

627.223

doc-1 d
62 228674
ci

MINISTERIE VAN WATERSTAAT, HANDEL EN NIJVERHEID.

VERSLAG

OVER DE

WAARNEMINGEN IN DE NOORDZEE

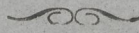
OMTRENT DE STROOMEN LANGS DE NEDERLANDSCHE KUST

IN DE JAREN

1880—1882.

DOOR

H. BERNELOT MOENS, en R. P. J. TUTEIN NOLTHENIUS,
Luitenant ter zee 1^{ste} klasse. *Ingenieur van den Waterstaat.*



VERSLAG

OVER

de in de jaren 1880—1882 gedane waarnemingen omtrent
den loop, de snelheid enz. der stroomen in de
Noordzee langs de Nederlandsche kust.

Opgemaakt door de ondergeteekenden met het doen van
bovenstaande waarnemingen belast geweest.

De luitenant ter zee eerste klasse, *De ingenieur van den waterstaat,*
U. BERNELOT MOENS. NOLTHENIUS.

INLEIDING.

Een zooveel mogelijk getrouw beeld onzer waarnemingen en der wijze op welke wij deze analyseerden, bestaat ons Verslag uit eene aaneenschakeling van détail-onderzoekingen, waaruit zich hier en daar een feit van meer beteekenis en algemeene strekking ontwikkelt.

Dergelijk détail-onderzoek, waarbij nu eens eene halverwege opkomende vraag beantwoord moet worden vóórdat men verder kan gaan, of waarbij eenige moeielijkheid tot zijdelings uitwijken noopt, heeft uit den aard der zaak geenen geleidelijken gang, en ons betoog zal dus te lichter te volgen zijn, naarmate men beter vertrouwd is met het doel dat bereikt moet worden.

Derhalve geven wij hier als inleiding een overzicht van de voornaamste uitkomsten van ons onderzoek, gelijk deze nedergelegd zijn in de platen, welke dit Verslag vergezellen. ⁽¹⁾

Vooraf dient men zich echter eenig denkbeeld te vormen van de algemeene verschijnselen der waterbeweging in de Noordzee, waartoe Plaat VII de gelegenheid schenkt.

Terwijl de eerste twaalf kaarten der Plaat den algemeenen stroomloop in de Noordzee en in het daarmede in gemeenschap staande Engelsch kanaal voorstellen, geeft de laatste kaart dier Plaat den vorm van het Noordzeebekken weder.

Het zuidelijk deel der Noordzee tusschen Engeland aan de eene zijde, Frankrijk, België en Nederland aan de andere zijde begrepen, blijkt eene soort inham te vormen, niet ongelijk in vorm en afmeting aan het Engelsch kanaal, maar van geringere diepte.

Terwijl de dieptelijnen der eigenlijke Noordzee in oost-westwaartsche richting loopen, volgen zij in den *inham* eene noord-zuidelijke strekking en kunnen dus eenigermate als een vervolg op die van het Engelsch kanaal worden aangezien.

Ook de richting der stroomen is, gelijk uit de overige kaarten dezer Plaat blijkt, in dezen inham eene andere dan in de eigenlijke Noordzee, en men zoude hem derhalve allicht als het evenbeeld van het Engelsch kanaal beschouwen, indien niet uit fig. 7, Plaat VIII bleek, dat de stroomen in het Kanaal veel sterker zijn.

Op kaart 13, Plaat VII, is verder op grafische wijze de grootte der halfdagelijksche schommeling van den waterspiegel voorgesteld; waaruit blijkt dat ook in dit opzicht de zuidelijke inham der Noordzee en het Engelsch kanaal zeer verscheiden zijn. Want terwijl in het Engelsch kanaal het half-dagelijksch verschil hoogst aanzienlijk is (behalve bij Wight), is het verschil tusschen hoog- en laagwater langs de Nederlandsche en het tegenoverliggend gedeelte der Engelsche kust uiterst gering en vindt slechts eene wedergade in de kleine schommelingen van den waterspiegel aan de Iersche kust nabij den ingang der Iersche zee, en aan het noordelijkst deel der Deensche kust.

Dezelfde kaart geeft in romeinsche cijfers de voortplanting van het hoogwater-tijdstip weder. Merkwaardig genoeg, plant zich dit in het Engelsch kanaal langs beide oevers in de richting

(1) Achter de inhoudsopgave van dit Verslag is eene verklaring der platen gevoegd, in welke de bouwstoffen vermeld worden, waaruit de figuren zijn samengesteld, en aangegeven is op welke paragraaf van het Verslag de afbeeldingen betrekking hebben.

naar Dover voort, terwijl het zich langs de Engelsche oostkust in tegenovergestelden zin als langs de Fransche, Belgische en Nederlandsche kusten voortbeweegt.

Nog duidelijker geeft fig. 8, Plaat V, dit weder. (De daarop voorkomende lijnen zijn echter niet geheel overeenkomstig de werkelijkheid.)

Na aldus een algemeen begrip van het bekken der Noordzee en der daarin plaats vindende waterbeweging te hebben verkregen, dient het beloop van den bodem langs onze kust te worden onderzocht; waarna kan worden overgegaan tot hetgeen onze eigen waarnemingen omtrent de stroomen in meer beperkt gebied leeren.

Fig. 3, Plaat I, geeft den loop der dieptelijnen nabij den Nederlandschen wal aan, waarbij in het oog valt, dat de lijn van 20 M. diepte omtrent den Hoek van Holland en omtrent Petten het strand nadert. Verder blijkt dat in het algemeen de zeebodem langs de Hollandsche kust een vloeiend beloop bezit.

Platen III en IV bevatten de voornaamste praktische resultaten onzer waarnemingen.

Fig. 2, Plaat III, doet zien welke kracht en richting de stroomen langs onze kust van uur tot uur bezitten; waarbij — gelijk in het geheele Verslag — het hoogwater-tijdstip aan den Hoek van Holland tot beginpunt van tijdtelling is gekozen. (1)

Fig. 1, Plaat IV, geeft de richting van den stroom op elk willekeurig tijdstip en elke willekeurige plaats aan, volgens de wijze die de Fransche hydrograaf KELLER voor de stroomen in het Engelsch kanaal bezigde (*routier de la Manche*.)

Fig. 5 derzelfde plaat doet zien welke richting de stroomen op het oogenblik hunner grootste kracht hebben, alsmede welke schommelingen zij ondergaan.

Uit deze figuur blijkt dat de stroomen van den Hoek van Holland tot Helder nagenoeg evenwijdig aan de kust loopen en *nimmer met kracht naar of uit den wal zetten*, terwijl de stroomen *bezuiden den Hoek* tegen zon, *benoorden den Helder* met zon draaien.

Fig. 2, 3 en 4 derzelfde plaat geven den vorm van het snelheidsverloop weder. (2)

Daar uit onze waarnemingen blijkt dat de stroomen van Hoek tot Helder éénzelfden vorm en gelijke sterkte bezitten, vertegenwoordigt fig. 3 het snelheidsverloop over deze geheele strekking.

Uit deze figuur blijkt dat vloed- en ebstroom nagenoeg even lang duren, doch dat de eerste tot grootere snelheid klimt en daarenboven een ander verloop heeft: zeer snel namelijk tot het maximum stijgt. (3)

Het *ophomen* van den vloedstroom onderscheidt zich nog door eene andere eigenaardigheid, welke aan eene impulsie uit het Engelsch kanaal doet denken: want terwijl door wind of andere niet aan te wijzen oorzaken de vloedstroom meermalen een uur later dan gewoonlijk eindigt, of een uur vroeger dan gewoonlijk door den ebstroom wordt vervangen, *schommelt het intreden van den vloedstroom slechts tusschen weinige minuten*.

Dezelfde stabiliteit geldt voor het geheele gedeelte AB (fig. 3) der snelheidskromme, m. a. w: voor het geheele tijdperk waarin de snelheid van den vloedstroom *toeneemt*.

(1) Dit hoogwater treedt op den dag van volle of nieuwe maan ongeveer om 2 uur in. (Havengetal).

(2) Vloedstroom wordt hier — gelijk overal in het Verslag — de stroom genoemd welke zich van het zuiden naar het noorden beweegt (dus in fig 5 dezer plaat, van links naar rechts); ebstroom, die welke in tegengestelde richting loopt.

(3) De maxima van vloed- en ebstroom zijn bij springtij $\frac{1}{5}$ grooter, bij doortij $\frac{1}{5}$ kleiner dan de in deze figuur gegeven waarden.

Langs den geheelen Hollandschen wal treft men dit principieel verschil tusschen vloedstroom en ebstroom aan.

De dikke stippelijnen op fig. 5 dezer plaat (Plaat IV), doen zien hoe zich de kenteringen voortplanten. De daarlangs geplaatste romeinsche cijfers geven het tijdstip aan, waarop de vloedrichting in ebrichting overgaat (V/E), — waarbij tot beginpunt van telling, gelijk overal, het oogenblik van hoogwater aan den Hoek van Holland is gekozen.

De stroomen van den Hoek tot den Helder, welke — gelijk hierboven werd aangestipt — éénzelfden vorm en éénzelfde sterkte bezitten, kenmerken zich hier op nieuw door de gelijkmatigheid waarmede zij zich voortplanten. Nabij den Helder neemt daarentegen de voortplantings-snelheid der kenteringen plotseling sterk af. Hier ontmoeten zich dan ook twee stroomstelsels, waarvan het eene nagenoeg in de richting van den meridiaan, het andere in de richting van den parallel-cirkel loopt. (Gelijk uit de reeds in oogenschouw genomen kaarten op Plaat VII blijkt.)

Na aldus de voornaamste praktische resultaten van ons onderzoek te hebben medegedeeld, dient te worden stilgestaan bij hetgeen nadere beschouwingen van het snelheidsverloop omtrent den waren aard der waterbeweging leeren.

Hiertoe is de kennis der getijlijnen langs onze kusten noodig; waarbij van de aantekeningen aan de peilschalen mag worden uitgegaan, omdat het dieplood leert dat *binnen ons waarnemingsgebied* de getijlijnen in zee dezelfde zijn als onder den wal.

Fig. 1, plaat III, doet zien dat nabij Ostende het water regelmatig en aanzienlijk rijst en daalt; dat dit verschil noordwaarts afneemt; en dat de vorm der getijlijn daarenboven nabij den Hoek van Holland vrij plotseling verandert, zoodat het laagwater alhier uitermate lang duurt.

Tusschen den Hoek en den Helder keert zich de vorm der getijlijn geheel om, ofschoon het verschil tusschen hoog- en laagwater nagenoeg onveranderd blijft.

Terwijl het *laagwater* langer dan gewoonlijk aan den Hoek duurt, is ditzelfde met het *hoogwater* aan den Helder het geval, en men verkrijgt ongeveer een beeld der getijlijn op de eene plaats, door die op de andere om de A.P.lijn als horizontale as, om te slaan.

Ofschoon noordwaarts van den Helder het verschil tusschen hoog- en laagwater wederom aangroeit, blijft er een hoofdzakelijk verschil bestaan tusschen den vorm der getijlijn in het Zuiden en die in het Noorden: aangezien zuidwaarts van den Helder de rijzing korter duurt dan de daling, en noordwaarts van den Helder het tegengestelde plaats vindt. (Dezelfde getijlijnen welke in fig. 1, Plaat III, voorkomen, zijn vergroot en op elkander gelegd in fig. 1, 2 en 3, Plaat VI.)

Hoewel het A. P. niet op alle noordelijke eilanden is overgebracht, slaagden wij er toch in om de daar verrichte waterwaarnemingen aan dit merk vast te leggen.

