

andere opzichten ongewoon was. De vloedstroom op 10 M. diepte draaide namelijk sterker dan gewoonlijk, de ebstroom draaide zelfs — wat zelden op dit punt het geval was — tegen zon en de sterkte van den oppervlakte-stroom verschilde nabij de kenteringen veel meer dan gewoonlijk met die op diepte. De stroomen waren dus op beide plaatsen abnormaal, of schoon niet beslist kan worden in hoeverre de afwijking op het eene punt samenhangt met die op het andere.

In zooverre wij door de gelijktijdige waarneming op 19 Juli den gewonen toestand op de punten P en K trachtten te vergelijken, is dus die dag geene gelukkige geweest; doch aan de andere zijde behoeden deze waarnemingen ons voor overschatting der verdere uitkomsten van ons onderzoek en brengen in herinnering dat de wetten van den loop der zee-stroomen andere en meer ingewikkelde zijn dan die, welke op de rivieren gelden.

Ten slotte geven wij in onderstaande tabellen eenige cijfers welke geene verdere toelichting noodig hebben. (1)

TABEL XXIX. (Gelijktijdige waarnemingen op 19 Juli 1881.)

Punt van waar-neming.	Nummer van het getij.	Vloedstroom.							Doorge-stroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> . doorsnede.	Maxima-snelheid in M. per I.	Gemiddelde snelheid in M. per I.	Zwaartepunt figuur.	
		1/4 MS.	1/2 MS.	3/4 MS.	MS.	MS 3/4.	MS 1/2.	MS 1/4.					Min <sup>a</sup> . S.
P.	3	11-6'	11-21'	11-42'	0-24' 2-30	1-15' 1-36 3-21	3-48'	4-15'	4-42'	9 700 M <sup>3</sup> .	38	26	I-36'
K.	3	—	—	—	11-54	2-15	3-17	4-0	4-27	10 700 »	42	26	I 5
Verschil.							31'	15'	15'				31'

Punt van waar-neming.	Nummer van het getij.	Ebstroom.							Doorge-stroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> . doorsnede.	Maxima-snelheid in M. per I.	Gemiddelde snelheid in M. per I.	Zwaartepunt figuur.	
		1/4 MS.	1/2 MS.	3/4 MS.	MS.	MS 3/4.	MS 1/2.	MS 1/4.					Min <sup>a</sup> . S.
P.	3	5-15'	5-33'	5-48'	7-24'	9-3'	9-27'	9-51'	10-39'	6 200 M <sup>3</sup> .	27	17	VII-30'
K.	3	4-35	5-3	5-42	6-57	8-3	8-46	10-0	10-9	6 000 »	26	17	VII-5
Verschil.		40'	30'	6'	27'	60'	41'	÷ 9'	30'				25'

(1) Men wordt opmerkzaam gemaakt dat de tijdstippen in deze en alle volgende tabellen in hoogwatertijd zijn uitgedrukt, hetzij zij door gewone of door romeinsche cijfers zijn aangegeven. Dit laatste geschiedt somwijlen om bepaalde getallen meer in het oog te doen vallen.

De maxima-snelheden, de gemiddelde snelheden en de doorgestroomde hoeveelheden zijn zoowel bij den vloed- als den ebstroom op P en K dezelfde, terwijl uit de ligging der zwaartepunten wordt afgeleid dat de stroomen zich in  $\frac{31+25}{2} = 28'$  voortplanten.

Uit tabel XXVIII blijkt echter dat waarschijnlijk gemiddeld daartoe 38' noodig zijn.

§ 6. Gedurende enkele dagen had de stoomboot, in 1880 op de punten o, p en q (Plaat 1, fig. 3) nabij den Hoek van Holland gelegen, waaruit bleek dat de stroomen op 1 1/2 en 1 3/4 kilometer uit de kust evenzeer als die verder uit den wal, recht heen en weer-gaande zijn en nimmer met eenige snelheid uit en naar de kust loopen.

De vloedstroom was op alle drie punten (zie de tabellen Bijlage A) zwak en diens maxima-snelheid bijna gelijk aan die van den ebstroom. Wij vermoedden dat de oorzaak van die zwakte, wat de punten o en p betreft, waarschijnlijk in den Noorderdam aan den Hoek van Holland is gelegen, doch daar deze dam bezwaarlijk zijnen invloed tot aan punt q kan doen gevoelen, was het van belang na te gaan of de stroomen op laatstgenoemd punt steeds zwakker zijn dan op grooten afstand uit de kust en dus hier eene waarneming te doen tijdens de stroomen op punt K gemeten werden.

De ebstroom werd door toevallige omstandigheden niet op punt q bepaald; het gelijktijdig onderzoek had dus alleen op de vloedstroomen betrekking, voor welke de gegevens in onderstaande tabellen verzameld zijn. (Vergelijk fig. 2, Plaat VIII, waarin verkeerdelijk Q in plaats van q is geschreven.)

TABEL XXX. Gelijktijdige waarneming op 12 Juli 1881.

Punten van waar-neming.	Kentering E/v.		Vloedstroom 3.									Kentering V/E.					
	Min <sup>a</sup> . S.	Grenzen van het tijdperk.	1/4 MS.	1/2 MS.	3/4 MS.	MS.	Grenzen van het tijdperk.	MS 3/4.	MS 1/2.	MS 1/4.	Min <sup>a</sup> . S.	Grenzen van het tijdperk.					
K.	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u	u
q.	10-3	9-46	10-30	10-39	10-56	11-13	0-0	11-24	0-24	1-18	3-17	3-50	4-32	3-57	5-0		
Verschil.	42'	39	25'	13'	5'	÷ 29'	÷ 1	÷ 40'	÷ 18'	32'	16'	21'	9'	30'			

TABEL XXXI.

Punten van waar-neming.	Doorgestroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> . doorsnede tijdens de vloedrichting.	Max <sup>a</sup> . snelheid in M. per I'.	Gemidd. snelheid in M. per I'.	Zwaartepunt. vloed-figuur.	Minima-snelheden. in M. per I'	
					Kentering E/v.	Kentering V/E.
K.	11 300 M <sup>3</sup> .	49	29	I-7'	1	4
q.	11 400 »	48	27	0-43'	0	0

Gelijktijdige waarnemingen op q en K. Fig. 2, Plaat VIII.

Uit deze tabellen blijkt dat de stroom op 1½ en 5 kilometer uit den wal ter plaatse van waarneming, gelijke sterkte bezit en even lang duurt; dat de vorm van het snelheidsverloop niet geheel dezelfde is, doch dat (uit de zwaartepunten afgeleid) in het algemeen gezegd mag worden dat de stroom op punt **q** die op punt **K** 24' vooruit is.

Dergelijke vervroeging volgt ook uit de stroommeting, welke op punt **q** op 29 September 1880 verricht werd. Het zwaartepunt der figuur van den vloedstroom op **q** lag alstoen op 0°-15' terwijl op punt **K** bij kalm weder het zwaartepunt nooit vroeger dan om 0°-46' is waargenomen. (Zie tabel XIII, bladz. 31.)

Hoewel op 12 Juli 1881 de oppervlakte stroom op punt **q** sterker was dan die op diepte, was van eene draaiing zooals gelijktijdig op **K** werd waargenomen geen sprake, maar bleef het water aan de oppervlakte zich evenwijdig aan den wal voortbewegen.

Gelijktijdige  
waarnemingen  
op **K** en **L**  
fig. 1, Plaat VIII.

§ 7. Op punt **L** zijn in 1880 verscheidene waarnemingen gedaan, doch meestal bij tamelijk hevigen wind. Onderstaande gegevens omtrent de voortplanting van de stroomen uit Bijlage A opgemaakt, hebben dan ook slechts eene betrekkelijke waarde.

TABEL XXXII.

Punten van waarneming.	Gemiddelde ligging van onderstaande tijdstippen (in hoogwatertijd uitgedrukt.)							
	¼ MS V	½ MS V	¾ MS V	Aantal waarnemingen waaruit gemiddeld.	Zwaartepunt vloedfiguur.	Aantal waarden waaruit gemiddeld.	Zwaartepunt ebfiguur.	Aantal waarden waaruit gemiddeld.
L.	10°40'	11° 0'	11°19'	5	te zelden waargenomen.	3	VII°22'	5
K.	10°22'	10°40'	11° 1'	12/11		—	VII°11'	9
Verschil.	18'	20'	18'				11'	

De uitkomsten der gelijktijdige waarneming op 15 Juli 1881 (fig. 1, Plaat VIII) strooken dan ook niet geheel en al met bovengemelde, zooals de volgende tabellen duidelijk maken.

TABEL XXXIII. Gelijktijdige waarnemingen op 15 Juli 1881.

Punten van waarneming.	Ebstream <b>S</b> .								Kentering E/v		
	¼ MS	½ MS	¾ MS	MS	Grenzen van het max. tijdperk.	MS ¾	MS ½	MS ¼	Minima snelheid.	Grenzen van het min. tijdperk.	
L.	4°42'	5°20'	5°45'	6°51'	6°15' 7°36'	7°52'	8°45'	9°36'	10°10'	9°44'	10°30'
K.	4°36'	5- 2	5-39	6-43	5-57 7-30	8- 5	8-45	9-24	10- 3	9-36	10-21
Verschil.	6'	18'	6'	8'	18'	6'	÷ 13'	0'	12'	7'	8'

TABEL XXXIII (vervolg).

Punten van waarneming.	Vloedstroom <b>9</b> .							Kentering V/E			
	¼ MS	½ MS	¾ MS	MS	Grenzen van het max. tijdperk.	MS ¾	MS ½	MS ¼	Minima snelheid.	Grenzen van het min. tijdperk.	
L.	10°35'	10°49'	11°4'	11°48'	11°16' 0°37'	1°15'	2°47'	3°36'	4°24'	3°55'	4°40'
K.	10-26	10-45	11-4	11-40	11-15 0-42	1-18	2-34	3-25	4- 9	3-31	4-34
Verschil.	9'	4'	0'	8'	1'	÷ 5'	÷ 3'	13'	11'	15'	24'

TABEL XXXIV.

Punten van waarneming.	Ebstream <b>S</b> .				E/v min. snelheid in M. per 1'.	Vloedstroom <b>9</b> .				V/g min. snelheid in M. per 1'.
	Door-gestroomde hoeveelheid per M² doorsnede.	Maxima-snelheid in M. per 1'.	Gemidd. snelheid in M. per 1'.	Zwaartepunt figuur.		Door-gestroomde hoeveelheid per M² doorsnede.	Maxima-snelheid in M. per 1'.	Gemidd. snelheid in M. per 1'.	Zwaartepunt figuur.	
L.	10 300 M³	48	29	VII°5'	2	12 200 M³	55	33	0°49'	0
K.	10 100 »	45	28	VII°0'	3	11 400 »	51	30	0-46'	5

Derhalve zijn maxima- en minima-snelheden op **K** en **L** dezelfde, ook de gemiddelde snelheid, de per M² doorgestroomde hoeveelheden water en de duur van vloed- en ebstream, terwijl tevens de zwaartepunten nagenoeg op hetzelfde oogenblik invallen.

Derhalve is hier de stroom op 5 kilometer uit de kust (punt **K**) zoowel gelijk aan die welke 1½ kilometer (punt **q**) als aan die welke 15 kilometer (punt **L**) uit den wal verwijderd is; het eenig onderscheid is dat de stroom in het gebied tusschen 5 en 1½ kilometer uit den wal gelegen, landwaarts gerekend belangrijk vervroegt.

De overeenkomst tusschen de stroomen op **q**, **K** en **L** geldt echter alleen voor die op diepte; want terwijl op 15 kilometer uit de kust de oppervlakte-stroom gelijk is aan dien op diepte, is dit niet het geval op **K** en **q**, en onderscheidt zich verder de oppervlakte-stroom op **K** zoowel van dien op **L** als op **q** door zijn sterk draaiend karakter (verg. fig. 1 en 2, Plaat VIII).

§ 8. Op punt **H** werden even als op punt **L**, in 1880 verscheidene waarnemingen verricht, doch eveneens bij tamelijk ongunstig weder. Onderstaande cijfers hebben dan ook slechts eene betrekkelijke waarde.

Gelijktijdige  
waarnemingen  
op **H** en **K**.

TABEL XXXV.

Punten van waarneming.	Gemiddelde ligging van onderstaande punten (in hoogwatertijd uitgedrukt).							
	1/4 MSV.	1/2 MSV.	3/4 MSV.	Aantal waarnemingen waaruit gemiddeld.	Zwaarte punt vloedfiguur.	Aantal waarnemingen waaruit gemiddeld.	Zwaarte punt ebfiguur.	Aantal waarnemingen waaruit gemiddeld.
H.	10-30'	10-49'	11-10'	6	Te zelden	3	VII-5'	8
K.	10-22	10-40	11-1	12/4	waargenomen	—	VII-11	9
Vershil.	8'	9'	9'				÷ 6'	

De stroomen op het zuidelijker punt H waren dus slechts weinig vroeger dan die op K, doch dat het zwaartepunt van de ebfiguur iets later inviel op het zuidelijker punt, wekte bevreemding en deed naar eene gelijktijdige waarneming wenschen.

Deze geschiedde op 14 Juli 1881 en gaf tot onderstaande tabellen aanleiding.

TABEL XXXVI. (Gelijktijdige waarneming op 14 Juli 1881).

