

DI 4550

Studiedienst Rijkswaterstaat

Amelander gat

Nota

Hoorn

September 1943

I N H O U D.

Inleiding	blz.	1
Deel I. Geografische veranderingen.		
Hoofdstuk I. Historisch overzicht van het Amelander Gat tot omstreeks het jaar 1800	"	4
Hoofdstuk II. Overzicht der wijzigingen in den toestand van het Amelander Gat na 1800	"	25 17
a. Beschouwingen over de hydrografische opnemingen	"	25 18
b. Beschouwingen over de doorloodingen	"	45 32
c. Beschouwingen over de strandmetingen	"	54 37
d. De kustlijnen van de Boschplaat en Ameland	"	68 45
e. Nabeschouwing	"	82 56
Deel II. Waarnemingen.		
Hoofdstuk III. Het verticale getij	"	91 63
Hoofdstuk IV. Stroommetingen	"	98
Hoofdstuk V. Materiaaltransporten	"	134
Hoofdstuk VI. Bodemonderzoek	"	168
Eindbeschouwing	"	173
Lijst van bijlagen	"	180

INLEIDING.

=====

In verband met de sterke aantasting van de Zuid-Westkust van Ameland werd in 1935 door den Directeur-Generaal aan den Studiedienst verzocht om het Amelander Gat (zie kaart op bijlage I) te betrekken in het onderzoek, dat naar de kusten en Zeegaten wordt ingesteld.

Uit het desbetreffend voorstel van den Hoofdingenieur-Directeur in de directie Groningen, Friesland en Drente, om dit onderzoek aan den Studiedienst op te dragen en waarbij tegelijk over deze afname wordt gerapporteerd, blijkt dat het wenschelijk werd geoordeeld om eens na te gaan, waaraan de belangrijke wijzigingen der laatste jaren in den toestand van het Amelander Gat, gepaard gaande met de afname van de Z.W.kust van Ameland, moeten worden toegeschreven.

Met deze belangrijke wijzigingen werd blijkbaar bedoeld het omstreeks 1929 ontstaan van het Boschgat ten oosten van Terschelling, waardoor het Zeegat twee uitmondingen verkreeg, waarbij de Koffieboonplaat tusschen de beide hoofdgeulen in den hals van het zeegat kwam te liggen.

Verder werd in bovengenoemd voorstel opgemerkt, dat in het zeegat tusschen Terschelling en Ameland al eens meer groote veranderingen zijn voorgekomen, welke nadeelige gevolgen voor de kust meebrachten. Bovendien werd er daarbij de aandacht op gevestigd, dat de aantasting van den Z.W.oever geenszins een verschijnsel is, dat eerst kort vóór 1935 zou zijn ontstaan.

Tenslotte werd de meening uitgesproken, dat de toestand (in 1935) geen reden tot bezorgdheid geeft, omdat het duingebied van de Z.W.kust een groote breedte heeft en het tevens in het Amelander Gat meer is voorgekomen, dat ongunstige omstandigheden zich na eenige jaren weder ten goede keerden.

Het bovenstaande was aanleiding om het onderzoek niet te beperken tot de onmiddellijk aan de geconstateerde wijzigingen voorafgaande periode, doch dit ook te doen uitstrekken naar den toestand van het Amelander Gat in vroegere jaren, temeer het ook voor de algemeene studie van onze kusten en zeegaten van belang is om alle gedragingen van het Amelander Gat in den loop der eeuwen te kennen.

Dientengevolge wordt in het rapport een overzicht gegeven van de in het zeegat voorgekomen veranderingen ongeveer vanaf het tijdstip, dat ter plaatse van het tegenwoordige Amelander Gat de Middellzee nog hare verbinding met de Noordzee had.

Voor bedoeld overzicht kon voor de situaties, welke zich in het begin van onze jaartelling en de latere Middeleeuwen voordeden, worden ontleend aan door anderen verzamelde gegevens en de oude beschrijvingen en zeekaarten, welke ten behoeve van onze scheepvaart werden uitgegeven.

Voor de jaren na 1800 kon worden beschikt over de voor het zee-gat gemaakte hydrografische opnamen, welke vanaf het begin van de 19e eeuw voor onze marine werden uitgevoerd. Ook de door den Rijkswaterstaat verrichte waarnemingen voor de kusten van het zee-gat bleken van veel belang te zijn.

Bij den aanvang van het onderzoek werd het bovendien wenschelijk geoordeeld om de veranderingen van de nabij het zee-gat gelegen kustlijnen en onderwaterbeloopen van Terschelling en Ameland nauwkeuriger na te gaan.

Verder werden voor het onderzoek stroom- en zandtransportmetingen, voornamelijk in de jaren 1937, 1938 en 1939, verricht. In laatstgenoemd jaar moesten in begin September, als gevolg van het intreden van den oorlogstoestand, deze metingen worden gestaakt.

Hoewel bij het samenstellen van het rapport wel bleek, dat aanvullende metingen voor een beter inzicht wenschelijk waren, kon daaraan bij de huidige omstandigheden geen uitvoering worden gegeven.

Aangezien de afname van de Zuid-Westkust van Ameland nog steeds blijft voortgaan en de toestand ter plaatse in vergelijking met dien van 1935 belangrijk slechter is geworden, zoodat de betrokken Waterstaatsdienst zich thans wil beraden over de eventueel te treffen maatregelen, werd met het samenstellen van het rapport niet gewacht tot het uitvoeren van de aanvullende metingen weder mogelijk zou zijn.

Aan de hand van de verzamelde gegevens is dan ook getracht om de gestelde vraag toch zoo goed mogelijk te beantwoorden. Het zal evenwel toch wenschelijk blijven om na den oorlog nog eenige aanvullende metingen te doen, om zodoende een beter inzicht te verkrijgen in de factoren, die tot de veranderingen hebben bijgedragen.

Met betrekking tot het onderzoek wordt hierbij nog vermeld, dat het verzamelen van de historische gegevens van de jaren vóór 1800 door Mej.Dr.A.Vlam is geschied.

De metingen werden in hoofdzaak onder leiding van Ir. K.E.Pomes verricht, terwijl de hierbij verkregen uitkomsten door Ir. J.A.Meter zijn bewerkt.

E E R S T E D E E L .

Geografische veranderingen.

Hoofdstuk I. Historisch overzicht van het Amelander
Gat tot omstreeks het jaar 1800.

Hoewel het Amelander Gat pas in de zestiende eeuw voor het eerst met name wordt genoemd, zijn er toch gegevens die er op wijzen, dat dit zeegat veel ouder moet zijn en waarschijnlijk reeds in den Romeinschen tijd bestond. Plinius vermeldt, dat er tusschen de monden van den Rijn en Jutland 23 eilanden waren gelegen¹⁾, tot welk aantal men thans ook nog ongeveer komt.²⁾ Uit deze mededeeling volgt dat ook de tusschenliggende zeegaten dus toen reeds bestonden. Men heeft de z.g. barnsteeneilanden der oudheid hier wel willen zoeken, doch deze opvatting vindt den laatsten tijd weinig aanhangers meer, voornamelijk omdat het barnsteen op de Westfriesche eilanden niet voorkomt. Hoogstens kan men eenig gewicht hechten aan de meening van Schoo, dat het barnsteen hier misschien verhandels werd.³⁾ Het eiland Austeravia of Glaesaria is dan te identificeren met Oostergoo of Ameland.

Een andere aanwijzing voor het reeds zeer vroeg bestaan van een opening in de duinkust mag men zoeken in de aanwezigheid van de Middellzee. Naar men thans algemeen aanneemt, besloeg deze zeeboezem reeds omstreeks het begin van onze jaartelling een groot gedeelte van midden Friesland en stond zij in het noorden met de Noordzee in verbinding door een zeearm ter plaatse van het huidige Amelander Gat.⁴⁾

Een groot gedeelte van dien zeearm scheidde eenmaal de Friesche gouwen Oostergoo en Westergoo vaneen en wel - volgens Beekman⁵⁾ "dat gedeelte dat ongeveer van Rauwerd zich noordwaarts uitstreckte en als het zeer verwijde benedendeel van de rivier de Boorne kan beschouwd worden, dat oudtijds onder den naam van Bordine, Burdine of Bordens en waarschijnlijk reeds in de 6e eeuw onder dien van Bordaa voorkomt en als grens tusschen genoemde gouwen wordt opgegeven". Hieraan zullen dan ook het Borndiep en Bornrif hun naam hebben ontleend.

Op de plaats waar de Dokkumer Ee eertijds in dien zeeboezem uitmondde, werden al vroeg eenige terpen opgeworpen, waarop later de zoo belangrijke stad Leeuwarden ontstond. Deze plaats lag dus aan

-open-

1) Plinius: Naturalis Historia IV 97.
2) Zie dr. ir. Joh. v. Veen: Onderzoekingen in de Hoofden, Den Haag 1936, blz. 149.
3) Dr. J. Schoo: Het barnsteeneiland Austeravia en de barnsteenrivier Eridamus. t.k.n.a.g. 1933 blz. 12 vlg.
4) Zie het kaartje in H. Hettema: De Nederlandsche wateren en plaatsen in den romeinschen tijd. 's-Gravenhage 1938.
5) Dr. A. A. Beekman: De voormalige zeeboezems in Friesland ten westen en ten oosten van de Lauwers. Tekst bij kaart 8 van de Geschiedkundige Atlas van Nederland. 's-Grav., 1918, blz. 16 vlg.

open water, doch was omstreeks 1300 reeds grootendeels verland¹⁾.

Omtrent de juiste begrenzing van de Middellzee in de eerste eeuwen na het begin van onze jaartelling loopen de meeningen nog al uiteen.

Bijlage 2 geeft reconstructie volgens Ramaer in het begin van onze jaartelling. Ze zou zich toen tot voorbij Bolsward hebben uitgestrekt. Ook Beekman geeft ongeveer dezelfde begrenzing.

Door verlanding is het verst van het Zeegat gelegen gedeelte op den duur zoo hoog gekomen, dat men het in den loop der eeuwen heeft kunnen bedijken. Omstreeks de 13e eeuw zou de Middellzee zich volgens Beekman dan ook niet verder hebben uitgestrekt dan tot een punt ten oosten van Bolsward.

Omtrent de volgorde van deze verschillende bedijkingen wordt in een kort artikel in het blad "De Fries om Utens" een aardige samenvatting gegeven, welke daarom hieronder in zijn geheel wordt overgenomen.

"Dy hat pleats hawn in trye greate dielen, elts wer fordielid yn lytse polderkes, dy't wy hjir bûten beskôging litte kinne; fen 'e Himmen is al it ien en oar meidielid.

"De earste greate ynpoldering omfettet de "kûm" fen 'e Middelse fen 'e Hemdyk of oan 'e Krinzerearm ta. (800-1200).

"De twade, de hals, de eigenlike Krinzerearm (1200-1400).

"De tredde, it Boarndjip ef it Bilt (1400-1750).

"It súdlikste diel fen 'e "kûm" wier yn 'e 10e ieu al biwenne en alhowol dy polderdiken en dykjes faek bilies jaen moasten for wetter en stoarm, binnen hja yn 'e 11e ieu wer oanlein en forsterk. It doarpke Gau bestie do al. Ek it doarp Nylân, whent wy lêze det it plak yn 1250 al sa great wier, det der on tjerke komme moast. Troch de slappe ûndergroun kaem de toer al gau skeef te stean. Yn 1867 hat men him rjucht oerein set.

"Om 't jier 1300 hinne is der in dyk oanlein fen Skearnegoutum nei Greatewjirrum, det is nou 'n strjitwei. Mar de eigenlike ôfsluting fen 'e kûm wier de dyk fen Brêgebûrren nei de ryksstrjitwei de Krinzerearm, oer it smelste diel fen 'e Middelsé Brêgebûrren sjucht der, als men der fen it easten op aonkomt, krekt út as in sédoarpke as Durgerdam.

- "De-

1) W. Bekhoff: Geschiedkundige beschrijving van Leeuwarden. Leeuw., 1846. I blz. 15/45.

"De twade greate polder is de âlde hals fen 'e Middelsé fen 'e niis neamde dyk ôf oan 'e Langestrjitte en de Skradyk ta, dy 't Bitgum mei Stiens forbynt. Dizze lânnen hjitte nou noch, al binne hja ek al 600 jier âld, de Nye Lânnen. Yn dit stik fynt men gjin inkeld doarp en mar in stikmennich hûzen.

"Midden troch de Nye Lânnen, fen noard ta sûd, waard in dyk lein, de Swette neamd (Swette bitsjut: grins). It farwetter, det der letter by lâns groeven is, krige de namme oer. Swettedyk en Swettefoart foarmen fen dy tiid ôf de grins twisken Westergoa en Eastergoa. Die Swettefeart bistiet noch as trekfeart fen Ljouwert nei Snits.

"De tredde en greate ynpoldering is it Bilt, nou ien fen 'e rykste en fruchtberste gemeinten, mei in hiel aparte bifolking. It wapen fen it Bilt fortoant trye kinkhoarnen ef sênúnders op in blau fjild; út elts fen dy núnders weachst in rogge-ier. De biteikenis fen dit symboal is dúdlik: it giele nôd, det út 'e blauwe sé opkomt.

"It hat mear as hûndert jier dûrre ear 't alle skarren, poellen, reyen, slinken en eilântjes hielendal ynpoldere wierne. De kleasters fen Maryengaerd, Lidlum en Eanjum hawwe der it measte oan dien.

"Hartog Georg fen Saksen dy't do skepper en skruwer oer dizze lânnen wier, hat de greate bûtensedyk fen it Bilt yn oarder brocht. Yn 1504 sleat er mei fjouwer hollânske ealljue in pachtkontrakt. De lânnen bisloegen 5400 moargen; hja bitellen 28 stûren it moargen (in moargen is sahwet 2½ pounsmjitte).

"Op forsiik fen 'e fjouwer hollânske lânhearen kamen der forskat hûsgezinnen út Hôllan, binammen út 'e kontrijen fen Medemblik, en foarmen der in nije folksplanting, yn teal en wensten tige underskieden fen 'e Friezen. Det forskil bestiet hjoeddedei noch, al wirdt it ek geandewei minder.

"De Biltkers hiene yn 'e earstoan net folle fortuten fen hjar bodzjen en wrotten. De groun wier to "wreed", tot toar, om risting to jean. Nou en den sloegen de diken stikken en roun it lan ûnder wetter. Jild om de boel wer op oarder to krijen wier der feak net. Dy tastân dûrre oan 1579 ta, do't Fryslân him oansleat by de Uny fen Utert en it Bilt yn it wettige bisit fen 'e provinsje kaem. It waard yn det jier ek in gritenije.

"It oanslukjen fen it Bilt gyng anderwilens stadich troch. Nei it ynpolderjen fen it Alde Bilt folge al ringen it oanlizzen fen in nije bûtendyk troch it kleaster Mareyngaerd. Dit stik nijlân hjit fo in diel nou yet in Mûntsjebilt ef Monnikenbilt (Kapershoek)."

Volgens deze beschrijving zou vóór het jaar 1200 dus een oppervlak van ongeveer 11.340 ha bediikt zijn. In de twee daarop volgende

eeuwen is nog een oppervlak van + 6910 ha bedijkt, terwijl de derde inpoldering ongeveer 8290 ha omvat.

In de 8e eeuw wordt het eiland Ameland vermeld onder de Friesche goederen van de abdij Fulda¹⁾. Over het zeegat wordt nog niet gerept. Tot aan de 16e eeuw bewaren de historische bronnen een absoluut stilzwijgen hierover. De oudste zeemanswegwijzer, die omstreeks 1500 moet zijn uitgegeven²⁾ - hoewel de gegevens mogelijk veel ouder zijn - neemt een zeilaanwijzing op voor het Borndiep (overgenomen in bijlage 4a). Hieruit blijkt, dat dit gat aan de westzijde van het Bornrif was gelegen. Aan den ingang bevond zich een drempel van 2½ vadem diepte, binnenwaarts nam de diepte toe tot 7 vadem. Verder wordt het Amelander Gat in geen enkel leeskaartboek genoemd. Wel geeft het leeskaartboek van Wisbyeen beschrijving van "die grot op Amelant"³⁾ die aardig met de werkelijkheid overeenstemt: "Item op "twintich vadem "grof root zandt met swarte zant schelpen, ende van "daer suiiden op seshien vadem cleijn zant met schelpen, ende vier "ofte vijf glazen lanck, al seshien vadem, ende al cleijn zant, dat "is vlack van Amelant."

De eerste kaart die dit gebied in beeld brengt is van de hand van Jacob van Deventer uit het jaar 1558⁴⁾. Tusschen Terschelling en Ameland teekent hij het Boerdiep, een verbastering van Borndiep, de naam waaronder de hoofdgeul van het Amelander Gat nog thans bekend is. Gegevens over diepte of richting der geulen en omtrek der banken bevat de kaart niet, evenmin als die van Christiaan Sgrooten, die omstreeks 1573 is vervaardigd⁵⁾.

Pas de zeeatlassen, die aan het einde der zestiende eeuw naast de primitieve leeskaartboeken beginnen te verschijnen, bevatten vrij uitvoerige gegevens voor degenen, die het Amelander Gat willen bevaren. De bijgevoegde kaarten geven reeds eenige figuratie van het geulen-en bankengebied, terwijl dieptecijfers aanduiden dat er voor het teekenen der kaarten eenige opnemingen zijn verricht.

-Als-

-
- 1) Van den Bergh: Oorkondenboek Holland en Zeeland I no.9 & 21: "in insula que dicitur Ambla".
 - 2) Das Seebuch (uitgegeven door Karl Koppmann) Bremen 1876, XI, 18.
 - 3) Het leeskaartboek van Wisby, 1566. (Uitgegeven door Joh. Knudsen en C.F.Burger). 's-Gravenhage 1920.
 - 4) Frisiae autoquissimae. Romae 1558. Afgebeeld bij H.G.W. van der Wielen: Friesland door de eeuwen heen. Middelburg 1937. Deel I.
 - 5) Phrisia Occidentalis et Watterlandia 1573. Kon. Bibl. van België te Brussel.

Als eerste verschijnt in 1584 de Spieghel der Zeevaerdt van Lucas Jansz. Wagenaer¹⁾. Het is een echte "atlas", vrijwel zonder verklarend tekst. De kaart maakt echter een zo schematischen indruk, dat het niet noodig werd geoordeeld haar in de bijlagen op te nemen. Men vindt het Bornrif er op aangegeven, benevens Boszand. Ten oosten van Bornrif ligt het Borndiep van 2 - 6 vadem diep, ten westen ligt het z.g. "Amelander Gat," ter diepte van 6 vadem. Volgens deze kaart heet de geul ten zuiden van Terschelling het Coggendiep.

In 1585 geeft Albert Hayen zijn Amstelredamsche Zeecaerten uit²⁾, die wat uitgebreidheid der zeilaanwijzingen betreft, dichter bij de oude leeskaartboeken staan dan Wagenaer's Spieghel. De bijgevoegde kaart is reeds vrij gedetailleerd en wordt hierbij overgelegd (bijlage 3^a). In deze atlas komt voor het eerst een beschrijving voor "hoe men in Amelander Gat sal moghen seylen"³⁾. Hieruit blijkt dat de voornaamste vaargeul in dien tijd tusschen het Bornrif en de Coggediepsgronden doorliep en dat de geul bij het inkomen ongeveer 3½ vadem diep was bij laag water. Middenin de geul lag de z.g. Middelpaat, waarop met laag water "geen vijf voeten water" stond. De grootste diepte werd benoorden deze plaat gevonden, echter wordt men gewaarschuwd voor de eb, die "n.n.w. over Bornrif heen valt", en waardoor men gevaar zou loopen op "Gerritshonden" vast te raken, een zandplaat iets zuidelijker gelegen, die heel schor is, d.w.z. met heel steile oevers uit het water opschiet.

In 1592 geeft Wagenaer een nieuwe zeeatlas in het licht⁴⁾ waarin, waarschijnlijk in navolging van Haeijen, een ruime plaats aan de zeilaanwijzingen is opgeruimd. De beschrijving van het Amelander Gat is echter - hoewel met iets andere woorden - volkomen gelijk aan die van Haeyen; er was dus geen reden er hier iets van over te nemen. Ook de kaart waarop dit gebied in beeld is gebracht, brengt naast Haeyen niets nieuws.

Naar tijdsorde volgt dan in 1594 de "caarte van de Oost ende Westzee" van Hollesloot⁵⁾. De auteur zelf is dan echter reeds jaren overleden; zijn erfgenamen geven het boek voor hem uit, daarbij dik-

-wijls-

1) Leiden 1584. Aanw. A.R.A. inv. Leupe, atlas A, kaart.

2) De eerste uitgave (Leiden 1585) is aanwezig op het Scheepvaartmuseum te Amsterdam, doch kon wegens de bijzondere tijdsomstandigheden niet geraadpleegd worden; de bijgevoegde copieën van kaart en tekst zijn daarom ontleend aan de uitgave van 1605, die aanwezig is op de Kon.Bibl. te 's-Grav.

3) blz.26 e.v. - zie bijlage 4^b.

4) Lucas Jansz. Wagenaer: Het Thresoor der seevaardt. Leiden 1592. Aanw. Kon.Bibl. 's-Grav.

5) Goeyvaert Willemsen van Hollesloot: Die caerte... van den vermaer-
den zeevaerter 1594. Aanw. Scheepv. Mus. Amsterdam.

wijls de aantekeningen van den auteur aanvullend en verbeterend, waardoor men, wat dateering der gegevens betreft, niet veel houvast heeft. De beschrijving wijkt echter in haar beknoptheid zoozeer af van de voorgaanden, dat het wel verantwoord scheen er een copie van over te leggen (bijlage 4^c). Het is opmerkelijk dat hierin de ligging van verschillende tonnen is aangegeven, die ten dienste van de pilotage in het Amelander Gat moeten zijn gelegd. Wanneer men tot deze betoning is overgegaan blijkt nergens uit. Haeyen en Wagenaer noemen geen tonnen in hun beschrijvingen, evenmin zijn zij op hun kaartjes aangegeven. Mogelijk zijn zij dus eerste omstreeks het jaar 1594 gelegd en is de beschrijving van het Amelander Gat niet van de hand van Hollesloot zelf, doch nieuw opgesteld. Er wordt o.a. in medegedeeld, dat het droogste punt in het Gat een diepte heeft van 5½ vadem. Nemen we aan, dat dit den toestand aangeeft omstreeks het jaar 1594, dan zou dat sedert 1585 een verdieping kunnen beteekenen van 2 vadem. Een kaartje van dit gebied ontbreekt.

In het begin der 17^e eeuw verschijnen in Amsterdam de beroemde atlassen van Blaeuw¹⁾, die wat nauwkeurigheid en betrouwbaarheid betreft, alles wat tot dusver verscheen in de schaduw stellen. De uitvoerige beschrijving van het Amelander Gat uit Het Licht der Zeevaart werd daarom in haar geheel overgenomen (bijlage 4^d). In 1623 schijnt in de situatie nog maar weinig verandering te zijn gekomen, alleen de plaats van de eerste ton is blijkbaar iets gewijzigd, althans in 1608 heet het: "soo suldijs de uysterste tonne vinden/ die leydt op 't eynde van Bornrif op vijf vadem met Laech water" en in 1623: sult de uysterste ton vinden/ die leydt een stuck binnen de uysterste punt van Bornrif". Verder volgt uit de beschrijving dat het droogste punt in de geul gelegen is tusschen Gerritshonden en de (Bosch)plaat: "het is daer tusschen beyden niet wijt/ het is tusschen Gerritshonden ende die voorsz. plaet drie vadem diep met laech water". De Middelplaat wordt niet meer genoemd; zij is intusschen waarschijnlijk opgeschoven tegen het Bornrif en daarmede verheeld.

De kaarten uit de atlassen van Blaeuw van 1608 en 1623 verschillen, behalve wat de ligging van de uiterste ton betreft, niet van elkaar. Die van 1623 is op grootere schaal geteekend en daardoor iets duidelijker, waarom zij in de bijlage werd verkozen boven die

-van-

1) Willem Jansz. Blaeuw: Het Licht der Zeevaart.
Amsterdam, 1608. U.B. A'dam.
Willem Jansz. Blaeuw: De Zeespieghel.
Amsterdam, 1623. U.B. A'dam.

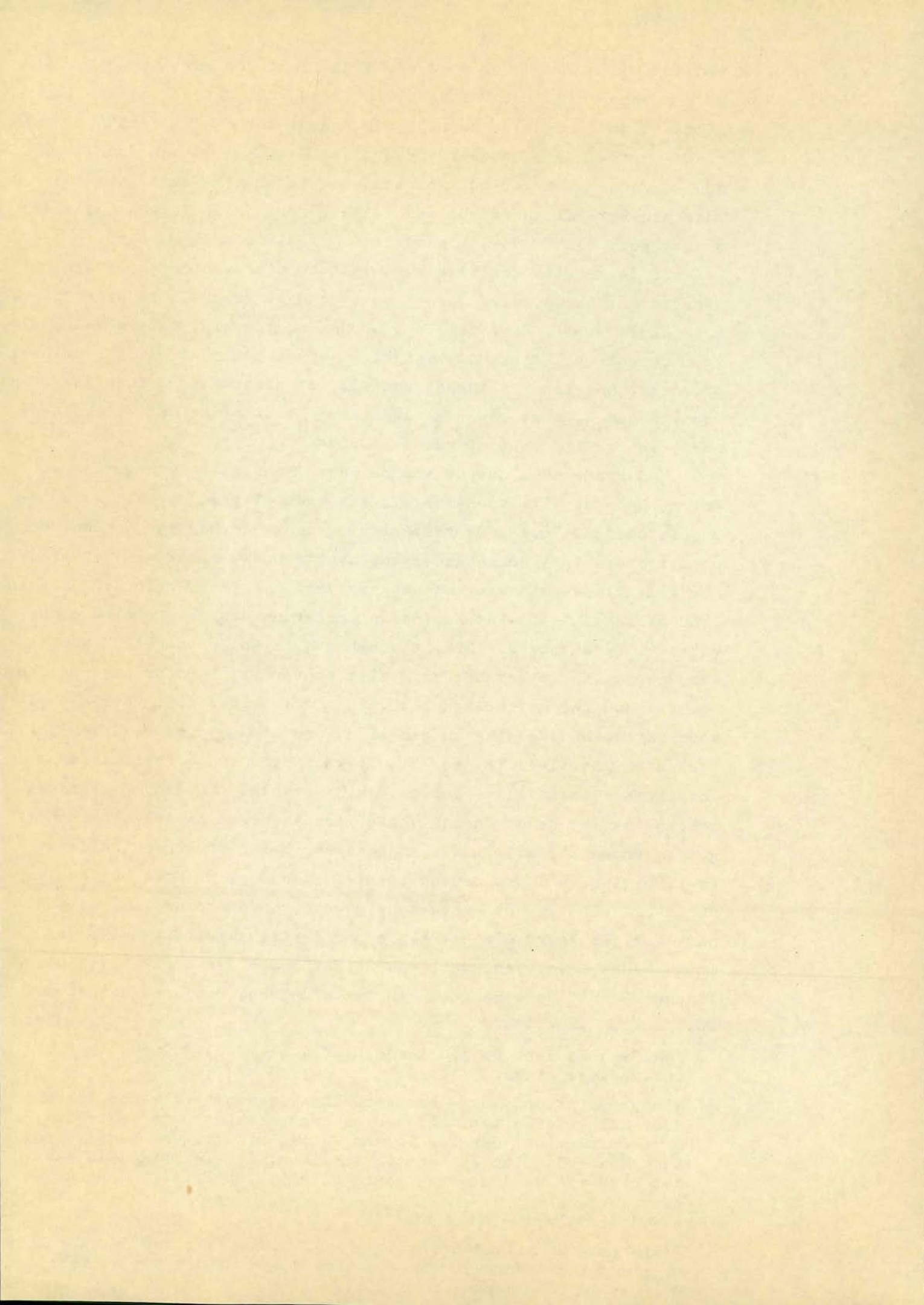
van 1608. Als hoofdgeul moet nog steeds het gat bewesten Bornrif worden beschouwd. Dit wil echter niet zeggen, dat er sedert 1585 niets in de figuratie zou zijn veranderd. In dat jaar schijnt - afgaande op de gereproduceerde kaart van Haeyen - midden door Bornrif nog een noordwest gericht gat aanwezig te zijn geweest, terwijl ook tusschen het rif en de wal een flauwe doorgang is geteekend, naar binnen door een drempel afgesloten: het Minnesandt genaamd.

Op de kaarten van Blaeuw is van een noordwestgat geen spoor meer te ontdekken, terwijl het oostgat door drempels is afgesloten. (zie bijlage 3^b). Dieptecijfers worden echter niet medegedeeld, alleen de vaargeul door het Westgat is opgenomen. Het blijkt, dat het droogste punt aan den ingang van dit gat sedert 1594, toen het 5½ vadem bedroeg, niet noemenswaard is verdiept of verondiept. Blaeuw noemt in 1623 30 voet of ca. 5 vadem.

Gedurende de 17e eeuw verschijnen dan verder de zeeatlassen van Colom, Goos de Wit, Donker e.a., die evenwel geen nieuwe gezichtspunten openen. Zoowel de beschrijvingen als de kaarten worden door de uitgevers eenvoudig van elkaar overgenomen. Eerst aan het einde der eeuw vinden wij weer nieuwe gegevens over het Amelanders Gat. In 1680 verschijnt bij Van Keulen in Amsterdam een groote nieuwe zeeatlas¹⁾. De kaart, die hierin voorkomt, is volkomen gelijk aan die van Blaeuw; in de beschrijving zijn echter wijzigingen aangebracht, waarvan dus het natuurlijk gevolg is, dat beiden niet meer met elkaar in overeenstemming kunnen zijn. Zoo lezen we op blz.3: "'t Amelanders Gat plagh wel eer bij 't west-eynd van Bornrif in te loopen/maer is nu al verlopen." Hij vervolgt dan echter zijn beschrijving met de opsomming van de tonnen die zijn gelegen in het gat bewesten Bornrif, aldus zijn eerste bewering logenstraffend. (vgl. bijlage 4^e). We moeten evenwel aannemen, dat het bericht van het verlopen van het Westgat op goede gronden berust. Er bestaat namelijk een kaart uit het einde der 17e eeuw waaruit zulks valt op te maken, t.w. een kaart van Guitet²⁾ met een copie ervan door Tideman³⁾. Uit deze kaarten kan men afleiden, dat het Westgat in-

-derdaad-

- 1) Joh. van Keulen: De Lichtende Zeefakkels, deel I 1680. A.R.A. inv. Leupe; atlas.
- 2) Nieuwe verbeterde wad- en buytenkaart van het Vlie tot Hamburg door Mathurin Guitet, uitgegeven door Joh. Loots te Amsterdam, 2 j. De plaatsnijder was I. van Thiel, die volgens A. von Wursbach: Niederländisches Künstler-Lexikon, II, Leipzig 1910 aan het eind van de 17e eeuw, waarschijnlijk in Friesland werkzaam was.
A.R.A. Inv. Marine nos. 308/310.
- 3) Kaart van het eiland Ameland en Schiermonnikoog met de daar zijnde gronden door M. Guitet, gecopieerd door A. Tideman m.s. Verz. Friesch Gen. te Leeuw. no. 583 l.



inderdaad verlopen is en dat de hoofdgeul zich dus verder oostwaarts heeft verplaatst, waardoor beoosten Bornrif, dus tusschen het rif en den wal een nieuw (oost)gat is ontstaan, dat op de copiekaart het "nieuw Amelander Gadt" wordt genoemd. In den mond bevindt zich een drempel waarop met laag water slechts 16 voet water staat; naar binnen neemt de diepte toe tot 9 en 10 vadem (zie bijlage 3^c).

In het begin der 18e eeuw zal in dezen toestand verandering zijn gekomen. In 1723 werd bij de admiraliteit van Friesland een request ingediend door het Schippersgilde te Harlingen, waarin wordt be-
toogd, dat het Amelander Gat "soodanigh wort overgesmeten en over-
loopt, dat de supplianten met een zeewindt niet als met groot pericu-
van haerlieden schip en ingeladen goederen het meergemelde zeegat
kunnen gebruiken¹⁾. Zij hebben echter bevonden, "dat er een nieuw
zeegat in 't noordwesten door 't Bornrif in zee loopt", waardoor met
laag water een schip van 13 tot 14 voet diepgang kan binnenkomen;
in het oude gat staat bij hetzelfde tij dan nog maar 6½ voet water.
Uit het bijgevoegde advies blijkt tevens duidelijk, dat het z.g.
oude gat het Oostgat moet zijn geweest, dat op het einde der vorige
eeuw nog als het "Nieuw Amelander Gadt" werd aangeduid; er staat na-
melijk: dat het ligt "tusschen 't riff ende wal oost ende west
loopende."

In de verzameling van het Friesch Genootschap te Leeuwarden be-
vindt zich nog een kaart, die wat handschrift betreft niet jonger
kan zijn dan 18e eeuwsch²⁾.

Aangezien het echter een copiekaart betreft, is het niet wel
mogelijk de juiste tijd van de opnemingen te schatten. Ook de situat-
zelf geeft daartoe - wegens de sterke misteekeningen - weinig aan-
wijzing. Aangezien echter zoowel het "Noordwester" als het "Ooster-
gat" van betonning zijn voorzien, mag men deze kaart mogelijk aan
het begin der 18e eeuw plaatsen, omdat volgens het hiervoor genoem-
de advies van 1723 uitdrukkelijk wordt geadviseerd, dat "zoo lang 't
zelve voor het kleijnder vaartuijg niet onbruikbaar is geworden" het
oude gat niet onbetond gelaten mag worden. Op dit kaartje wordt voor
het eerst aan de zuidpunt van Bornrif de Frarkmansplaat genoemd, wat
wel een verschrijving zal zijn voor Trarkmans plaat - 1798 Treerke-
plaat geheeten (zie bijlage 3^d).

-Helaas-

- 1) Register van resoluties en placaten van H.E. Mog. H. Staten van Friesland 1570-1580. R.A. Leeuwarden i.d. 1723 Febr.25/Maart 13.
- 2) Kaarte van de betonning der Amelander Zeegaten. Friesch Gen. no. 583².

Helaas is een andere kaart, die, wat figuratie betreft, wel in deze periode zal thuis hooren¹⁾, sterk misteekend en is zelfs het Bornrif er niet mer name op aangegeven. Het "Wester Ameland Gat" is de hoofdgeul; het verlopen Oostgat is bij het inkomen nog slechts met een paar staken aangeduid.

In de resoluties van de Staten van Friesland lezen wij nog, dat op 16 Maart 1655 en op 8 April 1713 vergunningen zijn verleend om het Ameland Gat te betonnen, zonder dat er nadere bijzonderheden bij worden vermeld. Het kan zijn, dat de tonnen als veiligheidsmaatregel bij oorlogsgevaar waren binnengehaald en dat de vergunningen werden verleend voor het opnieuw uitbrengen ervan. Het is ook mogelijk, dat de zorg voor de betonning in andere handen overging. Van het betonnen van nieuwe geulen blijkt in die jaren niets.

Eerst uit de laatste helft der 18e eeuw komen er weer gegevens over het Ameland Gat tot ons. Op het Rijksarcief te Leeuwarden wordt een kaart bewaard, waarop de betonning der zeegaten ter weerszijden van Ameland staat aangeduid²⁾. Een aantekening op de kaart verwijst naar een resolutie van Gedeputeerde Staten van Friesland i.d. 19 Februari 1762, waaruit zou blijken, dat de kaart den toestand weergeeft na het jaar 1762. De betonning blijkt in het tijdvak, verlopen sedert de vorige opneming, overgebracht te zijn naar een gat tusschen Ameland en het Bornrif gelegen (vgl. bijlagen 3^d en ^e), een aanwijzing, dat de hoofdgeul dus weer naar het oosten is opgeschoven. Mogelijk was dit Oostgat op het oogenblik, dat de kaart werd opgenomen alweer over zijn belangrijkste stadium heen, de diepte in het gat bedraagt namelijk slechts 2½ vadem, terwijl ten westen van het Bornrif alweer dieptecijfers van 5 tot 8 vadem voorkomen. Mogelijk bevindt zich daar nog een drempel, die het binnenkomen en uitvaren der schepen belemmert; de monding van het Noordwestgat is echter niet op de kaart aangegeven.

In een "Rapport wegens de Verdediging van de eilanden Ameland en Schiermonnikoog" van 21 Maart 1781³⁾ lezen wij, dat "ten westen van het Amelandt een breed en zeer diep vaarwater is, zijnde het zogenaamde Westergat, een welks mond wel eene bank of Drempel wordt gevonden, maar waarover toch met vloeiend water schepen, 18 à 19 voet diep gaande, zonder gevaar koomen kunnen". Wij trekken uit deze

-mededeling-

- 1) Kaart van het Waddengebied van Juist tot Vlieland. m.s.z.j. A.R.A. inv. Leupe no.20.
- 2) Kaarte van de Zeegaten en het leggen der tonnen in deselve tusschen Schiermohkoogh en Amelandt enz. R.A. Leeuwarden, inv. Kaarten no. 59.
- 3) A.R.A. Raad van State no.2205.

mededeeling de conclusie dat het Oostgat op dat tijdstip dus blijkbaar alweer verzand was, omdat het anders - zelfs indien het slechts bruikbaar was voor kleinere schepen - uit een oogpunt van landsverdediging belangrijk genoeg zou zijn geweest om vermeld te worden.

Ook de Tegenwoordige Staat, uitgekomen in 1786¹⁾, noemt als vaarweg het Westgat van Ameland, dat "op zichzelf gehouden wordt voor het ruimste en beste aan de Noordzee; doch is van weinig gebruik, dewijl 't binnenwaards tegen de bakken stuit, en geen schepen, die boven de acht voeten diep gaan, kan doorlaten". In 1781 werd 18 à 19 voet diepgang voor mogelijk gehouden, evenwel met "vloeiend water"; mogelijk was in 1786 sprake van den toestand bij laag water. Men zou dan een tijverskil krijgen van ruim 10 voet of ongeveer 3 meter, hetgeen te veel is. Waarschijnlijk is er dus een verondieping van de geul in verdisconteerd. Al te veel gewicht is er aan deze cijfers echter niet te hechten.

Als laatste gegeven uit de periode tot omstreeks 1800 volgt tenslotte een kaart van den luitenant ter zee Buyskes van het jaar 1798²⁾. Gezien de dieptecijfers en de betoning is het Westgat nog slechts het belangrijkste. (zie bijlage 3^f). De in 1786 gesignaleerde verondieping is dus waarschijnlijk van voorbijgaande aard geweest. Ook het Noordwestgat (hier Auke Polle Gat geheeten - een naam die zich tot op heden heeft kunnen handhaven) en het Oostgat zijn opgenomen en met enkele staken aangegeven. Het westelijk gedeelte van het Bornrif wordt op deze kaart de "Kofmans Bult" genoemd, welke naam eveneens nog op de hydrografische kaart van 1937 wordt aangetroffen. De Treerkeplaat, die zich volgens de opneming van 1798 aan de Zuidoostpunt van het Bornrif bevond, tusschen de Oost-en de Westgeul, wordt in 1937 niet meer genoemd (vgl. bijlage 3^g).

Over het z.g. "Coggediep" - de meest westelijke geul, die dicht langs de Oostpunt van Terschelling langs liep, werd tot dusver nog niet gesproken. Hoewel niet mer name genoemd, komt dit gat reeds voor op de kaart van Hayen ten westen van de Coggediepsgronden.

-In-

1) Tegenwoordige Staat der Vereenigde Nederlanden, deel XXIV 2e druk Amsterdam 1786.

2) Schets van het Amelander Gat door den Capt. Lieut. ter zee A.A. Buyskes, 1798 M.S. A.R.A. inv. Leupe no. 24.

In geen enkele beschrijving wordt het echter vermeld. Zooals men uit den naam zou kunnen afleiden, is het waarschijnlijk alleen voor coggen, breede platboomde vaartuigen, die vooral in den Hanze-tijd gebruikt werden, bevaarbaar geweest en telde daarom na de zestiende eeuw voor de scheepvaart weinig meer mee, bovendien was het vrij smal. Volgens de kaart van Blaeuw (bijlage 3^b) was de mond in 1623 ongeveer 3 vadem diep. De opneming van het einde der 18e eeuw (bijlage 3^e) vermeldt nog steeds 3 vadem, behoudens iets grootere diepte bij het inkomen, hetgeen Blaeuw echter eveneens aangaf. Hoe de gesteldheid meer binnenwaarts was, blijkt echter nergens uit. Dat het Coggediep omstreeks 1770 nog 8 tot 9 m diep zou zijn, zooals Isbary wil beweren¹⁾, is niet aan te nemen. De gegevens der kaart van 1770, die hij gebruikte, moeten in het jaar van uitgifte reeds sterk verouderd zijn geweest, zoo ze al ooit geheel betrouwbaar waren. Hij verwijst namelijk naar een kaart van een onbekenden auteur van de Westfriesche eilanden, waarop aan het zeegebied waarschijnlijk weinig zorg is besteed, aangezien er geen eigenlijke opnemingen van de zeegaten aan ten grondslag liggen²⁾.

Omstreeks het begin der 17e eeuw vormde het Coggediep een directe toegangsweg voor Harlingen, zij het slechts voor kleine vaartuigen. Door het opdringen van de Abt en de Haantjesplaat verzandde de zuidwestelijke uitlooper Langzamerhand en was c. 1765 geheel verdwenen. Om Harlingen te bereiken moest men dus den omweg nemen door den Crommen Balgh en het Trobbelop (bijlagen 3^d en ^e). Deze opschuiving en de daarmee gepaard gaande verandering zette zich gedurende de 2e helft van de 18e eeuw, waarschijnlijk in versterkte mate ook in noordelijke richting voort. Op de kaart van 1765 (bijlage 3^e) wordt het Coggediep althans nog afgeteekend ter diepte van 3 vadem, terwijl op een kaart van Terschelling door J. Peereboom in 1794 gemaakt³⁾, de geul is verdwenen en de Boschplaat aan het oosteinde van Terschelling is vastgehecht⁴⁾.

Deze Boschplaat - ook bekend onder den naam van Campersandt of Coggediepsgronden - scheidde oorspronkelijk het Coggediep van de andere geulen van het Amelander Gat. Reeds op de kaart van Blaeuw staat

-het-

-
- 1) G. Isbary: Das Inselgebiet von Ameland bis Rottumeroog. Deutsche Seewarte Bd. 56 nr.3 Hamburg 1936. blz. 38.
 - 2) Aan de schets van het Amelander Gat, door Isbary op grond van deze kaart gegeven, kan dan ook weinig waarde worden toegekend.
 - 3) Kaart van Terschelling door J. Peereboom. 1794 A.R.A. inv. Hingman no. 2736.
 - 4) Vgl. ook het Rapport van ir. J.H.v.d.Burgt: Het Zeegat van het Vlie. Nota, blz. 70 vlg.

het aangeduid als "droogh" en raakte waarschijnlijk slechts bij extra hoge vloed onder. Zelfs heeft, volgens Winsemius¹⁾, Jan Cornelis Femmesz, den winter van 1610 op 1611, ingevolge een weddenschap, geheel alleen op deze plaat doorgebracht. Dit experiment heeft volgens de kaarten plaats gevonden ten tijde van de grootste uitbreiding van het Campersandt. In latere jaren schuurt zich een geul door, op de kaart van ca. 1765 het "Boschgat" geheeten, dit zou dan zelfs 5 vadem diep zijn geweest en de bank gescheiden hebben in het Groot en het Klein Bos. Of de plaatjes, aangeduid als de Blauwe Balgh (hoewel deze naam wel voor de aanliggende geul bedoeld zal zijn geweest) is afgesplitst van het Bos of van de Haantjesplaat is niet uit te maken Omstreeks 1800 is door het verzanden van al deze geulen de situatie echter geheel veranderd. Dank zij de toepassing van kunstmatige verdedigingsmiddelen en het aanleggen van stuifdijken heeft deze gunstige toestand zich tot op heden kunnen handhaven.

De breedte van het Zeegat is door de aanhechting van de Boschplaat aan Terschelling in belangrijke mate verminderd, men vergelijk slechts de bijlagen 3^a en 3^b met elkaar. Hoewel zulks bij gebrek aan historische gegevens niet meer is na te sporen, zal het zijn hoogtepunt hebben gehad tijdens het bestaan van de Middellzee, waarvan het het mondingsgebied vormde. De ons overgeleverde kaarten zijn echter niet ouder dan van omstreeks het midden der 16e eeuw, dus uit een periode toen de Middellzee reeds bijna geheel was verdwenen. Leeuwarden zou reeds omstreeks 1300 niet meer aan open water gelegen hebben, de oude Bildtpolders zijn reeds tusschen 1505 en 1508 bedijkt, het Nieuwe Bildt in 1600 en de laatste resten tenslotte gedurende de 18e eeuw. Ongetwijfeld heeft het uitvallen van dit groote gebied, dat toch bij ieder getij via het Amelander Gat gevuld en geledigd moest worden een verminderde capaciteit van het zeegat ten gevolge gehad. De gegevens, die er over bijeen gebracht konden worden beslaan dus slechts een korte, en niet eens de belangrijkste phase van zijn bestaan. Toch zijn uit de gegevens - uit het tijdvak loopende van het einde der 16e eeuw tot omstreeks het jaar 1800 - wel eenige algemeene gevolgtrekkingen te maken, voornamelijk wat betreft de periodiciteit in de verplaatsing van de geulen. De gegevens zijn evenwel te vaag dan dat men er een grafiek van zou kunnen samenstellen.

-Het-

1) Cronique van Friesland, blz. 879.

Het Coggediep heeft zich, zoover valt na te gaan, op vrijwel dezelfde plaats kunnen handhaven van 1585 tot ongeveer 1794, toen Terschelling en de Boschplaat met elkaar verbonden waren. Deze continuïteit vindt zijn oorzaak in de ligging van de geul, direct langs het Terschellinger strand. Zij zal onder invloed van het zandtransport langs de kust wel eenigszins heen en weer geslingerd hebben; dit is uit kaarten evenwel niet op te maken.

