvlagen ging men dan over tot storm enz.

Eenheid gaf eene dergelijke methode natuurlijk niet, vooral zoodra het oorlogsschip belangrijk van het koopvaardijship begon af te wijken in bouw en eigenschappen. Het schijnt dat in het begin van de 19^{de} eeuw de behoefte sterk gevoeld werd aan eene korte practische methode om de windkracht aan te geven; vanaf 1805 dateert ten minste de BEAUFORT-schaal, aldus genoemd naar een Engelsch admiraal die haar ontwierp.

Voor het schatten van, of als kenteeken van windkrachten, het nummer 4 zijner schaal niet te boven gaande nam hij als basis de vaart die een Engelsch linieschip uit die dagen liep onder volle zeilen „ruimschoots” ¹⁾ zeilende. Voor de nummers 5 tot en met 9 gold als basis de hoeveelheid zeil, die „vol en bij” ¹⁾ zeilend en een ander schip

¹⁾ Bij „ruimschoots” en „vol en bij” zeilend is de invalshoek van den wind van het voorschip afgerekend achtereenvolgens 79° en 68°.

	Hoe admiraal BEAUFORT den wind benoemde.	Wat volgens admiraal BEAUFORT het schip deed of hoeveel zeil het kon voeren.	Nadere aan- duiding van den wind.	
0	Stil	Geen vertier	Stil	
1	Flauw en stil	Juist voldoende om stuur in het schip te hebben	Lichte koelte	
2	Flauwe koelte	In glad water loopt een goed-bezeild lineschip „ruimschoots” zeilend van { 1 tot 2 mijl		
3	Lichte koelte			{ 3 tot 4 „
4	Matige koelte		{ 5 tot 6 „	
5	Frissche bries	Een ander schip jagend en goed „vol en bij” zeilend kunnen nog gevoerd worden de { Bovenbramzeilen etc.	Matige koelte	
6	Stijve bries			{ Bramzeilen en één rif in de marszeilen etc.
7	Harde wind			{ Dubbelgereefde mars- zeilen, kluiver etc.
8	Stormachtig	Marszeilen met drie re- ven, etc.	Harde wind	
9	Storm			Dichtgereefde marszei- len en onderzeilen
10	Zware storm	Nog juist het dichtgereefde groot- marszeil en gereefde fok	Matige storm	
11	Zeer zware storm			Alleen stormstagzeilen
12	Orkaan	Zeilen waaien uit de lijken	Orkaan	

jagend, nog gevoerd kon worden, en voor de allerhoogste nummers de stormzeilen welke gevoerd werden.

Ook de BEAUFORT-schaal had haar gebreken, de schaalwaarde steunde namelijk niet op onveranderlijke grootheden; integendeel het gedrag van een zich steeds wijzigend scheepstype was als basis aangenomen.

Deze schaal, ontworpen voor een type zeilschip, in gebruik tot $\pm$ 1840, heeft burgerrecht verkregen en behouden en is ook voor landstations vrij algemeen aangenomen. Niettegenstaande het scheepstype zich gewijzigd heeft en het zeilschip zoo goed als geheel verdrongen is door het stoomschip, zal, wanneer bevaren menschen op zee den wind schatten, de overeenstemming gewoonlijk goed zijn.

De vroegere kenteekenen ontbreken echter geheel en het zoude inderdaad moeite kosten scherp aan te geven, wat thans als uiterlijke kenteekenen voor een zeker nummer der BEAUFORT-schaal aangenomen wordt.

Het schijnt dat geleidelijk naast de kenteekenen, van het zeilschip afgeleid, de bijzonderheden, die het zeeoppervlak ons bij verschillende windkrachten toont, als zeker niet minder duidelijke en gemakkelijke hulpmiddelen aan boord in gebruik zijn gekomen.

Het effen gladde wateroppervlak, de flauwe rimpeltjes, sterkere rimpels, de eerste golfjes, de eerste kopjes en koppen op de golven, de schuimstrepen die twee koppen verbinden, de tegen het schip aanschietende zee, de toenemende hoogte van de golven, de brekers of krullers, het lawaai door hen gemaakt en eindelijk de verstuivende en doodgewaaide zee zijn kenteekenen en maten die voor den ingewijde voldoende zijn om eene behoorlijke windschatting daaruit af te leiden.

Er zij terloops voor gewaarschuwd, dat men niet moet meenen, dat een zelfde windkracht steeds een zelfde golfeffect teweeg moet brengen. Het is duidelijk dat de tijd gedurende welke een wind waait, de uitgestrektheid van het zeeoppervlak waarover hij waait, de richting en kracht van den stroom, de nabijheid van land, de aanwezigheid van groote massa's drijvende voorwerpen (sargassowier), even zoovele oorzaken zijn, welke invloed hebben op de golfvorming.

Te land heeft men andere kenteekenen als: rechtopgaande rook, meedraaien van een windvaan, het bewegen van bladeren, twijgjes, takken en boomen, het gieren van den wind door telegraafdraden

(niet te verwarren met het eigenaardige zingen of gonzen), het afbreken van takjes en takken, afwaaien van dakpannen, schoorsteenen en ten slotte het omwaaien van boomen en het beschadigen van huizen over grooter of kleiner uitgestrektheid.

Aanvankelijk was men te land ook geheel op windschattingen aangewezen, later deden instrumenten om de windsnelheid te meten hun intrede en van die instrumenten is de ROBINSON-anemometer, in 1852 ontworpen, algemeen in gebruik.

Het werd nu mogelijk voor de verschillende schaalnummers een equivalent in meters per seconde vast te stellen. Hoe zulks te land en ter zee geschied is, zullen we hier niet breedvoerig behandelen en alleen bij de meest bekende onderzoeken stilstaan.

Eene voorname plaats wordt hieronder ingenomen door het onderzoek van KÖPPEN ¹⁾. Na een uitvoerig litteratuuroverzicht, geeft hij eenige series equivalenten, welke in de tabel met I, II, III en IV zijn gemerkt. Serie I welke ons het meeste belang inboezemt is verkregen uit verschillende stellen zeewaarnemingen. Een stel, afkomstig van het Duitsche oorlogs- en onderzoekingsschip „Gazelle” is door KÖPPEN met een viervoudig gewicht in de rekening gebracht. Meestentijds was de Gazelle onder zeil, de waarnemingen werden verricht met een hand-anemometer, welke meestal niet zulke betrouwbare resultaten levert als de grootere anemometers.

KRÜMMEL ²⁾ heeft op eenigszins andere wijze uit de Gazelle-waarnemingen de equivalenten berekend; we geven die onder V, waarna die van WALDO ³⁾ volgen onder VI. WALDO's equivalenten zijn het resultaat van waarnemingen op een stoomschip in den Noord-Atlantischen Oceaan. Het blijkt dat onze resultaten, die gemakshalve reeds hier onder VII zijn gegeven goed overeenstemmen met het gemiddelde van V en VI, beter dan met die uit I.

1) Prof. W. KÖPPEN. Neuere Bestimmungen über das Verhältnis zwischen der Windgeschwindigkeit und BEAUFORT's Stürkeskala. Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte 1898 No 5.