Punten van waarneming.	Ebstream 6.								Kentering E/V.			
	1/4 MS.	1/2 MS.	3/4 MS.	MS.	Grenzen van het maxima tijdperk.	MS 3/4.	MS 1/2.	MS 1/4.	Minima snelheid.	Grenzen van het minima tijdperk.		
H.	4-50'	5-6'	5-43'	6-33'	5-51'	7-24'	8-4'	9-1'	9-43'	10-6'	9-46'	10-15'
K.	4-35	4-52	5-33	6-18	5-57	7-31	7-39	8-38	9-32	10-6	9-32	10-32
Vershil.	15'	14'	10'	15'	÷ 6'	÷ 7'	25'	23'	11'	0'	14'	÷ 17'

Punten van waarneming.	Vloedstroom 7.									Kentering V/E.		
	1/4 MS.	1/2 MS.	3/4 MS.	MS.	Grenzen van het maxima tijdperk.	MS 3/4.	MS 1/2.	MS 1/4.	minima snelheid.	Grenzen van het minima tijdperk.		
H.	10-27'	10-48'	11-12'	0-13'	11-45'	0-31'	1-23'	2-19'	3-10'	4-15'	3-52'	4-37'
K.	10-37	10-49	11-7	0-0	11-24	0-27	1-30	3-3	3-36	4-12	3-48	4-27
Vershil.	÷ 10'	÷ 1'	5'	13'	21'	4'	÷ 7'	÷ 44'	÷ 26'	3'	4'	10'

TABEL XXXVII.

Punten van waarneming.	Ebstream 6.				E/V min. snelheid in M. per l'.	Vloedstroom 7.				V/E min. snelheid in M. per l'.
	Door-gestroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> . doorsnede.	Maxima snelheid in M. per l'.	Gemidd. snelheid in M. per l'.	Zwaarte-punt figuur.		Door-gestroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> . doorsnede.	Maxima snelheid in M. per l'.	Gemidd. snelheid in M. per l'.	Zwaarte-punt figuur.	
H.	10 900 M <sup>3</sup> .	48	32	VII-9'	3	15 000 M <sup>3</sup> .	71	40	0-44'	0
K.	8 400 »	37	23	VI-57	3	12 100 »	54	32	0-55	2

Uit deze tabellen blijkt dat de ebstream op punt H werkelijk iets later intreedt dan op het noordelijker gelegene K en ook het zwaartepunt der ebfiguur daar later invalt. Daarentegen plant de vloedstroom zich volgens den algemeenen regel, van het zuiden naar het noorden voort.

Werd op den dag van gelijktijdige waarneming op K en P een abnormaal verschijnsel waargenomen (het dubbel maximum in het snelheidsverloop van den vloedstroom op P), ook op dezen dag viel eene ongewone zaak te constateeren: de aanzienlijke grootte der maxima-snelheid van vloed en eb op punt H. De waarnemingen in 1880 op dit punt verricht, hadden dergelijke grootte snelheden niet doen verwachten, welke evenmin strooken met de gewoonlijk waargenomen snelheden op de omliggende punten.

De stroom aan de oppervlakte was op 14 Juli op punt K gedurende de ebrichting iets zwakker dan die op diepte, het omgekeerde had tijdens de vloedrichting plaats, doch steeds week zijne richting geheel van die op diepte af (fig. 8, Plaat II).

Op denzelfden dag was de stroomsterkte aan de oppervlakte op H tijdens de ebrichting gelijk aan die op diepte, tijdens de vloedrichting een weinig grooter; doch behalve tegen het einde van den ebstream, week zijne richting niet af van die op diepte. Bij de kentering E/v daalde de snelheid aan de oppervlakte echter niet beneden 15 M. per l'.

Tijdens de vloedrichting zwenkte op K de stroom aan de oppervlakte aanmerkelijk, die op 4 M. diepte draaide een weinig *met* zon, terwijl die op 10 M. diepte niet van de eenmaal aangenomen richting afweek.

Op punt H daarentegen draaiden tijdens de vloedrichting alle stroomen *tegen* zon.

Tusschen H en K lag dus op dezen dag de grens tusschen de kenteringen *met* en *tegen* zon.

Gelijktijdige  
waarnemingen  
op K en m.

§ 9. Door toevallige omstandigheden strekte de gelijktijdige waarneming op punt m ( $1\frac{3}{4}$  kilometer voor het zeeëinde der dammen aan den Hoek van Holland gelegen, fig. 3 Plaat I) en K zich slechts over het einde van den vloedstroom en over den geheelen duur van den ebstroom uit, terwijl de oppervlakte stroom op punt m niet werd gemeten.

Het meest opmerkelijke is dat op m de stroomen op 4 en 8 M. diepte in sterke mate *tegen* zon draaiden tijdens den overgang van de vloed- in de ebrichting en dat bij deze kentering de stroom op 4 M. diepte niet beneden 13 M. per 1' viel; terwijl tijdens dezelfde kentering op punt K de snelheid zoowel aan de oppervlakte als op diepte = 0 werd.

Bij de volgende kentering (E/V) daalden de stroomen op 4 en 8 M. diepte op punt m tot nul, terwijl dit op K slechts met dien op 10 M. diepte geschiedde.

De ebstroom was op m sterker dan op K, gelijk de volgende tabel doet zien:

TABEL XXXVIII.

Waarnemingspunten.	Ebstroom.			
	Doorgestroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> doorsnede.	Max. snelheid in M. per 1'.	Gemidd. snelheid in M. per 1'.	Zwaartepunt der figuur.
K.	6900 M <sup>2</sup> .	29	20	VII-15'
m.	9300 »	41	26	VI-48

Gelijktijdige  
waarnemingen  
op K en m.

§ 10. De gelijktijdige waarnemingen op K en m (ten zuiden van den Hoek van Holland gelegen, fig. 3, Plaat I) verdienen eenige aandacht omdat de twee achtereenvolgende kenteringen V/E welke werden waargenomen, aanzienlijk van elkaar verschillen.

Beide keeren geschiedde de kentering op m *tegen* zon, doch terwijl de stroom de eerste maal zoowel aan de oppervlakte als op diepte tot nul daalde, viel hij de tweede maal aan de oppervlakte niet beneden 20 M. per 1'; op 10 M. diepte niet beneden 8 M. per 1'.

Daarentegen daalden alle stroomen op punt K beide keeren nagenoeg tot nul, maar terwijl vloedstroom 4 en ebstroom 4 beiden *met* zon draaiden, draaide vloedstroom 5 — zoowel die aan de oppervlakte als die op diepte — zeer sterk *tegen* zon.

Wellicht bestaat er verband tusschen den zeer krachtigen stroom op punt m tijdens de kentering V<sub>5</sub>/E<sub>5</sub> en het draaien *tegen* zon van den vloedstroom V<sub>5</sub> op punt K.

Overigens verschilt de waterbeweging op beide punten in hoofdzaak weinig.

TABEL XXXIX.

Punten van waarneming	Ebstroom 4.				Vloedstroom 5.			
	Doorge- stroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> . doorsnede.	Max. snelheid in M. per 1'.	Gemidd. snelheid in M. per 1'.	Zwaarte- punt figuur.	Doorge- stroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> . doorsnede.	Max. snelheid in M. per 1'.	Gemidd. snelheid in M. per 1'.	Zwaarte- punt figuur.
m.	8300 M <sup>2</sup> .	37	23	VI-35'	13200 M <sup>2</sup> .	56	33	0-27'
K.	8200 »	34	24	VII-0	12000 »	57	31	0-43'

§ 11. De verrichte gelijktijdige waarnemingen deden dus de onregelmatigheden van den stroomloop sterk uitkomen in plaats van het algemeen overzicht te bevorderen, doch bovenal versterkten zij het vermoeden dat nabij punt K lokale omstandigheden oorzaak moesten wezen van de aldaar geconstateerde sterke draaiing *met* zon van den oppervlaktestroom. Zij bevestigden hetgeen de visschers door ondervinding geleerd hadden n.l. „dat men uit » de richting van kentering kan opmaken of men zich ten noorden of ten zuiden van den » Maasmond bevindt”, doch tevens dat de kentering *met* zon slechts tot een uiterst klein gebied beperkt is, de grens vormt tusschen dat der *tegen* zon draaiende en der *recht* heen en weergaande stroomen.

Algemeen  
resultaat der  
gelijktijdige  
waarnemingen.

§ 12. De oppervlaktestroom verschilt ook op andere punten dan op punt K somwijlen meer of minder in richting van dien op diepte; doch is dit op punt K *regel*, op de andere is het *uitzondering*. Op Plaat IX, fig. 1 zijn de voornaamste waargenomen afwijkingen met vermelding der datums aangebracht. Zij geven verder geene aanleiding tot opmerkingen; de windsnelheid was — gelijk uit de bijgevoegde cijfers blijkt — te gering om die verschillen te kunnen verklaren.

Verskil tusschen  
de richting van  
den stroom aan de  
oppervlakte en die  
op diepte op andere  
punten dan die  
nabij den Hoek  
van Holland.

Somwijlen bezat ook de stroom op diepte een meer draaiend karakter dan gewoonlijk, zonder dat hiervoor eene reden was aan te geven. De voornaamste waargenomen afwijkingen zijn op Plaat IX, fig. 2 aangebracht.

Even als in de voorgaande figuur zijn slechts de afwijkingen op die punten opgenomen, waar gewoonlijk de stroomen eene recht heen- en weergaande beweging hebben; op de punten waar de stroomen een draaiend karakter bezitten, zijn dergelijke afwijkingen te weinig bevreemdend om afzonderlijk vermeld te worden.

Buitengewone  
draaiing van den  
stroom op diepte  
op punten in het  
gebied der recht  
heen en weer-  
gaande stroomen.

§ 13. De betrekkelijk groote snelheid van den stroom op punt V verdient vermelding, alsmede dat gedurende de drie dagen, welke wij op dit punt vertoefden, de oppervlakte- stroom niet onaanzienlijk kleiner dan die op 4 en 10 M. diepte bleef, doch in richting niet van deze afweek.

Stroom op de  
punten V en W.

Op 16 Juli 1881 werd verstoomd van V naar W: de maxima-snelheid van vloed 9 op V gemeten bedroeg 75 M., die van vloed 10 op punt W bepaald, 55 M. Het verschil

is groot en te meer opmerkelijk omdat de vloedstroomen 6, 7 en 8 op punt V dezelfde maxima-snelheid hadden als vloed 9 aldaar; zoodat de zwakkere vloed 10 misschien op een verschil in de kracht der stroomen op V en op W wijst.

Evenmin op de noordelijker gelegen punten W, X, Terschellingerbank-lichtschip, als op de zuidelijkere punten onder Petten werd ooit een zoo sterke stroom gevonden.

Vorm van het  
snelheidsverloop  
in de zeegaten.

§ 14. De waarnemingen in de zeegaten kunnen niet door ons behandeld worden op de wijze als de stroomen in zee. De metingen waren daartoe te gering in aantal, onder te ongunstige omstandigheden geschied en zonder twijfel te veel onder den invloed van lokale omstandigheden: loop van banken, verschil tusschen hoog- en laagwater enz. Bij het in teekening brengen der waarnemingen trof ons echter dat de vorm van het snelheidsverloop in de verschillende zeegaten — niettegenstaande deze omstandigheden eene nog grootere ongelijkheid dan in zee zouden doen verwachten — zekere stabiliteit bezit en dat men drie hoofdgroepen kan onderscheiden n.l.: 1<sup>o</sup>. stroomen in Wester-, Ooster-Schelde en Gat van Brouwershaven; 2<sup>o</sup>. in Bokkegat en Hoek van Holland; 3<sup>o</sup>. in Gat van Texel en Vlieland.

Deze hoofdgroepen herkent men gemakkelijk in de figuren 3 tot en met 9, Plaat IX, in welke het gemiddeld snelheidsverloop op eenige punten in die zeegaten geteekend is, terwijl ten einde het overzicht te bevorderen, bij allen aan de maxima-ebnelheid gelijke afmeting gegeven is en uit deze die van den vloed afgeleid werd. (1)

Wij gingen tot deze handelwijze over, omdat de metingen wel over den vorm van het snelheidsverloop, doch geenszins over de absolute waarde van vloed- of ebnelheid veroorloofden te beslissen. Want bestaat er tusschen de horizontale en verticale waterbeweging in zee slechts — gelijk wij zagen — een verwijderd verband, in de zeegaten (vooral waar de zeestroomen zooals langs de Nederlandsche kust geschiedt, geene neiging hebben om die in te trekken) heerschen geheel andere wetten. De stroomen in de zeegaten toch ontstaan door het verschil in hoogte van den waterspiegel landwaarts en zeewaarts, (terwijl dicht nabij zee van invloed is dat de watermassa, welke die gaten vullen moet of in welke het ebwater terugvloeit, niet stilstaande is maar eene periodieke heen- en weergaande beweging heeft), en daar derhalve hunne snelheid voornamelijk van het verschil tusschen hoog- en laagwater in zee afhankelijk is, moeten zij tusschen spring- en doodtij in, niet onaanzienlijk afwisselen. Die veranderingen der stroomen in onze zeegaten konden wij in den korten tijd, welken wij op de verschillende plaatsen vertoefden, natuurlijk niet nagaan, zoodat de boven gevolgde teekenwijze de eenig rationeele werd.

#### HOOFDSTUK VI.

Invloed van den wind. Beloop van kust en bodem.

Algemeene  
beschouwing.

