

KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT.

N^o. 111.

OPSTELLEN OP OCEANOGRAPHISCH

— EN —

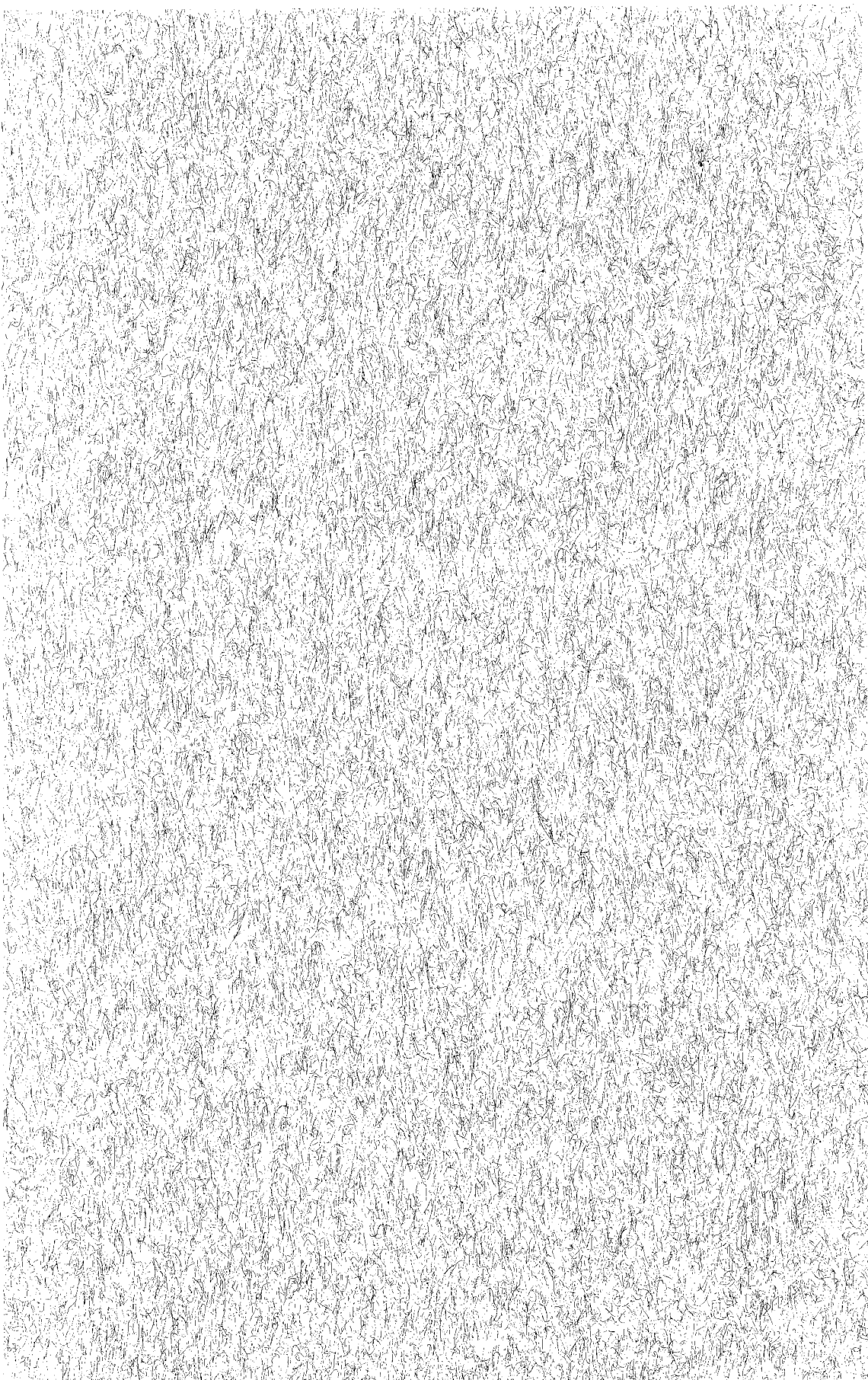
MARITIEM-METEOROLOGISCH
GEBIED.

H. KEYSER,
WOLKENRICHTING EN WOLKENSNELHEID.

4.

UTRECHT,
KEMINK EN ZOON N.V.
1935.

Te verkrijgen bij
RIJSUITGEVERIJ, 's-GRAVENHAGE.
Prijs f 0.40.



KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT.

Nº. 111.

OPSTELLEN OP OCEANOGRAPHISCH

— EN —

MARITIEM-METEOROLOGISCH
GEBIED.

H. KEYSER.
WOLKENRICHTING EN WOLKENSNELHEID.

4.

UTRECHT,
KEMINK EN ZOON N.V.
1935.

WOLKENRICHTING EN WOLKENSNELHEID.

I.

In de wolkenrichtingwaarneming, zooals deze normaal aan boord van een varend schip wordt verricht, schuilt een fout als gevolg van de verplaatsing van het schip tijdens de waarneming, welke fout daaruit niet geëlimineerd kan worden, omdat de wolkensnelheid onbekend is. Nieuw is deze mededeeling niet; zoo verscheen o.a. in „De Zee” jrg. 1922, afl. 10, een korte mededeeling dienaangaande. Maar het is noodig deze aangelegenheid uitvoeriger toe te lichten dan tot nu toe is geschied, in het belang van de meteorologie en van de navigatie. Immers het zal hierna blijken, dat die fout dusdanige bedragen kan bereiken, dat aan de opzichzelfstaande wolkenrichtingwaarneming in vele gevallen elke waarde moet worden ontzegd en de kans, dat zoo'n geval zich voordoet, is bij de opvoering van de snelheid der schepen in den loop der jaren geleidelijk grooter geworden. Tot nu toe — en daar is eenerzijds wel iets voor te zeggen — heeft men gemeend, dat door bijeenvoeging van vele waarnemingen, bijv. voor het vaststellen van een middelwaarde (m.a.w. een algemeene beweging van de wolken bijv. per 5° vak) de fouten zich zouden opheffen en dat een voldoende betrouwbare middelwaarde zou worden verkregen, maar daartegen zijn ook tegenwerpingen aan te voeren. Verder is het feit, dat in de wolkenrichtingbepaling aan boord van het varende schip een fout schuilt, bij de zeevarenden, blijktens de verschillende vragen dienaangaande in de meteorologische journalen over 1934 ontvangen, niet voldoende doorgedrongen. De schuld hiervan is gedeeltelijk wellicht ook in de Voorschriften van het meteorologisch jaarnaal te zoeken; daarin vindt men toch niet veel meer dan: „Het nauwkeurigst en gemakkelijkst geschiedt het waarnemen van de richting van beweging in of nabij het toppunt, ten opzichte van hemellichten”. Deze zinsnede, alhoewel op zichzelf niet onjuist, doet de gedachte naar voren komen, dat de waarneming in of nabij het toppunt de wolkenrichting nauwkeurig doet kennen, maar zulks is zeker niet waar. Wat wel waar is, is dat de waarneming, welke buiten het toppunt wordt verricht, onnauwkeuriger is dan die in of nabij het toppunt, want dan voegt zich bij de fout, veroorzaakt door het vaartlopende schip, nog een tweede fout, welke ontstaat doordat de wolkenbeweging aan het hemelgewelf hetzij als azimuthale richting wordt be-

schouwd, of dat alsdan een schatting van de azimuthale richting plaats vindt. Deze tweede fout is echter in het algemeen lang niet zoo belangrijk als de eerste. Hoe bij wolken buiten het toppunt de waarneming te verrichten valt, staat in de Voorschriften niet aangegeven; verschillende gesprekken met journaalhouders hebben ons in de overtuiging versterkt hoe moeilijk het vraagstuk der wolkenrichtingwaarneming in de praktijk wordt aangevoeld, hoe bezwaarlijk het is met enkele woorden aan te geven wat nu eigenlijk als richting wordt waargenomen. Voor ons is het dan ook geenszins verwonderlijk, dat op het imperatieve gevraagde in de Voorschriften „verlangd wordt dat in de mededeelingen van het journaal zal worden vermeld, op welke wijze de richting van beweging der wolken is bepaald” veelal in de journalen het stereotiepe maar weinig zeggende antwoord voorkomt: „Overeenkomstig de Voorschriften, in en nabij het toppunt ten opzichte van hemellichten”, weinig zeggend, omdat toch ook richtingen vermeld staan bij geheel bedekte lucht, wanneer dus geen hemellichten voor de waarneming ten dienste stonden.