Het Westgat was gedurende het einde der 16e en het begin der 17e eeuw de hoofdgeul, was in 1690 verlopen, doch in 1723 reeds weder het belangrijkste vaarwater. Waarschijnlijk nam het omstreeks het midden der 18e eeuw weer af, doch rond 1781/98 was het toch wederom hoofdgeul.

Het gat dwars door het Bornrif, door ons gemakshalve Noordwestgat genoemd, zou in 1585 open zijn geweest; daarna wordt het pas weer vermeld in 1798, onder den naam van Auke Pollegat.

Het Oostgat is in 1585 en 1623 door een drempel onbruikbaar (volgens de kaart van Wagenaer was het in 1583 echter nog open), wordt in 1690 als hoofdgeul vermeld, maar is in 1723 reeds vrijwel verlopen. Omstreeks 1762 is het weer de voornaamste vaarweg, hoewel vrij ondiep, in 1781 is het echter weer geheel verdwenen.

Resumeerende is dus omstreeks 1600, 1700 en 1800 het Westgat de belangrijkste geul. Onder invloed van de bochtwerking der getijstroommen en door het langstrekken van de evenwijdig met de kust zich verplaatsende zandmassa's heeft de geul echter steeds de neiging zich naar het oosten te verplaatsen. Omstreeks 1670 en 1762 is zij daarvoor geheel naar den Amelander wal opgedrongen; in dat stadium zocht zij zich dan echter weer een uitweg in westelijke richting, waarmede een nieuwe cyclus begint. De oostwaartsche verplaatsing manifesteert zich in de zeilaanwijzingen, daar men altijd wordt gewaarschuwd voor de schorre (steile) westkanten der zandbanken en -platen, die dus het sterkst door den stroom worden aangetast.

Het verloop van zoo'n geheelen cyclus zou volgens onze gegevens ongeveer een eeuw in beslag nemen. In hoeverre aan deze tijdsbepaling waarde mag worden toegekend zal echter moeten blijken na vergelijking met de hydrografische opnamen die na 1800 zijn verricht.

Hoofdstuk II. Overzicht der wijzigingen in den toestand van het Amelander Gat nà 1800.

Gegevens.

Ter bestudeering van de wijzigingen, welke zich nà 1800 in het geulenstelsel hebben voorgedaan, kon worden gebruik gemaakt van de verschillende opnamen, welke door den hydrografischen Dienst van het Zeegat, vanaf omstreeks 1800, in verschillende jaren ten gerieve van de scheepvaart zijn gemaakt. Voornamelijk werden benut de aan de hand van deze opnamen vervaardigde en gedrukte zeekaarten en de minuutbladen, voorzoover deze beschikbaar waren.

Verder stonden ten dienste van de studie de door den Rijkswaterstaat sinds 1867 op de ten oosten van Terschelling gelegen Boschplaat en sinds 1880 op Ameland verrichte strandmetingen. Hierbij dient te worden vermeld, dat in 1936 ten behoeve van het onderzoek het aantal raaien, waarin deze strandmetingen werden verricht, in de omgeving van het Zeegat aanmerkelijk werden uitgebreid. De uitkomsten van deze sinds 1936 uitgevoerde metingen zullen hieronder worden aangeduid als de detail-strandmetingen.

Ten slotte waren ter beschikking de doorloodingen van het Zeegat, die sinds 1917 telkens om de 3 jaren door den Rijkswaterstaat zijn verricht. Ook deze raaien werden in 1935 met het oog op het onderzoek uitgebreid, terwijl vanaf dat tijdstip de loodingen jaarlijks werden verricht.

Verwerken van de gegevens.

Aan de hand van de bovengenoemde hydrografische opnemingen is een film vervaardigd, welke een overzicht geeft van de opgetreden veranderingen in het geulenstelsel vanaf 1798 tot 1940. (bijlage 5).

Daar de verschillende opnemingen veelal niet voor het geheele geulennet zijn uitgevoerd, zijn alleen voor die jaren, waarin een groot gedeelte van het gebied werd gepeild, kaarten vervaardigd. Deze gegevens werden dan aangevuld met loodinguitkomsten, welke in de onmiddellijk daaraan voorafgaande jaren zijn verricht.

In verband hiermede zijn in de film voor de jaren 1831, 1854, 1865, 1866, 1892, 1903-04, 1914, 1919-20, 1926-27, 1934 en 1940 kaarten op een schaal van 1 : 100.000 opgenomen.

Als eerste beeld is tevens bijgevoegd de schets van het Amelander Gat van 1798, geteekend volgens de opname van den Cap.Lt. ter zee A.A. Buyskes. Op deze schets is het eiland Ameland aangevuld naar een copie van een kaart, welke door P. van Diggelen in 1806 is her-

zien.

Aangezien nà 1934 alleen in 1940 een beperkte opname van het Ameland Gat werd verricht, uitsluitend het eigenlijke zeegat werd toen opgelood, is voor dit jaar toch een kaart aan de film toegevoegd, opdat een indruk kan worden verkregen van de sinds 1934 plaatsgevonden veranderingen. De ontbrekende gedeelten zijn aangevuld met de gegevens van 1934.

Ook met behulp van de gegevens van de doorloodingen is een film vervaardigd. (bijlage 6). Voor elk jaar, dat deze zijn verricht, is een kaart opgenomen. Bovendien zijn van deze loodingen dwarsprofielen geteekend voor de drie oorspronkelijke doorloodingsraaien. (bijlage 7).

Van de verrichte strandmetingen zijn grafieken gemaakt om den vóór- of achteruitgang van de H.W.- en L.W.lijnen sinds de instelling van deze metingen te kunnen nagaan.

Zowel voor Terschelling als voor Ameland is een dergelijke grafiek geteekend, terwijl de detailstrandmetingen ook op een afzonderlijke grafiek voorkomen. (bijlagen 9,10 en 12).

Omdat het voor de studie ook van belang was om te weten welke veranderingen in den loop der jaren de eilanden Terschelling en Ameland hebben ondergaan, is tenslotte nog een kaart gemaakt, waarop voorkomt de situatie van de oostpunt van Terschelling, de z.g. Boschplaat en het geheele eiland Ameland, zooals deze volgens de strandmetingen en opnemingen van den Hydrografischen dienst in 1880 en 1940 moet zijn geweest. (bijlage 13).

Ter vergelijking met den vroegeren toestand is op deze kaart tevens ingeteekend de figuratie van Ameland en Boschplaat volgens de kaarten van Willen Janz.Blaauw (1623), D.W.C.Hattinga (1731), J.Peereboom (1794) en P.A.Overduyn (1809).

Beschouwingen over de hydrografische opnemingen.

Als eerste kaart van de film (bijlage 5) is opgenomen de kaart van 1798 van Cap.Lt. Buyskes. Voor de bespreking hiervan moge verwezen worden naar hoofdstuk I.

Uit de opname van 1831 blijkt, dat er twee westelijk gerichte hoofdgeulen aanwezig zijn n.l. het Noord-West Gat en het Akkepollegat, waarvan laatstgenoemde de belangrijkste is. Zij zijn gescheiden door de Witte Tonsrug en de Kofmansbult.

Zowel de benaming Akkepollegat als Kofmansbult, vroeger blijkbaar Coggediepsgronden genoemd, komen reeds op de kaart van 1798 voor. Het eerstgenoemde gat had toen een meer noordelijke richting en was blijkbaar als gevolg van de aanwezigheid van een drempel niet

betond.

Het Noord-West Gat, dat in 1798 alleen voor de scheepvaart in gebruik was, is minder belangrijk geworden, terwijl de langs de kust aanwezige geul geheel verdwenen is.

De Noord-Oostpunt van Terschelling, in 1798 het Kamper of Hoogezand en thans de Bosch genaamd, schijnt meer zeewaarts te zijn aangegroeid.

Verder blijkt in 1831 ook nog een Noord-Oostgat aanwezig te zijn. Dit gat is echter door een bank, welke een onderdeel vormt van het Bornrif, afgesloten. Zoowel deze geul als de z.g. Freerkeplaat - op de kaart van ca 1723 van bijlage 3 komt de naam Frarkmansplaat reeds voor, waarvan deze naam blijkbaar afkomstig is - zijn beiden op de kaart van 1798 terug te vinden.

Behalve de verdieping en richtingsverandering van het Akkepollegat heeft zich dus geen belangrijke verandering sinds 1798 in de buitengronden voltrokken.

Het eigenlijke zeegat heeft sinds 1798 een noordelijke richting verkregen en gaat nu met een vrijwel rechthoekige ombuiging over in het Akkepollegat.

De Freerkeplaat schijnt daardoor naar het Noorden te zijn verschoven. De grootste diepte van het zeegat bedraagt ca. 20 m.

Aan de Wadzijde van den hals van het zeegat vinden wij ter weerszijden daarvan de Koffieboonenplaat en de Vrijheidsplaat. Deze benamingen, welke eerst omstreeks 1800 op de zeekaart voorkomen, zijn thans nog in gebruik.

Ten Zuiden van Ameland buigt het z.g. Borndiep zich in Zuid-Oostelijke richting om een vertakt zich daar in verschillende kleinere geulen, waarvan de Kromme Balg, het Dantzichgat, het Kikkergat, de geul onder den Zuidwal van Ameland en het Molengat de belangrijkste zijn.

Behalve de geul onder den Zuidwal, waarin toen nog de Ballumer sloot uitmondde, komen de bovengenoemde geulen niet op de kaart van Buyskes voor, zoodat een vergelijking niet mogelijk is.

De kaart van 1854 vertoont een geheel ander beeld van de buitengronden dan in 1831 werd gevonden.

Het Noord-West Gat is nog aanwezig, doch heeft zich naar het Noorden verlegd, zoodat de Witte Tonsrug thans ten Zuiden daarvan is komen te liggen. Of dit gat meer naar buiten toe veel veranderd is, kan niet worden nagegaan, omdat de opname zich niet zoover heeft uitgestrekt.

De Kofmansbult, welke niet meer in 1854 voorkomt, heeft zich blijkbaar met de Noord-Oostpunt van Terschelling verheeld.

Het Akkepollegat is geheel verdwenen en in de plaats daarvan is het Middelgat ontstaan, hetgeen blijkbaar een gevolg is van den sterken druk, welke door het Borndiep tegen den binnenkant van het Bornrif wordt uitgeoefend, waardoor deze plaat in tweeën werd gesplitst.

Het Noord-Oostgat is nog aanwezig, doch is thans nog maar een zeer ondiepe en plaatselijk en smalle geul.

Het Zeegat is nu weer Noord-Westelijker gericht, zoodat de situatie eenigszins overeenkomst vertoont met die in 1798. Ook het oostelijk deel van het Bornrif vertoont gelijkenis met deze opname.

De bovengeschetste veranderingen duiden op een omzwaaiing in oostelijke richting van de geulen van de buitendelta.

De grootste diepte van het Zeegat bedraagt nog steeds ca. 20 m.

De Koffieboonenplaat schijnt iets grooter te zijn geworden, doch de opname in deze omgeving is zeer onvolledig. Daarentegen is de Vrijheidsplaat eenigszins afgenomen, terwijl de H.W.lijn van Ameland aan de Westzijde achteruitgang, doch meer naar het Zuiden aangroeiing vertoont.

Ten Zuiden van Ameland vertoont het Borndiep een eigenaardige insnoering en is oostelijk van dit punt aanmerkelijk versmald, hetgeen schijnbaar een gevolg is van het ontstaan van een nieuwe uitmonding van de Kromme Balg, waarbij het vrijgekomen zand zich langs den Zuidelijken oever van het Borndiep, de z.g. Haantjesplaat heeft neergezet. De uitmonding van deze geul ten Oosten van de z.g. Maartensrug is gelijktijdig sterk achteruitgegaan. Of dit westelijk verleggen van de uitmonding een gevolg is van bochtwerking, veroorzaakt door den scherpen knik in de geul of dat deze meer gezocht moet worden in een grootere watertoe- en afvoer naar het "bt is niet met zekerheid te zeggen. In ieder geval is het verhang tusschen de bocht in de geul en het Borndiep op een zeker oogenblik zoo groot geworden, dat een nieuwe geul is doorgeschuurd.

De meer oostelijk gelegen geulen zijn sinds 1831 weinig veranderd, alleen is de geul "de Balg" langs den Zuidwal van Ameland, die de kust ernstig aantastte, thans door den aanleg van een steenen dam afgesloten.

De kaart van 1865 is opgenomen, omdat omstreeks dat jaar - de loodingen zijn naar alle waarschijnlijkheid eenige jaren tevoren verricht, doch eerst in 1865 geteekend - de buitengronden en de hals van het zeegat geheel werden opgelood. De kaart is verder aangevuld met de opneming van 1854, zoodat zij voor het Waddengebied geen geheel juist beeld voor het jaar 1865 geeft.

De looding van de buitendelta is echter belangrijk voor het

inzicht in de veranderingen van dit gebied. In 1865 blijkt het Noord-Westgat nog wel aanwezig is, doch bij de kust van Ameland geheel is afgesloten.

De gevonden situatie geeft zeer duidelijk de omzwaaiing van de geulen naar het oosten te zien.

De loodingen geven verder nog aan, dat de diepste gedeelten in den hals van het zeegat zich hebben uitgebreid, terwijl het geulprofiel plaatselijk vernauwd is.

De kaart van 1866 zou wijzen op grootere veranderingen, die zich in het beschouwde gebied sinds de vorige opname in korten tijd zouden hebben voltrokken. Hierbij moet echter in het oog gehouden worden, dat zooals hierboven reeds werd medegedeeld, de voorafgaande loodingen niet in 1865, doch blijkbaar reeds eerder zijn gedaan.

In 1866 werd het grootste gedeelte van het onderzochte gebied gepeild. Alleen het Waddengebied ten oosten van den Meridiaan door Ballum ontbreekt, zoodat de kaart werd aangevuld met gegevens uit 1874. Hierdoor komt op de teekening reeds de dam naar Ameland voor, hoewel met den aanleg ervan onder leiding van Jhr. Mr. P. J. W. Teding van Berkhout eerst in 1872 werd begonnen.

Het Noord-Westgat, thans weder Akkepollegat genoemd, bevindt zich vrijwel in het verlengde van het eigenlijke zeegat. Een nieuwe geul, het Westgat, is onmiddellijk ten noorden van de Boschplaat ontstaan. De tusschen beide geulen gelegen banken hebben hunne oorspronkelijke benamingen van Witte Tonsrug en Kofmansbult weer teruggekregen.

Het op de kaart van 1865 voorkomende Middelgat is nog meer oostelijker naar Ameland verschoven en heet thans Oostgat, terwijl het toen nog bestaande Noord-Oostgat verdwenen is of heeft zich met het Middelgat tot het Oostgat vereenigd.

Opmerkelijk is ook, dat de 100 d.m. lijn langs den buitenkant van de delta meer zeewaarts is komen te liggen. De afname van de hoogteligging van het Bornrif kan daarmede verband houden. Het duidt erop, dat er bij eb een krachtige waterbeweging over deze plaat is.

De geheele situatie van de buitendelta vertoont thans nog meer overeenkomst met de schets van het Amelander Gat door A. A. Buyskes uit 1798, dan in 1854 het geval was.

Het zeegat zelf heeft een meer gelijkmatiger doorstromingsprofiel gekregen. De verdiepingen van de geul beneden 150 d.m.-N.A.P. hebben zich aaneengesloten en deze groote diepte komt nu voor dicht onder den oever van de Boschplaat, welke sinds 1854 dan ook is afgenomen.

Ook het ten zuiden van de eilanden gelegen gebied vertoont be-
-langrijke-

langrijke wijzigingen. Zoo treffen we in de omgeving van de Koffyboonenplaat thans eenige geulen aan, die op de vorige opnamen niet voorkwamen, hoewel de uitmondingen toen wel werden aangegeven. Zij schijnen dus reeds voor 1866 aanwezig te zijn geweest, maar in de voorafgaande jaren is blijkbaar dit gebied nimmer opgenomen, want het is niet te verklaren, dat zij binnen zoo'n korten tijd zouden zijn ontstaan. Van deze geulen zijn de Blauwe Balg en de geul ten zuiden van de Boschplaat de voornaamste.

De Kromme Balg heeft door uitschuring in de richting van den Westwal een meer gebogen verloop gekregen, terwijl het gedeelte van deze geul in de richting van de Wierbalg is verzand, hetgeen te verwachten was na het ontstaan van de nieuwe uitmonding omstreeks 1850

Het geulenstelsel ten oosten van de Haantjesplaat is met eenige nieuwe doorschuringen uitgebreid, doch is nog steeds weinig belangrijk.

Echter de hoofdgeul het z.g. Borndiep vertoont veranderingen, die voor het onderzoek van belang zijn. Het beneden 100 d.m. gelegen geulgedeelte is ten zuiden van de Vrijheidsplaat verbreed, zoodat de op de kaart van 1865 voorkomende insnoering geheel is verdwenen.

Deze verbreding is in hoofdzaak ten koste van de Zuid-Westkust van Ameland geweest. De Vrijheidsplaat en de H.W.lijn ten zuiden van Kaap Hollum zijn achteruitgegaan, terwijl de 100 d.m. dieptelijn thans dicht onder deze kust loopt. Ook de geul is dieper geworden, in het midden zelfs tot beneden 150 d.m.- N.A.P. Een dergelijke diepte was tot nu toe nog niet ter plaatse gevonden.

Ook ten noorden van de Haantjesplaat is het Borndiep breeder geworden, waardoor deze plaat eenigszins is afgenomen. Dit oostelijk gedeelte van de geul is bovendien meer gericht op het Kikkergat, dat tevens in diepte en breedte is toegenomen. Ook het Molengat blijkt in 1874 dieper te zijn geworden, nu de geul langs den Zuidwal van Ameland geheel heeft opgehouden te bestaan.

De wijzigingen, die de meer oostelijk gelegen gedeelten van het Molen- Kikker- en Dantzichgat na 1831 hebben ondergaan, zijn niet te constateeren, omdat de opname in 1874 zich daarvoor niet ver genoeg heeft uitgestrekt. Wel is in dat jaar de omgeving van het Pinkgat gelood, waaruit is te zien, dat de zich daar ten zuiden van Ameland bevindende geulen zich in oostelijke richting hebben teruggetrokken. Met stelligheid aan dus wel worden aangenomen, dat de drie bovengenoemde gaten zich gelijktijdig meer oostwaarts hebben uitgebreid.

Dit duidt erop, dat het wantij zich oostwaarts zou hebben verplaatst. Ook de omstandigheid, dat de dam Holwerd - Ameland in 1872 ter plaatse van het wantij werd aangelegd, terwijl in 1831 dit tij

nog westelijk van deze plaats lag, hetgeen uit het geulenstelstel is op te maken, wijst in deze richting.

Deze verplaatsing van het wantij heeft tot gevolg gehad de aangroeiing van de oostpunt van Ameland, hetgeen duidelijk op de kaart tot uitdrukking komt, want hoewel bij de vorige kaarten deze oostpunt van het eiland nog geheel binnen het kader van de teekening lag, is dit in 1873 niet meer het geval.

Ofschoon de in 1854 geconstateerde uitgroeiing van de Haantjesplaat, als gevolg van het ontstaan van een nieuwe uitmonding van de Kromme Balg, op de verdieping en de verbreding van het Borndiep aan de zijde van Ameland van invloed kan zijn geweest, moeten blijkbaar de geconstateerde wijzigingen van het Borndiep ook ten deele als gevolg van een aanpassen van de hoofdgeul aan het veranderde stroomgebied worden aangezien.

De na 1854 voorgekomen afname van de Vrijheidsplaat zou dus ook in verband staan met het verplaatsen van het wantij.

Tenslotte is nog op te merken, dat de verdieping van het Borndiep ten Westen van de Koffyboonenplaat schijnbaar door uitschuring bij vloed en de verdieping ten Zuiden van de Vrijheidsplaat door uitschuring bij eb is ontstaan.

De kaart van 1892 geeft een volledig beeld van de veranderingen na 1866, omdat in 1892 het geheele beschouwde gebied werd opgelood.

Uit de opneming blijkt, dat een rechte vrijwel N.W. gerichte hoofdgeul aanwezig is. Het Akkepollegat heeft zich eenigszins oostelijker verlegd, zoodat dit gat thans vrijwel in het verlengde van het Borndiep loopt. Aan het noordelijk einde van deze geul bevindt zich een bank, die echter nog beneden 7.50 m - N.A.P. is gelegen en ook ter plaatse niet zeer breed kan worden genoemd.

Het Westgat is noordelijker gekomen, waardoor de Witte Tonsrug en Kofmansbult in hoogte zijn afgenomen.

Hierbij kan worden vermeld, dat uit de zeekaart van 1891, samengesteld door Hydrografie, blijkt, dat het Westgat het belangrijkste voor de scheepvaart was, omdat alleen hier een betoning voorkomt. Het Akkepollegat is dus blijkbaar buiten gebruik.

Het Oostgat is tot dicht onder den wal van Ameland opgeschoven en heet nu Strandgat. De bodem van deze geul ligt op 75 d.m. - N.A.P.

Het Bornrif is hooger geworden, zoodat een groot gedeelte ervan, de z.g. Strandruggen, boven laagwater is komen te liggen. De 100 d.m. lijn ten Noorden van deze plaat heeft zich sinds 1866 nog eenigszins meer zeewaarts verplaatst.

De hals van het zeegat blijkt plaatselijk tot beneden 250 d.m. - N.A.P. te zijn verdiept, terwijl het geulgedeelte beneden 200 d.m. -

N.A.P. grooter is geworden.

Gelijktijdig met het ontstaan van deze grootere diepten is de as van de geul veel oostelijker gekomen. Ter hoogte van de Noord-Kaap bedraagt deze verschuiving sinds 1866 zelfs ca. 500 m.

De Boschplaat is aan den oostkant flink uitgegroeid. De Zuid-kaap staat nu binnen de H.W.lijn, terwijl ook aan de Noord-Oostzijde deze lijn naar buiten is gegaan. Daarbuiten bevindt zich thans een plaatselijk ongeveer 700 m breede bank, die boven 25 d.m. - N.A.P. ligt. In deze omgeving is dus zeer veel zand terechtgekomen.

De hoogwaterlijn van de Westpunt van Ameland is nabij Kaap Hollum ook naar buiten verplaatst, het geen blijkbaar een gevolg is van de aanhechting van de in 1866 nog daarvoor gelegen Atterdagsplaat.

Ten Zuiden van deze kaap is echter de Vrijheidsplaat weer verder afgenomen. De afname bedraagt sinds 1866 ongeveer 300 m. Het Borndiep is dan ook in de richting van Ameland verschoven. Vooral vergeleken met den toestand van 1865 is de as van dit deel van het Borndiep door afname van de Amelanderkust veel gestrekter geworden. Overigens is hier de diepte niet veel toegenomen.

Ten aanzien van de zijgeulen in het Waddengebied kan worden opgemerkt, dat de geul ten zuiden van Terschelling, thans Gat van den Hoek genoemd, een naar het Noorden gebogen verloop heeft. De Boschplaat is hierdoor aan den Zuidkant teruggedrongen.

De Blauwe Balg heeft een Noordelijker uitmonding uitgeschaurd, hetgeen bij den sterk gebogen vorm van 1866 wel te verachten was. De loodingen voor deze beide geulen en het gebied ten zuiden van Terschelling zijn uitgebreider uitgevoerd dan voorheen. Voor het eerst is de plaats van het wantij achter Terschelling ongeveer te bepalen.

Het gebied van de Kromme Balg schijnt zeer bewegelijk te zijn. Er is nu een oude Kromme Balg. Deze naam zou erop duiden, dat na 1866 de oorspronkelijke geul nogmaals westwaarts een nieuwe uitmonding heeft gehad, waarvan de genoemde geul een overblijfsel is. De Kromme Balg loopt thans dwars door de Haantjesplaat en heeft verbinding gekregen met de geul, die reeds in 1866 ten westen van deze plaats ontstaan was, doch nu belangrijk in diepte is toegenomen. De z.g. Maartensrug is daarbij naar het Noorden verschoven. De geul, de Wierbalg, is geheel verdwenen.

Het geulenstelsel van de Kromme Balg dient thans blijkbaar in hoofdzaak voor het aan- en afvoeren van water via de Trubbelop naar het Abt onder den Frieschen wal.

De overige drie ten zuiden van Ameland gelegen geulen zijn, zooover dit uit de opneming van 1866 is na te gaan, over het algemeen iets dieper geworden. Daar deze geulen in 1892 geheel zijn opgelood, is de plaats van het wantij achter Ameland vrij goed te bepalen. -Het-

Het blijkt ten oosten van den gedeeltelijk doorbroken dam naar Ameland te liggen. De aanleg van dezen dam werd na gedeeltelijke voltooiing, in verband met de voorgekomen ernstige beschadigingen door ijsgang tenslotte geheel gestaakt.

Daar, zooals hierboven reeds werd medegedeeld, het wantij in 1872 ongeveer ter plaatse van bedoelden dam moet hebben gelegen, zou uit het geulenverloop zijn af te leiden, dat het wantij zich in 20 jaren tijds ongeveer 1200 m oostelijker zou hebben verplaatst of 60 m per jaar.

Dit feit stemt overeen met hetgeen op blz. 22 van de nota "Groeninge Wadden", welke in 1941 door Ir. P.Ph.Jansen is samengesteld wordt medegedeeld.

Daar wordt namelijk vermeld, dat de hoofdgeul van het Pinkegat zich na 1873-'74 zich ongeveer met dezelfde snelheid als voor dit tijdstip (\pm 70 m per jaar) naar het oosten bleef trekken.

Volgens de opneming van 1891 in dit gebied is sinds 1873-'74 door het verder opdringen van het Pinkegat, de breedte van de Engelsmanplaat met ongeveer 1300 m afgenomen.

Uit het bovenstaande is op te maken, dat het stroomgebied van het Borndiep voor het Zuidelijk van Ameland gelegen Waddengebied sinds 1872 nog grooter is geworden. De hierboven geconstateerde verandering in den loop van deze hoofdgeul, waardoor de Vrijheidsplaat is achteruitgegaan, zal dus o.a. hiermede wel in verband staan.

Uit de kaart van 1903-'04 zijn de na 1892 plaatsgevonden wijzigingen alleen na te gaan voor de buitengronden, het Borndiep, de mondingen van het Gat om den Hoek en Blauwe Balg en de omgeving van de Kromme Balg, omdat hier alleen loodingen zijn verricht. Voor de volledigheid werd de kaart aangevuld met de gegevens van 1892.

Uit de opneming valt te zien, dat het Akkepollegat belangrijk is achteruitgegaan en de drempel aan het zee-einde veel breder is geworden. Daarentegen blijkt het, dat het Westgat zich verder naar buiten heeft doorgeschuurd, zoodat de bank voor den mond vrijwel verdwenen is. Hier staat nu 75 tot 100 d.m. water - N.A.P. Verder ligt het Akkepollegat als gevolg van een ombuiging naar het Westen niet meer in het verlengde van het Borndiep.

Het Strandgat is nog aanwezig, doch is aan de Noord-Oostzijde geheel afgesloten. Een gedeelte van het zand van de z.g. Strandruggen is blijkbaar door dit gat heen getrokken en heeft zich voor de kust van Ameland neergezet, waardoor de laagwaterlijn sterk naar buiten is gekomen, hetgeen ook blijkt uit de grafiek van de verrichte strandmetingen op bijlage 10 (raai 1 t/m 4).

Het Borndiep is tusschen Ameland en Terschelling weinig veranderd-

derd, alleen heeft het over een grootere lengte een diepte van 250 d.m. - N.A.P. verkegen.

De H.W.lijn van de Oostpunt van de Boschplaat is zeer dicht de hoofdgeul genaderd. Daar de L.W.lijn vrijwel op zijn oorspronkelijke plaats is gebleven, is het beloop van den oever ter plaatse zeer steil geworden.

De kust van Ameland ten Zuiden van Kaap Hollum is echter weer belangrijk afgenomen, zoodat het droge strand van de Vrijheidsplaat plaatselijk nu nog maar ongeveer 250 m breed is, terwijl dit in 1892 nog ongeveer 500 m bedroeg. De achteruitgang is dus \pm 25 m per jaar geweest. Uit de strandmetingen van Ameland (zie grafiek van bijlage 10, raai 1) is op te maken, dat omstreeks dit tijdstip de afname van de Z.W.kust van Ameland tot voorbij een punt ten westen van Kaap Hollum merkbaar is.

De verdieping van het Borndiep beneden 150 d.m. - N.A.P. ten zuiden van deze plaat heeft zich belangrijk in N.W.richting uitgebreid, zoodat het onderwaterbeloop nu ook zeer steil is.

De beide diepste gedeelten van het Borndiep schieten thans als het ware langs elkaar heen en vertoonen duidelijk een vloed- en ebgeul. Dit wijst erop, dat vooral bij eb een sterke stroom langs de Vrijheidsplaat loopt, welke de wegschuring blijkbaar tot gevolg heeft.

Voor de uitmonding van de Kromme Balg is gelijktijdig het bankengebied boven 75 d.m. - N.A.P. ook Noord-Westelijk uitgebreid. De in 1892 bestaande mond is achteruitgaande, terwijl een meer oostelijke is uitgeschuurd. Overigens is in dit gebied weinig veranderd, alleen is de Haantjesplaat door ontstaan van een nieuwe geul in de richting van de Trubbelop nu in drieën gesplitst.

De uitmondingen van het Gat van den Hoek en de Blauwe Balg zijn achteruitgegaan.

Tenslotte blijkt uit de kaart, dat waar het Borndiep overgaat in het Kikker- en Dantzichgat de diepte eenigszins groter is geworden.

Uit de kaart van 1914 zijn weinig belangrijke conclusies te trekken. De opneming in dat jaar is voor het Waddengebied zeer onvolledig. Zij moest worden aangevuld met loodingen van 1892 en 1903-'04.

Alleen kan worden geconstateerd, dat de bank voor Akkepollegat belangrijk is afgenomen, zoodat deze geul thans weer belangrijker is dan het Westgat.

De Kofmansbult is hooger geworden, daarentegen is het Bornrif weinig veranderd.

De hoofdgeul in den hals van het Zeegat heeft zich weer belangrijk meer in oostelijke richting verlegd, waardoor gelijktijdig de oostpunt van Terschelling beneden de hoogwaterlijn naar voren kwam. Het diepste gedeelte van de geul beneden 250 d.m. - N.A.P. is daarbij kleiner geworden.

Door bovengenoemde oostelijke verlegging is nu de 100 d.m. - N.A.P. lijn aan den oostkant van het Borndiep bijna een rechte lijn geworden.

De Z.W. punt van Ameland is nog verder achteruitgegaan. De breedte van het droge strand is nu nog maar 100 m, terwijl de hoog- en laagwaterlijn elkaar zeer dicht zijn genaderd.

Ten aanzien van de zijgeulen van het Borndiep is alleen op te maken, dat het Gat van den Hoek dicht bij de Boschplaat is gekomen.

De kaart van 1919-1920 berust op een klein aantal opnemingen in de omgeving van het Zeegat, daarentegen is het gebied van het wantij in dit jaar door den Rijkswaterstaat nauwkeurig opgelood.

Het Akkepollegat heeft nu weer een westelijker richting verkregen en is in diepte achteruitgegaan. Het Westgat is niet veranderd.

Bij de N.W.punt van Ameland is de L.W. lijn zeer ver naar buiten gekomen, hetgeen erop wijst, dat zich hier veel zand heeft neergezet, dat naar alle waarschijnlijkheid afkomstig moet zijn geweest van de uitschuring langs de Z.O.kust van dit eiland.

De diepte en ligging van den hals van het Zeegat is niet veel gewijzigd.

De Z.W.kust nam meer en meer af, zoodat nu vrijwel het geheele droge strand is verdwenen. Ook ten noorden van Kaap Hollum (zie bijlage 10 raai 2) is thans de kust afnemend.

Het Gat van den Hoek loopt nu dicht onder de Boschplaat en heeft een noordelijker richting. Deze geul is blijkbaar voor de aan- en afvoer van water naar en van het Terschellinger wad meer van belang geworden, waardoor zij in diepte is toegenomen.

De Koffyboonenplaat is thans door verschillende uitschuringen kleiner geworden, doch daarbij is zij aan de zijde van het Borndiep sterk vooruitgekomen.

Van deze plaat kan worden vermeld, dat zij aan de zijde van het Borndiep tusschen 1866 en 1892 achteruitgaande was.

Na laatstgenoemd jaar is zij gelijktijdig met de noordwaartsche verplaatsing van het Gat van den Hoek echter weder langzaam oostwaarts aangegroeid.

Ten aanzien van de andere geulen valt op, dat het westelijk gedeelte van het Dantzichgat en Kikkergat dieper is dan in 1903-'04.

Daar de geulen in de omgeving van het wantij nauwkeurig zijn opgelood, is de verplaatsing van dit tij sinds de vorige opname van dit gebied in 1892 weder na te gaan. Het blijkt sinds dat jaar ongeveer 800 m oostelijker te zijn gekomen of gemiddeld rond 25 m per jaar verschoven. Het heeft zich dus minder snel dan tusschen 1872-1892, toen de verschuiving ongeveer 60 m per jaar was, verplaatst.

De kaart van 1926-1927 geeft ons een duidelijk beeld van de veranderingen in het geheele onderzochte gebied, omdat in deze jaren door Hydrografie een volledige opname ervan werd gemaakt. Sinds de opneming in 1892 had dit niet meer plaats gevonden.

Allereerst kan uit de kaart worden opgemaakt, dat het Akkepollegat na 1920 sterk is achteruitgegaan, terwijl het Westgat vrijwel niet is veranderd. De toestand van de buitengronden vertoont veel overeenkomst met dien van 1903-1904.

De H.W.lijn van de N.W.punt van Ameland is belangrijk zeewaarts gekomen. De bij de opname van 1920 voor dit punt reeds geconstateerde groote zandaanvoer is dus blijven aanhouden.

Het Borndiep vertoont thans tusschen de eilanden een gebogen vorm, hetgeen blijkbaar is veroorzaakt door het opdringen van het onder waterbeloop van de Boschplaat. De as van de geul is bij vergelijking met 1919-1920 ongeveer gemiddeld 250 m oostwaarts verschoven, waardoor het Zuidelijk deel van het Borndiep verder is afgenomen. Het diepste gedeelte van deze geul beneden 200 d.m. - N.A.P. heeft zich daarbij belangrijk uitgebreid.

De H.W.lijn van de Boschplaat blijkt echter niet vooruit te zijn gekomen. Deze is zelfs aan Noord- en Zuidzijde teruggegaan, waardoor de Oostpunt van de Boschplaat een spitsen vorm heeft verkregen. De achteruitgang aan den Zuidkant is het gevolg van het steeds verder naar het Noorden opdringen van het Gat van den Hoek, dat thans Boschgat wordt genoemd. Deze geul neemt, gezien de grootere diepte, blijkbaar nog steeds in belangrijkheid toe. In hoofdzaak schijnt dit te kunnen worden toegeschreven aan het naar het Zuiden omzwaaien van de zuidelijke aftakking, waardoor deze geul thans het stroomgebied van de Blauwe Balg heeft overgenomen.

De Koffyboonenplaat verplaatst zich nog steeds hoe langer hoe meer in de richting van den hals van het Zeegat.

De W.kust van Ameland is na 1920, vooral ten Zuiden en ten Westen van Kaap Hollum, verder aangetast, zoodat zelfs nu de duinvoet is achteruitgegaan. De Vrijheidsplaat is daarbij in hoogte afgenomen.

De verdieping beneden 150 d.m. - N.A.P. in het Borndiep ten zuiden van genoemde plaat is langer en breeder geworden. De beide

diepe gedeelten in deze hoofdgeul schieten thans langs elkaar heen.

Het bankengebied voor de uitmonding van de Kromme Balg zou geheel verdwenen zijn. Het schijnt echter, dat de opname in 1926 voor dit gebied niet geheel juist is geweest, want bij de opname in 1934 zijn deze platen wel weer aanwezig en hebben zelfs een hogere ligging dan in 1903. Een verklaring voor het tijdelijk verdwijnen van deze aangroeiing is tenminste niet te geven.

Het Dantzichgat is sinds 1903 ook in diepte toegenomen en wel op het gedeelte gelegen tusschen de Kromme Balg en het Kikkergat.

Van de zijgeulen van het Borndiep blijkt de Blauwe Balg sinds 1903 nog verder te zijn achteruitgegaan, terwijl de oude Kromme Balg bijna geheel verdwenen is.

De Kromme Balg heeft een meer noordelijker richting verkregen en heeft zich Westwaarts verplaatst.

Er blijkt verder oostelijk een nieuwe geul nl. het vaarwater van de Zwarte Haan te zijn ontstaan.

In dit gebied schijnt zich telkens aan de oostzijde een nieuwe geul te vormen, welke zich dan langzaam Westwaarts verplaatst om dan weder te verdwijnen.

De overige zijgeulen bleven vrijwel gelijk aan den vorigen toestand.

Uit de situatie van de geulen nabij het wantij kan worden opgemerkt, dat het wantij zich blijkbaar sinds 1920 nog verder oostwaarts heeft verplaatst.

Volgens ruwe meting zou de verschuiving ongeveer 200 m hebben bedragen of ca 35 m per jaar.

De kaart van 1934, geeft weer belangrijke veranderingen te zien. De opneming is in dat jaar vrijwel volledig geschied.

Het Akkepollegat is nog verder in vermogen achteruitgegaan en is thans door een drempel, die boven 50 d.m. - N.A.P. ligt, afgesloten. De 100 d.m. - N.A.P. lijn aan den Noordkant van het Bornrif is daarbij naar het Noorden verschoven.

Ook tusschen het Westgat en het Borndiep heeft zich een drempel gevormd, welke een voortzetting is van de Koffyboonplaat. Deze plaat heeft zich sterk naar het Noorden en Oosten uitgebreid, waardoor hij thans vrijwel geheel in den hals van het Zeegat is komen te liggen.

Zeer belangrijk is daarbij, dat het Boschgat een geul naar het Noorden heeft doorgeschuurd, zoodat dit gat thans rechtstreeks met het Westgat in verbinding is gekomen en niet meer in het Borndiep uitmondt. Het daarbij vrijgekomen zand heeft blijkbaar den drempel in het Westgat gevormd en de uitbreiding van de Koffyboon-plaat bevorderd. De aanleiding tot deze doorschuring zal wel zijn geweest ^{het}

het steeds dichtter onder den wal van de Boschplaat opdringen van het Gat van den Hoek, waardoor tusschen deze geul en het Westgat een groot verhang is ontstaan, zoodat vooral bij stormvloedden groote stroomsnelheden over de plaat zullen zijn opgetreden.

Door deze belangrijke verandering zijn thans twee geulen, waarvan het Borndiep nog verreweg de grootste is, in den hals van het Zeegat aanwezig.

Het Borndiep heeft weer een meer gestrekte ligging, terwijl door het opdringen van de Koffyboonplaat deze hoofdgeul gedwongen werd zich eenigszins verder in oostelijke richting te verplaatsen, hetgeen opgemaakt kan worden uit den achteruitgang van de H.W.lijn bij de N.W.punt van Ameland en de afname van het Bornrif.

De veranderingen zijn echter in hoofdzaak ten koste van de Oostpunt van de Boschplaat geweest, waardoor het duin bij de Noord-Kaap dicht bij de H.W.lijn is komen te liggen.

De Z.W.punt van Ameland is weer verder afgenomen, terwijl de verdieping in het Borndiep ten Zuiden van dit punt na 1926 weer grooter is geworden.

Ten Zuid-Oosten van de Koffyboon-plaat blijkt het in 1920 geconstateerde plaatje zich te hebben uitgebreid, waardoor een vloed-schaar in het Borndiep is ontstaan. Een belangrijke ebstroom blijkt dus nog steeds vooral de geul langs den Z.W.oever van de Vrijheidsplaat te volgen.

Van de zijgeulen valt op, dat een nieuwe uitmonding voor de Kromme Balg bezig is zich te vormen in de richting van de bovengenoemde vloodschaar, hetgeen op een verdere Westelijke verplaatsing van deze geul in de toekomst doet wijzen.

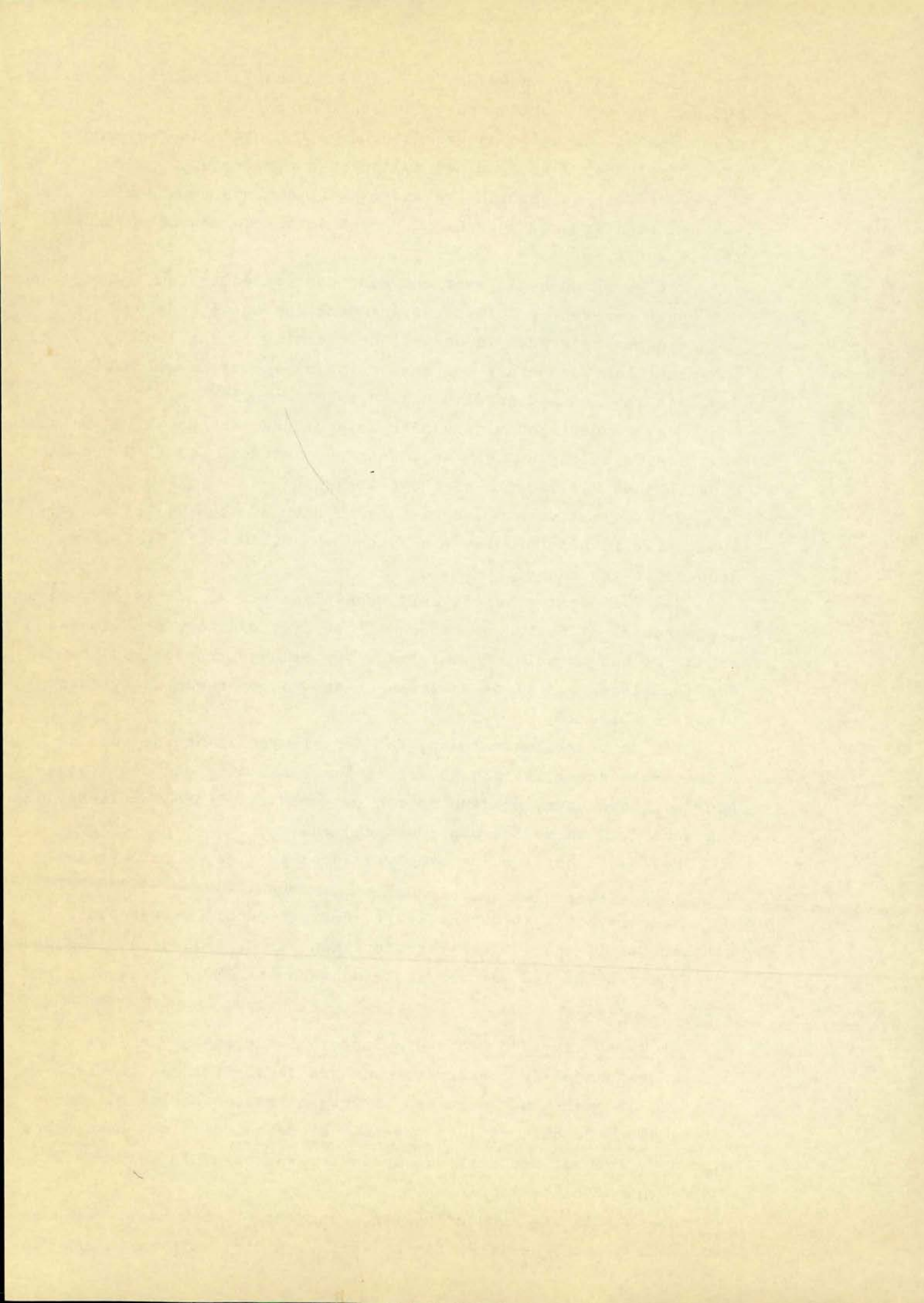
Het Dantzichgat en de overige zijgeulen zijn na 1926 vrijwel niet veranderd.

Tenslotte blijkt uit de kaart, dat het wantij steeds oostelijker komt te liggen. Uit de veranderingen van de geulen zou zijn op te maken, dat sinds 1926 de verplaatsing weder ca 200 m of ca 30 m per jaar is geweest.

De kaart van 1940 geeft als laatste in de reeks van jaren, waarin de opname werd verricht, geen groote wijzigingen te zien.

In dit jaar kon wegens het uitbreken van den oorlog alleen de buitendelta, de hals van het zeegat, het Borndiep en het Dantzichgat worden opgenomen. De kaart moest dus worden aangevuld met gegevens van de voorafgaande loodingen.

Hoewel dit bij andere kaarten, waarvoor dit ook moest geschieden, geen groote moeilijkheden opleverde, stuitte dit aanpassen voo



de omgeving van het Boschgat op onoverkomenlijke bezwaren. De aansluiting is daarom op dit punt achterwege gelaten en dus niet geteekend.

De veranderingen, welke tusschen 1934 en 1940 in den hals van het Zeegat en vóór de Z.W.kust van Ameland in het Borndiep hebben plaats gehad, zullen nog hieronder bij de doorloodingen meer gedetailleerd besproken worden.

Uit de kaart is te zien, dat in het Akkepollegat sinds 1934 het diepste gedeelte kleiner is geworden. Het Westgat heeft den drempel, welke tusschen dit gat en het Borndiep in 1934 aanwezig was, doorgeschuurd.

De Zuid-Westelijke hoek van het Bornrif is door het verder naar het oosten opdringen van het Borndiep weder afgenomen, terwijl ook de H.W lijn van de N.W.punt van Ameland hierdoor weer is achteruitgegaan.