§ 1. Gelijk uit het vorige hoofdstuk blijkt, zijn de schommelingen in kracht, tijd en richting der stroomen bij kalm weder reeds zóo aanzienlijk, dat het niet mogelijk is met eenige nauwkeurigheid na te gaan welken invloed de wind uitoefent en dit te minder, omdat de stroomwijziging niet alleen veroorzaakt wordt door de kracht en richting van den wind ter plaatse van waarneming, maar waarschijnlijk in nog grootere mate beheerscht wordt door de richting en kracht van den wind in het gebied uit hetwelk de stroom oor-

(1) De chef der Belgische Hydrographische Dienst, de heer L. PETIT, heeft in de *Annales des travaux publics*, Tome XL, eene „*étude sur les courants de l'Escaut*“ medegedeeld, uit welke blijkt dat het snelheidsverloop van den vloedstroom op deze rivier tot ver boven Antwerpen (Termonde) in hoofdzak den merkwaardigen vorm heeft, welke door ons op punt a gevonden werd (fig. 5, Plaat IX).

sprong neemt of waarheen hij zich beweegt. Hieruit verklaart zich dat op windvrije dagen niet altijd die stroomverzwakking of versnelling werd waargenomen, welke verwacht werd. (1)

§ 2. Toch zijn op punt K tweemaal vloedstroomen gemeten, welke waarschijnlijk door den wind beheerscht werden. De eene maal verzwakte dewind den stroom, de andere maal werkte hij versterkend, gelijk uit onderstaande tabel blijkt.

Waarnemingen  
op punt K.

TABEL XL.

DATUM.	Nummer van het getij.	MSV.			Maxima-snelheid.	Grenzen van het tijdperk van maxima-snelheid.	MSV $\frac{3}{4}$ .			MSV $\frac{1}{2}$ .			MSV $\frac{1}{4}$ .			Minima-snelheid.	Grenzen van het tijdperk van minima-snelheid.	Doorgestroomde hoeveelheid per M <sup>2</sup> doorsnede.	Maxima-snelheid vloed in M. per l.	Gemiddelde snelheid vloed in M. per l.	Windrichting en snelheid.	Zwaartepunt Vloedfiguur.
		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$			u	u	u	u	u	u	u	u	u							
6 Juli 1881	4	10-20	10-42	11-16	1-25	11-25	3-15	3-28	4-10	4-27	5-12	4-27	5-57	10 500	34	24	$220\frac{2}{6}$	u	1-30			
17 Aug. 1880	8	10-38	10-51	11-15	0-6	11-16	1-0	1-5	1-46	2-32	3-9	2-33	3-45	5 400	29	18	$22\frac{2}{6}$	u	0-21			
Vershil.		÷18'	÷9'	1'	79'	9'	135'	143'	144'	115'	123'	114'	132'						69'			

In beide gevallen was de maxima-snelheid van den vloed gering en het verschil tusschen beide stroomen is voornamelijk in den duur van den afgaanden stroom gelegen, terwijl wederom de stabiliteit der punten  $\frac{1}{4}$  MSV,  $\frac{1}{2}$  MSV,  $\frac{3}{4}$  MSV duidelijk uitkomt.

In onderstaande tabellen zijn beide abnormale gevallen vergeleken met den gemiddelden toestand op hetzelfde punt.

TABEL XLI.

DATUM.		$\frac{1}{4}$ MSV	$\frac{1}{2}$ MSV	$\frac{3}{4}$ MSV	MSV $\frac{3}{4}$ .	MSV $\frac{1}{2}$ .	MSV $\frac{1}{4}$ .	Zwaartepunt vloedfiguur.
17 Aug. 1880	vervroeging	÷ 16'	÷ 10'	÷ 12'	52'	75'	75'	44'
gemidd. toestand		10 <sup>h</sup> 22'	10 <sup>h</sup> 41'	11 <sup>h</sup> 3'	1 <sup>h</sup> 57'	3 <sup>h</sup> 1'	3 <sup>h</sup> 47'	1 <sup>h</sup> 5'
6 Juli 1881	vertraging	÷ 2'	1'	13'	91'	69'	40'	25'

(1) Op dagen van uiterst hevigen wind geschieden natuurlijk geene waarnemingen.

Waarnemingen  
in het Bokkegat,  
(Haringvliet.)

§ 3. Eenige waarnemingen, welke in het Bokkegat verricht werden, doen zien in welke mate de stroomen op verschillende diepte door den invloed van den wind van elkaar kunnen afwijken.

De richting der vaargeul kan geacht worden de richting te wezen welke de stroom in gewone omstandigheden volgt; op 25 Mei 1882 bewoog zich op punt 1 de stroom op 4 en 10 M. diepte in die gemiddelde richting, doch de stroom aan de oppervlakte werd door den heftigen wind tot afwijken gedwongen, gelijk volgende tabel aanwijst, waarin de kleinere onregelmatigheden als gevolgen van het niet stilliggen van het schip moeten beschouwd worden.

TABEL XLII.

25 Mei 1882.	Snelheid van den stroom in M. per 1'.			Richting waarheen zich de stroom beweegt in graden (R. W.)		
	aan de oppervlakte.	op 4 M. diepte.	op 10 M. diepte.	aan de oppervlakte.	op 4 M. diepte.	op 10 M. diepte.
6 u. namiddag.	60	43	42	66°	76°	79°
6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> »	37	35	39	63°	73°	76°
6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> »	45	44	46	63°	77°	81°
6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> »	45	53	57	61°	77°	84°
7 »	46	50	53	65°	79°	83°
Gemiddeld.	47	45	47	64°	76°	81°

Richting uit welke de wind waaide { om 6 u. 180°, snelheid 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> M. per 1'.  
om 7 u. 190°, snelheid 8 M. per 1'.

Veel zee uit de richting van 22°.

Geloode diepte 13 M.

Op 31 Mei daaraanvolgende werd wederom zoo nauwkeurig mogelijk terzelfder plaatse geankerd. Ook op dezen dag heerschte er hevige wind, doch deze waaide uit eene geheel andere richting (30°) uit welke echter thans ook de „zee" kwam.

De wind moest dus op dezen dag aan de stroomen eene geheel andere richting geven dan op 25 Mei, doch daar het water tusschen banken besloten is, van welke de richting over betrekkelijk kleine lengten verandert, kon men geen juiste verhouding tusschen windrichting en kracht aan de eene zijde en stroomwijziging aan de andere zijde verwachten. Toch moet het verschil in richting der stroomen aan de oppervlakte en op 4 M. diepte, op beide dagen zeer aanzienlijk genoemd worden, zooals de vergelijking van de volgende met bovenstaande tabel doet zien. (Dat het verschil in richting tusschen den stroom op 10 M. diepte van 25 Mei en 31 Mei gemiddeld 6° bedraagt, is wellicht hieraan te wijten: dat niet juist op hetzelfde punt geankerd werd — welke omstandigheid in zeegeaten niet zonder invloed is).

TABEL XLIII (Waarneming op punt 1).

31 Mei 1882.	Snelheid van den stroom in meters per 1'			Richting waarheen zich de stroom beweegt in graden (R. W.)			Richting uit welke de wind waaide en snelheid in M. per 1'.
	aan de oppervlakte.	op 4 M. diepte.	op 10 M. diepte.	aan de oppervlakte.	op 4 M. diepte.	op 10 M. diepte.	
11 u. voormiddag	16	20	14	130°	95°	98°	30/11
11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> »	23	30	19	114°	101°	102°	
11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> »	31	35	41	104°	92°	88°	
11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> »	35	39	47	108°	99°	89°	30/95
middag	40	45	54	105°	95°	88°	
0 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> »	37	43	59	121°	98°	85°	
0 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> »	33	43	60	130°	87°	84°	30/95
0 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> »	17	32	49	164°	115°	88°	
1 u. namiddag	13	27	45	167°	106°	88°	

(Ook hier zijn de kleinere onregelmatigheden aan schommeling van schip en kompas te wijten.)

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat het verschil in richting tusschen den stroom aan de oppervlakte en op 4 meter diepte bij aanzienlijke stroomsterkte gemiddeld 10° bedroeg (van 11<sup>3</sup>/<sub>4</sub> uur tot 0<sup>1</sup>/<sub>4</sub> uur) terwijl de stroom op 4 M. met die op 10 M. diepte verdere 10° verschilde. De stroom aan de oppervlakte week derhalve minstens 20° van dien nabij den bodem af en deze afwijking vermeerderde nog toen (om 1 uur) de snelheid begon te verminderen.

Eene waarneming op 6 Juni 1882, eveneens in het Bokkegat, doch op een ander punt (punt 1; fig. 3, Plaat I) verricht, doet zien dat door hevigen wind de snelheid van den bovenstroom kan vermeerderen, doch dat deze vermeerdering op kleine diepte beneden de oppervlakte reeds te niet loopt.

TABEL XLIV. Waarneming op punt 1.

6 Juni 1882.	Snelheid van den stroom in meters per 1'			Richting waarheen zich de stroom beweegt in graden (R. W.)		
	aan de oppervlakte.	op 4 M. diepte.	op 10 M. diepte.	aan de oppervlakte.	op 4 M. diepte.	op 10 M. diepte.
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> u. voormidd.	80	66	54	321°	318°	320°
8 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> »	80	78	68	317°	314°	314°
9 »	84	77	67	321°	314°	315°
9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> »	75	66	58	323°	317°	317°
9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> »	71	62	56	321°	316°	315°
Gemiddeld	80	70	61	321°	316°	316°

Richting waaruit de wind waaide 200°, windsnelheid 9 M. per 1'.

Gemiddelde  
windrichting en  
kracht te Helder.  
fig. 4, Plaat I.

§ 4. Daar windrichting en snelheid derhalve factoren zijn met welke rekening gehouden moet worden, dienen wij na te gaan, uit welke richtingen en met welke sterkte de wind gewoonlijk langs onze kusten waait.

In de meteorologische jaarboeken wordt de winddruk en richting verzameld, welke op gezette uren te Helder, zoowel des daags als des nachts, zijn waargenomen. De gegevens voor 1877-79 zijn door ons in rubrieken verdeeld, uit welke gemiddelden getrokken zijn, die in onderstaande tabel zijn opgenomen.

TABEL XLV. Windrichting en druk te Helder (gemiddeld uit de jaren 1877, 78 en 79).

Richting (R.W.) uit welke de wind waaide.	Aantal uren per jaar (het geheel aantal uren in één jaar = 100 stellende) gedurende welke de winddruk per M <sup>2</sup> bedroeg:			
	0-5 K.G.	5-10 K.G.	10-20 K.G.	meer dan 20 K.G.
N.	2,14	1,94	0,64	0,11
N. N. O.	1,65	1,38	0,85	0,28
N. O.	3,03	2,47	0,96	0,50
O. N. O.	3,11	2,18	1,14	0,33
O.	3,03	1,08	0,40	0,09
O. Z. O.	1,72	0,23	0,17	0,00
Z. O.	2,24	0,41	0,06	0,01
Z. Z. O.	3,32	0,84	0,41	0,10
Z.	4,39	1,97	1,07	0,24
Z. Z. W.	2,78	3,25	2,93	1,33
Z. W.	5,29	4,85	2,67	1,25
W. Z. W.	3,32	2,53	1,19	0,72
W.	2,98	2,46	1,41	0,79
W. N. W.	1,69	1,78	1,08	0,57
N. W.	2,57	2,24	1,30	0,54
N. N. W.	1,62	1,48	0,70	0,19
Te zamen	44,88	31,09	16,98	7,05

Het ware wenschelijk dergelijke gemiddelden uit de gegevens over een grooter aantal jaren te berekenen, doch de bewerking der oorspronkelijke tabellen welke hiertoe vereischt wordt, is zeer tijdrovend, zoodat wij ons met het bovenstaande tevreden moesten stellen.

Echter kan uit tabel XLV genoegzaam de invloed van den wind op de stroomen worden nagegaan. Stelt men den winddruk beneden 10 K. G. ter zijde en neemt men aan dat wind

uit de richtingen N, N O, O den ebstroom versterkt of den vloedstroom verzwakt heeft; die uit de richtingen Z, Z W, W daarentegen den vloedstroom bevordert en den ebstroom tegenwerkt, dan blijkt uit de samentelling der cijfers uit de 4<sup>de</sup> en 5<sup>de</sup> kolom, dat gedurende  $\frac{5,3}{100}$  van het jaar de wind den ebstroom kan begunstigen of den vloedstroom verzwakken en dat gedurende  $\frac{13,62}{100}$  van het jaar het tegenovergestelde plaats vindt.

Waren er dus geen periodieke stroomen, dan zoude het zeewater toch uit het Engelsch kanaal eene langzame verplaatsing noordwaarts langs onze kust heen, onder den invloed van den wind ondergaan.

De gegevens uit tabel XLV zijn op Plaat I, fig. 4, grafisch voorgesteld. Op de richtingen waaruit de winden waaien, zijn de percenten uitgezet welke den duur der verschillende rubrieken van winddruk aanduiden, waarnaar de aldus verkregen punten door lijnen vereenigd zijn.

§ 5. Doch de heer R. Scorr wijst in het „Quarterly Journal of the Meteorological Society July 1874” door voorbeelden aan dat de plaats van het toestel waarmee de windrichting wordt gemeten, zeer grooten invloed op het resultaat uitoefenen kan.

Derhalve oordeelden wij het noodig de resultaten voor den Helder te vergelijken met die voor eene andere kustplaats, waartoe Vlissingen werd uitgekozen. Welwillend werd ons daartoe door den heer Directeur van het Meteorologisch Instituut te Utrecht inzage der tabellen van Vlissingen verleend. Daar het werktuig te Vlissingen eenigen tijd had stilgestaan, strekt zich de vergelijking slechts uit over de maanden Januari-November 1877 en Januari-November 1878. Het resultaat van dit onderzoek is grafisch op fig. 2, Plaat I, aangeduid op gelijke wijze als in fig. 4 geschiedde; de windrichting bleek te Vlissingen eene andere dan te den Helder te wezen, doch of de oorzaak van dit verschil in den stand der werktuigen op de eene of andere plaats te zoeken is, kunnen wij niet beslissen.

Hoewel het verschil in richting op beide plaatsen niet onaanzienlijk is, zoo zijn de cijfers welke aangeven hoevele uren op elk station de winddruk binnen zekere grenzen bleef, nagenoeg dezelfde, gelijk onderstaande tabel aangeeft.