Bestond er naar ons oordeel dan ook naar aanleiding van verschillende vragen in de journalen over 1934 de wenschelijkheid om nogmaals er op te wijzen, dat op een varend schip de waargenomen richting van beweging der wolken niet met de ware richting overeenkomt, *een feit waarmede bij cycloonnavigatie ter dege rekening is te houden*, er waren omstandigheden om het onderwerp uitvoerig te behandelen. Van die omstandigheden noemen wij als eerste een in het meteorologisch journaal No. 5459 van het ss. „Maasland”, gezagvoerder L. ten Kley, door den journaalhouder B. Paulus geopperd — en voorzoover bekend — origineel denkbeeld om op zee de relatieve snelheid van de hogere wolken te bepalen door het waarnemen van den tijd, dien de wolk nodig heeft om de maansmiddellijn te doorloopen. Alhoewel deze methode naar ons voorkomt bezwaarlijk geacht kan worden in de praktijk afdoend bruikbare uitkomsten te geven, lijkt het ons gansch niet onmogelijk, dat uitbreiding van de geopperde gedachte zou kunnen leiden tot een werkwijze, die in verschillende gevallen de relatieve snelheid van de wolkenbeweging ons wel zou leeren kennen. En daarmee zou de meteorologie een kolossaal voordeel boeken, want indien de relatieve snelheid der wolkenbeweging bekend is, kan de fout als gevolg van de vaart wel uit de schijnbare wolkenrichting geëlimineerd worden. Bedenkt men, dat de meteorologie thans den tijd beleeft, waarin van statistische gemiddelden overgegaan wordt naar synoptische voorstellingen in een weerkaart, waarin de schijnbare wolkenrichtingwaarneming — vanwege de daaraan gepaard gaande fout als gevolg van de vaart — vrijwel geen waarde heeft, terwijl de

ware wolkenrichting wel een groote waarde kan hebben, zoo is bedoeld voordeel voor de meteorologie haast niet te hoog aan te slaan.

Verdere overdenking van de materie „wolkenrichting” leidde er toe, dat volgens een bepaalde werkwijze aan de hierboven genoemde fout in de wolkenrichting bij wolken buiten het toppunt kan worden ontkomen, althans in theorie; of de methode in de praktijk gebezigd kan worden, is een andere vraag.

Tenslotte noemen wij als omstandigheid om het onderwerp uitvoerig te behandelen het navolgende. Er bestaat blijkens de vragen en brieven, die het Instituut over het onderwerp „wolkenrichting” ontvangt, bij verschillende personen op de handelsvloot een niet genoeg te waardeeren verlangen om het moeilijke vraagstuk van „wolkenrichting” beter te begrijpen en om tot nauwkeurige waarnemingen te komen. Om dezulken teleurstellingen te besparen, maar bovenal om de meteorologie vooruit te helpen, is het noodig, dat deze werkers beschikken over een ondergrond, waarop verder gebouwd kan worden, met name om een aan boord bruikbare werkwijze te vinden, waardoor de ware wolkenrichting zou kunnen worden bepaald.

Te dien einde is het navolgende opstel „Wolkenrichting en Wolken-snelheid” samengesteld.

II.

In het onderhavige opstel wordt slechts beschouwd de beweging van de wolk in het horizontale vlak: elke verticale eigen beweging van de wolk — annex aan stijgende of dalende luchtstroomen — wordt buiten beschouwing gelaten.

Wat de richting van beweging van de wolk betreft, maken wij onderscheid tusschen:

1. WARE RICHTING, t.w. de azimuthale richting „vanwaar”, liggende in een horizontaal vlak,
2. SCHIJNBARE RICHTING, analoog aan het begrip schijnbare windrichting, n.l. de nabij het toppunt beschouwde azimuthale richting vanwaar de wolk in verband met de vaart van het schip schijnt te komen,
3. de richting van beweging — maar nu beschouwd van een wolk *niet* nabij het toppunt — zooals ons oog die aan het hemelgewelf waarneemt, en die dus gericht kan zijn: van rechts naar links, van boven naar onder en omgekeerd of elke tusschenliggende richting kan hebben; wij noemen haar VISUEELE RICHTING.

Wat de snelheid van verplaatsing betreft, zoo wordt onderscheiden:

1. WERKELIJKE SNELHEID, in het niveau waarin de wolk zich beweegt en welke in de synoptische weertelegammen wordt aangeduid met de symbolische letters vv en uitgedrukt is in km/h (of statute miles p. hour),
2. RELATIEVE SNELHEID, normaal gerekend in het 1000 m niveau en alsdan in de synoptische weertelegammen aangeduid met de symbolische letters VV , zoodat de vergelijking bestaat $vv = \frac{h}{1000} \times VV$, waarin h de werkelijke hoogte van de wolk in meters aangeeft. Bij bekendheid van de relatieve snelheid geeft een schatting van de wolkenhoogte aldus een BENADERDE werkelijke snelheid.

III.

WAARNEMINGEN TE LAND.

Het op observatoria meest gebruikte instrument om de beweging der wolken te bepalen en waarbij verkregen wordt de WARE RICHTING en de RELATIEVE SNELHEID is de „nephoscoop van Besson” of in het Nederlandsch de „wolkenhark”.

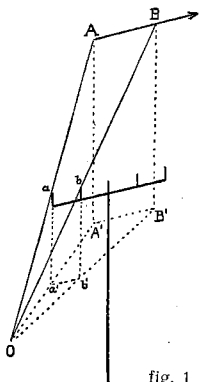


fig. 1

Het instrument is eenvoudig; een verticale draai-bare staaf, waarop 2 m boven ooghoogte een horizontale stang met naar boven gerichte tanden, die een onderlingen afstand van 0,2 m hebben. De azimuthale richting van de horizontale stang is op een schijf af te lezen. Bij de waarneming plaatst men zich zoo, dat de vizierlijn „oog—harktand” op de wolk is gericht en draait de staaf zoodanig dat de wolk over de diverse tanden strijkt. De WARE RICHTING is dan op de schijf af te lezen. De RELATIEVE SNELHEID wordt verkregen door het noteeren van den tijd noodig voor het doorloopen van den afstand tusschen twee tanden. Het instrument geeft de relatieve snelheid voor elke wolkenhoogte juist aan, omdat, hoe lager de wolk staat, hoe verder de waarnemer van de hark moet gaan staan om de vizierlijn op de wolk gericht te krijgen.

Fig. 1 en de hieronder volgende vergelijkingen zullen een en ander voldoende verduidelijken.

$$\frac{AB}{ab} = \frac{A'B'}{a'b'} = \frac{A'O}{a'o} = \frac{AA'}{aa'}$$

Is de tijd, dien de wolk noodig heeft om den afstand tusschen twee tanden af te leggen t sec. en stellen wij ons voor dat $AA' = 1000$ m, dan is bij de gekozen maten:

$$\text{RELATIEVE SNELHEID} = \frac{AA'}{aa'} \times \frac{a b}{t} = \frac{1000}{2} \times \frac{0,2}{t} = \frac{100}{t} \text{ (in m.s.)}$$

Om de WERKELIJKE SNELHEID van de wolk te verkrijgen, moet dan de wolkenhoogte bekend zijn. Veelal zal deze hoogte worden *geschat* door als hoogte aan te nemen het gemiddeld niveau waartoe de wolkensoort be-

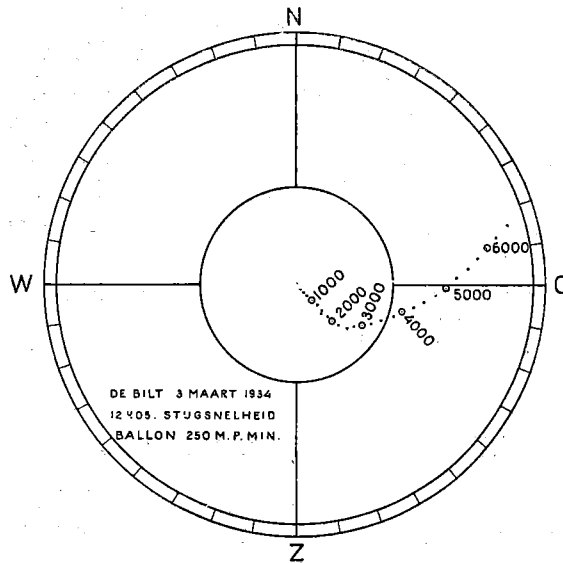


fig. 2

hoort (zie blz. 3 van het meteorologisch journaal); men krijgt dan natuurlijk slechts een *BENADERDE* werkelijke snelheid.