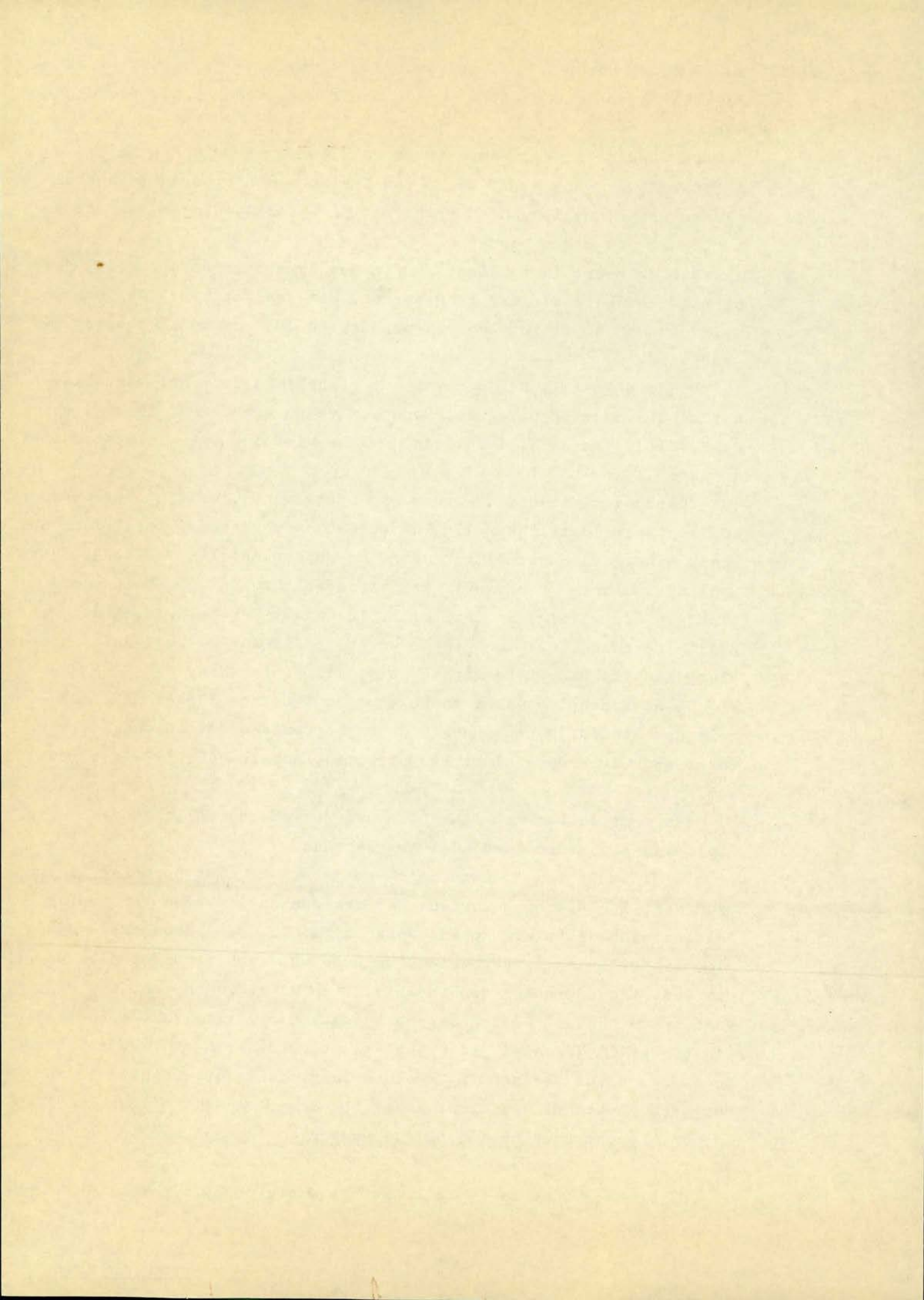
Voorzoover dit uit de opname is op te maken, schijnt het Boschgat ook een meer oostelijker ligging te hebben verkregen, terwijl nu nog een kleine geul onmiddellijk langs de Boschplaat loopt. Voor de uitmonding van het Gat bevindt zich thans een drempel. De Koffyboonplaat is als gevolg van deze wijzigingen wat versmald, doch een gedeelte is thans boven hoogwater komen te liggen. De Oostkant van de plaat is blijkbaar iets dichterbij Ameland gekomen.

Op de Boschplaat komt thans voor de tusschen 1932 en 1938 aangelegden Stuifdijk, waardoor bij een hoogen vloedstand thans geen water meer over deze plaat kan stroomen, zooals vóór 1932 het geval was.

Het profiel van het Zeegat is dus door de aanwezigheid van dezen Stuifdijk bij stormvloed kleiner geworden.

De Z.W.kust van Ameland neemt nog sterk af. Het Borndiep is voor deze kust nog dieper geworden. Het ten Westen van deze verdieping gelegen plaatje is afgenomen, waardoor de in 1934 geconstateerde vloodschaar bijna is verdwenen. De breedte van het Borndiep is op dit punt thans grooter dan in 1934. Deze wijzigingen schijnen wel verband te houden met de oostwaartsche verschuiving van de Koffyboonplaat. Het in N. Westelijke richting uitbreiden van de verdieping voor de Z.W.kust van Ameland wijst echter nog steeds op een uitschuring door den ebstroom, die dicht langs den oever van dit eiland blijft loopen. De veranderingen nabij de Boschplaat kunnen hierop weinig van invloed zijn geweest.

Tenslotte is op te merken, dat het Dantzichgat plaatselijk dieper is geworden.



Beschouwingen over de doorloodingen.

Aan de hand van de film van de doorloodingen (bijlage 6) zijn de veranderingen, welke tusschen 1917 en 1939 in het eigenlijke Zeegat hebben plaats gehad, meer nauwkeurig na te gaan.

Gelijktijdig zullen hierbij de op bijlage 7 geteekende dwarsprofielen van de sinds 1917 gepeilde doorloodingsraaien D_1 , D_2 en D_3 in beschouwing worden genomen.

Hierbij kan nog worden vermeld, dat de raaien D_1 , D_2 , 3, 4, 5, 6, 7, 8 en 9 vanaf 1935 jaarlijks zijn opgelood. Voor D_3 is de oorspronkelijke frequentie van 3 jaren voor de doorloodingen echter aangehouden.

Uit de kaarten van 1917 en 1920 blijken de volgende veranderingen te hebben plaatsgevonden.

Het Borndiep is belangrijk ondieper geworden, waardoor het profiel kleiner is dan in 1917. De grootste diepte van ongeveer 27 m - N.A.P. ging daarbij terug tot ongeveer 15 à 20 m - N.A.P.

Vooraf aan de zijde van Terschelling vond aanzanding plaats, waardoor o.a. tusschen de raaien D_2 en D_3 de 5 m - lijn vooruitkwam. Dit bevestigt de reeds bij de hydrografische opname 1919-1920 geconstateerde opschuiving van de Koffyboon-plaat.

Het onderwaterbeloop van Ameland groeide aan, hoewel de L.W.lijn achteruitgang vertoonde.

De kaart van 1923 geeft te zien, dat in de raaien D_1 en D_2 het Borndiep weder belangrijk dieper is. Het diepste gedeelte (ca 25 m - N.A.P.) is dicht bij Ameland gekomen. In raai D_1 bedraagt de opschuiving sinds 1917 zelfs ongeveer 450 m, daartegen is dit in raai D_2 veel minder. Hierbij heeft weer aanzanding langs de Westpunt van Terschelling plaats gehad, hetgeen erop wijst, dat de Koffyboon-plaat verder naar het Zeegat is opgeschoven.

Hoewel de H.W.-en L.W.lijn van Ameland verder is teruggedrongen, blijkt het onderwaterbeloop ten Zuiden van Kaap Hollum tusschen 5 m - N.A.P. en 15 m - N.A.P. te zijn aangegroeid.

Ten Noorden van Kaap Hollum is in raai D_1 het gebied, dat in 1920 tusschen 2.50 m - N.A.P. en H.W. lag, in hoogte afgenomen. Gelijktijdig is de geul, die hier langs de kust liep vrijwel verdwenen.

De kaart van 1926 vertoont een verdere verdieping en uitgroeiing in Zuidelijke richting van het diepste gedeelte van de geul. De grootste diepte is nu meer dan 25 m - N.A.P. en gelijk aan die in 1917. Het onderwaterbeloop van de kust van Ameland is vooral in de

raai D₂ afgenomen.

In deze raai is de 10 m - N.A.P.lijn 300 m in de richting van dit eiland verschoven. Aan de zijde van Terschelling is weer zand neergeslagen. In raai D₂ ging daardoor de 5 m - lijn ongeveer 150 m naar buiten.

De H.W.- en L.W.lijn van de Boschplaat is echter in raai D₁ en D₂ zeer sterk teruggedaan (max. + 600 m), waardoor het onderwaterbeloop zeer flauw is komen te liggen. Vlak langs deze punt van Terschelling loopt dus blijkbaar een sterke stroom, komende uit het Gat van den Hoek.

De kaart van 1929 geeft groote veranderingen te zien.

Het Borndiep is echter niet veel veranderd, alleen in raai D₂ is de 20 m - N.A.P.lijn aan den kant van de Koffyboonplaat ongeveer 100 m westelijker gekomen.

De groote verandering is, zooals hierboven reeds werd geconstateerd, het ontstaan van het Boschgat, onmiddellijk langs de Westpunt van Terschelling, waarbij gelijktijdig de Koffyboonplaat in het Zee-gat is komen te liggen.

Plaatselijk is het Boschgat reeds tot 10 m-N.A.P. diep. De Koffyboon-plaat ligt op enkele punten boven L.W.

De kust van Terschelling is door de geulvorming sterk afgenomen.

Het is opmerkelijk, dat het Borndiep zoo weinig invloed van deze veranderingen ondervond. Ook het onderwaterbeloop van Ameland vertoont geen groote wijzigingen, dit beloop is onder de 10 m-lijn zelfs eenigszins hooger komen te liggen, hoewel de H.W.- en L.W. lijn en thans zelfs de duinvoet terugging.

Uit de kaart van 1932 is op te maken, dat de Noordelijke verschuiving van de Koffyboon-plaat blijkbaar toch gevolgen heeft gehad voor het profiel van het Borndiep, al is het dan alleen in de raaien D₂ en D₃. In eerstgenoemde raai is de grootste diepte tot bijna 25 m - N.A.P. toegenomen, terwijl het diepste gedeelte beneden 15 m - N.A.P. aan de zijde van Ameland belangrijk breder is geworden.

In raai D₃ is op twee plaatsen nu ook een diepte beneden 20 m - N.A.P. gelood. Daar staat tegenover, dat blijkbaar door de sterke stroomschuring de Koffyboon-plaat in de genoemde raaien aan deze zijde van het Borndiep is afgenomen. Aan de andere zijde van deze plaat heeft zich thans het Boschgat geheel naar het Noorden doorschuurd; de grootste diepte bedraagt ongeveer 12 m - N.A.P. Hierdoor is de Boschplaat verder afgenomen en het onderwaterbeloop zeer steil geworden. In raai D₃ zijn twee afzonderlijke geulen gevonden, welke resp. 8 en 7.5 m - N.A.P. diep zijn. De Koffyboonplaat nam daarbij aan de westzijde af.

De rug tusschen de beide geulen ligt met haar bovenkant op 3.5 m - N.A.F.

Zooals uit het bovenstaande is op te maken, is de Koffyboonplaat smaller geworden, daartegen is zij over een groote oppervlakte boven L.W. komen te liggen.

Uit de dwarsprofielen van bijlage 7 is zeer goed te zien, dat het onderwaterbeloop van de Z.W.kust van Ameland ook belangrijk is achteruitgegaan. In raai D₃ is de 10 m - N.A.P.lijn dicht onder de kust gekomen.

Tenslotte is op te merken, dat langs den N.W. kant van Ameland een geul, diep ongeveer 5 m-N.A.P., is ontstaan. De H.W.lijn is in deze omgeving teruggegaan. Uit het dwarsprofiel van raai D₂ blijkt, dat ook voor de Z.W.kust van Ameland een geul loopt (13.5 m - N.A.P. diep), welke door een rug (bovenkant 11 m - N.A.P.) van de hoofdgeul van het Borndiep gescheiden is.

Of beide geulvormingen met elkander verband houden is niet na te gaan. Ze schijnen echter beiden te zijn ontstaan tengevolge van den ebstroom.

De kaart van 1935 geeft een beeld van een grooter gebied, omdat voor het teekenen nu ook over de sinds 1935 ten behoeve van het onderzoek uitgevoerde extra loodingen kon worden beschikt.

In de drie hoofdraaien is de ligging van het Borndiep dezelfde gebleven.

In raai D₁ is het profiel beneden 15 m - N.A.P. ook weinig veranderd, maar in de raaien D₂ en D₃ is dit profiel en de diepte kleiner geworden.

Het profiel van het Borndiep heeft zich echter wel in de richting van Ameland verruimd.

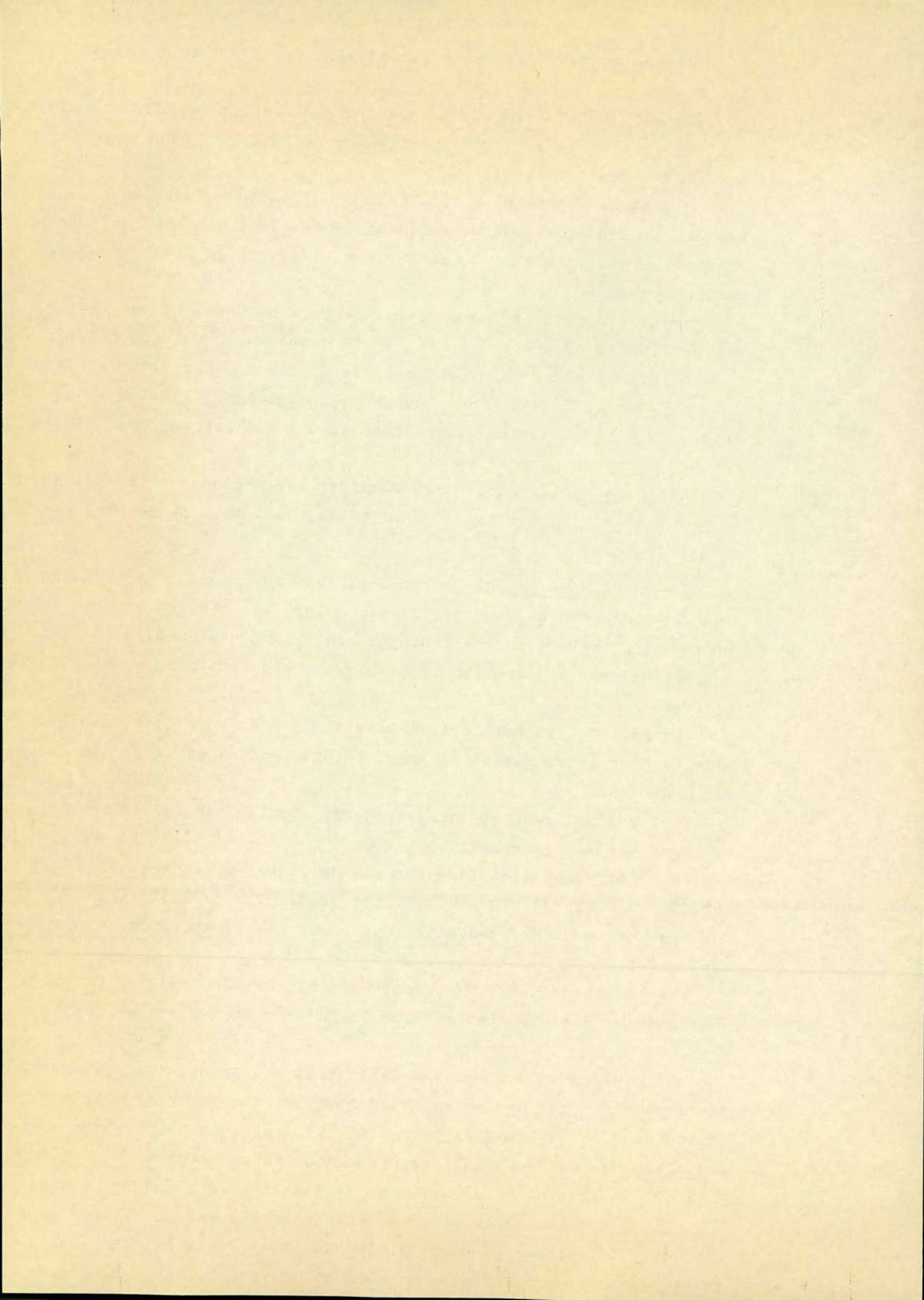
Het Koffyboonplaat is weder aan de Oostzijde aangegroeid, in raai D₂ en D₃ is de 5 m - N.A.P.lijn resp. 90 m en 250 m naar het Borndiep gekomen. Het gedeelte, dat boven L.W. ligt, is nu nog groter.

Het Boschgat heeft een groote oostelijke verplaatsing (\pm 200 m) ondergaan en het diepste gedeelte is in de raaien D₂ en D₃ veel breeder.

De geul onder den wal van Terschelling is weer teruggedrongen als gevolg van het hooger en breeder worden van den rug, die tusschen het Boschgat en deze geul vóór 1932 ontstaan was. Het onderwaterbeloop van de Boschplaat werd daardoor minder steil.

Het geultje onder de N.W.kust van Ameland is bijna verdwenen.

Uit extra-loodingen is nu te constateeren, dat in het Borndiep blijkbaar een vloed- en ebschaar is ontstaan. Reeds bij de beschouwingen van de hydrografische opnamen was gevonden, dat een dergelijke



lijke situatie zich gevormd had, doordat de verdieping in het Borndiep voor de Z.W.kust van Ameland zich steeds langzamerhand in N.W. richting had uitgebreid.

Uit de kaart is te zien, dat de beide diepste gedeelten van het Borndiep door een plaat, welke boven 10 m - N.A.P. ligt is gescheiden.

Uit de dwarsprofielen van de raai D₃ blijkt, dat na 1932 de diepte voor de Z.W.kust van Ameland nog is toegenomen. De 10 m - N.A.P. is in de drie doorloodingsraaien tevens veel dichterbij dit eiland gekomen; in raai D₂ is de verplaatsing ongeveer 150 m. Het gevolg is, dat de kust van Ameland verder is afgenomen en ten Westen en Zuiden van Kaap Hollum zeer steil is geworden.

De kaart van 1936 geeft weinig verandering in het diepste gedeelte van het Zeegat aan. Het onderwaterbeloop van de Koffyboonplaat is wat flauwer geworden, hetgeen op aangroeiing wijst.

De verdieping in het Borndiep voor de Z.W.kust van Ameland heeft zich tot voorbij loodingraai 4 noordelijk uitgebreid. De plaat tusschen de beide verdiepingen in de hoofdgeul is achteruitgegaan en werd niet meer in raai 4 gevonden. De diepte in de vloodschaar is afgenomen.

Tusschen de Bosch- en Koffyboonplaat is behalve het Boschgat nu weer een geul vlak onder den wal. In de raai D₃ heeft deze laatste geul twee vertakkingen.

Het Boschgat schijnt iets oostelijker te zijn gekomen, waardoor de Koffyboonplaat afnam. Plaatselijk is in het Gat een diepte beneden 10 m - N.A.P. gevonden.

De kaart van 1937 vertoont belangrijke achteruitgang van de diepte in het Borndiep zoowel in den hals van het Zeegat als voor de Z.W.kust van Ameland. De vloodschaar is tevens minder diep geworden.

De Koffyboonplaat is aan de zijde van het Borndiep aangezand. Door het oostelijk opschuiven van het Boschgat is deze plaat echter toch smaller geworden.

Ook aan de Noordzijde nam zij af. Een klein deel van de plaat ligt nu boven H.W.

Het Boschgat is weer wat ondieper, terwijl de geul onder den wal gekomen.

Langs de N.W.kust van het eiland is nu ook weer een geultje aanwezig.

Alleen in de raai D₃ is de Koffyboonplaat sinds 1935 nog sterk (ca 200 m) in de richting van het Borndiep aangegroeid. Noordelijker daarvan is deze plaat kleiner geworden. Het gedeelte, dat boven H.W. is komen te liggen, is belangrijk grooter.

Het Boschgat komt steeds oostelijker te liggen, waardoor de Koffyboonplaat aan die zijde wordt weggeschuurd. Het profiel van dit gat nam in de raai D_1 af.

Het geultje langs de Boschplaat breidde zich in Noordelijke richting weer uit, waardoor de kust van Terschelling achteruitgang vertoonde.

De diepte in deze geulen is ongeveer 8.50 m - N.A.P. resp. 6.50 m - N.A.P.; de plaat ertusschen ligt op ongeveer 2.50 m - N.A.P.

De kaart van 1939, welke de laatste van de serie is, vertoont weinig verandering in den hals van het Zeegat. In de raaien D_2 en 3 is de diepte iets kleiner dan in 1938.

De verbinding tusschen de beide diepe gedeelten van het Borndiep is weder verdwenen. De vloodschaar wordt kleiner. Ook het oostelijk daarvan gelegen plaatje trekt zich terug.

De Koffyboonplaat vertoont aangroeiing aan de oost- en noordzijde. De hoogte is echter afnemend. Vooral het gedeelte, dat boven H.W. ligt is veel kleiner dan in 1938.

Het Boschgat komt nog steeds oostelijker; in raai D_2 ongeveer 100 m en in raai D_3 ongeveer 80 m sinds 1938.

Door de aangroeiing aan de oostzijde heeft in raai D_3 de Koffyboonplaat echter vrijwel zijn zelfde breedte behouden.

De geul onder den wal van Terschelling verruimt zich in oostelijke richting en is tevens iets dieper geworden.

In de raaien D_3 en 3 t/m 9 is het onderwaterbeloop van Ameland boven 10 m - N.A.P. iets afgenomen.

Het geultje langs de N.W.kust van dit eiland verplaatste zich oostelijk en is iets dieper geworden.

Aangezien het van belang was, om naast de verschillende plaatsgevonden veranderingen in het Zeegat ook te weten of het doorstrotingsprofiel gewijzigd is, zijn met de beschikbare gegevens voor de loodingraaien D_1 , D_2 en D_3 nog de oppervlakten van de dwarsprofielen resp. voor de jaren 1892 en 1939-'40 bepaald.

Het jaar 1892 is hiervoor gekozen, omdat eerst na dit tijdstip afname van de Z.W.punt van Ameland in de omgeving van het Zeegat werd geconstateerd.

Daar de loodingen van den Rijkswaterstaat eerst in 1917 zijn ingesteld, zijn de gegevens voor het profiel van 1892 ontleend aan de opname van Hydrografie, welke in dit jaar werd verricht.

Op bijlage 8 zijn de bedoelde dwarsprofielen aangegeven.

De oppervlakteberekening toont aan, dat het doorstrotingsprofiel sinds 1892 is verruimd.

Voor 1892 werd gevonden als profiel van:

$$D_1 = 27963 \text{ m}^2$$

$$D_2 = 23981 \text{ m}^2$$

$$D_3 = 26296 \text{ m}^2$$

Voor 1939-'40 zijn de cijfers:

$$D_1 = 30185 \text{ m}^2$$

$$D_2 = 27500 \text{ m}^2$$

$$D_3 = 34815 \text{ m}^2.$$

Voor raai D_1 bedraagt deze verruiming dus ongeveer 8%, voor raai D_2 ongeveer 14% en voor raai D_3 ongeveer 27%.

Dat voor de laatste twee profielen zooveel grotere percentages worden gevonden, vindt zijn oorzaak in de omstandigheid, dat deze raaien de as van de geul onder een hoek snijden, die meer verouderd is dan de hoek die de raai D_1 met de as van de geul maakt.

Verder is op te merken, dat raai D_2 zoowel in 1892 als in 1939-'40 het kleinste profiel van de verschillende raaien had, daarentegen blijkt D_1 in 1892 en D_3 in 1939-'40 het grootste doorstrotingsprofiel te hebben. Dit laatste is vooral het gevolg van de groote afname van de Z.W.kust van Ameland.

Uit de verruiming van de profielen zou kunnen worden opgemaakt, dat de waterbeweging in het Zeegat is toegenomen.

Tevens is uit de geteekende profielen nog eens duidelijk te zien de groote verschuiving, welke het Borndiep sinds 1892 in oostelijke richting heeft ondergaan.

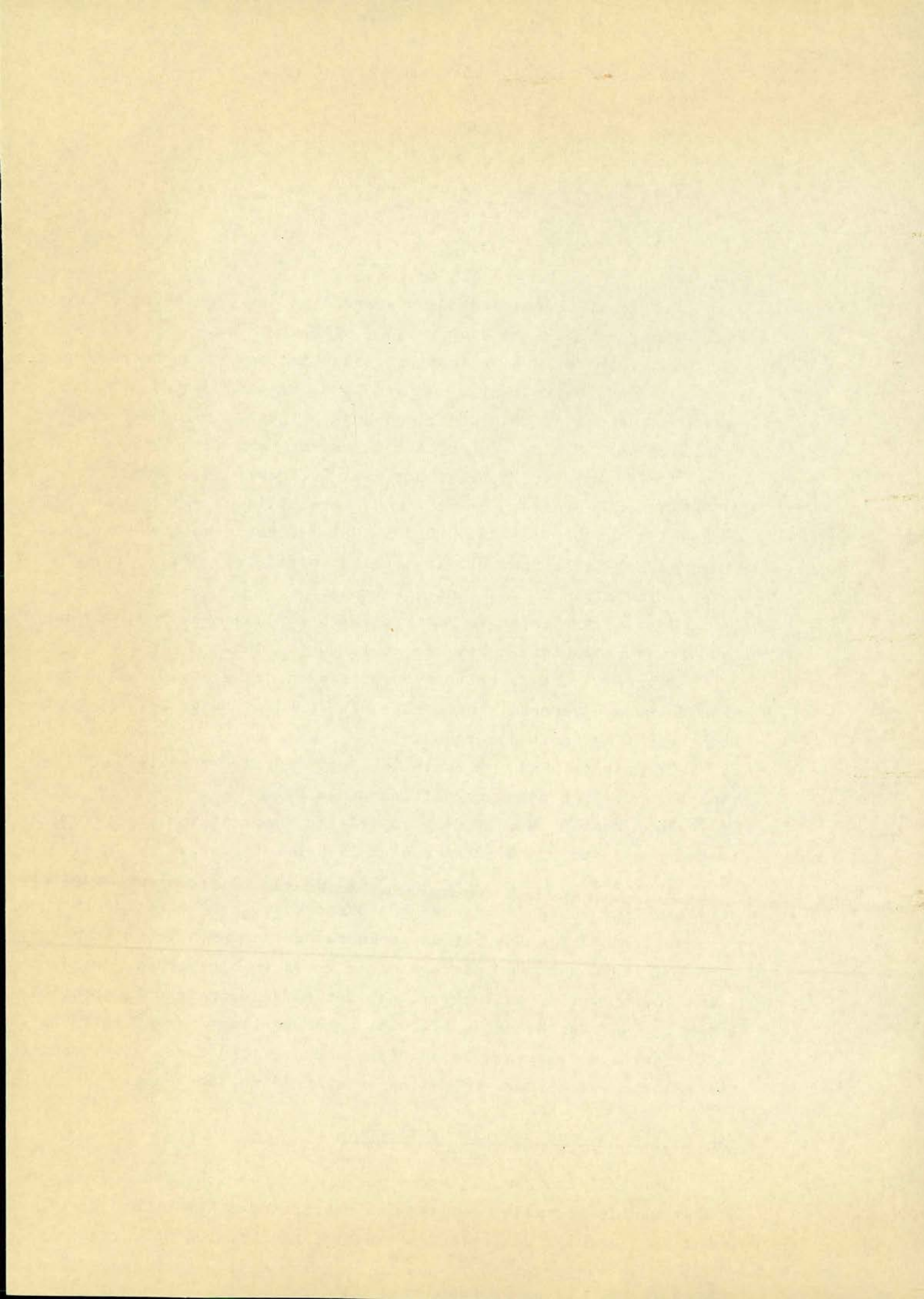
Op de plaats waar zich in 1892 het diepste gedeelte van deze geul bevond, ligt thans de Koffieboonplaat.

Voor raai D_2 blijkt deze oostelijke verplaatsing ongeveer 1 km te bedragen. Voor de overige raaien is het iets meer.

Tenslotte is nog nagegaan of ook na 1932 n.l. het jaar, waarin de afsluiting van de Zuiderzee tot stand kwam, het doorstrotingsprofiel veel gewijzigd is. Uit de gemaakte berekeningen is op te maken, dat vanaf 1920 het profiel regelmatig groter is geworden, doch dat juist tusschen 1932 en 1939 vrijwel hetzelfde doorstrotingsprofiel aanwezig was. Van bedoelde afsluiting is dus thans nog niets te merken, hoewel de Commissie Lorenz berekend heeft, dat de doorstrotingshoeveelheid van het Zeegat met ongeveer 1/15 zal toenemen.

Beschouwingen over de strandmetingen.

De grafieken van bijlage 9 geven een overzicht van de veranderingen van de strandlijnen langs de oostpunt van het eiland Terschelling na 1867. De grafieken van bijlage 10 geven de veranderingen na 1880 aan van de strandlijnen in de tien meest westelijke raaien



van Ameland, welke op een onderlingen afstand van 1 km zijn gelegen.

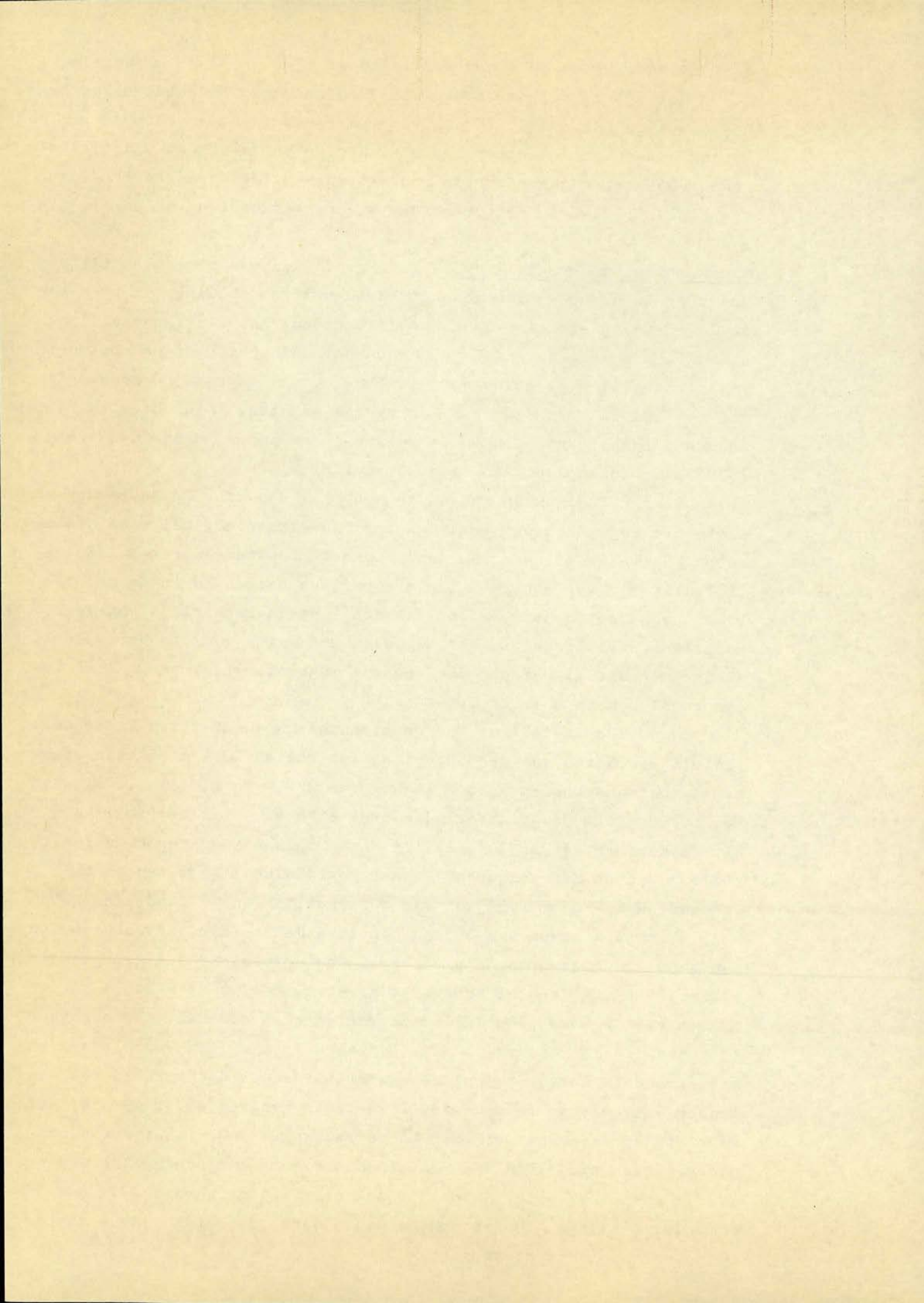
Met het oog op de studie van de afname van de zuidwestkust van Ameland zijn sinds 1936 in een viertal raaien aan de oostpunt van de Boschplaat en in zeventien raaien langs de zuidwestkust van Ameland ieder vóór- en najaar detailstrandmetingen uitgevoerd. De grafieken van bijlage 12 geven een overzicht van de uitkomsten van deze metingen.

Strandmetingen Terschelling. Uit de grafieken van bijlage 9 blijkt, dat vóór 1935, zeewaarts van het beginpunt van telling, in geen van de 10 oostelijke raaien langs het Noordzeestrand van Terschelling een duinvoet is gemeten. In 1926 had het duingebied op de oostpunt van Terschelling zich zoo ver uitgebreid, dat in raai 20 zeewaarts van den nulpaal een duinvoet kon worden gemeten. In de overige raaien is als duinvoet aangehouden de voet van den in de jaren 1932 t/m 1938 op de Boschplaat aangelegden Stuifdijk.

Over het algemeen kunnen in een raai van jaar op jaar voor- en achteruitgang van hoog- en laagwaterlijn elkaar nog wel eens afwisselen. De veranderingen van den duinvoet zijn in den regel iets gelijkmatiger. Over een iets langere periode bezien is in de meeste beschouwde raaien het verloop van hoog- en laagwaterlijn ongeveer hetzelfde. Wel liggen in het algemeen de maxima voor de hoogwaterlijn minder ver uit elkaar dan die voor de laagwaterlijn, terwijl ze in den regel ook iets later optreden.

Sinds de instelling van de strandmetingen ziet men in de meest westelijke raaien van de Boschplaat (de raaien 20 t/m 25) een sterke af en toe onderbroken achteruitgang van H.W.- en L.W.lijn. Duidelijker nog dan uit de afzonderlijke grafieken van bijlage 9 blijkt dit uit de krommen van bijlage 11. Op deze bijlage is onder elkaar het verloop van de over ongeveer 3 jaar gemiddelde plaats van de beschouwde H.W.- en L.W.lijnen van Terschelling en Ameland aangegeven.

Uit de krommen van bijlage 11 ziet men verder, dat het verloop van de strandlijnen in de dicht bij het Amelander Gat gelegen raaien 27 t/m 29 geheel anders is geweest, dan in de westelijke raaien van de Boschplaat. In deze raaien ziet men n.l. tot ongeveer 1880 een afname van het strand. Daarna begint er een vooruitgang van het strand te komen, en wel het eerst in de het dichtst bij het Amelander Gat gelegen raai no.29. In de daaropvolgende jaren wordt deze vooruitgang eveneens merkbaar in de raaien 28 en 27. Met eenige onderbrekingen blijft in deze raaien het strand aangroeien tot ongeveer 1927. Daarna zet een afname in - het eerst weer in raai 29. Deze afname duurt in raai 29 tot omstreeks 1938, in de beide andere raaien is ze nog niet tot staan gekomen.



De tusschen deze beide gebieden gelegen raai no. 26 geeft een zeer afwijkend verloop van H.W.- en L.W.lijn te zien. In deze raai hebben H.W.- en L.W.lijn zich soms in eenige jaren tijds een paar honderd meter in land- of zeewaartsche richting verplaatst. Sinds het begin van de strandmetingen tot 1935 ziet men hier over het geheel een strandafname. De vooruitgang in deze raai na 1940, kan dan ook wel eens een zeer tijdelijk karakter hebben, hetgeen eveneens het geval kan zijn met de thans waargenomen vooruitgang in de raaien 23 t/m 25.

Uit de situatie van bijlage 9 ziet men, hoe de overgang tusschen de doorgaande kust en het bankengebied van de buitendelta van het Ameland Gat ongeveer ter hoogte van de kilometerraaien 25 en 26 valt. De verschillende strandmeetgrafieken wijzen er verder op, dat het strand van de Boschplaat, ook over die gedeelten, waar soms belangrijke vooruitgang werd gemeten, sinds 1867 voortdurend is afgenomen. In het gebied van de buitendelta kunnen zich tijdelijk vóór het strand meer of minder groote hoeveelheden zand neerzetten, waardoor de strandlijnen somtijds belangrijk veranderen. Ook kunnen de geulen door de buitendelta of in het zeevat ten gevolge van verschillende oorzaken hun loop wijzigen, hetgeen weer invloed heeft op L.W.- en H.W.lijn. Als geheel is de toestand van het beschouwde kustgedeelte dus minder gunstig dan in 1867.

De veranderingen in de naar Ameland gerichte raai 29^I vertoonen een dergelijk beeld als die in de naburige loodrecht op het Noordzeestrand liggende raaien. De maxima en minima vallen echter iets vroeger dan die in raai 29.

Tusschen de jaren 1876 en 1922 hebben zoowel de H.W.-lijn als de L.W.-lijn aan deze oostpunt van de Boschplaat zich ruim 1200 m. in oostwaartsche richting verplaatst. Tusschen 1922 en 1937 is het strand wederom in ongeveer gelijke mate afgenomen, zoodat de toestand in deze raai niet belangrijk verschilt van die omstreeks 1870.

Ten gevolge van deze aangroeiing is het een paar jaar mogelijk geweest in de op 1000 m ten oosten van raai 29 gelegen raaien 30 en 30a, strandmetingen te verrichten. Nadat het Boschgat zijn mond heeft verlegd en niet langer meer met het Borndiep in verbinding staat, maar ten westen van de Koffieboonplaat een rechtstreeksche verbinding met het Westgat heeft verkregen, zijn deze raaien verloren gegaan.

Ten gevolge van de verplaatsing van den mond van het Boschgat is de laagwaterlijn in de aan de wadzijde van de Boschplaat gelegen raai 29a sinds ongeveer 1900 in landwaartsche richting verplaatst. Hetzelfde, hoewel in mindere mate, ziet men in raai 28a.

Ten gevolge van de groote breedte, welke het strand aan de wadzijde van de Boschplaat heeft, konden de veranderingen van L.W.lijn

en H.W.lijn hier heel verschillend zijn. De vrij groote veranderingen van de H.W.lijn aan deze kant van de plaat in een kort tijdsverloop moeten het gevolg zijn van vrij groote zandverplaatsingen. Omdat de stroomsnelheden hierzoo ver buiten de geul van het Boschgat - gering zijn, ligt het voor de hand te veronderstellen, dat deze veranderingen in hoofdzaak bij hooge stormvloed en zijn ontstaan toen het water nog dwars over de Boschplaat kon trekken, hetgeen na het aanleggen van den Stuifdijk niet meer mogelijk is. De vrij groote veranderingen ook na de voltooiing van dezen Stuifdijk in 1938, wijzen er echter niet op, dat dit gebied na den aanleg van den dijk tot rust is gekomen.

Strandmetingen Ameland. De grafieken voor de strandmetingen op Ameland (bijlage 10) zijn op dezelfde wijze opgezet als die voor Terschelling. Uit de ieder jaar verrichte opmetingen ziet men, dat de hoog- en laagwaterlijnen in één jaar tijds over het algemeen veel grootere veranderingen vertoonen dan den duinvoet.

Langs onze heele Nederlandsche Noordzeekust is de onderzeesche oever nogal beweeglijk. Onder invloed van golfslag en branding vormen zich buiten de L.W.lijn banken, welke zich in perioden van rustig weer in landwaartsche richting verplaatsen. Na een stormperiode zijn dergelijke banken geheel verdwenen en heeft de onderzeesche oever v vaak een gelijkmatig hellend beloop. Het kan dus op de uitkomsten der strandmetingen invloed hebben of men in een bepaald jaar vóór- of na afloop van een stormperiode de plaats van de strandlijnen bepaalt.

Over het algemeen is in de verschillende raaien het verloop van de H.W.lijn en dat van de L.W.lijn wel ongeveer hetzelfde. De verandering van den duinvoet vertoont wel eens eenige naijling. Is het strand breed, dan kan men er bij een doelmatig onderhoud wel in slagen den duinvoet te behouden of naar voren te brengen, ook al ver- toonen H.W.- en L.W.lijn achteruitgang. Begint het strand al te smal te worden, dan kan men den duinvoet niet meer vast houden en gaat ook deze achteruit, zooals dat bij de Z.W.kust op 't oogenblik het geval is (zie b.v. raai 1).

Uit de grafieken van bijlage 10, voor de 10 meest westelijke raaien op Ameland, kan men niet bepaald een periodiciteit in de veranderingen afleiden. Wel ziet men een enkele maal, dat een vóór- of achteruitgang in een bepaalde raai na eenige jaren gevolgd wordt door een vóór- of achteruitgang in de ten oosten ervan gelegen raaien.

Evenals de zandtransportmetingen (zie hoofdstuk V) wijzen de strandmetingen op Ameland er op, dat er van west naar oost een zandstroom langs onze kust trekt. De snelheid, waarmede deze veranderingen-

gen zich langs het strand verplaatsen, kan nog al eens verschillen. Gemiddeld valt in een volgende kilometerraai het maximum en minimum in de strandlijnen ongeveer 4 jaar later dan in de vorige raai.

In de raaien 3 e.v. hebben de H.W.- en L.W.lijn zich sedert 1900 vrijwel voortdurend in zeewaartsche richting verplaatst. Omstreeks 1905 heeft de bank het Bornrif zich ter hoogte van raai 3 met het strand verheeld. Dit heeft een groote zeewaartsche verplaatsing van de H.W.-en L.W.lijn in de raaien 3 t/m 6 ten gevolge had, waardoor de toestand van dit strandgedeelte belangrijk gunstiger is dan die in 1880.

Verder oostwaarts wordt de invloed van dezen zandaanvoer steeds later merkbaar (\pm 4 jaar later voor iedere kilometer meer oostelijk), terwijl de snelheid en de grootte van den vooruitgang bovendien steeds kleiner worden. Voorbij kilometerraai 10 is tot nog toe practisch geen invloed te bespeuren van het verheelen van de bank het Bornrif met het eiland Ameland.

In de aan de westpunt van het eiland gelegen raaien no.1 en 2 zijn de veranderingen geheel anders dan die langs het Noordzeestrand. Na een nu en dan onderbroken vooruitgang is omstreeks 1900, tengevolge van den achteruitgang van de aansluitende Zuidwestkust, een afname ingezet, waardoor de toestand in de raai no.1 aanzienlijk slechter is geworden, dan deze was tijdens de instelling der strandmetingen in 1880.

Waarschijnlijk ten gevolge van het verder samengroeien van het Bornrif met het strand van Ameland en het verdwijnen van de tusschen-gelegen geul heeft zich in raai 2 de H.W.lijn in 1925 plotseling 450 m in zeewaartsche richting verplaatst. Daarna is ook in deze raai achteruitgang opgetreden, welke vooral in de laatste jaren zeer snel gaat.

De kustafname heeft langs de westpunt van Ameland een zeer sterke versmalling van het natte en het droge strand ten gevolge gehad. De helling van deze strandgedeelten is dientengevolge veel grooter geworden dan op andere plaatsen. Zoo is de helling van het natte strand (gelegen tusschen de H.W.- en L.W.lijn) op het sterkst aangevallen gedeelte gemiddeld ongeveer 1 : 10, tegenover een gemiddelde helling bij de raaien 8 - 10 van ongeveer 1 : 70.

Aanvankelijk slaagde men er nog in om den duinvoet in raai 1 in zeewaartsche richting uit te breiden. Sinds 1917 gaat de duinvoet hier eveneens regelmatig achteruit. Op den duur zal men in raai 2 eveneens een achteruitgang van den duinvoet kunnen verwachten.

Detailstrandmetingen. Uit de grafieken voor de detailstrandmetingen van bijlage 12 ziet men, dat op de oostpunt van de Boschplaat de

toestand over het algemeen iets minder gunstig is dan in 1936. In raai 29^b zijn de H.W.- en L.W.lijn sinds 1936 iets in zeewaartsche richting verplaatst; in de raaien 29¹ en 29⁰ is daarentegen achteruitgang opgetreden. De oostkop van de Boschplaat is daardoor wat vlakker geworden.

In de meest zuidelijke raai is het natte strand het smalst (+ 25 m). In zeewaartsche richting neemt de strandbreedte toe en bedraagt in raai 29^d ruim 140 m.

In de meest noordelijke raaien op Ameland, de nos. 1 t/m 1^c, is na 1936 de H.W.lijn sterk achteruitgegaan; alleen in raai 1 is deze achteruitgang in 1940 tot staan gekomen en daarna door een vooruitgang gevolgd. Waarschijnlijk omdat het voor de Amelander kust door het oostelijke deel van de buitendelta naar zee stroomende geultje zich in zeewaartsche richting verplaatst heeft, is in 1939 de aanvankelijke achteruitgang van de L.W.lijn in deze raaien tot stilstand gekomen en is deze lijn enkele honderden meters naar buiten verschoven. In de raaien nos. 1 en 1^a gaat het strand sinds 1941 echter weer achteruit. In raai 1 heeft de verbreding van het natte strand blijkbaar de hierbovenbedoelde zeewaartsche verplaatsing van de H.W.lijn ten gevolge gehad; in de raai 1^a t/m 1^c is het droge strand na 1936 steeds smaller geworden.