TABEL XLVI.

Punten van waarneming.	Aantal uren in de 20 maanden Januari tot November 1877-78 (het geheele aantal uren in deze maanden vervat = 100 stellende), tijdens welke de winddruk per M <sup>2</sup> bedroeg:			
	0-5 K.G.	5-10 K.G.	10-20 K.G.	20 K.G. en meer.
Helder. . . . .	44,66	31,40	16,47	7,09
Vlissingen . . . . .	39,39	35,69	18,92	5,23

§ 6. Meer dan waarschijnlijk zijn de stroomen, welke van den Hoek tot den Helder gedurende hunne grootere snelheid evenwijdig aan het beloop der kust zijn, gedeeltelijk oorzaak van diens langzame afschuring. Doch de werking van den wind maakt het hoogst bezwaarlijk die der stroomen na te gaan.

Op tweeledige wijze heeft namelijk de wind invloed op het beloop van het strand. In de eerste plaats versterkt of verzwakt hij de stroomen en vermeerdert of vermindert zoodoende hunne afschurende kracht. Toch mag betwijfeld worden of de gevolgen dezer wijzigingen

Verskil tusschen  
de richting  
van den wind in  
Vlissingen  
en te Helder.  
fig. 2, Plaat I.

Invloed van den  
wind op het beloop  
van het strand.

wel groot zijn en schijnt de hevige beroering in welke het water door sterken wind geraakt de hoofdoorzaak van de afname onzer kusten te wezen. Door die hevige beroering ontstaat de branding, welke den onderzeeschen oever loswoelt, terwijl het hoog opgezwepte water den duinvoet afslaat en het daar als het ware opgeborgen zand weder in het bereik der stroomen brengt.

Deze stroomen kunnen dit dan weder verder voeren, doch daar zij periodiek afwisselen en hunne snelheid slechts korten tijd groot genoeg is om vaste deeltjes te kunnen voortrollen, zoo moet de verplaatsing van het zand eene uiterst langzame wezen. Deze is door ons niet nagegaan (1), doch hoe langzaam reeds die der waterdeeltjes is, kan op de volgende wijze duidelijk gemaakt worden.

Een waterdeeltje dat zich bij het begin van den vloed nabij den Hoek van Holland bevindt, zal gedurende de vloedrichting van den stroom gemiddeld 10,4 kilometer langs de kuststrekking afleggen, tijdens de ebrichting van den stroom gemiddeld weder 7,6 kilometer teruggaan en in het geheel dus slechts 2,8 kilometer in NO. richting vooruitgaan. Daar van den Hoek tot den Helder de stroom gelijk- en gelijkvormig is, zal dit deeltje eerst na ruim 20 dagen den afstand van den Hoek tot den Helder hebben doorlopen (2). In figuren 4, 5, 6, 8, Plaat VIII, is grafisch de weg voorgesteld, welke een waterdeeltje gedurende den vloedstroom en daarop volgenden ebstroom op eenige plaatsen van waarneming aflegde. Uit deze voorstellingen blijkt dat die weg tamelijk lang, doch de ten slotte afgelegde afstand zeer gering is. (3)

Een zanddeeltje zal natuurlijk in denzelfden tijd over veel kleineren afstand zijn verplaatst, daar het slechts tijdens de *grootere* stroomsnelheden in beweging wordt gebracht.

§ 7. Daar de zandverplaatsing dus te klein is om door directe waarneming te worden bepaald, zoo dient zij langs anderen weg te worden aangewezen.

Langs de Nederlandsche Noordzeekust zijn om den kilometer strandpalen geplaatst, ten einde de afname of aanwinning van het strand te kunnen nagaan en jaarlijks wordt de afstand van de laagwaterlijn, de hoogwaterlijn en van den duinvoet tot deze vaste merken gemeten. Sints 1843 geschiedt dit geregeld in de provincie Noord-Holland, sints 1857 eveneens in de provincie Zuid-Holland en uit deze jaarlijksche metingen zijn eenige gemiddelden getrokken, welke in fig. 1, Plaat I, grafisch zijn weergegeven. Ofschoon deze lijnen aantoonen dat er afname plaats vindt, schijnt het voorbarig een beslist oordeel uit te spreken, te meer daar de strandmetingen van 1843-48 ten opzichte van die der latere jaren eene zeewaartsche beweging van het strand vertoonen.

Doch wellicht geeft eene meer in bijzonderheden afdalende beschouwing dier metingen eenige aanwijzing omtrent het verband tusschen den toestand van het strand, den stroomloop en den wind.

Daartoe is in onderstaande tabel over eene reeks jaren, van paal 26 tot paal 100, de gemiddelde afstand van hoog- en laagwaterlijn tot de lijn der strandpalen opgeteekend, met weglating van het vak: paal 53 tot paal 58, in hetwelk zich de havenwerken van

(1) Opmerking verdient dat het aan den bodem geschepte water nooit troebel door zanddeeltjes was.

(2) Een deeltje nabij de oppervlakte zal natuurlijk meer aan den invloed van den wind gehoorzamen en dus dien afstand in korteren tijd afleggen kunnen.

(3) Tevens doet deze voorstellingswijze zien, dat men zich allicht van de zoogenaamd draaiende getijden eene scheeve voorstelling maakt. Fig. 4 en 8 zijn voorbeelden van draaiende getijden, maar toch is ook daar de afstand welken ten slotte een waterdeeltje in 12½ uur aflegt zeer gering, omdat de sterke draaiing tijdens de kleinere snelheden plaats grijpt.

Verplaatsing  
van het strand  
van Hoek tot  
Helder volgens de  
jaarlijksche  
strandmetingen.

IJmuiden bevinden. (De middeling vangt aan bij paal 26, omdat noordelijk van deze de Pettener zeevering ligt, en eindigt bij paal 100, omdat eenige palen zuidelijker de Delflandsche hoofden aanvangen.)

In deze tabel is tevens opgegeven het aantal keeren dat de wind in diezelfde jaren met meer dan 30 K.G. per M<sup>2</sup>. op de kust stond of uit den wal kwam, waartoe nagegaan werd welke de richting en kracht van den wind viermalen daags was. (Daar de opgaven van Vlissingen in het Meteorologisch Jaarboek in de latere jaren eenen anderen vorm hebben bekomen, ontbreken eenige cijfers in de betreffende kolommen.)

TABEL XLVII.

Gemiddelde afstand in meters tot de strandpalen N <sup>o</sup> . 26—N <sup>o</sup> . 52 N <sup>o</sup> . 59—N <sup>o</sup> . 100	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.	1867.	1868.	1869.	1870.	1871.	1872.	1873.	1874.	1875.	1876.	1877.	1878.	1879.	1880.	1881.
van de laagwaterlijn .	105	104	109	113	121	120	134	140	122	115	111	99	99	83	71	80	92	79	86	87	75	78	76
van de hoogwaterlijn .	22	6	14	31	35	25	36	23	21	24	16	11	21	26	23	16	15	12	17	14	15	13	9
Aantal malen dat de wind waaide met meer dan 30 K.G. per M <sup>2</sup> . op de kust. (Z.W.-W.-N.-N.O.)																							
Helder . . . . .	329	356	177	129	227	164	95	27	33	28	38	17	4	10	15	12	17	16	27	31	14	24	39
Vlissingen . . . . .	228	241	41	64	90	67	53	27	21	10	15	8	0	2	3	10	9	—	—	—	—	—	—
Uit den wal. (Z.W.-Z.-O.-N.O.)																							
Helder . . . . .	114	69	28	18	23	28	29	3	3	0	2	3	0	3	0	1	0	1	3	1	2	3	8
Vlissingen . . . . .	120	120	26	22	29	26	26	0	2	0	2	3	0	3	2	3	1	—	—	—	—	—	—

Uit deze tabel blijkt dat van 1859 tot 1866 eene min of meer geregelde verplaatsing van hoog- en laagwaterlijn zeewaarts plaats vond, terwijl in diezelfde jaren het aantal malen dat de wind zoowel op als uit de kust met kracht waaide, aanzienlijk was. Betrekkelijkerwijze waaide de wind in de volgende jaren slechts zelden met kracht, terwijl daarentegen hoog- en laagwaterlijn zich landwaarts terugtrokken en dus het strand afnam.

Aangezien de stroomen jaar in, jaar uit, dezelfde werking op den kustzoom moeten uitoefenen, zoo kunnen de *schommelingen* in de afname van het strand slechts een gevolg zijn van den invloed van den wind. Mag men nu uit bovenstaande tabel afleiden dat de



stroomen eene sterke afschuring te weeg brengen, omdat tijdens de afname van het strand in de op 1866 volgende jaren slechts weinige stormen voorkwamen? Mag men uit de toename van het strand van 1859 tot en met 1866 afleiden dat hevige stormen, hetzij op, hetzij van den wal gericht, die werking der stroomen niet alleen neutraliseeren kunnen, maar hoog- en laagwaterlijn zeewaarts brengen?

Het laatste zoude niet onmogelijk wezen indien men mocht aannemen, dat de hooge stormvloedden het zand dat den uitersten duinzoom vormt, weder over het strand uitspreiden.

*De afname van het strand in vorige eeuwen.*

§ 8. Dat de afname der kust van den Hoek tot den Helder echter in alle gevalle zeer langzaam geschiedt, blijkt uit de bescheiden, welke de heer Rijksarchivaris, mr. L. Ph. C. van den Bergh, in zijne Middel-Nederlandsche Geographie, Hoofdstuk I, verzameld heeft en uit welke volgt (pag. 40 der tweede druk) dat het strand in de 8<sup>ste</sup> of 9<sup>de</sup> eeuw bij Katwijk één uur westwaarts van het tegenwoordige lag en dat dit misschien nog te ruim gerekend is. Hetzelfde geldt ook voor het strand nabij Noordwijk, Zandvoort en andere dorpen; doch naarmate men noordelijker komt, schijnt ook de afslijting sterker te zijn geworden, zoodat deze ter hoogte van Huisduinen misschien wel twee uren bedraagt.

In hoeverre echter de geaardheid van den bodem hierbij betrokken is, is niet bekend.

*Het beloop der dieptelijken in zee. fig. 3, Plaat I.*

§ 9. In verband met de afname van de kust is het belangrijk den loop der dieptelijnen in zee na te gaan. Plaat I, fig. 3, is grootendeels met behulp der Engelsche zeekaarten uit de eerste helft dezer eeuw, op welke zeer uitvoerige peilingen voorkomen, samengesteld. (Op de kaart van J. S. Hobbs F. R. G. S. komen bijv. op iedere halve graad breedte en lengte nabij de westkust van Holland 240 peilingen voor.)

Uit deze peilingen is het beloop der dieptelijnen in zee nagegaan, terwijl de lijn van 8 M. diepte aan de in 1881 van wege het Departement van Marine uitgegevene lichtenkaart, en het beloop van den bodem in en voor de zeegaten en in de Zuiderzee, aan de hydrografische Nederlandsche kaarten is ontleend.

De loop van de lijn, welke de diepte van 20 M. voorstelt, is zeer merkwaardig. De diepte voor den wal vermeerderd van langs de Zeeuwsche eilanden tot iets benoorden den Hoek van Holland; van daar zet de diepte weder met eene bocht uit den wal en nadert dezen voor de tweede maal nabij Petten.

In hoeverre dit beloop in verband staat met het afnemen van de kust, welke van den Hoek van Holland tot Scheveningen en nabij Petten het leggen van hoofden noodzakelijk maakte, is moeilijk te beslissen; want uit den loop der stroomen, gelijk die op Plaat III en IV voorkomt, is niet af te leiden waarom de Nederlandsche kust op de eene plaats meer afneemt dan op de andere en zoude eene meer algemeene geregelde afname te verwachten zijn. Of hierbij echter de geaardheid van den bodem in het spel komt, kunnen wij niet beslissen, doch het is begrijpelijk dat bij de betrekkelijk geringe sterkte der stroomen langs onze kust, een zeer klein verschil in de hoedanigheid van de gronden op den duur merkbaar van elkaar afwijkende toestanden moet veroorzaken.

*De brée-veertien. fig. 11, Plaat IX.*

§ 10. Kaarten uit vroegeren tijd met uitvoerige peilingen langs onze kust zijn ons niet bekend en bestaan waarschijnlijk niet. Doch op de zeekaarten der 17<sup>de</sup> en 18<sup>de</sup> eeuw komt langs de Nederlandsche kust eene als zandbank geteekende zeer uitgestrekte droogte voor, van welke op Plaat I, fig. 3, geen spoor zichtbaar is en welke verdwijnen dus eene gewichtige vingerwijzing zoude opleveren, indien ons niet na onderzoek gebleken was dat men hier met een misverstand te doen heeft.

Die ondiepte „de brée-veertien” geheeten, heeft op de eene kaart grootere afmeting dan op de andere, doch is zeer aanzienlijk op de kaarten der 17<sup>de</sup> eeuw. Fig. 11, Plaat IX

is eene tot  $\frac{1}{3}$  verkleinde copie der kaart uit de „nieuwe en groote Lootsmans Zeespiegel van HENDRICK DONCKER (1661)”, waaruit blijkt dat de brée-veertien beneden Haarlem aan den wal over groote breedte vastzit en haakvormig noordwaarts omgebogen is, terwijl een drietal kleine bankjes — eveneens aan den wal vastzittende — daarover heenloopen. Gelijk kaart en naam aanduiden, staat op de ondiepte veertien vaam (24 M.) water en kan deze dus slechts in zooverre eene bank heeten als de omliggende zeebodem dieper ligt. De brée-veertien wordt dan ook op de kaarten der 17<sup>de</sup> eeuw verkeerdelijk aan den wal vastgelegd, de peilingen welke op de figuur voorkomen, bewijzen dit ten volle. De lijn welke de bank ter hoogte van Haarlem landwaarts moet begrenzen, diende minstens een vijftiental kilometers uit den wal verwijderd te liggen. Alsdan zoude zij in overeenstemming zijn met de volgende beschrijving, welke Lucas Waghenaer bij zijn kaartboek (in hetwelk de „brée-veertien” evenmin als de drie bankjes geteekend is) voegt: „Item Noortweert van Haerlem acht ofte neghen mijlen in de zee, beghint de „breede Veerthien ende is een droochte hem streckende langs de gantsche custe van Hollandt „tattet Vlacke van Amelandt ende eijndt aldaer. Is diep jeghens Haerlem ende Egmondt „13, 14 ende 15 vadem” (1583, pag. 39).