2) l. c. p. 7.

3) On the absolute reduction of windobservations at sea. Am. Met. Journal. Vol. IV 1887—1888 p. 268.

Vergleich von BEAUFORT's Skala und Windgeschwindigkeit. Met. Zeitschrift 1888. p. 239.

Ten slotte vinden we onder VIII ¹⁾ de resultaten, waartoe men kwam na een zeer belangwekkend en uitgebreid onderzoek in Engeland.

Aequivalenten voor de BEAUFORT-schaal in m. p. s.

N°	Reeks of bewerker	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Oceaan 3 reeksen	1.9	3.1	4.8	6.8	8.8	10.2	12.3	14.5	17.3	20.4		
II	Duitsche kust 3 reeksen	1.8	3.4	4.9	6.5	8.3	10.0	12.0	14.0				
III	Noorsche kust 1 reeks	1.5	3.2	4.9	6.7	8.7	10.7	12.8	15.1	17.4	19.8		
IV	Engelsche kust 3 reeksen	1.4	2.7	4.6	6.9	9.2	11.5	14.3	17.8	21.2	25.2		
IVa	Gemiddeld	1.7	3.1	4.8	6.7	8.8	10.7	12.9	15.4	18.0	21.0		
V	Krömmel		3.2	4.9	6.8	9.3	11.0	14.1	16.7	19.9	23.4		
VI	Waldo	2.2	3.1	5.4	7.3	10.2	13.3	15.5	17.0	19.2			
VIa	Gemiddeld	2.2	3.1	5.1	7.0	9.7	12.1	14.8	16.8	19.5			
VII	Ned. onderzoek	2.2	3.5	5.5	7.8	10.1	12.2	14.4					
VIII	London 1906	2.2	3.6	4.9	6.7	8.7	11.0	13.4	16.1	19.7	23.7		

Alhoewel het meerendeel van bovenstaande series aequivalenten uit landwaarnemingen zijn afgeleid, hebben toch zeevarenden en gewezen zeevarenden voor een groot deel het waarnemingsmateriaal geleverd.

Soms gebruikte men de windschattingen van lichtschepen dicht bij de kust te zamen met de tegelijkertijd geregistreeerde snelheden van een observatorium uit de allernaaste omgeving, terwijl de waarnemers van veel observatoria vroeger gevaren hadden.

Hoe stond nu de Nederlandsche zeevarende tegenover dezen overvloed van aequivalenten?

¹⁾ The Beaufort-Scale of Wind-force.

Report of the Director of the Meteorological Office. Official No 180. London 1906.

In het meteorologisch journaal van 1898 vinden we voor het eerst eene toelichting, die de snelheid in m. p. s. geeft voor de verschillende nummers der BEAUFORT-schaal en wel de volgende:

IX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1.5	3.5	6	8	10	12.5	15	18	21	25	29	33.5	40

Zij is ontworpen door R. H. SCOTT en internationaal vastgesteld en gepubliceerd in 1874 ¹⁾. Klaarblijkelijk zijn de hier gegeven equivalenten veel te groot. Ofschoon de oorspronkelijke bewerking niet kan worden nagegaan, kan de oorsprong van het verschil, tusschen de equivalenten in IX en de vroeger gegevene, voor een groot deel althans dadelijk worden aangewezen. ROBINSON meende n.l. dat er een zeer eenvoudig verband bestond tusschen de windsnelheid (v) en de snelheid (u) waarmede de anemometer draaide en wel $v = 3u$. Het is later gebleken dat die factor 3 schommelt tusschen 2.2 en 2.5 en de waarden onder IX gegeven moeten dus zeer waarschijnlijk ieder 22 % verkleind worden. Maar ook dan blijft, vooral bij de onderste schaalnummers, een vrij groot verschil aanwezig met de waarden onder IVa, VIa en VIII gegeven.

In 1900 werden ze vervangen door de onder IVa gegeven equivalenten, welke in 1908 wederom plaats moesten maken voor de serie onder VIII gegeven.

Deze herhaalde wijzigingen zouden bedenkelijk geweest zijn voor de continuïteit in de schattingen, indien de beteekenis van de cijfers der BEAUFORT-schaal in m. p. s. invloed had kunnen uitoefenen op de schatting.

Maar aangezien dit niet het geval is en de reductietabellen in de journalen niet als leiddraad voor de schatting werden gegeven, maar alleen als toelichting te beschouwen zijn, was het niet meer dan

¹⁾ Report of the Permanent Committee of the First International Meteorological Congress at Vienna for the year 1874.

natuurlijk dat de vooruitgang in de methode van windmeting in de achtereenvolgende schalen tot uiting kwam.

Slechts een hoogst enkele maal nl. wanneer men recht voor den wind stoomde en dien wind doodstoomde, zal de windschatter a/b zich rekenschap hebben gegeven van de snelheid in m. p. s. door den wind bereikt, overigens zal hij zich weinig hebben bezig gehouden met de gedachte hoe groot dit bedrag nu wel was, wanneer hij zijne wind-schattingen volgens de BEAUFORT-schaal in het meteorologisch kladboek inschreef.

Het schatten van de ware windrichting. Zooals reeds met een enkel woord werd aangegeven gaf het zeilschip bij het bepalen van de windrichting meer leiding dan het moderne stoomschip. Wij wezen reeds op de vrij nauwkeurige bepaling van de ware windrichting die men verkreeg bij het sturen „bij den wind”, „vol en bij” en „ruimschoots.” Maar ook bij zoogenaamd „goede of ruime gelegenheden” d. w. z. wanneer men zeilende was met ruimen wind, waarbij de schijnbare wind een invalshoek had tusschen 90 en 180° van het voorschip afgerekend, was die aanwijzing — door eenvoudig te letten op de richting waarin de waker uitwaaide — niet te verwaarloozen, omdat de snelheid van het zeilschip altijd klein was met betrekking tot die van den het schip voortdrijvenden wind.

In het algemeen schijnt men zich intusschen reeds langen tijd de aanwijzing ten nutte gemaakt te hebben die de richting der windgolven ons geeft, en wanneer men zich een tijd lang geoefend heeft, geeft deze in verband met den koers van het schip een gemakkelijke en vrij nauwkeurige schatting van de ware windrichting.

Voor het stoomschip lijkt ons dit zeker het eenvoudigste hulpmiddel, dat ook 's nachts nog wel eenige leiding geeft.

BESCHRIJVING VAN INSTRUMENTEN EN OPSTELLING.

Voor het meten van de schijnbare windsnelheid werden steeds 3 ROBINSON's-anemometers gebruikt, waarvan de constanten vóór en na de reis zijn bepaald door vergelijking met die van het Meteor. Instituut te de Bilt, welke op hun beurt zijn geijkt door vergelijking

met een Recknagel-Zschau-anemometer, waarvan de constanten door een absolute meting te Hamburg zijn bepaald.

De windsnelheid werd niet geregistreerd; dit is niet noodig omdat voor het Meteorologisch Journaal de windkracht op een bepaald oogenblik gevraagd wordt.