Het *meten van de wolkenhoogte* kan geschieden met een afstandsmeter (soortgelijk als voor navigatie- of artilleriedoeleinden in gebruik); een andere methode bij lage wolken in top is het oplaten van een kleinen ballon, waarvan de stijgsnelheid bekend is en waarbij het tijdsverloop tusschen „oplaten” en „verdwijnen in de wolk” de hoogte doet kennen.

Weer een andere methode is het gelijktijdig fotografeeren van den hemel uit twee op afstand gelegen punten, uit welke fotografieën dan de wolkenhoogte kan worden opgemeten en welke methode bij herhaling na eenig tijdsverloop op zich zelf de werkelijke snelheid en ware richting oplevert; zij is o.a. in gebruik bij de moeilijke waarnemingen der zeer hooge „lichtende nachtwolken” (prof. Störmer, Noorwegen).

De waarnemingen van wolkenrichting en snelheid hebben plaats om ons te leeren kennen de beweging van de lucht in het niveau, waarop de wolk zich bevindt. Er bestaat, zooals men weet, ook een directe methode om de luchtbeweging in hoogere niveaus waar te nemen, n.l. met behulp van loodsballons en theodoliet. Deze geven ons WARE RICHTING en WERKELIJKE SNELHEID. De met waterstofgas gevulde caoutchouc ballons hebben een nagenoeg constante stijgsnelheid, welke uit hun negatief gewicht en hun afmeting afgeleid kan worden. De ballon wordt vanaf het oogenblik van „vrij laten” in den kijker van den theodoliet gevolgd, zoodat indien bijv. elke minuut de azimuthale richting en hoogte (hoek) van den ballon wordt vastgelegd, met behulp van de werkelijke hoogte (afgeleid uit den tijd en de bekende stijgsnelheid) de werkelijke plaats van den ballon t.o.v. den theodoliet kan worden bepaald, en dus richting en afstand van den afgelegden weg tusschen twee opvolgende tijdstippen berekend kan worden. Inrichtingen zijn evenwel bedacht (o.a. Dr. Schoute, De Bilt) om de in den kijker van den theodoliet gevolgde baan in horizontale projectie gelijktijdig met de waarneming te registreeren. Een voorbeeld hiervan geeft het diagram op de vorige bladzijde, fig. 2.

IV.

WAARNEMINGEN OP ZEE.

De laatstgenoemde methode „loodsballons en theodoliet”, die ons leert kennen WARE RICHTING en WERKELIJKE SNELHEID der lucht, vindt ook eenige toepassing op zee. Uiteraard moet dan een correctie worden aangebracht voor de verplaatsing van het schip tijdens de opeenvolgende waarnemingen, ook moet de theodoliet op bijzondere wijze worden ingericht (cardanisch opgehangen, maar met sterke remming); proefnemingen dienaangaande van Nederlandsche zijde (Dr. Schoute, Dr. Carnegieer, Drs. Bleeker) hebben bevredigende uitkomsten gegeven. Deze waarnemingen zijn ook verricht in December 1934 aan boord ss. „Stuyvesant” door den Heer J. Piket om het vliegtuig „Snip” tijdens de vlucht Porto Praja—Paramaribo gegevens omtrent den bovenwind te verschaffen. Voor de waarnemingen is echter geschoold personeel noodig en de methode is prijzig als gevolg van het verbruik aan ballons en gas. Dergelijke waarnemingen worden o.a. vrij regelmatig verricht op een aantal Deutsche schepen onder de auspiciën van de Deutsche Seewarte, waarbij echter geen theodoliet, maar een op bijzondere wijze ingerichte sextant wordt gebezigd.

Als variant van de methode „loodsballons en theodoliet” kan worden

genoemd de methode o.a. gebezigd aan boord van de Duitse „Meteor”-expeditie in den Atlantischen Oceaan, waarbij kartetsen werden afgeschoten, die bij het springen in de lucht groote rookvorming gaven en waarbij dan de verplaatsing van dit kunstmatige „wolkje” in een bepaald tijdsverloop werd vastgelegd.

Maar voor de niet-op-bijzondere-wijze-uitgeruste schepen is voorloopig de eenige methode om ons iets van de luchtbeweging in hoogere niveaus te doen kennen, het waarnemen van de beweging van de wolken. En die waarnemingen beperken zich tot nu toe vrijwel uitsluitend tot de richting van beweging; de in den aanhef genoemde wolkensnelheidsbepaling van den Heer Paulus vormt een zeer bijzonder geval, waarop later wordt teruggekomen.

V.

OVER DE FOUTEN IN DE WOLKENRICHTING- WAARNEMING AAN BOORD VAN EEN VAREND SCHIP.

Als gevolg van de verplaatsing van het schip tijdens de waarneming schuilt in de wolkenrichtingwaarneming, zooals deze normaal aan boord van een varend schip kan worden verricht, een fout *welke niet geëlimineerd kan worden*, omdat de *wolkensnelheid* onbekend is. In stede van de WARE richting wordt de SCHIJNBARE richting waargenomen. Hieraan is bij directe waarneming niet te ontkomen; een fout als gevolg van de vaart doet zich voor welke waarnemingsmethode gebruikt wordt, zoowel bij wolken in top als bij wolken gezien onder kleinere hoogte. In het laatste geval heeft de peilingsrichting waarin de wolk t.o.v. de koers wordt gezien invloed op de grootte van de fout, maar in dit geval voegt zich bij de „vaart”-fout nog een andere fout. Men moet zich bij wolken gezien onder kleinere hoogte dan 90° de trekrichting naar het toppunt verplaatst denken en de fouten welke hierdoor gemaakt worden kunnen bij laagstaande wolken aanmerkelijk zijn. Er zijn echter geen numerieke waarden voor deze fout te geven, de fout zal voor verschillende waarnemers zeer verschillend kunnen zijn (zie ook blz. 18 regel 5—16).

Numerieke waarden van de „vaart”-fout, door de SCHIJNBARE richting als WARE RICHTING aan te nemen zijn echter wel te geven.

VERSCHIL TUSSCHEN SCHIJNBARE EN WARE WOLKENRICHTING BIJ VAARTLOOPEND SCHIP, VOOR WOLKEN WAARGENOMEN IN OF NABIJ HET TOPPUNT.

Principieel lijkt de beschouwing hiervan analoog aan die van het begrip „wind”; evenwel zijn er verschillen.

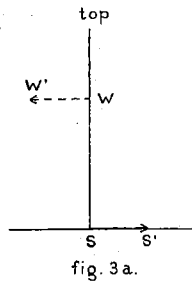


fig. 3a.

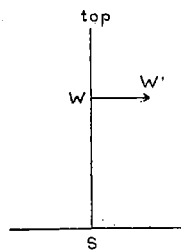


fig. 3b.

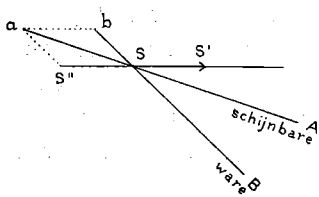


fig. 3c.

Allereerst is er het feit van de beweging van het schip op zeeniveau en de beweging van de wolk in een hoger niveau; evenwel valt de factor „hoogte” in de formule voor wolkenrichting uit. Beschouwen wij daartoe de navolgende gevallen.