Ook heden ten dage bestaat die brée-veertien, doch is geenszins meer een bank, maar slechts een onderdeel van het plateau, dat door den uiterst flauw hellenden zeebodem gevormd wordt. Want langs de Noord-Hollandsche kust en de brée-veertien staat niet meer de grootere diepte, welke Hendrick Doncker teekent; deze diepte is geheel gelijkmatig aangezand. Wanneer vond deze verondieping plaats? Ofschoon in de 16<sup>de</sup> en 17<sup>de</sup> eeuw zeer vele kaartboeken in den trant van dat van Doncker het licht zagen, verschaffen zij in dezen geene uitkomst; zij zijn, gelijk zich begrijpen laat, in hoofdzaak copien van elkander, en de zandbank welke tegenover Haarlem aan den vasten wal verbonden is — geheel te onrechte, gelijk uit het bovenstaande volgt — komt niet alleen op deze kaarten, maar zelfs op atlansen onzer eeuw voor! (1)

De drie zandbanken welke op fig. 11, Plaat IX, dwars over de groote bank zijn geteekend, worden reeds in de Vijerighe Colom, II<sup>de</sup> deel, 1632, pag. 8, vermeld, maar zijn niet op de daarbij behoorende kaart geteekend. In latere jaren komen zij echter herhaaldelijk voor, hoewel zij niet steeds denzelfden vorm behouden — iets hetgeen zij echter met de brée-veertien en de Keizersplaat voor Texel gemeen hebben, welke eenigszins willekeurig beurtelings vergroot en verkleind worden.

Ofschoon uit de oude zeekaarten niet wel scherpe gevolgtrekkingen te maken zijn, schijnen de drie bankjes werkelijk bestaan te hebben en zijn zij nog zichtbaar in het beloop der lijn van 15 M. diepte, welke zich terzelfder hoogte (fig. 3, Plaat I) merkbaar van de kust verwijderd.

Hieruit en uit het bestaan blijven der brée-veertien zoude men mogen afleiden dat het beloop van den onderzeeschen oever, zoo al niet onveranderlijk, dan toch vrij standvastig mag genoemd worden.

## HOOFDSTUK VII.

### Temperatuur en zoutgehalte.

§ 1. De temperatuur aan den bodem en die aan de oppervlakte werd in het eerste jaar

(1) Waghenaer zegt omtrent de gesteldheid van den bodem op de brée-veertien: „t'Is wasich sand, ghemengt met swert sand ghelyok mostaertsat”. Dit is thans geene bijzonderheid meer; in geheel ons waarnemingsgebied tusschen Hoek en Helder werd nooit ander zand gevonden.

om het uur waargenomen, later enkele malen per dag. Op warme, zonnige en stille dagen bedroeg het verschil tusschen beiden meermalen 1° à 2°, doch bij deining ging dit verschil dadelijk grootendeels verloren.

Dit kan niet bevreemden want het zuidelijk gedeelte van de Noordzee is betrekkelijk ondiep en wordt door de Doggersbank gescheiden van het gebied der koude wateren. (1)

*Kruistocht  
der Commissie  
zur  
Untersuchung der  
Deutschen Meere  
in 1872.*

§ 2. Aan den kruistocht door de Noordzee, welke de *Commission zur Untersuchung der Deutschen Meere* van 29 Juli—9 September 1872 ondernam, ontleenen wij het volgende, dat aan onze eigene waarnemingen omtrent temperatuur en zoutgehalte meer waarde geeft:

Met eene stoomboot werd van de uiterste punt van Denemarken (Skagen) langs de Noorweegsche kust naar Bergen gevaren, van daar de Noordzee dwars overgestoken naar Peterhead in Schotland, de Schotsche kust gevolgd tot Edinburgh en daarna met eenen grooten boog over de Doggersbank ( $2\frac{1}{4}^{\circ}$  O. L. Gr.,  $53\frac{3}{4}^{\circ}$  N. Br.) naar Cromer gestoomd. Vervolgens werd langs Yarmouth en Lowestoft in eenen boog (van welken het zuidelijke punt op  $2\frac{1}{2}^{\circ}$  O. L. Gr.,  $52\frac{1}{2}^{\circ}$  N. Br. lag) naar Nieuwediep koers gezet, de Zuiderzee tot nabij Enkhuizen bewaren, door het gat van Vlieland weder de Noordzee ingestevend, zigzagsgewijze naar Wilhelmshafen gestoomd en vervolgens over Helgoland en Sylt wederom naar het Skagerrak teruggekeerd.

De ondiepte van welke de Doggersbank het hoogste gedeelte is, scheidt de Noordzee in twee deelen, in welke ten opzichte van de temperatuur geheel andere toestanden heerschen, want in de noordelijke helft werden (de vaart had in den zomer plaats) waterlagen gevonden wier temperatuur onderling zeer verschilde, iets dat in de zuidelijke helft niet werd aangetroffen.

De door de zon verwarmde opperlaag van het noordelijke deel bereikte gewoonlijk de diepte van 20 vadem niet, was meermalen nog geen 10 vadem dik, en de overgang van de warme tot de koude laag vond niet geleidelijk maar plotseling plaats. (Als voorbeeld kan dienen dat op  $0^{\circ} 40'$  W. L. Gr. en  $58^{\circ} 27'$  N. Br. de volgende temperaturen (Celsius) gevonden werden op 0, 10, 20, 30 en 69 (bodem) vadem diepte:  $13^{\circ},7$ ;  $13^{\circ},4$ ;  $8^{\circ},4$ ;  $8^{\circ},4$ ;  $7^{\circ},5$ .) Nabij de zuidwestelijke Noorsche kust bleek het water aan de oppervlakte warmer dan aan de tegenovergelegen Schotsche kust (2) te zijn, welk verschijnsel gedeeltelijk ontstaat door het uit de Oostzee stroomende (zoetere) water, gedeeltelijk veroorzaakt wordt door het warmere water, dat uit de zuidelijke helft der Noordzee langs de Deutsche en Deensche kusten den weg vindt naar de noordelijke helft der Noordzee. Het koudere water der Poolzeëen beweegt zich integendeel langs de Schotsche kusten zuidwaarts en maakt de tegenstelling met de temperatuur aan de tegenover liggende kusten nog meer voelbaar.

*Verskil in  
warmte tusschen  
het water langs  
de Engelsche en  
langs de  
Nederlandsche,  
Deutsche en  
Deensche kusten.*

In de zuidelijke ondiepe helft der Noordzee werden daarentegen op dezen kruistocht geene warme of koude lagen waargenomen, doch ofschoon de temperatuur op alle diepten nagenoeg dezelfde was, werd ook hier een soortgelijk ofschoon geringer verschil tusschen de warmte van het water nabij de westelijke en nabij de oostelijke oevers aangetroffen. Dit verschil moet op dezelfde wijze als hierboven verklaard worden.

(1) De *Commission zur Untersuchung der Deutschen Meere in Kiel* zegt hieromtrent het volgende (*II<sup>tes</sup> Jahresbericht zur Physik des Meeres*): Terwijl alle kusten zuidelijk van de Doggersbank flauw hellend in zee afdalen, zijn de Noorsche, Schotsche en Noord-Engelsche kusten of steil of staat daar in de onmiddellijke nabijheid der kust minstens 20 vadem diepte. In het algemeen is de Noordzee een zeer ondiep water; een blad schrijfpapier is in verhouding tot zijne lengte en breedte dikker dan de waterschicht welke den bodem der Noordzee bedekt, ten opzichte van de afmetingen harer oppervlakte.

(2) Het verschijnsel, deelt de *Commission* mede, is niet slechts op dien kruistocht geconstateerd, doch ook uit andere waarnemingen aan de kust bekend.

Gemiddeld vond de Commissie (pag 18 van haar Verslag):

	Engelsche kust.	Nederlandsche kust.
temperatuur Celsius van het water aan de oppervlakte	16°,7	18°,1
» » » » » den bodem	15°,3	17°,4

Dit verschil is te merkwaardiger omdat langs den geheelen oostelijken oever tot Jutland toe, die hogere temperaturen gevonden worden; want het grootste verschil tusschen het warmste water aan de oppervlakte nabij de Hollandsche kust en het koudste nabij Jutland bedroeg slechts  $0^{\circ},9$ . Te Cromer (in Engeland) was het water ( $15^{\circ},4$ ) daarentegen  $2^{\circ},5$  kouder dan op de hoogte van het op hogere breedte liggende Deensche eiland Sylt ( $17^{\circ},9$ ).

Dit verschil kan niet aan het toevloeien van warme zoetwaterstroomen worden toegeschreven, daar het zoutgehalte bij Jutland zelfs nog iets hooger is dan bij Cromer, evenmin aan verschil van kustvorm, (want het beloop van den onderzeeschen oever is bij beiden flauw hellend), zoodat de oorzaak van het warmteverschil slechts in den loop der stroomen kan gezocht worden: *het koude water ten noorden der Doggersbank vloeit langs de Engelsche oostkust zuidwaarts, terwijl het warmere water uit het Engelsch kanaal, dat het geheele zuidelijke gedeelte der Noordzee beheerscht, langs Nederland, Duitschland en Jutland noordwaarts stroomt.*

Met het oog op deze stelling is het van belang de waarnemingen aan boord der *Werkendam* te vergelijken met die, welke langs de Deutsche kusten verricht werden.

§ 3. De temperatuur van het water wordt namelijk op Helgoland, Borkum en op het buitenste lichtschip van de Weser, eenmaal daags, zoowel aan de oppervlakte als op diepte waargenomen en medegedeeld in de maandelijksche van wege de in de vorige paragrafen genoemde Commissie uitgegeven *» Ergebnisse der Beobachtungsstationen an der Deutschen Küsten*”.

Daar het buitenste lichtschip der Weser ( $53^{\circ} 54'$  N. Br. en  $7^{\circ} 49'$  O. L. Gr.) ongeveer 12 kilometer buiten de eilanden op 18,3 M. diepte ligt, zoo geschieden aldaar de temperatuurbepalingen onder nagenoeg dezelfde omstandigheden als aan boord der *Werkendam*. Vergelijkt men de temperaturen van 1881, (in welk jaar wij langs Noord- en Zuid-Holland ankerden op plaatsen welke 5 tot 15 kilometer uit den wal lagen en waar de diepte 15 tot 20 M. bedroeg), dan blijkt dat het warmteverschil in het voorjaar aanzienlijk was, maar in den zomer tot nul daalde, gelijk volgende tabel aanwijst.

*Vergelijking  
tusschen de  
waarnemingen  
omtrent  
de warmtegraad  
van het water  
aan boord van  
de Werkendam  
en het buitenste  
Weserlichtschip.*

TABEL XLVIII.

Datums. 1881.	Aantal dagen waaruit gemiddeld werd.	Temperatuur (Celsius) aan den bodem.		Punt van waarneming.
		Bij het Weser- lichtschip.	Aan boord der <i>Werkendam</i> .	
13—14 Mei	2	6°,90	9°,25	P
21—31 Mei	10	8°,73	11°,07	P
1—4 Juni	4	10°,55	12°,25	Q, S
14—18 Juni	5	12°,16	12°,50	V, W
24 Juni — 1 Juli	7	14°,10	15°,30	R
5—6 Juli	2	15°,35	16°,37	K
5 Augustus	1	19°,60 <sup>(1)</sup>	17°,50	Y
23 Augustus	1	16°,80	17°,00	N
3—4 September	2	16°,45	16°,75	N
7—8 September	2	16°,65	16°,51	O
12 September	1	16°,50	16°,50	T

De temperatuur was derhalve in het voorjaar en het begin van den zomer langs de Nederlandsche kust hooger dan langs de Deutsche, een feit dat voor de onderstelling pleit volgens welke het warmere water uit het Engelsch kanaal langs ons strand noordwaarts vloeit. Wij weten trouwens dat het water zich langs onze kust van het zuiden naar het noorden verplaatst, doch tevens (zie vorig Hoofdstuk, § 6) dat deze verplaatsing eene zoo uiterst langzame is, dat wel betwijfeld mag worden of de hoogere temperatuur langs onze kust ten opzichte van die langs de Deutsche, het onmiddellijk gevolg is van de grootere warmte van het uit het zuiden toestroomende water. De diepte van den zuidelijken inham is zóó gering en de verplaatsing van het water geschiedt zóó langzaam dat meer waarschijnlijk in het verschil der *luchttemperatuur* de oorzaak van het verschil in temperatuur van het water gezocht moet worden. Derhalve is de hoogere warmtegraad van het zeewater langs onze kust vermoedelijk slechts een *middelmatig* gevolg der temperatuur van het water in het Engelsch kanaal — daar de hoogere temperatuur der lucht hier te lande een gevolg is van de grootere nabijheid tot dit warmere kanaalwater.

Waarnemingen  
omtrent  
temperatuur en  
zoutgehalte  
aan boord van het  
buitenste  
Weser-lichtschip.

In onderstaande tabel zijn eenige gegevens omtrent temperatuur en zoutgehalte nabij het buitenste Weser-lichtschip verzameld, welke uit de bovenvermelde maandelijksche staten getrokken zijn en in verband met het straks gezegde niet onbelangrijk schijnen.