Om de 2 uur werd de wind geschat en gemeten, en bij de waarneming met de cijfers 1, 2 en 3 aangeteekend welke betrekkelijke waarde te hechten was aan de resultaten der waarneming van de drie verschillende instrumenten.

De anemometers waren op 4 meter lange palen geplaatst en van eene elektrische bel-inrichting voorzien.

Uitgaande werd de reis gemaakt met het stoomschip Oosterdijk. Over dek meet dit schip ruim 150 meter, op 45 meter van den voorsteven verrijst het 50 meter lange dekhuis. Op dit dekhuis bevinden zich de brug en een stuurhuis, en op deze waren twee der anemometers opgesteld. Die op het stuurhuis stond 18.4, die op de brug 15.4 meter boven water; de laatste werd zooveel mogelijk aan de loefzijde geplaatst.

De derde anemometer stond op de brug van een stuurhuis op 13 meter afstand van den achtersteven, terwijl de hoogte boven het zeeoppervlak 12.1 meter bedroeg. Deze anemometer had gewoonlijk wel de meest gunstige en vrije opstelling voorzoover den wind betrof. Het zware schokken en stooten van het geheele achterschip als gevolg van het doorslaan van de schroef was soms wel een bezwaar, het instrument had hier meer te lijden dan op de andere opstellingsplaatsen.

De instrumenten werden voor contrôle onderling verwisseld en soms ook alle drie tegelijk op dezelfde plaats opgesteld.

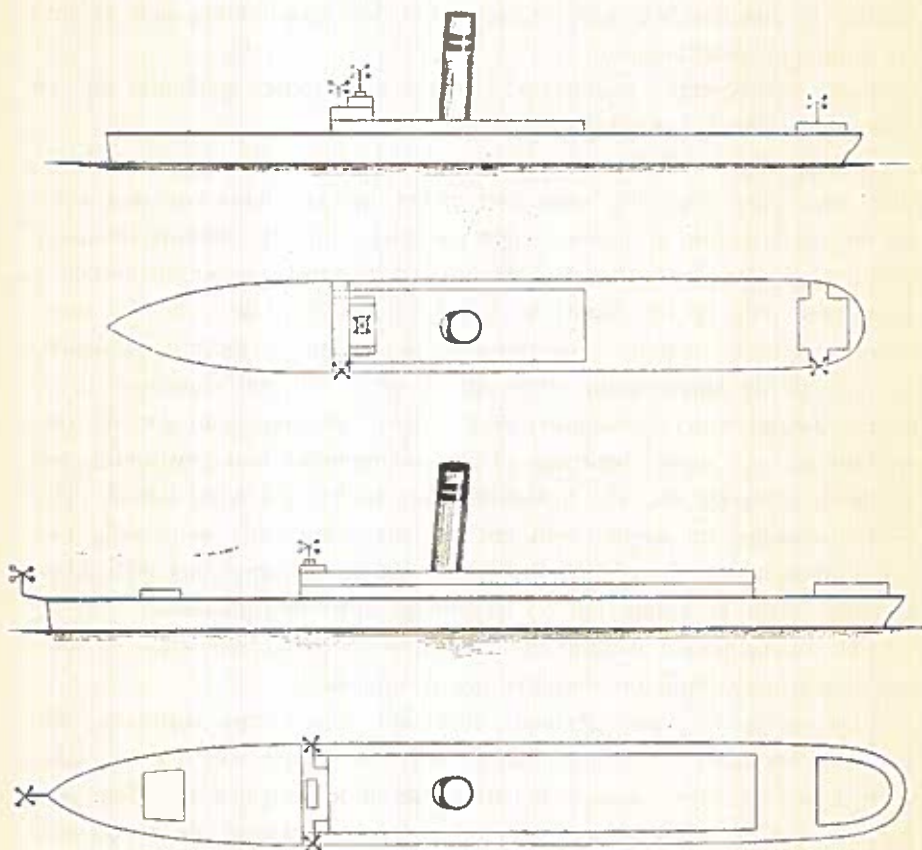
De terugreis werd gemaakt met het stoomschip Rijndam. Dit schip is ongeveer 170 meter lang. Op 55 meter van het voorschip verrijst een dekhuis, waarop het stuurhuis en de brug zich bevinden. Aan beide zijden op de brug was een anemometer geplaatst, de derde werd vooruit op den voorsteven gevoerd of op een lange spar vóór den boeg.

De anemometers op de brug stonden 16, die op het voorschip 7 meter boven water.

De schijnbare invalshoek van den wind werd bepaald door middel van een windvaan, welke een wijzer over een in graden verdeelden cirkelrand bewoog. De verdeeling liep van 0° tot 180° naar rechts

en links en er diende dus alleen gezorgd te worden dat de windwijzer behoorlijk verticaal stond en de nullijn van den afleescirkel evenwijdig was met de kiellijn van het schip.

De windvaan stond op de Oosterdijk bij den hoogsten anemometer; op de Rijndam op dezelfde hoogte als de anemometers op de brug, maar iets achterlijker tusschen brug en schoorsteen.



Voor een vaart van 7 tot 15 mijl telkens met 1 mijl opklimmend waren tabellen aangelegd met de argumenten schijnbare invalshoek en schijnbare snelheid van den wind, welke dadelijk den waren invalshoek en de ware snelheid gaven. De ware invalshoek geeft in verband met den koers de ware windrichting.

Herleiding van de berekende snelheid tot het zeeoppervlak. Aangezien de windschatter aan boord, zooals boven werd aangeduid, zijne gevolgtrekkingen aangaande wind-richting en -snelheid gewoonlijk zal maken uit hetgeen hij aan het zeeoppervlak ziet, terwijl de meetinstrumenten 15 à 20 meter boven zee stonden, doet zich de vraag voor: „moet er eene reductie worden toegepast op de met behulp van de anemometers bepaalde ware windsnelheid?”

Het is bekend, dat in verband met de wrijving, richting en snelheid naar het oppervlak toe geleidelijk veranderen; de snelheid neemt af terwijl de richting meer naar links draait. (Op Z. B. naar rechts).

In verband met de geringere wrijving is het te verwachten, dat in de onderste lagen de snelheidsvermindering op zee minder zal bedragen dan te land; zoover ons echter bekend is bestaat hieromtrent geen enkel gegeven.