Fig. 3a. De wolk, gezien in het toppunt, heeft geen eigen snelheid. Hare plaats wordt aangegeven door W . S is het schip, dat zich verplaatst met een snelheid aangegeven door SS' .

Mitsdien schijnt de wolk zich te verplaatsen met een hoeksnelheid $\frac{WW'}{WS} = \frac{\text{vaart}}{\text{hoogte}}$ (uitgedrukt in radialen).

Fig. 3b. Het schip ligt stil. De wolk, wederom gezien in het toppunt, heeft een eigen snelheid WW' .

Voor de waarnemer aan boord verplaatst de wolk zich met een hoeksnelheid $\frac{WW'}{WS} = \frac{\text{wolken snelheid}}{\text{hoogte}}$ (uitgedrukt in radialen).

Fig. 3c. Deze teekening geeft het algemeene geval, oogenschijnlijk analogo,

aan die van het begrip „ware- en schijnbare windrichting”.

S is het schip met een snelheid SS' , waardoor schijnbaar de wolk een hoeksnelheid $= \frac{\text{vaart}}{\text{hoogte}}$ (in radialen) in de richting SS'' heeft, en welke hoeksnelheid door de lengte van SS'' kan worden voorgesteld.

De wolk heeft een ware richting „vanwaar” BS en hare eigen hoeksnelheid, gezien van uit het schip is $\frac{\text{wolken snelheid}}{\text{hoogte}}$ (uitgedrukt in

radialen) en kan worden voorgesteld door Sb . Er volgt dan een schijnbare richting „vanwaar” AS . De fout, welke gemaakt wordt door de waargenomen schijnbare richting AS als ware wolkenrichting aan te nemen, wordt mitsdien aangegeven door $\angle ASB = \angle aSb$, waarvan de grootte

volgt uit $\triangle abS$, n.l. $\sin \angle aSb = \frac{ab}{bS} \sin \angle baS$ of

$$\sin \text{fout} = \frac{\text{vaart}}{\text{wolkensnelheid}} \times \sin \text{hoek tusschen koers en schijnbare richting „vanwaar”}.$$

Het werkelijke verschil bij beschouwing van schijnbare- en ware richting ingeval van wind en ingeval van wolkenbeweging is echter het navolgende.

Bij wind is van $\triangle abS$ bekend:

$ab = \text{vaart}$, $aS = \text{schijnbare windkracht}$, $\angle baS = \angle S'SA = \text{hoek tusschen koers en schijnbare windrichting}$. Hieruit zijn zoowel Sb (ware windkracht) en $\angle S'SB$ (hoek tusschen koers en ware wolkenrichting) te berekenen.

Bij wolkenbeweging is van $\triangle abS$ slechts bekend:

$ab = \text{vaart}$, $\angle baS = \angle S'SA = \text{hoek tusschen koers en schijnbare richting „vanwaar”}$; alzoo slechts twee elementen, waardoor $\triangle abS$ niet bepaald is.

Tot het verkrijgen van een inzicht welke fout gemaakt wordt door de *schijnbare* wolkenrichting als *ware* wolkenrichting te beschouwen, m.a.w. tot het verkrijgen van een inzicht in de grootte van $\angle ASB = \angle bSa$, geven wij in tabel I bij een aangenomen vaart van 15 zm/h, voor verschillende hoeken tusschen koers en schijnbare wolkenrichting „vanwaar” en voor verschillende wolkensnelheden de grootte van dien hoek bSa .

Alvorens de gegevens uit die tabel te beschouwen, moet evenwel bedacht worden, dat het hier betreft de oplossing van het goniometrische vraagstuk:

Gegeven twee zijden van een driehoek en een overstaanden hoek. Gevraagd den tweeden overstaanden hoek? De oplossing hiervan is, dat wij voor den tweeden overstaanden hoek (t.w. $\angle bSa = \text{fout}$) één waarde

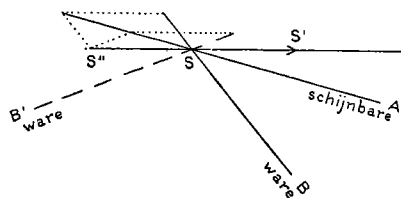


fig. 4

vinden indien de wolkensnelheid (bS) grooter is dan de vaart (ab), echter twee waarden indien zij kleiner is dan de vaart. Fig. 4 geeft als voorbeeld het aanschouwelijk beeld van de dubbele oplossing. Behalve deze moeilijkheid is er nog de opmerking, dat bij elke wolkensnelheid kleiner

dan de vaart er een grenswaarde bestaat voor de grootte van den hoek tusschen koers en schijnbare richting „vanwaar”, waarbij de fout ($\angle ASB$) = 90° is.

Beschouwing van de gegevens van de tabel zal thans geen moeilij-

heden meer opleveren. Teneinde de dubbele oplossing beter te doen uitkomen, is de tabel voor wolkensnelheden kleiner dan de vaart meer gedifferentieerd opgezet dan voor wolkensnelheden groter dan de vaart.

Nemen wij als voorbeeld een waargenomen schijnbare wolkenrichting „vanwaar” op 4 streken van den koers, dan zien wij dat de fout een grootte heeft van 19° bij een wolkensnelheid van 60 km/h; van 41° bij een wolkensnelheid van 30 km/h; maar dat bij een wolkensnelheid van 20 km/h een fout gemaakt wordt die hetzij 79° of 101° bedraagt. De

TABEL I.

Fout (in graden) in ware wolkenrichting „vanwaar”, door als zoodanig aan te nemen de waargenomen schijnbare wolkenrichting „vanwaar” bij wolken in of nabij het toppunt. Vaart van het schip = 15 zm/h. (= 27.78 km/h.)																	
Wolkensnelheid in km/h.	Hoek tusschen koers en waargenomen schijnbare richting „vanwaar” in streken.																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5	180																
5.42		90															
10	180	{ 33															
10.63		{ 147															
15	180	{ 17	{ 90														
15.43		{ 163	{ 45														
19.64			{ 135														
20	180	{ 16	{ 32	{ 51	{ 90												
23.10		{ 164	{ 148	{ 129	{ 79												
25	180	{ 13	{ 25	{ 38	{ 52	{ 90											
25.66		{ 167	{ 155	{ 142	{ 128	{ 68											
27.25							90										
27.78	—	{ 11	{ 22	{ 34	{ 45	{ 56	{ 67	{ 90									
30	0	{ 169	{ 158	{ 146	{ 135	{ 124	{ 113	{ 101	90								
40	0	10	21	31	41	50	59	65	68	65	59	50	41	31	21	10	0
50	0	8	15	23	29	36	40	43	44	43	40	36	29	23	15	8	0
60	0	6	12	18	23	28	30	33	34	33	30	28	23	18	12	6	0
70	0	5	10	15	19	23	25	27	28	27	25	23	19	15	10	5	0
80	0	4	9	13	16	19	22	23	23	23	22	19	16	13	9	4	0
90	0	4	8	11	14	17	19	20	20	20	19	17	14	11	8	4	0
100	0	3	7	10	13	14	17	18	18	18	17	14	13	10	7	3	0
	0	3	6	9	11	13	15	16	16	16	15	13	11	9	6	3	0

De hoek tusschen koers en ware richting „vanwaar” is altijd grooter dan de hoek tusschen koers en schijnbare richting „vanwaar”.
De cursief gedrukte wolkensnelheden zijn de kleinste wolkensnelheden, waarbij de hoek tusschen koers en schijnbare richting „vanwaar” respectievelijk 1, 2, 8 streken kan bedragen en waarbij de fout 90° is.

grenswaarde voor een hoek van 4 streken tusschen koers en schijnbare richting „vanwaar” wordt bereikt bij een wolken snelheid van 19,64 km/h.

De groote kwestie is echter, dat men tijdens de waarneming aan boord geen enkel nauwkeurig gegeven omtrent de wolken snelheid heeft; men weet alleen de vaart en den hoek tusschen koers en schijnbare wolkenrichting, zoodat in werkelijkheid bij een waarneming waarbij die hoek 4 streken bedraagt, alle fouten mogelijk zijn tusschen 135° en 11° .