Hiertoe maakten wij gebruik van eene eigenschap der zoogenaamd *staande* golfbeweging, welke langs de Nederlandsche kust van toepassing blijkt te zijn en den waren aard der getijlijnen in het licht stelt.

Hoe uiteenlopend namelijk de vormen der getijlijnen zijn, toch ligt overal de gemiddelde waterspiegel van de zee op ongeveer dezelfde hoogte, en vormt deze dus een nagenoeg waterpas vlak.

Figuren 1 en 2, Plaat V, doen zien dat de hoogte en de tijd van hoogwater en van laagwater zoowel aan halfmaandelijksche als aan halfdagelijksche schommelingen zijn onderworpen, en dat deze schommelingen aan de verschillende peilschalen nagenoeg even groot zijn.

Figuren 6 en 7 derzelfde plaat maken duidelijk in hoeverre de vorm der getijlijnen bij springtij een andere is dan bij doortij. Bij doortij vloeien de beide hoogwaters van den dubbelen vloedkop te Helder ineën; hetzelfde heeft met de beide laagwaters aan den Hoek van Holland plaats, zoodat alsdan de „aggr” welke hen scheidt, verdwijnt.

Thans kennen wij den stroomloop en de getijlijnen, of met andere woorden: de *horizontale* en de *verticale* waterbeweging langs onze kust. Derhalve dient nu het *verband* tusschen deze beide bewegingen te worden opgespoord, dat in tegenstelling met de gewone aanname, niet zeer innig kan wezen, omdat terwijl de *getijlijnen* van den Hoek tot den Helder eenen zeer uiteenloopenden vorm hebben, de *stroomen* langs diezelfde kuststrekking daarentegen éénvormig zijn en overal dezelfde sterkte bezitten. (1)

Reeds in de eerste helft dezer eeuw werd door WILLIAM WHEWELL aangenomen dat de getijlijnen langs onze kust hunnen grilligen vorm aan de interferentie van twee zogenoemde *staande golven* te wijten hebben; doch om deze onderstelling tot zekerheid te brengen, dienen deze *vloedgolven* gescheiden en elk afzonderlijk te worden aangetoond.

Deze scheiding is door ons tot stand gebracht.

Figuur 4, Plaat VI, geeft aan op welke wijze men zich de interferentie der vloedgolven, welke wij *noordtij* en *zuidtij* noemen, kan voorstellen.

Doch aangezien het rijzen en dalen van het water niet enkel een gevolg is van de beide *staande* golven, maar tevens van de voortplanting der *stroomen*, zoo zijn de getijlijnen in werkelijkheid de resultanten van het *noordtij*, het *zuidtij* en het *snelheidstij*. (Dezen laatsten naam geven wij aan de verticale waterbeweging, welke haren oorsprong in de genoemde voortplanting der stroomen vindt.)

In figuren 7 en 8, derzelfde plaat zijn deze drie composanten uit de getijlijnen te Katwijk en te Helder gescheiden.

Met deze drie elementen der verticale waterbeweging, gelijk zij uit de getijlijnen te Katwijk en Helder getrokken zijn, moeten nu als proef op onze analyse, de zeer in vorm verschillende getijlijnen op de overige kustplaatsen kunnen geconstrueerd worden.

Fig. 9 en volgenden der plaat, vertoonen deze reconstructie.

Door deze is dus bewezen dat de verticale waterbeweging langs onze kust, in hoofdzaak de resultante is van twee staande golfbewegingen, en dat de stroomen in ons waarnemingsgebied met de getijlijnen slechts eene verwijderde verwantschap bezitten.

Verder wordt duidelijk dat het Hoogwater en het Laagwater *toevallige* punten der resultante van noordtij, zuidtij en snelheidstij zijn, en dat ook de „aggr” slechts eene toevallige verschijning, derhalve niet gelijk meermalen ondersteld werd, de top van eene tweede vloedgolf is.

Het onderzoek van de stroomen leidt van zelf tot de vraag in hoeverre de afname onzer kusten aan hunne afschurende kracht te wijten is.

Hunne kracht ligt, daar zij betrekkelijk zwak zijn, in hun eindeloos wederkeeren.

Ons driejarig onderzoek levert dus niet de noodige gegevens ter behandeling van dit onderwerp, deze moeten aan strandmetingen en zee-lodingen gevraagd worden.

Fig. I, Plaat I, doet de verplaatsing van den duinvoet en der laagwaterlijn langs Noord- en Zuid-Holland in de latere jaren kennen.

Fig. 11, Plaat IX, is eene gedeeltelijke copie eener kaart van 1661, waaruit blijkt dat de diepte voor de kust slechts langzaam verandert.

Eene voorname rol bij de beweging van den duinvoet der hoogwater- en laagwaterlijnen speelt de wind, daarom zijn in fig. 2 en 4, Plaat I, zoowel de richtingen uit welke hij waait als de kracht, welke hij in die richtingen bezit, aangegeven.

(1) Onze metingen leeren tevens dat de stroomen, welke op 5 kilometer uit den wal worden waargenomen, niet in kracht of duur verschillen van die welke op 10 of 15 kilometer uit den wal worden gevonden. Echter valt de vloedstroom *zeer dicht onder den wal* (1½ kilometer) eenigen tijd eerder in, volgens eene gelijktijdige meting op 1½ en 5 kilometer uit de kust, nabij den Hoek van Holland.

Plaat II geeft afbeeldingen der stoomboot; die bij de waarnemingen gebezigd werd en der voornaamste instrumenten; alsmede voorbeelden van de wijze, op welke wij de waarnemingen in teekening brachten.

Fig. 1, 2 en 3, Plaat VIII, hebben betrekking op eenige stroommetingen, welke met twee schepen gelijktijdig verricht werden.

In de figuren 4, 5, 6 en 8 derzelfde Plaat is op aanschouwelijke wijze voorgesteld, welken weg een waterdeeltje in een half etmaal op verschillende waarnemings-stations aflegt.

Ten slotte is fig. 10, Plaat IX, aan het zoutgehalte gewijd.

Het spreekt van zelf dat de gang van ons Verslag niet geheel aan dien van het hierboven gegeven overzicht der uitkomsten gelijk is, zoodat de wijze op welke wij onze stof indeelden, nog in het kort moet aangeduid worden.

Waar het waarnemingsgebied zóó uitgebreid, het te onderzoeken element zóó wisselvallig, de hulpmiddelen, die de wetenschap aan de hand geeft, zóó weinige en onvolledige zijn, dienen de *wijze van waarneming* en die *waarnemingen zelve* meer uitvoerig te worden medegedeeld, opdat er geen plaats blijve voor wantrouwen in de waarde der resultaten van het onderzoek.

Derhalve bevat het I^{ste} hoofdstuk van het Verslag een overzicht der drie zeetochten, en het II^{de} hoofdstuk eene schets der wijze waarop wij de waarnemingen uitwerkten, rangschikten en tot verder onderzoek in tabellen overbrachten.

Het III^{de} hoofdstuk levert een overzicht van den algemeenen loop der stroomen langs onze kust.

Wat dit Hoofdstuk voor de *horizontale* waterbeweging geeft, verschaft het IV^{de} Hoofdstuk voor de *verticale* waterbeweging; terwijl daarin ten slotte het onderling verband der stroomen met de getijlijnen wordt opgespoord.

Het V^{de} Hoofdstuk veroorlooft ons den loop der stroomen meer in bijzonderheden na te gaan, bijzonderheden welke hier ter plaatse op de juiste waarde geschat kunnen worden, omdat men door de voorgaande Hoofdstukken met de algemeene wetten der waterbeweging vertrouwd is geraakt.

In het VI^{de} Hoofdstuk wordt de invloed van den wind op de stroomen nagegaan, en kortelings onderzocht hoe beiden de afname onzer stranden veroorzaken.

In het VII^{de} Hoofdstuk worden ten slotte eenige cijfers medegedeeld, welke op de temperatuur en het zoutgehalte betrekking hebben.

Deze bloote opsomming der Hoofdstukken is echter niet voldoende om den gang van het Verslag te leeren kennen. Hiertoe is meer noodig, en gelijk straks de *Platen* het overzicht leverden over de *uitkomsten* van het onderzoek, geve thans het doorbladeren van den hierachter volgenden *Inhoud van het Verslag*, een denkbeeld van het *onderzoek zelf*.

Aan den inhoud van het Verslag is eene beschrijving der Platen toegevoegd, welke op hare beurt gevolgd wordt door een overzicht der voornaamste geraadpleegde werken; terwijl eene *korte omschrijving van sommige meermalen in het Verslag gebezigde teekens en verkortingen*, tegenover den aanvang van het Verslag is geplaatst.

INHOUD VAN HET VERSLAG.

HOOFDSTUK I.

DOEL VAN HET ONDERZOEK. — OVERZICHT VAN HET WERK.

§ 1. Doel der waarnemingen	bladz. 1
§ 2. Plaatsen van waarneming.	» 1
§ 3-§ 4. Hulpmiddelen voor het onderzoek in 1880	» 1
§ 5. Campagne van 1880	» 4
§ 6. Hulpmiddelen voor het onderzoek in 1881 en 1882	» 4
§ 7. Regelen voor het onderzoek in 1881 en 1882	» 5
§ 8. Campagne van 1881	» 7
§ 9. Campagne van 1882	» 8

HOOFDSTUK II.

BEWERKING DER WAARNEMINGEN.

§ 1-§ 2. Herleiding der waarnemingen tot den tijd van Hoogwater aan den Hoek van Holland	» 9
§ 3. Rangschikking der getijden naar de maansgestalten	» 10
§ 4. Bedenkingen tegen de in § 1-§ 3 gevolgde handelwijzen	» 11
§ 5. Grafische voorstelling der waarnemingen	» 11
§ 6. Opsporing der cijfers voor de tabellen, Bijlage A.	» 12
Bepaling der tijdperken van maxima- en minima-snelheid.	
Bepaling der tijdstippen $\frac{1}{4}$ MSV, $\frac{1}{2}$ MSV, $\frac{3}{4}$ MSV, enz.	

HOOFDSTUK III.

ALGEMEENE UITKOMSTEN VAN HET ONDERZOEK.

§ 1. Verband tusschen snelheid en maans-ouderdom.	
<i>Snelheid bij springtij en bij doortij.</i>	» 13

a. Langs Zuid- en Noord-Holland. <i>Regel.</i>	
b. Bij Noord-Hinder.	
c. Op Terschellinger-bank.	
§ 2-§ 4. Loop der stroomen.	
2. <i>Stroomkaart.</i> Beschrijving	Bladz. 16
<i>Onderzoek naar het draaien der stroomen.</i>	
a. Die langs Zuid- en Noord-Holland zijn heen en weêr gaande.	
b. Die, langs de Zeeuwsche en Zuid-Hollandsche eilanden draaien tegen zon.	
c. Die ten noorden van den Helder draaien met zon.	
§ 3. <i>Stroomschommelingen</i>	» 19
Beschrijving van de kaart der grootste sectoren.	
Nadere beschouwing van den stroomloop op punt K.	
De stroom draait in de onmiddellijke nabijheid van den Hoek van Holland benoorden met, bezuiden tegen zon.	
De hoofdrichting der stroomen is dezelfde als die der dieptelijnen.	
4. <i>Stroom-aanwijzer (routier compteur volgens Keller).</i>	» 21
Bepaling van de richting en de sterkte van den stroom op een willekeurig uur en eene willekeurige plaats.	
§ 5-§ 9. <i>Vorm van het Snelheidsverloop.</i>	
5. <i>Slingerwijdte der tijdstippen $\frac{1}{4}$MS, enz.</i>	» 22
a. Op punt K.	
b. Op de andere punten langs den vasten wal.	
<i>Gemiddelde vorm van het Snelheidsverloop.</i>	
a. Op punt K.	
b. op de overige stations langs den vasten wal.	
Merkwaardige eigenschap van het opkomen van den vloedstroom.	
<i>Regel omtrent het snelheidsverloop van den Hoek van Holland tot den Helder.</i>	
§ 6. <i>Verhouding tusschen de maxima- en de gemiddelde snelheid.</i>	» 27
a. Langs den vasten wal.	
b. Aan boord der lichtschepen.	
<i>Gedeeltelijke teekening van het snelheidsverloop.</i>	
§ 7. <i>Zwaartepunten van eb-figuur en vloed-figuur</i>	» 30
§ 8. <i>Toepassing van de eigenschappen der zwaartepunten</i>	» 32
a. Het voltooiën der grafische voorstelling van het snelheidsverloop.	

b. Het bepalen der voortplanting van de kenteringen.