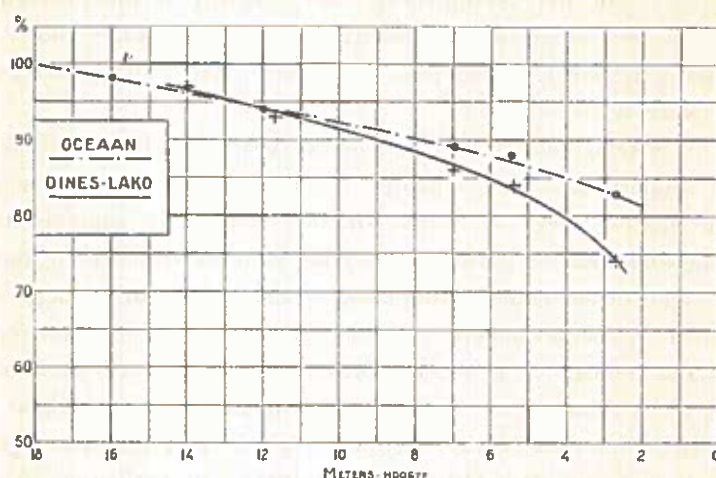
Te land hebben o. a. W. H. DINES¹⁾ en S. LAKO²⁾ deze afname bepaald, zij kwamen tot resultaten die behoorlijk met elkaar overeenstemmen; die voor LAKO hebben wij uit zijn gegevens geïnterpoleerd en met die van DINES gecombineerd in teekening gebracht. Wij konden a/b de afname bepalen tusschen 18 en 7 meter; voor kleinere hoogte boven water zijn door extrapolatie de punten bepaald. Aan de hier gegeven lijnen moet niet meer dan eene voorloopige waarde worden toegekend, de overeenstemming is bevredigend en het zoude dus mogelijk zijn de correcties voor de herleiding van de windkracht tot zeeniveau te benaderen.

Maar hierdoor zoude eene ongewenschte correctie worden aangebracht. Wel put de waarnemer a/b zijne conclusies uit hetgeen het zeeoppervlak hem te zien geeft, maar de daar werkzame krachten zet hij onbewust om in windsnelheid op een zekere hoogte boven water; ook de oude BEAUFORT-schaal nam als uitgangspunt den wind in de zeilen, dus eenige tientallen meters boven water; de kenmerken van de schaal voor waarnemers te land als uitwaaiende rook, vlaggen, bewegende boomen zijn ook eenige meters of tientallen van meters van het aard-

1) Aus dem Archiv der Deutsche Seewarte 1898 N°. V p 5.

2) S. LAKO. Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool. Deel IV. Onderzoek naar de snelheid van den wind op verschillende hoogte en naar den invloed van hindernissen op deze.

oppervlak verwijderd evenals de anemometers het zullen geweest zijn, die gediend hebben om naast windschattingen de aequivalenten in m. p. s. voor het eerst te benaderen.



Wat men onder wind aan het aardoppervlak verstaat is dus de wind op een hoogte van 5 à 10 meter.

Wij meenden dan ook te kunnen volstaan met steeds de aanwijzing van den laagst opgestellten anemometer als de meest juiste te beschouwen indien de opstelling voldoende was; in andere gevallen werd de aanwijzing van de hooger opgestelde anemometers voor het verschil in hoogte verbeterd. Als gemiddelde hoogte waarop de wind is gemeten kan dus voor de uitreis 12, voor de thuisreis 7 meter worden gerekend en eene herleiding tot zeeniveau kwam ons niet alleen niet noodig, maar bepaald ongewenscht voor.

UITKOMSTEN.

Windrichting. Er werd reeds op gewezen dat de richting gewoonlijk

bepaald wordt door te letten op de richting waaruit de windgolven komen; de schijnbare invalshoek wordt in het algemeen weinig als uitgangspunt aangenomen, hetgeen al wel blijkt uit onderstaande tabel, welke voor 4 groepen van invalshoeken is opgemaakt en waarin aangegeven is het aantal malen dat de fout in de geschatte

windrichting in teeken al of niet overeenstemde met het teeken dat men bij onvoldoende correctie van den waargenomen schijnbaren invalshoek moet verwachten.

Schijnbare invalshoek	Teeken van de overblijvende fout ~				Geen fout	
	wel		niet			
	overeenstemmend m/h verwachte teeken					
	Uitreis	Thuisreis	Uitreis	Thuisreis	U.	T.
0—44°	37	43	31	37	9	1
45—89	30	13	19	18		
90—134	4		6			
135—180	5		3			
Totaal	132		114		10	

Hoe staat het nu met de grootte van de fout?

Het meteorologisch journaal vraagt de windrichting voor de streken N, NNO, NO etc.; eene fout grooter dan $11\frac{1}{4}^{\circ}$ geeft dus aanleiding tot eene foutieve invulling der rubriek richting.

De volgende tabel geeft de mate van nauwkeurigheid waarmede de richting is geschat.

Fout	Uitreis	Thuisreis	Totaal
> 11°	38	33	71
< 11	106	79	185
0°—5°	63	36	99
6—10	43	43	86
11—16	25	20	45
17—22	7	8	15
23—27	3	3	6
28—34	3	2	5

Het blijkt dus dat in 72% van alle gevallen de richting juist is geschat, in 28% bedroeg de fout afgerond 2 streken.

Grootere fouten werden niet gemaakt, naar onze meening een goed resultaat.

Bovendien komen de grootste schattingsfouten voor bij de kleinste snelheden; het minimum dat

onderstaande tabel vertoont bij 4 BEAUFORT is waarschijnlijk toevallig;

het geringe aantal waarnemingen laat niet toe hieraan groote waarde toe te kennen.

BEAUFORT	1	2	3	4	5	6	7
Gemiddelde fout in richting	14°	10°	10°	4°	7°	6°	7°

Des nachts zal de richting van den zeegang moeilijker te bepalen zijn dan overdag en dan zal men zijn toevlucht nog wel eens moeten nemen tot aanwijzingen die de waker of de richting, waarin de rook over het schip waait, ons geven. Dit blijkt echter geen noemenswaardige invloed op de nauwkeurigheid der schatting uit te oefenen.

Fout	Overdag	's Nachts	In ‰	
			D.	N.
> 11°	42	29	27.5	28
< 11	113	72	72.5	72

Uitgaande van de o. i. niet juiste onderstelling, dat de wind niet over het water zoude glijden, komt EXNER 1) tot de gevolgtrekking dat aan het zecoppervlak en 5 meter daarboven een verschil in windrichting van 40° zoude bestaan en wel zoodanig dat op noorderbreedte bij eene windrichting N. 180° O. op 5 meter, eene windrichting N. 220° O. aan het oppervlak behoorde. Op 10 à 15 meter hoogte zoude dit verschil dan $\pm 30^\circ$ worden.

Uit het bovenstaande is echter nergens iets van dat groote richtings-

1) F. M. EXNER. Zur Kenntnis der untersten Winde über Land und Wasser und der durch sie erzeugten Meeresströmungen. Ann. II. u. M. Meteorologie Mai 1912.

verschil te bespeuren en dit zoude men toch verwachten. Wij gebruikten de richting der windgolven om te schatten, de richting op 16 à 18 meter hoogte om te meten.

Maar ieder die het eigenaardige verstuiven van de zee kent, weet dat de lucht wel degelijk over het water glijdt; uit onze waarnemingen vinden we verder dat 113 maal de geschatte windrichting links van de ware richting lag met een gemiddelde fout van 7° , 143 maal rechts daarvan met eene gemiddelde fout van 9° ; zoodat we in plaats van ongeveer 30° nog geen 2° als gemiddelde vinden.

Het bovenstaand onderzoek, dat de juistheid bevestigt der onderstelling, dat er geen noemenswaard richtingsverschil bestaat voor kleine hoogteverschillen, toont dus tevens de onhoudbaarheid van EXNER's uitkomst aan.