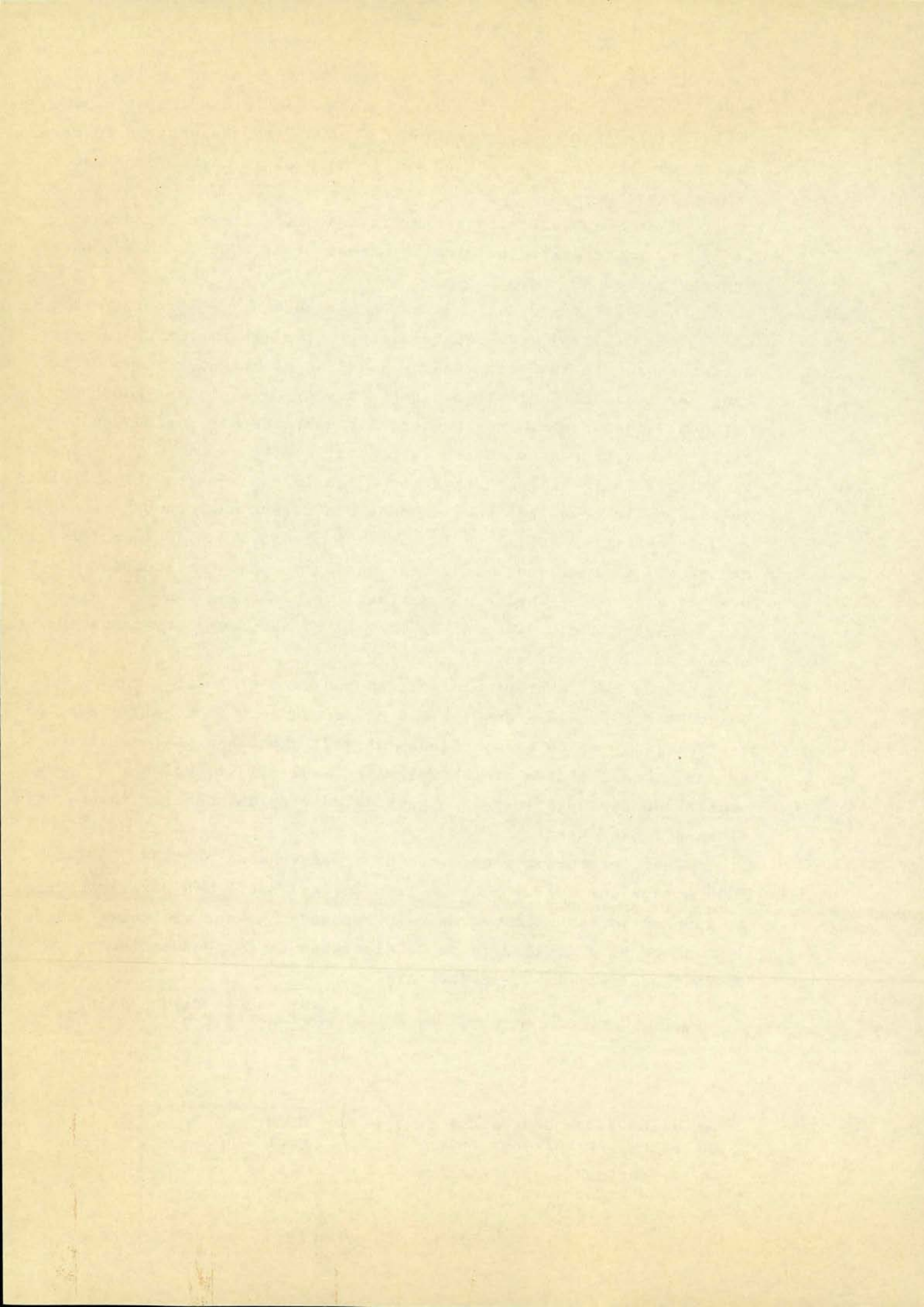
In de meer naar binnen gelegen raaien 2 t/m 8 zijn zowel de duinvoet als de H.W.- en de L.W.lijn voortdurend achteruitgegaan. De verplaatsing van de verschillende strandlijnen is niet regelmatig gegaan, zoals uit de hierna volgende tabel blijkt, welke voor verschillende strandgedeelten de gemiddelde verplaatsing per zomer- en winterhalfjaar geeft.

Voor Terschelling omvatten deze gegevens de periode voorjaar 1936 - voorjaar 1943. Op het eiland Ameland heeft men deze metingen in 1942 in verband met het daaraan verbonden gevaar niet uitgevoerd. De cijfers voor Ameland in de tabel hebben daarom betrekking op de periode voorjaar 1936 - najaar 1941.

Strand- lijn.	Terschelling (1936 t/m 1943)	
	raai 29 ^b t/m 29 ^d	
	zomer	winter
duin- voet	-	-
H.W.- lijn	- 4,1	+ 5,5
L.W.- lijn	- 17,2	+ 15,6

De getallen geven de gemiddelde verplaatsingen per halfjaar aan.

+ is zeewaartsche verplaatsing.
- is landwaartsche verplaatsing.



Strand- lijn.	Ameland (1936 t/m 1941).							
	raai 1,1 ^a en 1 ^b		raai 1 ^c t/m 7 ^a		raai 8,8 ^a en 9		raai t/m 9	
	zomer	winter	zomer	winter	zomer	winter	zomer	winter
duin- voet	+ 0,8	- 3,6	- 0,6	- 14,7	+ 3,8	- 7,6	+ 0,3	- 11,5
H.W.- lijn	- 4,7	-25,9	- 5,5	- 10,7	- 3,9	- 1,1	- 5,1	- 11,7
L.W.- lijn	+18,7	-23,2	-10,1	- 6,3	- 6,7	-15,7	- 4,4	- 10,9

Uit deze tabel ziet men, hoe het strand van de Boschplaat in den zomer afneemt en in den winter aangroeit. Voor de laagwaterlijn is deze afname groter dan de aanwinst in den winter; voor de hoogwaterlijn daarentegen iets kleiner.

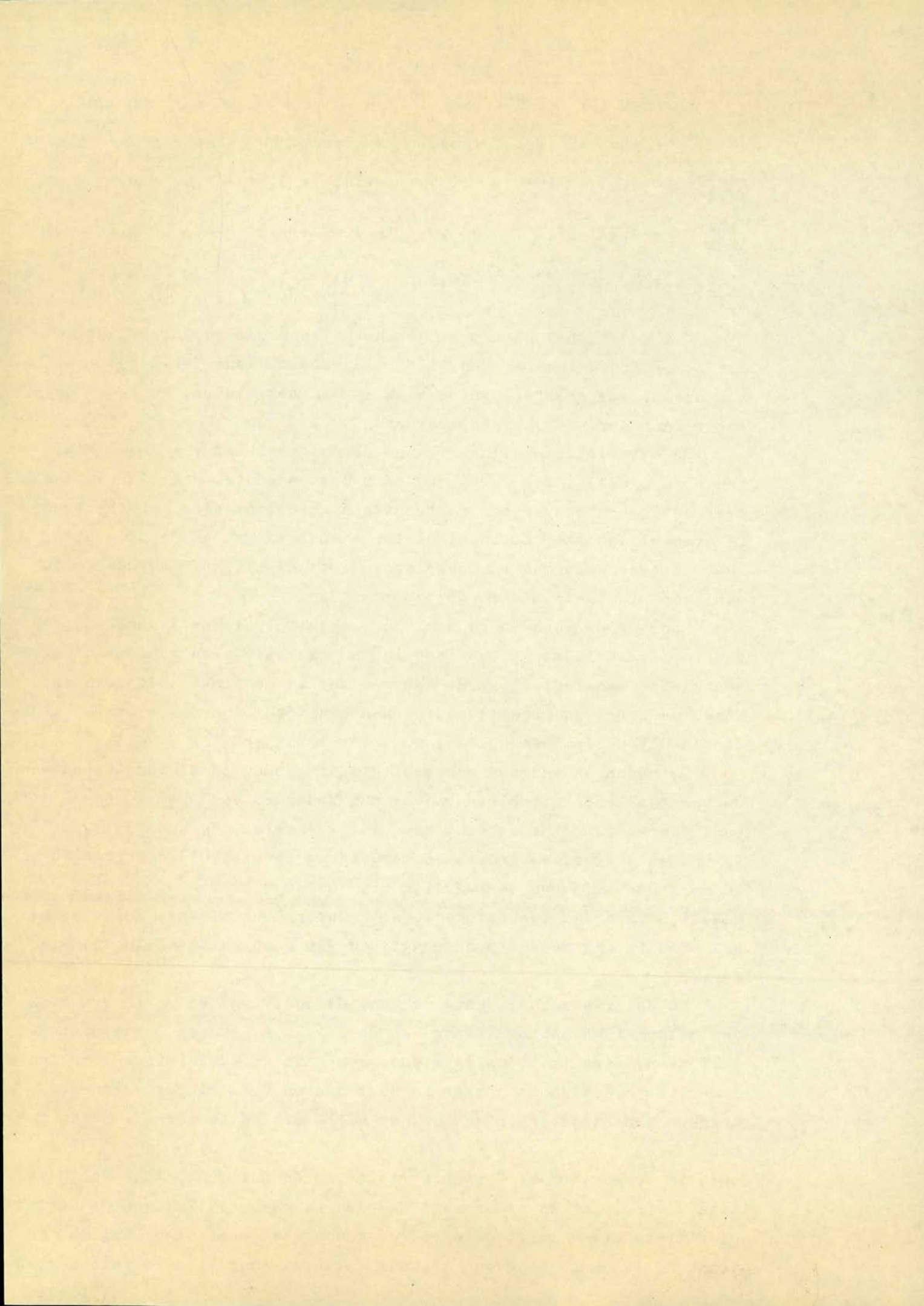
De detailstrandmetingen langs de Zuidwestkust van Ameland wijzen op een heel ander gedrag van dit kustgedeelte. Hier is gemiddeld over het geheele jaar een achteruitgang gemeten; deze achteruitgang is evenwel het sterkst in de wintermaanden en is dan, zooals uit de laatste twee kolommen van bovenstaande tabel blijkt, gemiddeld twee maal zoo groot als die in de zomermaanden.

Voor de periode voorjaar 1936 - najaar 1941 geeft de duinvoet van de Zuidwestkust van Ameland in de zomerhalfjaren gemiddeld nog een kleine aanwinst te zien. Het verlies in de winterhalfjaren is van dezelfde orde van grootte als de achteruitgang van H.W.- en L.W.lijn, zooals uit de laatste kolom van de tabel blijkt.

De bedragen van den achteruitgang in zomer en winter loopen voor de verschillende gedeelten van de zuidwestkust van Ameland nogal uiteen. Vooral in de drie meest noordelijke raaien, de nos. 1,1^a en 1^b, is in den winter een groote achteruitgang gemeten. In deze raaien is in de zomerhalfjaren de L.W.lijn vrij belangrijk vooruitgegaan, de H.W.lijn vertoont daarentegen ook 's zomers een afname, welke evenwel slechts ongeveer 1/5 bedraagt van den achteruitgang in den winter.

In de drie zuidelijkste raaien, de nos. 8,8^a en 9, is eveneens een belangrijke achteruitgang van de L.W.lijn gemeten in de winterhalfjaren; deze is bijna 2½ x zoo groot als de achteruitgang in den zomer. De H.W.lijn is echter in deze raaien veel minder veranderd, hetgeen een smaller worden van het natte strand tengevolge heeft gehad.

In bovengenoemde 2 x drie raaien is de duinvoet, tengevolge van aanstuiving, in den zomer iets naar voren gekomen. Tijdens de herfst- en winterstormen wordt deze voorgestoven voet weer opgeruimd en vindt zelfs aantasting van het duin plaats. Aangezien in deze raaien



het droge strand nog vrij breed is, blijft deze jaarlijksche achteruitgang van den duinvoet kleiner dan die van H.W.- en L.W.lijn.

In de tusschengelegen raaien, de nos. 1^c t/m 7^a, is de breedte van het strand steeds zoo klein geworden, dat hier ook 's zomers duinverlies optreedt, hetgeen tot gevolg heeft, dat de jaarlijksche achteruitgang van duinvoet, H.W.- en L.W.lijn vrijwel even groot zijn. Dit gedeelte van de Zuidwestkust wordt dus het sterkst aangetaast.

Bij het bovenstaande kan nog worden opgemerkt, dat de snellere afname van de amelander kust in de winterhalfjaren vermoedelijk een gevolg is van de open ligging voor stormen uit westelijke richtingen. Ten gevolge van de ruwere waterbeweging wordt bij storm veel zand in beweging gebracht, dat dan door den stroom weggevoerd wordt. Deze invloed is blijkbaar het grootst in de drie meest noordelijke raaien.

Aan de zijde van Terschelling gelden deze windinvloeden niet.

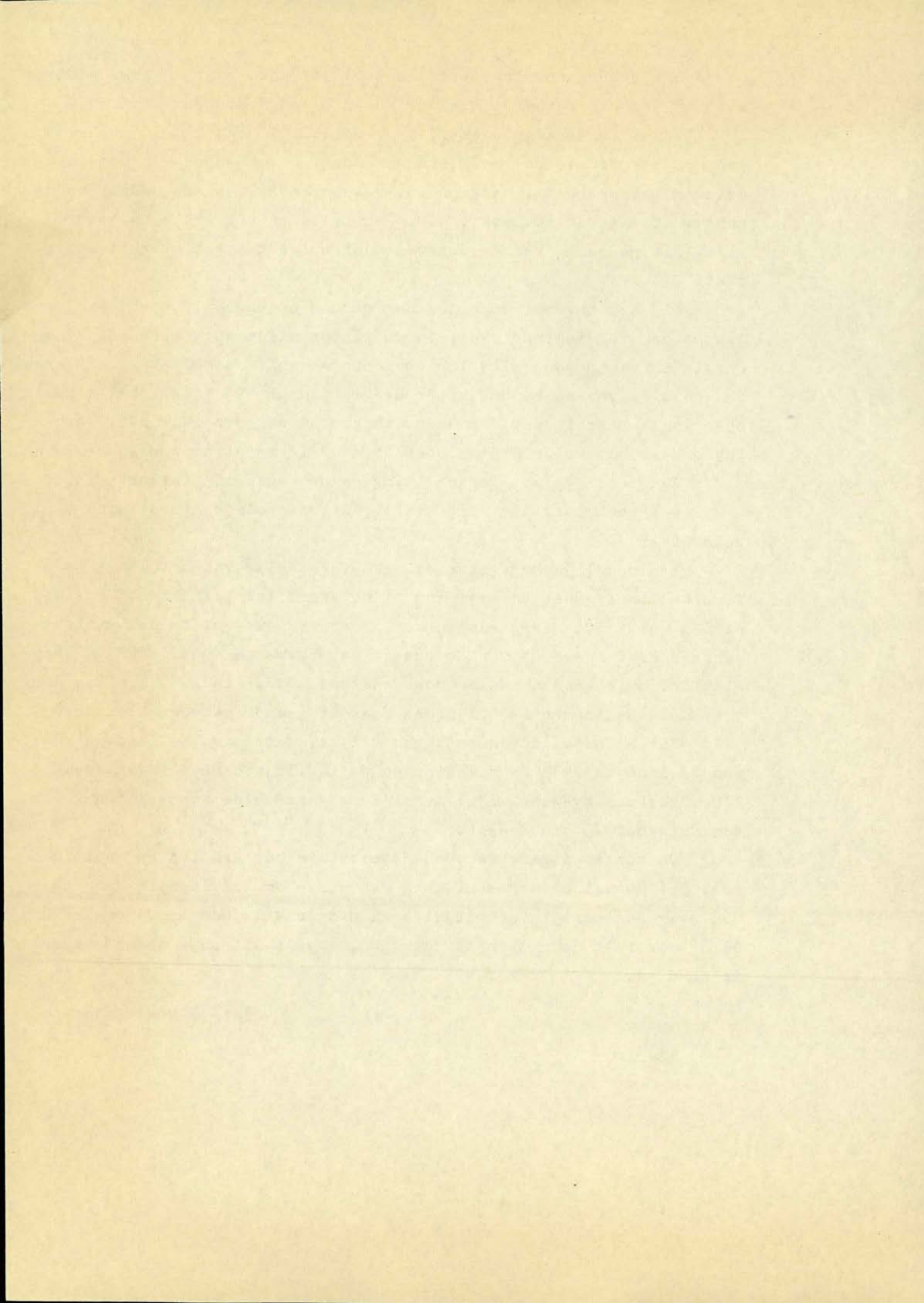
De Boschplaat ligt bij stormen uit westelijke richtingen veel beschutter.

Vermoedelijk komt hier een groot gedeelte van het langs de Terschellinger kust in beweging zijnde zand tot bezinking. Door den stroom wordt dit neergeslagen zand weer weggevoerd. In den winter, wanneer er tengevolge van de ruwere waterbeweging meer zand in beweging is, overheerscht de aanvoer en komen H.W.- en L.W.lijn dan naar voren. In den zomer is blijkbaar daarentegen de aanvoer kleiner.

Uit de detailstrandmetingen blijkt, dat langs de zuidwestkust van Ameland na 1936 de H.W.lijn en de L.W.lijn ongeveer gemiddeld 120 m achteruitgegaan zijn, terwijl de gemiddelde achteruitgang van den duinvoet 75 m bedraagt.

De achteruitgang van den duinvoet is het grootst geweest in raai 5^a. Hoewel de achteruitgang van H.W.- en L.W.lijn in deze raai ook zeer belangrijk is, blijkt toch dat deze lijnen in de raaien 8 en 8^a nog iets meer zijn teruggegaan, zooals uit onderstaande tabel is te zien.

-Achteruitgang-



<u>Achteruitgang strandlijnen in de periode</u> <u>1936-1943.</u>			
Raai no.	duinvoet	hoogwater	laagwater
29 ^b	--	+ 131	+ 47
29 ^I	--	- 42	- 44
29 ^c	--	- 32	- 51
29 ^d	--	- 18	+ 3
Gem. Ters- schelling	--	+ 10	+ 11
1	- 4	- 81	- 93
1 ^a	- 24	- 206	- 81
1 ^b	- 44	- 99	+ 32
1 ^c	- 76	- 126	- 111
2	- 106	- 117	- 127
3	- 60 ^x	- 70 ^x	- 111
4	- 86	- 110	- 116
4 ^a	- 113	- 123	- 128
5	- 118	- 134	- 116
5 ^a	- <u>137</u>	- 144	- 139
6	- 129	- 146	- 138
6 ^a	- 109	- 128	- 122
7	- 94	- 133	- 127
7 ^a	- 117	- 135	- 140
8	+ 13	- 140	- <u>167</u>
8 ^a	- 39	- <u>153</u>	- 162
9	- 25	+ <u>16</u>	- 162
Gem. Ameland.	- 75	- 119	- 118

x is 1936 - 1941

Dit oeververlies van ongeveer $\frac{119}{7} = 17$ m per jaar, zal bij de gemiddelde diepte van 20 m, welke onmiddellijk voor de kust aanwezig is, op een zandverlies van ongeveer 340.000 m³ per K.M. per jaar zijn neergekomen.

Uit de hydrografische opnemingen blijkt, dat de gemiddelde lengte van het afnemende kustgedeelte op het oogenblik op ± 6 K.M. is te stellen.

De grootte van de afname verloopt aan weerskanten van het sterkst aangevallen gedeelte ongeveer volgens een parabolische kromme, zoodat er langs den Amelander oever van de geul per jaar ongeveer $\frac{2}{3} \times 6 \times 340.000 = 1.360.000$ m³ zand wordt weggevoerd.

Aangezien de oever aan den kant van de Koffieboonplaat ongeveer met dezelfde snelheid naar voren komt, zal aan die zijde per jaar een vrijwel gelijke hoeveelheid zand worden afgezet.

De kustlijnen van de Boschplaat en Ameland.

In het voorafgaande werd alleen aandacht besteed aan de wijzigingen van de kustlijnen, welke de begrenzing vormen van het Amelander Gat. Zoodaals daarbij bleek, is het van belang om ook de veranderingen

van de volledige kustlijnen van Ameland en, voorzover dit nog niet geschied is, van de Boschplaat in het onderzoek te betrekken.

Een beeld van bedoelde wijzigingen, zooals deze zich vanaf het begin van de 17e eeuw zouden hebben voorgedaan, geeft bijlage 13 te zien.

Er blijkt allereerst uit, dat de ligging van Ameland na 1700 steeds nagenoeg Oost-West is geweest. Ook is sindsdien geen verandering in ligging, ten opzichte van Terschelling voorgekomen.

Het valt echter op, dat zowel Terschelling als Ameland aan den Oostkant belangrijk is aangegroeid. Voor Terschelling is dit het gevolg van de reeds geconstateerde aanhechting van de Boschplaat, hetgeen in de tweede helft van de 18de eeuw plaatsvond, waardoor de breedte van het zeegat zeer verminderde. Voor Ameland blijkt uitgroeiing in oostelijke richting reeds vanaf de eerste opname van het eiland (1731) voor te komen. Gelijkzeitig nam daarbij echter de Westpunt van het eiland af, zoodat dientengevolge het eiland in oostelijke richting is verschoven. Aangezien de aangroeiing grooter dan de afname is geweest, is het eiland tevens langer geworden.

Het duingebied, dat vóór ca. 1850 nog op twee plaatsen, n.l. ten westen van het dorp Nes en ten westen van de Oerderduinen, geheel doorbroken was, en tevens de daarachter gelegen lagere gronden, hebben vrijwel hun oorspronkelijke ligging behouden. Door het aanleggen van verschillende zanddijken is bereikt, dat het duingebied thans een aanéengesloten geheel vormt.

De afsluiting van deze duinopeningen, waardoor diepe slenken liepen, zal niet zonder invloed zijn geweest op het Amelander Gat, want zooals uit oude beschrijvingen van Ameland is op te maken, stroomde bij stormvloed veel water uit de Noordzee door deze slenken naar de Wadden.

Hoe groot de invloed van het dichtn der openingen op het zeegat is geweest, kan echter niet worden nagegaan.

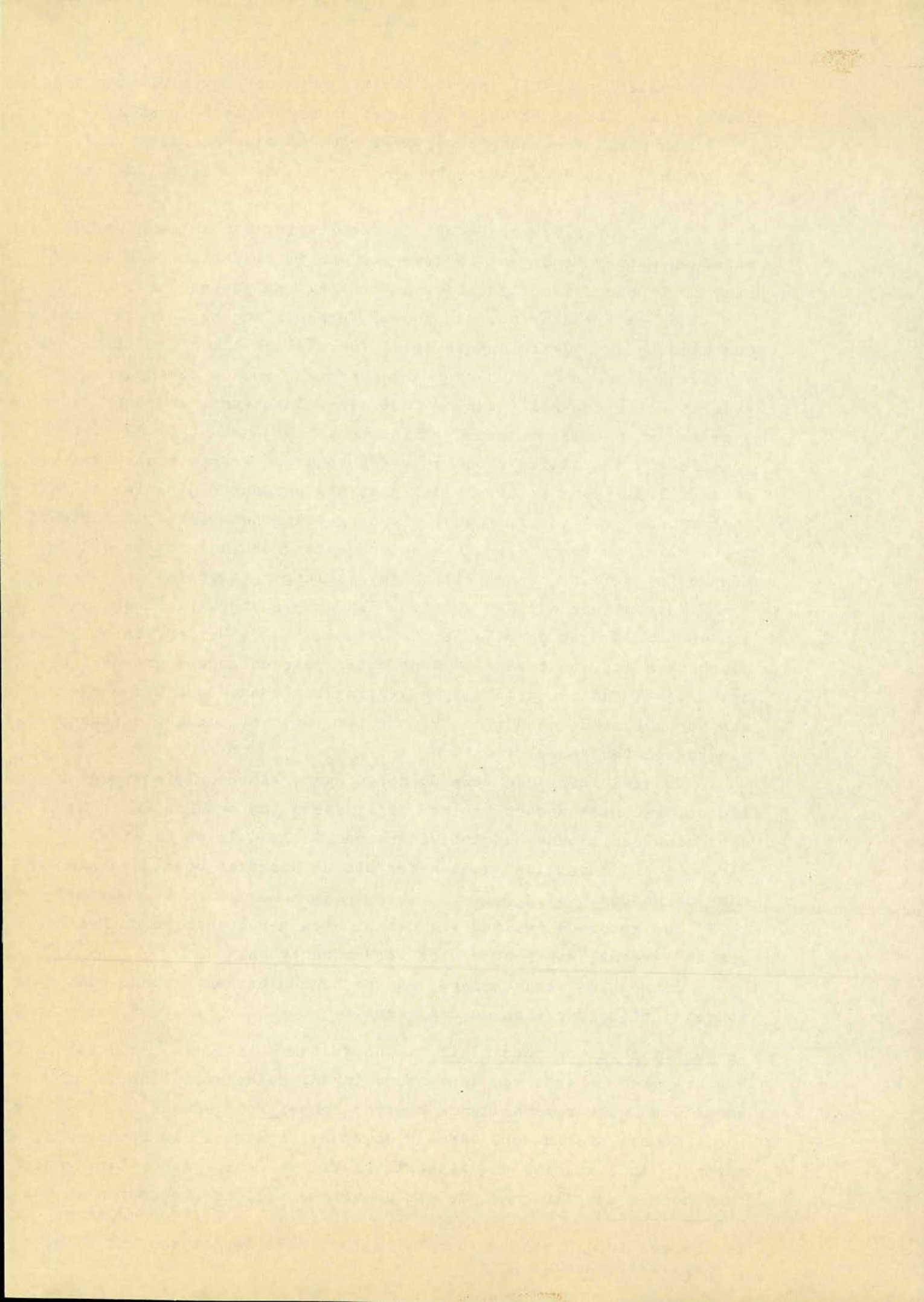
Omtrent de veranderingen van de Boschplaat en Ameland kunnen de volgende bijzonderheden worden vermeld.

De kustlijn van de Boschplaat. In hoofdstuk I is reeds een uitvoerige beschrijving gegeven van de veranderingen, welke zich tusschen 1600 en 1800 volgens verschillende kaarten hebben voorgedaan.¹⁾

Zooals hierin werd vermeld en op de bijlage 13 is aangegeven, waren in 1623 volgens de zeekaart van Willem Jansz. Blaeuw twee geuler tusschen Terschelling en Ameland aanwezig, n.l. het Coggediep en het

-Amelander-

1) Zie ook Ir. J. H. van den Burgt: Rapport "Het Zeegat van het Vlie," Oct. 1935, Hoorn.



Amelander Gat, waartusschen de bank "'t Bosch" gelegen was. Van 1585 tot ongeveer het einde van de 18de eeuw zou deze situatie zich hebben gehandhaafd, want volgens de kaart van het eiland Terschelling van J. Peereboom van 1794 was het Coggediep toen niet meer aanwezig en wordt de Boschplaat als één groot bij Terschelling aangesloten zandvlakte aangegeven.

Tegen het einde van de 19e eeuw is weinig verandering in de kustlijn van de Boschplaat te bespeuren. De strandmetingen van 1880 wijzen alleen uit, dat de hoog- en laagwaterlijnen aan de Noordzijde plaatselijk iets voor- en achteruit zijn gegaan.

Ook de kustlijn van 1940 wijkt niet veel af van die van 1880, aan de Noordzijde is de kustlijn achteruitgegaan, zooals bij het overzicht van de strandmetingen reeds is geconstateerd, terwijl de Zuidkant minder bochtig is geworden.

In het algemeen kan worden gezegd, dat de huidige kustlijn van de Boschplaat niet veel afwijkt van die in 1794.

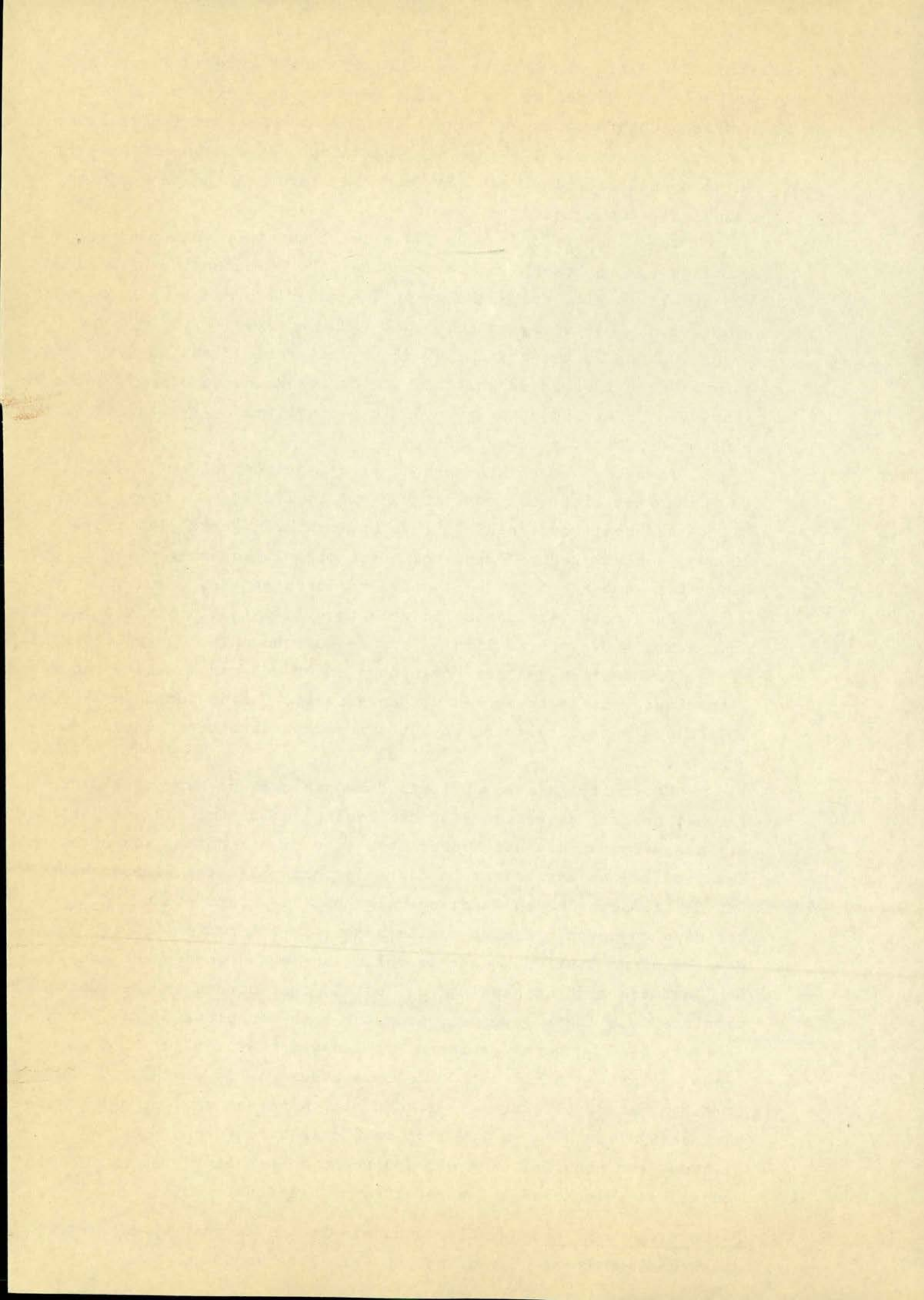
Wel heeft omstreeks 1922 de Oostpunt van Terschelling ca. 1200 m. oostelijker gelegen, doch deze tijdelijke aangroeiing is door het ontstaan van het Boschgat weder verloren gegaan.

De groote verandering in deze omgeving sinds het einde van de 18de eeuw is dan ook de ligging van de Koffyboonplaat voor deze kust.

Ten aanzien van het boven hoog water gelegen gedeelte van de Boschplaat valt op te merken de aanwezigheid van de tusschen 1929 en 1936 aangelegden Stuifdijk en het sinds 1880 uitbreiden van de duingroepen.

De Stuifdijk zal van invloed kunnen zijn op de gedragingen van het zeegat, aangezien vóór den aanleg van dezen dijk het zeewater bij stormvloedden uit het Noordwesten over de Boschplaat kon stroomen. Het profiel van het zeegat is daardoor thans bij stormvloedden kleiner. Dat de stroomsnelheden dientengevolge bij N.W.storm belangrijk grooter zijn geworden, is niet aan te nemen. Er zal nog moeten worden afgewacht of de Stuifdijk over de volle lengte kan worden gehandhaafd. Den laatsten tijd is namelijk het strand ten Noorden van het Oostelijk uiteinde iets lager geworden, waardoor zich een slenk op dit strandgedeelte heeft gevormd, welke dicht langs den Stuifdijk loopt en reeds een gedeelte van het Oostelijkste duin heeft aangetast. Ook uit de strandmeting blijkt, dat de kust hier afnemend was. Op het oogenblik schijnt de H.W. en L.W.lijn weinig te veranderen. Door het plaatsen van schermen ongeveer loodrecht op den Stuifdijk wordt thans getracht de slenk verder naar buiten te brengen.

De kustlijn van Ameland. Uit de oudste tijden is omtrent den waterstaatkundigen toestand van Ameland weinig bekend.



Het eenige geschrift, dat hierover eenig licht doet schijnen is de "Memorie, wegens den vroegeren en lateren staat der beide Vriesche Eilanden, Ameland en Schiemonnik-oog"¹⁾ in 1848 samengesteld door Ir. A.C.Kros, hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat in Friesland.

Hij deelt daarin o.a. mede, "dat in vroegere eeuwen, vóór onze tijdrekening, Ameland evenals de andere Waddeneilanden door lage waterachtige landen aan den vasten wal aangesloten is geweest, zoodat men dezelve bij Ebbe of laagwater meest droog van het vaste land te voet kon naderen, als men zich hier en daar laat overzetten."

Volgens deze beschrijving zou dus het Waddengebied sindsdien niet veel veranderd zijn.

Als gevolg van het omstreeks 350 jaar vóór onze tijdrekening ontstaan van verschillende doorbraken in onze duinenreeks, waarbij ook de Middellzee zou zijn gevormd, zijn zeker wijzigingen in de situatie gekomen. Vanaf dat oogenblik konden toen ook de stormvloedden tot het Waddengebied doordringen.

Volgens Ir.Kros zouden ook tijdens latere stormvloedden groote deelen van Ameland met o.a. de dorpen Sier, Oosthuizen en Oert zijn verdronken. Waar deze dorpen lagen, wordt niet door hem aangegeven.

De eenige schrijver, die over de ligging en het verdwijnen van deze dorpen uitvoerige bijzonderheden heeft vermeld, is F.Allan in "Het eiland Ameland en zijnde bewoners."²⁾

Hij vermeldt, dat Sier of Het Sier "vroeger een dorp op Ameland was, dat ten Noordwesten van Hollum (ongeveer ter plaatse, waar nu een Zeekaap staat) gelegen was en waar men een tamelijk ruime visschershaven vond." Door een ooggetuige werd Allan medegedeeld, dat omstreeks 1730 het laatste huis te Sier door brand werd verwoest.

Ook uit andere berichten meent hij te mogen opmaken, dat "het vroeger bestaan van Sier aan die zijde des eilands op een afdoende wijze wordt bewezen, daar men bij den watervloed van Februari 1825 ter dien plaatse, bij verstuiving der duinen en hoogen vloed, de grondvesten van onderscheidene gebouwen bloot zag komen.

Over de dorpen "Oosthuizen" of "Oert" is Allan van meening, dat met deze beide namen één en hetzelfde dorp wordt bedoeld en hij deelt mede, dat het "eenigermate Noordwestelijk van het tegenwoordige Oerd (zijnde een door duinen ingeslotene grasvakte) lag." Met het Oerd worden blijkbaar bedoeld de aan het oostelijk uiteinde van Ameland

-gelegen-

1) Memorie Ir.A.C.Kros, Dec.1848. Archief Prov. Griffie, Friesland.

2) F.Allan: Het eiland Ameland en zijn bewoners.
pag.71 en 72. Uitg. A'dam 1857.

gelegen Oerderduinen.

Uit deze plaatsaanduiding is op te maken, dat het dorp ter hoogte van de Oostelijke doorbraak in de duinenreeks moet hebben gelegen.

Allan zegt, dat het dorp "in den loop der eeuwen door herhaalde overstromingen en zandverstuivingen is geteisterd en sedert de eerste helft der 18de eeuw is tenietgegaan, terwijl de bewoners zich voor het grootste gedeelte met der woon te Buren vestigden."

Ook hier bracht volgens dezen schrijver de watervloed van 1825 de fundamenten van de vergane huizen aan het licht.

Hoe erg Ameland in den loop der tijd van stormen te lijden heeft gehad, blijkt ook zeer goed uit de mededeeling van Ir.Kros, dat in 1675 door een watervloed de meeste dijken van Ameland werden verwoest en vele landerijen verloren gingen. Ook de stormvloed van 1686, "toen het water tot zoodanige hoogte was gerezen, dat een schip uit de Noordzee naar de Zuidzijde van het eiland op de Wadden wierd gedreven door de zoogenaamde Slenk tusschen Ballum en Nes" moet ernstige gevolgen voor Ameland hebben gehad. Nadien schijnt Ameland nog door vele rampen geteisterd te zijn.

Door het ontstaan van doorbraken in de duinen en van slenken was tenslotte volgens Ir.Kros "het eiland bij stormvloed als het ware in een Westelijk en Oostelijk deel gescheiden." Rekent men daarbij nog de doorbraak in de duinen ten W. van het Oerd, dan viel Ameland eigenlijk bij stormvloed in drie gedeelten uiteen.

Aangezien volgens het bovenstaande blijkbaar in de tweede helft van de 17e eeuw groote rampen zijn voorgekomen als gevolg van de aanwezigheid van duindoорbraken, kan men wel aannemen, dat omstreeks het begin van de 17de eeuw de beide groote doorbraken in de duinen zijn ontstaan.

Behalve de aantasting aan de Noordzijde had, tengevolge van het opdringen van de ten Zuiden van het eiland loopende geulen, ook afslag van den Zuidelijken oever plaats.

Als gevolg van het vele grondverlies gingen de bewoners zich meer op meer op de scheepvaart oriënteeren. Genoegzaam bekend is het groote aandeel, dat de Amelanders in vroeger jaren in de walvisvaart hebben gehad. Heden ten dage herinneren op Ameland de twee of één rijen steentjes in de gevels van de verschillende z.g. Commandeurs- of Stuurliedenhuisjes ons nog aan deze Groenlandvaarders. Ook de hier en daar nog voorkomende afscheidingen van walvisbotten is daarvan een tastbaar bewijs.

Dat het grondverlies zich in de eerste helft van de 19e eeuw nog heeft uitgebreid, blijkt wel uit de mededeeling van Ir.Kros, dat vol-

gens de kadastrale opmetingen van 1830 en 1847, in 17 jaar tijds ca. 126 bunder grond verloren ging.

Uit de weinige kaarten, welke van het eiland gemaakt zijn, is het bovengeschetste vrijwel terug te vinden (bijlage 13). Helaas is er geen landkaart van Ameland vóór het ontstaan van de doorbraken in de duinen bekend.

De kaart van 1623 van Willem Jansz. Blaeuw, welke een echte zeekaart is en waarop slechts het westelijk gedeelte van Ameland voorkomt, doet alleen zien, dat in dat jaar nog een breed duingebied ten Westen van Kaap Hollum aanwezig moet zijn geweest. Hier zou dus het dorp Sier hebben gelegen.

Voorzoover bekend, verscheen de eerste landkaart van Ameland eerst in 1749. Deze werd geteekend door den Ingenieur D.W.E. Hattinga naar een opneming van den Ingenieur P. de la Rive, anno 1731.

Uit de figuratie van deze kaart is te zien, dat in 1731, als gevolg van de plaatsgevonden doorbraken, de duinen uit drie afzonderlijke groepen bestonden. Aan de Westzijde van het eiland blijkt het breedste duingebied zich te bevinden.

Bij vergelijking met de kaart van 1623, hoewel deze zeer onnauwkeurig moet zijn, zou men opmaken, dat de Westpunt sterk is afgenomen.

De dorpen Sier en Oosthuizen komen niet op de kaart voor. Ze zijn, zooals hierboven reeds werd vermeld, blijkbaar reeds vóór 1730 verloren gegaan.

Verder is op te merken, dat zich voor de duinen een breed strand bevindt, vooral aan den Westkant. Aan de Zuidzijde liep blijkbaar het Wad bij laag water over een groote breedte droog. Ten Zuiden van Hollum is dit gebied zeer breed.

Ten Westen van Nes is de Slenk als een breede geul aangegeven, terwijl ten Westen van het Oerd, waar het dorp Oosthuizen moet hebben gelegen, verschillende geulen, w.o. de Zinkesloot en Langewater zijn geteekend.

In 1809 werd door P.A. Overduyn een nieuwe kaart van Ameland vervaardigd. Deze is vollediger dan de opname van 1731. Zoo is thans ook de hoogwaterlijn langs de duinen aangegeven.

Er blijkt uit, dat er omstreeks 1800 ten Westen en ten Zuiden van Hollum een nog zeer breed droog strand is. Volgens de opneming zou de breedte gemiddeld 750 m hebben bedragen. Meer naar het Noorden wordt deze breedte geleidelijk kleiner en langs de N.W.kust valt de hoogwaterlijn samen met den duinvoet. De kust is hier steil, want ook de laagwaterlijn nadert zeer dicht den duinvoet. De duinen zijn sinds 1731 op dit punt belangrijk afgenomen. Doordat zij zich, waarschijnlijk door het overstuiven van zand, gelijktijdig aan de binnen-

zijde hebben uitgebreid, is de duinbreedte vrijwel gelijk gebleven. Aan de Noordzijde van het eiland is het duingebied bij de tegenwoordige strandpaal no.5 het smalst.

De afname van den N.W.-oever kan worden verklaard uit het naar de kust opdringen van het Noord-Oostgat, dat omstreeks 1800 zich daar bevond. (zie de kaart van 1798 van bijlage 5).

Voor het overige duingebied vertoont de duinvoet afwisselend vóór- of achteruitgang van geringe beteekenis, terwijl daar nog een behoorlijk breed droog strand aanwezig schijnt te zijn.

De beide groote onderbrekingen in de duinen en de daarin gevormde geulen vertoonen weinig verandering. Ten Zuiden van de strandpalen 10 en 15 vertoont het duin neiging om door te breken. Blijkbaar omstreeks 1800 is ter voorkoming van doorbraak de Ballumer Stuifdijk aangelegd, waardoor duinaangroeiing aan de landzijde werd bevorderd. Het juiste tijdstip van aanleg van dezen dijk is niet gevonden. Ook H.M. Henket, die in het gedenkboek van het Kon.Instituut van Ingenieurs van 1897¹⁾ een uitvoerige beschrijving heeft gegeven van de in de 19de eeuw op Ameland gemaakte duin- en oeverwerken, maakt van den aanleg geen melding.

Verder wijst de opneming van 1809 uit, dat de Zuidkust van het eiland door de zee wordt aangetast. Vooral ten Westen van de Slenk, waar de Zuidoever vrijwel uit Zandgrond bestaat, is de afname groot, zoodat het eiland daar ter plaatse veel smaller is dan in 1731. Door deze afname liepen eenige poldertjes ten Z.O. van Ballum in.

De laagwaterlijn daarentegen is langs den Zuidkant van het eiland bijna op alle punten iets vooruitgekomen. Aan de Oostzijde is een belangrijke aangroeiing te constateeren. De L.W.lijn is hier ongeveer 1250 m. oostelijker gekomen.

Zooals uit het bovenstaande is op te maken, was de toestand van Ameland omstreeks 1800 verre van rooskleurig.

In het begin van de 19de eeuw begint echter het inzicht te rijpen, dat he behoud van de Waddeneilanden op hun tegenwoordige plaats en in hun bestaande vorm een algemeen belang is, omdat dientengevolge geen belangrijke verruiming van zeearmen of het vormen van nieuwe meer zal plaats vinden, terwijl die eilanden een onmisbare beschutting vormen voor de zeeweringen der Noordelijke provinciën.

Als gevolg hiervan is sindsdien de verdediging van Ameland van Rijkswege geschied.

Dit heeft er toe geleid, dat men in de 19de eeuw er toe is overgegaan om door het aanleggen van zanddijken de beide groote onderbrekingen in het duingebied te dichten.

Een uitvoerige beschrijving van deze werken werd, zooals hierboven-
1) Gedenkboek Kon.Inst. van Ingenieurs. 1847-1897 K.B. 881-A-4.

boven reeds werd vermeld, door H.M.Henket gegeven.

Aan de hand hiervan wordt hieronder in het kort het verloop van deze werken geschetst.

Het herstellen van de duinenreeks op kunstmatige wijze heeft eerst ten Westen van Nes en later nabij het Oosteinde van het eiland plaatsgevonden.

De eerste zanddijk nabij Nes werd op kosten van het Domeinbestuur in 1808 aangelegd tusschen de Zuidelijke einden van de duinen ter weerszijden van de Slenk. Deze dijk ging in hetzelfde jaar weder verloren.

In 1828 werd het werk opnieuw aangevangen, thans door Waterstaat. De plaats van de door aanstuiving te vormen zanddijk werd meer Noordelijk gekozen, omdat daar sterker aanstuiving werd verwacht, wegens de minder grootenafstand tot het Noordzeestrand. Herhaaldelijk werd echter de onvoltooide dijk weder geheel of gedeeltelijk vernield, zoodat in 1845 de resultaten onbeduidend waren.

Sedert 1846 werd met kracht het werk aangevat en in jaren van weinig aanstuiving het dijksprofiel door "mollen" verzwaaard. De naam "Moldijk" is daarvan afkomstig. De dijk, welke 1100 m lang is, werd in 1851 voltooid. De bovenkant lag toen op 4 m + V.Z.

Door aanstuiving versterkt en door aanleg in 1890 van een 1400 m langen Stuifdijk ten Noordwesten van den Moldijk, ook wel "Slenkdijk" genoemd, werd de zeevering tenslotte in goeden staat gebracht. De laatstbedoelde dijk, de "Zwanenwaterstuifdijk" genaamd, werd daarna in de jaren 1891 tot 1912 nog belangrijk verzwaaard.

