

FIG. 25.

Loiremond - Marseille) zou verkieszen boven den directen zeeweg van Iotia naar de Loire. De weg van den Loiremond naar Marseille duurde alleen reeds 30 dagen.

Evenmin als de Carthagers, Grieken of Phoeniciërs bevreemd waren op den Atlantischen Oceaan te verkeeren, waren dit de inwoners zelf. Pytheas vernam in het noorden van Schotland, dat Thule (IJsland) nog 6 dagreizen ver verwijderd lag aan den rand van den poolcirkel (waar de zon soms niet onderging) en Caesar beschrijft de bewoners bij de Loiremonden (Veneti^{x)}) als keene zeevaarders. "Zij hebben de meeste schepen, waarmede zij regelmatig naar Brittannië varen, en zijn alle anderen op het gebied van het zeevaren de baas". Verder: "de schepen der Veneti zijn op de volgende wijze toegerust: hun kielen zijn beteekenend vlakker dan de onze en gemakkelijker de ondiepten tijdens eb te kunnen passeeren; voor- en achterdek zijn zeer hoog voor het geweld der stormen; de schepen bestaan geheel en al uit kernhout en zijn daardoor zeer sterk; de dwarsbalken zijn een voet dik en gespijkerd met ijzeren nagels; de ankers hangen niet aan touwen, maar aan ijzeren kettingen; inplaats van linnen zeilen worden huiden gebruikt waarschijnlijk omdat linnen zeilen de geweldige stormen der Oeeanen niet zouden kunnen trotseeren en zulke scheepskolossen niet zouden kunnen doen gehoorzamen". De Romeinsche schepen konden volgens Caesar, wat afmetingen en sterkte betreft, hier lang niet tegen aan.

Pytheas zou in het noorden booten, gemaakt van latten waarover huiden, hebben gezien, dus dezelfde soort welke ook thans nog aan de westkust van Ierland voor de vischvangst worden gebruikt (zie film "Man of Aran").

x) Julius Caesar: De bello Gallico.

Caesar's overtocht geschiedde voor de eerste maal in het jaar 55 v.Chr. (25 Augustus). Slechts 2 legioenen namen hieraan deel en op 2 September keerde men reeds weder terug. Het was dus een verkenningstocht. Aanvankelijk (bij Dover?) durfde hij niet landen, omdat de oever daar teveel was ingesloten door steilten, van welker top men het strand onveilig maakte ("alle hoogten waren met vijanden bezet"). Hieron werd 7 mijlen oostwaarts gevaren, alwaar aan een vlakke en open kust (Walmer Castle?) na eenige schermutseling met de inwoners, geland werd. Het jaar daarop vertrok hij in Juli bij zonsondergang uit Portus Itius en kwam tegen den morgen weder op de plaats aan waar ook te voren werd geland. Ruim 800 schepen, waarop 8 legioenen en 2000 paarden, namen aan deze expeditie deel.

De haven waarvan Caesar vertrok (Portus Itius) wordt door hem aangegeven als te liggen in "het land der Morini, vanwaar men den kortsten overtocht naar Brittannië heeft". De best ingelichte schrijvers nemen hiervoor Boulogne aan. Morinië is het tegenwoordige "Boulonnais" of "Pas de Calais".

De overtocht duurde de eerste maal van de "derde nachtwake" tot de "vierde ure" (\pm 8 uren), de tweede maal van zonsondergang tot den middag van den volgenden dag (wegens windstilte \pm 18 uren). Deze tijden schijnen zeer plausibel en duiden er niet op dat in Caesar's tijd de engte smaller was dan nu.

De afstand van Portus Itius (Boulogne) tot de Britsche kust noemt Caesar 30 mijlen. Anderen meenen, dat hij oorspronkelijk 40 mijlen zou hebben genoemd. Strabo noemt nl. 320 stadiën en dit zou met de 40 Rom.mijlen of $40 \times 1481.50 = \pm 60$ km overeenkomen. De werkelijke afstand tusschen Dover en Boulogne is ± 50 km, terwijl het nauwste

gedeelte 33 km of ruim 22 Rom.mijlen breed is. Plinius noemt weder 30 Rom.mijlen als de kortste afstand tusschen Gallië en Brittannië en voegt daaraan toe, dat de kortste afstand tusschen Brittannië en Ierland ongeveer even groot is. Dio (Roman history XXXIX : 50) zegt: "Brittannië is 60 mijl (450 stadiën) verwijderd van het land der Belgen, waar de Morini wonen".

Men kan natuurlijk geen absoluut nauwkeurige cijfers uit de oudheid verwachten en de maten zooals die door Caesar, Strabo en Plinius worden opgegeven nl. 30 en 40 mijl zijn betrekkelijk weinig mis. Wegens de getijstroomen zal men den afstand iets te groot hebben geschat. Er blijkt in elk geval uit, dat de zeeëngte in Romeinschen tijd niet slechts enkele kilometers breed was, zooals sommigen wel meenden te mogen heweren, doch ongeveer de breedte, die het thans nog bezit.

Men kan, het werk van Caesar en de andere ouden lezend, niet aan den indruk ontkomen, dat hier sinds meer dan 2000 jaar slechts uiterst weinig is veranderd. Uitlatingen als Cicero's "mutatos mirificis molibus" ("de Britsche expeditie (van Caesar) is een bron van angst, want het ^{eiland} bezit wonderbaarlijk hooge en steile kliffen", Juni 54 v. Chr.) en vele andere citaten bevestigen dit. Voorts niet alleen deze citaten, maar ook de nog bestaande Romeinsche bouwwerken.

Caesar's verovering had weinig direkt gevolg. Eerst na de landing van Claudius, 97 jaren later, begon de eigenlijke Romeinsche overheersching van Brittannië, die tot in het begin van de 5e eeuw duurde.



Fig. 26. Romeinsch fort te Regulver (noordkust van Kent) voor de helft weggeslagen.

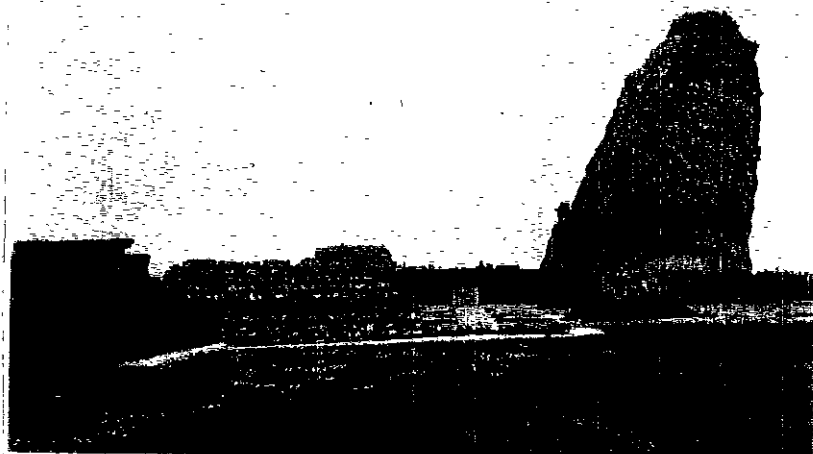


Fig. 27. Romeinsch fort te Richborough.

De Romeinen bezaten toen 5 havens aan de zuidoostkust

t.w.

Regulbium (Reculver) (zie fig. 26).

Tutupiae (Richborough) (" " 27).

Dubris (Dover)

Portus Lenanis (Hythe of Lympne)

Anderide (Peversoy).

De beide eersten waren gelegen aan het water, dat Thanet scheidde van het vasteland van Engeland, genaamd Wantsum. Alle vijf havens zijn thans verzand.

Zij waren door wegen verbonden met het centraal gelegen Duroverne (Canterbury), dat op zijn beurt weder met Londen verbonden was door middel van de "Watling street". Aan de overzijde was in Norinië een dergelijk wegennet aangelegd,

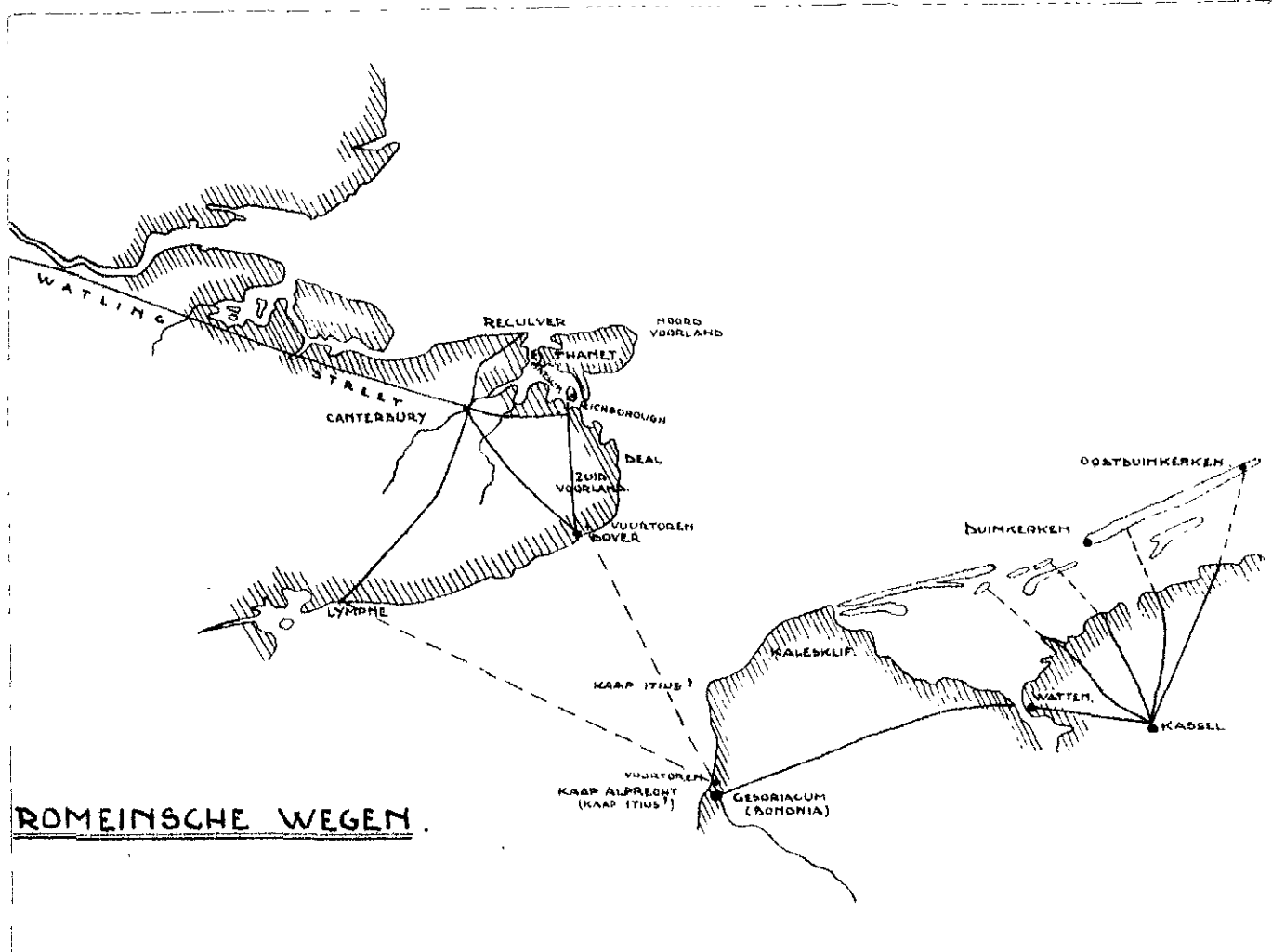


Fig. 26. Situatie der Romeinsche wegen.

met als knooppunt Kassel (zie fig. 88).

De Romeinsche vloot "Classis Britannica" patrouilleerde de zeedingte vanuit Dover, Lympne en Boulogne.

Er is langem tijd strijd geweest of de door Caesar gebruikte "Portus Itius" met Boulogne (Buenon) dan wel met Wissant (Witzard) geïdentificeerd moest worden. Nog meer plaatsen werden genoemd, doch deze vielen langzamerhand af.

Dank zij het grondig onderzoek van Haignéré, e.a. moet men Boulogne zeker de voorkeur geven. Ook Briquet (1931) twijfelt niet meer om Portus Itius met het oude "hable d'Isque" (Isque is een plaatsje aan de Liens bij Boulogne) te vereenzelvigen en er bestaat daarvoor ook alle reden. Reeds in 39 n.Chr. (dus vóór Claudius' overtocht) bouwden de Romeinen hier hun vuurtoren en zelfs van 27 v.Chr. af is het oude Gesoriacum (later Bononia genoemd), voortdurend de hoofdplaats (pagus) dezer streek. In Boulogne kwamen drie Romeinsche wegen uit en de z.g. "haute ville" schijnt oorspronkelijk een Romeinsch fort te zijn geweest, althans wat vorm en grootte betreft, gelijk zij sprekend op de forten van Richborough en Reculver. Karel de Grote verbeterde in 810 de haven en herstelde de "Quiseman" (tour d'Ordre).

Ptolemaeus (2e eeuw) noemt hier "Kaap Itius" en geeft daarvan de lengte en breedte op als te liggen bewesten Portus Itius. Haignéré noemt daarom aan dat hiermede Kaap Alprecht bedoeld is. Anderen (zie o.a. Dr. J. Schoe in Tijdschrift Kon. Ned. Aardr. Genootschap 1934) beweren op grond van de geografische gesteldheid dezer kust, dat Gris Nez bedoeld moet zijn. Dat Ptolemaeus niet volkomen betrouwbaar

x) Haignéré. Dictionnaire historique et archéologique du Pas de Calais, 1882.

is, spreekt wel vanzelf. De kust tusschen Kaap Itius en de Maasmond wordt b.v. door hem als oost-west gericht aangenomen.

Aan het einde der 2e eeuw begonnen de Saksische stammen reeds de Britsche kusten te beestoken (Jensup). Hiertegen bouwden de Romeinen tusschen de Wash en Wight 9 à 10 vestingen, waarvan resten thans nog aanwezig zijn (Richborough, Reculver, enz.). De laatste Romeinsche munt, welke in Richborough Castle werd gevonden was van 422 n.Chr. Daarna kwamen de goedgevormde Saksische munten met duidelijke opschriften. (In het geheel werden hier niet minder dan ± 30.000 munten gevonden). Het jaartal 441 (volgens Prosper Tiro van Aquitanië) of 449 (volgens kroniek van Bede) waarop verondersteld wordt, dat de eerste groote invallen der Angelen en Saksen onder leiding van Hengist en Horsa het land binnenvielen, stemt volgens Jensup tamelijk goed met de archeologische vondsten overeen.

De z.g. Peutingerkaart, waarop "de wereld" staat afgebeeld, stamt weliswaar uit den Romeinschen tijd, doch de tekening, die wij kennen, vertoont volgens Dr. Deraux ^{x)} zes bijwerkingen tusschen 27 v.Chr. en 1268 n.Chr. Feitelijk is het geen kaart, doch een schema van afstanden (fig. 29). De richtingen zijn vrijwel alle oost-west en sterk vertekend (het formaat is nl. 0.34 x 6.28 m) en vele grove fouten kunnen worden aange-
toond. Het blad Brittanië ontbreekt, doch "Gescriaoum quod nunc Bononia" staat er nog op. Dat de weg tegen de zee kust en niet bij Boulogne eindigt, zegt niets, omdat

Deraux: De Bas en Coolen: Recueil de mémoires publiés à l'occasion du Centenaire de la Société des antiquaires de la Morinie.

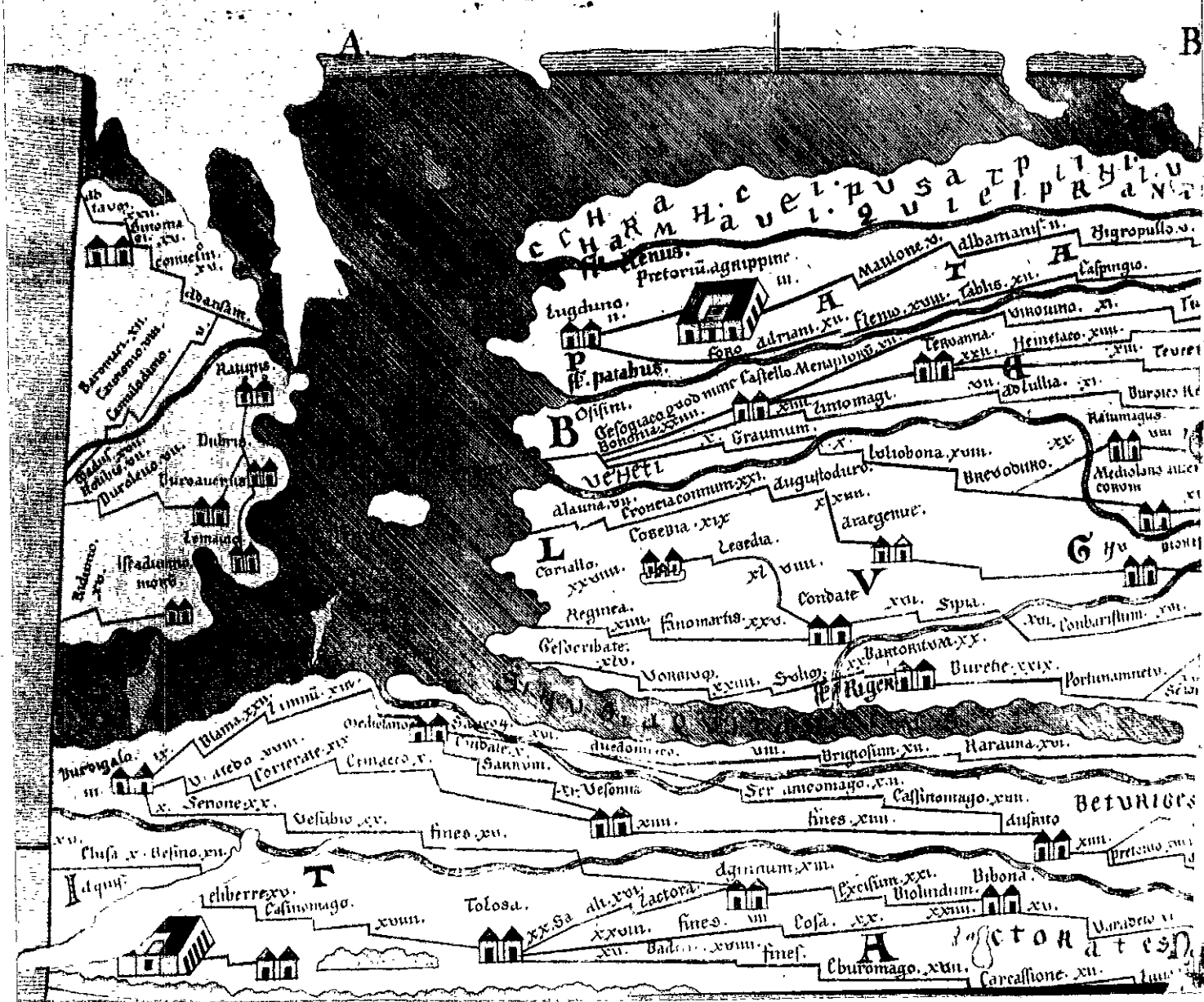


Fig. 20. De Peutingerkaart, westelijk gedeelte.

alle verhoudingen zoek zijn. Uit het feit, dat de teekenaar Boulogne niet onmiddellijk aan zee teekende, mag men niet de gevolgtrekking maken, dat dit ook werkelijk het geval was.²⁾

Ook in de Middeleeuwen en daarna bleven Dover en Boulogne (Buenen) de voornaamste plaatsen voor den overtocht. Willen de Veroveraar vertrok weder van de laatste plaats en hetzelfde plan besat Napoleon vele eeuwen later. Wissant

x) Zie J.A. Hartens. Inleiding op een uitgave der Tabulae Peutingeriana. 1927.

(Witstrand) was in de Middeleeuwen niet onbelangrijk, terwijl Calais (Kales) in de 12e eeuw pas opkwam. In de 16e eeuw bouwde Hendrik VIII zijn forten aan de Engelsche kust, welke thans nog goede verkenmerken geven, terwijl in 1520 Lucas Jans Waghenaer van Eekhuizen de eerste fraaie zeekaarten van dit gebied maakte (zie bijlage 24).

Voor de zeevaarders onzer lage landen beteekende de zeeangte de poort naar het zuiden. De steile witte kusten werkten in op hunne verbeelding gelijk b.v. uit de sage der Friezen betreffende het groote schip "Mannigfuuld" of "Mannigfuur" (Groningsch: "het schip van Terrunten" geheeten "de Almacht") blijkt. Dit schip voer met de "eerste Friezen" uit de Atlantische Oceaan het Kanaal in en raakte wegens zijn enorme grootte (als men als jongeling in het want klon, kon men eerst als grijsaard beneden komen; de kapitein reed te paard het dak op en neer) beklemd in de Hoofden. Door het insmeren der boorden met witte zeep, wist men het schip er door te krijgen, doch de Hoofden zijn sindsdien wit gebleven. Hoe oud deze sage is kan natuurlijk niet worden geschat. Men mag er niet uit afleiden, dat de zeeangte vroeger nauwer was dan thans, doch wel, dat de Hoofden reeds van ouds op de verbeelding onzer voorzaten hebben gewerkt. Misschien haalde men er de kalk vandaan voor de zeepziederijen.

§ 26. Een veronderstelde wandformatie in het Noorw.

In 1920 kwam Dr. Holwerda uit Leiden met de opzienbarende verklaring, dat in Romeinschen tijd de zeestraat van Dover gedeeltelijk vol zand zou hebben gezeten en dat een breede wandzoom langs de ^{oost} kanten sindsdien verdwenen zou zijn. Ook het tineailand Iotis wordt door hem geheel anders gelocaliseerd dan tot nog toe geschiedde.

Bij plaatst dit namelijk in de zeeënge zelf! "In der Meeres-
enge von Calais ist diese alte Insel zu lokalisieren".

Op gezag van Dr. Holwerda neemt Dr. P. Tesch ^{x)} dit denk-
beeld over (1935) en spreekt van waddenzoomen langs de
kusten van het Nauw van Calais met eenige daarin gelegen
hoogere eilanden. Schuiling ⁺⁾ spreekt b.v. van "sandmassa's",
welke in den Romeinschen tijd de opening van het Nauw van
Calais nog opvulden".

Deze uitspraken komen mij in hooge mate verwonderlijk
voor. Niet alleen dat in de oude Romeinsche literatuur
nimmer over een wadformatie in deze streck wordt gesproken,
noch ook van een eiland, dat Caesar of zijn opvolgers toch
gezien zouden moeten hebben, doch sinds de vele eeuwen
waarin deze Romeinsche geschriften bestudeerd worden heeft,
naar ik meen, nooit iemand tevoren deze stelling geponeerd.
Hebben al deze vroegere en nog levende geleerden, die
zich met deze quaestie zoo grondig hebben bezig gehouden,
deze belangrijke zaken over het hoofd gezien? Het is
noodig hiernaar een onderzoek in te stellen, temeer daar
er een zekere onrust door werd verwekt. Indien in slechts
2000 jaren zulke aanzienlijke veranderingen in de Hoofden
waren te constateeren, welke zouden dan nog in de naaste
toekomst verborgen liggen?