Bepaling der stroomsterkte op een willekeurig uur en eene willekeurige plaats tusschen den Hoek van Holland en den Helder met behulp der gegevens van deze paragraaf.

§ 9. *Over de woorden „eb” en „vloed”* Bladz. 33

Redenen waarom het verband tusschen de horizontale en de verticale waterbeweging dient te worden opgespoord.

HOOFDSTUK IV.

DE VERTICALE WATERBEWEGING.

§ 1-§ 2. Hoogwater en Laagwater langs onze kust.

§ 1. *Schommelingen in hoogte* » 34

Halfmaandelijksche schommeling.

Springtij en doottij.

Halfdagelijksche schommeling van het Hoogwater.

hoog-Hoogwater en laag-Hoogwater.

Schommelingen in de hoogte van het Laagwater.

§ 2. *Schommelingen in tijd* » 35

Halfmaandelijksche schommeling.

Vervroeging en verachtering der getijden.

Halfdagelijksche schommeling.

vroeg-Hoogwater en laat-Hoogwater.

De cirkelgang: vroeg- & hoog-Hoogwater, vroeg- & hoog-Laagwater, laat- & laag-Hoogwater, laat- & laag-Laagwater.

De in § 1-§ 2 behandelde schommelingen vinden hunne verklaring door:

§ 3-§ 5. De theorie van het ontstaan der getijden.

§ 3. De getijden worden ondersteld te ontstaan door de aantrekkingskracht van één hemellichaam met eene declinatie = 0 » 37

Alsdan bestaat er geen verschil tusschen de daggetijden en de nachtgetijden.

§ 4. De getijden worden ondersteld te ontstaan door de aantrekkingskracht van één hemellichaam met eene declinatie welke van 0 verschilt » 37

Alsdan ontstaan de schommelingen in de hoogte van het Hoogwater en den tijd van het Laagwater, en vormt zich de cirkelgang: hoog-Hoogwater, laat-Laagwater, laag-Hoogwater, vroeg-Laagwater.

§ 5. De getijden worden ondersteld te ontstaan door de aantrekkingskracht van twee hemellichamen met eene declinatie = 0. » 38

Alsdan ontstaat de *halfmaandelijksche* schommeling in tijd en in hoogte van Hoogwater en Laagwater.

Ten slotte wordt ondersteld dat de declinatie der hemellichamen *niet* = 0 is.

Alsdan ontstaan ook de *halfdagelijksche* schommelingen in den tijd van het Hoogwater en in de hoogte van het Laagwater

Niet slechts dienen de Hoogwater- en Laagwaterstanden langs onze kust onderzocht te worden, ook de *vorm* der getijlijnen moet worden nagegaan. Om deze te verklaren wordt aan de theorie van het ontstaan der getijden vastgeknoopt:

§ 6-§ 10. De theorie van de voortplanting der getijden.

§ 6. *Inleidende beschouwingen* Bladz. 39

§ 7. *Theorie van WILLIAM WHEWELL* » 40

De vloedgolven ontstaan op het zuidelijk halfrond omdat de watermassa's daar het grootst zijn.

Dientengevolge kan in het noordelijke halfrond het hoogste Hoogwater (springvloed) niet op den dag van volle of nieuwe maan aankomen.

Cotidal-lines chart, welke de wijze van voortplanting van het Hoogwater-tijdstip in de Noordzee, duidelijk maakt.

De getijlijnen in den zuidelijken inham der Noordzee ontstaan door de kruising van twee vloedgolven: *Noordtij* en *Zuidtij*.

§ 8. *Theorie van professor J. SCHMICK* » 42

Bedenkingen tegen de theorie van WHEWELL.

De getijden zijn de resultanten van een samenstel van direkte en min of meer gereflecteerde vloedgolven.

Het Hoogwater ontstaat derhalve door sommeerling, en het hoogste Hoogwater (springtij) verschijnt dientengevolge op den dag op welken deze som tot een maximum klimt. Deze dag kan derhalve zoowel op het noordelijk als op het zuidelijk halfrond, die van volle of nieuwe maan gewoonlijk *niet* wezen.

§ 9. *De vloedgolven in de Noordzee* » 43

§ 10. *De stroomen welke door de vloedgolven te weeg gebracht worden* » 43

Het Snelheidstij.

De getijlijnen kunnen echter niet in Noordtij, Zuidtij en Snelheidstij ontleed worden, zoolang men niet nauwkeurig kent de

§ 11-§ 14 Gemiddelde vorm der getijlijnen langs de Nederlandsche kust.

§ 11. De gegevens ter bepaling van den vorm der getijlijnen » 44

§ 12. Berekening der getijlijnen op de plaatsen waar zelfregistreerende peil- schalen aanwezig zijn	Bladz. 45
§ 13. Berekening der getijlijnen op de overige plaatsen waar het A.P. bekend is	> 46
§ 14. Berekening der getijlijnen op de plaatsen waar het A.P. niet bekend is. De gemiddelde hoogte van den waterspiegel is op alle plaatsen nagenoeg dezelfde.	> 46
§ 15. het Snelheidstij.	> 50
Berekening van het Snelheidstij.	
Algemeene vorm.	
Hoogte in meters.	
Vastlegging aan het merk van AP.	
Thans zijn de gegevens verzameld welke noodig zijn om te kunnen volvoeren:	
§ 16-§ 19. De analyse en reconstructie der getijlijnen.	
§ 16. Afzondering van het snelheidstij	> 52
§ 17. Scheiding van het Noordtij en het Zuidtij uit hetgeen van de oor- spronkelijke getijlijnen na afzondering van het Snelheidstij overblijft.	> 52
§ 18. De reconstructie der getijlijnen.	> 54
§ 19. Eindbeschouwing omtrent het verband tusschen de verticale en de hori- zontale waterbeweging	> 55
§ 20-§ 24. De verticale waterbeweging aan boord.	
§ 20. Voorbeeld van waarneming	> 56
§ 21. De waterbeweging op punt K	> 56
§ 22. De waterbeweging op punt R	> 59
§ 23. De waterbeweging op de stations van den Hoek van Holland tot den Helder Algemeene regel.	> 61
§ 24. De waterbeweging op de overige stations	> 62
De waarneming welke door kapitein HEWITT op 75 kilometer uit den wal verricht werd.	

HOOFDSTUK V.

BIJZONDERHEDEN VAN DEN STROOMLOOP. — GELIJK-
TIJDIGE WAARNEMINGEN.

§ 1-§ 4. Eigenschappen der stroomen.	
§ 1. Inleidende beschouwingen.	> 63

§ 2. <i>Verskil in richting en sterkte tusschen den stroom aan de oppervlakte en dien op diepte.</i>	
Onderzocht door waarnemingen op punt K.	Bladz. 63
§ 3. <i>Onderzoek naar het verschil in sterkte en duur van de stroomen der dag- en nachtgetijden.</i>	
Door middel van dag- en nachtwaarnemingen op punt K.	> 65
§ 4. <i>Onderzoek naar het verband tusschen de stroomsterkte en den maans- ouderdom.</i>	
Door middel van waarnemingen op punt P.	> 69
§ 5-§ 11. Gelijktijdige waarnemingen.	
§ 5. Op de punten K en P	> 72
§ 6. Op de punten K en q	> 75
§ 7. Op de punten K en L	> 76
§ 8. Op de punten K en H	> 77
§ 9. Op de punten K en n	> 80
§ 10. Op de punten K en m	> 80
§ 11. Algemeen resultaat	> 81
§ 12-§ 13. Bijzonderheden van den stroomloop.	
§ 12. Verschil tusschen de richting der stroomen aan de oppervlakte en die op diepte tijdens sommige waarnemingsdagen. Buitengewone draaing van den stroom op diepte, op punten welke in het gebied der recht heen en weergaande stroomen zijn gelegen.	> 81
§ 13. De stroom op de punten V en W.	> 81
§ 14. Het snelheidsverloop in de zegaten.	> 82
De drie hoofdgroepen:	
1°. Westerschelde, Oosterschelde en Gat van Brouwershaven.	
2°. Bokkegat en Hoek van Holland.	
3°. Gaten van Texel en Vlieland	

HOOFDSTUK VI.

INVLOED VAN DEN WIND. BELOOP VAN KUST EN BODEM.

§ 1-§ 3. Invloed van den wind op de stroomen.	
§ 1. Inleidende beschouwing	> 82
§ 2. Waarneming op punt K	> 83
Aanzienlijke vervroeging of verachtering van het intreden van den <i>ebstroom</i> door de werking van den wind.	
Stabiliteit der punten $\frac{1}{4}$ MSV, $\frac{1}{2}$ MSV en $\frac{3}{4}$ MSV, d.i. van het <i>opkomen van den vloedstroom</i> , niettegenstaande den hevigen wind.	

§ 3. *Waarnemingen in het Bokkegat.* Bladz. 84
 Verschil in de richting en de snelheid der stroomen aan de oppervlakte en op diepte, ten gevolge van den hevigen wind.

§ 4-§ 5. **Gemiddelde richting en kracht van den wind.**

§ 4. *Te Helder* » 86
 § 5. *Te Vlissingen* » 87
 Verschil in de richting van den wind op beide plaatsen.

§ 6-§ 10. **Invloed van wind en stroomen op het beloop van strand en zeebodem.**

§ 6. *Inleidende beschouwingen* » 87
 § 7. *Afname van het strand van 1859 tot 1881.* » 88
 § 8. *Afname van het strand in vorige eeuwen* » 90
 § 9. *Het tegenwoordig beloop der dieptelijnen langs de kust.* » 90
 § 10. *Het beloop van de dieptelijnen langs de kust in de 17^{de} eeuw* » 90
 De breë-veertien.

HOOFDSTUK VII.

TEMPERATUUR EN ZOUTGEHALTE.

§ 1-§ 3. **Temperatuur van het water der Noordzee.**

§ 1. *Inleidende beschouwing.* » 91
 § 2. *Kruistocht in 1872 der „Commission zur Untersuchung der Deutschen Meere“* » 92
 Het water is langs de oostelijke oevers der Noordzee warmer dan langs de Engelsche kust.
 § 3. *Vergelijking der temperatuur langs de kust van Noord- en Zuid-Holland met die welke aan het buitenste lichtschip der Weser werd waargenomen* » 93

§ 4-§ 6. **Specifiek-gewicht van het zeewater.**

§ 4. *Inleidende beschouwing.* » 95
 § 5. *Zoutgehalte op punt K.* » 100
 Merkwaardig bewijs der langzame vermenging van de dunne schicht zoet rivierwater met het zeewater.
 § 6. *Kaart van het zoutgehalte.* » 103
Waarnemingen omtrent het zoutgehalte der Noordzee door de in § 2 genoemde Commissie.

Aanhangsel. Bodemstroom-meter » 104

BESCHRIJVING der PLATEN, behoorende bij het Verslag over de Noordzeewaarnemingen.

PLAAT I.