De eerste pogingen tot het vereenigen van de Kooijduinen, welke ten N.van Buren zijn gelegen, en de Oerderduinen werden tusschen 1855 en 1858 gedaan, toen vruchteloos werd gepoogd door aanstuiving een zanddijk tot stand te brengen tusschen de Kooi duinen en de 700 m ten Oosten daarvan gelegen lage duinen, het "Nieuwlandsrijd" genaamd.

Het werk werd eerst in 1880 hervat. In dat jaar werd een dijk gevormd, lang 3160 m en hoog 1.50 + V.Z., gelegen van ongeveer het midden van de Kooi duinen over het Nieuwlandsrijd naar de zuidzijde van de Oerderduinen. De dijk werd echter in hetzelfde jaar weder vernield.

Tusschen 1883 en 1893 werd tenslotte de thans bestaande Kooi-Oerdstuifdijk gelegd, welke proefondervindelijk heeft bewezen aan zeer zware stormen weerstand te kunnen bieden. Deze dijk, welke een lengte van 3600 m heeft, werd in tegenstelling met vroeger op het Noorderstrand gelegd, omdat gebleken was, dat de bodem in de richting van het Nieuwlandsrijd eenigszins kleihoudend is en te laag lag (nat strand), zoodat geringe aanstuiving plaats vond.

Thans heeft zich ter plaatse een prachtig breed duingebied gevormd.

Over de overige op Ameland uitgevoerde duinwerken kan tenslotte nog worden vermeld, dat in de 19e eeuw tusschen Hollum en Ballum de natuurlijke duinen verdwenen door groote afname van het strand, zoodat door het vormen en onderhouden van stuifdijken, werd voorkomen, dat de duinregel werd verbroken. Ook tegen de sterke afname van den Zuidoever, welke zoowel door uitschuring door de diepe geul "de Balg" tusschen Nes en Ballum werd veroorzaakt, als door afbrokkeling bij storm van den steilen kant van het oeverland even ten Oosten van Hollum tot het Zuidoosteinde van de Kooiduinen, werden maatregelen getroffen.

Tegen de afname door "de Balg" werd in 1846 en 1847 een stroomleidende dam gemaakt, loopende door deze geul en over de zandplaat de "Zuidwal", teneinde de stroom door het Molengat te leiden. (zie bijlage I). Het beoogde doel werd volkomen bereikt. De dam, welke 1206 m lang is, werd gedeeltelijk met zinkstukken en ten deele met rijspakwerk op hoogte gebracht en daarna boven den Wadbodem met steen bezet.

Tot het beteugelen van de afbrokkeling van den Zuidoever werd in 1843 aangevangen met het maken van voorzieningen, welke sedert dien nog regelmatig zijn verbeterd, vooral in de jaren 1913-1914 en 1929-1930. Thans is de oever geheel verdedigd.

Ook uit strandmetingen, welke voor het eerst in 1880 op Ameland door den Waterstaat werden uitgevoerd, zijn nauwkeurig de in de 19de eeuw opgetreden veranderingen na te gaan. Op de bijlage 13 zijn de duinvoet, hoog- en laagwaterlijnen volgens deze metingen nader aangegeven.

Ten aanzien van het verloop van deze lijnen is allereerst op te merken, dat de duinvoet aan de N.W.-zijde van het eiland ten Westen van den strandpaal 9 is afgenomen. Hierboven werd reeds vermeld, dat dit aanleiding was tot het maken van zanddijken om doorbraken te voorkomen.

In de omgeving van de oorspronkelijke Westelijke onderbreking in de duinenreeks, waar in 1880 alleen nog maar de Moldijk was voltooid, heeft aanzanding van de duinen aan beide zijden plaats gehad. De situatie is hier door den aanleg gunstig beïnvloed.

Ook de Kooiduinen zijn aan den Oostkant vooruitgekomen, blijkbaar als gevolg van de gedane pogingen om een zanddijk naar de duinen van het Nieuwlandsrijd aan te leggen. De afsluiting van deze opening in het duingebied werd eerst na 1880 bereikt. De Oerderduinen hebben zich tevens uitgebreid.

Verder blijken de H.W.- en L.W.lijnen op de plaatsen, waar de duinvoet is teruggeweken, gelijktijdig landwaarts te zijn gekomen. Zooals bij de beschouwingen van de hydrografische opnemingen reeds kon worden geconstateerd, zijn deze lijnen voor de Z.W.kust van het eiland belangrijk dichterbij den duinvoet gekomen. Langs de kust ten N.van den Moldijk is ook afname van den oever te constateeren.

Bij het oostelijk uiteinde van Ameland is weer veel zand terechtgekomen. Het boven hoogwater gelegen strandgedeelte is dientengevolge grooter geworden, waarbij de hoog- en laagwaterlijn nabij de oostelijke punt van het eiland sinds 1809 ca. 750 m. naar het Oosten is verschoven.

Tenslotte valt uit de figuratie op te maken, dat in de 19de eeuw de aantasting van den Zuidoever nog groot is geweest. Men moet daarbij echter in het oog houden, dat eerst omstreeks het midden van deze eeuw met den aanleg van den stroomleidenden dam door "de Balg" en het vastleggen van den oever werd begonnen.

Met betrekking tot de waterstaatkundige geschiedenis van Ameland dient hier volledigheidshalve te worden gememoreerd, de aanleg van den dam van Ameland naar de Friesland, welk werk onder leiding van Jhr.P.J.W.Teding van Berkhout in de 19de eeuw tot uitvoering werd gebracht. Het doel van deze onderneming was het bevorderen van de aanslibbing van het Wad, zoodat na eenigen tijd tot inpoldering van het gebied ten Zuiden van Ameland zou kunnen worden overgegaan.

Hoewel door de voor deze onderneming gestichte maatschappij, welke in 1869 van het Rijk concessie verkreeg tot het uitvoeren van de beoogde werken, belangrijke geldbedragen aan den aanleg werden besteed en ook het Rijk door het verleenen van een subsidie in deze kosten had bijgedragen, moest de onderneming tenslotte gestaakt worden. Gedurende de uitvoering bleek zoowel de constructie als het profiel van den dam niet voldoende om bestand te zijn tegen het geweld van de overstortende golven bij stormvloeden. Het gevolg was, dat ook na verzwaring en verhooging van den dam groote vernielingen voorkwamen.

De aanleg, waarmede in 1871 werd begonnen, was ondanks de onderzonden moeilijkheden in 1878 zoover gevorderd, dat de geheele dam op hoogte was gebracht en met steen bezet. Het resultaat van de aanslibbing was echter onbeduidend, zoodat in 1879 werd overgegaan tot het begreppelen van de voor den dijk gelegen Wadgedeelten. Toen echter na 1880 steeds weder bij stormweer groote gaten in den dijk werden geslagen, waarvan het herstellen groote bedragen vorderde, raakte tenslotte het kapitaal van de maatschappij geheel uitgeput.

Aangezien de deelnemers niet bereid gevonden werden om opnieuw

kapitaal beschikbaar te stellen kon het werk niet worden voortgezet, met het gevolg, dat de dam spoedig in zeer slechte toestand kwam te verkeren.

Nadat in 1903 door het Rijk van de maatschappij gevorderd was om het werk te voltooiën en deze toen in gebreke bleef om hieraan te voldoen werd tenslotte de concessie vervallen verklaard.

Omtrent den huidigen toestand, waarin het eiland verkeert, kan aan de hand van de in 1940 uitgevoerde strandmetingen en de in 1934 gedane hydrografische opneming nog het volgende worden medegedeeld. (bijlage 13).

Het duingebied van Ameland is thans door den aanleg tusschen 1883 en 1893 van Kooi-Oerstuifdijk één gesloten geheel. De Zwanenstuifdijk, welke in de jaren 1891 tot 1912 door aanstuiving werd gemaakt, heeft de situatie ten N.O. van Nes aanmerkelijk verbeterd. De duinvoet is na 1880 alleen bij de N.W.-kust (strandpaal 3) en ter hoogte van de palen 7, 8 en 9 iets afgenomen.

De duinvoet van de Z.W.kust ligt volgens de kaart op dezelfde plaats als in 1880. Uit de op bijlage 10 voorkomende grafieken van de strandmetingen is reeds gebleken, dat in raai no. 1 tusschen 1880 en 1917 de duinvoet naar buiten was gekomen, doch als gevolg van de verdere afname van de kust is deze aanwinst thans weder verloren gegaan.

De hoog- en laagwaterlijnen van 1940 vertoonen groote wijzigingen ten opzichte van de vorige opname.

De verandering van deze lijnen nabij de Z.W.kust is reeds bij de beschouwingen over de hydrografische opnemingen en strandmetingen voldoende besproken. Uit de figuratie van de kaart is nogeens duidelijk te zien, dat de laagwaterlijn voor dit kustgedeelte tusschen 1809 en 1940/1934 - de L.W.lijn voor den Zuidkant van het eiland moest aan hydrografisch opneming van 1934 worden ontleend - zeer belangrijk (ca. 1 Km.) is teruggeweken.

Ook voor de N.W.punt van het eiland kan naar genoemde beschouwingen worden verwezen. Op de kaart komt uit hoe belangrijk de vooruitgang sinds 1904 daar is geweest.

Voor de Noordkust is tusschen de strandpalen nr. 8 en 18 afname te zien, doch uit de verrichte strandmetingen is op te maken, dat na 1920 weer verbetering valt te constateeren.

Een zeer belangrijke verandering heeft bij het Oostelijk uiteinde van Ameland plaats gehad. Hier heeft de plaat "De Horn" zich zeer sterk Oostwaarts uitgebreid. Na 1880 heeft de aangroeiing ongeveer 3,5 K.M. bedragen. Ook voor de perioden tusschen de jaren

1731-1809 en 1809-1880 werd reeds een vooruitgang van resp. 1250 m en 750 m geconstateerd. Hoe het juiste verloop daarvan was, kon wegens gebrek aan gegevens niet worden nagegaan. Voor de jaren 1880-1940 kan dit echter thans uit de jaarlijksche strandmetingen worden beoordeeld.

In verband hiermede is in onderstaanden staat voor verschillende jaren de ligging van de hoogwaterlijn van den Oostpunt van het eiland gegeven.

Jaar	Afstand tot O-punt
1880	+ 236 m.
1892	- 141 m.
1913	- 574 m.
1919	- 310 m.
1927	+ 640 m.
1934	+2049 m.
1940	+3695 m.
1941	+3670 m.

- beteekent afstand ten Oosten O-punt.
+ " " " " Westen O-punt.

Zoals uit het staatje blijkt, lag de hoogwaterlijn in 1880 oostwaarts van het nulpunt in de gemeten Oost-West loopende raai.

In de jaren 1880-1913 is achteruitgang (ca. 800 m.) en in de jaren 1913 - 1940 belangrijke vooruitgang gevonden; tusschen 1927 en 1940 is deze zeer groot. (ca. 3 km)

De omstandigheid, dat Ameland na 1800 aan de oostzijde meer dan 4 km. is verlengd, is blijkbaar het gevolg van de verplaatsing van het ten Zuiden van Ameland gelegen wantij, welke reeds bij het beschouwen van de hydrografische opnemingen werd opgemerkt.

Nabeschouwing.

1. Betreffende de veranderingen van de buitengronden in de laatste 100 jaren kan het volgende worden gezegd.

In het Westelijk gedeelte van de buitendelta blijken na 1800 vrijwel steeds twee geulen n.l. het West- en Akkepollegat aanwezig te zijn geweest, waarvan de eerste, welke in hoofdzaak door den vloedstroom op diepte wordt gehouden, meestentijds de belangrijkste was. Het Akkepollegat was alleen in 1831, 1892 en 1914 meer van betekenis.

Een zekere regelmaat in het ontstaan en weder verdwijnen van

deze geulen is niet te vinden.

In hoofdstuk I werd opgemerkt, dat uit de kaarten vóór 1800 is op te maken, dat het Westgat telkens na 100 jaren (1600 - 1700 - 1800) weder haar hoogtepunt zou bereiken, doch dit sluit niet aan bij het hierbovenstaande. Deze schijnbare tegenstelling is te wijten aan de zeer weinige en veel minder betrouwbare gegevens, welke aan de beschouwingen van hoofdstuk I ten grondslag liggen.

In het Oostelijk gedeelte van de delta, dat door het Bornrif gevormd wordt, kwamen na 1800 slechts geulen van weinig beteekenis voor. Zij waren nimmer als vaarwater in gebruik.

Hoewel het ontstaan van deze geulen blijkbaar een gevolg was van het in Oostelijke richting "omzwaaien" van de geulen in de buitengronden, hetgeen ook bij de andere zeegaten werd waargenomen, valt na 1903 hier weinig meer van te bespeuren. Mogelijk houdt dit verband met een afname van het transport van zand langs de kust of een versterking van de getijstroomen naar en uit het zeegat.

De zandrijkdom van het Bornrif was het grootste omstreeks de jaren 1800, 1850 en 1900. De plaat breidde zich tusschen 1860 en 1890 in Noordwaartsche richting uit.

2. Met betrekking tot het eigenlijke zeegat kan het onderstaande worden opgemerkt.

Een zeer ingrijpende wijziging voor het zeegat was het verdwijnen van het Coggediep omstreeks het einde van de 18de eeuw, waardoor de Boschplaat zich met Terschelling kon verhelen en het zeegat werd versmald.

Ook de veranderingen in de tweede helft van de 19e, doch vooral die in de 20ste eeuw waren voor den hals van het zeegat belangrijk. In dien tijd is haar as door afname van de Westpunt van Ameland ongeveer 1400 m in oostelijke richting verschoven, terwijl het diepste gedeelte van het gat zich uitbreidde. Gelijkzeitig nam de grootste diepte van 20 m tot meer dan 25 m - N.A.P. toe.

De Oostpunt van de Boschplaat, welke tot 1880 afnemend was, vertoonde vanaf dit jaar sterke aangroeiing, zoodat dit punt in 1922 1200 m was vooruitgekomen. Na 1922 ging deze vooruitgang weder geheel verloren, als gevolg van wegschuring door het Boschgat, waardoor in 1929 deze geul een rechtstreeksche uitmonding in het Westgat verkreeg.

Sedert 1929 zijn dus twee geulen in den hals van het zeegat aanwezig. De Koffieboonplaat, welke reeds vanaf 1892 een geleidelijke verschuiving in N.O.richting vertoonde, kwam daarbij geheel in het zeegat te liggen.

Bovengenoemde veranderingen wijzen erop, dat veel zand in de -omgeving-

omgeving van de Oostpunt van de Boschplaat werd neergeslagen. Ook thans is dit nog het geval vnl. in het winterhalfjaar, want dan groeit de plaat aan.

Voor de Koffieboonplaat was tot 1939 de zandafzetting ook belangrijk. In 1939 en 1940 nam de hoogte en breedte van deze plaat echter weder af.

De Oostelijke verschuiving van het zeegat was in 1940 nog niet tot staan gekomen. De Koffieboonplaat en het Boschgat vertoonden eveneens een doorgaande verplaatsing in oostelijke richting. In de afgelopen twintig jaren bedroeg de verschuiving nog ongeveer 300 m.

Uit de doorstromingsprofielen van de doorloodingsraai D_1 zou zijn op te maken, dat het profiel van het zeegat tusschen 1892 en 1940 ongeveer 8% grooter is geworden.

3. De veranderingen aan de Westkust van Ameland geven het volgende te zien.

Hoewel de beschikbare gegevens minder betrouwbaar zijn, schijnt in de 17e en 18e eeuw de kust sterk achteruitgegaan te zijn, waardoor o.a. het dorp Sier verloren ging.

In de eerste helft van de 19e eeuw blijkt alleen de Vrijheidsplaat te zijn afgenomen. Na 1850 breidde deze aantasting zich echter meer en meer Noordwaarts uit en werd omstreeks 1900 te Westen van Kaap Hollum merkbaar. Ook na 1900 ging de kustlijn belangrijk achteruit (L.W.lijn ca. 700 m en H.W.lijn ca. 500 m) en de strandmetingen van 1943 wijzen uit, dat de afname thans nog in onverminderde mate voortgaat. (gemiddeld 20 m per jaar).

Het droge strand, dat in 1892 ten Westen van Kaap Hollum nog een breedte van ongeveer 500 m. had, was in 1917 geheel verdwenen, zoodat vanaf dat tijdstip de duinvoet ook achteruitgaande is.

Volgens de kaart van 1809 en de opneming van 1940 zijn in de daartusschen gelegen perioden de H.W.- en L.W.lijnen van de W.kust gemiddeld meer dan 1 km landwaarts verplaatst.

De achteruiging van den duinvoet ten Zuiden van Kaap Hollum bedroeg tot 1943 gemiddeld 200 m. Alleen al tijdens het onderzoek werd dit duingebied ongeveer 120 m smaller.

Uit de detailstrandmetingen is nog te zien, dat tusschen 1936 en 1941 de achteruitgang aan de Z.W.punt van het eiland het grootst is geweest en dat in het winterhalfjaar, blijkbaar als gevolg van storminvloeden, de afname belangrijk grooter was dan in het zomerhalfjaar.

Voor zooveel uit de hydrografische opnemingen is op te maken, zou als directe oorzaak van de aantasting de stroomschuring langs de Z.W.kust gedurende de eb zijn aan te wijzen. Er blijkt namelijk

uit, dat het Borndiep onmiddellijk langs het beschouwde kustgedeelte breeder en dieper is geworden, terwijl deze verdieping zich steeds geleidelijk in de richting van den ebstroom heeft uitgebreid.

4. Voor het eigenlijke Waddengebied kan worden geconstateerd, dat de Oostelijke verplaatsing van het wantij achter Ameland, hetgeen valt te constateren uit de Oostwaartsche uitbreiding van het ten Z. van het eiland gelegen geulenstelsel van het Borndiep, waarbij gelijktijdig de Westelijke uitloopers van het Pinkegat zich meer en meer terugtrokken, zeer ingrijpend is geweest.

Het stroomgebied van het Borndiep ten Z. van Ameland werd dienengevolge grooter. Deze hoofdgeul en de zijgeulen in dit Wadgedeelte hebben zich aan deze verandering moeten aanpassen.

Uit de hydrografische opnemingen blijkt, dat het Borndiep na 1850 - ook omstreeks dit tijdstip is de verplaatsing van het wantij begonnen - veel breeder en dieper is geworden. Of dit echter alleen een gevolg is van het verleggen van het tij kan niet met zekerheid uit de opnemingen worden opgemaakt. Ook andere omstandigheden hebben hiertoe kunnen medewerken.

Toch schijnt de vergrooting van het stroomgebied daarop een niet geringen invloed te hebben gehad, aangezien ook het Dantzich, Molen- en Kikkertgat - vooral de eerstgenoemde geul - zeer in belangrijkheid zijn toegenomen en dit alleen een gevolg kan zijn van de verschuiving van het wantij.

Volgens de verschillende opnemingen na 1800 van dit gebied zou het tij zich als volgt hebben verplaatst:

tusschen 1854 - 1872	1300 m	of gemiddeld ca. 65 m/jaar
" " 1872 - 1892	1200 m	" " " ca. 60 m/jaar
" " 1892 - 1919	800 m	" " " ca. 25 m/jaar
" " 1919 - 1926	200 m	" " " ca. 35 m/jaar
" " 1926 - 1934	200 m	" " " ca. 30 m/jaar

De totale verplaatsing tusschen 1854 en 1934 heeft dus ongeveer 3700 m bedragen, hetgeen een zeer belangrijke afstand is. Daar na 1934 het gebied in de omgeving van het wantij niet meer is opgenomen, is waarschijnlijk deze afstand thans ongeveer 4 km., aannemende dat de verplaatsing in hetzelfde tempo nog is voortgegaan.

Aangezien het verleggen van het wantij een gevolg moet zijn van een verplaatsing in Oostelijke richting van het Pinkegat, is nagegaan hoe groot deze na 1800 is geweest.

In de nota "Groninger Wadden" worden de volgende afstanden daarvoor gegeven:

tusschen 1832 - 1873	2800 m	of gemiddeld 70 m/jaar
" " 1873 - 1891	1300 m	" " " 70 m/jaar
" " 1891 - 1927	geen verplaatsing.	

Tot 1927 bedroeg dus de totale verplaatsing 4100 m. Hieruit is op te maken, dat de verschuiving van het wantij in langzamer tempo plaatsvindt dan die van het Pinkegat, hetgeen te verwachten is, gezien de geringe stroomsnelheden in de omgeving van het wantij.

Dat na 1891 geen aanwijzing meer voor het Pinkegat werd gevonden, hoewel deze wel verwacht kon worden, wordt in de nota verklaard uit de omstandigheid, dat onder de Engelsmanplaat zich een vaste kleilaag bevindt, welke blijkbaar een zeer grooten weerstand tegen wegschuren bezit.

Of het Pinkegat na 1927 nog is verschoven, kon wegens het ontbreken van gegevens niet worden nagegaan.

Als gevolg van de verplaatsing van het Pinkegat, groeide de Oostpunt van Ameland aan. Deze bedroeg tusschen 1809 en 1880 ongeveer 750 m en tusschen 1880 en 1940 ongeveer 3500 m. of te zamen ongeveer 4250 m.

Vooraf in de laatste 10 jaren was de vooruitgang van de H.W.- en L.W.lijn van de Horn zeer groot.

Uit het bovenstaande valt op te maken, dat zoowel de verplaatsing van het Pinkegat en het wantij achter Ameland, als de uitgroeiing van dit eiland na 1800 vrijwel een gelijke afstand n.l. rond 4 km heeft bedragen.

Ten aanzien van het Waddengebied ten Zuiden van het Brondiep kan worden opgemerkt, dat de omgeving van de Kromme Balg zeer veranderlijk is.

Hiervoor is de volgende verklaring te geven.

De geulen vertoonen meestal een naar het Westen uitgebogen verloop. Blijkbaar door bochtwerking verlegt het Zuidelijk gedeelte van deze geulen zich steeds meer westwaarts. Op een zeker oogenblik is de gebogen vorm zoo groot geworden, dat zich een nieuwe uitmonding Westelijk van de oorspronkelijke doorschuurt. Dit verschijnsel herhaalt zich na verloop van tijd opnieuw, zoodat de geulen langzamerhand zoover Westwaarts zijn opgeschoven, dat zij hun belang voor het aan- en afvoeren van water naar het gebied onder Frieschen wal gaan verliezen. Hun vermogen gaat diensgevolge min of meer achteruit en zij worden tenslotte geulen van minder beteekenis. Het gevolg hiervan is weer, dat telkens nieuwe geulen aan de oostzijde van het gebied ontstaan, welke dan de functie van de oorspronkelijk hoofdgeul overnemen.

Zoo blijkt in 1866 de Kromme Balg de hoofdgeul te zijn, echter in 1892 heeft zij reeds een daarvoor te veel Westelijke ligging verkregen, zoodat een meer Oostelijk gelegen geul haar taak heeft moeten overnemen. Haar naam is daarbij gewijzigd in oude Kromme Balg.

Ook uit de opneming van 1926 is een dergelijke verandering te zien. Het vaarwater van de Zwarte Haan is dan ontstaan en schijnt reeds belangrijker dan de Kromme Balg te zijn.

De bovengeschetste veranderingen hebben ertoe geleid, dat, hoewel oorspronkelijk slechts enkele geulen in deze omgeving aanwezig waren, er thans verscheidene zijn, welke de in 1866 nog aanwezige Haantjesplaat sterk hebben doen afnemen.

Behalve de wijziging van het geulenstelsel is ook uit de opnemingen te zien, dat de geulen na 1920 veel minder van belang zijn geworden voor het Oostelijk daarvan gelegen gedeelte van de Friesche Wadden. De vertakkingen in deze richting, zijn n.l. in 1934 vrijwel geheel verdwenen.

Verder is op te merken, dat voor de uitmondingen van de geulen in het Borndiep zich banken vormen, die na eenigen tijd weder geheel of gedeeltelijk verdwijnen. De aanleiding hiertoe zal zijn de veranderingelijkheid van het gebied van de Kromme Balg, welke met zich mede brengt, dat steeds veel zand in beweging is, vooral als er weder een nieuwe uitmonding ontstaat. Dit was b.v. het geval in 1854. Het Borndiep werd hierdoor versmald. Deze hoofdgeul was echter in 1866 weder veel breder en dieper, terwijl haar as daarbij Noordwaarts was verschoven. Door deze verbreeding nam de Vrijheidsplaat aanmerkelijk af. In 1903 heeft zich weder een belangrijke plaat gevormd, waardoor het Borndiep in breedte afnam. Nadien trok de plaat zich slechts weinig terug, en de verbreeding van de hoofdgeul had weder uitsluitend door afname van de Zuid-Westkust van Ameland plaats.

In 1934 heeft de plaat zich zoover Noordelijk uitgebreid, dat een duidelijke vloodschaar is ontstaan. De beide diepste gedeelten van het Borndiep schieten dan geheel langs elkaar heen.

Sinds 1937 neemt de plaat weer af, terwijl de verdieping langs de Z.W.kust zich nog Noordwaarts uitbreidde, zoodat in 1938 de diepste gedeelten met elkander in verbinding kwamen.

Dat het verdiepen en verbreedten van genoemd gedeelte van het Borndiep, waardoor de Zuid-Westpunt van Ameland is afgenomen, uitsluitend het gevolg zou zijn geweest van de plaatvorming is niet aan te nemen. Dat zij daarbij ook een rol gespeeld heeft, is wel zeker.

Omtrent de wijzigingen, welke de Blauwe Balg en het Gat van den Hoek hebben ondergaan, kan nog worden gezegd, dat deze geulen een verplaatsing in N.W.richting hebben ondergaan. Gelijktijdig verkregen zij daarbij een meer Noordelijk verloop. Hiervan was het gevolg dat omstreeks 1926 de eerstgenoemde geul een groot gedeelte van haar stroomgebied aan het Boschgat moest afstaan, waardoor zij in betekenis afnam. Sindsdien is dan ook het Boschgat verreweg de belang-
rijkste-

rijkste toe- en afvoergeul voor het Waddengebied ten Z. van Terschelling.

Tenslotte dient te worden vermeld, dat Ameland na 1800 door de afname aan de Westzijde en aangroeiing aan de Oostzijde een meer Oostelijker ligging heeft verkregen. Haar totale lengte is daarbij met rond 3 km vergroot.

Door het in de 19e eeuw dichten van de duindoорbraken, bezit zij thans een geheel aanééngesloten duingebied. Het is dus nu niet meer mogelijk, zooals vóór 1892 het geval was, dat bij stormvloed water via onderbrekingen in de duinenreeks en de daarin gelegen slenken naar de Waddenzee stroomt.

Ook de na 1932 op de Boschplaat aangelegde Stuifdijk maakt het thans niet meer mogelijk, dat bij een stormgetij water over deze plaat kan stroomen.

T W E E D E D E E L .

Waarnemingen.

Hoofdstuk III. Het verticale getij.

Gegevens.

In verband met de te verrichten stroommetingen, zijn gedurende eenigen tijd op een drietal punten binnen het stroomgebied van het Amelander Gat registreerende getijmeters geplaatst. Met behulp van de hiermede verzamelde gegevens is een overzicht van het verloop van het verticale getij in dit gebied verkregen.

De plaats van deze peilschalen is op de situatie van bijlage 14 aangegeven. Ze zijn geplaatst in het

Reediep - nabij Nes

Dantzichgat - nabij Holwerd

Boschgat - nabij raai 29 op de Boschplaat.

De beide eerste peilschalen hebben met eenige onderbrekingen van de tweede helft van September 1937 tot begin December 1938 gewerkt. Door ijsgang zijn ze toen beiden verloren gegaan. De daarna geplaatste nieuwe peilschalen zijn in bedrijf geweest van begin Augustus tot eind December 1939. De peilschaal in het Boschgat heeft - zij het ook met eenige onderbrekingen - van half Augustus 1934 tot Juni 1938 gewerkt.

Ter vergelijking zijn op bijlage 14, behalve de gegevens van deze tijdelijke peilschalen, eveneens de gegevens van de in de havens van Terschelling en Harlingen opgestelde vaste registreerende peilschalen opgenomen.

De registraties van de hulpepeilschalen vertoonen ten gevolge van verschillende oorzaken - zooals storm en ijsgang - meerdere hiaten. De betrouwbaarheid der registraties is over het algemeen minder gunstig beïnvloed door de weinige frequentie contrôle, waardoor een accumulatie van tijdfouten op kon treden. Door den langen registratietermijn was het in enkele gevallen zeer moeilijk de vele op een blad voorkomende krommen te ontwarren.

De Algemeene Dienst van den Rijkswaterstaat heeft de bewerking der verzamelde gegevens verzorgd. Slechts door een zeer zorgvuldige schifting is men er in geslaagd een eenigszins betrouwbaar resultaat uit deze waarnemingen af te leiden.

Genoemde dienst heeft het resultaat van deze en van andere door den Studiedienst verrichte peilschaalwaarneming opgenomen in een door ir. P.J. Wemelsfelder opgemaakt algemeen rapport over het verloop van het getij in het Nederlandsche Waddengebied. Voor zoo- veel zij op het stroomgebied van het Amelander Gat betrekking hebben zijn de bij dit rapport behoorende tabellen en gemiddelde getijkrom-
-mer

men op bijlage 14 weergegeven. Bijlage 15 bevat eenige overzichtskaartjes, welke een beeld geven van het verloop van het getij in de Waddenzee.

Standaardwaarden verticaal getij.

De gegevens van de tijdelijke stations hebben op een vrij korte waarnemingsperiode betrekking; vooral die van de peilschalen nabij Nes en Holwerd. De over dezen termijn verzamelde gegevens komen daar door over het algemeen niet overeen met een veeljarig gemiddelde.

In hoofdzaak zijn de optredende toevallige afwijkingen toe te schrijven aan meteorologische invloeden 5 tot 8 cm of zelfs nog meer bedragen.

Behoudens kleine onderlinge verschillen zijn alle peilschalen langs onze kust echter aan dezelfde afwijkingen onderworpen. Het is daardoor mogelijk om waarnemingen, die slechts gedurende korten tijd zijn verricht, door vergelijking met die van andere stations van de - als gevolg van den korten termijn van waarneming optredende - toevallige meteorologische invloeden te bevrijden.

Voor de Waddenzee kan men als basis van vergelijking de stations den Helder - Harlingen - Terschelling - Oostmahorn en Delfzijl nemen. Tengevolge van de afsluiting der Zuiderzee is na 1932 in het westelijke deel van de Waddenzee een geheel nieuwe toestand ingetreden. Het is gebleken, dat zich van 1932 tot 1936 à 1937 een voortdurende geleidelijke wijziging heeft doorgezet. Een vijfjarig gemiddelde geeft dus zonder meer ook nog geen juist beeld van den tegenwoordigen toestand. Voor de reductie der gegevens is daarom ook nog met buiten de invloedssfeer van de afsluiting gelegen stations rekening gehouden.

Als standaardwaarde voor de 5 vergelijkingsstations heeft ir. Wemelsfelder den toestand van omstreeks 1 Januari 1937, bij gemiddelde meteorologische condities genomen.

Door zorgvuldige vergelijking zijn de uit de waarnemingen aan de in het gebied van het Amelanders Gat gelegen tijdelijke peilschalen afgeleide hoogste cijfer vervolgens gereduceerd tot overeenkomstige standaardwaarden, geldende voor 1 Januari 1937.

De verschillende standaardwaarden hebben betrekking op gem. H.W., gem. L.W., gem. zeespiegel en dus ook op het getijverschil en op halftij. Deze grootheden zijn weergegeven in de tabel onder aan bijlage 14, waarin tevens een overzicht van de binnen de waarnemingsperiode vallende hoogste en laagste H.W. en L.W.standen wordt gegeven.

De voor de peilschaal Boschgat berekende gemiddelde zeespiegel van 0.13 m - N.A.P. is zeer laag ten opzichte van die te Nes (0.01 m - N.A.P.).

N.A.P.). Een bepaalde aanwijzing van foutieve registratie of van een fout in de waterpassing is er echter niet. De berekende gegevens zijn daarom gehandhaafd.

Vorm van de gemiddelde getijkromme.

De spring- en doortijkrommen voor de verschillende stations - georiënteerd ten opzichte van de maansculminatie ter plaatse - zijn op bijlage 14 weergegeven. Op deze bijlage zijn eveneens de gemiddelde getijkrommen van die stations met de bijbehorende dagelijkse ongelijkheden opgenomen.

In het Boschgat ter plaatse van de peilschaal daalt het water tusschen 1 uur na H.W. en 1 uur voor L.W. vrij gelijkmatig met een gemiddelde snelheid van ongeveer 35 cm/uur. Na het tijdstip van L.W. stijgt het water de eerste $1\frac{1}{2}$ uur vrij snel. Nadat een stand van ongeveer 0.30 m - N.A.P. is bereikt, wordt de snelheid, waarmee het water stijgt, steeds kleiner (zie bijlage 14). De H.W.-top van deze getijkromme is dientengevolge veel vlakker. Tengevolge van het vrij snel doorzetten van den vloed teekent het L.W.dal zich veel scherper af dan de H.W.-top.

In nog sterker mate is dit het geval in de dichter aan den rand van het stroomgebied gelegen waarnemingspunten, zooals Nes en Holwerd. Bij Nes neemt de snelheid, waarmee het water daalt na het droogvallen van het Wad, nog toe, terwijl in het begin van de vloedperiode het water tengevolge van het geringe oppervlak van de kom die dan gevuld moet worden - zeer snel stijgt.

Bij Holwerd gaat die stijging van het water minder snel. Het L.W.dal is hier echter zeer scherp afgeteekend, doordat het water na het droogvallen van het Wad (ongeveer 5 uur N.C.) bijna tweemaal zoo snel daalt als tevoren.

Verloop van de H.W.- en de L.W.standen.

Bijlage 15 geeft de uit de verzamelde getijgegevens afgeleide lijnen voor gelijktijdig H.W. en L.W. Weet men op een bepaalden dag het uur van maansculminatie te Greenwich - hetwelk gemiddels slechts 40 sec. verschilt met dat ter plaatse van de Friesche Wadden - dan is met behulp van deze bijlage voor ieder punt het tijdstip van H.W. en L.W. te bepalen door het culminatieuur op te tellen bij het uit deze bijlage afgeleide cijfer. Als tijd moet men in dat geval den werkelijken zonnetijd volgens de plaatselijke meridiaan aanhouden.

Op bijlage 15 zijn voort nog de lijnen voor gelijk H.W. en de daaruit afgeleide lijnen voor gelijk tijverskil aangegeven.

Op de Noordzee ziet men van West naar Oost gaande een hooger worden van het H.W. en een lager wegvallen van het L.W.

Zooals uit de lijnen voor gelijktijdig H.W. en L.W. blijk, wordt de snelheid waarmee de getijgolf zich voortplant na het binnentrekken door de zeegaten in het ondiepe waddengebied sterk gered. Het te vullen stroomgebied bezit een groot oppervlak. Gedurende een groot deel van het getij gaat de waterbeweging via de gaalen; de voortplantingssnelheid van de getijgolf is diensgevolge aanzienlijk kleiner dan volgt uit \sqrt{gh} (g = voorsnelling zwaartekracht, h = waterdiepte in de geul).

In het beschouwde gebied zijn de wrijvingsinvloeden evenwel niet van zoodanigen aard, dat men de amplitude van het getij landwaarts af ziet nemen. Naar de randen van het stroomgebied toe ziet men in tegendeel een grooter worden van het getijverschil, doordat de traagheidskracht omstreeks het tijdstip van H.W. en L.W. in dit gebied over het algemeen grooter is dan de wrijvingskracht.

Laagwaterstand te Holwerd.

Vergelijkt men de laagwaterstanden van de verschillende peilschaal-stations (bijlage 14), dan ziet men, dat het laagwater te Holwerd aanzienlijk lager is dan dat in het Boschgat, terwijl het verschil tusschen L.W. Nes en L.W. Boschgat veel minder is.

Dit verschijnsel vindt zijn oorzaak in het feit, dat het water tegevolge van de traagheid bij laagwater in een bepaald punt nog eenigen tijd zeewaarts zal blijven stroomen. De stroomkentering treedt eerst op, wanneer zich een naar binnen gericht verhang heeft ontwikkeld, dat op de waterdeeltjes een evengroote kracht uitoefent als de traagheidskracht. Het water van den rand van het stroomgebied zal daardoor langer zeewaarts kunnen stroomen, waardoor hier een laagwaterstand op kan treden, die lager is dan die in de zeegaten. Dit verschijnsel wordt nog geaccentueerd, wanneer men een smallere geul heeft, die zich zeewaarts sterk verwijdt. Op het tijdstip van laagwater in een punt wordt het verhang bepaald door de algebraïsche som van traagheidskracht en weerstandskracht. De eerste doet het water dalen in de richting van het afgesloten einde, de andere doet het stijgen.

Tengevolge van de geringe stroomsnelheden is de weerstandskracht op het oogenblik van L.W. klein. Vooral indien de gaalen zich zeewaarts sterk verruimen is de traagheidskracht - welke evenredig is met de snelheidsverandering - aanzienlijk grooter. Het verval is dus zoo gericht, dat het L.W. aan het einde van dergelijke gaalen lager is dan in meer zeewaarts gelegen punten.

Dit is het geval ter plaatse van de vrijwel aan het einde van de geul gelegen peilschaal te Holwerd. De peilschaal te Nes stond veel verder van het einde van de geul, vandaar dat deze stand niet

zooveel lager is dan die in het Boschgat.

Bij hoogwater doet zich in principe hetzelfde voor als bij laagwater. De diepte is dan veel grooter en de traagheidskracht kleiner. De snelheidsverandering is bovendien nog kleiner door de vertraging in de vulling van het wad.

Samenvatting.

Hoewel het aantal - met behulp van de tijdelijke registreerende peilschalen verzamelde - gegevens zeer gering is, kan men er toch een globaal beeld van het verloop van het getij uit afleiden.

Op zee neemt van West naar Oost gaande het getijverschil toe. Eenigszins gestoord door de aanwezigheid van de zeegaten is dit eveneens het geval op het achter de eilanden gelegen wadengebied.

Van zee naar binnen gaande ziet men een hooger oplopen van het H.W. en een lager wegvallen van het L.W. Dit laatste kan bij niet te groote stroomgebieden aanleiding geven tot zeer lage L.W.standen aan den rand, vooral indien de geulen zich in zeewaartsche richting sterk verruimen.

Hoofdstuk IV. Stroommetingen.

Overzicht der waarnemingen.

Een overzicht van het verloop van de snelheid en de richting van den stroom langs de Zuidwestkust van Ameland is verkregen door in een aantal punten in het Borndiep gedurende een volledig getij (+ 12½ uur) stroommetingen uit te voeren. Bovendien zijn nog eenige metingen verricht in den mond van eenige der meer naar binnen gelegen geulen, waarin het Borndiep zich vertakt en in een aantal rondom de buitendelta van het zeegat gelegen meetpunten (zie bijlage 16).

De eerste stroommetingen zijn in Juni 1935 met behulp van het directievaartuig "Noordholland" verricht. In een aantal rondom de buitendelta van het zeegat gelegen punten zijn in het najaar van 1935, in het voorjaar van 1936 en in den zomer van 1939 met behulp van het s.s. "Oceaan" stroom- en materiaaltransportmetingen uitgevoerd.

In de jaren 1937 t/m 1939 is met behulp van het m.s. "Vlieland" een 17-tal binnen het zeegat gelegen punten bemeten, terwijl bovendien nog in een tweetal punten in de geulen door de buitendelta van het zeegat metingen zijn verricht.

In een groot deel van de punten welke men de latere jaren heeft bemeten, zijn tenminste driemaal gedurende een volledig getij stroommetingen verricht. Daar de uitwendige omstandigheden op alle meetdagen waarschijnlijk wel niet hetzelfde zullen zijn geweest, kan de invloed van toevallige afwijkingen door middelen voor een groot deel geëlimineerd worden.

Behalve stroomsnelheidsmetingen in de verschillende punten zijn in September 1936 ook nog een aantal drijvingen uitgevoerd.

Een overzicht van de uitkomsten der verschillende metingen is als bijlage 17 in dit rapport opgenomen.

Wijze van meten. De stroomsnelheidsmetingen zijn met behulp van een door de firma Ott te Kempen (Allgäu) geleverden schroefstroommeter uitgevoerd.

Ieder halfuur is op verschillende - regelmatig tusschen bodem en oppervlakte gelegen - hoogten de grootte van de stroomsnelheid bepaald.

In den tijd, die verloopt tijdens de verschillende metingen in een verticaal, zullen de snelheden veranderen. Teneinde het gemiddelde zoo zuiver mogelijk vast te kunnen stellen, is de helft van de metingen in opgaande zin, de rest in neergaande zin opgenomen.

Van den bodem naar de oppervlakte gaande heeft men dan waarnemingen, die afwisselend nagenoeg evenveel vóór en na het gemiddelde tijdstip van de metingen zijn verricht. De bodemstroom, welke in het algemeen nog al eens vrij onregelmatig kan veranderen, wordt daarbij tweemaal gemeten.

In afwijking van de hierboven aangegeven methode, heeft men aan boord van het s.s. "Oceaan" de snelheden in den verticaal van de oppervlakte naar den bodem gaande gemeten. Indien de diepte - zooals in de zeemeetpunten rond het Amelanders Gat - niet zeer groot is, zal deze wijze van werken geen aanleiding geven tot het maken van groote fouten.

Stroommeters van het gebruikte type hebben het voordeel, dat men de stroomsnelheid op de gewenschte diepte beneden den waterspiegel vrij nauwkeurig kan meten. Bij goede contróle blijven de fouten van het instrument over het algemeen klein.

Grootere verschillen kunnen echter ontstaan, wanneer men vanaf een gierend schip meet, of vanaf een schip dat erg op zijn ankerketting rijdt. Bij ruw weer kan men tenslotte fouten maken tengevolge van het slingeren en stampen van het meetvaartuig. Door het nemen van een zeer langen waarnemingstermijn kan men in dergelijke gevallen de fouten voor een gedeelte elimineeren.

Voor het meten van de richting van den stroom is van een aan een staaldraad opgehangen weerstandslichaam gebruik gemaakt. De ophangdraad loopt door een radiale sleuf in een draaibaar opgestelde schijf. De aan deze schijf afgelezen hoek en de gelijktijdig aan het compas afgelezen koers geven de stroomrichting ten opzichte van de noordrichting.

Aan boord van het s.s. "Oceaan" is voor het meten van de stroomrichtingen van een z.g. Jacobsen stroommeter gebruik gemaakt. In plaats van aan een plaat, wordt bij dit instrument de stroomrichting aan een stel cardanisch opgehangen doosniveau's afgelezen.

Verschillende omstandigheden kunnen invloed hebben op de stroomsnelheid en -richting. Tijdens de metingen zijn daarom ook gegevens verzameld omtrent den wind, den toestand van de zee, enz.

Een overzicht van het verloop der stroombanen in het Borndiep is verkregen door middel van drijvingen. Op verschillende dagen heeft men een 5, 3 of 1 m langen stokdrijver in het water geworpen en dezen drijver met een motorvlet gevolgd. De baan van den drijver is vastgelegd door geregeld hoeken op eenige vaste punten op den wal te schieten.

Ook heeft men voor eenige drijvers den tijd, die verloopt tusschen den doorgang door eenigen op den wal uitgezette raaien, be

bepaald.

Reductie der stroomsnelheden.

17 (De factoren zooals getij, wind, e.d., welke de grootte van de stroomsnelheid bepalen, loopen op de verschillende meetdagen nog al uit een. De in den staat van bijlage 17 opgenomen, over den verticaal gemiddelde, snelheden kunnen dientengevolge niet direct vergeleken worden. Het invoeren van een correctie voor den wind zal moeilijk zijn, vooral voor dagen met een veranderlijken wind. Ondanks het vele rekenwerk, dat men daaraan ten koste zou leggen, zouden de resultaten met een vrij groote reserve beschouwd moeten worden.

De invloed, die het getijverschil op de uitkomsten der stroomsnelheidsmetingen heeft, is geëlimineerd door alle snelheden te betrekken op hetzelfde "normale" getijverschil aan de peilschaal in het Boschgat. Voor dit "normale" getijverschil is genomen de, door den Algemeenen Dienst uit de waarnemingen afgeleide, standaardwaarde voor het gemiddelde getijverschil (zie hoofdstuk III).

In het algemeen bestaat er wel eenig verband tusschen de harmonische constanten van het verticale getij en die van het horizontale getij. De gereduceerde waarden zouden dus b.v. bepaald kunnen worden aan de hand van een harmonische analyse van de getijlijn.

In een niet al te groot stroomgebied zal echter weinig rondstrooming optreden; de komvulling van het stroomgebied van de geul is dus ongeveer evenredig met het getijverschil te stellen. Verwaarloost men de verandering van het doorstromingsprofiel van de geul, dan is dus ook de snelheid in het meetpunt evenredig met het getijverschil.

De gereduceerde waarden voor de snelheden in eenzelfde meetpunt geven een enkele maal vrij groote verschillen te zien. Dit kan behalve van den wind, ook een gevolg zijn van een groot verschil in de gemiddelde waterstand op de beide meetdagen.

In een sterk veranderlijk gebied kunnen ook verschillen optreden, doordat de geul zich in het tijdsverloop tusschen beide metingen verplaatst heeft. Heeft men een vermoeden, dat dit het geval is, dan wordt bij de volgende metingen zoo veel mogelijk getracht het meetvaartuig in een overeenkomstig punt van de geul ten anker te leggen.

Voor de in het Borndiep gelegen meetpunten was in het algemeen een nauwkeuriger plaatsbepaling mogelijk dan voor die op zee. In den regel heeft men dan ook een tweede of derde maal het meetvaartuig vrij goed op dezelfde plaats gelegd, zoodat een middelen van de op

de verschillende meetdagen gemeten snelheden mogelijk was.