Als resumé volgt uit de tabel dan ook, dat *bij een 15 zm vaart loopend schip* aan de wolkenrichtingwaarneming een fout annex is van de navolgende bedragen:

bij een *schijnbare* richting „vanwaar”:

op 16 streken (recht achterin)	de fout is 0° .	de fout kan elk bedrag hebben tusschen	21° en 6°
„ 14	„	„ „ „ „ „ „	41° „ 11°
„ 12	„	„ „ „ „ „ „	59° „ 15°
„ 10	„	„ „ „ „ „ „	90° „ 16°
„ 8	„	„ „ „ „ „ „	113° „ 15°
„ 6	„	„ „ „ „ „ „	135° „ 11°
„ 4	„	„ „ „ „ „ „	158° „ 6°
„ 2	„	„ „ „ „ „ „	
„ 0	„ (recht voorin)	de fout is hetzij 0° hetzij 180°	

terwijl het juiste bedrag van de fout bij elke richting verder afhangt van de onbekende wolken snelheid en mitsdien niet nader aan te geven is.

Bij andere vaart wijzigen deze bedragen zich natuurlijk, zij zijn nul bij stilliggend schip.

Uit de grootte van de fout, welke in elke op zich zelf staande waarneming schuilt, volgt, dat men zeer voorzichtig moet zijn met uit de schijnbare wolkenrichting gevolgtrekkingen te maken. Aan de enkele waarneming van voorlijk inkomende schijnbare wolkenrichting moet praktisch elke waarde worden ontzegd. Bij recht of bijna recht achterin komende richting „vanwaar” is de fout zoo klein, dat zonder bezwaar de waargenomen schijnbare richting als ware richting mag worden beschouwd. Bij andere richtingen zal — indien men aan boord voor navigatiedoeleinden op nauwkeurige waarneming van de wolkenrichting prijsstelt — de vaart aanzienlijk moeten worden verminderd, zoodat niet moeten worden gestopt, eventueel koers moeten worden veranderd totdat de richting „vanwaar” recht achterin is, om de ware wolkenrichting met nauwkeurigheid te verkrijgen.

Dit zou bijv. het geval kunnen zijn: 1ste bij cycloonnavigatie, 2de voor het opstellen van de weersverwachting uit de aan boord vervaardigde weerkaart, teneinde zich te vergewissen van de vermoedelijke trekrichting van uitgebreide stijg- en daalgebieden, in de onderstelling dat deze richting

in het algemeen met de richting van beweging van de hooge wolken overeenkomen zal.

Opgemerkt wordt nog, dat bij achterlijk inkomende richting „vanwaar” indirect de ware richting te benaderen valt. Neem het geval, dat op een 15 zm vaartlopend schip een schijnbare richting „vanwaar” wordt waargenomen op 12 streken vanaf het voorschip. Zou de wolkensnelheid 30 km/h zijn, dan is de fout 41° , zou deze 100 km/h zijn dan is de fout 11° . Past men in dit geval dus een correctie toe van het gemiddeld bedrag dezer fouten = 26° op de schijnbare wolkenrichting, dan krijgt men de ware richting op 15° nauwkeurig, althans indien de wolkensnelheid kleiner is dan 100 km/h. Ter voorkoming van misopvatting zij nog medegedeeld, dat het niet de bedoeling is een dergelijke correctie toe te passen op de in het meteorologisch journaal in te schrijven richting „vanwaar”; voor de homogeniteit dezer waarnemingen is het gewenscht, de schijnbare richting op te geven als van oudsher gebruikelijk; de noodige correctie kan immers ook op het Kon. Ned. Meteor. Instituut worden toegepast.

VI.

WOLKENRICHTINGBEPALING BIJ WOLKEN NIET IN OF NABIJ HET TOPPUNT.

(*Visueele richting.*)

Hoe moet de wolkenrichting bepaald worden bij wolken niet in of nabij het toppunt? Voorschriften dienaangaande bestaan niet. Op blz. 7 hebben wij reeds aangestipt, dat bij wolken gezien onder een hoek met den horizon kleiner dan 90° , men de trekrichting van de wolk verplaatst moet denken naar het zenith, en dat daarbij — in het bijzonder bij kleine wolkenhoogte — aanmerkelijke fouten kunnen worden gemaakt.

Wij herhalen nog eens, dat bij vaartlopend schip bij deze wolkenrichtingbepalingen, evenals bij die in top, fouten worden gemaakt, waaraan bij de onbekende wolkensnelheid niet te ontkomen is. Evenwel, er zijn gevallen denkbaar, dat men bij stilliggend schip van een wolkensoort op eenige hoogte boven de kim de trekrichting zou wenschen te bepalen, omdat die wolkensoort hetzij in of nabij het toppunt niet zichtbaar is, hetzij geheel ontbreekt. Bestaat er dan een nauwkeuriger methode dan die zooveen bedoeld, waarbij men zich de trekrichting naar het toppunt verplaatst heeft te denken.

Theoretisch, ja.

Behandelen wij deze methode eerst vanaf het *stilliggende schip*.

stellen. Het vlak SYC denken wij ons gemakshalve loodrecht op het verti-
kale vlak SYWw en door het trekken van de lijn SA' verkrijgen we het
punt B' waardoor de grootcirkel WB' is vastgelegd. Die grootcirkel WB'
is de projectie van WA' op het hemelgewelf, hij is de visuele richting van
beweging van de wolk welke wij aangeven ten opzichte van de vertikaal
en waarvoor wij aan het hemelgewelf dienen te schatten de grootte van
 $\angle YWB' = a$. Maar voor het bepalen van de *azimuthale* richting van
beweging van de wolk (WA) moeten wij kennen $\angle PWA = \phi$.

Tusschen a, ϕ en H bestaat echter het verband:

$$\text{tg } \phi = \sin H \text{ tg } a^1)$$

waarmede de navolgende tabel is berekend.

TABEL 2.

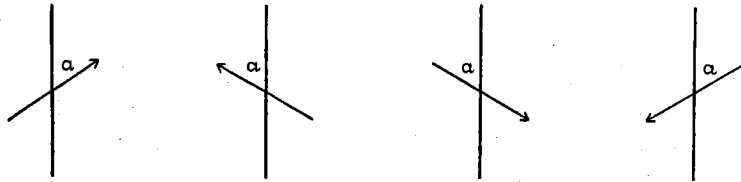
Grootte van ϕ (verschil in azimuth tusschen azimuth wolk en WARE
richting „vanwaar”), bij bekende H (wolkenhoogte) en a (hoek aan het
hemelgewelf tusschen VISUEELE richting van beweging en de vertikaal).

	a = 90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
H = 90°	$\phi = 90$	80	70	60	50	40	30	20	10	0
80	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
70	90	79	69	58	48	38	28	19	9	0
60	90	78	67	56	46	36	27	17	9	0
50	90	77	65	53	42	33	24	16	8	0
40	90	75	60	48	37	28	20	13	6	0
30	90	70	54	41	31	23	16	10	5	0
20	90	63	43	31	22	16	11	7	3	0
10	90	45	26	17	12	8	6	4	2	0
0	Bij H=0 is a=90, dus $\text{tg } \phi = 0 \times \infty$ en ϕ is onbepaald									

1) Uit den boldriehoek YWB' die rechthoekig is in Y, en waaruit dus volgt
 $\sin YW = \cotg a \text{ tg } YB'$ en waarin $YW = 90 - H$, terwijl $\text{tg } YB' = \text{tg } \phi \cotg H$
(dit laatste volgt uit de $\Delta \Delta$ PWA', PSA' en PWS; immers $\text{tg } YB' = \text{tg } PSA' =$
 $\frac{PA'}{PS} = \frac{PA'}{PW \text{ tg } H} = \frac{PA'}{PW} \cotg H = \text{tg } \phi \cotg H$).

De hier behandelde methode komt dus neer op het schatten van hoek a , het in tabel 2 opzoeken van hoek ϕ en de waarde hiervan toepassen op het azimuth van de wolk. Bij dit laatste valt dan het navolgende in acht te nemen.