Fig. 1. *Strandmetingen.* Hoofdst. VI, § 7, bladz. 88
 Bouwstoffen: Jaarlijksche registers van strandmeting.

» 2. *Windrozen* » VI, § 5, » 87
 Bouwstoffen: Waarnemings-tabellen aanwezig op het Meteorologisch Instituut te Utrecht.
 In deze windrozen wordt op de richting uit welke de wind waait, diens kracht voorgesteld.

» 3. *Dieptelijnen in zee.* » VI, § 9, » 90
en
Waarnemingspunten » I, § 1-§ 2. 1
 Bouwstoffen:
 Kaart der Noordzee in 2 bladen van J. S. HOBBS.
 Kaart der Noordzee door JAMES INRAY AND SON. London, 1874.
 Kaart van kapitein HOLZHAUER, 1878, bevattende de peilingen gedaan aan boord der kanonneerboot *Drache*.
 Hydrographische kaarten der Nederlandsche zeegaten van het Departement van Marine.
 Lichtenkaart van Nederland, 1881.

» 4. *Windroos te Helder* » VI, § 4, » 86
 Bouwstoffen: Jaarboekjes van het Meteorologisch Instituut te Utrecht.

PLAAT II.

Hulpmiddelen van meting.

Fig. 1.	Diepzee-thermometer	Hoofdst. I, § 6, bladz.	5
> 2 ^a .	Aanzicht van de stoomboot Werkendam VIII.	> I, § 8, >	7
> 2 ^b .	Plattegrond van het achterdek	> I, § 6 a, >	4
> 3 ^a .	Schepkoker, aanzicht	> I, § 4 c, >	3
> 3 ^b .	> doorsnede	> I, > >	>
> 4.	Anemometer (windsnelheid-meter).	> I, § 4 d, >	3
> 5 ^a .	Algemeene inrichting van den bodemstroom- meter	> I, § 9, >	8
> 5 ^b .	Bodemstroom-meter tijdens het neerlaten of op- halen	Aanhangsel § 3, >	105
> 5 ^c .	Bodemstroommeter in werking	> > >	105
> 6 ^a .	Horizontale doorsnede over staart en tel-inrich- ting van den bodemstroom-meter	> § 2, >	105
> 6 ^b .	Vertikale doorsnede over den staart	> > >	105
> 6 ^c .	> > > de tel-inrichting.	> § 4, >	106
> 6 ^d .	> > > den verticalen spilkoker	> > >	107
> 6 ^e .	> > > de vertikale spil	> > >	107
> 7.	Drijftoestel	Hoofdst. I, § 6 a, >	4

De groote bal is over de helft met zeildoek bekleed voorgesteld.

Voorbeelden van teekening der waarnemingen.

> 8.	Snelheid en richting van den stroom aan de oppervlakte, op 4 M. en op 10 M. diepte	> II, § 5, >	11
> 9.	Snelheid en richting van den gemiddelden stroom op 7 M. diepte	> II, § 5, >	12
> 10.	Loodingen aan boord	> I, § 4 b, >	3
		> IV, § 20, >	56
> 11.	Snelheid en richting van den stroom aan de oppervlakte en op 10 M. diepte. Deze voorstellingswijze dient om den stroomloop in fig. 8 duidelijk te maken, doch is verder niet door ons gebezigd. (Zie tevens fig. 6, Plaat VIII.)		

PLAAT III.

Fig. 1. *Gemiddelde verticale waterbeweging.* Hoofdst. IV, § 11, en volg: bladz. 44

Bouwstoffen:

- a. Bladen der zelfreg'streerende peilschalen te Ostende, Heyst, Hoek van Holland, Helder en Vlieland.
- b. Uurwaarnemingen des daags en des nachts te IJmuiden.
- c. Uurwaarnemingen des daags, van 4—9 Juli 1882, aan het Eijerlandsche gat, op Ameland en op Rottum.
- d. Uurwaarnemingen des daags, van 5 tot 20 October 1871, te West-Kappel, Burg, Oost-Repart en Petten.
- e. Registers van dagelijksche en jaarlijksche waterhoogten.
Vergelijk fig. 1, 2 en 3, van Plaat VI.

> 2. *Richting en snelheid der stroomen op de uren na Hoogwater aan den Hoek van Holland.* III, § 2, bladz. 16

Bouwstoffen:

- a. Onze waarnemingen.
- b. Waarnemingen op het Borkummerrif-lichtschip, medegedeeld in het jaarboekje „*Gezeitentafeln*, 1882.”

De tijd tusschen de opeenvolgende Hoogwaters aan den Hoek van Holland is in 12 gelijke deelen verdeeld, en vervolgens bepaald welke de gemiddelde snelheid en richting der stroomen op de verschillende waarnemingsplaatsen zijn, nadat $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{2}{12}$ $\frac{11}{12}$ van die tijdsruimte verstreken is. De uitkomsten van dit onderzoek zijn in deze kaart nedergelegd.

PLAAT IV.

Fig. 1. *Stroomkaart volgens de uren na Hoogwater aan den Hoek van Holland.* Hoofdst. III, § 4, bladz. 21

Op deze kaart is de voortplanting der maxima-snelheden van vloedstroom en ebstroom, de voortplanting der kenter-tijdperken, en die van het Hoogwater en het Laagwater aangegeven.

Fig. 2, 3 en 4. *Vorm van het snelheidsverloop. Snelheid van den stroom in meters per 1'.*

De romeinsche cijfers hebben betrekking op de uren na Hoogwater aan den Hoek van Holland; de snelheid van den stroom is de gemiddelde van die welke bij springtij en die welke bij doottij wordt gevonden.

Fig. 2. Snelheidsverloop bij het Terschellingerbank-lichtschip . . .	Hoofdst. III, § 6, en volg: bladz. 28	
» 3. » van den Hoek tot den Helder	» III, § 5, en volg: » 22	
» 4. » bij het Noord-Hinderlichtschip	» III, § 6, en volg: » 28	

Op welke wijze de figuren gebruikt kunnen worden, is in Hoofdstuk III, § 8, aangegeven.

» 5. <i>Richting der maxima-snelheden. Grenzen tusschen welke de stroomrichting bij verschillende sterkte schommelt. (grootste sectoren)</i>	» III, § 3, » 19
<i>Voortplanting der kenter-tijdstippen</i>	» III, § 8, » 32

De kenter-tijdstippen zijn uitgedrukt in uren na Hoogwater aan den Hoek van Holland. De Romeinsche cijfers naast de stippellijnen hebben betrekking op de kentering vanloed- naar ebrichting, V/E. De kentering van eb- naar vloedrichting, E/V, valt ongeveer 6 uur (in Hoogwater-tijd uitgedrukt) vroeger of later in dan de kentering V/E.

Op deze figuur is tevens het tijdstip van Hoogwater voor sommige kustplaatsen vermeld, waarbij eveneens het Hoogwater-tijdstip aan den Hoek van Holland tot beginpunt van tijdstelling dient. (Het havengetal van den Hoek is niet nauwkeurig bekend, doch wordt geacht 2 uur te wezen.)

PLAAT V.

Fig. 1 en 2. *Verticale waterbeweging langs de Nederlandsche kust.*

Fig. 1. Vervroeging en verachtering der tijdstippen van Hoogwater en Laagwater ten opzichte van den maansdoorgang	Hoofdst. IV, § 2, » 35
---	------------------------

Tot voorbeeld zijn hier de Hoogwater- en Laagwaterstanden aan de peilschalen aan den Hoek, te Katwijk, te IJmuiden en te Helder, gedurende een tijdperk van weinig wind, gegeven.

Fig. 2. Schommelingen in hoogte der Hoogwater- en Laagwaterstanden . . .	» IV, § 1, » 34
--	-----------------

Deze figuur vormt met fig. 1 dezer Plaat een geheel.

Fig. 3, 4, 5. *Verklaring van het verschil tusschen de daggetijden en de nachtgetijden* Hoofdst. IV, § 3, en volg: bladz. 37

» 6 en 7. <i>Getijlijnen bij springtij en bij doottij</i> . . .	» IV, § 2, » 35
---	-----------------

De voorbeelden zijn ontleend aan de bladen der zelf-registreerende peilschalen aan den Hoek, te Katwijk en te Helder, en aan de uurwaarnemingen te IJmuiden.

» 8. <i>Lijnen van gelijktijdig Hoogwater volgens W. WHEWELL</i>	» IV, § 7, » 41
--	-----------------

Copie op verkleinde schaal van een gedeelte eener kaart voorkomende in de *Philosophical Transactions of the London Society*, 1836.

PLAAT VI.

Fig. 1, 2 en 3. *Gemiddelde vorm der getijlijnen.*

Zie de verklaring van fig. 1, Plaat III.

Fig. 1 en 2.	» IV, § 12, 13, » 45
» 3.	» IV, § 14, » 46
» 4-8. <i>Analyse der verticale waterbeweging.</i>	
Fig. 4. Kruising van Noordtij en Zuidtij . .	» IV, § 17, » 52
» 5. Verklaring en berekening van het Snelheidstij	» IV, § 15, » 50
» 6. Scheiding van Noordtij en Zuidtij . .	» IV, § 17, » 52
» 7 en 8. Scheiding van Noordtij, Zuidtij en Snelheidstij	» IV, § 16, en volg: » 52
» 9-13. <i>Reconstructie der verticale waterbeweging.</i>	
Fig. 9, 10, 11, 12 en 13	» IV, § 18, » 54

PLAAT VII.

Voorstelling van den loop der stroomen op de uren na Hoogwater te Dover » III, § 2, bladz. 19

De tijd tusschen twee opeenvolgende Hoogwaters is in twaalf gelijke deelen verdeeld.

Bouwstoffen:

a. Zeven kaarten voorkomende in de *Philosophical Transactions* van 1851.

Op deze kaarten zijn de lijnen geteekend, welke den loop der stroomen in het zuidelijk gedeelte der Noordzee en in

het Kanaal weergeven. Deze zijn door ons op verkleinde schaal alhier overgenomen. ⁽¹⁾

- b. De pijltjes in het noordelijk gedeelte der Noordzee zijn ontleend aan de aanwijzingen van het jaarboekje: *Tide-Tables for the British and Irish Ports*, 1881.
- c. De stroomloop langs de Nederlandsche kust is uit onze waarnemingen opgemaakt.
- d. De havengetallen en verschillen tusschen Hoogwater en Laagwater op de dertiende of laatste kaart, zijn ontleend aan de onder b genoemde *Tide-Tables*.
- e. De dieptelijnen in de Noordzee zijn op verkleinde schaal van de kaart overgenomen, welke de *Commission zur Untersuchung der Deutschen Meere* aan haar 2^{de} jaarverslag toevoegde ⁽²⁾. De dieptelijnen in het Kanaal zijn getrokken uit de peilingen der officieele Fransche *Carte de la Manche*, 1865.

PLAAT VIII.

Fig. 1, 2 en 3. *Gelijktijdige waarnemingen.*

Fig. 1. Op de punten L en K	Hoofdst. V, § 7,	bladz. 76
» 2. » » » Q ⁽³⁾ » K	» V, § 6,	» 75
» 3. » » » P » K	» V, § 5,	» 72

Ter betere vergelijking der snelheden, zijn deze in het midden der figuur vlak onder elkander geplaatst. Dientengevolge is de grafische voorstelling der richtingen waarheen zich de stroomen begeven, voor het eene punt *boven*, voor het andere *beneden* de voorstelling der snelheden geteekend.

Fig. 4, 5, 6 en 8. <i>Weg welken de waterdeeltjes aan de oppervlakte en op 10 M. diepte, gedurende een volledig vloed- en volgend ebgetijde afleggen . .</i>	» VI, § 6,	» 88
--	------------	------

De romeinsche cijfers geven aan op welk punt der baan het waterdeeltje zich bevindt op de verschillende uren na Hoogwater aan den Hoek van Holland.