Snelheid. Het overzicht onder het hoofd „BEAUFORT-schaal” heeft doen zien, dat zoowel die schaal als de aequivalenten min of meer vage begrippen zijn; de kenmerken van vaststaande grootheden worden ten eenenmale gemist.

Wanneer wij dan ook de geschatte windsnelheden met de gemeten snelheden gaan vergelijken en tot verschillen komen kan moeilijk in den waren zin van het woord aan „fouten” worden gedacht; wij wezen er reeds op dat de windschatter a/b zich nooit bekommerd heeft om die aequivalenten. Het feit dat de verschillen hoofdzakelijk in ééne richting vallen doet zien dat er uniformiteit bij de schattingsmethode heerscht, terwijl tegelijkertijd de nu bepaalde aequivalenten niet belangrijk van andere series afwijken.

In het algemeen was de schijnbare invalshoek kleiner dan 90° en wanneer we nu de aequivalenten onder VIa en VIII als uitgangspunt aannemen, blijkt het dat er voor het „tegen den wind instoomen” een iets te groote correctie zou zijn toegepast; ook kunnen we zeggen: er is in het algemeen iets onderschat.

Het resultaat vindt men in onderstaande tabel, welke aanvankelijk berekend is voor halve BEAUFORT-schaaldeelen omdat a/b dikwijls in halve schaaldeelen wordt geschat. Op het eerste gezicht zullen deze

BEAUFORT	Goed		Overschat				Onderschat			
			1 B.		2 B.		1 B.		2 B.	
	Vla	VIII	Vla	VIII	Vla	VIII	Vla	VIII	Vla	VIII
0	3	2	1	1						
1	6	5	2	3	1	2	3	2		
2	9	10	5	4	1		12	14	1	
3	36	24	5	2			22	18	4	4
4	20	18	2	1			27	20	1	4
5	21	14	6	2			22	23	3	5
6	14	18	3	3	2		11	20	2	8
7	8	10	2	4			1	11		4
	117	101	26	20	4	2	98	108	11	25

en de volgende tabellen misschien een ietwat onbehagelijken indruk maken omtrent de nauwkeurigheid van de windschattingen; we dienen echter niet te vergeten dat de methode van critiek die met tiende deelen van meters werkt, tegenover eene schattingsmethode met schaaldeelen van eenige meters breedte, wel wat zwaar is.

Uit deze tabel leiden wij de volgende af:

	Aantallen			Procenten		
	Goed	Verschil		Goed	Verschil	
		1 B	2 B		1 B	2 B
Vla	117	124	15	45	48	7
VIII	101	128	27	40	50	10

Uit de twee hier gegeven tabellen volgt dat de gemiddelde afwijking in de schattingen der journaalhouders a/b ten opzichte der twee series aequivalenten 0.7 en 0.6 BEAUFORT-schaaldeel bedroeg, de gemiddelde fout 0.5 en 0.3.

Samensteller dezer verhandeling, uit hoofde van vroegeren werkring met de gebruikelijke schattingswijze a/b bekend, kwam tot de volgende resultaten.

Goed	Overschat		Onderschat			Procenten		
	1 B	2 B	1 B	2 B		Goed	1 B	2 B
VIa VIII	VIa VIII	VIa VIII	VIa VIII	VIa VIII	VIa	50	46	4
23—23	15—8	1—1	6—13	1—1	VIII	50	46	4

Hieruit vinden we voor de gemiddelde afwijking 0.5 en 0.5, voor de gemiddelde fout 0.1 en 0.2 BEAUFORT-schaaldeel.

Er was geen verschil in nauwkeurigheid aan te toonen tusschen dag- en nachtschattingen.

Onderstaande tabel geeft de gemiddelde afwijking aan bij de verschillende geschatte windkrachten; zooals te verwachten was is deze in het midden van de schaal het grootst.

1	2	3	4	5	6	7
0.3	0.4	0.5	0.9	1.0	0.6	0.2

Het is opvallend dat bij de journaalhouders het aantal onderschattingen dat der overschattingen aanmerkelijk overtreft.

Wij zeiden hierboven reeds, dat door ons niet direct aan foutief

schatten wordt gedacht. Nemen wij de thans gebruikte en vroegere anemometerwaarnemingen als juist aan, dan blijkt uit het vorenstaande, dat de windschatters aan boord den wind over het algemeen iets lager schatten dan de waarnemers, wier schattingen voor het Engelsche onderzoek van 1906 de stof leverden.

Bij vergelijking met de Duitsche waarnemingen door KRÜMMEL en WALDO bewerkt geldt ditzelfde voor de krachten 1 tot 4 à 5.

Schrijver dezes staat met zijne schattingen, die iets hooger uitvielen tusschen de beide genoemde schalen in.

Het komt ons in de eerste plaats voor, dat er wel kleine nationale verschillen in de opvattingen omtrent de BEAUFORT-schaal zullen bestaan, maar in de tweede plaats dat de toenemende afmetingen en snelheid der schepen tot lagere schattingen moet leiden.

Op het grootere schip heeft men minder last van zeegang, ziet ook meer op de golven dan er tegen aan, terwijl door de grooter wordende snelheid de waarnemer aan boord geleidelijk aan grootere schijnbare windsnelheden went en dus langzamerhand lager zal gaan schatten.

Wij zeiden reeds dat WALDO zijn equivalenten op een stoomschip in den Atlantischen Oceaan bepaalde en wel op hetzelfde traject als wij en nu is zeker de groote overeenstemming tusschen beide series opvallend.

Intusschen blijkt ook uit de hier volgende tabel dat de Nederlandsche waarnemers een goede opvatting van de BEAUFORT-schaal hebben, aangezien de uit hunne schattingen berekende equivalenten eene goede overeenstemming vertoonen met die, verkregen bij het laatste onderzoek van Engelsche zijde.

BEAUFORT	1	2	3	4	5	6	7
Engelsch 1906	2.2	3.6	4.9	6.7	8.7	11.0	13.4
Nederlandsch 1914	2.2	3.5	5.5	7.8	10.1	12.2	14.4
WALDO 1888	2.2	3.1	5.4	7.3	10.2	13.3	15.5

GEVOLGTREKKINGEN.

Zoowel voor windrichting als windkracht worden naar onze meening met de algemeen gebruikte kenteekenen en hulpmiddelen voldoende nauwkeurige schattingen verkregen. Het verstrekken van anemometers zoude in het algemeen niet tot veel nauwkeuriger resultaten voeren, omdat eene goede opstelling op verscheiden schepen bezwaren met zich zoude medebrengen. Die kans op minder gunstige opstelling is niet denkbeeldig en de mogelijkheid is dan ook niet uitgesloten dat de resultaten van windmeting in veel gevallen minder nauwkeurig zouden zijn dan die van de gewone windschatting.

Terwijl de betrekkelijk goede overeenstemming der nu gevonden aequivalenten met uitkomsten, in 1906 en 1888 gepubliceerd geruststellend is voorzoover de mogelijkheid van verschuiving der grenzen van de BEAUFORT-schaal betreft, wijst toch de schijnbare neiging tot zulk eene verschuiving op de wenschelijkheid van voortgezet onderzoek, ook van andere zijde, en van herhalingen van dergelijke metingen in de toekomst.