Indien a wordt genomen als „scherpe” hoek volgens de navolgende teekeningen, terwijl met T wordt aangeduid de azimuthale richting van de wolk, gerekend van Noord door Oost tot 360° , dan is de WARE bewegingsrichting „vanwaar”:



bij een bewegingsrichting van:

links en onder

rechts en onder

links en boven

rechts en boven

ware richting vanwaar:

$T - \phi$

$T + \phi$

$T + \phi \pm 180^\circ$

$T - \phi \pm 180^\circ$

Er vallen echter nog wel eenige aantekeningen te stellen,

1. Het gebruik van de tabel is niet bepaald noodzakelijk bij de waarden van H en de waarden van a die een ϕ opleveren welke in de tabel met normaal cijfertype is gedrukt; immers daarbij is de waarde van a nagenoeg gelijk aan de waarde van ϕ . Als practischen regel zou dan ook moeten worden gesteld, dat het gebruik van de tabel noodzakelijk is bij H kleiner dan 45° .

Wenschelijk is het daarbij H te meten en niet te schatten, omdat het verschil tusschen a en ϕ bij kleine wolkenhoogte H met de verschillende H vrij snel verloopt en de uitkomst dus bij schatting van H onzuiver wordt.

2. Bij kleine H en bij een waarde van a tusschen 70° en 90° verloopt het verschil tusschen a en ϕ zoo snel, dat de uitkomst zeker niet op groote nauwkeurigheid kan bogen. Men zie bijv.: bij H gemeten 20° en a geschat 80° is $\phi = 63^\circ$, maar wordt a geschat op 70° dan is $\phi = 43^\circ$.

3. Bij $a = 90^\circ$ is het verschil tusschen a en ϕ voor alle waarden van H steeds „nul”. Dit zou oogenschijnlijk een gemakkelijke methode aan de hand geven om bij bewolking „rondom” de „richting vanwaar” vast te stellen, immers die richting „vanwaar” is loodrecht op de peilingsrichting dáár, waar de visuele richting van wolkenbeweging horizontaal ($a = 90^\circ$), dus evenwijdig met de kim, is. Maar men moet hierbij goed bedenken, dat die visuele richting werkelijk nagenoeg horizontaal moet zijn, want anders worden bij kleine H licht groote fouten gemaakt. Voorbeeld: $H =$

10° en wij schatten de visuele beweging horizontaal ($a = 90^\circ$), terwijl a in werkelijkheid 80° is, dan is $a - \phi$ in werkelijkheid 35° , terwijl zij zou worden aangenomen op nul, m.a.w. een fout in azimuthale richting van 35° zou worden gemaakt.

Als slotaanteekening nog deze. Zal het in de praktijk mogelijk zijn om aan boord, dus op een bewegelijke opstellingsplaats (wij beschouwen nog steeds een stilliggend of weinig vaartlopend schip) de grootte van hoek a te schatten? Gemakkelijk zal het wellicht niet zijn, maar bij gebreke aan een andere methode geven wij in overweging het te probeeren. Het belang van het bekend zijn met de juiste wolkenrichting is bij cycloonnavigatie te groot, om niet te trachten een werkwijze uit de denken, die — al gaat zij met eenige bezwaren gepaard — de nauwkeurigheid van de wolkenwaarneming kan verbeteren.

Het is bovendien niet alleen de kwestie of de visuele-richting-bepaling mogelijk is, het is mede om het vraagstuk van de wolkenrichting en snelheidsbepaling goed te begrijpen dat de visuele richting behandeling vindt.

DE VISUEELE RICHTING VAN BEWEGING GEZIEN VANAF EEN VAARTLOOPEND SCHIP.

Gaan wij eerst na in welke mate de vaart van het schip invloed heeft, en wel op wolken die geen eigen beweging hebben.

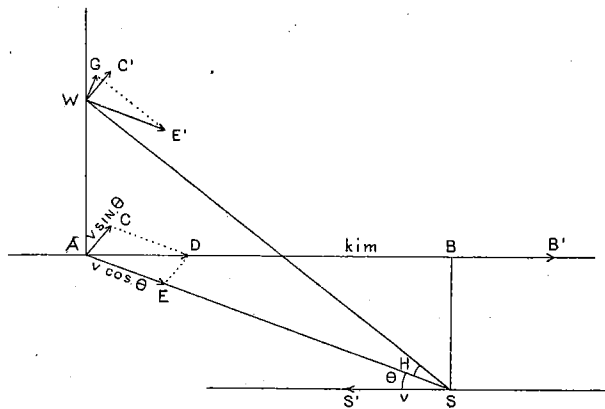


fig. 7a.

Is in figuur 7a S de plaats van het schip, hetwelk zich met een snelheid $v = SS'$ in de richting S' verplaatst, dan wordt de visuele verplaatsing van een *stilliggende* wolk, welke dwars gepeild wordt in B onder een hoogte met de $kim = 0^\circ$ aangegeven door $BB' = v$.

Wordt de *stilliggende* wolk gezien in A onder een hoek Θ met den koers en onder een hoogte met de $\sin = 0^\circ$, dan wordt de visuele verplaatsing aangegeven door $AC = v \sin \Theta$, welke een horizontale richting heeft.

Wordt de *stilliggende* wolk gezien in W onder een hoek Θ met den koers en onder een hoogte H, dan is er een visuele verplaatsing aan het hemelgewelf met een horizontalen component WC' van de grootte $v \sin \Theta$ en met een component WG in het vertikale vlak en \perp op SW van de grootte van $WE' \sin H = v \cos \Theta \sin H$. De visuele verplaatsing heeft dus een grootte van $v \sqrt{\cos^2 \Theta \sin^2 H + \sin^2 \Theta} = v \sqrt{1 - \cos^2 \Theta \cos^2 H}$.

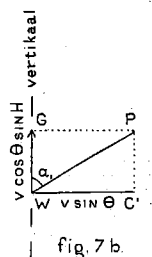
Uit deze formule blijkt, dat de vaart voor het volle bedrag in rekening komt bij een hoogte ongeveer in top, ook bij een peiling dwars, gezien onder welke hoogte ook. Alleen indien de wolk gezien wordt recht vooruit of recht achteruit en onder hoogte $H = 0^\circ$ is er geen visuele verplaatsing als gevolg van de vaart. Maar recht vooruit of recht achteruit gezien onder een hoogte van 30° geeft de formule een waarde $= v \sqrt{1 - 0.76}$ of $\frac{1}{2} v$, gezien onder een hoogte van 60° is die waarde reeds $= v \sqrt{1 - 0.25}$ of $0.87 v$.

Dus, alleen bij zeer kleine hoogte en dan nog slechts indien de wolk ongeveer recht vooruit of recht achteruit wordt gezien, is de invloed van de vaart op de visuele richting van verplaatsing gering, maar — helaas ongelukkig voor de methode van de visuele richting — het is juist bij kleine hoogte dat de hierbedoelde methode (zie aanteekening 2 op blz. 15) aan nauwkeurigheid te wenschen overlaten kan.

De *richting* van visuele verplaatsing van de *stilliggende* wolk als gevolg van de vaart wordt (zie fig. 7b) t.o.v. de vertikaal aangegeven als $\text{tg } GWP = \frac{GP}{GW} = \frac{\text{tg } \Theta}{\sin H}$.

Mitsdien is, indien de wolk recht vooruit of recht achteruit wordt gezien, de hoek met de vertikaal $= 0^\circ$; overigens heeft die hoek alle waarden tusschen 0° en 90° .

Heeft de wolk nu een eigen beweging waarvan de richting — afhankelijk van de azimuthale beweging — zich aan boord van het *stilliggende* schip in elken stand aan het hemelgewelf kan afteekenen, dan is dus bij het *varende* schip de hoek a welken men schat (d.i. dus de visuele richting van beweging t.o.v. de vertikaal) de combinatie van een hoek a_1 , veroorzaakt door de verplaatsing van het schip en een hoek a_2 veroorzaakt door de eigen beweging van de wolk.