Een der meest geldige redenen, waarom Holwerda denkt
dat de kust bij Boulogne sterk is afgeslagen, is de streep
op de Peutinger kaart, die van deze plaats naar de zekust
loopt. Zoals reeds in de vorige § werd medegedeeld moet

x) Dr. P. Tesch. Vorming der Nederlandsche duinkust. 1935.

+) R. Schuiling. Nederland. Band I. 1933. blz. 117.

men de kusten dezer kaart niet en serieuz nemen. Alles is ten zwaarste vertoekend (fig. 29): "Het doel dezer kaart was niet een geographisch juist beeld van de bewoonde wereld te geven, maar zij zocht door nauwkeurige mededeeling van de afstanden tusschen de grenzen der op de kaart getoekende gebieden een indruk te geven voornamelijk van den omvang van het Romeinsche Rijk. Agrippa streefde geen wetenschappelijk doel na, dus niet zooals de Grieksche geographen, astronomische gegevens" zegt Dr. J. R. Wartena in zijn proefschrift (1927) terecht.

Er moet daarbij worden opgemerkt, dat alle afstanden wel op de kaart zijn aangegeven (bv. die tusschen Gesogiaso quod nunc (thans geheeten) Bononia en Castello XXVIII mijl), en dat er geen afstand geschreven staat tusschen Boulogne en de zee. De kustlijn werd zoodanig getrokken, dat er ruimte was voor letters. Het ontbreken van een afstandsmaat duidt m.i. voldoende aan, dat deze nihil was. Mogelijk is de streep ook niet als weg bedoeld, doch alleen een aanduiding dat men van hier naar Brittannië kon komen.

De vuurtoren van Caligula, geheeten "Oudemans", is wel het beste bewijs, dat de afslag sinds den Romeinschen tijd hier slechts op zijn hoogst ongeveer 100 m zal hebben kunnen bedragen.

Bezien wij de overige redenen, die Dr. Holwerda hebben geleid tot zijn conclusie nader, dan blijkt, dat hij gedeeltelijk geput heeft uit Holmes: Ancient Britain. Holmes vertelt op blz. 572, dat de naam van het eiland Ictis (of Mictis) mogelijk verband zal houden met de Middeleeuwsche Iersche benaming voor het Kanaal: "Muir 'n' Icht" (muir beteekent zee, soodat de benaming vertaald luidt: zee van Icht^x). Ook "Caep Itius" (Cris Mex) en "Portus Itius" (Boulogne) zullen

x) Opm. Igh beteekent talk. Ook talk schijnt met de zeepindustrie in verband te staan.

daarmede mogelijk verband houden volgens Holmes. Hiertegen bestaat natuurlijk geen bezwaar. Het Kanaal is 580 km lang en wil men het tineland Ictis in verband brengen met "Muir 'n Icht" dan behoeft dit niet op tegenstrijdigheden te stuiten, omdat Cornwall het bekende tinland was en dit aan het Kanaal gelegen is. De iets meer noordelijk gelegen mijnen aan het Kanaal van Bristol waren moeilijker ontginbaar en kwamen eerst later in cultuur. Het tindistrict was vroeger hoofdzakelijk gelegen op 18 mijlen ter weerszijden van het eilandje St. Michaels Mount bij Penzance (zie fig. 85 en Holmes. Ancient Britain blz. 499), dat thans nog door een bij laagwater begaanbaren weg met het vasteland van Cornwall verbonden is ^{x)}. De nabijgelegen kusten gilden erop, dat hier practisch de eenige plaats was, waar men vroeger met wagens naar beneden kon komen daar de overige plaatsen te steil en rotsachtig zijn. De naam der plaats, Marazion, zou "markt" beteekenen ^{*)}. De geheele baai heet naar deze plaats "Mounts bay" en de beschutting tegen storm moet er voor de vroegere kleine schepen zeer goed geweest zijn.

Holmes is bijzonder uitvoerig in zijn betoogingen en neemt ook opvattingen, die vroeger wel eens naar voren ge-

x) De officiële "Channel Pilot", part I geeft de volgende beschrijving van St. Michaels Mount: It is of conical shape 263 feet (80 m) high and bears a striking resemblance to the mount of the same name in Normandy, though much smaller. The castellated building with a conspicuous tower situated on the summit was originally a monastery and afterwards a castle or fortress. The mount is connected to the shore at Marazion, 3 cables distant, by a ledge, on which a causeway covered by half flood.

St. Michaels' Mount harbour, on the northern side of the mount, is a tidal harbour formed by two piers, with spurs at their extremes, between which is the entrance 70 feet wide, with a depth of 18 feet at mean high water springs.

+) Gordon Home. What to see in England 1903. Marazion is connected with St. Michaels Mount by a causeway 120 feet width, formed of rock and pebbles and passable only at low tide for three or four hours. Marghas - ion - the Markets.

bracht zijn door schijnbaar minder goed ingelichte schrijvers. In het algemeen is zijn betoog: Er zijn weliswaar personen geweest, die het eiland Wight en zelfs het vroegere eiland Thanet (oostpunt van Engeland) als het tinneiland Iotie hebben willen beschouwen, doch dat is weinig waarschijnlijk. Waaren zou men, indien men van Landsend naar de Loire moest, eerst de lange kustreis naar het oosten hebben ondernomen om dan toch de zee over te steken en vervolgens de reis over land naar de Loiremond (Corbilo) te maken?

Holwerda draait Holmes' betoog om en zegt: "Man hat gemeint, es könnte vielleicht Thanet gewesen sein, das wirklich einmal ein Insel war, andere behaupten Wight sei gemeint, ja auch Lands-End, ganz im S.W. von England, wird in Betracht gezogen"....."Es scheint mir aber nicht zweifelhaft, in welcher Gegend wir diese Insel Iotie zu suchen haben". "Eine Insel Iotie muss doch wohl in dem Wasser gelegen haben, das selbst noch bis im Mittelalter diesen selben Namen geführt hat (Muir 'n Icht). In der Meeresenge von Calais ist also diese alte Insel zu lokalisieren."

Het "bewijs" van Dr. Holwerda analyseerend, komt men tot de conclusie, dat hij op de naamsovereenkomst tusschen Icht en Iotie of Miotie is afgestaan en voorts de zeestigte van Calais verward heeft met het Kanaal. "Icht ist noch sehr lange der alte Irische Name für die Meeresenge bei Calais gewesen" beweert Holwerda op blz. 413 van Holmes te hebben gelezen. Dit is dan wel zeer slordig gelezen, daar Holmes op deze blz. zegt dat Icht de oude Iersche benaming voor het Engelsche Kanaal is.

Behalve Holmes haalt Holwerda ook Müllenhof aan (Deutsche Altertümskunde pg. 471). Wel verre van Holwerda's meening te steunen zegt deze daar echter, dat "Iotie gezocht moet

worden bij het voorgebergte Belerium (Lands End) en dat het ongetwijfeld een der kleine eilanden is bij Lands End". Indien de bewoners eenige honderden jaren voor de geboorte van Christus zeer slechte zeevaarders geweest zouden zijn, zou men aan Holwerda's meening, dat men het allernauwste gedeelte van het Kanaal op had gezocht en een 1000 à 1200 km langen landweg zou hebben geprefereerd, mogelijk eenige waarde kunnen toeschrijven, doch de bewoners waren volgens Caesar, die hier slechts eenige honderden jaren na Pytheas kwam, bijzonder goede zeevaarders, die niet tegen groote afstanden opzagen.

Kan men dus de door Dr. Holwerda veronderstelde ligging van het eiland Iotie in de Hoofden tot het rijk der fabelen rekenen, hetzelfde is het geval met de Waddenzoom. Om uit de simpele mededeeling van Diodorus aangaande een "causeway" te concluderen, dat breede waddenzoomen in de Hoofden aanwezig geweest moeten zijn is natuurlijk niet toelaatbaar. Noeh mag ook de volgende "bewijzvoering" worden toegepast:

Het is algemeen bekend, dat Gesoriacum de oude naam voor Bononia (Bologna of Boulogne) is. Het heet, dat een der gouverneurs in Constatijn's tijd de oorspronkelijke naam veranderde en daarvoor die zijner geboorteplaats Bologna in de plaats stelde. Niettegenstaande het vaststaat, dat met Gesoriacum en Bononia een en dezelfde stad wordt bedoeld (de Peutinger kaart - fig. 89) geeft dit ook te kennen met de woorden "quod nunc", noemt Holwerda hier twee steden aan t.w. Gesoriacum en Bononia. De laatste zou een "in de Waddenmeer vorausliegenden Punkte am eigentlichen Fahrwasser" geweest moeten zijn en beide steden zouden door middel van een moerasbrug (pontus longi) of "Brückendamstrasse" ver-

bonden zijn geweest. Een en ander zou volgen uit Florus' "Epitome"

Staat men dat na, dan vindt men, dat het verhaal niet gaat over Morinië of Gallië, maar over Germanië, alwaar Drusus lange de Maas, Rijn, Weser en Elbe een 600-tal Forten bouwde. "Hij bouwde bruggen (pontibus) te Bonna en Caesaria en liet daar vloten achter ter bescherming. Hij baande een weg door het Hercynisch Woud (Zwarte Woud), dat nog nimmer tevoren besocht of doorkruist was. In één woord: er was zulk een vrede in Germanië, dat de bewoners veranderd schenen" (vertaling H.S.Forster 1929).

Dit staat onder het hoofd: "Bellum Germanicum" en de plaatsen Bonna, Bonnam of Bonam (Bonn?) en Caesaria (anderen hebben Moguntiacum - Mainz) moet men dus bij of ten oosten van den Rijn zoeken. Forster zegt in zijn recente vertaling (1929), dat de drie bekende handschriften, welke er van Florus bestaan (9e à 11e eeuw) voor de laatste stad alle een verschillende spelling bezitten, nl. "Caesario", "Gesogiam" en "Geneso". Het waarschijnlijkst acht Bijvanck^{x)} de verklaring van Jullien (Histoire de la Gaule IV blz.104 n.3), dat bedoeld is Bonna (Bonn) en Caesariarum, deze laatste aan de overzijde van den Rijn bij Bonn gelegen (Schwarzheindorf); Drusus heeft daar een brug gebouwd in aansluiting met den weg van Trier en verder door het dal van de Sieg, en daar een station voor de vloot aangelegd.

Het oorspronkelijke handschrift schijnt hier dus moeilijk leesbaar geweest te zijn en hoewel Gesogiam wel eenigszins doet denken aan Gesoriacum of Gesogiacum, mag men hieruit niet de conclusie trekken, dat Boulogne bedoeld zou zijn, omdat de stad in Germanië moet liggen.

Holwerda trekt deze conclusie echter wel en verandert meteen het woord Bonna door Bononia en het woord brug (pontibus) door moerasbrug (pontus longi). Hij voltooit de fantasie met de opmerking, dat de "twee"(!) steden Gesoriacum en Bononia wel door een "Grossartigen Hafenanlage vereint" zullen zijn geweest.

Noch voor de veronderstelling, dat hier twee steden la-

x) Dr.A.W.Bijvanck. Excerpta Romana, blz. 306.

gen, noch dat deze verbonden zijn geweest door een "portus longi", noch voor een wadformatie, noch voor de "groszartige Hafenanlage" vond ik in Holwerda's aanhalingen der Ouden een spoor van redelijk bewijs.

Zoo kan men doorgaan.

Caesar spreekt van twee havens "portus Itius" en "portus superior", de laatste op 8 mijlen afstand der eerste gelegen (Dit is een der redenen waarom Holwerda hier spreekt van Gesoriacum en Bononia). Gewoonlijk denkt men voor "portus superior" aan Ambleteuse dat op ongeveer 8 mijl ten noorden van Boulogne ligt ^{x)} en Caesar zou hier zijn ruitery hebben gehad in verband met de rijke grasvelden, die er worden gevonden (Haignéré). Holwerda denkt deze "portus superior" op de wadformatie te liggen (de wadzoom zou hier dus 8 mijl (16 km) breed geweest moeten zijn) en laat Caesar's ruitery over deze wadden gaan, die "nur für die Reiterei zugänglich" zouden zijn geweest, omdat het voetvolk direct van portus Itius voer (de ruitery is anders nog zwaarder dan voetvolk!). Hoe denkt men zich overigens een haven ("groszartig" of niet) op een wadformatie en welke volkstam moet die hebben gemaakt? Het zou bovendien zeer gevaarlijk geweest zijn op een 16 km breed wad te verkeerren bij de tijverschillen van ± 6 à 8 meter, welke men hier heeft (De overgang geschiedde bij springtij). En moeten hier geen enorme tijgeulen in geweest zijn voor de vulling en lediging dezer wadvlakten? Caesar spreekt niet over dit vervoer over een wad, noch over een zoo opmerkelijk iets als een haven in een wadengebied. Hij schrijft slechts over twee havens, wier onderlinge afstand 8 mijlen was, en uit deze gegevens een wadformatie te willen putten schijnt vreemd.

x) Waghenaeer heeft hier "Habletul", Hable beteekent haven. Colom (1632) heeft reeds Ambleteul.

Holwerda haalt voorts aan - zie Nice Holmes, Ancient Britain blz. 526 - dat een laag eiland Lomea, op ongeveer 4 mijlen van Thanet gelegen, in 1098 zou zijn verdwenen. Het is volgens Holmes zeer de vraag of dit verhaal juistheid bevat, ^{x)} doch de plaatsaanduiding is voldoende om te kunnen zeggen, dat dit eiland niet in de zeebunste gelegen kan hebben. Mogelijk wel in den mond der Wantsum of op de Goodwin. Het gaat niet aan om op grond hiervan met Holwerda de conclusie te trekken, dat het ^dverwijnen van dit eiland een teeken is van het verdwijnen van de "Waddensee" in de Hoofden, noch om aan te nemen, dat de Goodwin resten van deze waddensee zouden zijn. Ook dit "bewijs" voor een vroeger bestaan hebbend uitgestrekt waddengebied in deze streken is uitermate zwak.

Of de Vlaamsche banken resten zijn van een waddensee of van een oorspronkelijk verder vooruitgeschoven vastland is ook zeer de vraag. Apodictische beweringen als: "auch vor der Mündung der Schelde hat sich dieselbe (de vlakte) damals (in Römischen tijd) bis weit ins jetsige Meer ausgedehnt, von den Gewässern dieses Stromes durchschnitten; die Scheldemündung muss damals also auch viel weiter westlich gelegen haben" hebben weinig waarde zoolang geen positieve bewijzen geleverd worden. De onderzoekingen van M. de Man, insake de Romeinsche nedersetting te Domburg, die Holwerda in dit verband aanhaalt, duiden eerder op het tegendeel. Immers de Romeinsche nedersetting zal in de nabijheid der zee kust gevestigd geworden zijn (in duinengebied).

~~Maar men hierover ook nog denken, zeker is, dat voor~~

x) Holmes zegt hiervan (blz. 526): "I have searched his (Giraldus Cambrensis, degene die over Lomea gesproken zou hebben) writings diligently and I can find no mention whatever therein either of Lomea or of the Goodwin sands."

Strabo beweerde, dat men van de Rijnmonden Brittannië kon zien. Alders zegt hij, dat er 4 overgangsplaatsen zijn, welke gewoonlijk worden gebruikt, t.w. van de monden van den Rijn, van de Seine, van de Loire en van de Garonne. Hij voegt daaraan toe: "De menschen die van de Rijnmonden willen oversteken, doen dit niet van den mond deser rivier, doch van het land der Morini en in dit land ligt de Itius, die Caesar gebruikte als oorlogshaven toen hij naar het eiland overstak". De laatste verklaring schijnt beter dan de eerste. Trouwens Ptolemaeus geeft de lengte en breedte van den Rijnmond als liggende ver ten oosten van Engeland.

Hoe men hierover ook moge denken, zeker is, dat voor Holwerda's hypothese ontrent het bestaan hebben „eines ausgebildeten Wattensmeeres an der Ostlichen Kanalküste" of voor eilanden in de nabijge der Hoefden, generlei redelijke bewijzen gevonden zijn kunnen worden.

§ 27. Vroegere kusten bij de Hoefden.

Ook de indruk, die wel eens gewekt is door verschillende schrijvers over het ontstaan van het Nauw van Calais, als zijnde slechts eenige duizenden jaren geleden, komt niet overeen met de logica der feiten.

Eén deser feiten is, dat er een opmerkelijke oude kust aanwezig is tusschen Gris Nez en Blanc Nez, ^{gedeeltelijk} waaraan is op de vlakte tusschen de oude en de nieuwe kust gebouwd. Het doode klif sluit met een fraai gevormde kustboog aan bij de hooge gronden van Blanc Nez en Gris Nez. De teen ervan ligt niet op 15 m boven den huidige staat, zoals Briquet aangeeft, doch op ± 5 m.



Fig. 50. Oude kustboog bij Wissant.

Dergelijke doode kliffen, welke ontstaan zijn bij een waterstand van ongeveer 5 m hooger dan thans, komen volgens Briquet in heel Noordwest-Europa voor en zij duiden volgens hem op de hoogte ^{van} den zeespiegel vóór den laatsten ijstijd. De periode, die daarop volgt, bracht eerst een daling ^{van} den zeespiegel door ijsvorming van 50 à 60 m en vervolgens een stijging tot \pm 5 m- in den Romeinschen tijd. De daarop volgende rijzing van het water geschiedde ná de 4e eeuw (begin "dunkerquien"). De Romeinsche wegen van Kassel naar de kust zijn dus door de "flandrien"afzettingen bedolven geworden.

Het doode klif tusschen Gris Nez en Blanc Nez moet blijken de enorme niveauper verschillen, welke hierboven werden genoemd, dus zeer lang geleden ontstaan zijn, nl. in een periode ver voor den laatsten ijstijd en hieruit zou met groote zekerheid volgen, dat de zeestraat zelf, historisch gesproken, ontsaalijk oud is.

Misschien is zij ontstaan tijdens een der oudere ijstijden, toen de Noordzee volgens de geologen behoorden de

lijn Amsterdam-Londen heeft dichtgezeten met ijs en al het smeltwater van half Europa geen anderen uitweg had dan via het Kanaal.

Naar het schijnt valt uit den vorm van de kustboog af te leiden, dat het plateau der Rouge Riden en der Quenoos ten tijde van het ontstaan dezer kust nog geheel of gedeeltelijk als kaap bestond en dat de Gardes de resten zijn van het oude strand (fig. 31).

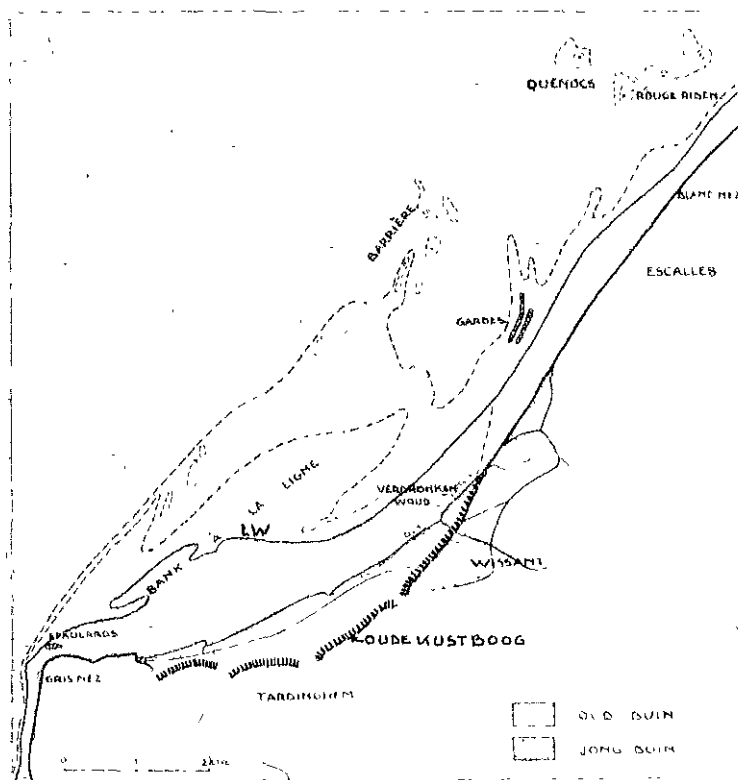


Fig. 31. Situatie kustboog bij Wissant volgens Briquet.

Ten zuiden van Boulogne en ook ten zuiden van Duinkerken komen nog oudere doode kliffen voor welke moeten zijn ontstaan bij zeestanden van 15 m + terwijl verder landwaarts nog oudere te vinden zijn welke duiden op waterstanden van 35 m + (fig. 32). Hierop zal niet verder worden ingegaan.

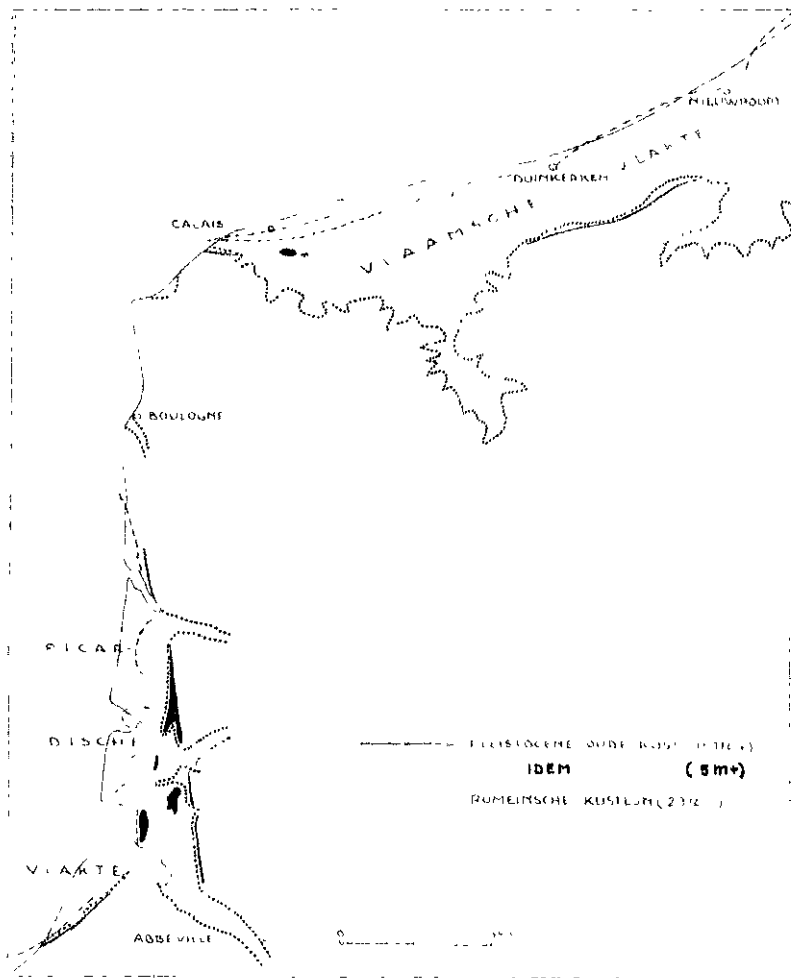


Fig. 32. Oude kusten van de Boulonnais (Briquet).

In Romeinsehen tijd (eind "Flandrien", begin "dunkerkwien") moet de kust beoosten Blanc Nez er als een duinenkust hebben uitgezien. Men zie hiervoor weder de nauwgezette en doekundige onderzoekingen van Briquet en fig. 33.