(1) Deze temperatuur is eene buitengewone. Op den vorigen dag bedroeg de temperatuur aan den bodem 17°,2, op den volgenden 18°,8.

TABEL XLIX. Waarnemingen op het buitenste Weser-lichtschip.

M A A N D E N IN 1881.	T E M P E R A T U U R (Celsius)						Z O U T G E H A L T E					
	gemiddeld		hoogste		laagste		gemiddeld		hoogste		laagste	
	aan de oppervlakte.	op den bodem. (18.3 M.)	aan de oppervlakte.	op den bodem.	aan de oppervlakte.	op den bodem.	aan de oppervlakte.	op den bodem.	aan de oppervlakte.	op den bodem.	aan de oppervlakte.	op den bodem.
Januari . . . . .	3°,06	3°,23	5°,4	5°,3	1°,0	1°,1	1,0250	1,0251	1,0256	1,0260	1,0246	1,0248
Februari . . . . .	1,42	1,68	2,5	2,5	0,5	1,2	1,0258	1,0261	1,0262	1,0264	1,0254	1,0256
Maart . . . . .	1,69	1,75	4,5	2,5	0,8	1,2	1,0257	1,0260	1,0262	1,0264	1,0248	1,0254
April . . . . .	3,88	3,41	6,0	5,6	2,5	2,0	1,0260	1,0265	1,0272	1,0278	1,0254	1,0256
Mei . . . . .	8,34	7,67	10,0	9,4	6,0	5,5	1,0253	1,0257	1,0260	1,0260	1,0246	1,0250
Juni . . . . .	12,71	12,02	15,0	14,2	9,5	9,0	1,0247	1,0250	1,0256	1,0260	1,0242	1,0244
Juli . . . . .	16,94	16,70	18,0	17,8	14,5	14,2	1,0242	1,0246	1,0244	1,0248	1,0240	1,0244
Augustus . . . . .	17,73	17,39	19,0	19,6	17,0	16,8	1,0241	1,0245	1,0244	1,0248	1,0240	1,0242
September . . . . .	16,27	16,02	17,1	16,8	15,0	14,9	1,0243	1,0244	1,0250	1,0252	1,0240	1,0242
October . . . . .	12,13	12,13	15,0	15,0	9,4	9,6	1,0258	1,0259	1,0262	1,0264	1,0252	1,0252
November . . . . .	8,79	8,52	9,5	9,2	7,6	7,8	1,0262	1,0264	1,0264	1,0268	1,0260	1,0262
December . . . . .	6,25	5,95	7,7	7,3	5,0	5,0	1,0259	1,0262	1,0262	1,0266	1,0250	1,0254

§ 4. *Zoutgehalte.* De geringe afstand op welchen de meeste onzer waarnemings-stations uit de kust verwijderd zijn, is oorzaak dat het zoutgehalte op deze aan min of meer groote schommelingen onderhevig is. De hoeveelheden zoetwater welke uit de Nederlandsche rivieren dagelijks in zee vloeien zijn wel betrekkelijk gering, maar ten gevolge van den kleinen afstand, dien de heen en weergaande waterdeeltjes in zee in één etmaal afleggen, heeft het water in den omtrek der riviermonden over een vrij groot oppervlak gewoonlijk minder zoutgehalte dan het normale Noordzeewater bezit.

Daarenboven vermengt zich het zoete rivierwater op kalme dagen slecht met het zoute zeewater, waarbij waarschijnlijk het temperatuursverschil tusschen beiden eene rol speelt.

Die zoetwater-schicht heeft echter eene zeer geringe diepte, zoodat indien het zeewater door den wind tamelijk hevig beroerd wordt, het lichtere en het zwaardere water zich mengen en geen verschil meer in het zoutgehalte aan den bodem en aan de oppervlakte, zelfs op punt K, dat betrekkelijk dicht bij den Hoek van Holland ligt, valt te bespeuren.

Onderstaande uittreksels uit onze waarnemingen maken het zoo even gemelde duidelijk.

Zoutgehalte in  
ons waar-  
nemingsgebied.



TABEL LI. Waarneming op punt K, op 5 Juli 1881.

Tijd van waarneming. (burgerlijke tijd.)	Stroomingen						Schip voor liggende R.W.	Looding in Meters.	Zoutgehalte		Temperatuur.			Wind		Toestand van de zee.			
	aan de oppervlakte		op 4 M. diepte.		op 10 M. diepte.				Zeewater		Lucht.	Richting in graden (waart) R.W.		Snelheid in M. per 1'.					
	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'			aan de oppervl.	aan den bodem.		aan de oppervlakte.	aan den bodem.						
	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'													
u 9-0	51°	35	47°	40	44°	33	235°	16,1	12,25	22,75	1000 +	1000 +	0 M. 19°,00 4 M. 17°,00	16°,00	19°,50	320°	4	Een weinig deining uit 300°.	
-30	52°	30	48°	35	46°	29	235°	16,1	16,75	23,25									
10-0	51°	26	52°	29	45°	26	237°	16,0	16,25	22,50	0 M. 18°,50 4 M. 17°,00	16°,25	20°,00	350°	45	Kalm.			
-30	51°	17	51°	24	40°	24	240°	15,9	17,25	23,25									
11-0	356°	5	59°	20	32°	14	234°	15,8	17,25	22,25	0 M. 18°,50 4 M. 16°,75	16°,25	20°,00	360°	25	Kalm.			
-30	325°	6	64°	13	11°	12	246°	15,7	17,50	22,75									
(0-0)	264°	10	91°	4	316°	4	244°	15,6	12,50	23,25	0 M. 20°,50 4 M. 17°,00	16°,50	20°,50	45°	3	Kalm.			
-30	254°	13	204°	8	252°	4	49°	15,5	13,25	22,50									
(1-0)	251°	14	230°	15	238°	18	44°	15,4	15,00	22,25	0 M. 20°,00 1 M. 18°,25 4 M. 17°,00	16°,50	20°,50	25°	4	Een weinig zee uit 20°.			
-30	238°	19	225°	21	230°	21	50°	15,3	16,25	22,75									
(2-0)	243°	22	228°	24	229°	22	58°	15,2	14,00	22,25	0 M. 20°,75 1 M. 19°,50	17°,00	20°,50	25°	4	Een weinig zee uit 30°.			
-30	244°	21	232°	27	224°	27	61°	15,2	12,75	22,75									
(3-0)	243°	23	234°	28	223°	30	60°	15,4	13,25	22,25	0 M. 21°,25 4 M. 17°,25	17°,00	20°,50	40°	4	Vrij kalm.			
-30	236°	26	234°	28	224°	34	60°	15,0	12,25	22,00									
(4-0)	242°	27	235°	26	221°	28	63°	15,0	13,00	23,00	0 M. 21°,50 2 M. 18°,00	16°,25	20°,50	30°	3	Kalm.			
-30	251°	23	241°	22	222°	22	70°	15,0	14,00	22,50									
(5-0)	264°	12	238°	18	213°	20	73°	15,4	14,75	21,50	0 M. 20°,00 2 M. 16°,50 4 M. 16°,50	16°,25	20°,50	30°	3	Kalm.			
-30	292°	9	267°	12	214°	12	89°	15,2	16,00	22,25									

Tijd van waarneming. (burgerlijke tijd.)	Stroomingen						Schip voor liggende R. W.	Looding in Meters.	Zoutgehalte		Temperatuur (Celsius)			Wind		Toestand van de zee.	
	aan de oppervlakte.		op 4 M. diepte.		op 10 M. diepte.				Zeewater		Lucht.	Richting in graden (waart) R. W.		Snelheid in M. per 1'.			
	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'			aan de oppervl.	aan den bodem.		aan de oppervlakte.	aan den bodem.				
	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'	rich-ting (waar-heen) R. W.	snelh. in M. per 1'											
u. (6-0)	313°	7	306°	7	204°	5	114°	15,3	1000 +	1000 +	0 M. 19°,25 2 M. 17°,50 4 M. 16°,50	16°,25	20°,00	35°	3	Vrij kalm.	
30	344°	9	1°	7	57°	11	146°	15,5	18,50	22,75							
(7-0)	4°	21	21°	20	41°	23	168°	15,8	18,00	22,50	0 M. 18°,50 2 M. 17°,50	16°,25	19°,50	60°	35	Kalm.	
30	17°	24	31°	27	45°	29	186°	15,9	18,50	22,75							
(8-0)	19°	26	34°	31	41°	31	192°	16,0	19,00	22,00	0 M. 17°,75 2 M. 17°,50	16°,50	19°,00	70°	25	Kalm.	
30	25°	27	36°	32	38°	26	196°	16,1	19,00	23,50							
(9-0)	27°	29	37°	30	34°	22	201°	16,2	19,50	23,25	0 M. 17°,25 2 M. 16°,75	16°,00	19°,00	110°	25	Kalm.	

De lucht, die voor den middag helder was, betrok later min of meer. Te 11 ure werd eene verkleuring waargenomen, welke gedurende ruim één kwartier in de strekking 340°, achter het schip in rust bleef. Er werd te 11°15' aan de oppervlakte, ter hoogte der raderkast, een zoutgehalte van 1017,75 met eene temperatuur van 18°,75 waargenomen; onmiddellijk achter het schip een zoutgehalte van 1011,75 met eene temperatuur van 20°,5.

TABEL LII. (Waarnemingen op punt K, op 6 Juli 1881.)

Tijd van waarneming. (burgerlijke tijd).	Stroomingen.						Schip voor liggende R. W. Loading in meters.	Zoutgehalte.			Temperatuur (Celsius.)			Wind.		Toestand van de zee.	Bewolking der lucht.	
	Aan de oppervlakte		Op 4 M. diepte.		Op 10 M. diepte.			Aan de oppervlakte.	Op 4 M. diepte.	Aan den bodem.	Zee water.		Lucht.	Richting in graden (waaruit) R. W.	Snelheid in Meters per 1'.			
	Richting (waarheen) R. W.	Snelheid in M. per 1'.	Richting (waarheen) R. W.	Snelheid in M. per 1'.	Richting (waarheen) R. W.	Snelheid in M. per 1'.					Aan de oppervlakte.	Op den bodem.						
uur							1000 +	1000 +	1000 +									
6	270°	11	236°	14	222°	11	91°	15,3	21,75	22,50	23,00	0 M. 16°.50 4 M. 16°.00	15°,75	17°,5	100°	3 <sup>o</sup>	Kalm.	Cu. ni. 8, regenachtig.
7	1°	10	36°	9	56°	14	150°	15,7	22,00	22,00	23,25	0 M. 16°.50 4 M. 16°.50	15°,75	18°,0	90°	3	Kalm.	Cu. ni. 7.
8	17°	32	31°	28	36°	22	192°	16,4	22,25	22,25	23,00	0 M. 16°.50 4 M. 16°.25	15°,75	18°,5	150°	4 <sup>o</sup>	Vrij kalm.	Cu. st. 7, buiig.
9	38°	43	35°	37	39°	34	218°	16,3	18,00	21,75	22,75	0 M. 17°.50 4 M. 16°.50	16°,00	19°,0	205°	6 <sup>o</sup>	Zee uit 200°.	Cu. ni. 9, buiig.
10	49°	41	43°	35	44°	30	226°	16,5	17,75	21,25	23,25	0 M. 18°.00 4 M. 17°.00	16°,25	19°,0	220°	6	Veel zee uit 220°.	Cu. ni. 9.
11	64°	39	51°	35	52°	32	238°	16,4	17,75	19,50	22,50	0 M. 18°.00 4 M. 17°.50	16°,50	19°,0	190°	5	Zee uit 230°.	Cu. ci. 7.
(0)	76°	35	66°	29	56°	28	250°	16,3	17,50	18,00	23,00	0 M. 18°.50 4 M. 18°.50	16°,25	19°,5	205°	7 <sup>o</sup>	Veel zee uit 225°.	Cu. st. 3, buiig
(1)	94°	24	87°	19	75°	12	268°	16,0	18,00	18,25	22,75	0 M. 18°.50 4 M. 18°.00	16°,25	18°,0	220°	5 <sup>o</sup>	Zee uit 225°.	Cu. ci. 4.
(2)	125°	18	130°	2	221°	2	268°	15,7	19,25	20,25	22,00	0 M. 18°.25 4 M. 17°.75	16°,75	18°,0	195°	7 <sup>o</sup>	Veel zee uit 220°.	Cu. ci. 9, buiig.
(3)	59°	16	177°	13	207°	6	263°	15,5	21,00	21,25	22,50	0 M. 17°.50 4 M. 17°.25	16°,50	18°,0	210°	9 <sup>o</sup>	Hooge zee uit 230°.	Cu. ni. 8, buiig.

Zoutgehalte op punt K.

§ 5 Het zoutgehalte is op punt K zeer afwisselend, gelijk wel te begrijpen is, daar het water der Nieuwe Maas enkele kilometers zuidwaarts van dit punt in zee vloeit en door den zee-vloedstroom noordwaarts wordt gevoerd. In verband hiermede is het echter merkwaardig dat het zoutgehalte aan de oppervlakte op punt K, *zéér kort* nadat de stroom in zee de vloedrichting heeft aangenomen, *het laagste* is.

Dit zoutgehalte was n. l. het geringste: (1)

4 Aug. 1880 op uur XI (1011) zwakke wind.

5 » » » XI<sup>3</sup>/<sub>4</sub> (1008<sup>1</sup>/<sub>2</sub>) » »

6 » » » XI<sup>3</sup>/<sub>4</sub> (1013<sup>3</sup>/<sub>4</sub>) » »

(1) Het zoutgehalte werd soms om het kwartier, somwijlen om het halve uur, gewoonlijk om het uur waargenomen, zoodat het oogenblik der minima-waarde niet altijd met volkomen zekerheid te bepalen is.