Lagen de meetplaatsen tenslotte te ver uit elkaar, dan is afgezien van een samenvoeging der uitkomsten. Dit is b.v. het geval geweest met de meetpunten nos. 11 en 12 en met de nos. 81 en 19.

Maanuurkaarten.

Alle in een meetpunt op een dag verzamelde gegevens zijn op een meetgrafiek ingeteekend. Een voorbeeld van een dergelijke meetgrafiek is als bijlage 18 bij dit rapport gevoegd. Aan de hand van deze meetgrafieken zijn de z.g. maanuurkaarten samengesteld.

Onder een maanuur wordt in dit verband verstaan het twaalfde gedeelte van den tijd die verloopt tusschen de op den meetdag aan de peilschaal in het Boschgat geregistreerde hoogwatertoppen.

Op de maanuurkaarten voor de gemiddelde stroomsnelheden (bijlage 19) zijn de gemiddelden van de gereduceerde waarden der snelheden en de gemiddelde stroomrichtingen aangegeven.

Voor de drijvingen is op de maanuurkaarten de baan, welke doorloopen is tusschen een halfuur voor het betreffende maanuur en een half uur erna, aangegeven.

In den regel werden meerdere drijvers tegelijk losgelaten. Waar dat mogelijk was, zijn de banen van alle drijvers ingeteekend. Waar de banen van eenige drijvers geheel of nagenoeg geheel samenvallen, is als regel die drijverbaan aangegeven, welke door hoeken of eenige vaste punten op den wal het zuiverst is vastgelegd.

Onbetrouwbare deelen van drijverbanen, b.v. gedeelten waar de drijver vermoedelijk aan den grond is geloopt, zijn weggelaten.

De blauwe lijn stelt de baan van den 1 m drijver voor, terwijl de banen van de 3 en 5 m drijvers met groene resp. met zwarte lijnen zijn aangegeven.

Oe maanuur.

Op het tijdstip van hoogwater aan de peilschaal in het Boschgat is in nagenoeg alle meetpunten nog vloed gemeten. De eenige uitzondering hierop maakt het ten westen van de geul van het Boschgat gelegen meetpunt no. 3. In dit punt heeft men twee maal gemeten. De eerste maal vond men, evenals in andere punten in den hals van het zeegat, een naar binnen gericht stroom. De tweede maal werkte de peilschaal in het Boschgat niet.

Gebruikmakend van de door den Algemene Dienst berekende standaardwaarden voor de tijstippen van H.W. aan de verschillende peilschalen in de Waddenzee, is toen aan de hand van de peilschaalkromme van Nes de maanuurverdeling vastgesteld. Het is mogelijk, dat tergevolge van den op deze meetdag heerschenden sterken wind uit

zuidelijke richtingen, het tijdsverloop tusschen het hoog water in het Boschgat en dat aan de peilschaal te Nes grooter is geweest dan onder normale omstandigheden. Op deze wijze is het misschien te verklaren, dat op het Oe maanuur dien dag een ebstroom is gemeten. Aangezien deze ebstroomsnelheid grooter is dan de op den eersten meetdag gemeten vloedsnelheid is op de maanuurkaarten een ebsnelheid uitgezet.

In de meeste meetpunten in het Borndiep wijkt de stroomrichting weinig af van de geulrichting. Het gemiddelde van de snelheden in het binnen het zeegat gelegen gebied bedraagt ongeveer 40 cm/sec.

De grootste snelheden zijn in het midden van het Borndiep gemeten: ze bedragen 40 tot 60 cm/sec. Naar de kanten van deze geul nemen de snelheden af tot slechts enkele cm/sec. Zeer duidelijk is dit te zien in de meetraai over den hals van het zeegat en ook in de groep van meetpunten voor de Z.W.kust van Ameland.

Uit eenige omstreeks het Oe maanuur ter hoogte van de Vrijheid plaat verrichte drijvingen ziet men duidelijk hoe de snelheden omstreeks het Oe maanuur vrij sterk terug loopen.

De bij de zwarte drijverbaan geschreven snelheid van 63 cm/sec heeft op ongeveer $\frac{1}{2}$ uur voor H... betrekking, vandaar dat deze snelheid iets grooter is dan de snelheden in de in de gelegen meetpunten.

De banen van de gelijktijdig losgelaten 1 en 3 m drijvers verschilden zoo weinig van die van den 5 m drijver, dat ze niet op de maanuurkaart zijn aangegeven.

Ten tijde van hoogwater aan de peilschaal in het Boschgat schijnt van de beide geulen door de buitendelta van het zeegat het Westgat het meeste water te trekken. In het in deze geul gelegen meetpunt heeft men op dit oogenblik tenminste een snelheid gemeten, welke ruim drie maal zoo groot is als die in het meetpunt in het Akkepollegat.

In de verschillende buitenpunten zijn snelheden gemeten, welke varieeren van 14 tot 63 cm/sec. Het gemiddelde is 35 cm/sec.

Het heeft in de bedoeling gelegen, dat het s.s. "Oceaan" in een viertal rond de buitendelta van het zeegat gelegen meetpunten gedurende een paar uiteenlopende getijden stroommetingen uit zou voeren. Tengevolge van verschillende oorzaken is het meetvaartuig niet steeds in hetzelfde punt ten anker gelegd. De uiterste punten liggen soms tot 1000 m uit elkaar. Hoewel de bodem vrij vlak is en bij dezelfde afstand snelheidsverschillen dus nooit zoo groot zullen zijn als voor in een geul gelegen meetpunten, is toch afgezien van een samenvoegen en middelen der metingen.

Dientengevolge is in elk van de op de situatie van bijlage 16

aangegeven buitenpunten met uitzondering van meetpunt no. 33 slechts eenmaal bemeten.

Verschillen in den op de meetdagen heerschenden wind en in de andere uitwendige omstandigheden kunnen de vrij groote snelheidsverschillen, welke tusschen de punten van een groep bestaan, voor een gedeelte verklaren.

De richting van den stroom in de verschillende meetpunten op zee is nagenoeg evenwijdig aan de kustrichting.

le maanuur.

Ruim $\frac{1}{2}$ uur na H.W. aan de peilschaal in het Boschgat begint de stroom in de meeste binnen het zeegat gelegen meetpunten te kenteren. Op zee kentert in sommige meetpunten de stroom reeds omstreeks het Oe maanuur. Afhankelijk van de kracht en de richting van den wind gedurende de voorafgaande etmalen kan het tijdstip van stroomkentering nog wel eens verschillen. Grootendeels kan dit de vaak zeer uiteenloopende stroomsnelheden en -richtingen in dicht bij elkaar gelegen meetpunten verklaren.

In het algemeen ziet men uit de bij de stroompijlen geschreven snelheden, hoe de stroomkentering zich op zee van West naar Oost en in een zeegat van zee naar binnen toe voortplant.

De grootste ebsnelheid is gemeten in het Boschgat en bedraagt 76 cm/sec. In het Borndiep bedraagt de snelheid in het gedeelte nabij de Zuidwestkust gemiddeld ongeveer 40 cm/sec. Meer naar binnen nemen de snelheden af tot 10 à 15 cm/sec. in Dantzichgat en Molengat.

Het eenige meetpunt waarin nog wat vloed is gemeten is meetpunt no. 19. Op den eersten meertdag in dit punt was er een N.W. wind. Men heeft toen een naar de Kromme Balg trekkenden vloedstroom gevonden. De tweede keer heeft men bij een Westelijken wind een vloed in de richting van het Borndiep gemeten. Beide stroomrichtingen maken een hoek van 110° met elkaar. De op de maanuurkaarten uitgezette snelheid is door vectorisch middelen bepaald.

Meetpunt no. 20 is slechts een maal bemeten op een dag met een krachtigen Z.W. wind. De stroomsnelheid heeft op het eerste maanuur ongeveer dezelfde richting als de wind.

In de beide meetpunten in de geulen door de buitendelta heeft men op het eerste maanuur nagenoeg even groote stroomsnelheden gemeten. Daar beide meetpunten in het midden van de geul zijn gelegen zal de door deze beide geulen trekkende ebstroom waarschijnlijk dus niet veel verschillen.

In de meetraai door den hals van het zeegat ziet men, hoe de stroomsnelheden aan de kanten van de geul aanzienlijk groter zijn

dan die in het midden. Ook in de groep van meetpunten voor de Z.W. kust van Ameland ziet men hetzelfde, hoewel in iets mindere mate. De vrij groote snelheden in de meetpunten nos. 8, 15 en 16 wijzen erop, dat in het begin de eb vooral naar de Amelander kust is gericht.

Zooals reeds is medegedeeld, zijn op de verschillende maanuurkaarten de drijverbanen van $\frac{1}{2}$ uur voor het betreffende maanuur tot $\frac{1}{2}$ uur erna aangegeven. De bij het laatste deel van de drijverbanen geschreven snelheden hebben dus op een iets later tijdstip betrekking dan die in de meetpunten. Vandaar dat deze drijver - snelheden iets grooter kunnen zijn dan de gemiddelde snelheden van in de nabijheid gelegen meetpunten.

Gedeeltelijk zijn deze verschillen ook nog een gevolg van de vrij geringe lengte van de gebruikte drijvers. In het Borndiep bedraagt de waterdiepte over het gedeelte voor de Z.W.kust van Ameland 15 tot 18 m, terwijl de gebruikte drijvers 5, 3 of 1 m lang zijn. Het is uit de metingen op verschillende hoogten in den verticaal wel gebleken, dat de snelheden aan de oppervlakte in den regel iets grooter zijn dan de gemiddelde snelheden.

Uit de bij de baan van een bezuiden de Vrijheidsplaat losgelaten 3 m drijver geschreven snelheidscijfers ziet men duidelijk, hoe de stroomsnelheden na de kentering vrij snel toenemen. Ook de snelheid van een dichter onder de kust losgelaten 3 m drijver is ongeveer $1\frac{1}{2}$ uur na H.W. reeds vrij groot.

De banen van de in het Dantzichgat lasgelaten 1 en 3 m drijver verschillen zoo weinig, dat alleen die van den 3 m drijver op de maanuurkaart is aangegeven. Ook hier zijn de snelheden tusschen 1 en $1\frac{1}{2}$ uur na H.W. vrij snel toegenomen.

2e maanuur.

Ruim 1 uur na H.W. is de stroom in alle op zee gelegen meetpunten gekenterd. De hier op het 2e maanuur gemeten ebsnelheden variëren van 26 tot 44 cm/sec.; het gemiddelde is van de orde van grootte van 30 cm/sec.

Bewesten de buitendelta is de stroom ongeveer evenwijdig aan de Terschellinger kust gericht. In de meer oostelijk gelegen zee-meetpunten is de stroom onder invloed van het via de gaulen door de buitendelta naar buiten trekkende water en mede tengevolge van de aanwezigheid van het Bornrif meer uit de kust gericht.

Vergeleken met het vorige maanuur is de stroomsnelheid in de gaulen door de buitendelta belangrijk toegenomen. Deze toeneming is het grootst in het Westgat, waar de snelheid op dit oogenblik ongeveer $1\frac{1}{2}$ maal zoo groot is als die in het Akkepollegat. In de raai

door den hals van het zeegat is de gemiddelde snelheid toegenomen van ± 50 cm/sec. op het eerste maanuur tot gemiddeld ruim 100 cm/sec. De verdeling van de snelheden over het geulprofiel is veel regelmatig geworden. De snelheden in het midden van de geul verschillen slechts weinig van die aan de kanten, terwijl ze op het vorige maanuur nog niet de helft bedroegen van die dichter onder den wal.

Uit de metingen in de meer naar binnen, nabij de Z.W.kust van Ameland gelegen groep van meetpunten ziet men eveneens hoe in het midden van de geul de snelheden meer zijn toegenomen dan aan de kanten.

Een uur tevoren bedroeg voor dit gedeelte de gemiddelde stroomsnelheid ongeveer 35 cm/sec., thans is ze aangegroeid tot gemiddeld bijna 100 cm/sec.

De verdeling van de snelheden over de rechter en de linkerhelft van de geul is niet dezelfde. Langs de Amelander kust zijn grootere stroomsnelheden gemeten dan in overeenkomstige punten aan den kant van de Koffieboonplaat.

De stroomrichting komt in de verschillende meetpunten in het Borndiep ongeveer overeen met de geulrichting. De aflees-nauwkeurigheid van de voor stroomrichtingsmeting gebruikte instrumenten is niet zoo groot, dat men aan kleine afwijkingen als in de punten nos. 14 en 15 veel beteekenis kan hechten.

In het Boschgat bereikt de stroomsnelheid op dit maanuur haar maxiale waarde (97 cm/sec.). In het gedeelte van het Borndiep voor de Z.W.kust van Ameland zijn de snelheden nu grooter dan die in het Boschgat. De grootste snelheid is gemeten in meetpunt no. 15, dat dicht onder de Z.W.kust ligt en bedraagt 126 cm/sec.

Het gedeelte van de baan van een langs de Z.W.kust van Ameland gaande 3 m drijver heeft op ongeveer $1\frac{1}{2}$ uur na H.W. betrekking, van daar de iets kleinere snelheden dan in de meetpunten.

De in het Dantzichgat losgelaten 1 en 3 m drijvers gaan nog steeds gelijk op. Uit de bijgeschreven snelheidscijfers ziet men duidelijk hoe omstreeks het 2e maanuur de stroomsnelheden in het Borndiep vrij snel toenemen.

3e maanuur.

Op zee zijn de over den verticaal gemiddelde stroomsnelheden sinds het vorig maanuur vrij belangrijk toegenomen. Gemiddeld bedraagt de ebsnelheid hier op het 3e maanuur ± 50 cm/sec. De stroomrichtingen verschillen niet veel van die op het tweede maanuur; over het algemeen is in de oostelijke meetpunten de stroom iets minder uit de kust gericht.

De ebstroom door het Westgat is, vergeleken met het vorige maanuur, reeds vrij belangrijk afgenomen. In de andere geul door de buitendelta, in het Akkepollegat, neemt de snelheid daarentegen nog toe. Omstreeks dit maanuur gaat dus waarschijnlijk meer eb door laatstgenoemde geul dan door het Westgat.

In het Boschgat heeft de stroomsnelheid omstreeks het vorige maanuur haar maximale waarde reeds bereikt. De gemiddelde snelheid is hier sindsdien met ongeveer 10 cm/sec. verminderd.

In het diepste gedeelte van de geul van het Borndiep ziet men nog een kleine toename der stroomsnelheden. Aan de kanten beginnen ze daarentegen reeds af te nemen. Zoals uit de gestippelde capaciteitskromme van bijlage 23 te zien is, is de totale afvoer van het Borndiep op dit maanuur evenwel nog ongeveer even groot als op het 2e maanuur.

De stroomrichting komt in de meeste meetpunten in het Borndiep vrij goed overeen met de geulrichting.

De convergentie van de stroomrichtingen in de meetpunten nos. 4 t/m 7 zou er op kunnen wijzen dat de eb vooral naar het Akkepollegat gericht is. De afwijkende richting in meetpunt no. 8 wijst er op, dat ook een deel van de eb over het Bornrif naar zee trekt.

Gemiddeld is in het zevental nabij de Zuidwestkust van Ameland gelegen meetpunten de stroomsnelheid sinds het vorige maanuur nog iets toegenomen. Dit is vooral een gevolg van het groter worden van de snelheden in het midden van de geul. Ook in het nabij de Amelander kust gelegen meetpunt no. 16 ziet men nog een kleine toename van de ebsnelheid. In de aan den anderenkant van de geul gelegen meetpunten nos. 9 en 10 neemt de stroomsnelheid daarentegen reeds af.

De grootste ebsnelheid is op dit maanuur gemeten en bedraagt 131 cm/sec. Dit is weder in het dicht onder Ameland gelegen meetpunt no. 15.

De omstreeks het 1e maanuur in het Dantzichgat losgelaten 1 en 3 m drijvers, die op het 2e maanuur nog vrijwel gelijk opgaan, beginnen nu verschillende banen te volgen.

Uit de bij de baan van den 3 m drijver geschreven snelheids-cijfer ziet men, hoe de stroom omstreeks het 3e maanuur haar maximale waarde bereikt, om daarna weer af te nemen.

Het verschil tusschen den oppervlaktestroom en den gemiddelde stroom over de bovenste 3 m blijkt vrij aanzienlijk te zijn.

Uit sommige der verticaalbladen van in de nabijheid gelegen meetpunten ziet men omstreeks het 3e maanuur eveneens zeer duidelijk een sterk snelheidsverloop over de eerste 3 - 5 m beneden de oppervlakt

vlakke.

In het vaarwater van de Zwarte Haan zijn omstreeks $2\frac{1}{2}$ uur na H.W. een 3 en een 1 m drijver losgelaten. Ook uit deze drijverbaan blijkt, dat de snelheden tot omstreeks het derde maanuur toenemen om daarna weer kleiner te worden.

In de meer naar binnen gelegen meetpunten (nos. 18 e.v.) is tussen het tweede en het derde maanuur over het geheel een vrij belangrijke toename der snelheden gemeten.

4e maanuur.

In het meest westelijke vijftal meetpunten op zee zijn sinds het vorige maanuur de stroomsnelheden reeds iets afgenomen. In de beide andere groepen van buitenpunten ziet men daarentegen nog een kleine toename der snelheden.

De totale stroom door de beide geulen in de buitendelta is nog niet veel kleiner dan die op het 3e maanuur. In het Westgat is de stroomsnelheid weer iets toegenomen. In het meetpunt in het Akkepollegat heeft de gemiddelde stroomsnelheid het vorige maanuur haar maximale waarde bereikt. Hier ziet men reeds een kleiner worden van de snelheid.

Niet alleen in het Boschgat maar ook in den mond van het Borndiep ziet men nu een afnemen der ebsnelheden. Langs de kanten van de geul gaat dit sneller dan in het diepere gedeelte. De stroomverdeling over de geulbreedte wordt dus minder gelijkmatig en de afvoer van de geul wordt meer in het diepe gedeelte geconcentreerd.

In de voor de Z.W.kust van Ameland gelegen groep van meetpunten ziet men eveneens een sterke vermindering der stroomsnelheden. Alleen in de verder van het zeegat gelegen meetpunten nos. 20 en 21 neemt de snelheid nog iets toe.

In het diepste gedeelte van het Borndiep bedraagt de ebsnelheid nog 100 tot 120 cm/sec. Op dit maanuur is de grootste snelheid ook weer in meetpunt 15 gemeten, ze bedraagt 120 cm/sec. Naar de kanten van de geul nemen deze snelheden af tot ongeveer $\frac{2}{3}$ van die in het diepste gedeelte.

In de meeste meetpunten is een stroomrichting gevonden die vrijwel met de geulrichting overeenkomt. Afwijkingen als in de meetpunten nos. 12 en 15 kunnen een gevolg zijn van onnauskeurigheden in de aflezing van stroomrichtingsmeter en compas. Mocht de stroom werkelijk de op de maanuurkaart aangegeven richting hebben, dan zou men plaatselijk een ophooping van water krijgen en op andere plaatsen een kuil in het wateroppervlak, hetgeen niet waarschijnlijk is.

De in het vaarwater van de Zwarte Haan losgelaten 1 en 3 m drijvers, die in het begin vrij gelijk op gingen, beginnen nu verschillen

de banen te volgen. Na de aanvankelijke afname van de snelheden na het 3e maanuur ziet men vlak voor het 4e maanuur een toename van de snelheid tot 125 à 140 cm/sec. om daarna weer vrij snel af te nemen tot ruim 40 cm/sec. op ongeveer 4½ uur na H.W.

Uit sommige van de in hetzelfde deel van het Borndiep verrichte stroommetingen ziet men eveneens na een aanvankelijke afname weer een toename der snelheden. Deze tweede top in de snelheidskromme is in den regel lager, hoogstens bereikt hij dezelfde hoogte als de eerste.

Dichter bij de Vrijheidsplaat zijn 1, 3 en 5 m drijver losgelaten. Daar de baan van de 3 m drijver het best is vastgelegd en de andere drijvers ongeveer eenzelfde baan volgen, is op de maanuurkaart alleen deze drijver aangegeven. Het verloop van de snelheden is zoo onregelmatig, dat men zich afvraagt of er bij het aflezen en opschrijven van tijd en hoeken geen fouten zijn gemaakt.

5e maanuur.

Tusschen het 4e en het 5e maanuur ziet men in nagenoeg alle meetpunten op zee een afname der stroomsnelheden. Het gemiddelde bedraagt nu nog ongeveer 45 cm/sec. Ook in de beide geulen door de buitendelta zijn de snelheden iets kleiner geworden.

Sinds het 4e maanuur zijn de snelheden in den hals van het zeegat gemiddeld met ruim 20% verminderd. Deze afname is het sterkst aan de kanten van de geul; de snelheden in de meetpunten nos. 4 en 8 bedragen op dit tijdstip nog niet de helft van die in de meetpunten, gelegen in het midden van de geul.

Voor de Z.W.kust van Ameland doet zich hetzelfde voor als in de eerdergenoemde meetraai.

Meer naar binnen ziet men ook een afname van de over den verticaal gemiddelde stroomsnelheden.

Van de omstreeks het 3e maanuur in het vaarwater van de Zwarte Haan losgelaten drijvers is omstreeks het 4e maanuur de 1 m drijver uit het water genomen. Zooals uit de snelheidscijfers bij de baan van den 3 m drijver blijkt, zijn de stroomsnelheden dichter bij den hals van het zeegat nog vrij groot.

De snelheden van de op het vorige maanuur ten zuiden van de Vrijheidsplaat losgelaten drijvers blijven ook dit maanuur vrij onregelmatig veranderen.

Aangezien over het verdere gedeelte van de drijving de plaatsbepaling van den 5 m drijver nauwkeuriger is geschied dan die van den 3 m drijver is de baan van eerstgenoemden drijver op de maanuurkaart aangegeven. De baan van den 3 m drijver verschilt slechts weinig van die van den 5 m drijver. De 1 m drijver is inmiddels uit het water gehaald.

6e maanuur.

De stroomsnelheden op zee zijn tot gemiddeld 30 cm/sec. afgenomen. In Westgat en Akkepollegat zijn ze nog sterker teruggelopen en bedragen nu nog slechts 23 cm/sec.

In de meetpunten in de raai door den hals van het zeegat en ook in die gelegen voor de Z.W.kust ziet men, hoe de snelheden aan de kanten van de geul sterker zijn verminderd dan die in het midden. De verhouding tusschen deze snelheden bedraagt nu nog ongeveer 1 : 3.

In het op deze raai gelegen meetpunt no. 8 is de stroom op dit maanuur reeds gekenterd.

In de meer naar binnen gelegen meetpunten nemen de stroomsnelheden omstreeks het 6e maanuur eveneens sterk af.

Op dit maanuur is de reeds eerder genoemde, in het vaarwater van de Zwarte Haan losgelaten, drijver verder naar zee gedreven. De baan is niet op de teekening gezet en snelheidscijfers zijn uit deze drijverbaan sterk onder den invloed van den wind stond.

7e maanuur.

In een groot deel van de meetpunten op zee is op dit maanuur de stroom reeds gekenterd. Windinvloeden e.d. kunnen soms vrij groote verschillen in het tijdstip van stroomkentering geven, vandaar de zeer uiteenloopende stroomsnelheden en -richtingen, welke men hier gemeten heeft.

In alle overige meetpunten loop eveneens reeds vloed. Ook de kentering van eb en vloed voltrekt zich in meetpunt no. 3 iets eerder dan in de overige punten in de raai door den hals van het zeegat (met uitzondering van het slechts eenmaal bemeten meetpunt no. 8).

In het zeewaartsche deel van het Borndiep tot aan de Z.W.kust van Ameland bedraagt de gemiddelde vloedsnelheid ongeveer 40 cm/sec. Voor de meer naar binnen gelegen punten is het gemiddelde ongeveer 30 cm/sec. In het begin van den vloed is er nog geen belangrijk verschil tusschen de snelheden in het diepste gedeelte van het Borndiep en die langs de kanten van deze geul.

Vooraf in meetpunt no. 3 is de stroomsnelheid sinds vloedsnelheid op dit maanuur is in dit meetpunt en in meetpunt no.9 gemeten en bedraagt 57 cm/sec.

De in het vorige maanuur ook reeds genoemde 3 m drijver is verder naar zee gedreven. Tengevolge van de geringe snelheid van het water staat dit deel van de drijverbaan zeer sterk onder invloed van den wind. Om deze reden is de doorloopen baan nietop de kaart voor het 7e maanuur aangegeven.

8e maanuur.

Op het 8e maanuur is in de meeste meetpunten op zee de over den verticaal gemiddelde vloodsnelheid van de orde van grootte van 50 cm/sec.

In de meetpunten ten Westen van de buitendelta en in die voor het Akkepollegat is de stroomrichting ongeveer evenwijdig aan de kust. In de oostelijke meetpunten is de stroom naar de kust gericht.

Vooraf door het Westgat trekt de vloed met groote snelheid naar binnen. De hier gemeten snelheid is ruim 2 maal zoo groot als op het vorige maanuur.

De onder de vorige maanuren reeds genoemde 3 m drijver trekt vrij dicht onder de Koffieboonplaat naar binnen. Uit de bijgeschreven snelheidscijfers ziet men duidelijk de toename van de stroomsnelheden langs den kant van de geul.

Tengevolge van den op den dag van de drijving heerschende zuidoostelijken wind is deze drijver tijdens de kentering naar het Westen afgedreven. Tegen het einde van het 8e maanuur is de drijver zoo dicht bij de Koffieboonplaat gekomen, dat men hem uit het water heeft gehaald.

In het meetpunt in het Boschgat bereikt de vloed omstreeks 8 uur na H.W. reeds haar maximale waarde (78 cm/sec.).

Het stroomgebied van dit gat ligt westelijker dan dat van het Borndiep. H.W. en L.W. vallen hier dientengevolge iets eerder. Gedeeltelijk kan dit het vroeger vallen van tijdstip stroomkentering en dat van maximale stroom in het Boschgat verklaren.

In het Borndiep zijn de snelheden toegenomen tot ongeveer 100 cm/sec. in het diepste gedeelte van de geul. In de dichter aan de kanten van de geul gelegen meetpunten zijn de over den verticaal gemiddelde snelheden ongeveer $1/3$ van die in het midden van de geul.

In de meeste meetpunten wijkt de richting van den stroom niet belangrijk af van die van de geul.

De geleidelijke verandering van de stroomrichting over het gedeelte van de meetraai tusschen de meetpunten nos. 6, 7 en 8, zou er op kunnen wijzen, dat een deel van het vloedwater over het Bornrif naar het Borndiep stroomt.

Uit de drijving langs de Z.W. kust van Ameland ziet men nu het 7e maanuur een toenemen der stroomsnelheden

Vooraf in de meer naar binnen gelegen meetpunten de nos. 17 e.v. - zijn de stroomsnelheden na het vorige maanuur zeer snel toegenomen. In de meeste van deze punten is de snelheid in een uur tijd van een waarde van ongeveer 30 cm/sec. aangegroeid tot 2 à 3 maal deze waarde.

9e maanuur.

Op zee zijn de snelheden aangegroeid tot gemiddeld ongeveer 60 cm/sec. De richting van den stroom verschilt in deze punten slechts weinig van die op het vorige maanuur.

In de beide geulen door de buitendelta zijn de snelheden vergeleken met het 8e maanuur reeds iets afgenomen. Ook in het Boschgat ziet men een afname der snelheden.

In het Borndiep zijn de stroomsnelheden daarentegen nog toegenomen. De grootste vloodsnelheid is op dit maanuur in het Borndiep gemeten (meetpunt no. 6) en bedraagt 122 cm/sec. De snelheden langs de kanten van de geul zijn in verhouding meer toegenomen dan die in het diepere gedeelte; toch blijven ze nog onder de helft van die in het midden van de geul.

Ook in de iets meer naar binnen gelegen groep van meetpunten ziet men in het midden van de geul snelheden van meer dan 100 cm/sec

In tegenstelling met de eb zijn de snelheden in de punten 9 en 10 iets grooter dan die in de meer naar de Z.W.kust gelegen punten, hetgeen erop wijst, dat de vloed langs de Westzijde van de geul veel belangrijker is dan de eb. De aanwezige vloodschaar wordt hierdoor verklaard.

In een groot deel van de meetpunten binnen het zeegat bereikt de vloedstroom omstreeks 9 uur na H.W. haar maximale waarde. Voor de meetpunten in het Borndiep in de omgeving van de Z.W.kust blijft deze grootste vloodsnelheid kleiner dan de grootste waarde van de eb-stroomsnelheid.

Voor de meer naar binnen gelegen meetpunten zijn echter maximale vloodsnelheden het grootst.

De op de vorige maanuurkaart aangegeven drijver is verder naar binnen getrokken. Tengevolge van het aan den grond loopen e.d. is de baan en zijn de snelheden niet erg betrouwbaar, reden waarom er van afgezien is deze gegevens op de maanuurkaart aan te geven.

10e maanuur.

In de meest westelijke meetpunten op zee begint de stroomsnelheid reeds iets af te nemen. In de overige meetpunten verschilt de snelheid over het geheel nog slechts weinig van die op het vorige maanuur.

In de geulen door de buitendelta zijn de snelheden ten opzichte van het vorige maanuur met ongeveer 20% verminderd.

In de meetraai door den hals van het zeegat zijn de snelheden nog niet zoo sterk afgenomen.

Gemiddeld is hier de snelheid in dit uur $\pm 7,5$ cm/sec. kleiner
- geworden-

geworden. In de iets verder naar binnen gelegen groep van meetpunten bedraagt de vermindering ongeveer 10 cm/sec. In de meetpunten 18 e.v. is de stroomsnelheid met ongeveer eenzelfde waarde afgenomen.

De geleidelijke vermindering van de vloedstroomsnelheden is eveneens zeer duidelijk te zien uit de snelheidscijfers bij de baan van de nabij de Koffieboonplaat losgelaten 1 en 3 m drijvers.

De op het 9e maanuur uit het water gehaalde 3 m drijver is tegelijk met een 1 m langendrijver ter hoogte van de Koffieboonplaat weer losgelaten. Bij het naar binnen trekken tijdens den vloed volgen deze drijvers een geheel andere baan, dan tijdens de eb, vergelijk b.v. dit kaartje met dat voor het 3e maanuur.

Behalve van den op den meetdag heerschenden Z.O. wind zal dit ook een gevolg zijn van de verschillende wijzen, waarop vloed- en ebstroom zich over het Borndiep verdeelen. De vloed is meer naar het ten Zuid-oosten van de Koffieboonplaat gelegen schaar gericht. Beide drijvers ziet men dan ook dit vloodschaar intrekken.

Toch zijn over het geheel de vloodsnelheden in het diepste gedeelte van de geulen omstreeks dit 10e maanuur nog vrij hoog (90 à 100 cm/sec.).

Over het algemeen verschilt de richting van den stroom in de verschillende meetpunten slechts weinig van de geulrichting. De afwijkende naar het Zuiden gerichte stroom in de meetpunten nos. 7 en 8 zou er op kunnen wijzen, dat een deel van den aanvoer van het vloedwater naar het Borndiep dwars over het Bornrif en door de onder de N.W. kust van Ameland gelegen geul gaat.

11e maanuur.

De snelheden in de meetpunten op zee zijn sinds het vorige maanuur verminderd en bedragen gemiddeld ongeveer 50 cm/sec.

In de beide geulen door de buitendelta zijn de snelheden verder teruggelopen. Deze vermindering is in het meer westelijk gelegen Westgat sterker dan in het Akkepollgat. Toch schijnt eerstgenoemde geul nog het meeste water te trekken.

In het Borndiep zijn de snelheden sinds het vorige maanuur aanzienlijk kleiner geworden. Het sterkst is deze vermindering der snelheden in de aan de kanten van de geul gelegen meetpunten te zien.

In de meer naar binnen gelegen meetpunten beginnen de vloodsnelheden ook reeds af te nemen.

Een uitzondering vormt meetpunt no. 19, waar de snelheid nog iets toegenomen is. Deze snelheid van 114 cm/sec. is de grootste van alle op dit maanuur gemeten snelheden.

De omstreeks het 10e maanuur nabij de Koffieboonplaat losgela-

ten drijvers zijn een van de zijgeulen van het Borndiep ingetrokken.

Nabij de Z.W.kust van Ameland is omstreeks dit maanuur een stel drijvers van 1, 3 en 5 m en een 3 m drijver losgelaten. Eerstgenoemde drijvers volgen ongeveer dezelfde baan, waarom alleen die van den 5 m drijver op de maanuurkaart aangegeven is. De bij de drijverbanen geschreven snelheden zouden er op wijzen, dat bij het verder naar binnen trekken de stroomsnelheden niet belangrijk veranderen.

Oe maanuur.

De vloodsnelheden op zee zijn reeds beduidend minder dan die op het lle maanuur. Ook in de geulen door de buitendelte beginnen de snelheden reeds vrij klein te worden. In den hals van het zeegat, waar in het lle maanuur snelheden van 30 - 90 cm/sec. zijn gemeten, zijn ze in het midden van de geul teruggelopen tot ongeveer de helft aan de kanten tot ongeveer een derde van de waarden op het vorige maanuur.

In de meer naar binnen gelegen meetpunten ziet men hetzelfde.

Het zuidelijk trekken van de drijvers, in een richting, die sterk afwijkt van de geulrichting, zal wel een gevolg zijn van den op den dag van de drijving heerschenden oostelijken wind.

Gemiddelde ebsnelheid.

Op het eerste kaartje van bijlage 20 zijn voor de verschillende meetpunten de over de geheele ebperiode gemiddelde stroomsnelheden uitgezet. De bijbehorende richting is op het oog over de eb gemiddeld.

Voor de verschillende in de geulen gelegen meetpunten kan dit op het oog middelen zonder bezwaar geschieden. Als regel heeft men hier gedurende de geheele eb een stroomrichting gemeten, welke weinig van de geulrichting afwijkt. Tegen de kentering, wanneer de snelheden gering zijn, kan de richting onder invloed van den wind hiervan wel eens verschillen.

In deze in de geulen gelegen meetpunten voltrekt zich als regel de kentering door een afname van de stroomsnelheden tot een waarde gelijk nul, gevolgd door een aangroeiing in tegengestelde richting. Op zee voltrekt zich de kentering in de meeste gevallen door een geleidelijk omzwaaien van den stroom, zonder dan deze een waarde nul bereikt. De stroomrichtingen loopen hier dan ook meer uiteen dan in de geulen.

In de op zee gelegen meetpunten, nos. 24 t/m 34, varieert de gemiddelde ebsnelheid van 24 tot 56 cm/sec. De kleinste snelheden zijn in de beneden strooms van het zeegat voor de Terschellinger kust gelegen meetpunten bepaald. De invloed van de buitendelta is

duidelijk zichtbaar uit de stroomrichtingen in deze meetpunten en ook uit de bijgeschreven snelheidscijfers. Deze snelheden nemen van ± 35 cm/sec. voor de Amelandse kust toe, tot ± 55 cm/sec. voor den kop van de buitendelta, om daarna weer af te nemen tot 25 à 35 cm/sec. benedenstrooms van de buitendelta.

Van de beide geulen door de buitendelta schijnt het Akkepollegat voor den afvoer van de eb het belangrijkste te zijn. Gemiddeld bedraagt de snelheid in de beide geulen ongeveer 50 cm/sec.

De snelheden op de meetraai Uitkijk (Ameland) - paal 29 (Terschelling) variëren van ± 65 tot ± 85 cm/sec. Het gemiddelde van deze raai bedraagt ongeveer 75 cm/sec.

In de meetraai voor de Z.W.kust van Ameland zijn de ebsnelheden aan de Oostzijde van de geul groter dan aan de Westzijde.

De snelheid van den ebstroom is ca. 50% groter langs de kust van Ameland dan langs de Koffieboonplaat.

In het verdere gedeelte van het Borndiep en in het in het verlengde ervan gelegen Dantzichgat bedraagt de gemiddelde ebsnelheid ongeveer 80 cm/sec. Langs de kanten van deze geul en in de er op uitkomende dwarsgeulen zijn de snelheden belangrijk minder.

Gemiddelde vloodsnelheden.

Het tweede kaartje van bijlage 20 geeft de over de vloedperiode gemiddelde stroomsnelheden. Het vloedgemiddelde op zee bedraagt ongeveer 47 cm/sec., dat is 10 cm/sec. meer dan het gemiddelde over de eb.

In het Westgat is het gemiddelde over den vloed ruim de helft meer dan dat in het Akkepollegat.

De door deze beide geulen naar binnentrekkende vloed volgt veel meer het diepste gedeelte van de geul dan de eb. De snelheidsverdeling in de meetraai Uitkijk (Ameland) - paal 29 (Terschelling) is dan ook veel onregelmatiger; de snelheden variëren van 35 tot 85 cm/sec. Het gemiddelde is kleiner dan dat van de eb en bedraagt ± 60 cm/sec.

Verder naar binnen, ter hoogte van de Zuidwestkust van Ameland zijn in het diepere gedeelte van de geul minder uiteenlopende gemiddelde snelheden gevonden dan tijdens de eb. De grootste gemiddelde snelheden zijn gemeten voor het ten Zuidoosten van de Koffieboonplaat gelegen vloodschaar.

De gemiddelde vloodsnelheid in het voor de Zuidwestkust van Ameland gemeten meetpunt no. 16 bedraagt slechts een derde van de gemiddelde snelheid in het diepere gedeelte van de geul.

In het meer naar binnen gelegen gedeelte van het Borndiep be-

bedraagt de gemiddelde snelheid in het diepste gedeelte 70 à 75 cm/sec. Aan de kanten en in de zijgeulen is deze snelheid veel kleiner.

Snelheidsoverschotten.

Over het algemeen verschilt de duur van den vloed niet veel van die van de eb. In het meerendeel der meetpunten zal het snelheidsoverschot dus dezelfde richting hebben als het verschil van de eb- en vloedgemiddelden.

Deze overschotten zijn berekend door het verschil der producten van snelheid en bijbehorenden tijdsduur voor eb en voor vloed te deelen door den duur van het geheele getij.

De grootte van dit product is met de bijbehorende richting uitgezet op het kaartje van bijlage 21.

Het grootste deel van de meetpunten is in het Borndiep of in een van zijn vertakkingen gelegen.

Omdat in een geul de eb- en vloedrichting ongeveer samenvallen met de geulrichting, zal de richting van het op bovenstaande wijze verkregen snelheidsoverschot in den regel niet veel van het op nauwkeuriger wijze bepaalde overschot afwijken.

Op zee kan de stroomrichting in den loop van het getij nog al eens veranderen. In die gevallen zou een vectorische of analytische bepaling van de resultante misschien de voorkeur verdienen.

Omdat de richting tijdens de sterkste eb en vloed vrij constant is, is ook voor deze punten volstaan met een op het oog middelen der richtingen, terwijl de grootte van de resultante op dezelfde wijze is bepaald als voor de overige meetpunten.

De kentering van vloed op eb en die van eb op vloed vallen niet samen met H.W. resp. L.W., maar komen even later. Het gemiddelde profiel van de geul tijdens den vloed is dus iets grooter dan tijdens de eb. Daar de duur van eb en vloed weinig verschillen zal in een geulprofiel dus een eboverschot van de snelheden gemeten moeten worden.

Op zee is in het meerendeel der punten een overschot in de vloedrichting ter grootte van gemiddeld ± 9 cm/sec. gemeten. Uitzondering vormen de twee nabij de Kofmansbult gelegen meetpunten 29 en 30. Het is niet mogelijk aan te geven of het in deze punten gemeten eboverschot een gevolg is van het eboverschot van het Akkepollegat.

Van de beide geulen door de buitendelta heeft het Westgat een overschot in de vloedrichting, terwijl het Akkepollegat een eboverschot heeft.

Bij de bespreking der maanuurkaarten is er reeds op gewezen, dat de vloed in den hals van het zeevat meer het midden van de geul

volgt, terwijl de eb gelijkmatiger over het profiel van de geul verdeeld is. In de meetpunten aan de kanten is dan ook een vrij groot eboverschot gemeten, terwijl het eboverschot in het midden van de geul slechts enkele cm/sec. bedraagt.

Verder naar binnen is de verdeeling van de eb- en vloedstroomsnelheden over het geulprofiel zeer verschillend. De eb is vooral langs de Z.W.kust van Ameland gericht, terwijl de vloed meer op het aan den anderen kant van de geul gelegen schaar gericht is.

Van de meer naar binnen gelegen meetpunten hebben alleen die in het Dantzichgat en een van de twee voor den mond van de Kromme Balg een eboverschot. In de overige punten is een vloedoverschot gemeten.

In deze geulen is echter slechts in één punt gemeten. Het is mogelijk, dat de gemeten vloedoverschotten samenhangen met het optreden van een kringstroom in de waterbeweging. Het is echter waarschijnlijker, dat ze samenhangen met de plaats van het meetpunt ten opzichte van het midden van de geul; bij de bespreking van de verschillende maanuurkaarten hebben we immers gezien, dat de vloed over het algemeen veel meer in het diepste gedeelte van de geul geconcentreerd is dan de eb.

* Stroomrichtingen.

Bij het bespreken van de maanuurkaarten is er reeds op gewezen, dat de richting van den stroom vooral tijdens de grootere stroomsnelheden in de meeste punten ongeveer samenvalt met de geulrichting. Uit bijlage 22 blijkt dat nog eens zeer duidelijk. Tegen de kentering kan de wind wel eens een afwijking geven. Uit de verschillende stroompijlen en de meetpunten 7 en 8 (bijlage 22) ziet men, hoe naarmate de vloed langer trekt en het Bornrif dieper onder water komt, steeds meer water dwars over deze plaat naar het Bornrif stroomt. De ebrichting wijkt in deze punten nagenoeg niet van de geulrichting af. In de voor de ingangen van zijgeulen gelegen meetpunten - de nos. 17 en 20 - ziet men een sterk veranderen van de stroomrichting, afhankelijk van de verhouding tusschen den doorgaanden stroom en den stroom uit de zijgeul.

Bij de bespreking van de maanuurkaarten is er reeds op gewezen, dat de kentering op zee zich voltrekt door een geleidelijk veranderen van de stroomrichting. In het grootste deel der punten draait de stroom links om. Uit de aan de hand van stroomwaarnemingen aan boord van de lichtscheperen verkregen en op de zeekaarten opgenomen stroomrozen blijkt, dat de stroom bij het lichtschip Terschellinger bank links om draait. Voor den mond van de Eems - lichtschip Borkum Riff - draait de stroom rechts om; de metingen zouden er dus op

wijzen, dat de scheiding tusschen deze twee gebieden ten Oosten van het Amelander Gat ligt.

x Windinvloeden.

Het is misschien goed om er, na de bespreking van de verschillende stroomkaartjes, nog eens op te wijzen, dat de verschillende metingen alleen onder niet al te ongunstige weersomstandigheden mogelijk waren.

Het Amelander Gat ligt nog al open op het W. en N.W. Bij een eenigszins krachtigen wind was het daarom niet mogelijk nabij de Z.W.kust van Ameland met een vaartuig als het m.s. "Vlieland" metingen te verrichten. Wel is getracht de tijd zoo veel mogelijk productief te maken, door de metingen in meer naar binnen gelegen punten als de nos. 18 t/m 23, zooveel mogelijk voor dergelijke slechte weerdagen te reserveeren. Bij stormachtige winden was het echter uitgesloten zelfs in dergelijke meer beschut gelegen punten te meten. Bovendien zijn in den winter de dagen te kort voor metingen gedurende een heel getij en is ook de kans op slecht weer te groot. De metingen zijn dus in hoofdzaak tusschen April en October bij niet te ongunstige weersomstandigheden verricht.

Normaal is het gebied, dat via het Amelander Gat zijn water ontvangt door de z.g. wantjen vrij scherp begrensd.

Uit de bij sterken wind verrichte verticaalstroommetingen en uit laboratoriumproeven (zie o.a. Rapport Groninger Wadden blz. 66 e.v. en Verslag Staatscommissie Zuiderzee blz. 58 en 59 en blz. 66) is wel gebleken, dat bij groote windsnelheden belangrijke windstroomen op kunnen treden. Tijdelijk kan dan het stroombeeld heel anders worden dan onder de omstandigheden waarbij gemeten is. Bij storm kan dientengevolge een vrij groote hoeveelheid water over deze wantjen stroomen, vooral ook doordat dan als regel de gemiddelde waterspiegel hooger en het doorstromingsprofiel nabij de wantjen dus belangrijker groter is. De metingen stellen ons dus niet in staat aan te geven hoe groot de stroomsnelheden zijn onder gemiddelde omstandigheden van wind, weer en getij. Behalve een reductie van de snelheden tot "normaal" tijverschil zou daartoe een correctie voor den optredenden windstroom noodig zijn.

x Capaciteitsberekening.

Zoals bij de bespreking van de maanuurkaarten reeds is medegedeeld, heeft men in een zestal punten van de raai gaande door strandpaal 29 op de Boschplaat van Terschelling en de Uitkijk op Ameland op een of meerdere dagen gedurende een volledig getij het verloop van de stroomsnelheden bepaald.

Deze punten - de meetpunten nos. 3 t/m 8 - zijn nog eens aangegeven op de situatie van bijlage 23.

In verband met de lengte van de ankerketting e.d. is het zeer moeilijk het schip precies in de raai voor anker te leggen. Zooals uit de situatie van deze bijlage blijkt, zijn de afwijkingen echter niet belangrijk.

De metingen in deze zes punten zijn gebruikt voor een berekening van de capaciteit van het Amelander Gat onder "normale" getijomstandigheden.

Op bijlage 23 is na de situatie allereerst het profiel van de meetraai aangegeven. Aangezien de meetraai niet samenviel met een doorloodingsraai is het profieloppervlak door interpolatie tussen de twee aan weerskanten gelegen raaien D_1 en D_2 bepaald. Het grootste deel van de stroommetingen in de punten 3 t/m 8 is in 1937 verricht. In verband hiermede is voor de capaciteitsberekening de doorlooding van datzelfde jaar gebruikt.