Alhoewel a_1 te berekenen zou zijn met de formule $\operatorname{tg} a_1 = \frac{\operatorname{tg} \ominus}{\sin H}$

kan daarmee een scheiding uit de combinatie a_1 en a_2 niet te weeg worden gebracht; men stuit op soortgelijke bezwaren als bij de waarneming van de wolkenrichting bij varend schip in of nabij het toppunt. ¹⁾

Wij hebben het vorenstaande eenigszins uitvoerig behandeld eenerzijds om duidelijk te maken, dat bij vaartlopend schip de methode van de visuele beweging t.o.v. de vertikaal evenmin bruikbaar is als de methode van waarneming in of nabij het toppunt; anderzijds om te doen blijken hoe bezwaarlijk het is — indien men nauwkeurigheid verlangt zou gezegd kunnen worden hoe ondoenlijk het is — om de visuele richting van beweging van een wolk op eenige hoogte maar niet in het toppunt naar het toppunt over te brengen. Want een wolk gezien onder een zekere hoogte H heeft een richting van beweging aan het hemelgewelf, die bepaald is door een combinatie van de hoeken a_1 en a_2 , bij diezelfde wolkenlaag in top behoort echter een a_1' die met a_1 verschilt in reden van $\operatorname{cosec} H$; bovendien verandert ook a_2 .

VII.

BEPALING VAN DE RELATIEVE WOLKENSNELHEID VOLGENS HET DENKBEELD VAN B. PAULUS.

Zooals onder I medegedeeld, komt in het meteorologisch journaal No. 5459 van het ss. „Maasland”, gezagvoerder L. ten Kley een aantekening voor van den journaalhouder B. Paulus, die op 28 Januari 1934 bezuiden de Kaap Verdische eilanden, terwijl de maan ongeveer in top stond, door het stoppen van den tijd van overgang over de maan de RELATIEVE snelheid bepaalde van Cirro-Cumulus uit het Zuidwesten, bedragende 9 km/h (omgerekend op 1000 m). Zoover uit het journaal blijkt, heeft geen correctie voor de vaart plaats gevonden, maar dat is

1) Ter verduidelijking geven wij de navolgende twee eenvoudige voorbeelden.

1ste geval. De onbekende ware wolkenbeweging is uit het Zuiden, het schip stoomt Noord, de wolk wordt op een willekeurige hoogte in het Oosten gezien.

a_1 is dan 90° , de visuele richting van beweging is ook 90° en wel vanuit het Zuiden als de wolken snelheid grooter is dan die van het schip, daarentegen vanuit het Noorden indien zij kleiner is dan die van het schip.

2de geval. De onbekende ware wolkenbeweging is uit het Zuiden, het schip stoomt Noord, de wolk wordt op een willekeurige hoogte recht vooruit gezien.

a_1 is dan 0° , de visuele richting van beweging is ook 0° en wel naar de benedenkim gericht (dus uit het Zuiden) indien de wolken snelheid grooter is dan die van het schip, daarentegen naar boven gericht (dus uit het Noorden) indien de wolken snelheid kleiner is dan die van het schip.

momenteel niet van belang; van belang is dat een methode is aangegeven — voorzoover ons bekend origineel — die nadat de noodige correcties zijn aangebracht de relatieve wolken­snelheid kan opleveren en aldus tot een juiste bepaling van de wolken­*richting* kan leiden. Voor het verkrijgen van de ware snelheid — of misschien beter gezegd benaderde ware snelheid — zou de relatieve snelheid, aan de hand van het gemiddeld niveau waarop de gemeten wolkensoort zich voor de betrokken zeegebieden voordoet, natuurlijk kunnen worden omgerekend. Hierbij doet zich de moeilijkheid voor dat de wolkensoort des nachts bezwaarlijk met juistheid te onderkennen is. Ook de relatieve snelheid zelf zal bij den veelal kleinen stoptijd van overgang over de maanschijf niet met al te groote nauwkeurigheid zijn waar te nemen, maar indien de waarneming eenige malen wordt herhaald, behoeft aan dien stoptijd niet zoo heel veel te mankeeren en zeker is dat de hierin gemaakte fout niet grooter is dan die welke het resultaat van de ware snelheid beïnvloedt tengevolge van het niet met juistheid bekend zijn van het niveau waarop de wolk zich bevindt. Bedenkt men verder dat de Meteorologie te land gedurende tientallen van jaren in het algemeen over geen nadere gegevens van wolken­snelheid heeft beschikt dan juist die relatieve snelheid, dan moge duidelijk zijn waarom in het denkbeeld van den Heer Paulus voldoende aanleiding werd gevonden om de bedoelde methode — die in het kort er op neerkomt, dat de tijd gestopt wordt waarin de wolk een bekende hoekmaat doorloopt — aan een beschouwing te onderwerpen. Gemakshalve houden wij ons voorloopig aan het overtrekken van de wolk over de maanschijf.

DE RELATIEVE SNELHEID BIJ STILLIGGEND SCHIP.

Noemen we, in analogie met het synoptische weerbericht, *VV* de relatieve wolken­snelheid op 1000 m, dan wordt deze *bij maan in top* verkregen uit: $VV \times t = 1000 \times tg$ maansmiddellijn, bij benadering $1000 \times tg 30' = 8.7$, m.a.w. VV in ms = $8.7 : t$ (in sec.) of VV in km/h = $31.3 : t$ (in sec.).

De correctie welke bij een maanshoogte kleiner dan 90° moet worden toegepast, is tweeërlei, n.l.

1^o. als gevolg van de hoogte waaronder wij de maan, of wat hetzelfde is, de wolk met de kim zien,

2^o. als gevolg van de richting van beweging van de wolk t.o.v. de peilingsrichting (maansazimuth).

Wat de eerste correctie betreft, zoo zal het zonder meer duidelijk zijn, dat bij een maanshoogte *H* en bij een richting van wolken­beweging *loodrecht* op het maansazimuth (dus indien men naar de maan kijkt even-

$$\text{dus } \frac{WA}{a \cos^2 H} = \frac{WB \sqrt{1 + \cos^2 a \cotg^2 H}}{WB \operatorname{cosec} H \sqrt{\sin^2 H + \cos^2 a \cos^2 H}} = \frac{WB \operatorname{cosec} H \sqrt{1 - \sin^2 a \cos^2 H}}{WB \operatorname{cosec} H \sqrt{1 + \cos^2 a \cotg^2 H}}$$

De correctie aan te brengen in verband met de richting van beweging t.o.v. het maansazimuth bedraagt dus $\operatorname{cosec} H \sqrt{1 - \sin^2 a \cos^2 H}$, en door combinatie met de correctie, die verband houdt met de hoogte waaronder de maan met de kim wordt gezien, (zie blz. 20), krijgen we tenslotte als

ALGEMEENE FORMULE VOOR DE RELATIEVE WOLKENSNELHEID OP 1000 m IN FUNCTIE VAN DEN TIJD t (tijd van overgang over de maanschijf)

$$VV \text{ (in km/h)} = \frac{31.3}{t \text{ (in sec)}} \times \operatorname{cosec}^2 H \sqrt{1 - \sin^2 a \cos^2 H}.$$

De waarde van dezen laatsten factor blijkt uit de navolgende tabel.

TABEL 3.