(1) In het jaarboekje *Gezeitentafeln* (1882) is de richting der stroomen in Noordzee en Kanaal (waartoe de gegevens uit de *Tide-Tables* getrokken zijn,) in een aantal kaarten neêrgelegd. Hierbij is eene andere dan Beechy's methode gevolgd. Eene vergelijking der Duitsche kaarten met die welke wij hier geven, is aan te bevelen.
 (2) Eene uitvoerige, gekleurde kaart der dieptelijnen in de Noordzee, komt voor in het XX^{ste} deel der *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*.
 (3) Op de teekening is verkeerdelijk Q in plaats van q gezet.

Fig. 7. *Maxima-snelheid der stroomen in de Noordzee en in het Kanaal. Voortplanting van het tijdstip van kentering in het Kanaal.* Hoofdst. III, § 5, bladz. 26

Bouwstoffen:

- a. De lijnen in het Kanaal zijn ontleend aan de *Carte des courants de la Manche* van den ingenieur hydrographe en chef GAUSSIN. Twee bladen, 1880.

Deze kaart vervangt die welke de ingenieur KELLER in zijne *Exposé du régime des Courants* geeft (1855) en verschilt dan ook zeer van deze oudere.

- b. De snelheden in de Noordzee zijn ontleend aan de aanwijzingen der *Tide-Tables*.
- c. Langs de Nederlandsche kust komen enkele cijfers voor, welke onze eigene waarnemingen verschaften.

N.B. Alle snelheden hebben betrekking op *springtij*.

PLAAT IX.

Fig. 1 en 2. *Afwijkingen van den gemiddelden toestand.*

Fig. 1. Verschil in richting tusschen den stroom aan de oppervlakte en dien op diepte, op sommige stations tijdens kalm weder	» V, § 12,	» 81
» 2. Buitengewone draaiing van den stroom op 10 M. diepte tijdens kalm weder	» V, § 12,	» 81

Fig. 3-9. <i>Vorm van het snelheidsverloop in de zeegeten</i>	» V, § 14,	» 82
---	------------	------

N.B. De schaal voor de snelheden is fictief.
 De romeinsche cijfers hebben betrekking op de uren na Hoogwater aan den Hoek van Holland.

» 10. <i>Kaart van het zoutgehalte (specifiek-gewicht)</i>	» VII, § 6,	» 104
--	-------------	-------

Bouwstoffen:

- a. Onze waarnemingen.
- b. Kruistocht der *Commission zur Untersuchung der Deutschen Meere* in 1872 (2^{de} Jaarverslag der Commissie).

c. *Etudes sur les courants de l'Escaut et de la Durme* door den Chef van den Belgischen hydrografischen dienst, de luitenant ter zee 1^{ste} klasse L. PETIT (*Annales des Travaux publics*, deel XL).

Fig. 11. Diepten in zee langs de Hollandsche kust in de 17^{de} eeuw. Hoofdstk VI, § 10, bladz. 90

Copie op $\frac{1}{3}$ van een gedeelte eener kaart voorkomende in de nieuwe en groote Lootsmans Zeespiegel van HENDRICK DONCKER, Amsterdam 1661.

Voornaamste geraadpleegde geschriften met opgave der boekerijen, in welke zij gevonden worden. (1)

HUGO LENTZ. *Von der Fluth und Ebbe des Meeres*, 1873. (Amst. Univ. Bibl.)

Dr. J. H. SCHMICK. *Das Flutphänomen und seine Zusammenhang mit den säkularen Schwankungen des Seespiegels*, 1874. (Meteor. Instit. te Utrecht.)

Prof dr. J. H. SCHMICK. *Die Gezeiten, ihre Folge und Gefolge Erscheinungen*, 1881.

WILLIAM WHEWELL. De veelvuldige studiën van dezen geleerde zijn opgenomen in de *Philosophical Transactions of the London Society* (o. a. aanwezig op de boekerij der Polytechnische School te Delft en de Acad. Bibl. te Utrecht). De voornaamste zijn:

Essay towards a first approximation to a map of cotidal lines. Phil. Trans. 1833.

On the empirical laws of the tides in the port of London with some reflections on the theory. Phil. Trans. 1834.

On the results of Tide-observations made in June 1834 at the coastguard stations in Great Britain and Ireland. Phil. Trans. 1835.

On the results of an extensive system of Tide-observations made on the coasts of Europe and America in June 1835. Phil. Trans. 1835.

On the diurnal inequality of the height of the tide, especially at Plymouth and at Singapore and the mean level of the sea. Phil. Trans. 1837.

On the progress of the diurnal inequality wave along the coast of Europe. Phil. Trans. 1837.

On the determination of the laws of tides from short series of observation. Phil. Trans. 1838.

On the laws of the rise and fall of the sea's surface during each tide. Phil. Trans. 1840.

On the result of continued tide-observations at several places on the British Coasts. Phil. Trans. 1850.

Zijne laatste studie over de getijden was getiteld: *On our ignorance of the tides*. Brit. Assoc. Rep. 1851.

SIR JOHN WILLIAM LUBBOCK. De meeste studiën van dezen geleerde zijn eveneens in de *Phil. Trans.* van 1831—1837 opgenomen. Zij zijn evenals die van WILLIAM WHEWELL, vermeld in de *Catalogue of scientific papers compiled and published by the Royal Society of London*, welke gelijk de *Phil. Trans.*, o. a. aanwezig is op de Universiteitsbibliotheek te Utrecht en op de boekerij der Polytechnische school te Delft.

(1) Indien geene plaats is opgegeven, is het boek privaat eigendom.

G. MOLL. *Over waarnemingen der getijden langs de Nederlandsche kusten* gedaan van 9 tot 28 Juni 1835. Nieuwe Verhandelingen der 1^{ste} klasse der Academie van Wetenschappen (o. a. aanwezig in de boekerij. Kon. Inst. v. Ing.)

Captain F. W. BEECHY. *Report of observations made upon the Tides in the Irish sea and upon the great similarity of Tidal Phenomena of the Irish and English Channels and the importance of extending the experiments round the Land's End and up the English Channel.* 1848. Phil. Trans. 1851. (Utr. Univ. en Polyt. school.)

Report of further observations upon the Tidal streams of the North sea and English Channel with remarks upon the Laws by which these streams appear to be governed. Phil. Trans. 1851. (Utr. Univ. en Polyt. school.)

F. A. E. KELLER. *Exposé du régime des courants observés depuis le XVI^e siècle jusqu'à nos jours dans la Manche et la Mer d'Allemagne (deuxième tirage, 1861).* (1)

J. B. REDMAN. *The English South Coast.* Inst. of Civ. Eng. deel XI.

The East coast of England between the Thames and the Wash Estuaries. Inst. of Civ. Eng. deel XXIII (beiden in de boekerij. Kon. Inst. v. Ing.)

Zie omtrent de Engelsche riviermonden en de uit een oogpunt van stroom- en golfbeweging belangrijke Chesil-bank: de *General Index of the minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, eveneens op de boekerij van het Kon. Inst. van Ing. aanwezig.

ANTOINE & ALPHONSE BELPAIRE. *De la plaine maritime depuis Boulogne jusqu'au Danemark*, 1855. (Boekerij. Kon. Inst. v. Ing.)

(1) In het werk van Keller „*Exposé des courants etc*”, wordt het aandeel vermeld dat de Nederlanders der 16^e eeuw in de wetenschap van den stroomloop dragen. Het oudste hem bekende werk is de „*Tresorerie de la route marinesque*” par Lucas WAGHENAER, *pilote de la ville d'Enchuyssen*, 1590.

Doch wijlen de heer FREDERIK MULLER heeft twee Hollandsche, zoogenaamde *leeskaarten* (zeebeschrijvingen) ontdekt van veel ouderen datum.

De eene getiteld *Snydsee-Kaerte*, is in 1540 door JAN JACOBSZON te Amsterdam gedrukt en behelst de noodige aanwijzingen ter bevaring der Zuiderzee en hare gaten.

De andere is getiteld „*Dit is die caerte van der zee om Oost en West te zeylen* en is van die beste pyloots en uit die aldbeste caerten gecorrigeert die men weet te vinden ende elke cust op 't zijn gheset”. Dit boekje is in 1541 gedrukt en bevat o. a. eene beschrijving van de Hoogwater-tijdstippen langs de kusten van Noorwegen en Gothland; langs die van Frankrijk, Portugal en Spanje, zuidelijk tot Cadix; en langs die van Engeland en Ierland. Deze boekjes zijn op de Amst. Univ. Bibl. aanwezig. Titels en inhoudsopgaven zijn door dr. BIERENS DE HAAN in de verslagen en mededeelingen der K. A. v. W. afdeling Natuurkunde, 2de reeks, 16^{de} deel mededeeld.

Zie verder omtrent de vele uitgaven van den *Spiegel der Seevaart* van Lucas JANSZ. WAGHENAER (de *Thesorerie* van welke KELLER spreekt, en welke een zeekaartenboek met beschrijving is): *Essai d'une bibliographie Neerlandico-Russe* van FR. MULLER 1859, pag. 127 (Amst. Univ. Bibl.). Van dezen Spiegel zag in 1585 eene tweede Hollandsche uitgave het licht, in 1586 eene Latijnsche, in 1588 eene Engelsche, in 1589 een Duitsche, in 1590 of 1591 eene Fransche. Verschillende exemplaren van deze en latere zeekaarten zijn op het Rijks-archief te 's-Gravenhage, enkele op de Amst. Univ. Bibl. aanwezig.

Behalve KELLER raadplege men omtrent den Nederlandschen arbeid uit vorige eeuwen, het deel der „*Geschichte der Wissenschaften in Deutschland*”, in hetwelk O. PASCHEL de „*Geschichte der Erdkunde*” behandelt (pag. 409-435 en andere) (Amst. Univ. Bibl.) alsmede de verschillende opstellen omtrent de literatuur der stuurmanskunst in PILAAR, Tijdschrift voor Zeewezen. (Amst. Univ. Bibl.)

Mr. L. Ph. C. VAN DEN BERGH. *Handboek der Middel-Nederlandsche Geographie.* (Amst. Univ. Bibl.)

JOH. MURRAY. *On the North Sea with remarks on some of its Friths and Estuaries* (met daarop volgende discussie). Inst. of Civ. Eng. deel XX, 1861. (Bibl. Kon. Inst. van Ing.)

FRANSCHÉ REGEERING. *Ports Maritimes de la France.* (Boekery. Polyt. school.)
Hierin vindt men getijlijnen der Fransche havens.

COMMISSION ZUR UNTERSUCHUNG DER DEUTSCHEN MEERRE. Deze in Kiel gevestigde Commissie is in 1871 opgericht en geeft alle jaren een verslag harer werkzaamheden. Dat over de door haar in 1872 verrichte Noordzeevaart komt voor in het 2^e *Jahresbericht*, 1874. (Boekery van de zoölogische afdeling der Leidsche Universiteit.)

Zij geeft maandelijks uit:

Ergebnisse der Beobachtungs-stationen an den Deutschen Küsten über den physikalischen Eigenschaften der Oostsee und Nordsee und die Fischerei, (de tabellen over de jaren 1880 en 1881 zijn in het archief der Noordzeewaarnemingen aanwezig.)

L. PETIT. *Rapports du Service Hydrographique Belge*, 1879-1880.

Deze bevatten in hoofdzaak waarnemingen omtrent den loop en de sterkte der stroomen op het lichtschip *Wielingen*.