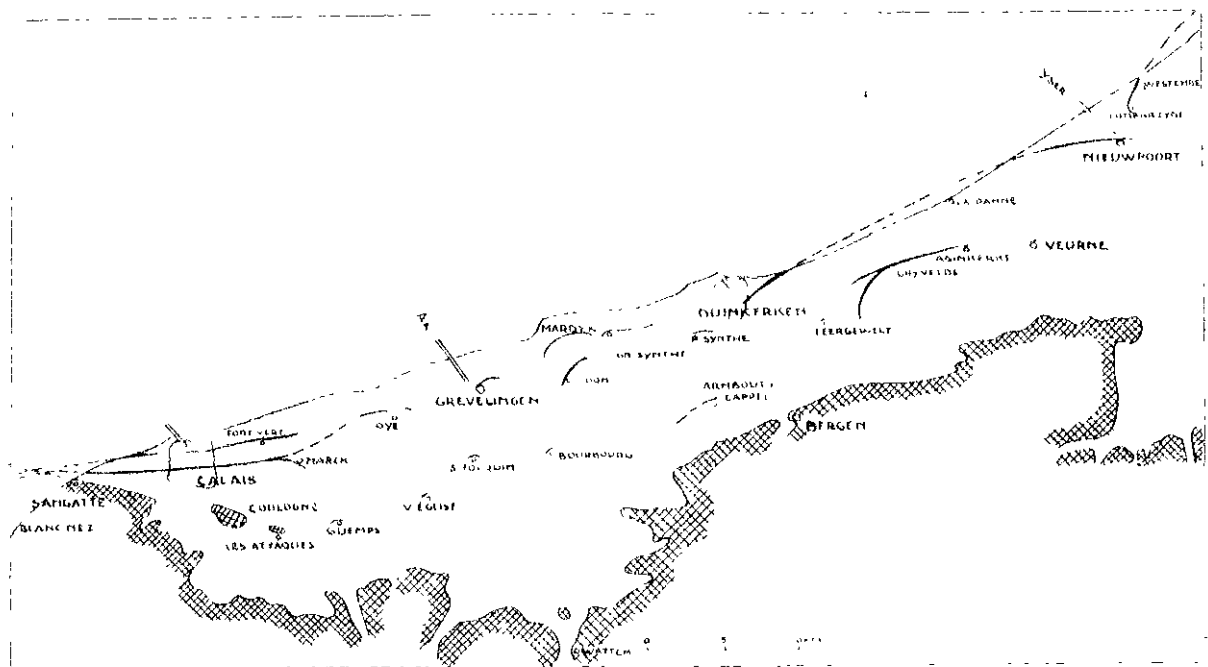


Fig. 33. Oude kusten in Fransch Vlaanderen. (Briquet).

Dese onderzoekingen logenstraffen Holwerda's bewering, dat de kust in Romeinschen tijd zeer veel verder in zee gelegen zou hebben of dat er wadden voor gelegen zouden hebben. Immers duineneilanden ontstaan aan den zee kant der wadden.

Na den Romeinschen tijd steeg volgens algemeene aanname het water eenige meters en werden de moerassen (hier moeren genoemd) achter de duineneilanden met een laag klei bedekt. De monden der zeegaten, benoodigd voor het vullen en ledigen der ^{van 400-1000} ~~thans~~ bestaande wadformatie, werden geringer naarmate dese wadden werden opgevuld en bleven eindelijk als de kleine uitwateringen der Aa, IJzer, Enna, enz. achter. Hierbij werd de kust gladgeschuafd tot die, welke wij thans kennen. De oude vormen van de "koppen" en "staarten" der vroegere riviemonden bleven echter bestaan en dienden als uitgangspunt voor de studie der onderhavige kust. (Zie voorts 5534-35)

In Engeland worden ook doode kliffen gevonden b.v. bij Rye en Southampton.

Samenvatting van Hoofdstuk V.

10. Hoewel geen exacte kustmetingen bekend zijn, kan men toch door afleiding, gegruend op plaatselijke ervaring der bewoners en op afstanden van oude bouwwerken uit de kust, geraken tot een inzicht in de grootte van den huidige afslag der Hoofden. Bij Zuid Voorland is dit ongeveer 5 m per 1000 jaar, bij Gris Nez aanzienlijk minder en bij Blanc Nez mogelijk iets meer. Bij Deal en Sangatte is de afslag vrij sterk, doch dit is niet meer in de eigenlijke zeestraat.

11. De plaatsen der Romeinsche vuurtorens te Dover en Boulogne, zooda de geschriften van Caesar, Cicero en andere oude schrijvers, duiden er niet op, dat men de breedte der zeestraat als veel veranderd moet voorstellen. sinds het begin onzer jaartelling.

30. De beweging van het in Romeinschen tijd nog gedeeltelijk opgevuld zijn der zeestraat met wadzoemen en eilanden mist elken redelijken grond.

40. De aanwezigheid der oude kustlijn zandwaaerts bij Wissant tusschen Gris Nez en Blanc Nez duidt er op, dat de zee-
engte zeer oud moet zijn (vele honderdduizenden jaren mis-
schien). Na het ontstaan dezer oude kustboog kan de straat
wel eenige kilometers verbreed zijn (queroos).

HOOFDSTUK VI.De zandstroom langs onze kusten.§ 20. Wisselstroomformatie in zand.

In § 21 werd de opmerking gemaakt, dat de Varne, hoewel in details veranderend, zich toch niet, of uiterst weinig, in algemeenen vorm en ligging scheen te wijzigen. Volgens de opnamen der Fransche, Engelsche, Belgische en Nederlandsche hydrografen is deze opmerking vrijwel voor alle banken geldig, dus niet alleen voor die van de Hoofden, maar ook voor die van de Vlaamsch-Zeeuwsche kust.

Deze vaste of nagenoeg vaste ligging als juist aannemend, kan naar de oorzaak hiervan worden gezocht. Deze zijde wordt niet waarschijnlijk geacht, dat rotakernen de oorzaak zijn. Daarvoor zou men deze in een der uiteinden (zuidwest-einde) aan de oppervlakte moeten vinden.

In de Hoofden zijn de banken wel het best geschikt voor een bestudeering dezer vraag. Vooral de Varne is een goed voorbeeld van een vrije langgestrekte zandmassa, liggend op een nagenoeg horizontalen grindbodem. De beide uiteinden vertoonen groote duinen, die kleiner worden naarmate men zich verder van de bank verwijkt en een verschil tusschen het zuid- en het noordeinde kon niet worden opgemerkt. De top van de eigenlijke bank bestaat uit niet zeer regelmatige zandgolven, waarvan de ruggen ongeveer noord-zuid zijn gericht. De Ridge vertoont hetzelfde beeld, althans aan het noordeinde. Schematisch is dit aangegeven in fig. 34. De langassen dezer banken liggen vrijwel in de richting

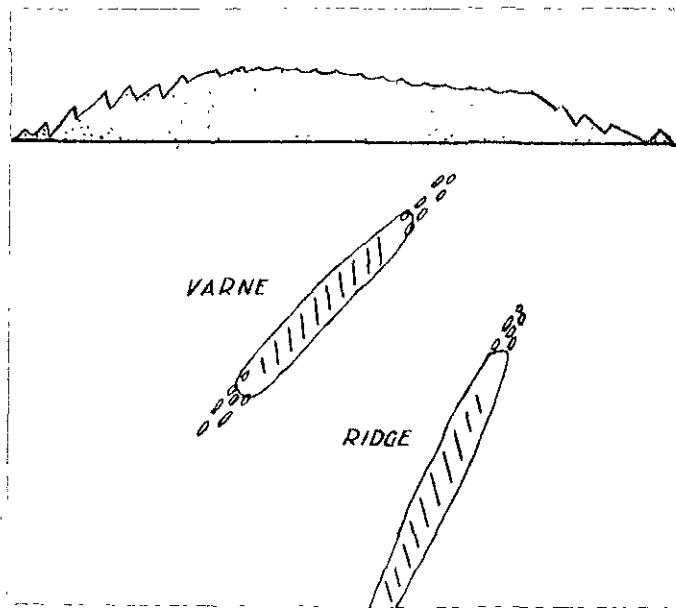


Fig. 34. Schema van langspriefiel en horizontalen vorm van Varne en Ridge.

der stroomen. De westzijde is steiler dan de oostzijde en de hoogste gedeelten van een dwarsprofiel komen gewoonlijk bij de steilste flanken voor.

Dwarsprofielen van de Varne worden gevonden op bijlage 22. Een langspriefiel genomen over de noorderpunt ziet er uit als fig. 35 aangeeft.

Fig. 35a geeft een algemeen beeld der gestrekte banken in de Zuidelijke Noordzee.

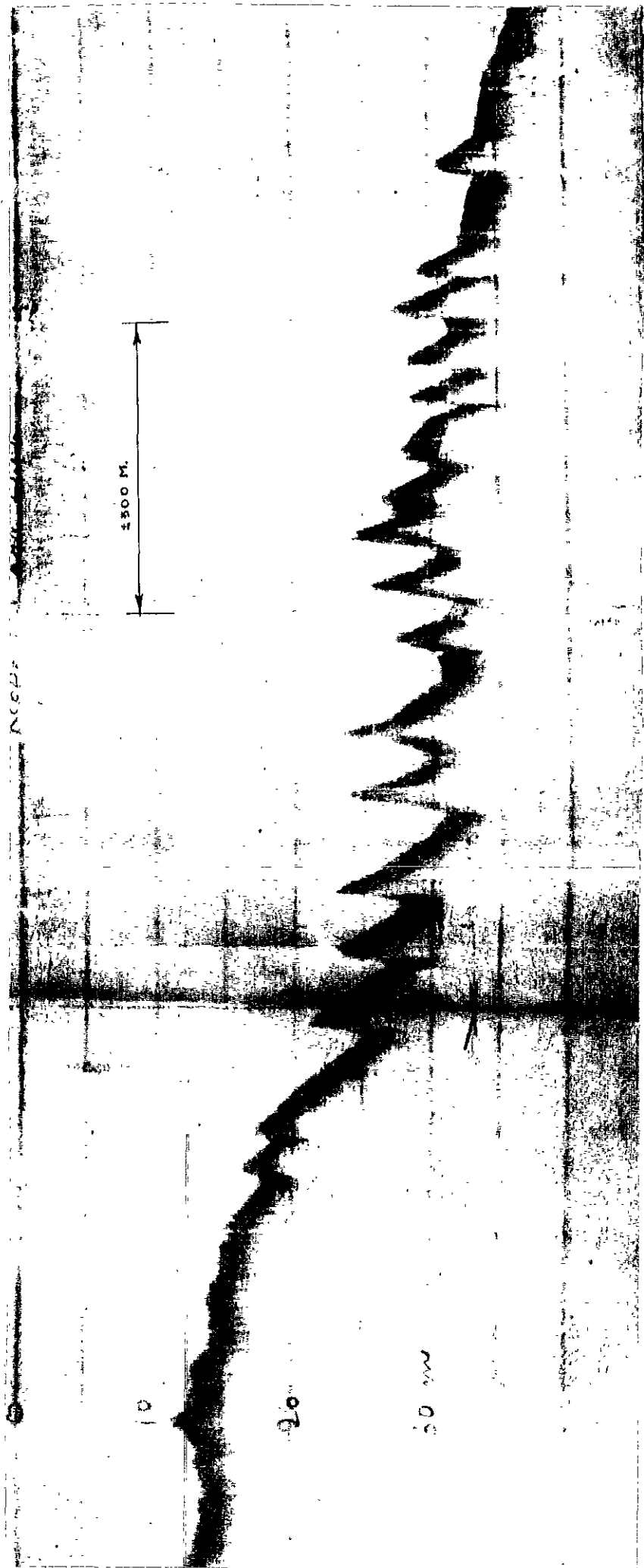
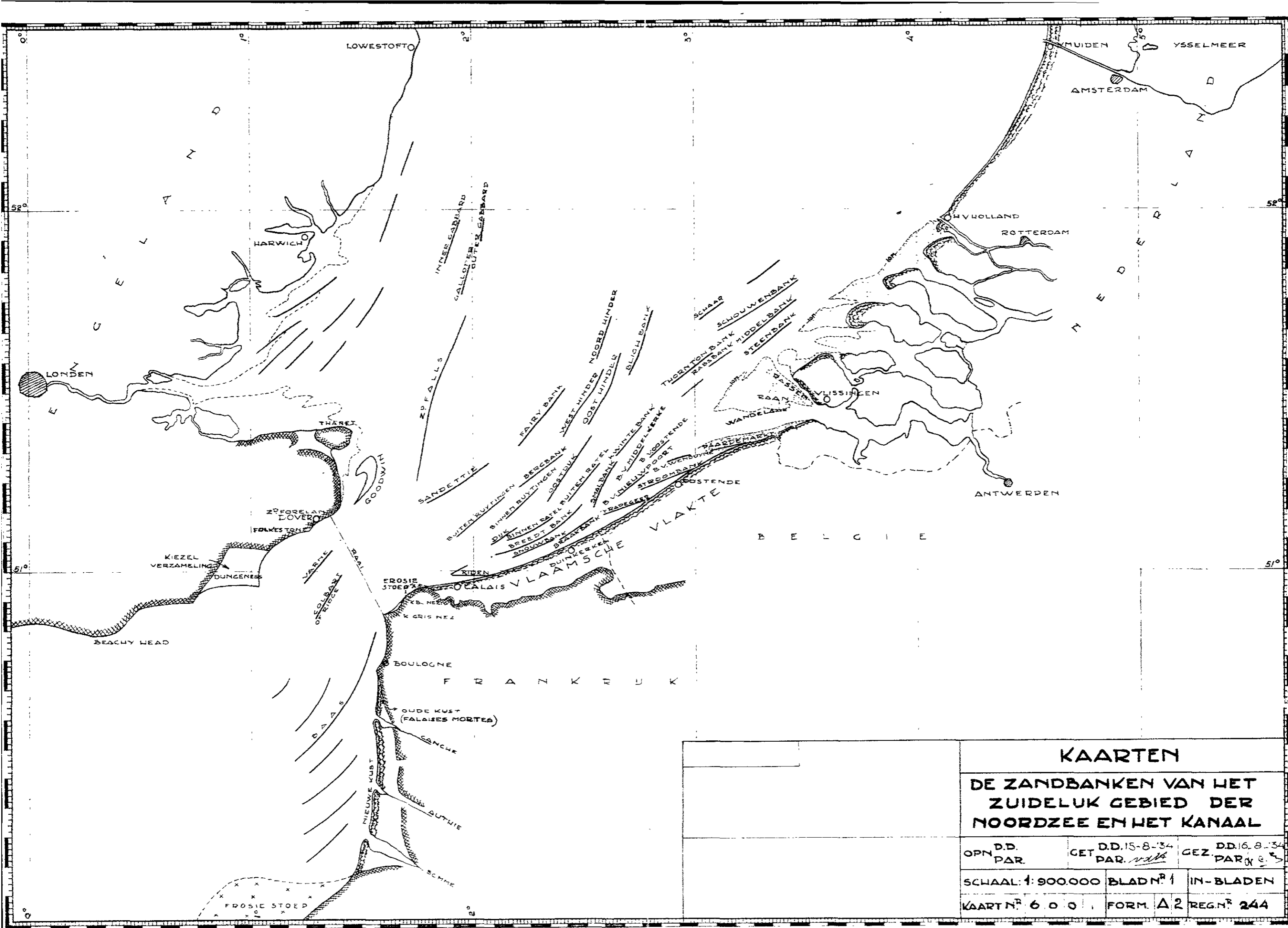


Fig. 55. Langeprofil der Varne (nordpunkt).



KAARTEN		
DE ZANDBANKEN VAN HET ZUIDELUK GEBIED DER NOORDZEE EN HET KANAAL		
OPN. D.D. PAR.	GET. D.D. 15-8-34 PAR. <i>v.d.H.</i>	GEZ. D.D. 16-8-34 PAR. <i>v.d.H.</i>
SCHAAL: 1:900000	BLAD N ^o 1	IN-BLADEN
KAART N ^o 600	FORM. Δ 2	REG. N ^o 244

De bovengeschetste vormen zijn karakteristiek voor alle banken, die onmiddellijk op een grindbodem rusten. Fig. 36 geeft b.v. de registratie van een dwarsloeding over

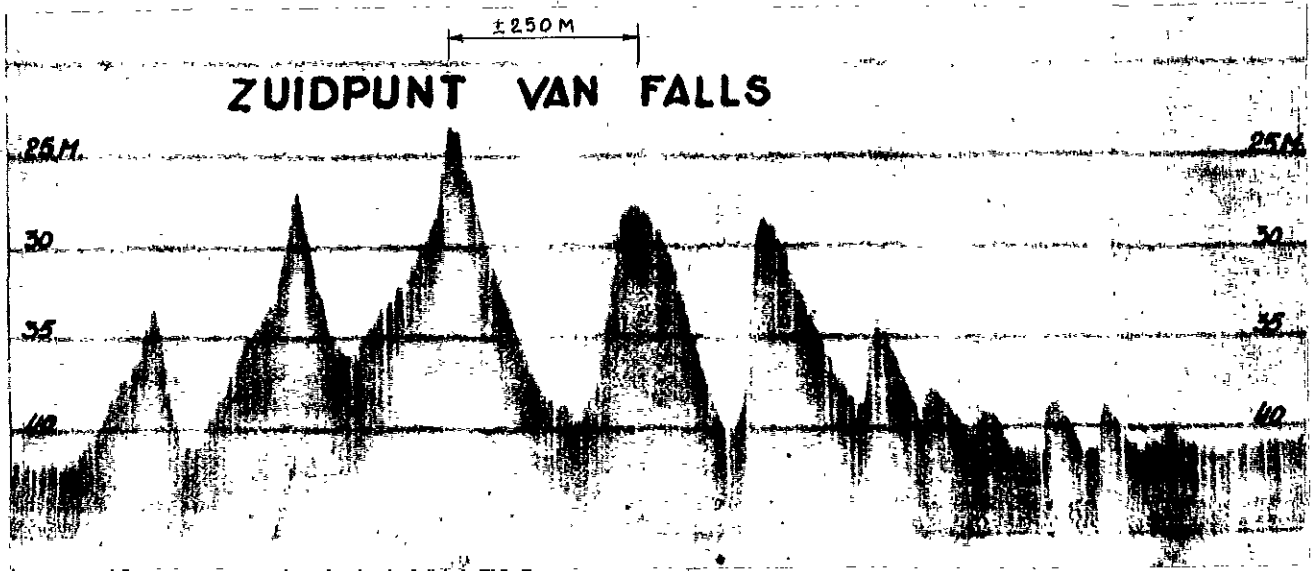


Fig. 36. Dwaarsprofiel over zuidpunt van de Falls. het Zuideinde van de Falls (hooge duinen (max. 20 m), rustend op een horizontale harde laag), terwijl fig. 37 een dwarsprofiel geeft van een der banken. De horizontale afstanden moeten op deze profielen natuurlijk sterk vergroot worden.

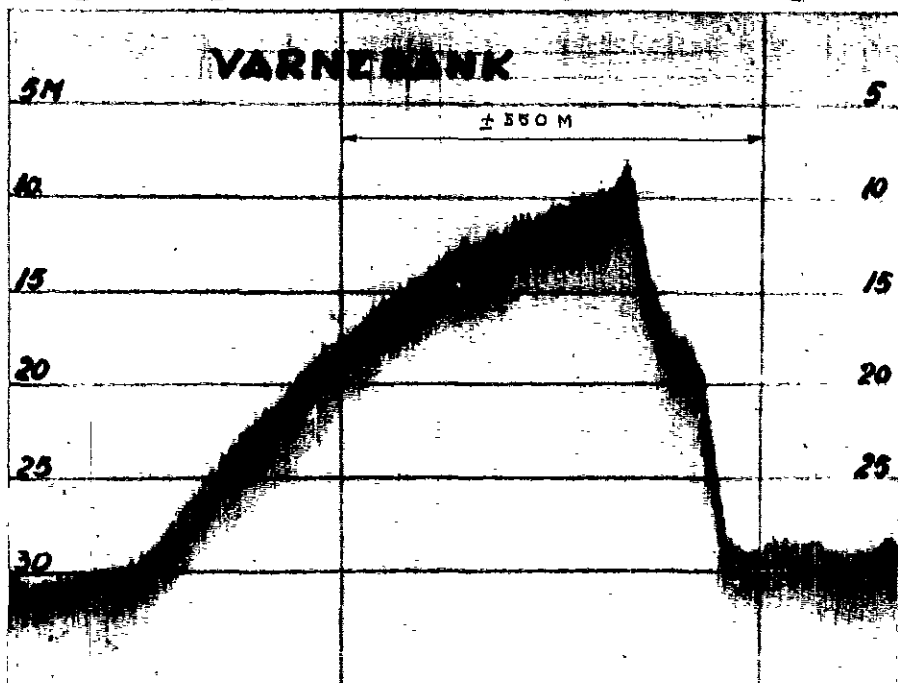


Fig. 37. Dwaarsprofiel van de Varne.

~~moeten sterk uitgerekt gedacht worden~~

De langgerekte vormen der banken houden zonder twijfel verband met de stroomen. Indien een duin buiten een der flanken zou uitsteken, zou deze binnen korten tijd moeten worden afgeschaafd. Aldus ontstaan stroomlijnvormen.

In wezen moet er weinig verschil bestaan tusschen een zandwoestijn en een zeebedem, welke uit zand bestaat, althans indien dit laatste door de stroomen kan worden opgewerveld. Zoo goed als men de Sahara wel als "een zandzee" hoort betitelen, kan men ook spreken van een "onderzeesche woestijn" voor het gebied tusschen Engeland en Nederland bezuiden de lijn den Helder-Wash. Eenig verschil wordt veroorzaakt doordat de zeestroomen veelal aanzienlijk regelmatigiger zijn dan de winden. Slechts in enkele gevallen zal men bij passaten of moessons de regelmatigheid ontmoeten, welke dagelijks in zee wordt bereikt. De zeestroomformaties zullen dan ook in het algemeen regelmatigiger zijn.

Wanneer in een woestijn weinig zand beschikbaar is, m.a.w. wanneer de harde ondergrond blootgewaaid kan worden, kunnen er fraai gevormde zikkelduinen (barchanen) ontstaan, die soms langzaam over de steenvlakte trekken. Al het beschikbare zand wordt in deze barchanen geborgen, of anders uitgedrukt: de gaten waar de harde ondergrond aan den dag treedt, hebben de neiging zoo groot mogelijk te worden.

Dat dit ophoepingsverschijnsel plaats vindt is niet zoo verwonderlijk, indien men bedenkt, dat de luwten achter de barchanen de eenige plaatsen zijn waar het zand tot rust kan komen. Wordt ergens een zanddeeltje van de rotsvlakte opgenomen door den wind, dan zal dit worden voortgestuwd, totdat een barchaan wordt ontmoet. Ook zullen de zandkorrels, die van den blootgestelden rug der barchaan

worden losgewaaid, aan den luwen kant weer neervallen. Van-
daar het voortwandelen.

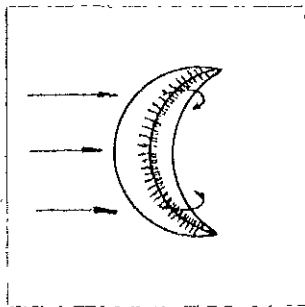


Fig. 38. Schema van
een barchaan (gelijk-
stroomformatie bij
weinig beschikbaar
zand).