Grootte van den factor $\operatorname{cosec}^2 H \sqrt{1 - \sin^2 a \cos^2 H}$, bij bekende H (wolkhoogte) en a (hoek aan het hemelgewelf tusschen visueele richting van beweging en de vertikaal).

	a = 90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
	Factor =									
H=90°	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
80°	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
70°	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
60°	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
50°	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7
40°	1.6	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.4
30°	2.0	2.1	2.3	2.6	3.0	3.3	3.6	3.8	4.0	4.0
20°	2.9	3.2	4.0	5.0	5.9	6.8	7.5	8.1	8.4	8.5
10°	5.7	8.1	12.6	17.3	21.8	25.7	28.9	31.2	32.7	33.2
0°	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

Uit de tabel volgt, dat de factor onbeteekenend klein blijft bij maanshoogte tusschen 90° en 70°. Evenwel is er met gebruikmaking van de tabel geen enkel bezwaar om, *bij stilliggend schip*, de methode, aangegeven door den Heer Paulus, om de RELATIEVE wolkensnelheid te bepalen door het stoppen van den tijd van overgang over de maanschijf, uittebreiden

De grootte van WR, dat is dus de snelheid van de totale visuele verplaatsing, wordt aangegeven met

$$\sqrt{(v \sin \Theta + VV \sin \Phi)^2 + (v \cos \Theta \sin H + VV \cos \Phi \sin H)^2}$$

en aangezien wij beschouwen de *relatieve* wolken snelheid in het 1000 m niveau, die bij een wolk gezien onder een hoogte H zich bevindt op een afstand $1000 \times \operatorname{cosec} H$ m of $\operatorname{cosec} H$ km, zal bij v en VV uitgedrukt in km/h de hoeksnelheid van verplaatsing bedragen:

$$\sin H \sqrt{(v \sin \Theta + VV \sin \Phi)^2 + (v \cos \Theta \sin H + VV \cos \Phi \sin H)^2}$$

radialen per uur of $0.955 \times$ dat bedrag in boogminuten per seconde. Bedraagt de stoptijd van overgang over de maansmiddellijn (gerekend op 30') t seconden, dan bestaat dus de vergelijking

$$30 = t \times 0.955 \times \sin H \sqrt{(v \sin \Theta + VV \sin \Phi)^2 + (v \cos \Theta \sin H + VV \cos \Phi \sin H)^2} \dots (2)$$

Schat men dus behalve den stoptijd van overgang (t), den hoek van visuele richting van beweging t.o.v. de vertikaal (a), dan zijn van de vergelijkingen (1) en (2) dus bekend a, v, H en Θ en *zouden* de twee onbekenden Φ en VV te berekenen zijn.

Gemakkelijk gaat dit evenwel niet en zeker heeft het geen zin hierop verder door te gaan, alvorens te weten of het aan boord inderdaad praktisch doenlijk is de grootte van den hoek a (t.w. de hoek tusschen visuele richting van beweging en de vertikaal) te schatten. De methode van relatieve snelheidsbepaling van wolken *buiten* het toppunt bij vaartlopend schip komt mitsdien voorloopig *niet* in aanmerking.

Maar wat wel in aanmerking komt, is het navolgende.

BIJ MAAN IN TOP, dus $\sin H = 1$, kan vergelijking (2) worden vereenvoudigd tot:

$$30 = t \times 0.955 \sqrt{v^2 \pm 2vVV \cos(\Theta \pm \Phi) + VV^2} \dots (3)$$

waarin de vorm onder het wortelteeken de schijnbare snelheid aanduidt, omdat $\Theta \pm \Phi$ (\pm afhankelijk hoe Θ en Φ worden genomen) den hoek aangeeft tusschen koers en *ware* wolkenbeweging (vergelijk fig. 3c).

Deze hoek kan aan boord van het varende schip niet rechtstreeks worden bepaald, maar wel de hoek tusschen koers en *schijnbare* wolkenbeweging. Gemakkelijker dan met vergelijking 3, handelen wij dan ook door beschouwing van figuur 3c, uit welke het navolgende rechtstreeks is af te leidert.

Wanneer in fig. 3c SS'' voorstelt de hoeksnelheid van verplaatsing van de wolk uitsluitend als gevolg van de vaart van het schip, v km/h, dan is

$SS'' = \frac{v}{h}$ in radialen, en, indien wij het 1 km niveau beschouwen, $= v$ in radialen $= 0.955 v$ in boogminuten per seconde. Sa stelt dan voor de schijnbare hoeksnelheid van overgang over de maanschijf $= \frac{\text{maansmiddellijn}}{t}$

in boogminuten per seconde. Uit deze twee gegevens en uit de te schatten hoek tusschen koers en schijnbare richting „vanwaar” ($= \angle a SS''$), is zoowel de RELATIEVE SNELHEID (S_b) in het 1 km niveau, als de hoek tusschen koers en WARE RICHTING „VANWAAR” ($\angle S'SB$) te berekenen, op gelijke wijze als bij den wind. Tafels zouden kunnen worden samengesteld waarin de gevraagde elementen slechts behoeften te worden opgezocht.

Een praktisch bezwaar van de methode is, dat de maan slechts zelden in of nabij het zenith ter beschikking van de waarneming staat. Maar wij vragen ons af: zou deze methode — welke hierop neerkomt dat de tijd gestopt wordt waarin de wolk een bekende hoekmaat in het zenith doorloopt — niet voor uitbreiding vatbaar zijn? Onze gedachten gaan uit naar een soort vergroote wolkenhark of, wat ons nog beter lijkt, naar de volgende inrichting. Een vrij groote hoepel met spaken (bijv. om de 2 streken) opgehangen op een vrij groote hoogte boven de brug, zoodat in elk geval de diameter in hoekmaat vanaf de brug gezien vele malen grooter is dan de middellijn van de maan. Die inrichting is bij slingerend of stampend schip natuurlijk niet bruikbaar, maar het komt ons voor dat zij bruikbaar zou zijn bij rustig liggend schip en dan in talrijke gevallen ons de ware richting „vanwaar” en de relatieve snelheid zouden doen kennen, terwijl thans zoowel de Meteorologie als de navigatie van die gegevens verstoken blijven. Wie neemt er een proef, of wie weet er iets beters?

Resumé van het behandelde.

1. Als gevolg van de vaart, schuilt in de schatting van de opzichzelfstaande waarneming van de wolkenrichting aan boord van een varend schip een fout, welke daaruit wegens onbekendheid met de wolken snelheid niet geëlimineerd kan worden.

Die fout kan zeer groot zijn. Alleen bij recht of bijna recht achterin komende wolkenbeweging is die fout te verwaarloozen; in dit geval is de wolken snelheid grooter dan de vaart.

2. a. Het waarnemen van de wolkenrichting *in of nabij het toppunt* is de gemakkelijkste werkwijze. Bij stilliggend schip geeft de waarneming de ware richting.

b. Bij wolken *buiten het toppunt* is de schatting van de wolkenrichting — doordat men de waar te nemen beweging naar het toppunt verplaatst moet denken — bezwaarlijk; deze waarneming zal dan ook niet nauwkeurig zijn. De nauwkeurigheid van wolkenrichtingbepaling buiten het toppunt zou kunnen worden vergroot, indien het mogelijk blijkt aan boord de visuele richting van beweging t.o.v. de vertikaal te schatten. Dit betreft dan de wolkenrichtingbepaling in de weinig voorkomende gevallen van stilliggend schip; bij vaartlopend schip blijft de waarneming van de visuele bewegingsrichting aangedaan met een fout als gevolg van de vaart, zij het ook dat in bijzondere gevallen die fout een iets kleiner bedrag heeft dan bij wolken in top.

3. Het stoppen van den tijd van overgang van de wolk over de maanschijf, een denkbeeld van den Heer B. Paulus, is een werkwijze, die, *bij maan in top, zoowel bij stilliggend als bij varend schip*, de ware richting „vanwaar” en de relatieve snelheid in het 1000 m niveau kan leeren kennen. Bij varend schip moet een herleiding worden toegepast. Bij maan buiten het toppunt en varend schip is de becijfering hoogst ingewikkeld en hangt dan bovendien af van de mogelijkheid of aan boord de visuele bewegingsrichting kan worden geschat.

4. Aangezien het aantal gevallen waarin de werkwijze 3 zou kunnen worden toegepast sporadisch kan worden genoemd; verder omdat de maanschijf betrekkelijk klein is — waardoor de waarneming niet al te nauwkeurig wordt — terwijl voorts het met juistheid des nachts onderkennen van de wolkensoort bezwaarlijk is, bestaat in verband met 1 de hoge wenschelijkheid te trachten door uitbreiding van de werkwijze 3 te komen tot een methode waarbij de RELATIEVE SNELHEID en daarmee de WARE WOLKENRICHTING „VANWAAR” zou kunnen worden bepaald. Daartoe wordt op blz. 24 een gedachte geopperd.