Etude sur les Courants de l'Escaut et de la Durme. Annales des Travaux publics, 1882. (Bibl. Kon. Inst. v. Ing.)

Hierin komen o. a. bepalingen van het zoutgehalte voor.

J. S. HOBBS. *Sailing Directions for the navigation of the North Sea.* In het Nederlandsch bewerkt als „*Zeeman's Wegwijzer in de Noordzee*” door J. C. VEENING.

ANNUAIRE *des courants de marée de la Manche*, met belangrijk voorbericht over de stroomen.

TIDE-TABLES *for the British and Irish Ports*, een jaarboekje met vele belangrijke aanwijzingen omtrent den stroomloop.

GEZEINTAFELN, een jaarboekje met oorspronkelijke aanwijzingen omtrent den stroomloop langs de Duitsche kust, vele uit de Tide-Tables overgenomen gegevens omtrent den stroomloop in Noordzee en Kanaal, en verscheidene kaarten met de richting der stroomen aldaar.

BESCHRIJVING DER NEDERLANDSCHE ZEEGATEN. (Uitgaven van het Departement van Marine.)

(De laatste vier nummers dezer lijst zijn in het archief der Noordzeewaarnemingen aanwezig.)

Verklaring van meermalen in het Verslag gebezigde uitdrukkingen en teekens.

Hoogwater-tijdperk. Het tijdperk begrepen tusschen de tijdstippen op welke:

- a. het water nog 0,1 M. moet rijzen voordat de hoogste stand bereikt wordt;
- b. het water weder 0,1 M. beneden den hoogsten stand is gedaald.

Tijdperk van maxima-snelheid. Het tijdperk begrepen tusschen de tijdstippen op welke:

- a. de snelheid nog 6 M. per 1' geringer is dan de grootste snelheid;
- b. De snelheid weder 6 M. per 1' kleiner is dan de grootste snelheid.

Tijdperk van kentering of van minima-snelheid. Het tijdperk begrepen tusschen de tijdstippen op welke:

- a. de snelheid nog 6 M. per 1' grooter is dan de kleinste snelheid;
- b. de snelheid weder 6 M. per 1' boven de kleinste snelheid is gestegen.

Hoogwatertijd. (H.W.tijd). Hoogwateruren. Romeinsche cijfers. De tijd tusschen twee opeenvolgende oogenblikken van Hoogwater aan den Hoek van Holland is in twaalf gelijke deelen verdeeld en aan de deellijnen zijn de rangcijfers O, I, II, III, IV . . . IX, X, XI, toegekend.

Waar geene verwarring te vreezen was, zijn echter de in H.W. tijd uitgedrukte uren gewoonlijk met arabische cijfers geschreven, zoodat in de meeste tabellen 7^u5' in plaats van VII^u5' wordt gevonden.

3^u15', (3^u15'). De uren tusschen middag en middernacht zijn tusschen haakjes geplaatst.

1. **I.** *Rangnummers der getijden.* De getijden, welke van volle of nieuwe maan af tellen, zijn met vette cijfers aangeduid; die welke van kwartiermaan af tellen, hebben de gewone dikte. (Zie Hoofdstuk II § 3).

Op de teekeningen zijn de vette cijfers door onderstreepte vervangen.

Vloedstroom wordt de stroom genoemd, welke uit het Engelsch kanaal komende, zich noordwaarts voortbeweegt. (De Engelschen noemen dezen stroom ebstroom, daar hij met het Laagwater aan *hunne* kust samenvalt).

Ebstroom wordt de stroom genoemd, welke zich naar het Engelsch kanaal toe beweegt.

E/V. of E/v. Tijdstip der kentering van ebstroom naar vloedstroom.

$\frac{1}{4}$ MSV, $\frac{1}{2}$ MSV, $\frac{3}{4}$ MSV. Tijdstippen waarop de vloedstroom tot $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ der maxima-snelheid is gestegen

MSV. Tijdstip van maxima-snelheid.

MSV $\frac{3}{4}$, MSV $\frac{1}{2}$, MSV $\frac{1}{4}$. Tijdstippen waarop de vloedstroom tot $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ der maxima-snelheid is gedaald.

Indien de letter E de letter V vervangt, hebben de tijdstippen op den ebstroom betrekking.

V/E. of V/e. Tijdstip der kentering van vloedstroom naar ebstroom.

³⁰⁰/₂. *Windrichting en snelheid.* De teller der oneigenlijke breuk geeft aan uit welke richting de wind waaide (Rechtwijzend, R.W., in graden. Noord = 360°; Oost = 90°; Zuid = 180°; West = 270°), de noemer de snelheid van den wind in meters per seconde.

¹⁶/₁₅. *Aantal waarnemingen waaruit gemiddeld.* Wanneer niet alle reeksen eener tabel, uit welke gemiddeld is, een even groot aantal getallen bevatten, is in den vorm eener oneigenlijke breuk het *grootste* en het *kleinste* aantal geschreven.

× Dit teeken duidt gewoonlijk aan dat hetgeen gezocht werd, niet is voorgekomen, ofschoon de waarneming voldoende tijd werd voortgezet. Somwijlen beduidt het teeken dat de gedane waarnemingen niet in aanmerking zijn genomen. Zoo wordt bijv. de richting der stroomen ook bij zeer kleine stroomsnelheid gemeten, doch de bepaling is alsdan verre van nauwkeurig; weshalve in de tabellen van dit Verslag, in de kolommen welke de stroomrichting vermelden, het teeken × in plaats van het genoegzaam waardeloos cijfer is ingevuld.

VERBETERINGEN.

Bladz. 15	Tabel II.	Vierde kolom staat	25	lees:	28
» 15	» II.	Twaalfde »	23	»	33
» 15	» II.	» » »	6	»	16
» 24	» V.	Dertiende »	114	»	12'
» 29	» VII.	Zestiende » 4 ^e regel »	27	»	29
» 29	» VII.	Laatste » 7 ^e » »	5 ^u -3'	»	5 ^u -29'
» 28	» IX.	De opschriften der laatste twee kolommen moeten van plaats omwisselen.			
» 29	» XII.	Laatste kolom 5 ^e regel staat	19	lees:	13
» 48	» XV.	Eerste »	23 Sept. (4 ^u / ₄)	»	23 Sept. (4 ^u / ₄)
» 52	Regel 5 van boven	»	(V, + E) ₇	»	(VV,+ EE) ₇
» 66	Tabel XXIII.	Laatste kolom	66	»	46
» 77	» XXXIV	Opschrift laatste kolom	per 1'	»	per 1''
» 79	» XXXVII.	» » » »	»	»	»
» 96-100	» L, LI, LII.	» kol: van den wind »	»	»	»
» 103	Regel 14 van boven	»	V/E	»	E/v
Bijlage A	Waarnemingspunt F, I.	Tweede kolom »	10; 11	»	9; 10
» A	»	K, bladz. 28, Tiende kol. »	²⁸⁰ / ₂	»	²⁸⁰ / ₅
» A	»	M, II. Eerste kolom »	1881	»	1882.

De voorletter van den luitenant ter zee 1^e klasse, H. BERNELOT MOENS, is op sommige plaatsen verkeerd weergegeven.

NOORDZEEWAARNEMINGEN.

VERSLAG over de in de jaren 1880—1882 gedane waarnemingen omtrent den loop, de snelheid, enz. der stroomen in de Noordzee, langs de Nederlandsche kust.

HOOFDSTUK I.

Doel van het onderzoek. Overzicht van het werk.

§ 1. Den 1^{sten} Juli 1880 ontvingen wij de opdracht den loop en de snelheid der stroomen in de Noordzee, met hetgeen daarmede in verband staat, te onderzoeken.

Doel der waarnemingen.

De hiertoe noodige stroommetingen dienden — volgens de ons verstrekte inlichtingen — in de eerste plaats te geschieden op punten welke in drie lijnen, achtereenvolgens op 5, 10 en 15 kilometer uit den wal getrokken, gelegen waren. Deze lijnen strekten zich langs de geheele Nederlandsche Noordzeekust uit, terwijl de punten op eenzelfde lijn 30 kilometer uit elkander verwijderd waren.

Enkele stations op 30 kilometer uit den wal gelegen, werden aan deze waarnemingsplaatsen toegevoegd.

§ 2. Het afgehoopen onderzoek heeft zich dan ook in hoofdzaak bepaald tot het doen van waarnemingen op de aldus aangegeven punten (Plaat I, fig. 3.) Slechts enkele stations dichter onder de kust nabij den Hoek van Holland gelegen, voegden wij aan de opgegeven punten toe, terwijl daarentegen het hoogst ongunstige weder van 1882 ons dwong sommige plaatsen onbezocht te laten, welke in het vooraf vastgestelde programma waren opgenomen. Aan de andere zijde werd ons hierdoor de gelegenheid verschaft om in de zeegaten waar wij tijdelijk eene schuilplaats zochten, metingen te verrichten en verkregen wij aldus eenig overzicht van het verband tusschen de stroomen langs de kust en in de zeegaten.

Plaatsen van waarneming.

Van het najaar van 1881 af werden op ons verzoek waarnemingen op de lichtschepen *Terschellingerbank* en *Noord-Hinder* verricht. Zooveel mogelijk werd op deze schepen tweemaal 's weeks, gedurende den geheelen dag om het half uur, snelheid en richting van den stroom nabij de oppervlakte bepaald.

§ 3. De raderstoomboot *Werkendam VI* (1) van 40 P.K. nominaal, welke als sleeper in de riviermonden dienst deed, werd ter onzer beschikking gesteld. Aan de gewone bemanning van dit vaartuig (zeven koppen), werden twee personen toegevoegd opdat — daar de boot tijdens de waarnemingen geankerd lag — negen man bij de metingen behulpzaam zouden wezen.

Indienststelling van eene stoomboot.

(1) Op Plaat II, fig. 2 is de stoomboot *Werkendam VIII* voorgesteld, welke in 1881 en 1882 dienst deed en in afmetingen overeenkwam met de in 1880 gebezigde stoomboot.

Assistentie. Op ons verzoek werd ons daarenboven een civiel-ingenieur toegevoegd. De heer P. J. KARTEYN stond ons tot 1 Januari 1882 ter zijde, toen nam, daar hij een anderen werkkring verkreeg, de heer W. VAN REES zijne plaats in. Na eenige maanden werd deze echter wegens ziekte door den heer B. J. PAARDEKOOPER vervangen, die ons tot den afloop der werkzaamheden heeft bijgestaan.

Instrumenten. § 4. Opdat niet te veel tijd met voorloopige voorbereidselen zoude verloren gaan, dienden onze toestellen zoo eenvoudig mogelijk te zijn. Immers van het einde der maand September af is de zee voor onze waarnemingen als gesloten te beschouwen, zoodat ons in 1880 dus nog hoogstens drie maanden overbleven.

a. Drijftoestellen. Volgens onze opdracht dienden wij niet slechts den stroom aan de oppervlakte maar ook dien op diepte na te gaan. Buitenlandsche waarnemers hebben zich voornamelijk tot het meten van den oppervlakte-stroom bepaald; doch daar langs onze kust de snelheden betrekkelijk gering zijn, zoo is hier de oppervlakte-stroom te zeer aan den invloed van den wind onderworpen om steeds een voldoende denkbeeld van de waterbeweging in de diepte te geven. In plaats van kunststoggen te bezigen, (schroefbladen welke door de snelheid van den stroom omwentelen en aan een telwerk zijn verbonden), volgden wij de gewone logmethode, waarbij en snelheid en richting van den stroom kan worden nagegaan en welke bij kleinere stroomsterkte — gelijk die langs onze kust — zuiverder uitkomst geeft.

De stroom aan de oppervlakte werd bepaald met een tonnetje van 0.30 M. middellijn, dat voor $\frac{2}{3}$ was ondergedompeld en waaraan eene in meters verdeelde loglijn bevestigd was.