Op bijlage 23 is vervolgens de getijkromme voor het Boschgat aangegeven. De capaciteitsberekening is opgezet voor het gemiddelde - het z.g. "normale" - geval. De voor deze berekening gebruikte getijkromme is daarom door middeling van de twee takken van de gemiddelde getijkromme van bijlage 14 verkregen; de dagelijksche ongelijkheden komen in deze kromme dus niet meer voor.

Door reductie zijn de op de verschillende meetdagen gemeten snelheden herleid tot die, geldende voor normaal tij. De op de bijlage aangegeven stroomsnelheidskrommen zijn de over de verschillende meetdagen "normale" stroomsnelheidskrommen.

Aan de hand van deze gegevens is telkens voor een periode van 20 minuten het verloop van de stroomsnelheden over de geulbreedte bepaald. In de dicht onder de Amelander kust gelegen meest oostelijke geul lag geen enkel meetpunt. De voor dit geulgedeelte aangenomen snelheidsverdeling is zoo veel mogelijk aangepast aan hetgeen in de andere zeegaten is gevonden.

Het profiel van het zeegat is in een aantal vakken verdeeld, in elk waarvan in den regel een meetpunt is gelegen. Uit het product van de gemiddelde snelheid is om de 20 minuten de afvoer van de verschillende vakken bepaald.

De getrokken lijn in de laatste kromme van bijlage 23 geeft het verloop van den totalen afvoer van het zeegat.

Vijf van de zes meetpunten zijn gelegen in de geul van het Borndiep. Over dit gedeelte van het zeegat kon de stroomverdeling dus met grootere nauwkeurigheid worden bepaald dan die over de overige vakken. Met een gestippelde lijn is in de laatste figuur van

bijlage 23 het verloop van den afvoer van deze geul aangegeven.

Uit de stroomsnelheidskrommen van bijlage 23 ziet men dat de eb in het Amelanders Gat ongeveer even lang duurt als de vloed. Alleen meetpunt no. 3 schijnt hierop een uitzondering te maken. In hoeverre echter de vrij sterke zuidelijk wind, die heerschte op de beide dagen, dat er in dit punt gemeten is, invloed heeft gehad op de stroom door het Boschgat, valt moeilijk aan te geven.

Over het algemeen ziet men, dat in de meeste meetpunten in den hals van het zeegat de ebstroom gedurende de eerste uren na de kentering vrij gelijkmatig toeneemt. De maximale snelheden, die de stroom bereikt, zijn van de orde van grootte van 100 à 120 cm/sec.

Nadat de stroom haar maximale waarde heeft bereikt nemen de snelheden vrij gelijkmatig af met een kleine onderbreking op ongeveer 4 uur na de kentering.

Ruim 2 uur na de kentering van eb op vloed wordt in de meeste meetpunten de grootste vloedsnelheid bereikt. Deze snelheid bedraagt ruim 50 cm/sec. in de langs de kanten van de geul gelegen meetpunten en ongeveer 115 cm/sec. in het midden van de geul.

Het verloop van den afvoer van het Amelanders Gat vertoont een dergelijk beeld als dat van de gemiddelde snelheden in de meetpunten.

Uit een planimetrie van de beide takken van de capaciteitskromme blijkt, dat de ebstroom door dit zeegat ongeveer 431×10^6 m³ bedraagt, terwijl er met vloed ongeveer 406×10^6 m³ naar binnen stroomt. De metingen zouden dus op een eboverschot van dit zeegat van 25×10^6 m³ wijzen.

Voor het Borndiep alleen bedragen deze cijfers resp. 361 en 370×10^6 m³, wat op een vloedoverschot van 9×10^6 m³ zou wijzen.

Uiteraard zullen richting en grootte van den resulterenden stroom door het Amelanders Gat in sterke mate door windkracht en windrichting bepaald worden.

Uit eenige in het Schuitengat in de voor-zomer van 1941 verrichte stroommetingen is voor deze geul een vloedoverschot gevonden van 17×10^6 m³. Het is mogelijk dat dit vloedoverschot niet door andere geulen weer naar het zeegat van het Vlie terug stroomt, maar dat het achter het eiland Terschelling langs, in het Amelanders Gat terecht komt en daar bijdraagt tot het eboverschot van het zeegat.

Daar de overschotten als verschil van twee capaciteiten bepaald worden, mag men aan de getalwaarde van deze resultaten niet al te veel beteekenis toekennen. Wel geven ze een indruk van de richting van den resulterenden stroom onder de gemiddelde omstandigheden waarbij gemeten is.

Samenvatting.

De uitgevoerde stroommetingen geven een overzicht van het verloop der stroomsnelheden over den duur van het getij.

De op de verschillende dagen verrichte metingen zijn vergelijkbaar gemaakt door ze allen op eenzelfde "normale" getijverschil te betrekken.

Uit de verschillende maanuurkaarten blijkt, dat de stroom in den loop van het getij nogal uiteenloopt, Vooral in den hals van het zeegat, waar in verschillende punten van het geulprofiel metingen zijn verricht, blijkt dat na de kentering van vloed op eb ($+ \frac{1}{2}$ uur na H.W.) de sterkste eb aan de kanten van de geul loopt. De snelheidsverdeeling over het geulprofiel wordt later gelijkmatiger. Na het tijdstip van den maximalen stroom ($+ 3$ uur na H.W.) worden de ebsnelheden in het midden van de geul aanzienlijk grooter dan die aan de kanten. De gemiddelde ebsnelheden in de verschillende punten van het geulprofiel loopen dan ook niet sterk uiteen. De richting valt nageenoe samen met de geulrichting.

Na de stroomkentering ($6\frac{1}{2}$ à 7 uur na H.W.) begint de vloed in het midden van de geul al zeer spoedig grooter te worden dan die aan de kanten. Na den maximalen vloed ($+ 9$ uur na H.W.) wordt dit verschil nog grooter.

Als gevolg van deze verschillende verdeeling van eb- en vloed-snelheden heeft men in de meetpunten aan de kanten van de geul een eboverschot geconstateerd en in het midden een vloedoverschot.

De aantasting van de Amelander kust zal vermoedelijk ook in hoofdzaak een gevolg zijn van de schurende werking van den ebstroom. Vooral vlak na de kentering (op het 1e en 2e maanuur) trekt aan dezen kant van de geul een sterke ebstroom.

Op het eerste maanuur is de ebsnelheid dicht onder de kust zelfs grooter dan die in het diepere gedeelte van het Borndiep. Daarna nemen de snelheden in het midden van de geul toe, zoodat op het 2e en 3e maanuur de snelheden in het diepere gedeelte ongeveer $1\frac{1}{2}$ maal zoo groot zijn als die aan den kant van de geul.

Na het tijdstip van den maximale stroom blijft deze verhouding nog eenigen tijd dezelfde. Eerst na het 5e maanuur beginnen de stroom-snelheden langs de kanten van de geul sterker af te nemen dan die in het midden.

De verdeeling van de snelheden over de geulbreedte is niet symmetrisch. De eb trekt vooral langs de Zuidwestkust van Ameland. Aan dezen kant van het Borndiep heeft men dan ook ebsnelheden gemeten, welke $1\frac{1}{2}$ maal zoo groot zijn als die in overeenkomstige punten aan den anderen kant van de geul

Tijdens den vloed is het verschil in snelheid in overeenkomstige

punten van het geulprofiel geringer. De stroom trekt nu meer langs den anderen kant van de geul; de grootste vloodsnelheden zijn gemeten in de ten Oosten van de Koffieboonplaat voor het vloodschaar gelegen meetpunten.

Uit de gemiddelde snelheden ziet men eveneens deze verschillen tusschen eb en vloed. Van het midden van de geul naar de Amelander kust gaande heeft men dan ook een grooter wordend eboverschot van de snelheden, terwijl voor het schaar aan den kant van de geul een vloedoverschot gemeten is.

Omdat de stroomkenteringen even na H.W. en L.W. vallen, zal de gemiddelde ebsnelheid iets grooter moeten zijn dan de gemiddelde vloodsnelheid. In verband met de verschillende wijzen, waarop de stroomsnelheden over het geulprofiel verdeeld zijn, zal men in de in het diepste gedeelte van het zeegat gelegen meetpunten vaak of een klein eboverschot, of een vloedoverschot aantreffen. Op zee heeft men - evenals in de nabijheid van de reeds eerder bemeten zeegaten - een vloedoverschot gemeten.

Hoewel het stroomgebied van het Amelander Gat slechts klein is, ziet men toch wel uit de stroommetingen hoe het tijdstip van maximalen stroom en dat van stroomkentering voor verder naar binnen gelegen punten steeds later valt.

De metingen in een zestal punten op een raai door den hals van het zeegat zijn gebruikt voor een globale berekening van de capaciteit van het zeegat onder "normale" omstandigheden. Volgens deze berekening heeft het zeegat een totale capaciteit van bijna 840×10^6 m³ terwijl de eb ongeveer 25×10^6 m³ sterker is dan de vloed.

Van de beide geulen door de buitendelta heeft het Akkepollegat het grootste aandeel in den ebaivoer. Het Westgat heeft daarentegen een overschot in de vloedrichting.

Hoofdstuk V. Materiaaltransporten.

Overzicht der waarnemingen.

Teneinde een overzicht te verkrijgen van de hoeveelheden materiaal die met het water in beweging zijn, is in de verschillende meetpunten (zie bijlage 16) tegelijk met de stroommetingen het zand- en slibgehalte van het water op 0.10 m boven den bodem bepaald. Hiertoe heeft men met behulp van een z.g. gehaltemeter ieder half uur op deze hoogte boven den bodem een watermonster genomen.

Bovendien heeft men ieder half uur ook nog de grootte van het zandtransport op dezelfde hoogte boven den bodem met behulp van een zandtransportmeter type "Canter Cremers" gemeten.

In de meetpunten op zee, welke met behulp van het s.s. "Oceaan" zijn bemeten, heeft men wel zandgehalten maar geen slibgehalten bepaald. De voor deze zeemetingen gebruikte gehaltemeter bevat 4 bakken boven elkaar. Aan de hand van deze metingen kan men zich dus een indruk vormen van het verloop van het zandgehalte dicht bij den bodem.

De aan boord van het s.s. "Oceaan" gebruikten zandvanger type "Canter Cremers" heeft men in den regel gedurende een geheele eb- en vloedperiode op een bepaalde hoogte boven den bodem gehangen.

Bijlage 17 geeft een overzicht van de uitkomsten der met behulp van het m.s. "Vlieland" verrichte metingen, zooals deze op de meetgrafieken zijn uitgezet. Aan de hand van deze grafieken zijn de maanuurkaarten voor het zandtransport samengesteld.

Op deze maanuurkaarten zijn uitgezet de stroomsnelheid op 0.15 m boven den bodem en de uit de gehaltemetingen bepaalde zandtransporten.

Bodemstroom.

Zooals in Hoofdstuk IV reeds is medegedeeld heeft men aan het begin en het einde van iedere verticaalstroommeting de stroomsnelheid op 0.15 m boven den bodem bepaald. Bovendien heeft men tusschen twee verticaalstroommetingen in, dat is dus om het kwartier, ook nog eens dezen z.g. bodemstroom gemeten. Deze metingen zijn allen met behulp van den reeds in Hoofdstuk IV genoemden schroefstroommeter uitgevoerd.

In de meetpunten op zee, waarin met het s.s. "Oceaan" is gemeten, heeft men met behulp van een registreerende bodemstroommeter telkens voor een periode van 5 minuten, de grootte der snelheden op 0.15 en 0.50 m boven den bodem bepaald.

Het voor deze laatste metingen gebruikte instrument berust op

-hetzelfde-

hetzelfde principe als de voor de verticaalstroommetingen gebruikte Ott-meter.

Zand- en Slibgehalte.

Ieder half uur heeft men met behulp van een z.g. gehaltemeter op ongeveer 0.10 m boven den bodem een watermonster genomen. Deze gehaltemeter bestaat uit een bak met een inhoud van 5 L., welke in een raamwerk is opgehangen. Door middel van een roer stelt de bak zich in de stroomrichting. Het water kan er dus met de minst mogelijke storing door heen stroomen.

Op de gewenschte diepte gekomen, wordt de bak door twee kleppen afgesloten. De bediening der kleppen geschiedt door middel van een valgewichtje, dat een pal lost.

De inhoud van den gehaltemeter wordt in een trechter gegoten. Het materiaal met grooten diameter - zand - heeft een grootere valsnelheid dan het fijnere materiaal - slib -. Het zal dus het eerst tot neerslag komen in het onder den trechter bevestigde, gecalibreerde buisje.

Tijdens de metingen is gebleken, dat de turbulentie van het water in het buisje zoo groot is, dat tegelijk met het zandnagenoeg geen slib tot bezinking komt. Eerst wanneer al het zand neergeslagen is, komt het slib tot bezinking. Het scheidingsvlak tusschen zand- en slib teekent zich dan in den regel meer of minder scherp af.

Ter contrôle op de gemeten hoeveelheid zand wordt direct na de eerste waarneming nog een tweede verricht. In den tijd, die tusschen deze beide waarnemingen verloopt, kan het vaste stofgehalte van het water echter veranderd zijn. Ook zullen kleine afwijkingen altijd op kunnen treden als gevolg van pulsaties of onregelmatigheden in den stroom. Beide waarneming zullen dus bijna nooit hetzelfde zandgehalte opleveren.

In die gevallen, waarin het verschil tusschen de beide duplobepalingen zeer groot is, zoodat het vermoeden bestaat, dat er b.v. materiaal op is gewoeld ten gevolge van een onzacht neerkomen van het instrument, wordt nog een derde monster genomen.

Het laatste monster blijft in den trechter staan voor een bepaling van het slibgehalte van het water.

In den regel wordt om het halve uur een dergelijke duplobepaling verricht. De bezinktijd voor de bepaling van de slibgehalten blijft dientengevolge beperkt tot ongeveer 20 minuten.

Op de hierboven aangegeven wijze heeft men dus ieder half uur het zandgehalte en ook het zand + slibgehalte van het water op 0.10 m boven den bodem bepaald. Het verschil van deze waarnemingen geeft

het slibgehalte van het water in cm³/5 liter.

De verschillende waarnemingen worden in de z.g. meetgrafieken uitgezet. Uit deze grafieken kan men dus voor de verschillende maanuren de zand- en slibgehalten van het water aflezen.

Zoals reeds is medegedeeld bestaat de aanvoerd van het s.s. "Oceaan" gebruikte gehaltemeter uit 4 bakken boven elkaar, welke zich tijdens de metingen in den regel op 8 - 28 - 48 en 68 cm boven den bodem bevinden. De met dezen gehaltemeter bepaalde zandgehalten geven ongeveer een indruk van de verdeling van de gehalten over den verticaal.

Slibgehalten heeft men op zee niet gemeten.

Materiaaltransporten.

Vermenigvuldigt men voor de verschillende maanuren het zand- en slibgehalte van het water met deop dezelfde hoogte gemeten stroomsnelheid, dan krijgt men de op deze hoogte per oppervlakte eenheid getransporteerde hoeveelheid vaste stof.

In de meeste gevallen heeft men de zand- en slibgehalten van het water op ongeveer 0.10 m boven den bodem gemeten, terwijl de bodemstroom op een hoogte van ongeveer 0.15 m boven den bodem betrekking heeft. In den regel neemt de stroomsnelheid toe met de hoogte boven den bodem. Het product van deze beide grootheden zal dus iets grooter zijn, dan het materiaaltransport op 0.10 m boven den bodem.

In alle meetpunten heeft men de metingen op dezelfde wijze verricht. De door vermenigvuldiging van deze beide grootheden verkregen transporten leenen zich dus wel voor onderlinge vergelijking.

De transporten kan men, behalve uit de gehaltemeter-metingen, ook direct bepalen. Zoals reeds is medegedeeld, is daartoe van een zandtransportmeter type "Canter Cremers" gebruik gemaakt. Aan den voorkant van dit instrument bevindt zich een aanzuigopening. Het hierdoor naar binnentredende water wordt in de zich er achter bevindende grootere ruimte zoodanig vertraagd, dat het in het water zwaven de zand in deze ruimte neer slaat.

Het schoone water verlaat het instrument via een paar achter een afzuigkraag aanwezige openingen. Een achter het instrument aanwezige roer zorgt er voor, dat het instrument zich in de stroomrichting stelt.

De afzuiging van het instrument moet liefst zoo zijn, dat onder alle omstandigheden de snelheid in den mond even groote is als die van het water in de omgeving ervan.

Een nadeel van deze zandvanger is, dat de vertraging, welke de stroom ondergaat, niet groot genoeg is om alle in het water aanwe-

zige zand tot neerslag te doen komen. Het percentage van het in het water zwevende zand, dat erin bezinkt, is, behalve van de stroomsnelheid, ook afhankelijk van den korreldiameter en de korrelverdeling van het in het water zwevende zand. Een algemeen geldige ijkgrafiek laat zich dus voor dezen zandvanger niet opstellen. Dit is dan ook de reden, waarom bij de samenstelling van de maanuurkaarten geen gebruik van deze metingen is gemaakt.

Reeds eerder is medegedeeld, dat men aan boord van het s.s. "Oceaan" de zandvanger gedurende een heele eb- en vloedperiode op ongeveer 3 m boven den bodem heeft gehangen.

Het is practisch niet mogelijk, deze waarnemingen te vergelijken met de gesommeerde waarden van de metingen, welke aan boord van het m.s. "Vlieland" zijn verricht, omdat - zooals bij eenige proeven is gebleken - bij het grooter worden der stroomsnelheden een deel van het reeds in den zandvanger neergeslagen materiaal weer wordt opgewoeld en weggevoerd.

Maanuurkaarten Zandtransport.

In den regel heeft men in ieder der meetpunten gedurende meerdere getijden de grootte der zandtransporten bepaald.

Op de maanuurkaarten van bijlage 24 is voor ieder meetpunt de gemiddelde waarde der bodemstroomsnelheden met de bijbehorende gemiddelde richting uitgezet.

Een betrouwbare herleiding van de gemeten transporten tot die bij gemiddelde omstandigheden is moeilijk uitvoerbaar, omdat in een gebied als dat van het Ameland Gat behalve het getij waarschijnlijk ook andere factoren, zooals b.v. wind en golfslag een zeer grooten invloed op het zand- en slibgehalte van het water hebben. Op de maanuurkaarten zijndaarom de rekenkundige gemiddelden van de op de verschillende meetdagen bepaalde transporten en snelheden aangegeven.

Zooveel mogelijk heeft men er naar gestreefd in ieder punt zowel bij spring- als bij dood- en gemiddeld tij te meten. Voor de verschillende meetpunten krijgt men daardoor waarden, die wel ongeveer vergeleken kunnen worden.

Op de kaartjes van bijlage 24 stelt de cirkel bij ieder meetpunt op een bepaalde schaal het materiaal-transport in $\text{cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec.}$ voor.

Zandtransportmetingen kunnen alleen bij rustig weer uitgevoerd worden. Bij ruw weer is het niet mogelijk vanaf een slingerend schip op een zoo geringe hoogte boven den bodem waarnemingen te verrichten. De verzamelde gegevens benaderen de waarden, welke voor ge-

middelste omstandigheden gelden daarom waarschijnlijk in mindere mate dan dat dit met de snelheden het geval is.

Aan de hand van de verzamelde waarnemingen zou men soms den indruk krijgen, dat de materiaaltransporten bij ruw weer vele malen grooter zijn, dan die bij rustig weer.

De juiste grootte van den invloed van wind en golfslag kan men echter uit het verzamelde materiaal niet afleiden.

Oe Maanuur.

In de meeste meetpunten verschilt de richting van den bodemstroom niet belangrijk van die van den gemiddelden stroom. In op één na alle punten heeft men dan ook een in de vloedrichting gaanden bodemstroom gemeten; deze eenige uitzondering vormt het in het Boschgat gelegen meetpunt no. 3.

In de beide geulen door de buitendelta begint op het tijdstip van hoogwater aan de peilschaal in het Boschgat de stroom te kenteren. De bodemstroomsnelheden zijn hier niet grooter dan 10 cm/sec. In het Borndiep ziet men naar de kanten van de geul een sterk afnemen der bodemsnelheden. Even als de gemiddelde stroom is aan het eind van den vloed de bodemstroom het sterkst in het midden van de geul.

Gaat men van zee naar binnen, dan ziet men een toenemen van den bodemstroom, terwijl in deze richting ook de verhouding tusschen bodemstroomsnelheid en gemiddelde stroomsnelheid steeds grooter wordt. Gemiddeld over alle meetpunten, dus zoowel over die op zee, als die in de geulen, bedraagt deze verhouding op het Oe maanuur ongeveer 0.50.

Zoo kort voor het tijdstip van stroomkentering is het zandtransport in de meeste meetpunten vrij klein. Alleen in het midden van het Borndiep is nog wat zand in beweging. In de verschillende meetpunten van deze hoofdgeul zijn op het Oe maanuur dan ook de grootste transporten gemeten.

Voor zoover hier zand in beweging is, bedraagt het zandtransport in de met behulp van het s.s. "Oceaan" bemeeten buitenpunten ongeveer 0.002 cm³/cm² sec.

le maanuur.

In alle in het Borndiep gelegen meetpunten loopt de bodemstroom evenals de gemiddelde stroom in de ebrichting. In de meer naar binnen gelegen meetpunten, zooals die in het Molengat en in het Dantzichgat begint op dit oogenblik de bodemstroom te kenteren. Op zee loopt nog vloed.

In het Borndiep en in de geulen door de buitendelta varieert de bodemstroomsnelheid van ca. 10 tot 30 cm/sec. Deze stroomsnelheden

zijn reeds voldoende om zand in beweging te brengen. Vooral langs de kanten van de geul, waar vlak na de kentering de snelheden het grootst zijn, wordt in de meetraai over den hals van het zeegat (Uitkijk Ameland - paal 29 Terschelling) reeds wat zand getransporteerd.

In het meetpunt, dat het dichtst nabij de Z.W.kust van Ameland is gelegen en dat in het Boschgat, waar de bodemstroomsnelheid reeds 43 resp. 38 cm/sec. bedraagt, werden de grootste zandtransporten gemeten.

In de iets meer naar binnen gelegen meetpunten van het Borndiep is de stroom nog maar juist gekenterd. Hier is dan ook nog praktisch geen zand in beweging.

2e maanuur.

Op dit maanuur is ook op zee de bodemstroom evenals de gemiddelde stroom gekenterd. De zandtransporten zijn in de verschillende buitenpunten nog vrij gering ($\pm 0.001 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec.}$).

In het Akkepollegat zijn de bodemstroomsnelheid en het materiaaltransport sinds het vorige maanuur niet belangrijk veranderd. In het Westgat is tusschen het eerste en het tweede maanuur de snelheid van den bodemstroom verdubbeld. Op het tweede maanuur is in dit punt het grootste zandtransport bepaald; het bedraagt ruim $0.1 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec.}$

In het Borndiep is de stroomsnelheid op 0.15 m boven den bodem vrij belangrijk toegenomen. Voor de verschillende meetpunten varieert ze van 50 tot 110 cm/sec. De verdeling van de bodemstroomsnelheden over de geulbreedte is iets gelijkmatiger geworden, toch is de stroomsnelheid in het midden van de geul op dit tijdstip slechts ongeveer $2/3$ van die aan de kanten. Zooals uit de maanuurkaart blijkt is het zandtransport in de meetpunten 5 en 6 (midden van de geul) slechts half zoo groot als dat in de punten 4 en 8 (zij-kanten van de geul); in meetpunt no. 7 is het nog kleiner. In het Boschgat is zoowel bodemstroom als zandtransport sterk vermeerderd.

Van de voor de Z.W.kust van Ameland gelegen punten nos. 13, 14, 15 en 16 is in 1935 slechts een meting gedaan, terwijl deze bovendien voor no. 14 niet gedurende het geheele getij werd verricht. In deze punten blijken nu de zandtransporten aanzienlijk kleiner te zijn dan die gevonden in de in latere jaren bemeten naburige punten no. 5, 11 en 12. Het is niet meer mogelijk na te gaan of deze verschillen soms een gevolg zijn van een andere wijze van meten dan in de latere jaren.

In de meer naar binnen gelegen meetpunten is de ebstroom sinds het vorige maanuur aanzienlijk toegenomen. De zandtransporten in deze punten variëren nu van 0.003 tot ongeveer $0.015 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec.}$

3e maanuur.

Op zee zijn sinds het vorige maanuur de bodemstroomsnelheden over het algemeen iets groter geworden. De zandtransporten zijn evenwel nog van ongeveer dezelfde orde van grootte.

In het Westgat is de snelheid op 0.15 m boven den bodem sinds het vorige maanuur teruggelopen van 58 tot 37 cm/sec. Het zandtransport in dit meetpunt bedraagt nu nog slechts 0.002 cm³/cm² sec.

In het Borndiep heeft de bodemstroom omstreeks het tweede maanuur haar maximale waarde bereikt. In de meeste meetpunten van de raai in den hals van het zeegat is de bodemstroomsnelheid reeds ruim 10% minder dan op het tweede maanuur. Doordat vooral in de langs de kanten van de geul gelegen meetpunten de snelheden zijn afgenomen is de verdeling van de bodemstroomsnelheden over de geulbreedte iets gelijkmatiger geworden. Ook het verschil in de grootte van de zandtransporten in deze meetpunten is kleiner dan op het vorige maanuur. In de onder de Amelandse kust gelegen punten is het zandtransport over het geheel iets groter dan dat in de punten aan den kant van de Koffieboonplaat.

In de meer naar binnen, voor de Z.W.kust van Ameland gelegen groep van meetpunten heeft men zeer uiteenlopende waarden voor de grootte van de zandtransporten gevonden. Vooral voor punt 11 is een belangrijk transport gemeten, terwijl aangenomen kan worden, dat ook bij meetpunt 14 veel zand in beweging zal zijn geweest, aangezien hier een bijna tweemaal zoo groote bodemstroomsnelheid werd gevonden dan in eerstgenoemd punt. Het transport in meetpunt no. 11 lijkt evenwel, indien men het vergelijkt met dat in de naburige punten, iets aan den hoogen kant te wezen. De in 1935 bemeeten punten no. 14 en 16 geven weer een veel kleiner transport aan. In het Boschgat is de bodemstroomsnelheid en tevens het zandtransport kleiner geworden.

In meetpunt no. 17 is gedurende de geheele ebperiode geen zand in den gehaltemeter aangetroffen. Wel werd hier een vrij groote hoeveelheid slib gevangen.

In de nog verder naar binnen gelegen meetpunten, de nos. 18 e.v. is de bodemstroom sinds het tweede maanuur nog toegenomen. Het zandtransport in deze punten bedraagt gemiddeld ongeveer 0.020 cm³/cm² sec., dat is ongeveer drie maal zoo veel als een uur tevoren 4e maanuur.

Op zee hebben de bodemsnelheden hun maximale waarde reeds bereikt. De zandtransporten zijn hier op dit tijdstip over het algemeen iets groter dan die op het 3e maanuur.

In de beide geulen door de buitendelta: het Westgat en het

Akkepollegat, zijn de bodemstroomsnelheden en ook de zandtransporten iets toegenomen.

In het Borndiep neemt aan de kanten van de geul de bodemstroom verder af. De zandtransporten zijn hier dan ook kleiner dan een uur tevoren. In het diepste gedeelte van de geul zijn de snelheden nog slechts weinig minder; in punt 7 is deze zelfs iets groter; aan de zijde van Ameland en het Bornrif treden de grootste transporten van dit maanuur op. (meetpunten 6, 7 en 11).

In het meetpunt no. 15 is nu ook waargenomen. Het gemeten transport is echter kleiner, dan op de nabijgelegen plaatsen.

Voor het meetpunt no. 3 in het Boschgat bleef de toestand vrijwel stationnair.

In de meer naar binnen gelegen meetpunten, zooals de nos. 18 e.v. ziet men eveneens een afname der bodemstroomsnelheden en daarmee der zandtransporten, met uitzondering van no. 18 en de in het Dantzichgat gelegen punt no. 21, waar toename van deze transporten is waargenomen, zoodat de verplaatste hoeveelheden zand daar nog belangrijk zijn.

5e maanuur.

Op zee zijn alle bodemstroomsnelheden na het 4e maanuur afgenomen. Ook de zandtransporten zijn hier kleiner dan een uur tevoren.

In de beide geulen door de buitendelta is de snelheid van den bodemstroom teruggelopen, vooral in het Westgat. De bodemstroom in het Akkepollegat is nu evenals de gemiddelde stroom sterker dan die in het Westgat. Het zandtransport is in deze beide geulen kleiner geworden.

Langs de kanten van de geul van het Borndiep, is op het vijfde maanuur nagenoeg geen zand meer in beweging. Het bodemmateriaal wordt tegen het einde van de oostkant en voor de Z.W.kust van Ameland meer in het diepste gedeelte van de geul verplaatst (zie de meetpunten nos. 6, 7 en 11).

Hier zijn de transporten sinds het vorige maanuur zelfs iets groter geworden. Gemiddels over de heele geul blijft het zandtransport in het Borndiep echter onder dat op het 4e maanuur.

De in het Boschgat gemeten snelheid en het transport bleek veel kleiner dan in het 4e maanuur.

De meer naar binnen gelegen meetpunten nos. 18, 19 en 22 hebben evenals deze voor de Z.W.kust van Ameland gelegen meetpunten een kleinere bodemstroomsnelheid en een geringer zandtransport dan een uur tevoren. In de meetpunten nos. 20 en 21 is de bodemstroomsnelheid nog iets toegenomen. Het zandtransport in eerstgenoemd punt is

daarbij grooter, doch in punt 21 kleiner geworden.

6e maanuur.

Op zee zijn de bodemstroomsnelheden sinds het vorige maanuur verder afgenomen. Ook de materiaaltransporten zijn hier kleiner geworden.

De stroomsnelheden in de beide geulen door de buitendelta zijn sinds het vorige maanuur met ruim 70% verminderd. De verhouding tussen de snelheid van den bodemstroom en de gemiddelde snelheid in de verticaal, welke een uur tevoren nog 1 : ruim 2 bedroeg is nu teruggelopen tot 1 : 3.

Het grootste zandtransport vindt ook op dit maanuur in het diepere gedeelte van de geul van het Borndiep plaats (de meetpunten nos 6 en 11). Vergeliken met het 5e maanuur is dit zandtransport in het diepste gedeelte van de geul sterk teruggelopen; het gedraagt nu $\pm 0.007 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec.}$ tegen ongeveer $0.08 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec.}$ op het vorige maanuur. In de meetpunten aan de kanten van de geul wordt nu nagenoeg geen zand meer getransporteerd.

In de overige meetpunten werden de transporten belangrijk kleiner.

7e maanuur.

De stroom begint op zee omstreeks het 7e maanuur juist te kenteren. In verband met de geringe snelheden wordt hier nu nog maar weinig zand getransporteerd.

In nagenoeg alle overige meetpunten is op dit maanuur reeds vloed gemeten. De eenige uitzondering wordt gevormd door het nabij de Kokkertplaat gelegen meetpunt no. 23. In dit meetpunt heeft men op een stormdag gedurende slechts eenige uren metingen verricht. Onder invloed van den wind kan op dien dag de kentering dus wel iets later zijn gevallen.

Van de in de beide geulen door de buitendelta gelegen meetpunten heeft dat in het Westgat een grootere bodemstroomsnelheid dan dat in het Akkepollegat. In laatstgenoemde geul is evenwel reeds wat zand in beweging.

Zoowel de bodemstroom als het zandtransport hebben op dit maanuur hun grootste waarde in het in het Boschgat gelegen meetpunt no. 3, indien men de afwijkende zeer groote waarde, die de bodemstroom heeft, in meetpunt no. 14 buiten beschouwing laat.

Aan de kanten van het Borndiep zijn de stroomsnelheden over het algemeen iets grooter dan die in het diepere gedeelte. Het zandtransport in deze geul is vlak na de kentering nog slechts gering.

8e maanuur.

In alle meetpunten op zee is de stroom nu gekenterd; de snelheid op 0.15 m boven den bodem varieert in deze punten van 0.19 tot 0.43 cm/sec. Deze groote verschillende omstandigheden, waarbij gemeten is. Zou men voor de bodemstroomsnelheden, evenals dit geschied is met de over de verticaal gemiddelde snelheden, een reductie invoeren welke evenredig is met het getijverschil, dan zou de spreiding minder worden en zouden deze snelheden op zee liggen tusschen de 22 en 32 cm/sec. Het in deze punten gemeten zandtransport ligt ongeveer tusschen 0.001 en 0.01 cm³/cm² sec.

Sinds het vorige maanuur is in de beide geulen door de buitendelte de snelheid van den bodemstroom ongeveer de helft grooter geworden. Ook het zandtransport is hier toegenomen, vooral in het Westgat. De bodemstroomsnelheid en de zandbeweging zijn in het West- en het Boschgat thans vrijwel aan elkaar gelijk.

In het Borndiep zijn in een uur tijds de bodemstroomsnelheden gemiddeld twee maal zoo groot geworden. In het diepste gedeelte van de geul zijn snelheden van ongeveer 60 - 80 cm/sec. gemeten, terwijl meer naar de kanten de snelheid aan de zijde van Ameland minder dan 25 cm/sec. en aan de Westzijde van de hoofdgeul minder dan 45 cm/sec. bedraagt. Ook de zandtransporten zijn het grootst in het diepste gedeelte van de geul.

Ook in het punt no. 18, gelegen ter hoogte van de plaats voor de Kromme Balg is een belangrijk zandtransport gemeten.

9e maanuur.

De bodemstroomsnelheden zijn op zee sinds het vorige maanuur gemiddeld nog ongeveer 5 cm/sec. grooter geworden. De zandtransporten verschillen evenwel slechts weinig van die op het 8e maanuur.

In de meetpunten, gelegen in de beide geulen door de buitendelta en ook in dat in het Boschgat zijn de bodemstroomsnelheid en ook het zandtransport kleiner geworden. In nagenoeg alle overige meetpunten is de stroomsnelheid op 0.15 m boven den bodem sinds het 8e maanuur nog vrij belangrijk toegenomen. Ook de zandtransporten zijn aanzienlijk grooter, vooral die in de verder van het zeegat gelegen meetpunten (no. 23). Ook nu weer zijn de grootste zandtransporten bepaald in de meetpunten nos. 6 en 11. In het diepste gedeelte van den hals van het zeegat is zoowel de bodemstroom als het zandtransport veel kleiner (no. 5). Ook voor het meetpunt no. 10, waar de grootste bodemstroomsnelheid (90 cm/sec.) werd gevonden, is de zandbeweging geringer.

10e maanuur.

Na het 9e maanuur beginnen op zee de bodemstroomsnelheden af te

nemen. In de verschillende zeemeetpunten bedraagt de bodemstroomsnelheid gemiddeld ongeveer 35 cm/sec. en het zandtransport 0.002 cm³/cm² sec.

De snelheid op 0.15 m boven den bodem is ook in het Westgat afgenomen, in het Akkepollegat daarentegen toegenomen, in tegenstelling met de gemiddelde snelheid, welke sinds het 9e maanuur is deze beide geulen met \pm 10 cm/sec. verminderd is.

In de meetpunten in het Borndiep is de stroomsnelheid gemiddeld met ongeveer 10 cm/sec. afgenomen. Vooral in het midden van de geul is het zandtransport aanzienlijk minder dan een uur tevoren; de verdeling over het geulprofiel is dientengevolge veel gelijkmatiger geworden. In het meetpunt no. 10, waar nog steeds de grootste snelheid (62 cm/sec.) werd bepaald, is het transport thans ook het grootst.

In de meer naar binnen gelegen meetpunten met uitzondering van meetpunt no. 18 zijn de bodemstroomsnelheden kleiner geworden. Ook de zandtransporten zijn kleiner en blijven onder de \pm 15 cm³/cm² sec. als men de groote waarde van het transport in meetpunt no. 20 buiten beschouwing laat.

11e maanuur.

Op zee zijn op dit tijdstip de bodemstroomsnelheden niet veel kleiner dan die op het vorige maanuur. Wel zijn de transporten hier nog iets teruggelopen.

In de meetpunten in de beide geulen door de buitendelta zijn de snelheden op 0.15 m boven den bodem ongeveer 10 cm/sec. kleiner geworden. De zandtransporten zijn evenwel niet in dezelfde verhouding verminderd.

Zoowel bodemstroom als transport zijn in West- en Boschgat thans weder vrijwel gelijk geworden.

De stroomsnelheden in het Borndiep zijn slechts enkele cm/sec. verminderd. De zandtransporten zijn vooral in de meetpunten aan den Westkant van de geul (no. 10) kleiner geworden, het meeste zand wordt op dit tijdstip dus in het midden van de geul verplaatst.

In het meer binnenwaartsche gedeelte van het bemeten gebied zijn de bodemstroomsnelheden sedert het 10e maanuur sterk verminderd. Ook de zandtransporten in deze meetpunten zijn kleiner geworden in de punten 21 en 22 en vooral in meetpunt no. 20. In de meetpunten no. 18 en 19 is ondanks de geringere snelheden op dit tijdstip meer zand gevangen.

Bodemstroomsnelheid en materiaaltransport.

De met behulp van den gehaltemeter bepaalde zandtransporten leenen zich over het algemeen vrij goed voor onderlinge vergelijking,

veel beter althans dan de bepaalde slibtransporten, omdat dit fijner materiaal niet altijd op dezelfde manier neerslaat, waardoor volumebepalingen geen juist beeld geven van de hoeveelheden slib in het water. De gevangen hoeveelheden zand hebben weliswaar betrekking op een strook dicht bij den bodem, maar omdat de zandverplaatsingen, blijkens de metingen van het s.s. "Oceaan" in hoofdzaak beperkt zijn tot de dicht bij den bodem gelegen laag, geven ze tevens een inzicht in de hoeveelheid bodemmateriaal, die in totaal in beweging is.

Voor een geheele eb- en een geheele vloedperiode zijn op de kaartjes van de bijlagen 25 en 26 de op de verschillende maanuren getransporteerde zandhoeveelheden nog eens naast elkaar uitgezet. Sommige meetpunten lagen zoo dicht bij elkaar, dat het niet mogelijk was, de afzonderlijke grafiekjes naast elkaar te tekenen. In die gevallen zijn dan de zandtransporten van deze meetpunten gemiddeld en in een enkele grafiek uitgezet. Met een cijfer is dan op de kaartjes aangegeven over hoeveel meetpunten dit gemiddelde is genomen. Voor het gedeelte van het Borndiep nabij de Z.W.kust van Ameland zijn de grafieken voor de verschillende meetpunten afzonderlijk nog eens op een op grotere schaal geteekende detailkaartje uitgezet. De beide kaartjes van bijlage 27 geven een overzicht van de over eb en vloed gemiddelde hoeveelheden zand, die volgens de metingen nabij den bodem verplaatst worden. Zooals bij de bespreking van de maanuurkaarten voor materiaaltransport reeds is medegedeeld, was het niet mogelijk, deze transporten te herleiden tot die bij "normale" omstandigheden. De uitgezette hoeveelheden zijn gewone rekenkundige gemiddelden. Ook de uitgezette bodemstroom is op dezelfde wijze bepaald.

Ebtransporten.

De richting van den bodemstroom en dus ook die van het zandtransport loopt op de verschillende maanuren niet veel uiteen. Kijkend in de richting van den gemiddelden ebstroom is nu in de verschillende meetpunten van links naar rechts gaande op de eerste kaartjes van de bijlagen 25 en 26 het zandtransport op het 1e t/m 6e maanuur uitgezet.

Uit deze kaartje ziet men nog eens zeer duidelijk, dat in de verschillende meetpunten op zee veel minder zand wordt getransporteerd, dan in die in het Borndiep gelegen. Ziet men af van de groote waarde, welke het zandtransport in het Westgat¹⁾ op het tweede maanuur heeft, dan blijkt, dat in de beide geulen door de buitendelta de zandtransporten grooter zijn dan die op zee, maar dat ze toch nog vrij ver beneden die in het Borndiep blijven.

-De-
1) dit meetpunt is slechts eenmaal bemeten. Gezien de transporten op de andere maanuren wordt gemeend, dat dit groote zandtransport op het tweede maanuur een gevolg is van meetfouten.

De grootste hoeveelheden zand, die ter hoogte van de Zuidwestkust van Ameland in het water zweven, komen tot neerslag nog voor den uitersten rand van de buitendelta bereikt is. Bepaald men n.l. de grootte van de snelheid in de verschillende punten van de baan, die een zanddeeltje doorloopt en sommeert men deze snelheden over een heele ebperiode, dan blijkt het, dat volgens de snelheden van het water op 0.15 m boven den bodem deze weg hoogstens 6 - 8 km kan bedragen.

Op het tijdstip van stroomkentering is er nog geen zand in beweging, terwijl uit de verrichte metingen is gebleken, dat het zand in den regel eerst in beweging raakt als de snelheden grooter zijn dan 30 cm/sec. verder kan er "slip" optreden, de snelheid, waarmede een zanddeeltje zich voortbeweegt, kan n.l. kleiner zijn dan de snelheid van het water. Het meerendeel van het zand, dat bij eb de meetraai-paal 29 Terschelling-Uitkijk Ameland passeert komt dus tot neerslag voor de meetpunten in Westgat en Akkepollegat bereikt zijn. Voor een groot deel wordt dit transport in zeewaatsche richting gecompenseerd door het daarop volgende vloedtransport: Het grootste deel van de materiaaltransporten speelt zich dus af binnen de buitendelta en slechts een zeer klein gedeelte er van komt binnen het bereik van den zeestroom.

De op het detailkaartje van bijlage 26 aangegeven metingen in een raai over den hals van het zeegat, gaande van paal 29 op de Boschplaat naar de Uitkijk op Ameland, wijzen erop, dat het verloop van het zandtransport aan de kanten van de geul verschilt van dat in het midden. Na een kleine waarde van het transport in het begin van de eb, neemt het in de meetpunten no. 6, 7 en 8 aan den Oostkant snel toe en bereikt reeds op het tweede maanuur haar maximale waarde, om daarna geleidelijk af te nemen gedurende het verdere verloop van de eb. Aan den Westkant (no. 4) daarentegen heeft het transport eerst in het vijfde maanuur haar grootste waarde. Zij neemt daarna snel af.

In het diepste gedeelte van de geul wordt het zandtransport na het eerste maanuur geleidelijk grooter en bereikt eerst omstreeks het derde maanuur haar maximale waarde, om tegen de kentering langzaam terug te loopen tot de waarde nul.

In het Boschgat blijkt bij eb ook een belangrijk zandtransport te zijn, dat gedurende het vijfde maanuur het grootste is. Het vertoont veel overeenkomst met dat van meetpunt no. 4 aan de Oostzijde van de Koffieboonplaat.

De verrichte metingen wijzen er wel op, dat het meeste zand bij eb langs den Oostkant van het Borndiep verplaatst wordt, hetgeen, gezien de groote afname van de Z.W.kust van Ameland te verwachten was.

Voor de meer naar binnen gelegen punten, blijken die in het Dantzichgat en de beide ter hoogte van de Kromme Balg, een vrij belangrijk zandtransport te hebben.

Het eerste kaartje van bijlage 27 geeft nog eens de over een geheele periode gemiddelde waarden van materiaaltransporten en bodemstroom.

Op zee bedraagt de gemiddelde ebsnelheid ongeveer 18 cm/sec., terwijl de zandtransporten hier zeer gering zijn. In het Akkepollegat verschilt de gemiddelde bodemstroom niet veel van die op zee, het zandtransport is hier evenwel al iets grooter. In de andere geul door de buitendelta - in het Westgat - is de bodemstroom ruim de helft grooter, terwijl het gemiddelde zandtransport hier ongeveer 0.02 cm³/cm² sec. bedraagt, een waarde die - tegevolge van het groote transport op het tweede maanuur - waarschijnlijk wel iets aan den hoogen kant is.

De bodemstroomsnelheden in de verschillende meetpunten op de raai: paal 29 (Terschelling) - Uitkijk (Ameland) lopen nog minder uiteen, dan de over den verticaal gemiddelde stroomsnelheden in deze raai. De bodemstroomsnelheden zijn niet gereduceerd. Was dat wel het geval, dan zouden deze snelheden zelfs nog minder uiteen lopen. In de meetpunten nos. 6, 7 en 8 ziet men een vrij gelijkmatige afname van de zandtransporten naar de Oostkanten van de geul. Aan den kant van de Koffieboonplaat is dit niet meer het geval.

Van de meer naar binnen gelegen meetpunten - de nos. 9 t/m 16 - heeft het eveneens in het diepste gedeelte van de geul gelegen meetpunt no. 11 een belangrijk grooter zandtransport dan de andere punten. Voor de verschillende meetpunten binnen het zeegat liggen de gemiddelde transporten tusschen 0.001 en 0.04 cm³/cm² sec., terwijl ze op zee in de meeste punten kleiner zijn dan 0.001 cm³/cm² sec.

Vloedgemiddelden.

Op de tweede der beide kaartjes van de bijlagen 25 en 26 zijn in de verschillende meetpunten aangegeven de zandtransporten tijdens de maanuren van de vloedperiode. Kijkt men in de stroomrichting, dan geven van links naar rechts gerekend de verschillende blokjes de grootten van de zandtransporten op het 7e tot en met het 0e maanuur aan. In meetpunt no. 3 liep op het 0e maanuur reeds eb, doch het zandtransport was practisch gelijk nul, zooals dan ook op de beide kaartjes aan is gegeven.

Ook tijdens den vloed is op zee slechts weinig zand in beweging. De zandtransporten in de beide geulen door de buitendelta zijn al iets grooter. Het meeste zand wordt echter omgewoeld tusschen deze meetpunten en die nabij de Z.W.kust van Ameland. Verder naar binnen

zijn de zandtransporten nog wel vrij groot, maar men mag bij het bekijken van deze kaartjes niet uit het oog verliezen, dat de meer naar binnen gelegen meetpunten zoals de nos. 18 t/m 23 in hoofdzaak bemeten zijn op dagen, waarop het weer te rum was voor metingen in dichter bij zee gelegen meetpunten en dat dit wel eens invloed kan hebben gehad op de grootte der gemeten zandtransporten.