In een waterbouwkundig laborator-
ium kan men deze sikkelduinen uitstekend
met stroomend water verkrijgen, mits
men niet te veel zand strooit op een
harden bodem.

Barchanen zijn typische gelijk-
stroomformaties. Denkt men thans wissel-
stroomen (eb en vloed, moessonwinden),

die in elkaars verlengde vallen, dan moet een dergelijke
barchaan een sigaarvorm verkrijgen. Tijdens eb wordt b.v.
zand naar links verplaatst en valt daarbij in de lunte
achter de zuiderpunt, tijdens vloed geschiedt de zandbewe-
ging in omgekeerde richting en er valt weer zand aan de
noorderpunt. Indien de vloed in voldoende mate zou over-
heerschen, zou de sigaarvormige bank in diens richting worden
verplaatst, doch zulke zandophoopingën zijn als het ware
een natuurlijk middel om de zandverplaatsing tot een minimum
te beperken. Het blootgesteld oppervlak wordt zeer gering
t.o.v. de massale inhoud (stroomlijnform). (Zie Henning
Kaufman. Die Rhythmischen Phänomene der Erdoberfläche).

In Lybië worden dergelijke sigaarvormige zandduinen
o.a. aangetroffen, waarschijnlijk als gevolg van de daar
heerschende windrichtingen (Zuid 63%, Noord 14%). Káádr
beschrijft deze in de "Geographical Journal" van Juni 1934
en geeft daarvan foto's en teekeningen, welke nagenoeg
volkomen gelijken op de onderzeesche formaties, welke wij
in de nabijheid der Hoofden aantreffen (zie fig. 39).



Fig. 39. Lybisch duin volgens Káddár. (wissel-
stroomformatie bij weinig beschikbaar zand).

Káddár^{x)}'s beschrijving dezer "Lybische duinen" of "seif-
duinen" is als volgt: "In plattegrond zijn zij ^{zijdelings} ovaal van
vorm; hoe langer de duinen, des te meer zijn zij afgeplat.
Het dwarsprofiel heeft gewoonlijk den vorm eener gelijk-
beenige driehoek, terwijl de langdoornede op een lang-
gestrekte boog gelijk, tamelijk steil aan de windzijde en
zachter glooiend aan de lijszijde. Zulke ononderbroken vormen
zijn echter zeldzaam. Kleine barchanen (duinen) worden dik-
wijls op den rug aangetroffen en doen het silhouet gelijken
op golven. De lengte dezer duinen kan zich uitstrekken van
eenige honderden meters tot vele kilometers. De langste, die
ik vond mat 140 km; hun hoogte wisselt met de lengte, maar
is gewoonlijk 30 à 40 meter. Gewoonlijk staan de Lybische

x) Dr. L. Káddár. A study of the sand sea in the Lybian Desert.
Geographical Journal 1924.

duinen los op de steenvlakte, waarbij de kanten door de gele kleur van het sand scherp afsteken tegen de bruine steenen. Tusschen de duinen is de bodem over vele kilometers naakt".

Bovenstaande beschrijving past vrijwel geheel voor banken als de Varna, Ridge, Baan, Falls enz. De laatste is ongeveer 1 km breed en 60 km lang. De voornaamste eigenaardigheid van deze wisselstroomformatie bij weinig beschikbaar sand is, dat de lengteassen liggen in de stroomrichting.

Indien wel veel sand aanwezig is - dus de harde onderlaag geen kans heeft blootgelegd te worden - ontstaan min of meer regelmatige sandgolven of ribbels, welke ruggen

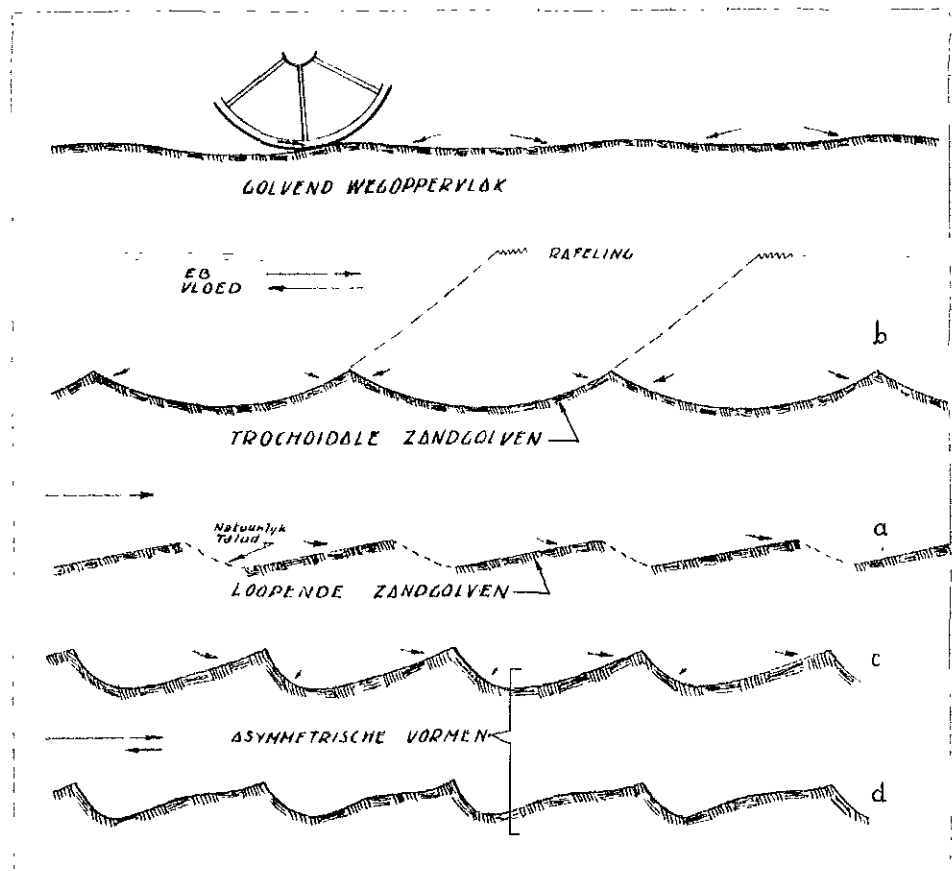
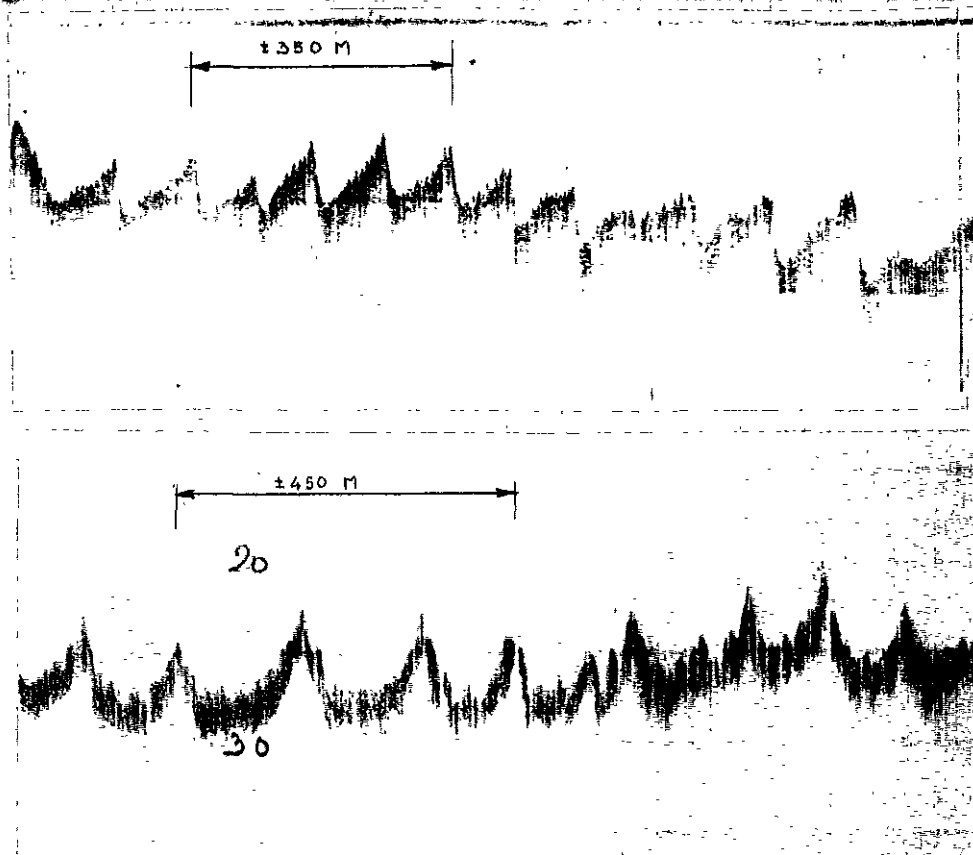


Fig. 40. Golfvormen (voldoende sand).

loodrecht op de stroomrichting staan.

Bij éénrichtingsstroom ontstaan de bekende asymmetrische vormen (a) (zie fig.40), waarbij de steile zijde (= de helling van het natuurlijk talud), aan de lijszijde is en de toppen eenigszins vlak zijn. Bij wisselstroom (eb en vloed) ontstaan de vormen (b), (c) of (d); de eerste, indien de stroominvloeden op den bodem in evenwicht verkeerem (trouche-ideale of symmetrische golfvorm); de tweede, indien een der stroomrichtingen overheerscht (asymmetrische of voortbewegende golfvormen), en de derde, indien de eene stroomrichting in sterke mate overheerscht en de golf op het punt staat te "breken" (kattenrugvorm).

Dikwijls bereiken elk dezer 4 vormen een hoogte van ongeveer 25% van de diepte. Zoo heeft men o.a. in den benedendmond van de Lek bodemgolven van ± 1 m hoogte, en in de Zuidelijke Noordzee golven van gemiddeld 5 à 10 meter, gemeten tusschen dal en top (Zie fig.41). Dikwijls zijn deze golfvormen over afstanden van vele kilometers zeer



Fi. 41. Voorbeelden van geregistreeerde zandgolven.

regelmatig. De duinen aan het einde der zandbanken bereiken soms hoogten van 20 meter (zuidpunt Falls) - zie fig. 36.

Het ontstaan van golven op een scheidingsvlak van twee verschillende substanties hangt natuurlijk af van den aard dezer substanties (hier korrelgrootte en samenstelling van het zand) en van de betrekkelijke snelheid. Golfvorming moet opgevat worden als een soort resonantie-verschijnsel, te vergelijken met een schommel waartegen telkens op het juiste moment geduwd wordt. "Ofschoon golven tot de dagelijksche natuurverschijnselen behoren, zoo zijn onze veelvuldige theoriën nog onvoldoende gefundeerd met waarnemingen en onderzoekingen", zegt de bekende Duitse getij-wiskundige H. Thorade (1920. *Annalen der Hydrographie*). Toch wordt veel moeite gedaan in deze kwestie verder door te dringen. Men zie b.v. de werken van Vaughan Cornish.

Henning Kaufmann schrijft terecht: "Ieder, die met een onderzoek der golfphenomenen begint zal spoedig ontdekken, dat hij in een vreemde wereld is terechtgekomen; oorzaak en gevolg maken een wilden rondedans, de phenomenen glippen uit zijn handen wanneer hij hen tracht te grijpen. Zelfs de lichten der wetenschap, die overigens zulke betrouwbare bakens zijn, flikkeren hier op een vreemde, onverwachte wijze. Indien wij op de een of andere wijze durven hopen met een koel hoofd uit dit betooverd kasteel terug te komen, is de eenige weg voorzichtig voort te gaan en zich nauw aan te sluiten aan hetgeen de waarnemingen leeren".

Hierop zal niet verder worden ingegaan. Slechts moge er op worden gewezen, dat het van belang kan zijn verdere aandacht aan deze golven te wijden met het oog op de scheepvaart. De verraderlijke en vaak wisselende ondiepten zijn at eil en indien men kan bewerken, dat de golfvorming werd

tegengegaan - (Kaufman beweert, dat men in Chili zeer groote barchanen doet verdwijnen, alleen door het bestrooien met eenige kruiwagens vol grind) - men daarmede schuiflen aanzienlijk grootere^{jaar} diepten zou bereiken.

Het best kunnen de zandgolven worden vergeleken met een golvend wegdek (zie fig.40). De wielen vallen van een golftop in een golfdal en veroorzaken daardoor een verhooging van den volgenden golftop. De weerstand, die een wagen door een dergelijk golvend wegdek ondervindt is zeer groot en op dezelfde wijze moet ook de weerstand, welke het water van een dergelijken bodem ondervindt, abnormaal zijn. Dit moet tot uitdrukking komen in den vorm der stroomverticalen en in de grootte van de constante in de formule voor de stroommen. Bij stille zee en behoorlijken stroom teekenen de rafelingen zich steeds scherp aan de oppervlakte af.

Zons begonnen, bestaat de neiging van zelfversterking.

§ 29. Het systeem der Vlaamsche banken.

De Vlaamsche banken hebben niet den typischen sigaarvorm der noordelijke banken als Varne, Baas, Ridge en Falls, welke laatste op een harden, min of meer schoongespeelden grindbodem liggen. Wel zijn zij nog langgestrekt en liggen de lange assen nog in de hoofdrichting der stroomen, doch in het algemeen zijn zij breeder. Dikwijls is de eene

flank sterk aangesneden door de stroomen en daardoor zeer steil. De hoogste punten liggen dan weder onmiddellijk bij dezen steilen kant (zie fig.42 en 43). Somtijds wordt een steile kant veroorzaakt door het overzetten van het zand

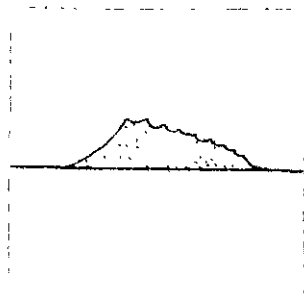


Fig. 42. Profiel van de Vlaamsche banken, welke niet dicht bij de kust liggen.

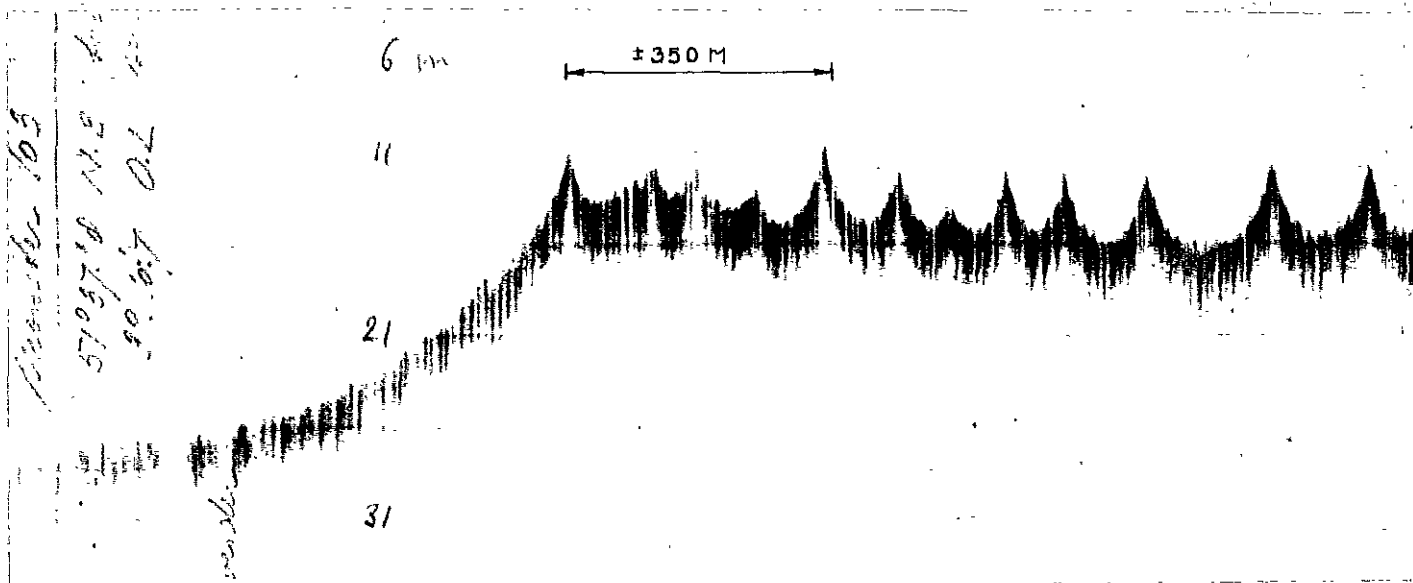


Fig. 43. Dwarsprofiel van de Rabsbank.

door golfslag of stroom. Dit zet zich dan onder het natuurlijk talud.

Tusschen de banken vindt men geulen met gladde sandbodems, waarin het gehalte aan kleine steenen in het algemeen noordwaarts afneemt. Op de banken bij de kust worden ook geen of weinig belangrijke zandgolven aangetroffen; op die verder in zee wel. Evenwel worden ook ^{deze laatste} bij Vop enkele hoge en breede toppen (z.g. polders, pollen, pollaers (Fransch)) geen zandgolven aangetroffen. Waarschijnlijk vernielt daar de branding de bodemgolfvormatie.

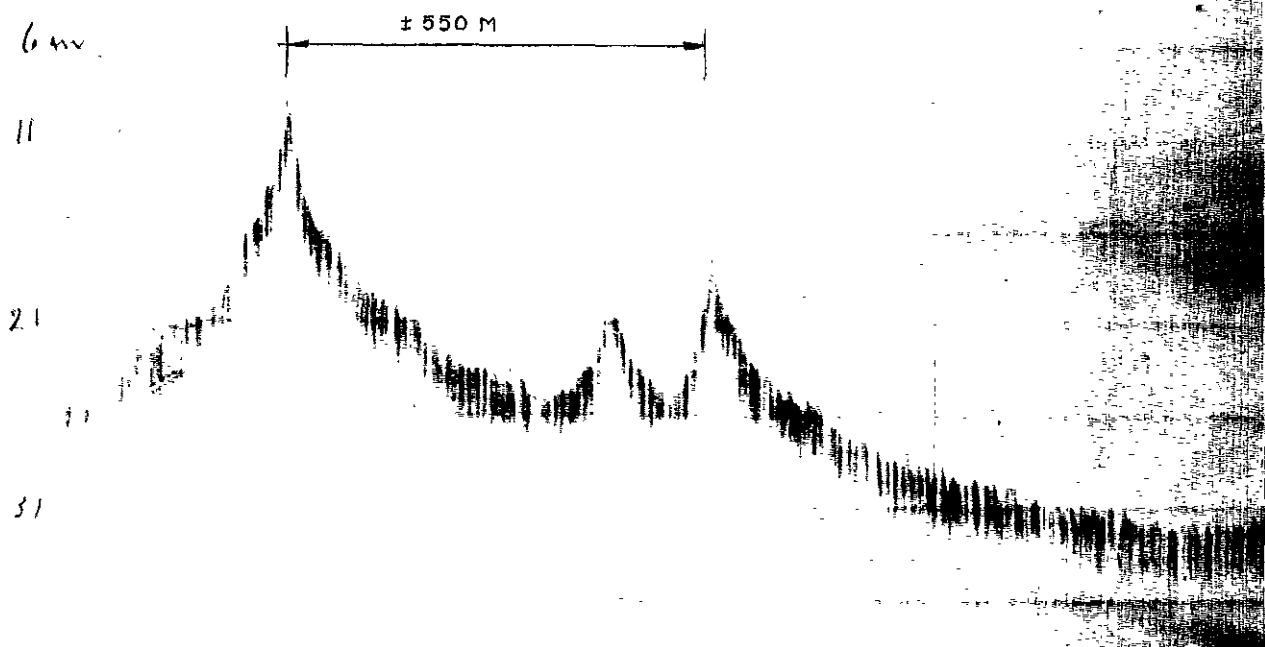


Fig. 44. Dwarsprofiel van de Oosthinder.

Een abnormaal dwarsprofiel is dat van de Oosthinder (fig.44).

Men moet zich het zandtransport over het gebied der Vlaamsche banken niet voorstellen als een over de geheele breedte bestaande eenvoudige - langzame of snelle - verplaatsing van zuidwest naar noordoost. Daarvoor is dit gebied veel te oneffen. Sommige der gegien zijn te beschouwen als vloedgeulen - hier zal een zandtransport in noordoostelijke richting overheerschen - andere zijn daarentegen ebgeulen met een overheerschend transport naar het zuidwesten of het zuiden.

Het is hier de plaats dieper in te gaan op de beteekenis der paraboolvorm, waarop in § 6 terloops bij de bespreking van de banken vóór de haven van Calais werd gedeut. Deze laatste vormen een goed voorbeeld, omdat het weinig gecompliceerd is (fig.45).

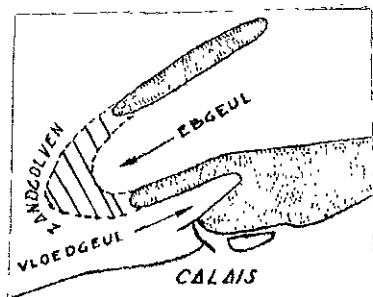
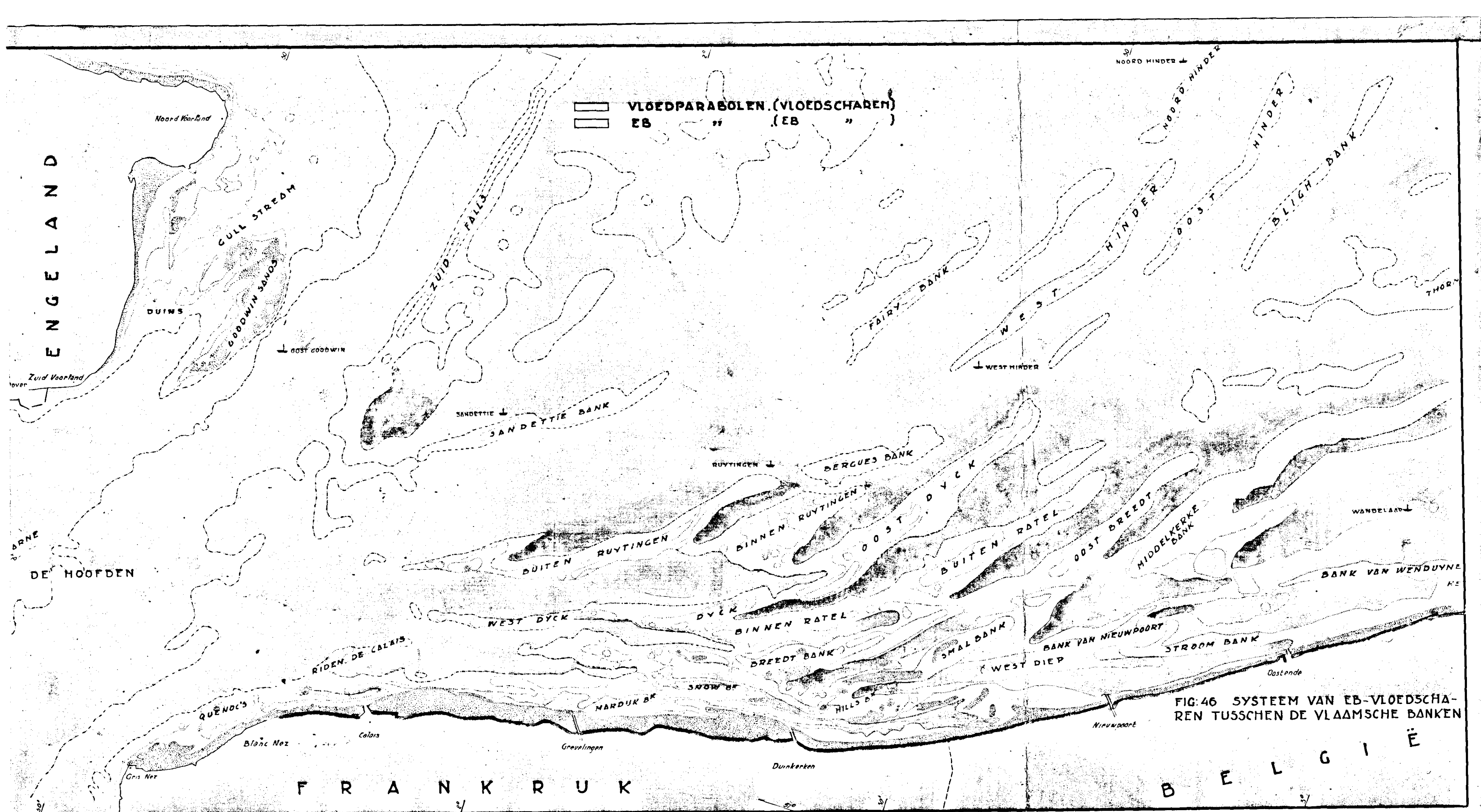


Fig.45. Eb- en vloed parabolen bij Calais. De overheerschende stroom bepaald.

in de ebgeul bij Calais dwingt het zand naar het zuidwesten te gaan. De vloed kan minder gemakkelijk in deze ebgeul vallen, omdat de drempel (hier in den vorm van groote zandgolven) dit belet. Daarentegen dringt de vloed sterk onder de kust naar het noordoosten, terwijl de ebstroom moeilijk in de aldaar gevormde vloed-schaar kan vallen. De bank "Riden de Calais" is als een

x) In elk duin vindt men de z.g. paraboolduinen, waarvan de toppen in onze streken naar het noordoosten of oosten



VLOEDPARABOLEN. (VLOEDSCHAREN)
 EB " (EB ")

FIG:46 SYSTEEM VAN EB-VLOEDSCHAREN TUSSEN DE VLAAMSCHE BANKEN

halve parabool te beschouwen en loopt daardoor scheef op de kust. Dit vindt men ook voor de meer oostwaarts gelegen banken: het Repegeer, de Stroombank en de Bank van Wenduine. Dit zijn typische teekenen van een zandtransport onder de kust in noordoostelijke richting.