2. LUCHTTEMPERATUUR.

Uit onderzoekingen van SCHOTT, LÜTGENS, BRENNECKE en MEYER ¹⁾ is gebleken dat de bepaling der luchttemperatuur met een vrijwel onbeschermden en niet geventileerden thermometer, zooals a/b algemeen gebruikelijk is, tot resultaten kan voeren soms veel verschillend met die, welke verkregen zijn uit waarnemingen met geventileerde thermometers verricht.

1) SCHOTT. Wissenschaftliche Ergebnisse einer Forschungsreise zur See. Peterm. Mitt. Erg. Heft 109 1893.

LÜTGENS. Ergebnisse einer Ozeanographischen Forschungsreise in dem Atlantischen und dem Südlichen Stillen Ozean. Aus dem Archiv der D. S. XXXIV 1911 No 1.

BRENNECKE. Luft- und Wassertemperatur sowie relative Feuchtigkeit und Niederschläge beobachtet auf einer Reise nach der Westküste Südamerikas und zurück von Dr. HARRY MEYER. Ann. Hydr. u. M. Met. 1911. p. 64.

MEYER. Wasser- und Lufttemperaturen sowie relative Feuchtigkeit auf dem Atlantischen und Südlichen Stillen Ozean. Ann. Hydr. u. M. Met. 1912. p. 524.

Die verschillen kunnen echter met eenige moeite binnen kleinere grenzen worden teruggebracht, want het blijkt dat de fout in hoofdzaak gemaakt wordt overdag, als de scheepsthermometer min of meer aan directe zonnestraling is blootgesteld. De waarnemer aan boord vindt hier een nieuw arbeidsterrein. Ten einde een en ander na te gaan werden de gewone scheepswaarnemingen verricht met een in de schaduw opgehangen thermometer, de bijzondere waarnemingen met den slingerpsychrometer volgens SCHUBERT.

Als voorbeeld van stralingsinvloed dienen de twee volgende series; I verricht met den scheepsthermometer, II met den slingerpsychrometer volgens SCHUBERT.

	M. N.	2 ^a	4 ^a	6 ^a	8 ^a	10 ^a	M. D.	2 ^p	4 ^p	6 ^p	8 ^p	10 ^p	Gem.
I	16°.0	16.4	16.1	16.6	17.0	18.3	19.7	20.2	18.7	16.3	14.8	14.0	17.0
II	15°.7	16.7	15.0	15.4	16.0	16.0	16.4	16.0	13.7	13.3	13.5	13.5	15.1

Gedurende het etmaal waarop deze waarnemingen verricht zijn heerschte er lichte koelte, en eene bewolking (ci-str.) die hoewel met 6—8 aangegeven toch veel zonnestralen doorlaat.

Gewoonlijk is het verschil in het daggemiddelde kleiner, zooals de volgende tabel aangeeft (I scheeps-II slingerthermometer).

I	11°.9	13.1	11.1	14.7	15.2	15.0	15.4	8.6	13.1	11.8	14.7	17.6	20.7	19.1	18.4	17.0	13.9	13.6	13.0	11.4
II	11°.0	12.5	10.1	14.8	14.2	14.9	15.1	8.6	12.1	11.2	14.6	17.5	20.0	19.3	18.2	15.1	13.2	13.1	12.4	11.4
Ver- schil	+0.9	+0.6	+1.0	-0.1	+1.0	+0.1	+0.3	0	+1.0	+0.6	+0.1	+0.1	+0.7	-0.2	+0.2	+1.9	+0.7	+0.5	+0.6	0

Als gemiddeld verschil vinden we $+ 0^{\circ}.5$. Het komt ons voor dat uit een langere waarnemingsreeks zal blijken dat het verschil

kleiner is, ook zal in andere jaargetijden en andere oecaangedeelten een andere waarde worden gevonden.

Bewolking, windsnelheid en de duur van den dag zijn van grooten invloed.

De volgende tabel geeft de verschillen tusschen de aflezingen van den thermometer en den psychrometer, met bewolking en windkracht gedurende twee etmalen.

MN.	4 ^a	8 ^a	MD.	4 ^p	8 ^p	Bewolking en windkracht
-0°.9	+0.5	+0.2	0.0	+0.3	0.0	Betrokken. NO.—ZO. 4—5
+0°.3	+1.1	+1.0	+3.3	+5.0	+1.3	VM. en AM. opklarend. NW. 2

Om nauwkeuriger gegevens omtrent de gemiddelde luchttemperatuur te verkrijgen hebben BRENNECKE e. a. voorgesteld alleen de nachtwaarnemingen te gebruiken en deze te corrigeeren voor den dagelijkschen gang; hoe groot die correctie zou moeten zijn wordt niet vermeld en de bepaling hiervan zal inderdaad wel eenige moeilijkheden met zich brengen. Ook zou door eene correctie toe te passen op de gemiddelde watertemperatuur de luchttemperatuur berekend kunnen worden.

Voor zoover mogelijk berekenden wij een nieuw daggemiddelde uit onze waarnemingen van 8^p tot 8^a voor thermometer (I), psychrometer (II) en laten die hier volgen met het daggemiddelde (III) uit 6 of 12 maal daagsche psychrometerwaarnemingen verkregen.

	I	II	III	I-II	II-III	I-III	I-II	II-III	I-III	I-II	II-III	I-III	I-II	II-III	I-III	I-II	II-III	I-III	I-II	II-III	I-III
I	11°.7	12.8	10.7	14.1	14.9	14.7	14.6	12.7	11.5	16.9	20.8	18.5	18.1	16.0	13.5	13.3	12.5	11.5			
II	11°.2	12.3	9.7	14.2	14.1	14.9	14.7	11.3	11.2	17.2	20.5	18.7	17.5	15.5	13.0	12.9	11.6	11.5			
III	11°.0	12.5	10.1	14.8	14.2	14.9	15.1	12.1	11.2	17.5	20.0	19.3	18.2	15.1	13.2	13.1	12.4	11.4			
I-II	+0.7	+0.3	+0.6	-0.7	+0.7	-0.2	-0.5	+0.6	+0.3	-0.6	+0.8	-0.8	-0.1	+0.9	+0.3	+0.2	+0.1	+0.1			
II-III	+0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.1	0	-0.4	-0.8	0	-0.3	+0.5	-0.6	-0.7	+0.4	-0.2	-0.2	-0.8	+0.1			

Het blijkt dat het grootste verschil in I—III, hetwelk vroeger

+ 1°.9 bedroeg, thans is teruggebracht tot + 0°.9; het gemiddeld verschil, vroeger + 0°.5, bedraagt thans + 0°.2.

De grootste fout in de temperatuurwaarneming wordt dus gemaakt in de waarneming van den middag en van 4 p. m., want alleen de 36 nu weggelaten waarnemingen zijn oorzaak dat het gemiddelde van ± 200 waarnemingen eene afwijking vertoont 0°.3 grooter, dan de afwijking in de gemiddelden verkregen uit de ± 160 andere waarnemingen.