De stroom op diepte werd onderzocht door middel van eene ton van 0.60 M. diameter, welke met ballast bezwaard, door een zwaar touw op den vereischten afstand beneden den waterspiegel werd gehouden. Dit touw verbond de groote ton aan een tonnetje van 0.30 M. middellijn, dat voor $\frac{2}{3}$ beneden de oppervlakte dreef en waaraan eene in meters verdeelde loglijn bevestigd was.

Twee dergelijke drijftoestellen, waarvan het eene den stroom op 4 M. diepte, het andere dien op 10 M. diepte moest aangeven, werden steeds gelijktijdig met het straks genoemde tonnetje ter bepaling van de oppervlakte-snelheid, gebezigd.

Opdat de verschillende tonnen onder den vollen invloed van den stroom zouden zijn, werden zij niet in de onmiddellijke nabijheid van het schip vastgehouden, maar dreven zij op 10 of 20 M. achter den achtersteven. Aan deze 10 of 20 M. touw wordt de naam van „voorloop” gegeven.

Om het kwartier werden alle drie meettoestellen gelijktijdig gedurende ééne minuut uitgevierd, en aangezien de logtouwen van het punt af, waar de voorloop eindigde, in meters verdeeld waren, zoo werd onmiddellijk bekend hoeveel meters de tonnen gedurende deze minuut wegstroonden.

De richting, in welke zij waren weggedreven, werd nagegaan met het vloeistofkompas met vizierinrichting, dat op het achterdek der stoomboot was geplaatst. Bij dit kompas bevindt zich de naald met de daarop bevestigde cirkelvormige plaat in eene met alcohol gevulde doos. De weerstand der vloeistof verzwakt de schommelingen der naald en bespoedigt dus het aflezen der richting. Op den cirkelrand is eene graadverdeling aangebracht; niet volgens streken, maar in graden werden dan ook de richtingen bepaald. ⁽¹⁾

(1) In afwijking van het gewone zeemansgebruik, hebben wij ook steeds in onze tabellen de richtingen in graden uitgedrukt, waardoor het berekenen en teekenen vereenvoudigd wordt en de kans op fouten bij overschrijven of drukken zeer vermindert. Tabel L, bladz. 96 van dit Verslag, kan als voorbeeld dienen der tabellen waarop aan boord de waarnemingen werden ingevuld.

Gelijktijdig, om het kwartier, den geheelen dag door, geschieden de hierboven beschreven richting- en snelheidsbepalingen, waarbij het krimpen en rekken der loglijnen, de fouten van excentriciteit enz. natuurlijk behoorlijk in rekening werden gebracht.

Tegelijkertijd peilde men de waterdiepte met het lood. Daar het schip den geheelen dag niet van plaats veranderde, slechts onder den invloed van stroom en wind een kleinen cirkel om de korte ankerketting beschreef, mocht men wegens de uiterst flauwe glooing van den zeebodem aannemen dat voortdurend op hetzelfde waterpasse vlak gelood werd.

De peilingen geven ons dus een vrij getrouw beeld van de verticale waterbeweging, waarbij niet moet vergeten worden dat de stroomen over het algemeen zwak waren en de diepte niet aanzienlijk is. (Plaat I, fig. 3), zoodat de lijn weinig „uitstroomde”.

Onder aan het lood was in eene kleine holte vet gesmeerd. Aan dit vet kleefden eenige deeltjes van den zeebodem, waaruit diens geaardheid was op te maken.

Het water aan de oppervlakte, op eenige diepte, en aan den bodem, werd op temperatuur en zoutgehalte onderzocht. In het deksel van den schepkoker (Plaat II, fig. 3) waarmede het water wordt opg-haald, is eene kleine opening, welke wederom van een dekseltje is voorzien. Beiden blijven bij het neerlaten van den schepkoker door den waterdruk gesloten, doch op de verlangde diepte wordt het kleine dekseltje door middel van een touw opengerukt, waarna door langer rukken zich vervolgens het groote deksel opent.

Het kleine deksel is aangebracht omdat wanneer de koker tot aanzienlijke diepte is neergelaten, te veel kracht noodig is om het groote deksel in eens open te slaan.

Onmiddellijk nadat de schepkoker binnen boord is gehaald, wordt er de zeethermometer ingedompeld. De kwikbol van dit instrument ligt in een blikken bak, welke zich bij die indompeling met water vult en verhindert dat tijdens de aflezing, de temperatuur van den kwikbol door die van de lucht wordt gewijzigd.

Het geschepte water werd in flesschen gegoten en het zoutgehalte tusschen de overige waarnemingen in, bepaald.

De areometers en thermometers, welke bij dit onderzoek omtrent zoutgehalte en temperatuur gebezigd werden, waren gelijksoortig met die welke onze Marine gebruikt en op ons verzoek welwillend op het Meteorologisch Instituut te Utrecht beproefd.

Met den zak-anemometer van HERMANN (Plaat II, fig. 4) werd de windsnelheid waargenomen. Vier kleine wijkjes in den vorm van halve bollen draaien gedurende ééne minuut onder den invloed van den wind zeer snel rond. Het aantal omwentelingen wordt op een telrad afgelezen en daaruit, met behulp van eene bij het toestelletje behoorende tabel, de windsnelheid in meters per seconde bepaald. Hoewel de waarde dezer tabel niet absoluut goed schijnen te wezen, stelde het instrumentje ons in de gelegenheid de windsterkte op de verschillende dagen onderling te vergelijken.

Twee anemometers dienden elkaar tot contrôle, daar ons geene andere verificatiemiddelen ten dienste stonden.

Dat de toestand der zee, van lucht, wind en weder gedurende onze waarnemingen steeds werd opgeteekend, behoeft geen betoog. Ook de richting van de as van het schip werd om het kwartier bepaald en diende tot herleiding en contrôle der waargenomen stroomrichtingen.

De plaatsbepaling van het schip geschiedde door hoekmeting op bekende punten aan den wal. Een zoogenaamde „tijdmetr”, welke de heer dr. P. KAISER welwillend onderzocht had en die aanhoud geverifieerd werd, deed ons den Amsterdamschen tijd kennen.

b. Loodingen.

c. Temperatuur en zoutgehalte bepaling.

d. Bepaling der windsnelheid.

e. Overige waarnemingen.

Campagne van 1880.

§ 5. De eenvoudigheid onzer toestellen stelde ons in staat twee weken na het ontvangen der opdracht in zee te steken. De eerstvolgende dagen werden doorgebracht met het oefenen van het personeel enz.; op 27 Juli geschiedde de eerste waarneming.

Van deze datum af werden de metingen geregeld voortgezet en vertoefden wij dag en nacht op de gekozen stations totdat of een nieuw punt werd opgezocht, of het weder ons tot den terugtocht dwong.

Van 27 Juli tot 25 October — op welken dag wij de campagne eindigden — kwamen 40 werkbare dagen voor. De voorgenomen metingen op de punten omtrent den Hoek van Holland (waartoe ons onderzoek zich om verschillende redenen in het eerste jaar bepaalde) waren in dit tijdsverloop grootendeels ten einde gebracht.

Ervaring omtrent de drijfstoestellen in de campagne van 1880 opgedaan.

De ondervinding had ons niet slechts overtuigd dat onze eenvoudige werktuigen voldoende waren, maar tevens dat meer ingewikkelde toestellen bezwaarlijk nauwkeuriger uitkomsten zouden gegeven hebben. Hoe kunstiger daarenboven een samenstel is, hoe eerder wind en golfslag er nadeeligen invloed op uitoefenen, hoe kleiner het aantal dagen wordt waarop metingen kunnen geschieden — en het aantal werkbare dagen was uit den aard reeds zóó gering, dat niet zonder noodzaak hun cijfer verminderd mocht worden.

Eene vergelijking op de Nieuwe-Maas bij Charlois tusschen onze meettoestellen aan loglijnen en andere van gelijke grootte en samenstelling welke los dreven en wier snelheid door middel van uitgebakende raaien van den oever uit werd bepaald, had ons geleerd dat de fouten welke onze toestellen aankleefden, verwaarloosd mochten worden of elkander ophieven. Eene vergelijking met een Woltmann's molentje leidde tot dezelfde uitkomst.

Men vergete trouwens niet dat de omstandigheden onder welke onze eenvoudige toestellen gebezigd werden zeer gunstig waren. Want de stroomen langs onze kust zijn betrekkelijk zwak, het verschil in richting en snelheid tusschen den stroom aan de oppervlakte en dien op diepte is uiterst gering, terwijl daarenboven dergelijke verschillen alleen nabij de kenteringen en dan nog slechts op enkele punten worden aangetroffen. Onze praktijk heeft dan ook de bruikbaarheid der drijfstoestellen onder omstandigheden als de onze volkomen aangetoond, gelijk later bij het onderzoek der stroomingen omtrent den Hoek van Holland in het V^{de} Hoofdstuk duidelijk zal blijken.

Toestellen in 1881 en 1882.

§ 6. In den winter van 1880—1881 hadden wij den tijd eenige kleine wijzigingen aan te brengen. Zoo werden bijv. de tonnen door ballen vervangen.

a. Drijfstoestellen.

Een geraamte van 1,20 M. middellijn uit T-ijzer vervaardigd en met zeildoek overspannen diende tot drijfbal op diepte (Plaat II, fig. 7). Van onderen waren kleppen aangebracht, welke met eene stang geopend werden en tot loozing van het water bij het weder aan boord halen, dienden. Onder aan den bal was eene looden schijf, boven in den bal eene hoeveelheid kurk bevestigd, ten einde het schommelen (dat aanzienlijk zou zijn wanneer zwaartepunt en middelpunt samenvielen) tegen te gaan.

De drijfbal, die ongeveer 67 kilogram woog, was door een schalkmetting van 0.008 M. dikte aan den geslagen koperen oppervlakte-bal verbonden, welke 0.50 M. middellijn had en ongeveer 9 kilogram woog.

Gelijk men licht beseffen kan, was de stroomvang van dergelijke toestellen zeer groot en konden zij bij eenige stroomsnelheid niet anders dan met handlieren weder naar het schip worden teruggehaald.

Deze lieren zijn op den plattengrond van het dek van de stoomboot aangegeven (Plaat II, fig. 2^b), terwijl op het aanzicht (fig. 2^a) het eene drijfstoestel in het takel hangt,

gereed om te worden neergelaten, het andere op den gewonen afstand achter het schip drijft.

Ons oog was gevallen op de verslagen der in 1871 te Kiel gevestigde „*Commission zur Untersuchung der Deutschen Meere*” en wij besloten soortgelijke schepflesschen, thermometers en areometers te bezigen als deze voor de waarnemingsstations langs Oost- en Noordzee had voorgeschreven.

Eene flesch met lood bezwaard, verving onzen schepkoker. Aan de stevig in den hals gedraaide kurk wordt het touw bevestigd waaraan de flesch wordt neergelaten en opgehaald. Wanneer de flesch op de verlangde diepte is gekomen, wordt door een ruk aan het touw de kurk uit den hals getrokken en vult de flesch zich met water.

Ter bepaling van de warmte van het zeewater dient een thermometer, welks bol en steel in eene dikke laag eboniet zijn ingelaten. (Plaat II, fig. 1). Slechts eene smalle sleuf — uit veiligheid door eene koperen plaat met bajonetsluiting bedekt — is uitgespaard om de kwikhoogte te kunnen aflezen.

Deze thermometer wordt met lood bezwaard op de verlangde diepte neergelaten. Duurt het enige minuten vóórdat de temperatuur van het zeewater door de ebonietlaag heen tot het kwik is doorgedrongen, omgekeerd kan deze den eens verkregen warmtegraad niet spoedig verliezen, zoodat de aflezingen zeer betrouwbaar zijn.