Fig. 46 geeft een inzicht in het systeem der Vlaamsche banken. De ebgeulen (roed) worden hoofdzakelijk in het noorden aangetroffen, de vloedgeulen (blauw) onder de kust. Waarschijnlijk is ook de bankencombinatie Falls-Sandette als een ebparabool te beschouwen. De Hinder banken vormen een aparte groep, welke, voor zoover kon worden nagegaan, door geen drempels onderling zijn verbonden. De Riden de Calais heeft neiging zich te verbinden met het onderzeesch plateau bij Blanc Nez (Quenoes), hetgeen voor de haven van Calais natuurlijk hinderlijk moet worden geacht.

De eb- en vloedgeulen willen steeds langs elkaar heen schieten. Dit is te verklaren, doordat de zandstroom in een vloedgeul een barrière opwerpt tegen het ebwater en omgekeerd. Slechts bij gebrek aan zand kan de drempel doorbreken en kunnen de eb- en vloedstroomden dezelfde banen volgen.

Soms heeft een geul twee drempels. Deze geulen zijn dan dus aan weerszijden min of meer afgesloten en hebben derhalve weinig beteekenis meer. Gewoonlijk zijn het resten van vroegere eb- of vloedgeulen, die ten ondergang neigen. Zij komen hoofdzakelijk in de gebieden met veel zand voor, d.w.z. onder de kust en kunnen worden beschouwd als kuilen.

Opmerking. De bovenstaande conclusie aangaande het systeem der Vlaamsche banken is slechts gebaseerd op de vormen der "paraboolbanken", niet op exacte metingen van het zandtransport. Met vrij groote zekerheid kan echter op grond van

en

ervaring in andere ebvloedscharen worden voorspeld, dat in het rood gekleurde gebied een gemiddeld eboverschot (van bodemsnelheden en zand) zal worden aangetroffen, terwijl in het met blauw aangegeven gebied vloedoverschotten zullen worden gemeten. Eenige metingen in dit gebied hebben dit reeds bevestigd.

Waarschijnlijk is dus, dat een druk uit het Noorden het zand naar de Vlaamsche kust stuwt en dat er onder de kust ter breedte van eenige kilometers een zandstroom naar het noordoosten trekt. Intusschen moet van deze stuwning en dezen zandstroom geen overdreven voorstelling gemaakt worden, daar de veranderingen in dit gebied zeer gering zijn.

Opvallend is, dat onder de kust meer zand aanwezig is dan verder in zee (zie fig.47). Of dit een gevolg is van

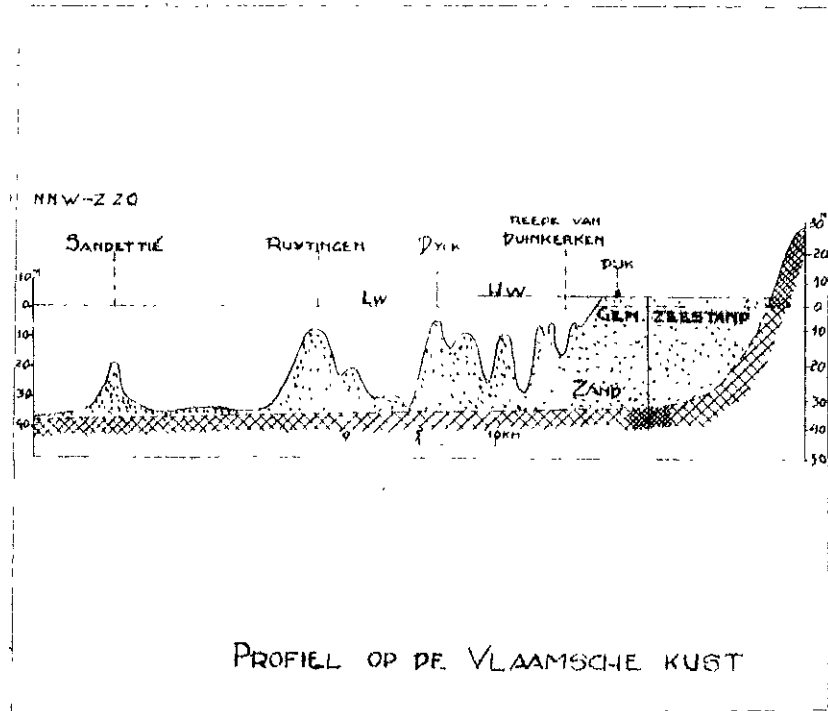


Fig.47. Profiel loodrecht op de Vlaamsche kust (Briquet).

de hierboven vermaede stuwning uit het Noorden kan nog niet met zekerheid worden uitgemaakt. Boringen in de banken zou-

den kunnen uitmaken of klei- of veenlagen aanwezig zijn. Zoo ja, dan is dit gebied natuurlijk een oud verdronken land, waarvan de oorspronkelijke terrestrische vormen (duinen, heuvels, dalen) omgevormd zijn door de zeestroomen.

Hetzelfde geval van een opeenhooping van zand tegen de oostelijke Kanaalkust doet zich voor ten zuiden van Boulogne (zie Briquet fig. 74. blz. 197). Briquet neemt dus geen lagen veen of klei aan.

De thans bestaande topographische vormen zijn uitgesproken marien en in deze vormen oude duinen of oude heuvels te willen zoeken, schijnt niet verantwoord. Het zand zelf kan in deze buurt wel langen tijd geweest zijn en behoeft nog niet geheel of gedeeltelijk van den Noordzee^{zee} bodem te zijn aangevoerd.

Kennelijk zijn de twee soorten banken, die wij in de Zuidelijke Noordzee hebben keeren kennen t.w. de sigaarvormige en de "parabool"banken typische stroomformaties, welke onderling nauw verwant zijn, daar een "sigaarvorm" gemakkelijk uit een der parabooltakken kan ontstaan.

Niet aan te nemen is, dat de Zuidelijke Noordzee de eenige plaats zou zijn, waar deze stroomformaties worden gevonden. Sigaarvormige, evenwijdige banken vindt men dan ook volgens de hydrographische kaarten b.v. in Straat Malakka. Grote zandgolven werden reeds gesignaleerd in Durban.

§ 50. De verandering der Vlaamsche banken in de laatste eeuwen.

Op bijlage 24 worden een aantal fotocopies van oude Nederlandsche kaarten gegeven, waaruit blijkt, dat vele der banken in de 16^e en 17^e eeuw reeds met dezelfde namen werden aangeduid als thans. Men vindt er bv. reeds de Ruitingen, de Dijk, de Hatel, enz. Andere namen komen daarentegen niet meer voor. Deze liggen vooral onder de kust bv. de Cam, de Noordencam, het Booneland, de Wittebank, de Oudmoersbank (Sandale), de Driestel, de Vuijbaert (Wilbaert), Op 't Gladde en de Kute. De Smalbank heette vroeger Galsbank.

De oude kaarten mogen, hoewel voor dien tijd zeker bijzonder uitvoerig, niet bogen op moderne exactheid. Van belang is de opmerking van J. O. M. Wagnsingh, dat men voor de reconstructie der zeelagen uit den tijd van Tromp en de Ruijter meer heeft aan de tegenwoordige hydrografische kaarten dan aan de oude.

Dit zou inhouden, dat de oude kaarten voor onze moderne opvattingen sterk misteekerd zijn en dat de Vlaamsche banken sinds ± 1650 betrekkelijk weinig veranderden.

Behalve de oude kaarten zijn er nog de zeilaanwijzingen. Een voorbeeld hiervan is de volgende (Waghenaer 1555):

" Noordwest en NW ten N. van Duijkerken zijn twee of drie quade banken, liggende van 't landt d'een 2 en de ander 3 groote mijlen ende de middelste is ghenaemt de Folder van den Dijk, maar d'ander ghenaemt de Ruijtingh is seer quaet. Men moet daer voorsichtich wesen. Daer liggen noch twee banken n.w. ten n. van Duijkerken ontrent 2 mijlen van landt, ghenaemt de Drijstael ende de quade bank, ende zijn niet dieper met leech water dan 8½ vadem."

Noemt men Drijstael = Breebank en Quade Bank Snouw,

dan klept de beschrijving vrijwel met den tegenwoordigen toestand, hoewel alles natuurlijk ^{te} vaag is aangeduid om eventuele verplaatsingen op definitieve wijze te kunnen vaststellen.

Jan Aertz Oslog (1638) geeft een uitvoerige beschrijving van ditselfde gebied als volgt:

"Vijf langhe bancken leggen langhs Vlaanderen: als Grevelingen zuijd-oest van u is, dan zijdi neffens het zuijdeijnde van deze bancken; ende als Nieuwpoort zuijkoest van u is, dan zijdi neffens het noordeijnde. Zij zijn zeer langh, tusschen elck gaet een wijt canael deur van 6, 9, 12, 15, 18 en 20 vadem diep, elck van besonder diepte".

"De buijtenste ofte westelijkste banck, ghenaemt het Klif (Sandettie) leijsdt van Calis Klif n.n.o. omtrent 5½ mijlen en is 5½ vad. diep, tusschen deze ende d'ander gaet een wijt canael door van 23 vadem".

"De 2^e ghenaemt de Ruijtingh, leijsdt van Calis klif n.o. ten n. omtrent 3 mijlen, ende is daar 5 ofte 6 vadem diep, dan op 't zuijdeijnde is een polder van 1½ vadem. Aist zuijdeijnde van Wijnoexbergen (Bergues) komt tusschen de twee plompe teorens oft tinsen bewesten Duijkerken, soo is men neffens de Polder. Tusschen deze en de derde gaet mede een canael door van 12 en 13 vadem".

"De 3^e ghenaemt den Dijk leijsdt uijt Calis klif n.o., is diep 4 en 5 vadem, op 't zuijd en noordeijnde van desen banck zijn polders, de zuijdelijkste is diep 1 vadem, leijsdt mede op de mercken van Wijnoexberghen omtrent noord-west wel soo westelijk van Duijkerken en is ghenaemt de Polder van den Dijk ofte Dijkpolder, de ander polder ofte droochte van deze banck is omtrent 4 vadem en 1 elle. Deze bancken zijn seer sorghelijk want de Ruijtingh leijsdt bijkens in 't vaer-

water ende met leegh water hebbense maar 2 vadem diepten". De 4^e bank Betelbank ghenaemt leijdt van Calis klif noord-oost ten costen is diep 3,4,5,6 vadem. Op 't Zuideneijnde is een droechte van 1 vadem waters met leegh water. Met springstroom vallen dese polders droogh" enz.

Uit dit laatste zou men de gevolgtrekking kunnen maken, dat de "polders" in 200 jaren tijds mogelijk iets verlaagd zijn. Plaatsen die bij L.L.W.S. droogvallen vindt men niet meer in deze streken. Het is echter gevaarlijk zulke beweringen als absoluut vaststaande aan te nemen.

Een regel, die ook thans nog opgaat is: "Item bij de custe van Vlaanderen langs meught gij sonder letsel tusschen 's landt ende de banken op 5, 6 vadem dooreijlen, mer ten is niet goet voor groote schepen." (Waghenaer 1585).

Uit de oude kaarten en zeilaanwijzingen mag men dus niet afleiden, dat de toestand belangrijk veranderde. Iets gedetailleerd valt er echter moeilijk uit te concluderen.

De eerste nauwkeurige opnemingen stammen uit het laatste der 18e en uit het begin der 19e eeuw. Voor het gebied bewesten Nieuwpoort werd de volgende "film" gemaakt (bijlage 25).

1o. Opname 1776/1792 van La Couldre la Bretonnière en Héhalin. Wegens de geringe betrouwbaarheid is deze kaart niet gereduceerd tot het middelvlak der zee (ongeveer N.A.P.) Alle volgendensijn dit wel.

2o. Opname 1776 van La Couldre la Bretonnière voor het betrekkelijk klein gebied bij Grevelingen en Duinkerken.

3o. Opname 1801/'02 van Beutemps - Beaupré voor het gebied van Grevelingen tot Costende.

4o. Opname 1826 van Beutemps - Beaupré voor het gebied

tusschen Gris Nez en Duinkerken.

So. Opname 1853 van De la Roche Ponsié voor het gebied tusschen Calais en Zuidcoote.

So. Opname 1910-'11 van Briencourt voor het gebied tusschen Gris Nez en Zuidcoote.

Behalve de laatstgenoemde werden al deze kaarten aange-
troffen in het rapport van den deskundige Floog, dat mij
welwillend ter inzage werd afgestaan door den Hoofdingenieur-
Directeur M. Brocquaire te Duinkerken.

De reductie tot het middenvlak der zee geschiedde
met de uiterste zorg door alle peilcijfers (vele duizenden)
te herleiden met de gegevens die Floog daarvoor had aange-
geven (zie bijlagen 21^a-^e). Daarna werden de dieptelijnen
getrokken en ten slotte werden de teekeningen (ongeveer
ter grootte van $1\frac{1}{2} \times 1$ m) door het fototechnisch bureau van
het Kadaster te Amsterdam, dat uitstekend voor dergelijk
werk is ingericht, verkleind.

Alle kaarten der film hebben dus dezelfde schaal en het-
zelfde vergelijkingsvlak behalve de eerstgenoemde.

Deze serie nader beschouwende vindt men het volgende:
Op de kaart van 1776 komen plaatsen van geringere diepte dan
5 m (donkergeel) voor op de Dijk, Binnen Ratel, Smalbank,
Braakbank, Hilsbank en Rapegeer.

Op die van 1836 op Binnen Ratel, Breebank, Smalbank,
Braakbank en Hilsbank en op die van 1910 op dezelfde banken
als die van 1836.

Men vindt dus wat dit betreft wel een wijziging (verdie-
ping) van 1776 tot 1836, maar niet tusschen 1836 en 1910. De
vraag is echter of de peiling van 1776 voldoende betrouwbaar
is.

Beautemps-Beaupré^{x)}, die als de eigenlijke grondlegger der moderne hydrografische kaart is te beschouwen, gaf in 1836 als zijn oordeel te kennen: "qu'en raison des incertitudes de la correction due aux marées, on ne devait pas compter sur une approximation de plus de deux pieds" (0.60 m). Waarschijnlijk is dit voor de latere kaarten iets minder, terwijl thans met behulp der nieuwere instrumenten nog wel grotere nauwkeurigheid zal kunnen worden bereikt.

De droogten van 5 m en minder, waarvan hierboven gesproken werd (dankergeel), zijn sinds 1836 iets naar het oosten verschoven. Die van de Hilsbank schijnt groter te zijn geworden.

De werkelijke uitloopers van de Ruitingen en de Westdijk schijnen niet veranderd wat plaats of diepte betreft. De Riden de Calais was vroeger meer in westelijke richting uitgerekt dan heden. Deze uitrekking schijnt thans weder gevormd te worden.

De drempel tusschen de West Pas en de Reede van Duinkerken lag in 1836 op vrijwel dezelfde plaats als in 1910. Hetzelfde kan worden gezegd van de Sneoubank, de Braakbank en de Hilsbank.

De vloedgeul benoorden de Braakbank geraakte plaatselijk meer landwaarts (door bochtwerking?), zoodat de Smalbank een breeder westelijk einde kreeg. De ebgeul tusschen de Smal- en Breedbank veranderde weinig.

De bekende Pas van Zuidcoote (oud Zoutcoote) kwam 2 km oostelijker te liggen sinds 1836. De reede van Nieuwpoort drong haar westpunt meer westelijker tusschen de Smal- en de Hilsbank.

Het noordelijk deel der Ruitingen kwam volgens de kaarten

x) Zie: Rapports sur les sondages exécutés dans le Pas de Calais, 1875.

landwaarts, doch daar dit terrein ver uit de kust verwijderd ligt, kan de plaatsbepaling niet geheel vertrouwd worden.

Vergelijkt men de kaarten van 1801/'08 met die van 1910/'11, dan kan men daarbij vrijwel hetzelfde opmerken. Alleen staat de Binnen Ruitingen op de eerstgenoemde kaart blijkbaar iets foutief aangegeven, hetgeen weder op rekening van den grooten afstand uit de kust zal mogen worden gebracht.

De droegte van Grevelingen, welke op de kaart van 1910/'11 werd aangegeven, staat nog niet op die van 1801, doch was waarschijnlijk toen wel reeds aanwezig.

De reede van Duinkerken (vloedschaar) drong verder oostelijk. De kust zelf veranderde weinig. Men lette bv. op de onbeduidende "gaul van Mardijk", die reeds in 1801 aanwezig was, zij het een weinig verder van het land verwijderd.

Terecht zegt de Mey ^{x)}, die in 1885 een vrij grondige studie van het Belgisch-Vlaamsche bankengebied maakte dan ook: "L'influence du gain de flot sur les atterrissements de ces parages maritimes ne se fait sentir qu'avec une extrême lenteur". Ook de hydrograaf De la RochePoncier (1861) kwam tot dezelfde conclusie voor het Fransch-Vlaamsche gebied. (Hierbij werd door de Mey aangenomen, dat de "gain de flot" voor het geheele bankengebied aanwezig was, doch dit is waarschijnlijk niet juist).

In verband met de oude Hollandsche zeilaanwijzingen schijnt een vernagering der westelijke banken sinds ± 1600 wel mogelijk.

Details veranderden zonder twijfel.

x) de Mey. Étude sur le régime de la côte de Belgique. 1885. blz. 72.

§ 21. Het slibgebied van den Scheldemond (beneden Nieuwpoort).

Nabij Nieuwpoort, dus iets voorbij de Fransch-Belgische grens, verandert het karakter van den bodem, doordat hier veel slib wordt aangetroffen. In het Fransche deel der Vlaamsche banken en ook verder zeewaarts uit de kust van België, komt vrijwel geen slib aan de bodemoppervlakte voor. Deze schijnt daar uitgespoeld te zijn, zoo zij althans er ooit aanwezig was.

De slib der Scheldemonding geraakt bij stroomen en vooral ook bij stormen in het water en geeft daaraan een troebel gele kleur. De opborrelende slibmassa's, slikkoeien genoemd, geven dit water vanuit de lucht gezien dikwijls een gespeld voorkomen. De slibhoeveelheden, welke hier gewoonlijk in het water zweven, zijn zeer aanzienlijk (gemiddeld \pm 320 mgr / liter, zie blz. 25).

Het zeegat der Schelde wordt thans door de "Oceaan" onderzocht op de wijze, zooals in § 3 werd medegedeeld. Het is ook de bedoeling de "film" voor dit gebied (beneden Nieuwpoort) te maken zooals geschiedde voor het gebied ten westen dezer plaats. Er werden reeds een groot aantal stroom- en materiaaltransportmetingen verricht, terwijl daarbij eenige honderdtallen bodemonsters werden verzameld. Het onderzoek is ~~zeker~~ nog niet gebindigd en er zal dus nog niet diep op worden ingegaan.

Uit de bodemonsters valt af te leiden, dat specie, welke men oppervlakkig als "puur slib" zou betitelen, toch meestal nog groote hoeveelheden zand bevat. Indien bv. van een monster 80% zand is en slechts 20% slib, zal men reeds den indruk van "zeer veel" slib verkrijgen. Het slibgehalte van alle bodemonsters wordt thans zoo ~~het~~ mogelijk bepaald. Onder slib wordt daarbij verstaan datgene, wat een korrel-

grootte kleiner dan 20 micron bezit.

De grenzen van het slibgebied kunnen niet scherp omlijnd worden, doch deze grenzen zijn ongeveer zoo, als op de hierbij overgelegde kaart van van Mierlo ^{x)} staat aangegeven, ^V Zie bijlage 26. Het gebied begint ^(dus) bij de Fransche grens en stakt zich uit tot de hoogte van Westkapelle. De Raan en de Heijssche en Wandelaarsche dellen bestaan echter uit zand.

Van Mierlo beekent merkwaardigerwijze den bodem der Wielingen als bestaende uit vrij grof zand. Hij doet dit op grond van slechts eenige monsters en men moet aannemen, dat hierbij te veel is gefantaseerd. Blijkens onze onderzoekingen is ook deze bodem zacht en zeer slibhoudend, terwijl op de hydrografische kaarten van van Mierlo's tijd hetzelfde staat aangegeven. De methode van monsterneming, die hij gebruikte was ook niet bijzonder betrouwbaar; de slib zou daarbij kunnen wegspelen en het zand in het toestel blijven.

Het slibgebied der Scheldemond, dat zich tot bij de Thomben- en Steenbanken, dus tot ver uit de kust uitstrekt, is voor de zandverplaatsingsmogelijkheden van veel beteekenis. Immers, waar een slibvlakte aanwezig is kan geen zandtransport zijn. Indien er wel eenig zandtransport was zou men dit bij de kenteringen aan de oppervlakte van den bodem moeten vinden en ook in de zandmeetinstrumenten tijdens de stroomperioden.