11 Oct.	>	>	>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	(1019)	hevige wind uit 73°.
9 Juli 1881	>	>	>	XI	(1018 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> )	wind uit 286°.
12 »	>	>	>	0	(1013)	kalm.
13 »	>	>	>	XI <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	(1017 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	»
'smorgans 14 »	>	>	>	XI <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	(1013 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	»
'savonds 14 »	>	>	>	XI <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	(1008 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> )	»
15 »	>	>	>	XI <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	(1011)	»
18 »	>	>	>	XI <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	(1004 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	»
20 »	>	>	>	XI <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	(1016)	wind uit 300°.

Het water is derhalve om XI<sup>1</sup>/<sub>4</sub> uur op punt K het zoetste, hetgeen zeer vreemd is, daar uit de stroommetingen op punt K blijkt, dat dit zeer zoete water afkomstig moet wezen van een punt dat ongeveer *twee* kilometer zuidwest van K gelegen is (want men mag zonder ver van de waarheid af te wijken, aannemen dat over eenige uitgestrektheid rondom station K dezelfde snelheden heerschen als daár worden gemeten), terwijl de afstand van punt K tot dwars voor den mond van den Nieuwen Waterweg, eveneens in zuidwestelijke richting gemeten, *zeven* kilometer bedraagt! Op den eersten aanblik is dan ook niet wel begrijpelijk hoe dit zoete water bij den aanvang van den vloed aanwezig kan zijn op een punt dat slechts 2 kilometer zuidwestwaarts van station K gelegen is. Want omtrent uur IX eindigt de eb in den mond van den Nieuwen Waterweg, en daar de ebstroom in zee nog omtrent één uur langer aanhoudt, drijft het naar buiten gevloede zoete water steeds verder en verder zuidwestwaarts, om eerst wanneer de stroom in zee de vloedrichting aanneemt, in noordoostelijke richting langs de kust terug te keeren. Derhalve kan het zoete water dat op uur XI<sup>1</sup>/<sub>4</sub> op punt K wordt waargenomen, *niet* van de juist geëindigde riviereb afkomstig wezen, daar dit ebwater bij den aanvang van den zee-vloedstroom *meer dan zeven kilometer* van punt K verwijderd is.

Toch kan het zoete water dat bij den aanvang van den zee-vloedstroom punt K reeds tot op *twee* kilometer genaderd was, slechts uit de riviereb afkomstig wezen en blijkt dan ook bij nader onderzoek geleverd te worden door de riviereb, welke *een half etmaal vroeger* uitstroomde; een sprekend bewijs voor de moeilijkheid, waarmede zout en zoet water zich vermengen. (1)

Het zoete water namelijk dat bij het einde der riviereb nog afstroomt, en zich in den beginne slechts weinig van de riviermonding verwijderd (aangezien de zee-ebstroom reeds aan het afnemen is) wordt door den op dezen volgenden zee-vloedstroom niet slechts noordwaarts gedreven, maar tevens meer en meer *tegen den wal gedrongen*. Want het zoete water bevindt zich alsdan juist in dat merkwaardig gebied nabij den Hoek van Holland waar — gelijk wij in § 2, Hoofdstuk V, (bladz. 63-65) aantoonen — de oppervlakte-stroom *voordurend, met zon*, draait. Dientengevolge kan dit zoete water bijv. wel op punt **g**, Plaat I, fig. 3, dat slechts 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> kilometer uit den kust ligt, worden waargenomen, maar niet op een punt dat zooals K, *vijf* kilometer uit den wal verwijderd is. Valt daarna de zee-ebstroom in, dan gaat dit zoete water wederom zuidwaarts, doch daar de ebstroom zwakker is dan de vloedstroom, legt het in deze richting eenen korteren weg af en *verspreid zich*

(1) Wellicht werpt dit feit enig licht op het *praktisch* belang van de vraag: of de nederzetting van vaste stoffen nabij riviermonden aan de botsing van zout en zoet water moet worden toegeschreven?

tevens weder uit den wal, omdat de ebstroom aan de oppervlakte eveneens voortdurend, met zon draait.

Dit zoete water bevindt zich derhalve op het einde van dezen ebstroom, (dus een half etmaal nadat het den riviermond heeft verlaten,) slechts weinig zuidelijk van punt K en wordt nu met den daarop volgende vloedstroom langs dit punt gevoerd.

Onderstaande gelijktijdige waarneming bevestigt deze voorstellingswijze.

TABEL LIII.

12 Juli 1881.	Zoutgehalte op q.		Zoutgehalte op punt K.			Den geheelen dag was de zee kalm en de wind (uit 200° tot 300°) zwak — Zie voor de richting en snelheid der stroomen: fig. 2, Plaat VIII. — (De diepte bedroeg op punt q van 8 tot 9½ M., op punt K van 15 tot 16½ M.)		
	aan de oppervlakte.	aan den bodem.	aan de oppervlakte.	op 4 M. diepte.	aan den bodem.			
9 u. 's morgens	niet waargenomen.	niet waargenomen.	1021,75	1022,50	1022,75	ebstroom.		
10 u. »			1021	1021,75	1021,75	»		
11 u. »			1019,75	1021	1022	»		
middag			1017,75	1021,50	1022,25	kentering V/E op punt q.		
1 u. namiddag			1017,50	1022,50	1022,75	kentering V/E op punt K.		
2 u. »			1019,50	1022	1022,50	vloedstroom		
3 u. »			1021	1022	1013	1020,25	1020,75	»
4 u. »			1014	1020,25	1019	1022,25	1021	»
5 u. »			1019,25	1021	1019,75	1022,50	1023	»
6 u. »			1019,50	1020,50	1017	1022,75	1022,75	»
7 u. »			1019,25	1021	1018,50	1022,75	1022,75	kentering E/v op beide punten.
			<u>104,75</u>	<u>10,50</u>	<u>10,25</u>			
			1020,95	1022,10	1022,05			

Gelijk bovenstaande tabel doet zien, bedroeg het zoutgehalte om 3 uur op punt q aan de oppervlakte nog 1021, terwijl het op datzelfde oogenblik op punt K tot 1013 gedaald was (hier verkleurde de zee reeds om 2½ u., hetgeen het teeken is dat het oppervlakte-water zoeter wordt.) De zoete waterdeeltjes aan de oppervlakte, welke om *kwart over tweeën* punt K voorbijgingen, hadden ongeveer 1800 M. in de vloedrichting afgelegd, waaruit volgt dat de zoetwater-massa bij den aanvang van den vloedstroom omtrent 2 kilometer ten zuiden van punt K lag. Men zoude dus al licht gedacht hebben dat om *drie* uur op punt q, toen de waterdeeltjes welke voorbij stroomden, reeds *zeven* kilometer in diezelfde richting hadden afgelegd, eveneens een laag zoutgehalte zoude worden aangetroffen. Doch uit de scheping om 4 uur op q blijkt, dat hier het zoete water eerst tusschen 3 uur en 4 uur aankomt, derhalve na meer dan 7 kilometer te hebben doorloopen.

Laatstbedoeld zoete water kan derhalve geen deel hebben uitgemaakt van de massa, welke reeds om 2½ u. op punt K het zoutgehalte tot 1013 deed dalen; en men heeft hier dus

met twee zoetwater-massa's te doen, van welke de eene zich bij den aanvang van den vloedstroom 2 kilometer zuidwaarts van K en q, de andere zich echter 7 kilometer zuidwaarts dierzelide punten bevindt. De laatste is van de kort te voren geeindigde riviereb afkomstig, eerstgenoemde van de riviereb welke een half etmaal vroeger plaats greep.

Dezelfde eigenaardige beweging van het rivier-ebwater langs de kust, verklaart eveneens de afwijkingen in zoutgehalte welke tabel LI aanduidde. Op 5 Juli 1881 was volgens deze het water op punt K tijdens den ebstroom zeer zoet en tijdens den daaropvolgenden vloedstroom zout, hetgeen tegen de verwachting was; want gewoonlijk is op dergelijke kalme dagen het zoutgehalte van den vloedstroom minder hoog dan dat van den ebstroom, welke hier ter plaatse steeds een aanzienlijk zoutgehalte heeft. Doch de oplossing van dit raadsel is eenvoudig: De kentering van vloed- naar ebstroom, V/E, (welke kort nadat onze waarneming was aangevangen, intrad) geschiedde bij uitzondering *tegen* zon, terwijl de daarop volgende ebstroom *met* zon draaide en door eene kentering *met* zon, V/E, gevolgd werd. Wel had derhalve het zoete water, kort na het verlaten der riviermonding, gedurende zes uren dicht onder den wal noordwaarts kunnen stroomen, doch in plaats van bij de kentering V/E zooals gewoonlijk nog vaster tegen den wal gedrukt te worden, werd het zoete water doordat deze kentering *tegen* zon geschiedde, uit den wal gebracht en als het ware in de lijn op 5 kilometer afstand uit de kust (waarin punt K ligt,) geschoven. Met den ebstroom kon het dus langs K weder zuidwaarts vloeien en het buitengewoon lage zoutgehalte van den alhier gemeten stroom veroorzaken. Doch dit zoetere water — dat in gewone gevallen eerst zes uren later, bij de kentering van eb- naar vloedstroom in de lijn komt in welke K ligt, en alsdan tijdens den daaropvolgenden vloedstroom op K wordt waargenomen — kon ditmaal (omdat het zich reeds in deze lijn bevond) door de kentering E/v nog verder dan 5 kilometer uit den wal gebracht worden. Derhalve moest dus op punt K een zoute vloedstroom op den zoeten ebstroom volgen. (Het is bijna onnoodig te verklaren dat het zoete water dat bij Katwijk geloosd wordt, hierbij niet in het spel was, terwijl trouwens op den 5<sup>den</sup> Juli aldaar niet gespuid werd.)

Of de oorzaak van het *tegen* zon kenteren van den oppervlakte-stroom op punt K, bij den overgang van vloed- naar ebrichting gelegen was in de grootere warmte van het zoetere water, kan niet beslist worden; wel is het merkwaardig dat de oppervlakte-stroom één uur vóór dien op 4 M. en 10 M. diepte, tot rust kwam en het *zoetere* *warmere* en *zoutere* *houde* water — gelijk de aanmerking bij de tabel behoorende aangeeft — zoo scherp gescheiden waren.

§ 6. Op fig. 10, plaat IX zijn de voornaamste gegevens omtrent het zoutgehalte bijeengebracht.

Naast elk station zijn de grenzen aangegeven tusschen welke het zoutgehalte tijdens de waarnemingen schommelde. De bovenste cijfers hebben op het specifiek gewicht van het water aan de oppervlakte, de daaronder staande op dat aan den bodem betrekking, zoodat bijv. K 1004—24 beteekent dat op punt K het specifiek-gewicht aan de oppervlakte tusschen 1004 en 1024, aan den bodem tusschen 1021 en 1024 afwisselde. Waar slechts ééne rei cijfers gegeven wordt, beduidt dit dat er geen verschil tusschen het zoutgehalte aan de oppervlakte en aan den bodem werd gevonden.

Het spreekt van zelf dat deze cijfers niet de uiterste grenzen aangeven tusschen welke

Kaart van  
het zoutgehalte.  
fig. 10, Plaat IX.

het specifiek-gewicht zich *kan* bewegen, doch terwijl dit soortelijk-gewicht aan de oppervlakte ten gevolge der nabijheid van de kust al naarmate windkracht en windrichting zeer veranderlijk is, blijkt genoegzaam uit deze kaart dat de schommelingen op *diepte*, zelfs dicht bij de riviermondingen, zeer gering zijn. Onze waarnemingen doen derhalve den *gemiddelden* toestand voldoende kennen.

Behalve onze eigene gegevens, zijn op deze kaart eenige cijfers vermeld welke aan den reeds genoemden kruistocht der Duitsche Commissie ontleend zijn, alsmede eenige bepalingen van het zoutgehalte, welke door den Chef van den Belgischen Hydrografischen Dienst, den heer L. PÉTTI, verricht werden.

*Waarnemingen  
door de Duitsche  
Commissie  
op haren kruis-  
tocht in  
1872 gedaan.*

Ten slotte mogen hier eenige uitkomsten van het onderzoek der Duitsche Commissie omtrent het zoutgehalte in de Noordzee in het algemeen, vermelding vinden.

Het maximum specifiek-gewicht in de Noordzee bedraagt 1,0273, welke zwaarte op 69 vadem diepte, op het punt waarvan reeds in § 2 van dit Hoofdstuk sprake was, aan den bodem werd waargenomen (aan de oppervlakte bedroeg hier het gewicht 1,02695).

Onder den invloed van het rivierwater zinkt het soortelijk gewicht tot 1,0250 en 1,0258 (uitgezonderd natuurlijk zeer vlak nabij de kusten, waar het veel zoeter is) *doch in het algemeen kan het specifiek-gewicht van het onverdunde Noordzeewater op 1,0265-1,0268 (3,47‰-3,50‰) gesteld worden.*

Het water in het zuidelijk deel der Noordzee, waar nauwelijks eenig onderscheid in zoutgehalte tusschen het water aan de oppervlakte en aan den bodem bestaat, is eenigszins lichter dan dat hetwelk in de diepte in het noordelijk deel wordt gevonden, zoodat waarschijnlijk de geheele zuidelijke massa eenigszins met rivierwater vermengd is.