Het gemiddeld verschil van II—III bedraagt — 0°.2.

Uit de weliswaar korte waarnemingsreeks blijkt al wel, dat men betere benadering verkrijgt van het daggemiddelde der luchttemperatuur op zee, indien men alleen de nachtwoarnemingen gebruikt.

Het komt ons echter voor, dat men nauwkeuriger resultaten zoude verkrijgen indien men alleen de waarnemingen van 8 a. m. en 8 p. m. gebruikte. Uit de door BRENNECKE gegeven temperatuurreksen, met een aspiratiethermometer bepaald, vinden we voor het daggemiddelde uit alle waarnemingen 25°.84, 15°.18 en 25°.68, voor dat uit de waarnemingen van 8 a. m. en 8 p. m. 25°.86, 15°.20 en 25°.69, voor dat uit alle nachtwoarnemingen 25°.77, 15°.05 en 25°.50.

Ook blijkt uit het statistische werk omtrent het klimaat van de Noordzee van VAN DER STOK ¹⁾ dat het gemiddelde der waarnemingen van 8 a. m. en 8 p. m. tot eene vrij nauwkeurige benadering van het daggemiddelde van lucht- en watertemperatuur voert; luchttemperatuur 0°.2, watertemperatuur 0°.02 lager dan het algemeen gemiddelde.

De te hooge middagaflezingen moeten natuurlijk van invloed zijn op het bedrag der amplitude van den dagelijkschen gang in de luchttemperatuur.

We laten de formules voor den dagelijkschen gang hier volgen zooals die berekend zijn uit de vier-uurlijksche waarnemingen met de thermometer (I) en psychrometer (III) voor het traject Scilly-Eilanden — 50° W.L. en terug. Aangezien de mogelijkheid bestaat dat het aantal thermometerwaarnemingen te gering geacht wordt om hieruit den dagelijkschen gang te berekenen, werd deze ook berekend uit

¹⁾ K. N. M. I. No 102. Mededeelingen en Verhandelingen 13a.h.c.

Dr. J. P. VAN DER STOK, Das Klima des Südöstlichen Teiles der Nordsee, unweit der Niederländischen Küste.

temperatuurwaarnemingen verricht in de maand Mei van 1903—1914 in het vak 46° — 51° N.B. en 15° — 25° W.L. (II).

$$\begin{aligned} \text{I } m &+ 1^{\circ}.166 \cos (nt - 31^{\circ}) + 0^{\circ}.085 \cos (2nt - 168^{\circ}) \\ \text{II } 12^{\circ}.76 &+ 1^{\circ}.111 \cos (nt - 30^{\circ}) + 0^{\circ}.247 \cos (2nt - 44^{\circ}) \\ \text{III } m' &+ 0^{\circ}.582 \cos (nt - 26^{\circ}) + 0^{\circ}.218 \cos (2nt - 24^{\circ}) \end{aligned}$$

Eene verhouding der amplituden dus als 2 : 1, dezelfde welke BRENNERKE gevonden heeft voor het tropische deel van den zeiltrek in den Atlantischen Oceaan, van 16° N.— 25° W. naar 4° Z.— 27° W. in de maand Augustus.

Dat echter de amplitude in den dagelijkschen gang van de luchttemperatuur die van de watertemperatuur zoude moeten naderen zooals BRENNERKE „durchaus wahrscheinlich“ acht lijkt ons op theoretische gronden aanvechtbaar en uit de volgende formule voor den dagelijkschen gang in de watertemperatuur in het bovenbeschouwde gebied blijkt deze uitspraak zeker niet voor den geheelen oceaan te gelden.

$$m'' + 0^{\circ}.202 \cos (nt - 39^{\circ}).$$

In het bovengenoemde werk van VAN DER STOK vinden we in de wintermaanden met een gemiddelde bewolking van 7 voor de amplitude van de luchttemperatuur $0^{\circ}.362$, voor die van het water $0^{\circ}.084$. Aangenomen dat de amplitude voor den gang in de luchttemperatuur tweemaal te groot is, bedraagt de amplitude in den dag. gang van de watertemperatuur 46% van die der luchttemperatuur, eene verhouding van den aard welke we ook hierboven constateerden, waar deze 34% bedroeg.

In een onlangs gepubliceerd onderzoek ¹⁾ omtrent het verschil tusschen water- en luchttemperatuur van den Indischen Oceaan werd gebruik gemaakt van maandgemiddelden berekend uit $6 \times$ daagsche waarnemingen. De vraag is nu, zijn de daar gegeven resultaten in

1) K. N. M. I. No 102. Mededeelingen en Verhandelingen. No. 18.

P. H. GALLÉ. Luft- und Wassertemperatur im Indischen Ozean.

I. Tägliche Periode.

II. Verhältnis von Luft- und Wassertemperatur.

verband met het bovenstaande nog als voldoende nauwkeurig te beschouwen?

Het antwoord is natuurlijk moeilijk te geven aangezien een uitgebreid onderzoek met slinger- of aspiratiethermometers hiervoor noodig zoude zijn.

Toch kunnen we de mate van nauwkeurigheid eenigszins nagaan.

Wij meenen aangetoond te hebben dat de waarnemingen van 8 a. m. en 8 p. m. al eene vrij zekere en betere benadering geven om tot de gemiddelde temperatuur van lucht en water te geraken. Deze gemiddelden vinden we in een onlangs verschenen tabel ¹⁾; hieronder vindt men de verschillen tusschen water- en luchttemperatuur berekend uit 6 $\times$ daagsche waarnemingen (I) en uit die verricht 8 a. m. en 8 p. m. (II). Het blijkt dat de onderlinge overeenstemming bevredigend is.

I	+ 0.1	0.0	+ 0.2	0.0	- 0.1	- 0.3	- 0.7	- 0.9	- 0.3	0.0	+ 0.1
II	+ 0.2	+ 0.2	0.0	+ 0.1	0.0	- 0.1	- 0.2	- 0.5	- 0.2	+ 0.2	+ 0.2
I	+ 0.4	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.4	+ 0.3	+ 0.2	+ 0.5	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.6
II	+ 0.5	+ 0.2	+ 0.5	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.2	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.4	+ 0.5

I	+ 0.1	+ 0.4	+ 0.2	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.2	- 0.2	- 0.6	- 0.3	- 0.2	0.0	+ 0.2
II	+ 0.3	+ 0.4	+ 0.2	+ 0.4	+ 0.4	0.0	- 0.1	- 0.4	- 0.3	- 0.2	+ 0.2	+ 0.3

Een systematisch onderzoek omtrent de luchttemperatuur met slinger- of aspiratiethermometers is wel gewenscht om tot eene nauwkeuriger kennis daarvan te komen; van sommige oceaangedeelten die in den zeiltijd druk bevaren, thans vrijwel verlaten liggen, geven echter de vroegere waarnemingen een overzicht dat niet veel van de waarheid zal verschillen. Men dient hierbij ook niet uit het oog te verliezen

¹⁾ K. N. M. I. No 107. Monthly meteorological Data for ten-degree squares in the Atlantic and Indian Oceans. 1900-1913.

dat het materiaal, verzameld met grooter nauwkeurigheid waarborgende instrumenten, hoewel onderling overeenstemmende resultaten gevend, tot nu toe nog zeer beperkt is tegenover de groote hoeveelheid waarnemingen met de gewone thermometers verkregen.