§ 7. De waarnemingen van 1880 hadden ons geleerd welke eischen wij ons stellen mochten. De richting en kracht der stroomen zijn elken dag verschillend; deze schommelingen — want meer zijn het niet — in alle bijzonderheden na te gaan, bleek ondoenlijk. Het onderzoek zoude zich daartoe over veel te langen tijd moeten uitstrekken en daarenboven minstens twee geheel gelijk uitgeruste schepen vorderen.

Doch de hoogst aanzienlijke sommen voor dergelijke werkwijze benoodigd, zouden niet gerechtvaardigd zijn; eene zoo nauwkeurige kennis van den stroomloop is noch voor den zeeman, noch voor den ingenieur noodig.

Het dus aan anderen overlatende om waar zulks verlangd wordt, door partieele onderzoekingen onze waarnemingen aan te vullen, besloten wij in den regel op elke plaats niet langer te vertoeven dan noodig zoude zijn om drie volledige vloedgetijden en even zoovele ebgetijden te meten.

Echter moesten op dezen regel uitzonderingen voorkomen. Het is wel bekend dat bij volle en nieuwe maan (*springtij*) de vloedden hooger stijgen dan bij eerste of laatste kwartier (*doodtij*). Zelfs wordt op de meeste kustplaatsen aangenomen dat de vijfde vloed na den doorgang van volle of nieuwe maan de hoogste is.

Ook de stroomen zijn aan soortgelijke periodieke veranderingen onderworpen; doch volgens welke wet verandert hunne sterkte?

Op deze vraag moesten wij noodzakelijk op eene of andere wijze een antwoord vinden. Want het was ondoenlijk om op elke plaats van waarneming gedurende een geheel maansomloop te vertoeven; doch wisten wij in welke reden de stroomen langs onze kust door de maangestalten, of juister uitgedrukt, door de veranderingen in stand van zon en maan ten opzichte van de aarde en onderling, gewijzigd worden, dan hadden wij slechts de door ons gemeten stroomsterkten met zekere coëfficiënt te vermenigvuldigen om de stroomsterkte op elk anderen dag te kennen. Door op deze wijze alle gemeten stroomsterkten in ons waarnemingsgebied tot één enkelen dag, bijv. tot dien van volle maan te herleiden, zouden wij een harmonisch overzicht bekomen.

Het denkbeeld van dergelijke coëfficiënten te bezigen is niet nieuw. In de „*Annuaire des*

b. Toestellen tot het bepalen van zoutgehalte en temperatuur in 1881 en 1882.

Regelen voor het onderzoek in 1881 en 1882.

a. Algemeene regel omtrent den tijd, welke op elke plaats zoude vertoefd worden.

b. Onderzoek naar het verband tusschen stroomsnelheden en maansgestalte.

"*courants de la Manche*" worden zij gebruikt ter voorspelling van de stroomsterkte in het Engelsch kanaal op de verschillende dagen van het jaar. Doch deze zijn niet praefondervindelijk bepaald, maar in de onderstelling opgemaakt, dat de maxima-snelheid der stroomen evenredig is aan het uit den stand der hemellichamen berekende gelijktijlig verschil tusschen Hoog- en Laagwater. Doch de juistheid dezer onderstelling wordt door de berekenaars van het Fransche jaarboekje zelven in twijfel getrokken, en zij passen haar dan ook alleen bij gebrek aan beter toe.

De metingen in 1880 hadden ons doen zien dat die fransche coëfficiënten in elk geval niet pasten op de stroomsterkten langs onze kust. De coëfficiënt bijv. van den namiddagvloed op 2 Augustus 1880 bedraagt 40, die van den namiddagvloed op den 21^{sten} van die maand 102, zoodat de stroom op laatstgenoemden dag volgens deze getallen twee en een half maal sterker moest geweest zijn dan op eerstgenoemden. Dergelijk aanzienlijk verschil werd echter in ons waarnemings-gebied geenszins gevonden, integendeel gelukte het ons ter nauwernood om langs onze kust eenig verschil in sterkte tusschen den stroom bij springtij en dien bij doortij op te merken; gelijk dan ook in onze havens de verschillen tusschen Hoog- en Laagwater bij springtij en bij doortij zooveel kleiner zijn dan in de havens, welke aan het Engelsch kanaal zijn gelegen.

Zelf moesten wij dus een onderzoek omtrent het verband tusschen stroomsterkte en maangestalte instellen, weshalve wij besloten op eenig punt, alwaar zoo min mogelijk sturende invloeden van allerlei aard te verwachten waren, langeren tijd door te brengen. Punt P nabij IJmuiden op 10 kilometer uit den wal gelegen, werd voor dit doel geschikt geacht.

c. *Onderzoek naar het verband tusschen het verschil in tijd en hoogte der dag- en nachtgetijden en het verschil in stroomduur of sterkte.* Nog een andere vraag kon niet anders dan door het langdurig vertoeven op ééne plaats, beantwoord worden. Langs onze kust wordt een verschijnsel waargenomen, dat ook elders niet onbekend is, maar vooral ten onzent de aandacht trekt omdat het verschil tusschen Hoogwater en Laagwater, van den Hoek van Holland tot aan den Helder zóó gering is, dat kleine schommelingen in die waarden dadelijk in het oog vallen. Zoo bereikte het Hoogwater aan den Hoek van Holland op 18 Augustus 1880 en volgende dagen, achtereenvolgens de hoogte van 1.16; 0.96; 1.24; 1.02; 1.35 M. + A.P. en viel het Laagwater volgende op elk Hoogwater, tot 0.45; 0.61; 0.49; 0.70; 0.36 M. ÷ A.P. (Plaat V, fig. 2, van welke de verdere verklaring later wordt gegeven).

Doch niet alleen in de *hoogte*, ook in den *tijd* van Hoog- of Laagwater is soortgelijke schommeling te bespeuren. Zoo werden bijv. de hierboven genoemde Hoogwaters achtereenvolgens 2^u27'; 2^u46'; 2^u25'; 2^u31'; 2^u15' na maansdoorgang waargenomen.

Het tijdstip van Laagwater schommelt in tegengestelden zin van het Hoogwater-tijdstip. (Plaat V, fig. 1).

Deze verschillen in *tijd* en *hoogte* tusschen de achtereenvolgende getijden zijn dus hoogst merkwaardig, en het was derhalve van belang om na te gaan in hoeverre zij bij de *horizontale* waterbeweging — de stroomen — weerklink vinden. Wij besloten hiertoe eene reeks van achtereenvolgende getijden te meten, hetgeen niet zonder bezwaar was, want daar ons personeel te gering was om het in ploegen te kunnen verdeelen, moest de werktijd zich gedurende verscheidene dagen over 18 achtereenvolgende uren uitstrekken, ten einde *alle* vloedgetijden benevens zoovele ebgetijden als mogelijk was, waar te nemen.

d. *Onderzoek naar het verband tusschen stroomduur en sterkte met den afstand uit de kust.* Een ander, niet minder gewichtig onderzoek kon door buitengewone omstandigheden met het bovenstaande samengaan. De waarnemingen in 1880 hadden ons geleerd dat de voortplantings-snelheid der *tijdstippen van kentering* langs de kust, verbazend groot is. Plant zich — om een voorbeeld te geven — het Hoogwater-tijdstip van den Hoek van Holland naar IJmuiden in ongeveer één uur tijds voort, het tijdstip van stroomkentering legt dienzelfden afstand

in omtrent den halven tijd af. (Plaat IV, fig. 5, van welke de uitlegging later volgt.) Hieruit volgt dat wanneer men over niet meer dan één schip kan beschikken, het bepalen der snelheid waarmede de stroom zich tusschen dicht bij elkander gelegen stations voortplant, eene hoogst moeilijke taak is, en slechts langs groote omwegen is het ons dan ook gelukt deze voortplanting met voldoende nauwkeurigheid te berekenen.

Maar onze gewone middelen schoten volkomen te kort waar het betref na te gaan in hoeverre de stroomen welke verter uit den wal gelegen zijn, verschillen van die welke zich meer nabij de kust bevinden, en de waarnemingen van 1880 hadden ons hieromtrent alleen geleerd dat de verschillen in tijd en sterkte te gering zijn om anders dan door gelijktijdige metingen te worden bepaald.

Dank zij echter de welwillendheid van den ingenieur belast met de werken ter verbetering van den Rotterdamschen Waterweg, W. F. LEEMANS, die ons ook in zoovele andere opzichten bijstond, zouden wij in den zomer van 1881 gedurende eenige dagen over de bij die werken behoorende stoomboot *Cruquius* mogen beschikken, en aldus bij machte zijn om eenige gelijktijdige waarnemingen te verrichten. Terwijl alsdan ons eigen vaartuig voortdurend op één punt geankerd bleef (punt K, fig. 3, Plaat I), zoude de *Cruquius* dichter bij of verder af gelegen punten kunnen opzoeken (de punten *m*, *n*, *q*, H en L), en op deze wijze het onderzoek naar het verschil in stroomduur of sterkte der dag- en nachtgetijden samengaan met het onderzoek naar het onderling verschil der op grooteren en kleineren afstand uit de kust gelegen stroomen.

Nog eene andere gelijktijdige waarneming kwam ons zeer gewenscht voor. Gelijk straks werd aangestipt, zoude het onderzoek omtrent het verschil der stroomen bij springtij en bij doortij, nabij IJmuiden op punt P plaats hebben, terwijl uit het hierboven medegedeelde blijkt, dat op punt K nabij den Hoek, eveneens een groot aantal waarnemingen zouden verricht worden. Eene gelijktijdige meting op beide punten kon ons dus leeren in hoeverre met één schip een voldoende overzicht van den geheelen stroomloop langs onze kust te verkrijgen is en tevens tot contrôle op onze berekeningen dienen. Ook hierin was de heer LEEMANS ons ter wille.

§ 8. Den 2^{den} Mei staken wij in zee, doch nu op de *Werkendam VIII*, welke in den winter de vereischte gedaantewisseling had ondergaan. In de eerste drie weken ondervonden wij volslagen ongunstig weder, doch twee goede maanden volgden, welke ons in staat stelden de hierboven medegedeelde plannen geheel te verwezenlijken.

Was ons echter het verband tusschen stroomsterkte en maangestalte duidelijk geworden? Verre van daar en wij moesten dus trachten langs anderen weg zekerheid te verkrijgen.

Ten einde onze andere onderzoekingen niet tot stilstand te doemen, werd hierbij de hulp van het Ministerie van Marine ingeroepen. Op de lichtschepen van Noord-Hinder en Ter-schellingerbank werden dientengevolge — zooveel mogelijk — tweemaal 's weeks de stroomen op 4 meter diepte waargenomen.

Vóórdat echter de noodige toestellen gereed waren, welke geheel gelijk moesten zijn aan die welke wij zelf bezigden, vóórdat de noodige inlichtingen gegeven waren omtrent hunne behandeling, was onze campagne ten einde geloopt.

Derhalve kon evenmin gevolg worden gegeven aan ons voornemen om deze waarnemingen (welke twee malen 's weeks samenvielen met die welke op de *Werkendam* werden verricht) als standaarden te bezigen. Wij hadden namelijk gehoopt uit de lange reeks waarnemingen aan boord dezer lichtschepen den *gemiddelden* toestand op deze twee ver van elkander gelegene plaatsen zóó nauwkeurig te leeren kennen, dat uit de afwijking der metingen op zekeren dag van die gemiddelden, afgeleid zoude mogen worden in hoeverre de stroom, welke op

Campagne van 1881.

Waarnemingen aan boord der lichtschepen.