Er bestaan, zover tot nogtoe kon worden nagegaan, slechts twee wegen, waarlangs eenig zand der Vlaamsche banken naar onze kusten kan trekken nl. lo. via het terrein buiten de Steenbank en So. via een strook van zeer beperkte

x) G. J. van Mierlo. La carte lithologique de la partie méridionale de la mer du Nord. Bulletin de la Société belge de géologie T. XIII. 2e série 1890.

breedte langs het strand van België. Deze zandstrook wordt veroorzaakt door de branding, die een kustdrift teweegbrengt van geringe capaciteit. Deze laatste is zelfs zoo gering, dat het zand niet voorbij het havenhoofd van Zeebrugge schijnt te komen. Het einde van dit hoofd steekt namelijk in een slibbodem, gelijk trouwens de geheele haven vol slib zit. Een derde mogelijkheid, dat zandbanken langzaam over den slibbodem "wandelen" zou eveneens denkbaar zijn. Dit moet nog met behulp der oude en nieuwe kaarten worden onderzocht.

Een der vragen, die bij het thans verrichte onderzoek ter sprake komt is die omtrent de herkomst van de slib. Is deze substantie door de huidige stroomen aangevoerd van elders - m.a.w. is hier een z.g. convergentie van reststroomen - of moet men de aanwezigheid van de groote hoeveelheden slib verklaren door het afslijten van oude blootgelegde kleibanken? Komt de slib misschien uit de Schelde?

Van Mierle neemt de stelling in, dat "la très grande majorité est d'origine marine et formée des débris les plus fins arrachés aux côtes d'Angleterre et de France".

Hij grondt zich dus op de oude theorie van het materiaaltransport door de Hoofden, waarbij het zwaarste materiaal het zuidelijkst blijft liggen en het fijnere min of meer gesorteerd noordelijker komt. Het allerfijnste komt dan tot den Scheldemond. De oorzaak van de aanwezigheid van de slib wordt door van Mierle dus eigenlijk verklaard uit het zee-stroomregime, dat intusschen door hem niet behoorlijk onderzocht werd. Hij wijst daarbij op een voorvloed, die naar de kust gericht en op een vooreb, die van de kust af en zwakker dan de voorvloed zou zijn. Aanvankelijk kan aan deze theorie nog weinig waarde worden toegekend. Uit de Schelde komt vol-

gens van Mierlo slechts zeer weinig slib.

De mogelijkheid, dat men hier met een oude kleilaag, d.i. met een soort uitschuringsverschijnsel te doen heeft, wordt versterkt door de historie, die het ontstaan van den tegenwoordigen Scheldemond als betrekkelijk zeer recent aansneemt en ook door het voorkomen van ecce grijze platte steenen. Deze laatste werden in betrekkelijk groote hoeveelheden op het strand bij Cadzand aangespoeld. De grootste der steenen heeft mogelijk een middellijn van 2 dm bij een dikte van 2 à 3 cm. Het soortelijk gewicht ervan is niet groot. Over deze en nog andere steensoorten, welke de visschers hier wel ophalen bestaat een vrij uitgebreide literatuur.^{x)} Men zie hiervoor ook, hetgeen geschreven is in § 6 en hetgeen en Dangeard Briquet¹⁾ daarever vermelden.

Waarschijnlijk moeten deze ecce steenen afkomstig gerekend worden uit een aan uitapoeling onderhevige geul. Mogelijk zitten zij ook in de kleilaag zelf.

De geoloog van den Rijks-Geologischen Dienst, Dr. Th. Reinhold, die dit terrein meermalen bezoekt en een grondige studie van diatomeeën maakte, meende de slib als in brakwater gevormd te moeten beschouwen daar de daarin voorkomende diatomeeën gedeeltelijk den brakwatervorm bezaten. Boringen zouden kunnen uitmaken of de kleilaag ook onder de Vlaamsche kust aanwezig is op dezelfde diepte als in zee en of zij ook onder de naburige zandbanken is te vinden.

De vraagste van "bestaan" of "ontstaan" van slibgebieden houdt de gemoeiden ook in Duitschland bezig. Schütte¹⁾ stelde

x) Ed. van Beneden, Comptes rendus des recherches entreprises à la station biologique d'Ostende. Bulletin de l'Acad. Royale des Sciences, 1888, p. 474.

A. F. Renard, Notice sur les roches draguées au large d'Ostende. Brd. 1886.

* Küstenbewegungen an der deutschen Nordseeküste. A. Schütte. Aus der Heimat, Heft 11, 1927.

zich het slibgebied bezuiden de Doggerbank voor als een oude hafformatie. ^{x)} Pratje vond, dat het recent slib kon zijn, omdat Böhnecke's onderzoekingen hier een convergentiegebied van zeestroomingen (reststromen) aantoonde. ⁺⁾ Lüders wijst op de moeilijkheden, welke de oplossing van dit vraagstuk biedt.

Oppervlakkig beschouwd zou men meenen, dat oude klei vaster moest zijn dan versch meergeslagen slib en dat men daaruit onmiddellijk de gewenschte conclusie zou kunnen trekken. Oude kleilagen kunnen echter, zooals boringen aantoonen, soms zeer zacht zijn, terwijl de losgewoelde slib van een dergelijke oude laag na stormen weder grotendeels ter plaatse bezinkt en dan natuurlijk een volkomen verschen indruk maakt.

Andere vragen, die nog op beantwoording wachten zijn de volgende: Zoo anderdaan in den Scheldemond een oude kleibank wordt aangetaast door de stroomen, waar blijven dan de groote hoeveelheden losgewoeld slib? Wordt de Scheldemond in den loop der tijden daardoor iets dieper? Het water in de Oosterschelde is bijzonder slibvrij; moet men daaruit besluiten tot een overwegend eboverschot der stroomen? Uit deze laatste vraag volgt, dat de mogelijke ^{heid} moet open blijven voor een "convergentie van reststromen", al kan men plausibel achten, dat Zeeland voor een gedeelte harer kleigronden ontstaan is uit de slib van deze streek.

Gehoopt wordt deze en nog andere vraagpunten binnen afzienbaren tijd nader tot de oplossing te brengen.

x) O. Pratje. Die marinen Sedimente als Abbildung ihrer Umwelt. Fortschr. Geol. Palaeont. 11 Heft 36. Deutscher Fachschriften-Verlag 1932.

+) K. Lüders. Sediment und Strömung. Senckenbergiana. Band 14, 1932.

Voor de zandtransport quaestie is een slibstreek als deze, hetzij bestaande uit oud dan wel uit versch slib, - een teeken, dat het zand der Vlaamsche banken ^{niet} of slechts in geringe mate naar onze kusten trekt. Dit correspondeert ook met de conclusie der vorige §.

Men is geneigd aan te nemen, dat overal waar behoorlijk krachtige stroomen aanwezig zijn (voor de Vlaamsche kusten zijn de maximum stroomen tijdens giertijd 0.95 à 1.30 m/sec. volgens de Mey), de bodem ook uit zand moet bestaan. De stroomen in den Scheldemond zijn niet zwakker dan op de Vlaamsche banken en daar het bodemwater viermaal daags afstanden aflegt van 5 à 7 km en daarbij zand kan transporteren, zou men ook een grondige uitwisseling van bodem-materiaal verwachten. De slib zou men als reeds lang weggespoeld willen denken. Blijkbaar is deze redeneering om de een of andere nog niet opgehelderde oorzaak onjuist.

Een correlatief verband tusschen stroomsterkten en korrelgrootte van den bodem mag men zeker niet overal aannemen. Wel bezitten stroomen sorteerende eigenschappen, doch het generaliseeren is in dezen ontoelaatbaar, daar bv. zeer zwakke reststroomen wel samen kunnen gaan met krachtige eb- en vloedstroomen en ook oude blootgespoelde lagen niets met de sorteering door de huidige stroomen te maken hebben. Slechts in bepaalde gevallen kan men die correlatie verwachten.

Vergelijkt men het beschouwde onderzeesch gebied met een stuifduinlandschap, waartegen aan de zijde een veen- of slibgebied aansluit, dan heeft men een senigzins analoog geval. Ook daar geen of weinig verdoezeling der grenzen. Natuurlijk gaat deze vergelijking op vele plaatsen mank.

§ 32. Het transport langs onze kusten.

Dit onderwerp, waarover veel te schrijven zou zijn, zal hier slechts zeer in het kort worden besproken.

Er moet weer onderscheid worden gemaakt tusschen de stranddrift en de zeedrift. De eerste ontstaat in een smalle zone in het brandingsgebied, onder de laatste wordt verstaan de zandverplaatsing in zee.

Stranddrift. Een betrekkelijk gering aantal metingen werd eenigen tijd geleden verricht vanaf de pier te Scheveningen teneinde den invloed van de branding op het zandtransport na te gaan. Voorts werden met de "Ocean" in punten op grotere afstanden uit de "Schoone kust" gemeten (onder de Schoone kust wordt verstaan de "Zij" tusschen Hoek van Holland en den Helder). Deze laatste beoogden dus de meting der zeedrift. Het verst uit de kust gelegen meetpunt lag ongeveer 25 km bewesten de kust.

Onze stranddriftmetingen bij Scheveningen werden voorloopig gestaakt toen bleek, dat de Amerikaansche "Beach-Erosion Board" aan de kust beneden Nieuw York soortgelijke, meer uitvoerige proeven had verricht. Er werd daarbij gebruik gemaakt van een duiker, van gekleurd zand om de verplaatsing van het strandmateriaal na te gaan en van moderne stroommeet- en zandtransportinstrumenten. Het desbetreffend rapport verscheen niet in druk, doch werd gestencild van de "Board" ontvangen.^{x)} De Amerikaansche kust gelook niet alleen veel op de onze, ook de golfslag en de korrelgrootte van het zand kwam met de onze overeen.

Een der uitkomsten, die door de "Beach Erosion Board" werd verkregen, wordt weergegeven in fig. 48. Er blijkt

uit, dat het transport van materiaal (feitelijk het zand-

x) Beach Erosion Board, Interim Report. 1933. Dit rapport werd ook aan den heer Timmermans afgestaan, die er vele aanhalingen uit noemt in zijn proefschrift: "Proeven van den invloed van golven op een strand".

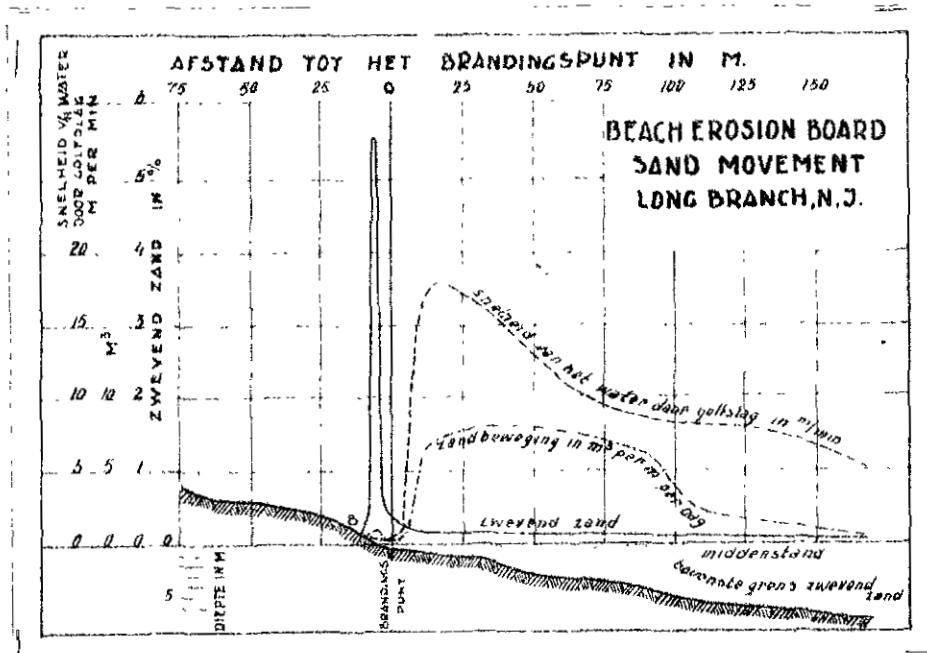


Fig. 48. Zandtransport en snelheden in de brandingstrook.

gehalte in het water) in de branding zeer veel grooter is dan daar buiten. "The bulk of the sandmovement occurred within 350 ft. of the low water line".

De voornaamste conclusie, waartoe men bij het onderzoek kwam was: "None of the experiments furnished definite evidence of any material resultant force that could be counted upon to carry sand either to or away from the beach".

Dit wil nog niet zeggen, dat er aan andere zandkusten geen krachten zijn die zandverplaatsingen van en naar de kust zouden kunnen teweegbrengen. Het zegt alleen, dat men die op de dagen dat gemeten werd aan de betreffende kust niet heeft kunnen bepalen. Men trok daaruit de gevolgtrekking, dat "The most important conclusion from the practical viewpoint of those designing beach protective structures is that the seabottom offshore cannot be counted on as a source of

beach building material".

Voor een schoone kust zonder banken zou dus de stranddrift en de zeedrift zich niet onderling mengen. Indien er wel banken voor de kust liggen komt er wel degelijk zand uit zee en hetzelfde schijnt het geval te zijn met landwinden (oppervlaktestroom zeewaarts, bodemstroom landwaarts).

"The net action is likely to be erosive". Deze uitspraak is in het algemeen wel aanvaardbaar, mits men over onbepakt langen tijdsduur rekent. Voor korte tijden - die ook nog duizenden jaren kunnen omvatten - gaat de uitspraak niet voor alle gevallen op. Verschillende kusten zijn bekend, die door den aanvoer van materiaal langs het strand aangroeien.

"The river of sand moving intermittently in a rather narrow belt close to the shore" kon met behulp van rood zand worden nagegaan over een lengte van 200 à 500 voet. De duiker rapporteerde, dat de invloed van den golfslag zeewaarts sterk afnam en dat op diepten van 18 à 50 voet nog slechts uiterst weinig zand verplaatst werd. Het karakter der zandbeweging (zeedrift) was hier anders dan bij het strand (stranddrift).

Het zou te ver voeren diep op de details der zand- en waterbeweging onder de kust in te gaan. Het is voor elke kust afzonderlijk een te uitgebreid onderwerp.

Wat onze kust betreft, wordt verwezen naar de rapporten der Staatscommissies voor de haven van IJmuiden¹⁾ en voor Scheveningen²⁾. Voorts naar de Uitkomst van het onderzoek naar den vermeenden schadelijken invloed der schelpenvissche-

1) Verslag van de Staatscommissie inzake den toegang tot Nederland door het Noordzeekanaal (1e, 2e deel met bijlagen, 1811.)

2) Verslag der Commissie tot onderzoek naar de vereischte van een haven voor visschersschepen te Scheveningen 1837.

x) Vening Meiness vond in den Indischen Oceaan bij onrustige zee een diepte van 18 m reeds voldoende om de duikboot rustig te doen liggen. Bij ons zijn de golven doorgaans zwakker dan in den Indischen Oceaan.

rij op onze kusten en naar het uitvoerige werk van
Dr. ir. L. R. Wentholt ²⁾. Van belang zijn ook de verslagen
 betreffende de Delflandse kust ^{3, 4)}.

Er blijkt hier, niettegenstaande reeds veel werd ver-
 richt, een ruim onderzoekingsveld over. Verschillende theo-
 riën, als bv. die over de "neutrale lijn", waar het land-
 waarts bewegend zand zou gescheiden worden van het zeewaarts
 bewegend, zijn nog niet voldoende door waarnemingen in de
 natuur gefundeerd.

De ingenieur van den Rijkswaterstaat J. H. van der Burgt
 bestudeerde in de laatste jaren de hoogteschommelingen van
 verschillende stranden nader (het desbetreffend rapport werd
 nog niet gepubliceerd) en meende daarbij tot een zekere
 periodiciteit⁵⁾ te komen, welke haar ontstaan schoon te vinden in het
 op het strand loopen van bodemgolven. Deze bodemgolven
 vertoonen een type, waarbij de verst in zee gelegen golven
 (ruggen) vlak zijn, terwijl die in de nabijheid der laagwater-
 lijn een steile landwaartsche helling hebben. Zij liggen
 meestal evenwijdig aan de kust.

De hier bedoelde strandzandgolven zijn volgens den vorm
 en de ligging een brandingsverschijnsel. Verder in zee is
 de zandbodem vlak d.w.z. de diepten in zee gaan onmerkbaar
 in elkaar over. Gaat men nog verder in zee, dan beginnen,
 althans voor de schone kust, de groote regelmatige zand-
 golven, waarmee het grootste gedeelte der Vlakke Zee bedekt
 schijnt, op het registreerpapier van het echotoestel te

1) Uitkomst van het onderzoek of de schepvisserij langs de
 Noordzeekust nadeelig kan zijn voor het weerstandvermogen
 van het strand 1898.

2) L. R. Wentholt. Stranden en strandverdediging 1912 (proefschr.)

3) J. Kraus, W. K. Schrens, B. Hoogeboom. Verslag aan het College
 van Dijkgraaf en Hoogheemraden van Delfland 1917.

4) J. Groenendaal. De zeeoewingen en duinen van Delfland. (Ge-
 denkbboek Kon. Inst. v. Ingenieurs.)

5) Zie ook J. H. v. d. Burgt. De kustverdediging langs het ooste-
 lijk deel der Noordzee (De Ingenieur 1933).

verschijnen.

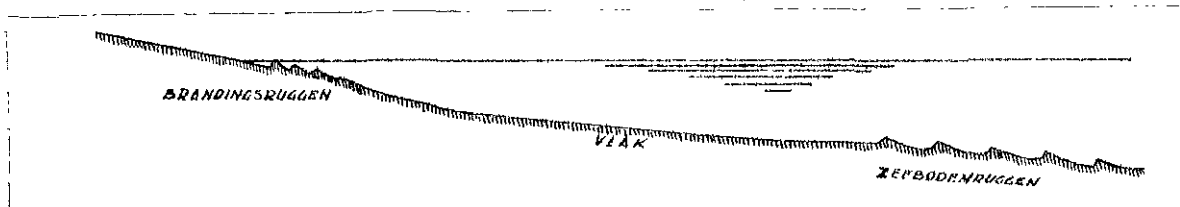


Fig. 49. Schematisch dwarsprofiel op de zeeoene kust.

Zeedrift. Wegens gebrek aan tijd is nog niet onderzocht kunnen worden welk systeem in deze zeezandgolven zit. Soms vindt men de steilen ^{kant} noordelijk, soms zuidelijk en de richting der golven werd ook nog niet vastgesteld. Het gebied is natuurlijk groot en er zou een zomerexpedite aan moeten worden besteed om de groote lijnen van dit terrein te leeren kennen.

De vraag in hoeverre de zeebodem uit bewegend zand bestaat zou dan tevens nader kunnen worden bekeken. Eenige steekproeven werden genomen, waaruit bleek dat niet veel zandtransport aanwezig was. Dit behoeft ons trouwens niet te verwonderen, daar ver uit de kust de stroomen veel zwakker worden. Intusschen moet er blijkens het voorkomen van de zandgolven toch beweging in het zand zijn, al is dit waarschijnlijk niet heel groot.

Een zwakke aanduiding, dat de zeebodem bij onze lichtschepen niet geheel in rust is, vindt men in de door van der Stok ^{x)} gepubliceerde cijfers voor de diepten, die daar eenige malen per dag gedurende 5 achtereenvolgende jaren werden gemeten. Deze diepten (jaargemiddelden) worden

x) Dr. J. P. van der Stok. *Études des phénomènes de marée sur les côtes néerlandaises 1905*, deel II.

gevonden in onderstaanden staat:

	Noord- hinder	Schouwen- bank	Maas	Haaks	Terschelling- gerbank
Aantal waarn.	6602	8104	9227	8735	7148
1895	-	23.9 m	24.4 m	-	27.1 m
1896	27.8 m	23.5 "	24.2 "	23.4 m	27.3 "
1897	26.7 "	23.2 "	24.2 "	23.1 "	27.2 "
1898	26.5 "	23.4 "	24.1 "	27.7 "	27.3 "
1899	26.5 "	23.3 "	24.1 "	27.6 "	27.1 "
1900	26.3 "	-	-	27.6 "	-

Uit deze cijfers volgt, dat de schommelin^{gen} in diepte bij de lichtschepen maximaal bedragen resp. 1.50 m, 0.80 m, 0.30 m, 0.80 m en 0.40 m. Het is echter de vraag of de lichtschepen steeds op dezelfde plaats hebben gelegen. Af en toe moesten zij op de helling en een verplaatsing van eenige honderden meters kan de genoemde verschillen misschien wel geleverd hebben.

De reststromen zijn bij onze lichtschepen volgens de door van der Stok bewerkte gegevens alle volgens de vloedrichting, dus noordoost, gericht. De grootten dezer driften zijn:

Voor de Noordhinder	2.24 cm/sec.	N. 20° E.
" " Schouwenbank	4.92 "	N. 35° E.
" " Maas	6.80 "	N. 11° E.
" " Haaks	7.00 "	N. 2° E.
" " Terschelling- bank	5.84 "	N. 54° E.

Dit zijn natuurlijk gemiddelde oppervlakte reststromen.

Daar de zandstroom gewoonlijk in dezelfde richting gaat als de waterstroom (reststroom) is het waarschijnlijk, dat het zand in de lijn der lichtschepen ook naar doostwaarts gaat. Langs de kust is de zee het ondiepst en in verband

daarmede (grootere golfslag-turbulentie, vrij sterke bodemstroomen) wordt hier per km breedte waarschijnlijk meer zand verplaatst dan verder in zee.

Uit de oude kaarten der 16e à 18e eeuw blijkt, dat onder de kust een drietal banken nabij Zandvoort-Egmond hebben gelegen, welke scheef naar de kust liepen. De namen ervan waren: Het Harde, de Uiterrib en de Smalacht (zie

fig. 50 en bijlage 24). Zij zijn thans verdwenen, hetgeen een zeker teeken is, dat er zandtransport heeft plaats gehad.

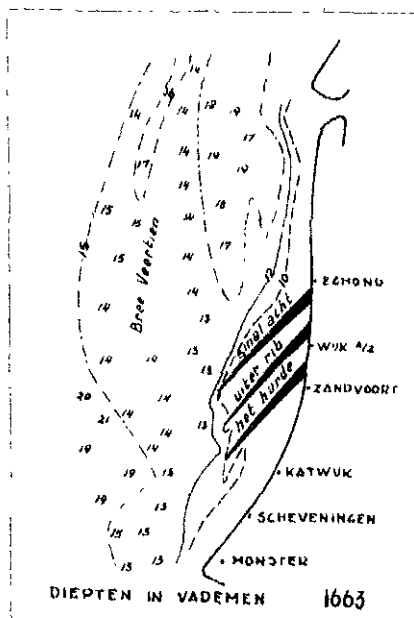


Fig. 50. Vroegere vloedbanken en vloeddecharen aan de zeeoekste kust.

De ligging scheef op de kust is ons bekend uit de beschouwing der Vlaamsche banken, waarbij het Rapsgeef, de Stroombank e.a. dezelfde eigenschappen bleken te bezitten (zie § 29). Deze scheeve toeloop, waarbij de nek van de bank met de kust is verbonden, wijst op een zeezanddrift in noordoostelijke richting, welke zich aansluit bij de strand-

drift.

Er bestaan ook thans nog op vele plaatsen ruggen, welke scheef tegen onze kusten loopen, doch deze zijn betrekkelijk laag. Waarschijnlijk verplaatsen zich allen noord- of noordoostwaarts.