Over het algemeen valt het op, dat het grootste zandtransport in de geulen door de buitendelta in het begin van den vloed is gemeten en dat het maximum in het algemeen later valt naarmate men verder naar binnen komt. Tegen het tijdstip van den maximale vloed is vooral in het diepste gedeelte van het Borndiep een groot zandtransport gemeten.

De zandtransporten op zee tijdens den vloed zijn over het algemeen van dezelfde orde van grootte als die tijdens de eb. Voor zoover de punten gedurende een heelen vloed zijn bemeten, heeft men gemiddelde bodemstroomsnelheden gevonden, welke iets grooter zijn dan de eb-gemiddelden. Gemiddelde bodemstroom en gemiddels materiaaltransport in het Akkepollegat zijn ongeveer even groot als die in de zeemeetpunten.

In het Westgat is ook tijdens den vloed meer zandtransport en een sterkere bodemstroom dan op zee of in het Akkepollegat. Ook nu weer zijn de grootste snelheden en transporten in het Borndiep gemeten. Ze zijn het grootst in het midden van de geul en nemen af naar de kanten. Vooral met het zandtransport is dit het geval.

Het tweede kaartje van bijlage 27 geeft nog eens weer de gemiddelde zandtransporten en den gemiddelden bodemstroom gedurende de vloedperiode.

Resulteerende bodemstroom en zandtransporten.

Op analoge wijze als dit voor den gemiddelden stroom geschiedt is het overschot van de stroomsnelheid op 0.15 m boven den bodem bepaald. Bij de berekening van het overschot is evenwel geen reductie toegepast.

Op het kaartje van bijlage 28 is dit overschot met zijn bijbehorende gemiddende richting uitgezet. Verder is op dit kaartje de grootte van het totale vloed- en ebtransport aangegeven met een rooden - resp. blauwen cirkel. In meetpunten met een overschot van vloedzandtransport is de ring tusschen deze beide cirkels rood gekleurd. In punten met een tegengesteld gericht overschot is deze ring blauw.

Zoals bij de andere reeds eerder bemeten zeegaten al was geconstateerd hebben op zee de bodemstroom en het materiaaltransport

een overschot in het Westgat de vloedrichting. De eenige uitzondering vormt hier meetpunt no. 25 waar een eboverschot van het zandtransport is gemeten bij een vloedoverschot van den bodemstroom.

Het overschot van den bodemstroom bedraagt op zee ongeveer 5 cm/sec., dat is ± 2.25 km/getij.

Blijkens bijlage 21 heeft de gemiddelde stroomsnelheid in het Akkepollegat een naar zee gericht overschot, terwijl het overschot in het Westgat de vloedrichting heeft. De geringe overschotten van den bodemstroom in deze beide geulen (1 à 2 cm/sec.) hebben een richting, die tegengesteld is aan die van den gemiddelden stroom. Alleen in het Westgat heeft het zandoverschot een richting, die gelijk is aan die van den bodemstroom. Het is groot ongeveer 250 cm³/cm² per getij. Omdat het zandtransport in hoofdzaak beperkt is tot de onderste 0.20 m boven den bodem, zal vervolgens deze metingen per getij per 100 m breedte dus een hoeveelheid van 500 m³ naar zee gevoerd worden. (435000 m³/jaar).

In het Boschgat hebben zoowel de gemiddelde stroom als de bodemstroom en het zandtransport een naar buiten gericht overschot.

Ter plaatse van den hals van het zeegat, in de raai paal 29 Boschplaat-Uitkijk Ameland, heeft men - tengevolge van de verschillende wijze waarop de eb en de vloedstroom over het Borndiep verdeeld zijn - een naar binnen gericht overschot van de bodemstroom in het midden van de geul en een eboverschot aan de kanten. Van de drie meerpunten met een vloedoverschot van den bodemstroom heeft alleen meetpunt no. 5 een in dezelfde richting gaand resulterend zandtransport.

Behalve de beide aan de kanten van de geul gelegen meetpunten met een eboverschot van den bodemstroom hebben ook de aan den kant van het Bornrif gelegen meetpunten nos. 6 en 7 een eboverschot van het materiaaltransport. Naar de kanten van de geul worden deze overschotten steeds grooter. Het eboverschot bedraagt in de punten 6, 7 en 8 resp. 147, 253 en 228 cm³/cm² getij.

Zoowel de bodemstroom als het zandtransport heeft in de voor het vloodschaar gelegen meetpunten nos. 9, 10, 13 en 17 een vloedoverschot. De op ongeveer dezelfde hoogte in de doorgaande geul van het Borndiep gelegen meetpunten hebben meerendeels een eboverschot.

In de overige meetpunten ziet men ook niet steeds een gelijk gerichten bodemstroom en zanddrift. In de meetpunten nos. 19 en 20 hebben zoowel de bodemstroom als de gemiddelde stroom een vloedoverschot, de overige een eboverschot. Aan den rechteroever van het Borndiep trekt het zand naar binnen, terwijl in de diepste gedeel-

ten van Molengat en Dantzichgat, waar de meetpunten nos. 21 en 22 zijn gelegen, het zand een naar zee gericht overschot heeft.

Op analoge wijze als voor de gehaltemetingen geeft bijlage 29 een overzicht van de resulterende zandtransporten volgens de metingen, verricht met den zansvanger type "Canter Cremers".

Zoals aan het begin van dit hoofdstuk reeds is medegedeeld, is de vertraging in het instrument niet groot genoeg om alle in het water zwavende zand tot neerslag te doen komen. Het instrument geeft dus kleinere eb- en vloedtransporten dan de gehaltemeter. Om de schaal niet al te klein te maken stelt 1 mm² van bijlagen 29 een half zoo groot transport voor als 1 mm² van bijlage 28.

Zoals uit een vergelijking van de beide overschotkaartjes te zien is, geven deze beide soort metingen in de verschillende meetpunten niet altijd dezelfde richting voor het resulteerd zandtransport. De overschotten volgens de metingen met den zandvanger type "Canter Cremers" hebben, behalve in de beide geulen door de buitendelta en het in het Molengat gelegen meetpunt no. 22, dezelfde richting als die van de stroomsnelheid op 0.15 m boven den bodem. In het Akkepollegat is dus een eboverschot gemeten en in het Westgat een vloedoverschot. De verdeling over de meetraai Uitkijk (Ameland) paal 29 (Terschelling) is nu ook anders geworden. In het midden van het Dorndiep een vloedoverschot. Aan de kanten van deze geul en in het Boschgat zijn de overschotten van het zandtransport naar zee gericht. Deze overschotten zijn in verhouding kleiner dan die volgens de gehaltemetermetingen. In de in 1936 bemeten meetpunten nos. 13, 14, 15 en 16 zijn geen zandtransporten met behulp van de Canter Cremers bepaald; van de overige hier gelegen meetpunten hebben die voor het vloodschaar, evenals reeds met behulp van den gehaltemeter was gevonden, een vloedtransport, terwijl die in het Dorndiep beiden een eboverschot hebben. Op zee hebben de verschillende punten zeer geringe vloed- of eboverschotten. Omdat hier een grooter instrument is gebruikt hebben deze metingen echter op een iets grootere hoogte betrekking, nl. op 0.15 m boven den bodem. De op 3 m boven den bodem tijdens een heele vloed- en ebperiode, gevangen hoeveelheden waren zoo gering, dat ze niet op de tekening zijn aangegeven.

Tenslotte blijkt echter wel, dat het totale beeld van de zandtransporten, behalve plaatselijk verschillen, welke de bijlagen 28 en 29 weergeven, veel overeenkomst vertoont.

Zandtransport door het zeegat.

Voor de raai paal 29 (Terschelling)-Uitkijk (Ameland), waarvoor ook reeds een capaciteitsberekening is opgezet, is nagegaan hoe groot de hoeveelheid zand is, die deze raai passeert. Voor deze berekening

is uitgegaan van de gegevens van de maanuurkaarten van bijlage 24. Daartoe zijn voor de verschillende meetpunten allereerst de componenten loodrecht op de meetraai van deze zandtransporten bepaald. Deze transporten op de verschillende maanuren zijn in een grafiek uitgezet en uit deze krommen is voor ieder meetpunt de hoeveelheid, die per cm^2 doorstromingsoppervlak tijdens de eb resp. vloed passeert, bepaald.

De grootte van deze zandtransporten - uitgedrukt in m^3/m^2 - zijn uitgezet in bijlage 30. Het door de beide krommen omsloten oppervlak stelt dus voor de totale hoeveelheid zand, die de meetraai tijdens eb resp. vloed passeert, uitgedrukt in m^3/m .

Met behulp van den gebruikten gehaltenmeter is in de verschillende meetpunten ieder half uur een watermonster genomen, dat betrekking heeft op de waterlaag tusschen $6\frac{1}{4}$ en $13\frac{3}{4}$ cm. boven den bodem. De gemeten gehalten hebben dus betrekking op het gemiddelde van deze laag.

In hoofdzaak wordt het zand getransporteerd in de onderste 0.20 m boven den bodem. Zou men het gemiddelde transport in deze laag gelijk mogen stellen aan het met behulp van den gehaltenmeter gevonden zandtransport, dan bedragen voor deze meetraai:

$$\text{het ebtransport} \quad 0.2 \times 11950 = 2390 \text{ m}^3$$

$$\text{het vloedtransport} \quad 0.2 \times 8950 = 1790 \text{ m}^3$$

Het overschot per getij is dus groot: 600 m³

Aangezien niet bekend is in hoeverre de gemaakte veronderstellingen juist zijn, zal men in deze cijfers niet meer dan een aanduiding van de orde van grootte der zandtransporten mogen zien.

Zou inderdaad met ieder getij een dergelijke hoeveelheid van 600 m^3 naar zee gevoerd worden, dan zou dit een zandverlies voor het stroomgebied van het Amelanders Gat zijn ter grootte van $706 \times 600 = 423600 \text{ m}^3$ per jaar d.i. $\pm \frac{1}{2}$ miljoen m^3 , hetgeen ongeveer overeenkomt met het overschot van een 100 m breede strook door het meetpunt in het Westgat volgens deze zandgehaltenmetingen. Het oppervlak van dit stroomgebied bedraagt $\pm 303 \text{ km}^2$. Per jaar zou dat dus beteekenen het wegvoeren van een 1.4 mm dik laagje zand of per 100 jaar een gemiddelde verlaging van het gebied ter grootte van $\pm 14 \text{ cm}$.

Vijf van de zes meetpunten, die voor deze berekening gebruikt zijn, liggen in het Borndiep. Het zandtransport door dit gedeelte van de raai is dus met grooter nauwkeurigheid te bepalen dan dat door het Boschgat. Het gedeelte van de kromme, dat geldt voor het Borndiep geeft een overschot voor deze geul groot: $1310 \text{ m}^3/\text{m}$, wat voor een zandtransporterende laag van 0.20 m neerkomt op een eboverschot van 262 m^3 per getij of $\pm 185000 \text{ m}^3$ per jaar. Volgens de in Hoofdstuk

IV uitgevoerde berekening bedraagt de capaciteit van deze geul 87% van de totale capaciteit van het zeegat. Dit eboverschot zou dus beteekenen een verlaging van het wad met 7 cm per ~~aan~~ uuw, hetgeen slechts de helft is van de uit de totale transporten berekende afname.

Het Boschgat heeft blijkens bovenstaande gegevens dus een zeer groot aandeel in het zeewaarts gericht overschot van het materiaaltransport. In deze geul is in slechts een enkel punt gemeten. Ten gevolge van het ontbreken van metingen dicht bij de oevers is het niet mogelijk na te gaan of de interpolatie voor de geulgedeelten aan weerskanten van het meetpunt niet aan den ongunstigen kant zijn.

Bij de bespreking van de hydrografische opnemingen achter Terschelling in een nota over den toestand der op dit eiland gelegen Griegronden, is er reeds op gewezen, dat de sinds 1892 verrichte opnemingen erop wijzen, dat het wad achter Terschelling verlaagd wordt. Ook de verlenging van de teenvoorzieningen der dijken van den Terschellingerpolder in den loop der jaren wijst in deze richting.

Het is moeilijker na te gaan of er achter Ameland een verlaging van het wad plaats heeft.

Wel valt uit de hydrografische opnemingen een oostwaatsche verplaatsing van het wantij af te leiden; de hierdoor veroorzaakte vergroting van het stroomgebied veroorzaakt waarschijnlijk een vergroting van het doorstromingsprofiel der geulen. Het is in dit verband dan ook niet onwaarschijnlijk, dat via het Borndiep zand naar zee wordt gevoerd.

Aan den anderen kant van het wantij, waar het stroomgebied van de verschillende geulen voortdurend kleiner wordt, zou zich het omgekeerde voor moeten doen, doordat het doorstroomingsprofiel van de toevoergeulen kleiner wordt. Het in het Pinkegat bemeten punt (zie rapport Groninger Wadden) had inderdaad een vloedoverschot van het zandtransport ter grootte van $0.04 \text{ cm}^3/\text{cm}^2 \text{ sec.}$, wat bij een 100 m breede zandtransporterende laag ongeveer neerkomt op 252000 m³ per jaar.

Al te veel waarde mag men aan deze meting evenwel niet hechten, omdat dit meetpunt slechts een maal gedurende een volledig getij bemeten is.

Omtrent de verdeling van het transport over de geulbreedte en de grootte en richting van het resulterende zandtransport door de geul van het Pinkegat, laat zich uit deze eene meting, juist in de buitenbocht van een sterk gebogen gedeelte, weinig afleiden.

De zandtransportmetingen met den zandtransportmeter type "Canter Cremers" geven iets andere resultaten dan die van den gehaltemeter.

Gezien de nadeelen van dit instrument wordt gemeend, dat men aan het hiermee gevonden zandtransportoverschot geen al te groote beteekenis kan toekennen.

Voor het geheele zeegat wijzen ook deze metingen op een eboverschot van het zandtransport, ter grootte van 76 m³ per getij (600 m³ volgens de zandgehaltemetingen) en voor het Borndiep alleen een vloedoverschot van 6 m³/getij.

Slibtransporten.

Op dezelfde wijze als op bijlage 25 voor de zandtransporten is gedaan, is op de kaartjes van bijlage 31 het verloop van de slibtransporten in de verschillende meetpunten tijdens eb en vloed aangegeven. Waar de verschillende meetpunten te dicht bij elkaar lagen zijn ze samen genomen en is door een cijfer aangegeven over hoeveel meetpunten gemiddeld is. Op zee zijn geen slibtransportmetingen verricht.

Uit het eerste kaartje, dat voor de eb, ziet men, dat de slibtransporten in het Akkepollegat, vergeleken met die in andere meetpunten slechts zeer gering zijn. In het Westgat was vrij veel slib in beweging. Laat men het grootste slibtransport op het eerste maanuur buiten beschouwing, dan ziet men een vrij regelmatig verloop, met een maximale waarde van het slibtransport op het 4e maanuur. Over het algemeen verwacht men niet direct aan het begin van de eb een groot slibtransport. Men zal bij dit veel makkelijker op te woelen materiaal dus nog meer bedacht moeten zijn op meetfouten, tengevolge van het onzacht neerkomen van het instrument. Juist bij kleine stroomsnelheden, wanneer er in den korten tijd, dat het instrument op den bodem stuit slechts weinig water doorheen stroomt, is de kans op fouten groot.

In het Boschgat bereikt het slibtransport, evenals in de twee meetpunten aan den Westkant van het Borndiep, haar grootste waarde in het begin van de eb en neemt daarna vrij regelmatig af. In de drie andere meetpunten op de raai paal 29 (Boschplaat) - Uitkijk (Ameland) valt het maximum gemiddeld iets later. Het gemiddelde van deze drie punten geeft niet een zuivere voorstelling van het verloop der slibtransporten in dit geulgedeelte, aangezien in het slechts eenmaal bemeten meetpunt no. 7 op het 2e en 3e maanuur geen waarnemingen zijn verricht, terwijl op de overige uren in dit punt ruim 10 x zoo groote slibtransporten zijn gevonden als in de punten no. 6 en 8.

In een deel der meer naar binnen gelegen punten, is in het begin en het eind van de eb een grooter slibtransport gevonden dan tijdens de periode van de maximale ebsnelheden. In andere, zooals de nos.

17, 18 + 19 en 22, zijn daarentegen de grootste transporten omstreeks het midden van de eb gemeten.

Een bepaald verband tusschen stroomsnelheid, zandtransport en slibtransport valt uit de verzamelde gegevens niet af te leiden.

Ook tijdens den vloed is het slibtransport in het Westgat vele malen grooter dan in het Akkepollegat. De grootste waarde wordt hier evenals in Boschgat en in de meetpunten no. 4 en 5 van het Borndiep, in het begin van den vloed bereikt. In de groep van punten aan den anderen kant van het Borndiep valt het maximum later, vooral tengevolge van de onverklaarbaar groote waarden, welke in meetpunt no. 7 op het 10e, 11e en Oe maanuur zijn gevonden.

In de meetpunten nos. 9 t/m 21 ziet men over het algemeen gedurende den heelen vloed een vrij constant blijven van de slibtransporten, de verschillende maanuren hangen vrijwel in het geheel niet samen met een toe- of afnemen van de gemiddelde- of van de bodemstroomsnelheden, zooals dat met de zandtransporten het geval is. Alleen meetpunt 22 in het Molengat geeft een toenemen tot het 9e maanuur, wanneer zoowel zand- als slibtransport hun grootste waarde bereiken, om daarna weer regelmatig af te nemen.

Een verschil tusschen de zand- en slibtransportmetingen is, zooals reeds eerder is medegedeeld, gelegen in het feit, dat het zand in hoofdzaak dicht bij den bodem wordt verplaatst, terwijl het slib veel hoger wordt opgewoeld. Aangezien hieromtrent geen gegevens zijn verzameld, is het niet bekend tot welke hoogte het slib wordt opgewoeld en welk verband er bestaat tusschen het gemeten slibgehalte en het over den verticaal gemiddelde gehalte. Evenmin kan worden aangegeven in hoeverre de veronderstelling, dat de slibgehalten bij den bodem afnemen bij toenemende snelheid en dientengevolge hoger opwoelen van het materiaal, onjuist is.

Samenvatting.

Bij de bespreking van de maanuurkaarten is er reeds op gewezen, dat de grootte van het zandtransport niet alleen afhankelijk is van de stroomsnelheid, maar ook van andere factoren. Met het slibtransport is dit in nog veel sterkere mate het geval. Zelfd is het niet mogelijk om uit de op de verschillende maanuren verrichte slibwaarnemingen af te leiden of er wel eenig verband bestaat tusschen stroomsnelheid, stroomrichting en slibtransport. Vooral in ondiep water kan de door windinvloeden veroorzaakte golfbeweging en driftstroom veel bodemmateriaal opwoelen en de transporten doen toenemen.

Met het trekken van conclusies uit de grootten en de verhoudingen der gemeten transporten en de richting van hun resultaten

zal men, gezien de zeer uiteenloopende grootten van de verschillende dagen in eenzelfde punt gemeten zand- en slibtransporten, uiterst voorzichtig moeten zijn.

Wel wijzen de metingen erop, dat tijdens eb veel bodemmateriaal in de verschillende geulen wordt opgewoeld en door het zeegat naar buiten trekt. Voor de rand van de buitendelta bereikt wordt, is een groot deel van het zand reeds neergeslagen. Op zee treden slechts geringe transporten op.

Bij vloed wordt in de buitendelta vrij veel zand opgewoeld, dat door het zeegat weer naar binnen trekt. Een aan de hand van de zandgehaltemetingen uitgevoerde berekening zou er op wijzen, dat dit vloedtransport voor de raai paal 29 (Terschelling) - Uitkijk (Ameland) kleiner is dan het ebtransport en dat er per jaar uit het gebied van het Ameland Gat een laagje zand van 0.7 à 1.4 mm verloren gaat. Omdat dit overschot bepaald is uit het verschil van eb- en vloedtransporten, die bij niet al te ongunstige weersomstandigheden zijn gemeten, en waarin ook tengevolge van andere oorzaken groote afwijkingen van het gemiddelde kunnen optreden, mag men aan de getalwaarde van dit overschot niet al te veel beteekenis hechten.

De metingen wijzen er wel op, dat tijdens den vloed het meeste zand in het midden van de geul verplaatst wordt, terwijl - vooral in het begin - tijdens de eb de transporten langs de kanten in verhouding vrijveel grooter zijn dan die tijdens vloed.

Nabij de Z.W.kust van Ameland wordt tijdens de eb eveneens het meeste zand in het midden van de geul getransporteerd.

Over het algemeen zijn de zandtransporten het grootst in het begin van de eb. Tijdens den vloed zijn de zandtransporten in de ten Oosten van de Koffieboonplaat gelegen meetpunten nos. 9 en 10 aanzienlijk grooter dan die, tijdens de eb; aan dezen kant van de geul is dan ook een vloedoverschot van het zandtransport gemeten, terwijl het overschot in de meetpunten dicht voor de Z.W.kust van Ameland naar zee gericht is.

Op het gehaltemeter-overschotkaartje van bijlage 28 en ook op het Canter Cremers-overschotkaartje van bijlage 29 is aangegeven het gebied, waar binnen vloedoverschotten zijn gemeten. Hoewel de uitkomsten van deze beide soort metingen op sommige punten nogal verschillen, geven ze toch ongeveer een gelijk gebied voor de vloedoverschotten in het Borndiep, terwijl de bodemstroom in hetzelfde gebied of een vloedoverschot heeft, of een zeer klein eboverschot.

Het gebied met een vloedoverschot van het zandtransport is aan den linkeroever van het Borndiep gelegen. Het begint ten Zuiden van de Koffieboonplaat en omvat het zeer veranderlijke gebied, waarin

de verschillende zijgeulen, als de Kromme Balg en het Vaarwater van de Zwarte Haan, in het Borndiep uitmonden.

De metingen wijzen erop, dat de aantasting van de zuidwestkust van Ameland niet een gevolg is van de vloedstroom, maar veroorzaakt wordt door den sterken langs deze kust trekkende ebstroom en dat de verzanding van het ten Zuiden van de Koffieboonplaat gelegen vloed-schaar geschiedt met behulp van uit zee aangevoerd materiaal.

Uit de richting der overschotten der zandtransporten valt niet af te leiden op welke wijze de zeewaartsche aangroeiing van de Koffieboonplaat heeft plaats gehad. De verplaatsing van deze plaat in Oostelijke richting zou misschien een gevolg kunnen zijn van een dwars over de plaat van het Boschgat naar het Borndiep trekkenden ebstroom. Het door dit water meegevoerde zand zou dan een naar voren komen van den Oostkant van deze plaat ten gevolge hebben.

Blijkens de hydrografische opnemingen zijn in den loop der jaren in de buitendelta van het zeegat vrij belangrijke veranderingen opgetreden. Het aantal waarnemingen in dit gebied is evenwel volstrekt onvoldoende om aan de hand ervan op bevredigende wijze de veranderingen van banken en geulen te kunnen verklaren.

Hoofdstuk VI. Bodemonderzoek.

Wijze van onderzoek.

Tijdens de stroom- en materiaaltransportmetingen in de jaren 1935 tot 1939 heeft men - teneinde een overzicht te verkrijgen van de samenstelling van den bodem in het bemeten gebied - in de verschillende meetpunten tijdens de kentering een bodemonster genomen.

Voor deze monsternamen werd een gewijzigde Petersen-grijper met een inhoud van 7 L. gebruikt. Deze grijper dringt niet ver in den bodem door. De ermee genomen monsters hebben dus slechts op de bovenste laag van ongeveer 10 cm betrekking.

In verband met de bijzondere tijdsomstandigheden is het voor het Amelander Gat opgestelde meetprogramma in 1939 beëindigd. Zoodoende is een uitvoerige monsternamen in het gebied van dit zeegat achterwege gebleven en zijn bijna uitsluitend in de meetpunten monsters verzameld.

Direct na het trekken van het monster zijn het uiterlijk, de kleur, het voorkomen van zand, slib, klei, veen, schelpen, steentjes e.d. door den waarnemer in een beschrijving vastgelegd.

Ondanks alle daaromtrent te maken afspraken blijven dergelijke beschrijvingen altijd zeer persoonlijk, ze geven slechts den eersten indruk van den waarnemer weer.

Bovendien heeft men nog het slibgehalte en de korrelverdeling van het in het bodemmateriaal aanwezige zand bepaald.

Een meer uitgebreid onderzoek van de bodemonsters is achterwege gebleven.

Slibgehalten.

De bepaling van het slibgehalte van den bodemmateriaal geschiedde door middel van opschudden van een deel van het bodemonster in een maatglas met water. Gedeeltelijk is dit aan boord geschied, dus in zout water. De overige monsters zijn na afloop van de metingen in Hoorn en dus in zoet water behandeld.

Waarschijnlijk zullen beide bepalingen wel niet heelemaal vergeleken kunnen worden, omdat de neerslag van slib in zout en in zoet water niet even snel gaat. Ook is er voor de in Hoorn behandelde monsters vrij veel tijd verlopen tusschen de monsternamen en de slibbepaling.

De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven op het kaartje van bijlage 32.

De volumepercentages slib van de bodemonsters wisselen tus-

-schen-

schen de 0 en 54%. In het algemeen zullen de percentages wel het laagst zijn op zee en in de buitendelta.

Uit de slibpercentages gevonden in de verschillende monsterpunten in het Borndiep laat zich niet direct een bepaalde verdeling van het slib over deze geul afleiden. De cijfers in de meetraai over den hals van het zeegat variëren b.v. van 0 tot 23%, terwijl in een viertal ongeveer ter hoogte van de Koffieboonplaat dicht bij elkaar gelegen punten 3 tot 16% slib in het bodemonster is aangetroffen.

In het algemeen mag men wel verwachten, dat in de verder van het zeegat gelegen kleinere geulen de percentages slib in het bodemonster toe zullen nemen. In het Molengat is wel zeer veel slib in de bodemonsters aangetroffen. Zooals uit de overzichtskaarten voor slibtransport van bijlage 31 blijkt, heeft dit grootere slibgehalte van het bodemmateriaal niet direct een vergroting van de slibtransporten in deze geul tengevolge. Het eb en vloed gemiddelde in meetpunt no. 22 is tenminste ongeveer even groot als in andere meetpunten met dezelfde gemiddelden bodemstroom.

Gemiddelde korreldiameter.

Na de bepaling van de slibgehalten is een deel van het monster met zoutzuur behandeld. Door het zuur wordt de in het monster aanwezige kalk en organische stof opgelost. Het overblijvende wordt daarna zoo lang met schoon zoet water omgespoeld en opgeschud tot het zand volkomen slibvrij is.

Met behulp van een 2 m lange bezinkingskoker is daarna van deze in hoofdzaak uit zand bestaande rest het korrelverdeelingsdiagram bepaald. Uit dit korrelverdeelingsdiagram kan men den gemiddelden diameter van het in het bodemmateriaal aanwezige zand vaststellen.

De bezinkingstijd is beperkt tot 5 minuten; het materiaal fijner dan 60 wordt daardoor verwaarloosd. In den regel is het volume van de fractie, kleiner dan 60, niet zoo groot, dat men door dit gedeelte te verwaarloozen belangrijke fouten maakt.

Aan boord van het s.s. "Oceaan" was men in de gelegenheid de monsters direct aan boord te bezinken. Deze bezinkingen zijn dus uitgevoerd in zout water. Naar uit eenige desbetreffende proefnemingen, welke dezerzijds genomen zijn, is gebleken, zal men in 't algemeen aan boord van het s.s. "Oceaan" daardoor voor hetzelfde materiaal een iets grooteren korreldiameter hebben gevonden.

De bijlage 33 geeft een voorbeeld van eenige korrelverdeelingsdiagrammen. Hiervoor zijn genomen de diagrammen voor een grof monster (Meetpunt no. 6 Borndiep) voor een fijn monster (Meetpunt no. 22 Molengat) en een voor een gemiddeld bodemonster.

Bijlage 34 geeft een overzicht van de gemiddelde korreldiameters in de verschillende monsterpunten. Op zee loopen deze gemiddelden uiteen van 124 tot 217 ($= \frac{1}{1000}$ m.m.). Het gemiddelde bedraagt hier ongeveer 170 .

In de geulen door de buitendelta is het gemiddelde van dezelfde orde van grootte.

In het midden van het Borndiep heeft men iets grover bodemmateriaal aangetroffen. De gemiddelde korreldiameter bedraagt hier ongeveer 200 . Aan de kanten van de geul is het in het bodemmateriaal aanwezige zand weer fijner. De gemiddelde korreldiameter ligt hier in de buurt van de 150 . In de geul van het Molengat heeft men het fijnste zand aangetroffen. De gemiddelde korreldiameter blijft voor drie van de vier opgehaalde monsters zelfs nog beneden de 120 . Dit zou er wel op wijzen, dat het bodemmateriaal, naarmate men verder naar binnen komt, steeds fijner wordt. Het aantal gegevens is niet erg groot, meer dan een vrij globaal overzicht laat zich er dus niet uit afleiden.

Grondboringen.

Met het oog op mogelijke verrassingen bij een verdere kustafname, is in October 1936 in een drietal punten nabij de Zuidwestkust van Ameland een boring uitgevoerd tot ongeveer 30 m - N.A.P., dat is dus tot een iets grootere diepte dan maximaal in het Amelander Gat is gelood (28 m in 1935).

De uitkomsten van deze boringen zijn op bijlage 35 aangegeven. De boringen zijn onder toezicht van personeel van het arrondissement Leeuwarden uitgevoerd. In zijn schrijven zegt de Hoofdingenieur in dit arrondissement over de resultaten van deze boringen het volgende:

"Uit de boringen blijkt, dat de gelaagdheid van den grond vrij onregelmatig is en daardoor de thans aangevallen onderzeesche oever weinig bestendig tegen stroomschuring. De geaardheid van den grond van boring III is wat vaster dan die der beide andere boringen."

Een stel van de uit de verschillende lagen genomen monsters is toegezonden aan de Geologische Stichting, waar de verschillende monsters onderzocht zijn. De directeur van deze stichting dr. P. Tesch deelt omtrent dit onderzoek het volgende mede:

"Ter plaatse is op 23 à 28 m - N.A.P. het glaciale niveau aanwezig in den vorm van "kleileem" en het daaronder liggende fluvioglaciaal "incl. "potklei". In boring II is een kleilaag ter dikte van 2 m daarboven nog tot de "Eemlagen" te rekenen; overigens behoort de bedekking van het glaciaal geheel tot de holoceene zeeafzetting; in boring I en II bevindt zich daarboven nog jong duinzand."

Voor de verdediging der kust is van belang, dat vormingen met wat grooteren weerstand tegen afslag eerst op een diepte grooter dan 23 m - N.A.P. beginnen en voor het vraagstuk der kustafname dus geenlei beteekenis hebben.

De grootste diepte in deze geul voor de W.kust van Ameland is n.l. in 1919 gelood en bedroeg 19.20 m - N.A.P. De bodem van de geul ligt dus nog ongeveer $3\frac{1}{2}$ m boven deze meer weerstand biedende z.g. "kleileem" lagen.

E I N D B E S C H O U W I N G .

Eindbeschouwing.

Uit de hiervoor gaande beschouwingen is gebleken, dat de afname van de Z.W.kust van Ameland geenszins een verschijnsel is, dat zich alleen in de laatste jaren heeft voorgedaan.

Volgens de beschikbare gegevens is deze kust reeds sedert het begin van de 17e eeuw achteruitgaande, hoewel dit niet altijd in even sterke mate het geval was als thans.

Het begin van de huidige sterke afname valt in de eerste helft van de 19e eeuw. Zij deed zich tot 1850 alleen bij de Vrijheidsplaat voor, daarna heeft zij zich meer en meer Noordwaarts uitgebreid.

Hoewel aanvankelijk alleen de H.W.- en de L.W.lijn zich landwaarts verplaatsten, is sedert 1917 ook de duinvoet achteruitgaande.

In 1943 was de verplaatsing van H.W.- en L.W.lijn reeds meer dan 1 Km., terwijl het duingebied ten Zuiden van Kaap Hollum - waar de grootste aantasting is - op dat oogenblik reeds 200 m. smaller was geworden. Tijdens de duur van het onderzoek (1935 - 1943) bedroeg deze versmalling alleen al 120 m.

De aantasting gaat thans nog steeds in onverminderde mate voort (gemiddels 20 m per jaar).

Voor het meest aangevallen kustgedeelte zijn zoowel het droge als het natte strand vrijwel geheel verdwenen, terwijl het onderzeesche beloop zeer steil is geworden (1:4).

Daar de Z.W.kust geheel open ligt voor de meest heerschende windrichting, is de toestand zeer ongunstig en gaat thans ook veel duingebied door golfslag verloren.

De verrichte boringen geven verder aan, dat de onderzeesche oever weinig bestendig is tegen stroomschuring, omdat de grond onregelmatig gelaagd is en de lagen met wat grooteren weerstand eerst beneden 23 m - N.A.P. liggen.

Uit de verrichte stroom- en materiaaltransportmetingen kon worden vastgesteld, dat de aantasting vermoedelijk in hoofdzaak het gevolg is van de schurende werking van den ebstroom.

De eb in het Borndiep trekt vooral langs de kust van Ameland, de vloed meer langs de Koffieboonplaat. De grootste gemeten ebsnelheid (131 cm. per sec.) werd nabij deze kust gevonden.

Gedurende de eb komen ook de grootste zandtransporten nabij deze kust voor. Het Borndiep heeft zich dan ook onmiddellijk langs het afnemend kustgedeelte steeds in de richting van den ebstroom verdiept.

In overeenstemming daarmee werd een eboverschot voor het materiaaltransport voor deze omgeving gevonden.

De hoeveelheid zand, die jaarlijks wordt weggevoerd, is zeer groot en kan globaal op meer dan 1 miljoen m³ worden gesteld. Zij levert waarschijnlijk een groot aandeel in het zandtransport van het Ameland Gat, dat zich, blijkens de metingen, voor het grootste gedeelte binnen het zeegat schijnt af te spelen.

Hoewel aan de getalwaarde van de gemeten overschotten niet al te veel beteekenis mag worden gehecht, zou volgens de gemaakte berekeningen het materiaaltransport van het zeegat een eboverschot hebben, waarbij echter slechts ongeveer $\frac{1}{4}$ gedeelte van het bij eb in beweging zijnde zand naar zee wordt gevoerd.

Omtrent de in de 19e en 20e eeuw voorgekomen belangrijke wijzigingen in den toestand van het Ameland Gat kan worden gezegd, dat het schijnt, dat al deze veranderingen in meer- of mindere mate hun aandeel hebben gehad in de aantasting van de Z.W.-kust.

Alleen voor de veranderingen in de buitendelta is geen direct verband daarmee aan te geven.

De wijzigingen, welke onmiddellijk invloed op de afname hebben gehad, zijn:

1e. het verbreed en verdiepen aan de zijde van Ameland van het meer naar binnen gelegen gedeelte van het Borndiep.

Reeds voor de eerste helft van de 19e eeuw kon deze profielsverbreding worden geconstateerd. De Vrijheidsplaat bleek daardoor tusschen 1831 en 1854 te zijn afgenomen.

Tot op heden heeft deze verbreding zich voortgezet. Voor deze verandering zijn verschillende oorzaken aan te geven.

Allereerst schijnt daarop van invloed te zijn het verplaatsen in oostelijke richting van het wantij achter Ameland, waardoor het stroomgebied van het Borndiep is toegenomen. Sedert 1850 heeft dit wantij zich ongeveer 4 km verplaatst.

Het Borndiep en de zijgeulen in het Waddengebied ten Zuiden van Ameland hebben zich daarbij moeten aanpassen. Uit de opnemingen is dan ook gebleken, dat zoowel het Dantzich- als het Molengat na 1850 in belangrijkheid zijn toegenomen.

Dat het Borndiep zich alleen aan de zijde van Ameland heeft verbreed, vindt zijn verklaring in de omstandigheid, dat blijkens de metingen het materiaaltransport nabij de Z.W.kust een naar zee toenemend eboverschot heeft, zoodat langs dezen oever steeds zand wordt weggevoerd, terwijl voor het daar tegenoverliggend gebied van de Kromme Balg een naar binnen toe afnemens vloedoverschot is gevonden.

Bovendien vormen zich banken in het Borndiep, voor de uitmondingen van de geulen van dit gebied, dat zeer bewegelijk is. Na eenigen tijd verdwijnen zij weder geheel of gedeeltelijk. Zij ont-

staan vooral, als er zich een nieuwe uitmonding doorschuurt. De hiervan het gevolg zijnde vernauwingen van het Borndiep, welke omstreeks de jaren 1850 en 1900 zeer belangrijk waren, zullen de afname van de Z.W.kust niet gering hebben beïnvloed. De thans voor de uitmonding van de Kromme Balg aanwezige plaat is sedert 1937 afnemend.

Met betrekking tot den sterken ebstroom langs de Z.W.kust dient in dit verband nog het volgende te worden opgemerkt.

Uit de verrichte stroommetingen is niet op te maken, waarom de ebstroom vooral langs de Amelander kust loopt. De verklaring voor deze omstandigheid, welke zoo'n groote rol bij de kustafname speelt, schijnt te zijn - gezien de ligging van de westelijke zijgeulen ten opzichte van het Borndiep - dat bij eb het water uit deze zijgeulen den stroom in het Borndiep tegen den Amelander wal drukt. Omgekeerd zal bij vloed het binnenstroomende water naar deze geulen worden toegetrokken, waardoor zooals gevonden werd, de vloedstroom meer langs de Koffyboonplaat gaat.

2e. de groote verplaatsing van den hals van het zeegat in oostelijke richting.

Zij ving aan omstreeks 1890 en bedroeg in 1940 ongeveer 1400 m.

Ofschoon op het oogenblik, dat deze verandering inzette, de Z.W.kust van Ameland reeds vijftig jaren afnemend was, heeft zij vooral op den achteruitgang van de W.punt van het eiland grootten invloed gehad.

Het is gebleken, dat met deze verplaatsing een verdiepen van den hals van het zeegat van 20 m tot 25 m - N.A.P. gepaard ging, waardoor het doorstromingsprofiel met ongeveer 7% is toegenomen.

Gelijktijdig hiermede is de Oostpunt van de Boschplaat sterk uitgegroeid. De herkomst van de in deze omgeving tot bezinking gekomen groote zand hoeveelheden kon niet worden vastgesteld.

Na 1922 is deze Oostpunt van Terschelling weder belangrijk afgenomen, als gevolg van de vorming van een rechtstreeksche uitmonding van het Bosch- in het Westgat, welke in 1929 geheel was doorschuurd, zoodat vanaf dat jaar twee geulen in het zeegat aanwezig zijn. De Koffyboonplaat kwam daarbij in het zeegat te liggen.

De verplaatsing van het zeegat en de omstandigheid, dat het Boschgat na 1892 een meer Noordelijk verloop heeft verkregen, waarbij tevens haar stroomgebied in belangrijkheid toenam, hadden blijkbaar tenslotte een zoodanige situatie doen ontstaan, dat de geul een korteren weg naar zee heeft gezocht.

Als gevolg van de wijziging van het verloop van het Boschgat verplaatste de Koffieboonplaat zich meer en meer in de richting van

het zeegat. Het bij het wegschuren van de Oostpunt van de Boschplaat vrijgekomen zand heeft daarna blijkbaar haar uitgroeiing in Noorderlijke richting teweeggebracht.

Uit het verloop van de veranderingen in de omgeving van het zeegat zou zijn op te maken, dat de verplaatsing van het zeegat de hoofdoorzaak voor de afname van de W.kust is, al zal dan ook het vooruitkomen van de Koffieboonplaat, welke ten deele als een gevolg van deze verplaatsing moet worden aangemerkt, den toestand verergerd hebben.

Uit de loodingen van de laatste jaren blijkt, dat het zeegat zich nog steeds Oostwaarts verlegt, terwijl het Boschgat deze verschuiving in vrijwel gelijk tempo volgt. De koffieboonplaat behoudt nagenoeg haar zelfde breedte, hoewel zij in den laatsten tijd in hoogte afneemt.

Ten aanzien van de vraag, waaraan de hierboven aangegeven veranderingen, welke hun invloed hebben op de afname van de Z.W.kust, moeten worden toegeschreven, kan het volgende worden opgemerkt.

Evenals voor het Amelander Gat sedert 1890 het geval is, heeft ook het Oostelijk van Ameland gelegen Pinkegat tusschen 1832 en 1892 een Oostelijke verplaatsing ondergaan, met als gevolg de verschuiving van het wantij achter Ameland en de belangrijke uitgroeiing van de Oostpunt van het eiland.

Door de afname aan de Westzijde en de aangroeiing aan den Oostkant heeft Ameland een meer Oostelijke ligging verkregen.

Een dergelijk verplaatsen naar het Oosten is een verschijnsel, dat bij alle Waddeneilanden, die meer Oostelijk dan Ameland zijn gelegen - met inbegrip van de Oost-Friesche eilanden -, is waargenomen.

De figuratie van deze eilanden vertoont dientengevolge vrij veel overeenkomsten n.l. aan de Oostzijde een steile kust met duinen en aan den Westkant een min of meer uitgebreide vlakte.

Het zich verleggen in Oostelijke richting van de tusschen deze eilanden gelegen zeegaten, blijkt dus typeerend voor hen te zijn. Welke oorzaak daarvan is, kan niet met zekerheid worden gezegd. De meest aannemelijke verklaring zou hiervoor kunnen zijn, dat zij een gevolg is van windinvloeden.

De nagenoeg gelijke ligging van de eilanden n.l. Oost-West zal daarbij wel van invloed zijn.

Hierbij is nog op te merken, dat Texel en Vlieland juist een tegengestelde figuratie dan bovenbedoelde eilanden hebben, terwijl Terschelling een overgangsvorm te zien geeft.

Deze tegenstelling zou kunnen worden verklaard uit hun verschil in ligging t.o.z. van de heerschende windrichting.

Tenslotte kan nog worden opgemerkt, dat het wenschelijk zou zijn t.z.t. nog eens na te gaan:

- 1e. of verwacht kan worden, dat het wantij achter Amelang nog binnen kort meer Oostelijk zal komen;
- 2e. welke invloed de Westelijke zijgeulen van het Borndiep hebben op den ebstroom in deze hoofdgeul.

Gezien het feit, dat de afname van de Zuid-Westkust van Ameland thans nog gemiddeld 20 m per jaar bedraagt en de breedte van het duingebied plaatselijk zelfs tot 300 m is versmald en uit de waarnemingen, welke in de laatste jaren voor het onderzoek zijn verricht niet de indruk is verkregen, dat de afname van de Zuid-Westkust spoedig zal verminderen, kan worden verwacht, dat dit gebied over 15 jaar geheel doorbroken zal zijn.

Op de door luchtfotografie verkregen kaart van bijlage 36, welke in 1937 werd vervaardigd om op elk moment te kunnen vaststellen of de waterkeering gevaar loopt, is daarom nog ees de huidige toestand aangegeven.

Het schijnt dan ook zeer wenschelijk, dat er wordt overgegaan tot het maken van voorzieningen ter beteugeling van de aantasting van den oever.

Zelfs al zou binnen niet al te langen tijd de snelheid van de afname belangrijk teruggaan, dan zal ermede rekening gehouden moeten worden, dat dit van tijdelijken aard zal zijn.

Hierbij mag niet onvermeld blijven, dat voor de Oost-Friesche eilanden blijkbaar deze consequentie reeds is getrokken, aangezien van al deze eilanden de Westpunt thans reeds van strandhoofden is voorzien.

Hoorn, September 1943.

DE HOOFDINGENIEUR
VAN DE RIJKSWATERSTAAT,
(get.) onleesbaar

Lijst van bijlagen.

1. Overzichtskaart.
2. Reconstructie voormalige Middellzee.
3. Kaarten historisch overzicht.
4. Zeilaanwijzingen.
5. Hydrografische opnemingen 1798 - 1940.
6. Doorloodingen.
7. Dwarsprofielen doorloodingsraaien 1917 - 1939.
8. Dwarsprofielen doorloodingsraaien 1892 en 1939/'40.
9. Strandmeetgrafieken Terschelling raai 20 t/m 30.
10. Strandmeetgrafieken Ameland, raai 1 t/m 10.
11. Overzicht verloop L.W.- en H.W.lijnen.
12. Detailstrandmetingen.
13. Situatie Boschplaat en Ameland in 1623, 1731, 1794, 1809, 1880 en 1940.
14. Gegevens registreerende peilschalen.
15. Verloop van het getij in de Waddenzee.
16. Overzicht meetpunten.
17. Staat uitkomsten metingen.
18. Voorbeeld meetgrafiek.
19. Maanuurkaarten stroomsnelheden.
20. Gemiddelde stroomsnelheden (eb - vloed).
21. Overschot gemiddelde stroomsnelheden.
22. Stroomrozen in de div. meetpunten.
23. Capaciteitsberekening.
24. Maanuurkaarten zandtransport.
25. Verloop zandtransporten tijdens eb en vloed.
26. Verloop zandtransporten nabij Z.W.kust van Ameland tijdens eb en vloed.
27. Gemiddelde zandtransporten en bodemstroomsnelheden.
28. Overschotten zandtransport (gehaltemeter) en resulterende bodemstroom.
29. Overschotten zandtransport (zandvanger type Canter Cremers) en resulterende bodemstroom.
30. Zandtransport in de meetraai.
31. Verloop slibtransport tijdens eb en vloed.
32. Slibgehalten bodemmateriaal.
33. Voorbeeld korrelverdeelingsdiagram.
34. Gemiddelde korreldiameter bodemmateriaal.
35. Grondboringen Z.W.kust Ameland.
36. Fotogrammetrische opname van de Z.W.kust van Ameland.