3. BETREKKELIJKE VOCHTIGHEID.

Evenals omtrent de luchttemperatuur, bestaan ook omtrent de betrekkelijke vochtigheid op den Oceaan nog maar weinig nauwkeurige gegevens; daarom werden hierover op deze reis waarnemingen gedaan of om de 2 of om de 4 uur met den slingerpsychrometer van SCHUBERT.

Op de uitreis werd het weder gewoonlijk beheerscht door cyclonale invloeden; op de thuisreis was de weerstoestand overwegend anticyclonaal. In de gemiddelde waarden voor de betrekkelijke vochtigheid vinden we die omstandigheden zwak geïllustreerd; op de uitreis vonden we 85 %, op de thuisreis 81 %, het totaal-gemiddelde bedroeg 82 %.

Het grootste daggemiddelde 97 % kwam voor van 12—13 Mei, stoomend van 41°38' N.—63°10' W. naar 39°38' N.—69°41' W.; het kleinste 61 %, stoomend van 49°30' N.—10°13' W. naar St. Catherine Point (Wight) van 27—28 Mei; 56 % werd waargenomen tusschen 49°30' N.—10°13' W. en de Wolf Rock.

Op de uitreis werd in vollen oceaan den 7^{den} Mei op 47°14' N.—30°43' W. 52 % waargenomen, het schip bevond zich toen aan de oostzijde van een scherpen rug van hoogen druk die twee minima scheidde; tijdens het doorstoomen van dien om de Oost trekkenden rug begon de vochtigheid snel toe te nemen, voordat de hoogste barometerstand bereikt was of de wind aangevangen was met krimpen. Een paar maal kwam den 13^{den} Mei 100 % voor tusschen 40°37' N.—66°29' W. en 40°17' N.—67°35' W., het schip bevond zich toen aan de oostzijde van een vlak onregelmatig gevormd depressiegebied, beurtelings in koud en warm water stoomend, voortdurend in mist of dikke mist gehuld. Op de thuisreis werd 49 % als minimum waargenomen ten 6 p. m. 27 Mei ten zuiden van de Wolf Rock, wij bevonden ons aan de oostzijde van een langgerekten uitlooper van het toen sterk ontwikkelde

Azoren-hoogdrukgebied, daarentegen doorstoomden we den vorigen dag een maximum varieerend tusschen 95 en 97 % toen een V-vormige secundaire van de IJslandsche depressie zijn invloed deed gelden.

POLIS¹⁾ vond in Augustus als gemiddelde 74 %, het kleinste daggemiddelde was 58 % stoomend van 21—22 Augustus tusschen 40°38' N.—65°34' W. en 41°10' N.—56°26' W.; het laagste vochtigheidsprocent bedroeg 42 %.

Het grootste daggemiddelde 88 % kwam van 11 op 12 Augustus voor, stoomend tusschen ± 44° N.—42° W. en 42°18' N.—50°41' W. De weerstoestand was toen overwegend anti-cyclonaal.

Een door LUTGENS uitgesproken meening, dat bij een negatief verschil tusschen water- en luchttemperatuur de betrekkelijke vochtigheid meer dan 80 % zoude bedragen vonden wij over het algemeen wel bevestigd, maar ook bij een positief verschil is zulks het geval. Onderstaande gegevens zijn aan de waarnemingen van POLIS en de onze ontleend.

W.-L. B. Vochtig- heid.	+1.0	0.1	1.5	1.5	0.9	1.6	0.6	0.6	0.2	0.8	0.2	0.8	0.9	0.5	2.3	2.7	0.1	Ge- middeld	—1.4	0.8	1.3	3.3	2.0	2.0	3.0	3.0	0.8	Ge- middeld
	79	87	66	78	92	95	94	81	88	92	92	67	71	88	80	58	71	81	86	87	87	81	74	83	78	77	82	

Wel blijkt uit het bovenstaande dat bij positieve verschillen het gemiddelde iets kleiner is, en vooral dat dan groote schommelingen in het daggemiddelde voorkomen n.l. van 58 tot 95 %; bij negatieve verschillen is het verloop regelmatig en schommelt de betrekkelijke vochtigheid tusschen 74 en 87 %.

Uit de 4-uurlijksche afwijkingen van het daggemiddelde laat zich de volgende formule berekenen.

$$\begin{array}{cccccc} \text{M. D.} & 4^{\text{h}} & 8^{\text{h}} & \text{M. N.} & 4^{\text{a}} & 8^{\text{a}} \\ -4.1 & -1.0 & +2.2 & +1.7 & +2.1 & -1.0 \end{array}$$

$$2.983 \cos (nt - 179^{\circ}) + 1.183 \cos (2nt - 181^{\circ}).$$

1) P. POLIS. Feuchtigkeitsmessungen auf dem Atlantischen Ozean. Met. Zeitschrift 1909, p. 90.

De amplitude verschilt niet aanmerkelijk van die door BRENNECKE gevonden voor het tropische deel van den Atlantischen Oceaan, ze varieerde daar tusschen 2.8 en 7.7 ‰; SCHOTT vond in den Zuidoost-passaat van den Atlantischen en Stillen Oceaan 3.4 ‰.

Het maximum valt ten ongeveer 12^u 's nachts, wat behoorlijk overeenstemt met hetgeen door anderen gevonden werd.

Ook op dit gebied zijn meerdere waarnemingen noodig alvorens men tot verdere gevolgtrekkingen kan komen.

De slingerpsychrometer gaf waardevolle aanwijzingen voor de kansen die men had door mist overvallen te worden.

4. OPTISCHE VERSCHIJNSELEN.

Zoowel gedurende de uit- als gedurende de thuisreis werden op 4 verschillende dagen kringen om zon (6) of maan (2) waargenomen, soms vergezeld van raakbogen, cenmaal van bijzonnen en zuil boven de zon bij zonsondergang. Op de uitreis werd over 't geheel buitig, onder depressie-invloed staand weder ondervonden; op de thuisreis daarentegen was de weerstoestand meest anti-cyclonaal. De door de Deutsche Seewarte uitgegeven dagelijksche weerkaarten geven geen enkelen dag, waarop de halo's voorkwamen, diepe stormdepressies aan; de aanwijzing die een halo omtrent het weder buiten de tropen geeft is o. i. slechts deze:

„Het weder wordt in meerdere of mindere mate door cyclonale invloeden beheerscht.” Als voorteekenen van storm hebben ze in het hier besproken gebied geen waarde, zooals statistisch onderzoek heeft aangetoond ¹⁾.

¹⁾ K. N. M. I. No. 81. Onweders, Optische Verschijnselen, enz. in Nederland in 1905. Deel XXVI.