De Breeveertien is eigenlijk volgens de oude kaarten geen bank, doch meer een vlak terrein met ongeveer 14 vadem diepte. Tegenwoordig bezit de zeekaart hier nog vrijwel dezelfde peilcijfers. Zoo er verschil is, mag daaruit nog niet een bepaalde conclusie worden getrokken, omdat de oude

peilingen niet goed te vertrouwen zijn.

Het verdwijnen der zandbanken het Harde, de Uiterribl en de Smal-Acht beteekent, dat de kust "magerder" is geworden. De dieptelijnen schijnen het land langzaam te naderen; daardoor komen de golven meer ongebroken aanvallen en wordt de verarming verder bevorderd.

Onze, in vergelijking met andere landen zeer fraaie serie kustmetingen, waarbij de laagwaterlijn, de hoogwaterlijn en de duinvoet geregeld wordt vastgelegd (sedert 1843 in Noordholland, 1857 in Zuidholland) geven tezamen met de periodieke kustpeilingen een goed beeld der veranderingen. De Commissie voor de haven van IJmuiden (1911)^{x)} vond door vergelijking van de kaarten van 1851 en 1876 d.i. vóór de voltooiing der haven van IJmuiden, dat de lijnen van 9 en 13 m diepte - N.A.P. iets landwaarts gekomen zijn. Hoewel een vooruitgang dezer lijnen te bespeuren was in de jaren 1875 - 1895, zulks als gevolg van den aanleg der havendammen, trad nadien weder verdieping op. De conclusie luidde dus: "Voor zoover uit bijlage XXII is af te leiden (d.i. voor het kustgebied bezuiden en benoorden IJmuiden) en voor zoover het aangenomen vergelijkingsvlak voor de peilingen van 1859 betrouwbaar mag worden geacht, kan derhalve over het algemeen wel tot een nadering van de lijnen van groote diepte tot de kust worden besloten". De goulén en endiepten schenen daarbij ongeveer 300 m in 22 jaar⁺⁾ naar het midden te zijn getrokken.

Door Dr. Wentholt wordt op grond zijner studie als

"vaststaende aangenomen, dat de ligging van de dieptelijn

x) Staatscommissie toegang Noordzeekanaal (1911).

+) Zie ook het lezenswaard artikel van Tutein Nolthenius. Westerbanden (de Gids 1913).

van 7 m - N.A.P. ten naaste verband houdt met den toestand van het strand". Dit wil zeggen, dat de stranden de neiging bezitten onder den invloed der branding en der getij- en windstroomen een "natuurlijk talud" te vormen (in de orde van grootte van 1 : 100). Wordt dit talud te steil, dan gaan de L.W. en H.W.lijnen der kust achteruit, tenzij deze door menschenhanden worden vastgelegd. Het "natuurlijk talud" houdt ten nauwste verband met de korrelgrootte van het zand. De "Beach Erosion Board" verrichte daarvoor belangwekkende onderzoekingen aan het strand te zuiden Nieuw York.

Aangenomen, dat er bij onze schoone kust gemiddeld geen uitwisseling van stranddrift en zeedrift plaats vindt, zal een gedeelte voorstrand in rust verkeeren, indien de kustdrift evenveel zand aanvoert als van den anderen kant wordt afgevoerd. De vraag of voldoende zand uit het zuiden komt moet, gezien de verzagering, indien een groot tijdsbestek wordt omvat, ontkennend worden beantwoord. In het Noorden moet deze drift dus iets groter zijn geweest - en mogelijk nog zijn - dan in het zuiden, hetgeen ook in overeenstemming is met den hevigeren golfslag in het noorden.

De grootte van de zanddrift langs onze kust (zeg tot de dieptelijn van 7 m - N.A.P.) is niet bekend. Uit het feit, dat jaarlijks ongeveer 1 millioen m³ uit den mond van den Waterweg moet worden gebaggard, mag men nog niet, zoals soms wordt gedaan, afleiden, dat de kustdrift aldaar de grootte van dat bedrag bezit. Immers zou dit zand gedeel-
^{zand}telijk ook zonder kustdrift in de goul terecht komen. Dat het hoofdzakelijk uit het zuiden komt is intusschen zeker, daar de zandbank (Maasvlakte) door de branding en de stroomen steeds om de noord werkt.

De baggerspecie uit den mond van den Waterweg wordt sinds een aantal jaren zoo dicht mogelijk onder de Westlandsche Hoofden gestort dus ten noorden van den mond. De bedoeling hiervan is duidelijk: men wilde de kustdrift, welke de schoone kust geacht wordt te beschermen, niet onderscheppen. Evenwel wijzen de peilingen uit dat de uit baggerspecie gevormde bult, nadat men daarop eenige jaren niet heeft gestort, nog niet waarneembaar is verminderd. Waarschijnlijk zijn een 5-tal jaren noodig om hoogteverschillen van eenige decimeters te kunnen aantreffen. Het hoogste punt van deze stortplaats ligt op ± 6 m - M.N. Het miljoen m³ per jaar, dat in deze stortplaats werd gebracht, verdween dus lang niet in dezelfde periode. Mogelijk werkt hier echter de invloed van de stroomen in den mond van den Waterweg.

Benoorden Texel is de stranddrift, naar genoemd wordt, grooter. Men heeft hier een maat aan de z.g. accumulatorwerking der onderwaterdelta's. Hieronder wordt het volgende verstaan.

Uitgesteld dat een stranddrift uit het westen in een gelijkmatig of ongelijkmatig tempo zand tegen de westzijde van de delta brengt. Door golfslag en stroomwerking op de "gronden" der delta wordt niet dit doch ander zand naar het oosten vervoerd, waardoor de oostzijde der gronden steeds zandrijker wordt. In verband met de slingering der geulen laat dit zand min of meer periodiek los in den vorm van een zandbank, welke zich met de kopzijde van het oostelijk gelegen eiland vereenigt. Dit noemt men met een oud woord "verheelen". In een betrekkelijk langzaam tempo, bv. in 20 jaren, trekt vervolgens deze hoeveelheid zand (de "vonk" van den accumulator) voor het eiland langs (fig. 51) onderweg verviakkend. De "vonk" bezit natuurlijk niet steeds dezelfde capaciteit, doch ten ruwste zou men hieruit in het noorden de

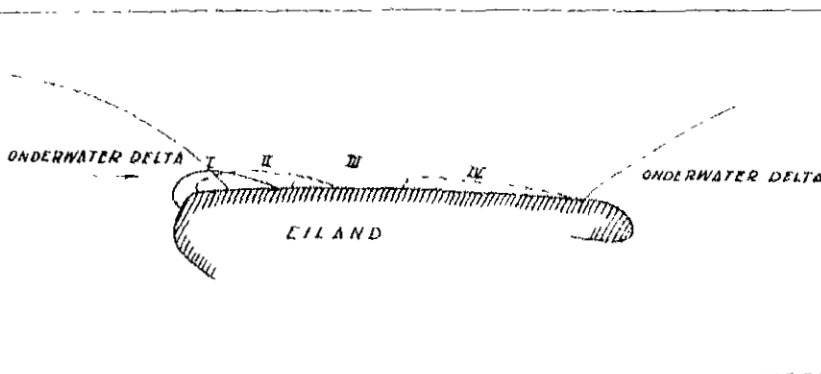


Fig. 51. Trek van een ver-
hoedde zandbank langs een
waddeneiland.

stranddrift op 1 à 2 miljoen m³
per jaar kunnen schatten.
Het moet tenaastte als waar-
schijnlijk worden gezocht, dat
sinds de schoone kust gedeelte-
lijk is vastgelegd en er dus
minder materiaal voor de strand-
drift wordt geproduceerd, de
buitendelta's der zeegeten armer worden en daardoor ook de
zandverplaatsing langs de waddenkust afneemt. De opheuging
der wadden kan noedeende tevens een vertragenden invloed
ondervinden. Nagegaan wordt thans in hoeverre deze mogelijke
vermagering reeds kan worden geconstateerd, doch het onder-
zoek kwam nog niet tot een afgerond einde. Voor een enkel
geval (het Vlie) viel een geringe vermagering te constateeren
van ± 0.25 m in 100 jaren of 1.600.000 m³ per jaar.

Samenvatting van Hoofdstuk VI.

1. De mariene zandformaties zijn vergelijkbaar met een-
nige terrestrische windformaties in zand. In zee treft
men de "wisselstroomvormen" aan, welke hoofdzakelijk
tweërlei zijn:

- a. bij betrekkelijk weinig zand sigaarvormige, lang-
gestrekte zandbanken, naar vorm en grootte gelijkend op
de z.g. lybische of saifduinen in Noord-Afrika,
- b. bij veel zand regelmatige zandgolven.

De eerste liggen evenwijdig, de laatste loodrecht op de
stroomrichting. De zandgolven kunnen op den rug van de
lange sigaarvormige banken voorkomen.

Aan den vorm der zandgolven kan men de richting van
het zandtransport nagaan. Te onderscheiden zijn de sym-

metrische of trochoidale golven (evenwicht van sandtransport) en asymmetrische of loopende golven. Deze laatste kunnen in drie soorten worden onderscheiden.

De hoogte der sandgolven is dikwijls ongeveer 25% der diepte of iets minder. De verhouding golfhoogte : golfhoogte als 1 : 15 à 20. De hoogste duinvormige golven werden gevonden aan de zuidpunt van de Falls (Rotting sand), zijnde \pm 20 m tusschen top en dal.

Het optreden van bodemgolven schijnt o.a. samen te hangen met de stroomnelheden en met de korrelgrootte van het zand.

Aan de oppervlakte van het water geven zij sterke rafelingen, waarvan sommige op de hydrografische kaarten als "strong ripple" staan aangegeven. De Nederlandsche visschers noemen deze golfgebieden "ongelijken", "hollen", "hompels", "ribben", de Engelsche "ridges" en de Fransche "ridens".

2. Omdat onder de Vlaamsche kust meer zand aanwezig is, zijn de Vlaamsche banken, uitgezonderd de westelijke uitloopers ervan, anders gevormd dan de banken nabij de Hoofden (Varne, Bidge, Baars, Falls). Zij zijn meestal breeder en doen denken aan paraboolformaties.

Onder de kust bevinden zich vloedscharen, verder in zee ebacharen. Waarschijnlijk wordt geacht, dat onder de kust daarom een zandstroom naar het noordoosten overheerscht en dat aan de zeezijde der banken een druk uit het noorden aanwezig is. Dit is echter nog niet op exacte wijze onderzocht.

Tegen de kust worden eenige karakteristieke vloedscharen aangetroffen, welke zeewaarts begrensd worden

door schuin naar de kust loopende sandbanken.

Zandgolven komen onder de Vlaamsche kust niet voor, verder in zee wel.

De topografische vormen van het Vlaamsche bankengebied zijn uitgesproken mariene stroomformaties. De herkomst van het zand is nog ongewis.

3. De Vlaamsche banken zijn, blijkens een vergelijking van de hydrografische kaarten sinds 1800, slechts aan betrekkelijk geringe verandering onderhevig. Eenige details veranderden in de laatste eeuw, doch groote wijzingen kunnen niet worden gevonden.

De oude Nederlandsche kaarten en zeilaanwijzingen voor dit gebied zijn, hoewel men exact voor den tijd waarin zij ontstonden, toch niet voldoende zuiver om daaruit vaststaande conclusies te trekken. De indruk wordt eruit verkregen, dat sinds de 16e, 17e eeuw slechts weinig veranderde. Mogelijk namen de "polders" in het Fransch-Vlaamsche bankengebied iets in hoogte af, omdat de oude zeilaanwijzingen vermelden, dat deze bij L.L.W.S. droogvielen.

Het zandtransport onder de Vlaamsche kust naar het noordoosten is waarschijnlijk niet groot. Bepaalde cijfers kunnen nog niet worden gegeven.

4. In den Scheldemond bevindt zich een opmerkelijk slibgebied, waarboven geen of slechts weinig zand in beweging verkeert. Sinds de afsluiting van de "clairvoie" in het havenhoofd van Zeebrugge schijnt ook geen zand voorbij dit hoofd te zijn getrokken.

De vraag of de slib recent is of dat zij als een

oude kleilaag moet worden opgevat kon nog niet worden opgelost. In de slib zit meer zand dan men oppervlakkig zou meenen.

De kaart van Van Mierlo is niet zeer betrouwbaar, noch voor het Scheldemondgebied noch voor verder naar het zuidwesten.

5. De stranddrift langs onze "schoone" kust is nog niet bepaald. De geringe afname van den stortbult bij Monster is een bewijs, dat hier beneden 6 m - N.M. slechts weinig bodemaantasting plaats vindt. Operadische metingen met de "Oceaan" bevestigen dit. In het noorden schijnt de kustdrift belangrijker te zijn dan bij Monster.

Door de vastlegging onzer kust komt minder materiaal voor de stranddrift beschikbaar en hierdoor worden de onderwaterdelta's en ook de gehele kust beneorden Scheveningen waarschijnlijk "armer". De onderwaterdelta van het Vlie verloor in 100 jaren zelfs 160 miljoen m³ zand.

6. De zeebodem voor onze kust bezit mogelijk eenige zanddrift. Althans bezuiden Potten vertoont de zeebodem zandgolven van ongeveer 5 m hoogte. Ook voor de waddeneilanden, waar de bodem niet golvend doch zeer vlak is, bestaat naar het schijnt wel eenige beweging.

Het is de vraag of eenig zand uit de diepere zeedeelten de stranddrift langs onze kust versterkt. Misschien bij afluiddige winden iets.

Sinds de 16e, 17e eeuw verdwenen de drie banken bij Zandvoort-Nieuwoud, genaamd het Harde, de Uiterrib en de Smalacht, welke op de wijze der Vlaamsche kustvloedbanken schreef tegen de kust liepen. Dit duidt

op een verarming onzer kust, welke echter niet overal even sterk behoeft te zijn geweest.

Ook de kustpeilingen, welke af en toe tot vrij grooten afstand uit de kust geschieden, waken op vele plaatsen op een nadering der dieptelijnen.

Het tempo dezer verarming schijnt niet zeer onrustbarand.

HOOFDSTUK VII.Beschouwingen over onze kustvormen, enz.§ 53. Onze kust als onderdeel eener strandwal kust.

Uit de kustvormen kan men veel leeren evenals van de zandbank- of zandgolfvormen.

Onze kust is te beschouwen als een der zandkusten lange lage landen, somtijds "lidokusten" - hier strandwal-kusten - genoemd, zooals er zoovele in de wereld voorkomen.

Volgens den ~~verre~~ Amerikaanse schrijver Prof. D. W. Johnson zou het type verband houden met rijzende kusten. Volgens Ka. de Martonne ^{x)} is deze kustsoort de meest voorkomende lange lage kusten. Men neemt tegenwoordig veelal aan, dat de daarbij voorkomende strandwal ontstaan is door branding tegen een vlak strand: m.a.w., dat de strandwal een natuurlijk gevolg is van den vlakken zandbodem, die slechts onder een zeer flauwe helling - te flauw om bestaanbaar te zijn aan een kust met golfslag - in zee onderduikt.

Dit is de theorie van de Hocumont 1845, welke onlange nog op grond van modelproeven in het laboratorium van Escher te Leiden door Dr. P. D. Timmermans werd verdedigd. ⁺⁾
De branding werpt daarbij dus haar eigen grenzen op.

Langen tijd dacht men een strandwal als de onze te zijn ontstaan door botsing van rivierwater met zeewater. Het zich in deze wateren bevindende zand zou daardoor neerslaan op de plaats der botsing. Naderhand beschouwde men onze kust meer als een "Nehrung" of landtong, beginnende

x) Ka. de Martonne. *Traité de Géographie physique*. 1929.

+) P. D. Timmermans. *Proeven over den invloed van golven op een strand*. 1933.

bij Calais. Ook deze laatste theorie, hoewel beter dan de voorgaande, is niet geheel juist.

Het algemeen verschijnsel, dat bij kusten optreedt is, dat de kpen, voorlanden en hooffen worden afgeknagd en dat de daertusschen gelegen inhammen met het afslijpsel worden opgevuld. De verschillende stadia, welke zich daarbij voordoen zijn schetsmatig voorgesteld in fig. 52. Men onderscheidt dus jonge en oude kustvormen.

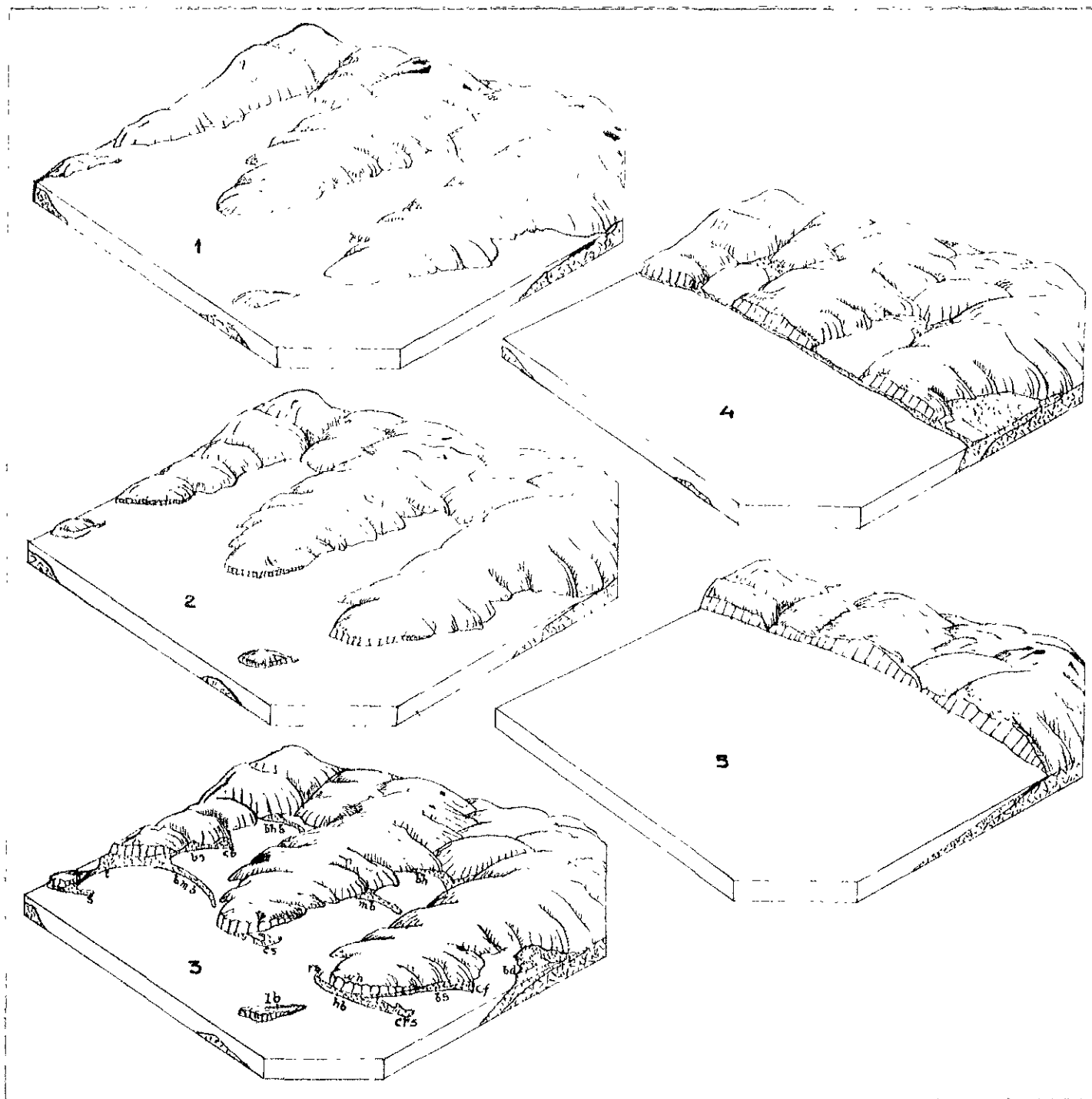


Fig. 52. Evolutie eener heuvelandkust (Johnson).

Het transport van het afslagmateriaal geschiedt door middel van de z.g. kustdrift, welke hoofdzakelijk door de branding, doch ook onder medewerking van de waterstromingen wordt veroorzaakt. Tot de kenmerkende vormen, die daarbij ontstaan (zie Nr. 3 van fig. 52) zijn te rekenen de landtongen (Nehrung, spits, poulter) en de kustbogen. Beide zijn verwant. De eerste sluiten vaak zeeën in (lagunen, haffen). Uiteindelijk wordt een "oude" gladgeschaafde kliffenkust verkregen met daarvoor een erosiestoop.

De voortgang van het afschavingsproces hangt natuurlijk af van de meer of mindere zachtheid der kustformatie en van de kracht der branding. Harde rotskusten blijven dus lang hun jeugdige vormen behouden. Zandkusten zijn uiterst zacht en bereiken reeds vroeg hun oude, gladde vormen, doch de achteruitgang wordt daarbij belemmerd door de groote productie van afslagmateriaal. Er wordt een natuurlijk afweermiddel gevormd, doch meestal is dit erg tijdelijk, doordat de kustdrift zich hiervan meester maakt.

De achteruitgang eener kust hangt, behalve van hare hardheid, de kracht der branding en het plaatselijk verschil tusschen de materiaal aanvoer en afvoer der stranddrift ook nog af van de plaatselijke kustvormen (kopen, riviermonden, enz.) en van de in de nabijheid der kust heerschende stroomen. Dit alles maakt deze zaak zeer ingewikkeld.

Onderscheid moet worden gemaakt tusschen strandwal, kusten en landtongkusten. Bij beide is zeer veel zand aanwezig. De eerste vorm wordt aan kusten zonder verhevenheden aangetroffen als de begrenzing van ondiepe zeeën, de tweede komt voor aan een kust ^{van} een heuvellandschap. Veelal komen zij afwisselend voor naar gelang de zee het heuvellandschap

aantast, dan wel er ver van blijft verwijderd en hun lengte is dan bijzonder groot.

Strandwolkusten bezitten vooral de volgende eigenschappen:

a. Groote lengte. Tszamen met de landtongen-kustvormen beslaan zij b.v. langs de zuidelijke en oostelijke Noord-zee kust (de onderbrekingen medegerekend) \pm 900 km; langs de oostkust van de Vereenigde Staten \pm 2200 km, langs de Bocht van ~~Nieuw~~ Guinea \pm 1800 km, langs de geheele Britsch Indische Oostkust \pm 1500 km, langs de Mexicaansche Golf \pm 2500 km. Deze groote lengten hangen natuurlijk samen

met de groote uitgestrektheid der lage vlakten. Zonder twijfel zullen hier wel vlakten bij zijn, die als een opgeheven erosiestoep zijn te beschouwen, zoodat Johnson's theorie daarvoor opgaat, ^{evenwel} het kenmerkende is niet de stijging of de erosiestoep, doch de groote beschikbare zandhoeveelheden en de kust zonder verhevenheden.

b. Eenvoudige kustlijnen. Daar hoofden ontbreken, de kust zwak is en de zee steeds zoo eenvoudig mogelijke kustlijnen wil scheppen, werd dit reeds "bij den aanvang" bereikt.

c. Zeegeten. (inlet (Eng.), grau (Fr.)). Deze komen gewoonlijk op tamelijk regelmatige afstanden voor, met daartusschen eilanden van langgestrekte vorm, al of niet met duinen bezet. Het voorkomen van deze zeegeten hangt samen met de aanwezigheid van lagunen of wadden achter den strandwal (offshore bar, cordon littoral). Deze strandwal vormde zich in zee volgens vloeiende lijnen vóór de eigenlijke kustlijn van H.W. Er bleven dus vloedkommen te vullen en te ledigen, terwijl bij zakkend terrein - of rijkenden waterpiegel - deze vloedkommen steeds grooter konden worden.