Men hoede zich echter om uit deze waarnemingen in den zomer den toestand voor het geheele jaar af te leiden, daar uit observatie's langs de kusten blijkt, dat in den winter het zwaardere water zich verder zuid- en oostwaarts verspreidt. (pag. 19-21 der *Physik des Meeres* in het 2<sup>de</sup> jaarverslag der Commissie)

#### AANHANGSEL.

##### *Bodemstroom-meter.*

§ 1. Het zoogenaamde Woltmann'sche molentje tot het meten der stroomsnelheden werd, hoewel het ongeveer eene eeuw reeds geleden door hem, die het zijnen naam gaf, was uitgevonden, eerst in 1873 ten onzent toegepast. Weldra onderging het eene gewichtige verbetering door de toevoeging van een elektrisch kloksignaal, terwijl sinds dien tijd de wijzigingen zich hoofdzakelijk tot den vorm en afmeting der wiekjes en tot de methode van ophanging in het water bepaalden.

Het molentje werd tot nu toe alleen op de bovenrivieren gebezigd en is daar op groote diepte, vooral als deze aan groote snelheid gepaard gaat, reeds minder goed handelbaar, zoodat het dan ook vele veranderingen ondergaan moest vóórdat wij het op groote diepte en in zee gebruiken konden.

De toestel die, ten einde geheel onafhankelijk van de bewegingen van het schip te zijn, op den zeebodem een steunpunt zoude vinden, diende met de wiekjes slechts  $\pm 0,70$  M. boven den grond uit te steken en verder aan de volgende hoofdvoorwaarden te voldoen:

1°. Men moest verzekerd wezen, dat welke de helling van den zeebodem zij, de as der molenwiekjes steeds evenwijdig aan den stroomdraad gericht blijft;

2°. Geen enkel deel van den toestel mocht eene stroomversnelling teweeg brengen, welke den door de wiekjes op te vangen stroom zou kunnen wijzigen.

3°. Ten einde den toestel zoo gemakkelijk mogelijk te behandelen, zooveel mogelijk oorzaken van gebrek in de elektrische geleiding te vermijden en ook om de kosten van de draadgeleiding zoo gering mogelijk te maken, mocht de toestel slechts door ééne draad met het elektrisch kloksignaal aan boord verbonden worden.

§ 2. Aan de eerste voorwaarde werd voldaan door aan de as der molenwiekjes, dus ook aan den staart, de beweging in twee loodrecht op elkaar staande vlakken te veroorloven.

In fig. 5 *b* en *c*, Plaat II, is alleen de eene draaiings-as zichtbaar, nl. de steeds nagenoeg vertikaal staande,  $\pm 0,50$  M. lange stang (fig. 6 *e*). De koker, welke over deze stang geschoven is (fig. 6 *d*), eindigt van boven in eene vork, welke de horizontale as draagt, die aan staart en molenas de beweging in het vlak mogelijk maakt, dat door de vertikale stang gaande, loodrecht op het eerste bewegingsvlak staat.

Doch het is niet voldoende dat de as evenwijdig aan den stroomdraad loopen *kan*, men moet verzekerd wezen dat zij aan den stroomdraad evenwijdig loopen *zal*, en daarenboven niet voortdurend om dien verlangden stand zal schommelen.

Daartoe dient bij het Woltmann'sche molentje de staart, welke gewoonlijk uit twee platte, lange, koperen bladen bestaat, die kruisgewijze aan elkander zijn bevestigd. Het telwerk dat het aantal omwentelingen der molenas opteekent, ligt dan onmiddellijk achter de wiekjes aan dezelfde zijde van de vertikale as van de toestel, terwijl de staart zich in het verlengde van de molenas, aan de andere zijde van die verticale as bevindt. Even als bij den windwijzer het vaantje grootere oppervlakte bezit dan het pijleinde, moet ook de staart eene grootere oppervlakte aan den stroom aanbieden dan telwerk en wiekjes te zamen, zoodat de toestel niet zeer beknopt is.

Daar ons toestel zeer klein moest wezen ten einde de ijzeren kooi — waarover later — waarin het geplaatst is, niet te zwaar te doen worden, werd het telwerk aan de overzijde der vertikale as gebracht, hetgeen alleen kon geschieden door deze in eene vork te doen eindigen. Door vervolgens den staart als bekleding van het telwerk te doen dienen, werd een dubbel voordeel verkregen: De staart kon zeer kort worden omdat aan de overzijde der vertikale as alléén de molenas met de wiekjes lag, en het telwerk was tegen verontreiniging beschut.

Daarenboven werd aan den staart een zoodanige vorm gegeven, dat geen vrees voor schommeling (welke in twee loodrecht op elkander staande vlakken mogelijk was) overbleef. (fig. 6 *a* en *b*).

Werkelijk bleek dan ook de stand van het molentje tijdens eene voorloopige tareering op de rivier nabij den Hoek van Holland, bij alle stroomsterkten onbewegelijk te wezen.

§ 3. Aan voorwaarde n°. 2 was minder gemakkelijk te voldoen.

Het instrument is zeer teergevoelig en kan licht bij het neerlaten of het ophalen door de slingerende stoomboot beschadigd worden; het werd daarom in eene ijzeren kooi geplaatst (fig. 5 *b*) die, zoodra de toestel den bodem bereikte, geheel plat sloeg.

Deze kooi kon dus geene hinderlijke stroomversnelling veroorzaken, maar het zware touw, waaraan de  $\pm 100$  kilogram wegende toestel werd neergelaten en dat aan eene kurken drijfboei bevestigd was (fig. 5 *a*) zoude door den stroom tot zeer nabij de molenwiekjes gedreven kunnen worden en misschien zelfs het asje beschadigen. Daarom moest gezorgd worden dat het touw nimmer in de nabijheid van de wiekjes konde geraken. Eene stang van  $\pm 2$  M. lengte, eindigend in een ankergewicht van  $\pm 40$  K. G., waaraan het



touw bevestigd wordt, voorziet in dit gevaar — want daardoor blijft het touw zelfs bij den sterksten stroom meer dan 2 M. van de wijkjes verwijderd.

Toch kon door dat touw nog gevaar voor de wijkjes ontstaan tijdens de stroomkentering. Het touw is namelijk steeds langer dan de diepte van de zee bedraagt, omdat anders gedurende de grootere snelheden, ten gevolge van den stroom tegen touw en drijfboei, laatstgenoemde niet zou blijven „waken”. Vooral op het oogenblik der kentering van eb naar vloedstroom — welke gewoonlijk bij *lagen* waterstand plaats vindt — zal dus dit touw, dat door geen stroom gespannen wordt, in eene sterke bocht hangen en op deze wijze tegen de molenwieljes kunnen drijven. Daarom is eene kleine boei aangebracht van een zoodanig drijfvermogen en ter zoodaniger plaatse, dat deze bocht nimmer zoo diep kan doorhangen (fig. 5 a).

§ 4. Het instrument blijft voortdurend op dezelfde plaats staan, terwijl het schip bij het kenteren om de ankerketting zwaait en zich dus ver van den toestel verwijderd.

De draadgeleiding naar boord moet dus lang zijn.

Opdat dergelijke geleiding bij het zwaaien van het schip niet in de ankerketting verward rake, moet zij aan de oppervlakte drijven. De draad loopt derhalve van den toestel langs het zware touw waarmede dit wordt op- en neergelaten naar de kurken drijfboei en gaat van daar naar het schip (fig. 5 a).

Doch omdat zij over eene aanzienlijke lengte op den waterspiegel drijft, biedt zij grooten stroomvang aan en bestaat er dus veel kans voor breken. Om hierin te voorzien wordt de draad om de vijf meter losjes aan eene taaie dunne lijn bevestigd, welke lijn in hare plaats door den stroom gespannen wordt, terwijl de draad in bochten hangt. Deze lijn wordt door kleine kurken drijvende gehouden.

Wil men slechts ééne draad bezigen, dan moet zoowel aan boord als aan den toestel eene zoogenaamde grondgeleiding gevormd worden.

Aan boord is deze gemakkelijk aan te brengen: De eene pool der batterij wordt in verbinding gesteld met een zinken in zee geworpen plaat.

De bodemstroom-meter welke uit ijzer en verzinkt koper bestaat, kan zelf als tweede grondplaat dienen, doch dan moet men zorgen dat het eindpunt van de draadgeleiding aan den toestel, voortdurend geïsoleerd blijft en slechts op gegeven oogenblikken met die grondgeleiding in contact komt. Want om het contact voldoende te vormen, mogen de contactoppervlakken niet te klein zijn — en het zoute zeewater voert den elektrischen stroom zoo gemakkelijk af, dat wanneer het die contact-plaatsen kan omspoelen, de stroom gesloten is zelfs zonder dat de grondgeleiding met den draad in verbinding is gebracht, zoodat alsdan het kloksignaal aan boord voortdurend tikt.

De heer OLLAND kwam daarom op de gedachte om het contact tusschen den draad die van boord aangevoerd wordt en de grondgeleiding naar den toestel, in de lucht, namelijk in eene soort duikerklok te doen geschieden.

Fig. 6 c maakt zulks duidelijk. *m* is het molenasje, dat door eene schroef zonder einde het telrad *n* (dat 100 tanden bezit) doet wentelen. Twee nokjes, om de 50 tanden geplaatst, brengen den hefboom *o* in beweging. Door deze hefboom wordt dan de stang *p* opgelicht, welke in een platina veertje eindigt. De stang *p* beweegt zich in de buis *q* welke alleen van onderen open is. Bij het te water laten van den toestel dringt er dus water in de buis, doch de lucht welke uit het bovendie niet kan ontsnappen, verhindert dat het die buis geheel vult, zoodat de platina veer zich steeds in de lucht bevindt. De geïsoleerde geleiding, welke van boord naar den toestel voert, eindigt aan de binnenzijde van het deksel der buis in eene platina plaat, welke aangezien dat deksel uit caoutchouc bestaat, geheel van de overige deelen der metalen buis is afgescheiden.

Drukt echter het knopje van het telrad den hefboom *o* naar beneden, zoodat het veerende uiteinde van het stangetje *p* tegen deze plaat aangedrukt wordt, dan kan de electriciteit der draadgeleiding *t*, door *p* en *o* langs de metalen wanden van den staart enz. afvloeien. De stroom is dus gesloten en het kloksignaal aan boord tikt.

Aan de buis is eene kegelvorm gegeven opdat men steeds verzekerd zij dat er genoeg lucht in aanwezig blijft om het contact *uit* het water te houden.

Buis, hefboom en telrad hangen daarenboven te zamen aan eene as *r r* (fig. 6 a en b), die concentrisch met het molenasje is en om welke eene slingering van  $\pm 40^\circ$  mogelijk is. Dientengevolge is men steeds van den verticalen stand van deze deelen verzekerd, wat voor de geleidelijke beweging van den hefboomtoestel eene eerste vereischte is en tevens maakt dat de lucht zich in buis *q* steeds aan het deksel zal verzamelen.

Nog op eene andere plaats is het duikerkloksysteem toegepast, want daar het molenasje zich in twee loodrecht op elkaar staande vlakken moet bewegen, zijn gelijk wij straks zagen, in den toestel twee draaiings-assen voorhanden en de geleiding zou dus óf door die assen gebracht, óf buitenom gevoerd moeten worden.

Aangezien de beweging om de horizontale as slecht weinige graden zal bedragen, kon men dáár de geleiding veilig buitenom brengen. Doch om de verticale as zal de toestel bij de kenteringen dikwijls meer dan eene volledige omwenteling volbrengen; hier zoude dus eene buitenom aangebrachte geleiding licht de vrije beweging belemmeren.

Daarom werd de verticale as (fig. 6 e) hol gemaakt, zoodat de geïsoleerde draadgeleiding van boord *a*, zonder dat van afvloeien van electriciteit door den wand van as *c* sprake konde wezen, in *b* in eene platina spits kon eindigen, welke door caoutchouc geïsoleerd is. De buis *e*, (fig. 6 d) welke de vork draagt waarop molenasje en staart rust, is voorzien van eene platina taats *f*, welke van de metalen buis geïsoleerd en met de geleiding *g* verbonden is, welke naar het platina plaatje in het deksel van het kokertje *q* (fig. 6 c) voert.

Tusschen buis *c* en stang *e* dringt water, maar nimmer kan dit zóó hoog opstijgen dat het de contactpunten *f* en *b* kan bereiken. Ook hier is dus een luchtcontact voorhanden.

Deze platina luchtcontacten hebben bovendien het groote voordeel dat zij wel beschut zijnde, moeilijk verontreinigd worden en het in elkander zetten van den toestel, wanneer dit gebruikt moet worden, zeer bespoedigen.

#### § 5. Het instrument wordt op de onderstaande wijze behandeld:

De ijzeren kooi ligt onbeschut op het dek, terwijl de geleiddraad op eene rol van groote middellijn gewonden is (deze is op het aanzicht der stoomboot fig. 2 a Plaat II op de raderkast geplaatst).

Het gedeelte geleiding, hetwelk van den toestel tot aan de drijfboei loopt, blijft echter aan de verticale as *c* (fig. 6 e) bevestigd en wordt met deze in het instrumentenkistje opgeborgen.

Gaat men meten, dan wordt die as op het voetstuk der ijzeren kooi geschroefd en de einden der twee stukken geleiddraad op de drijfboei, met behulp van een caoutchouc pijpje, waterdicht aan elkaar verbonden.

Verder heeft men slechts het eigenlijke meettoestelletje, dat uit één stuk bestaat, op de verticale as te schuiven, een schroefje aan te draaien dat verhindert dat door de eene of andere omstandigheid buis *c* van stang *e* (fig. 6 e en d) gescheiden wordt (waaardoor het meettoestelletje verloren zoude geraken), en de toestel is gereed om neergelaten te worden.

Met behulp van den laadboom, die aan de schoorsteenpijp bevestigd is, wordt de toestel buiten boord gezet en onder water gebracht; waarna hij verder aan de hand wordt neergelaten. Het ophalen geschiedt op dezelfde wijze.