Onder invloed van wind en getij kunnen de zeegeten zich verplaatsen. Zij "ploegen" dan door den strandwal. Sommige zeegeten ^{x)} staan dicht, andere worden nieuw gevormd.

d. Onderwaterdelta's buiten de zeegeten. Indien, gelijk bij ons, de zeegeten stabiel zijn, ontstaan sector- of segmentvormige delta's, die gewoonlijk bij L.W. nog niet droog vallen. Zij danken hun ontstaan aan de krachtige eb- en vloedstromen in en bij het zeeget, aan de door deze stroomen veroorzaakte zandverplaatsingen en mogelijk ook aan de kustdrift. In zee zijn de stroomen minder krachtig.

x) J.B. Lucke: A study of Barnegat Inlet. Tijdschrift "Shore and Beach" (Journal of the Am. Shore and Beach Preservation Association 1934).

zoodat het zand niet verder dan tot een bepaalden afstand uit den strandwal kan worden getransporteerd. De grootte dezer delta's hangt dus af van de korrelgrootte van het zand, van het vermogen van het zeeget en ook van de grootte van den aanvoer door de kustdrift.

e. Onderwaterdelta's binnen de zeegeten. Gewoonlijk zijn deze aan elkaar gegroeid en vormen dan wadden. Deze bezitten de neiging hooger te worden door het zand en slib, dat uit zee binnen den strandwal komt. Uiteindelijk begroeien zij tot "marschen", waarin vaak meren overblijven. Bij positieve niveauperandering en geringen aanvoer van materiaal is de aangroei zwak of zelfs negatief.

f. Soms komen aan een dergelijke eenvoudige kust eigenaardige driehoekige kapen voor (cuspedate forelands) als kaap Rojo (Mexico) en kaap Canaveral (Florida), welke bestaan gegrond schijnt op een natuurwerking, zooals ook bij duinen (barchanen) schijnt op te treden.

Aan onze kusten komen deze "cuspedate forelands" niet voor. Blaavandshoek in Jutland doet er oogenblikkelijk aan denken, doch is het niet. Een voorbeeld ervan is echter de grindpunt van Dungeness, hoewel deze niet aan een strandwallenkust ligt. Dit voorbeeld zal hier in het kort worden behandeld, omdat het een goed inzicht geeft in de krachten, die bij een dergelijke formatie optreden (zie fig. 53).

De westkant der grindmassa, waaruit Dungeness bestaat, wordt aangevallen door de branding, waardoor een

materialdrift naar de punt ontstaat. Aldaar wordt de voortstuwende kracht plotseling minder met gevolg, dat deze punt per jaar ruim $1\frac{1}{2}$ m in zee groeit (zie fig. 54). De diepte vóór de punt is aanzienlijk. Aan den vorm der grindruggen (zie fig. 54) is duidelijk te zien, dat de westkant afslaat en de oostkant aangroeit. De oorspronkelijke oorzaak moet zijn geweest een inbreuk der zee ten westen der grindmassa bij Rye aan de Rother, waardoor een punt werd gevormd, welke als gangmaker kon dienen ^{x)}.

Een waterpassing werd door ons verricht volgens de lijn AB (spoorlijn), waarbij bleek, dat de oudere ruggen lager liggen dan de nieuwe. Mogelijk is dit een aanduiding eener bodemdaling t.o.v. den zeespiegel.

x) Zie W.V. Lewis. The formation of Dungeness foreland. (Geogr. Journal 1922).
 " E.A. Chater. Changes in the coastline near Rye. (Inst. Civ. Eng. Sol. papers Nr. 26) 1923.
 " N.J. Osborne White. The Geology of the Country near Hastings and Dungeness (Dept. of Sc. and Ind. Research) 1923.

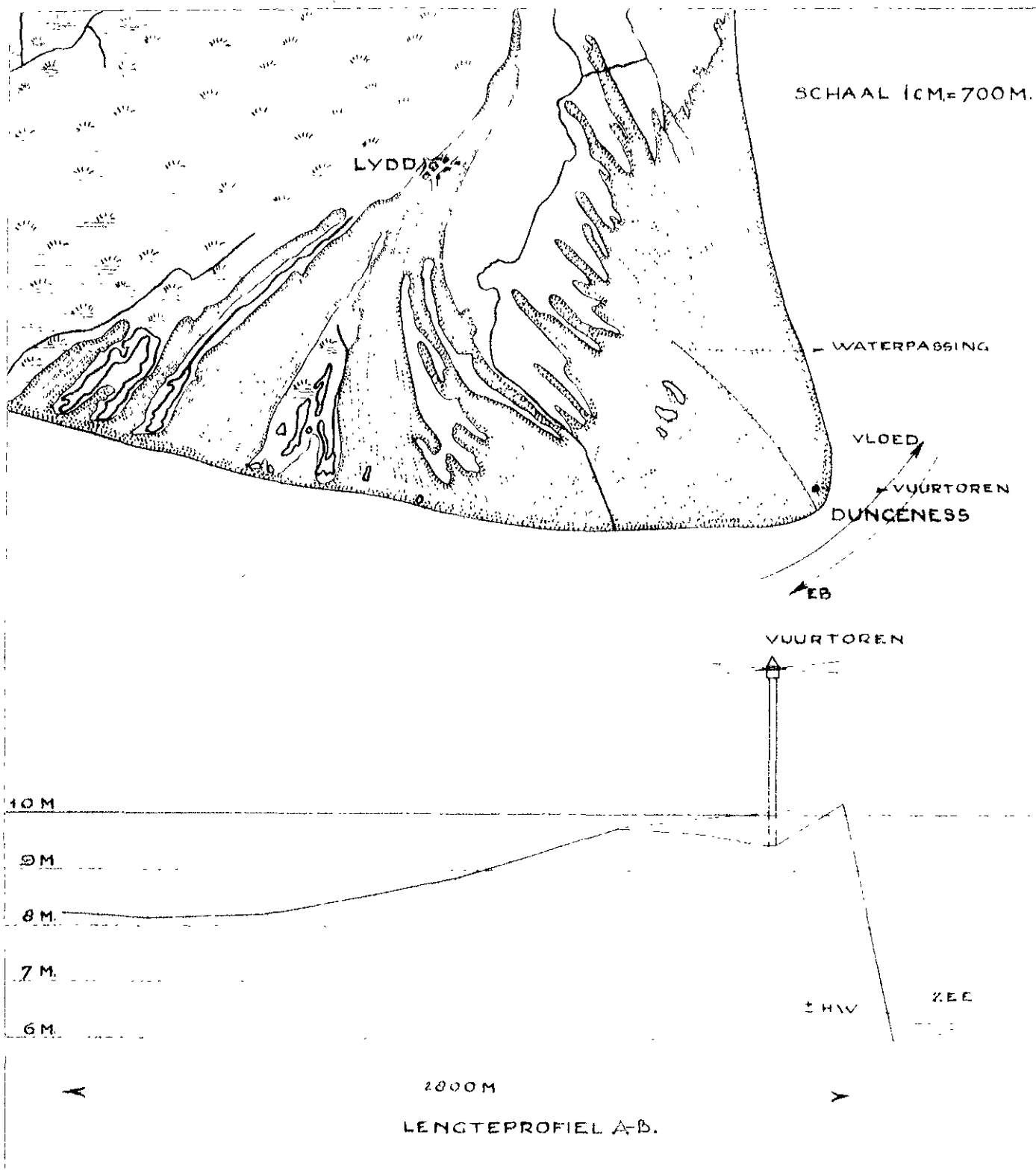


Fig. 55. De grindruggen op Dungeness.



Fig. 54. Grindruggen vanaf den vuurtoren gezien.

Punten als die bij Blaevandshoek komen ook elders voor bv. in Amerika, doch het is mij niet bekend aan welke oorszaak dezen hun ontstaan of behoud danken.

Overigens moeten alle strandwolkusten niet over een kam worden gesehen, daar de zandsoorten, de verticale en horizontale getijbeweging en de golfslag voor de verschillende kusten zeer uiteen loopen. Ook moeten riviermonden plaatselijke storingen teweegbrengen.

Tenslotte moet worden bedacht, dat zuivere strandwallen niet voorkomen, omdat zodra een dergelijke strandwal bezig ^{zich} is te vormen er een zijdelingsche drift bij komt en dus tevens landtongen ontstaan achter de nieuw gevormde "vaste" punten.

Evenwel blijft er een principieel verschil tusschen een landtongenkust (Nehrungskust, limankust) en een strandwallen-

kust (lidokust), omdat de eerste bij geaccidenteerd terrein voorkomt en kapeu of hoofden vereischt en de laatste een vooruitgeschoven post in zee is op een flauw hellenden zandbodem. Landtongen (Nehrungen) groeien in horizontalen zin achter kapeu en hebben hun uiteinde in diep water. Strandwallen groeien in principe in verticalen zin in ondiep water en vereischen geen kapeu.

Zuivere landtongen vindt men dikwijls, zuivere strandwallen nimmer.

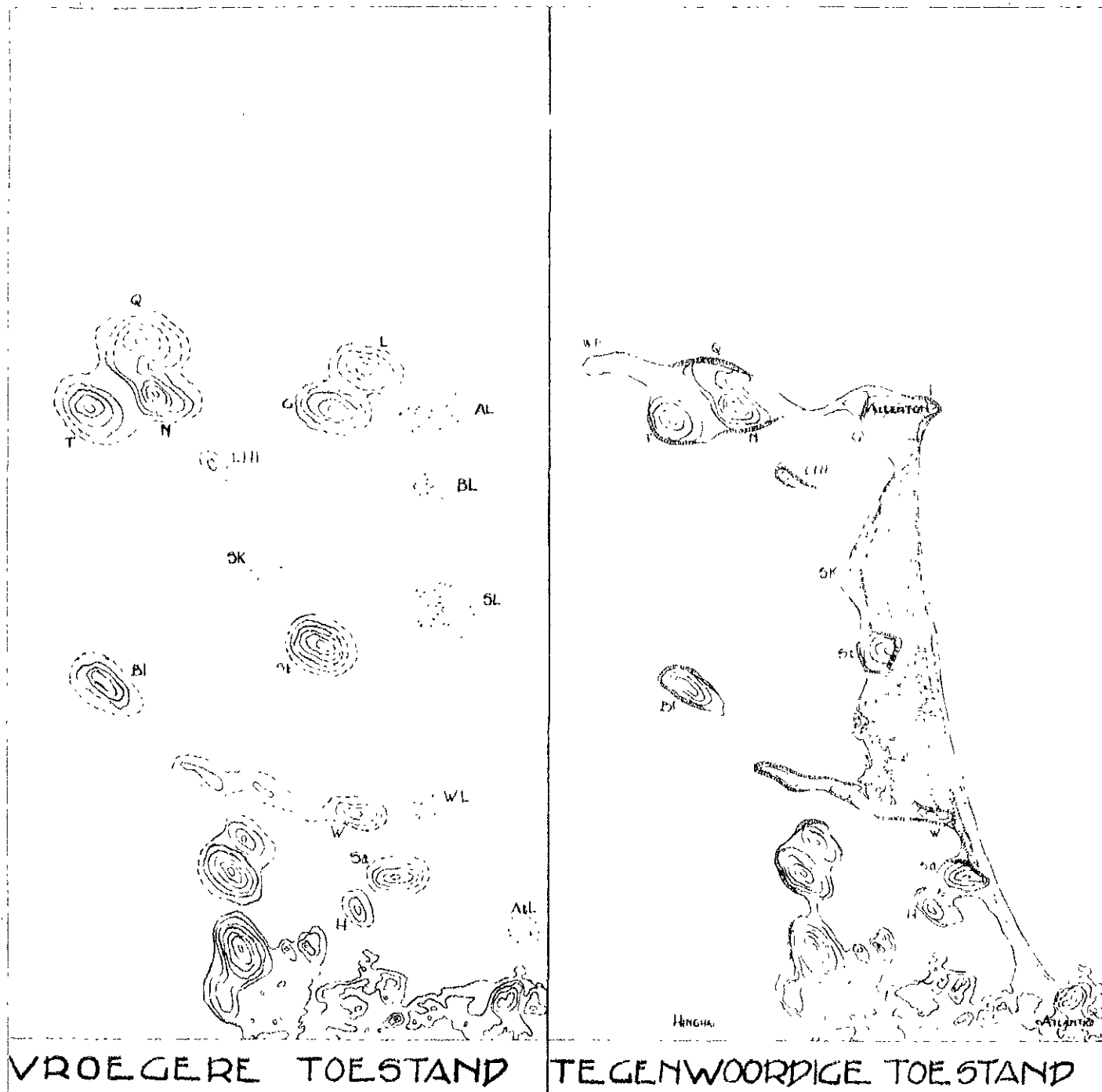


Fig. 55. Voorbeeld van een landtongformatie met vaste punten.

Ken eigenaardigheid van landtongen is, dat zij de neiging bezitten om vaste punten te verbinden. Zij gaan daarom wel van een kaap in de richting van een eiland of in die van een volgende kaap. Een goed voorbeeld wordt gegeven in fig. 55.

Onze kust bezit op analoge wijze als het voorbeeld van fig. 55 het vaste diluviale punt Texel en uit vele andere eigenaardigheden blijkt, dat, hoewel van opzet een strandwal, zij toch veel landtong-eigenaardigheden vertoont. Maar op de wijze, als in fig. 55 is aangegeven uitsluitend als een landtongformatie te beschouwen, waarbij de landtong vanaf Oris Mez tot Texel doorloopt, is intusschen niet geoorloofd. Daarvoor is de kust benoorden zoowel als bezuiden Texel te onderbroken en ook in het verleden te verbrokkeld geweest. Het best betitelt men onze kust met "strandwalkust", omdat daarbij landton⁸formaties inbegrepen zijn.

§ 24. Invloed van het getij op zeegaten in strandwalkusten.

Tot de karakteristieke vormen der zeegaten in een strandwalformatie, als die onzer noordelijke waddeneilandenkust, kunnen worden gerekend:

- a. De grootste diepte wordt meestal in de lijn der eilanden gevonden, omdat de zandrifft langs de kust de zeegaten zoo smal mogelijk tracht te maken.
- b. De zeegaten zijn groeter naarmate de kom, welke zij moeten bedienen grooter oppervlak heeft en het tijverschil grooter is. De capaciteit der zeegaten hangt dus mede af van de lengte der eilanden, die hen insluiten.
- c. Aan de eene zijde van het zeegat - bij ons links - heeft men gewoonlijk een "staart", aan de andere zijde een "kop". De eerste ligt binnen, de laatste buiten de algemeene kustlijn.
- d. De buitendelta ligt veelal niet symmetrisch ten opzichte

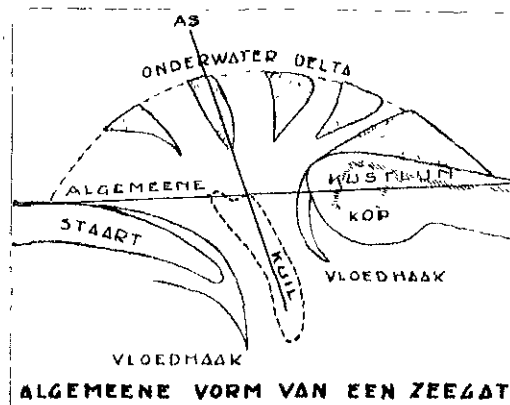


Fig. 56. Algemeene vorm van een zeeget in strandwolkusten.

van het zeeget, doch verschoven - bij ons naar rechts.
 e. De diepste buitengeulen worden vaak niet in het midden voor het zeeget aangetroffen - bij ons links. De ondiepste en smalste liggen vaak rechts. De rechterhelft der onderwaterdelta is dus het droogst.
 f. Naarmate de zeegeten meer capaciteit hebben, bezitten zij ook grootere onderwaterdelta's.

De oorzaken, aan welke deze formaties hun ontstaan te danken hebben zijn de getijstroomen en de golfslag. Beide zijn hier krachtig in verband met de ondiepe buitendelta.

Een factor van buitengewone beteekenis in verband hiermede is de richting van de getijvoortplanting en de richting van den heerschenden wind.

Dikwijls wordt nog als verklaring opgegeven voor het naar links afbuigen der geulen in de zeegeten van onze kust, dat de laagwaters links lager zouden zijn dan rechts. Deze lagere "erosiebasis" zou de oorzaak zijn, dat het water uit de rivier of zeearm het liefst naar die plaats zou trekken, waar het laagwater het laagst wegloopt. Zou de Wielingen machtiger zijn geworden dan het Coetgat, het

x) (d.w.z. waar de amplituden het grootst zijn).

Stortemelk bij Vlieland machtiger dan het Thomas Smitgat bij Terschelling, enz.

In deze theorie moge een schijn van waarheid verscholen liggen, het is echter duidelijk, dat de laagwaterverschillen in zee over zoo'n betrekkelijk geringen afstand als een riviermond beslaat, niet veel kunnen verschillen.

In de Duitse Bocht beoosten Texel is dit verschil in laagwater zelfs juist in andere richting, terwijl toch ook daar de riviermonden naar het westen afbuigen.

Jessen's theorie ^{x)} is, hoewel eenigzins vaag, aanvaardbaar in zoverre zij wijst op de voortplantingsverschillen in de monden. De hoofdreken voor het naar links afwijken moet geenszins in de "arsiebeds" worden gezocht, doch in de voortplantingsrichting en in de voortplantingssnelheid van het getij in zee. Komt deze uit het zuiden, dan bevinden de hoofdarvoerwegen zich aan de zuidzijde van het mondingsgebied, komt zij uit het westen, dan zijn zij aan de westzijde, enz.

Dit kan als volgt gemakkelijk verklaard worden.

In A is het getij eerder dan in B of C. Stelt men de getijlijnen van de punten A, B en C dus voor op één tijdstip, dan ligt de getijlijn voor C dichterbij die van B dan bij die van A. Het horizontaal geharceerde oppervlak is dus kleiner dan de som van het verticaal en het horizontaal geharceerde samen, hetgeen wil zeggen, dat de verhangen tusschen A en C, zowel voor eb als voor vloed groter zijn dan tusschen B en C (zie Fig. 57).

x) Q. Jessen: Die Verlegung der Flussmündungen und Geweintiefs an den festländischen Nordseeküste in jungalluvialer Zeit, 1922.

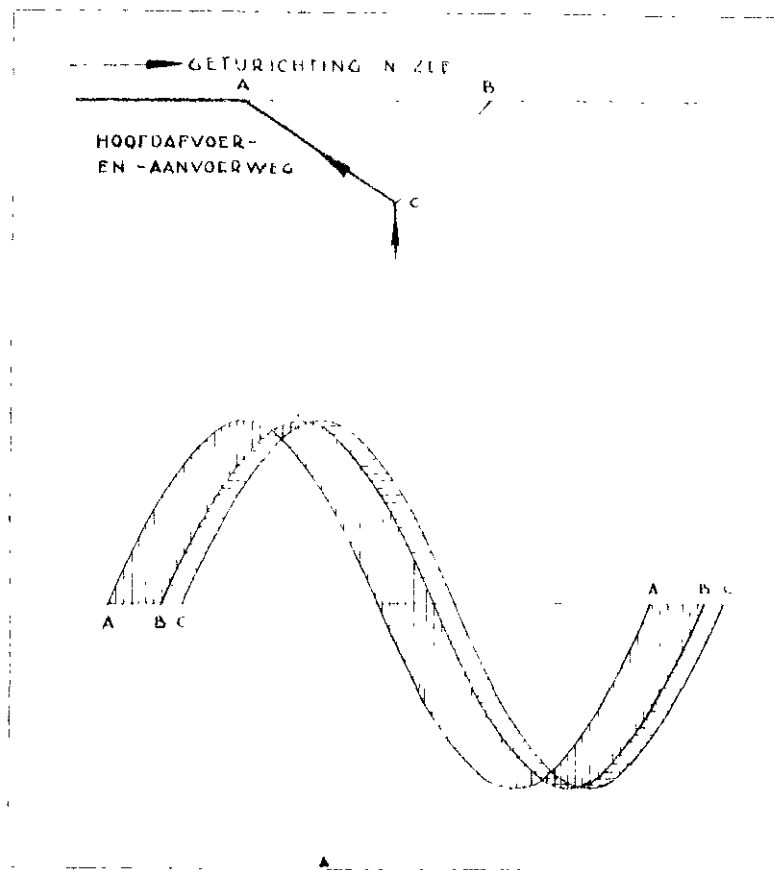


Fig. 57. Schema van de getijvoortplanting in een dubbelarcmond.

Daar deze verhangen de stroomsterkten bepalen, is het duidelijk, dat AC zoowel voor eb als voor vloed de voorkeur bezit boven BC. De figuur geeft de verhangen voor het geval de amplituden van A, B en C gelijk zijn (gelijke hoogwaters, gelijke laagwaters). Stel, dat het tijverschil van B 10% groter is dan voor A, dan wordt hierdoor het geharceerde oppervlak tusschen de getijlijnen van A en B nog slechts zeer weinig groter, alleen de phase van de verhangkromme verandert iets en daardoor ook de phase van de stroomkromme.

Een en ander is voor een berekening toegankelijk. Noemt men de voortplantingstijden $T_{AB} = 10$ minuten, $T_{AC} = 30$ minuten en $T_{BC} = 40$ minuten, dan verhouden zich, wanneer de lengten AC en BC gelijk worden gedacht, de verhoudens zich als 7 : 3. Op deze berekeningen zal hier niet verder worden ingegaan.

Enige algemeene opmerkingen kunnen nog als volgt

zonder berekeningen worden afgeleid (zie fig. 57).

a. In een diepe kustzee zal de voortplantingstijd tusschen A en B gering zijn. Daardoor zullen de geharceerde oppervlakken dus betrekkelijk weinig in grootte verschillen. Men zal de afbuigende neiging van riviermonden naar de zijde vanwaar het getij komt derhalve voornamelijk bij ondiepe kusten aantreffen.

b. Ligt C ver landwaarts m.a.w. zijn de voortplantingstijden in AC en BC groot t.o.v. die in zee over AB, dan verschillen de oppervlakken tusschen de getijlijnen van A en C niet veel met die tusschen B en C en zal men ook voor dat geval slechts een gering verschil in capaciteit der geulen kunnen verwachten.

c. Hetzelfde valt op te merken voor het geval, dat de afstand AB klein is. In wijde korte monden zal het verschijnsel der overheersching van de eene richting dus sterker optreden dan in nauwe.

d. Ligt C ver het land in, doch nog binnen het bereik van de getijgolf, dan kan de afstand AB eveneens groot worden. Men denke hier b.v. aan een denkbeeldigen Scheidemonst bij Brielle en tevens die bij Vlissingen met het punt C liggende bij Bath. Voor een dergelijk geval is het amplitudeverschil tusschen Vlissingen en Brielle ook van invloed, doch het phaseverschil tusschen beide plaatsen blijft de overheerschende factor, zoodat de mond bij Vlissingen verre de voorkeur verkrijgt boven die bij den Briel.

e. Ligt C nog verder landwaarts en buiten het bereik van het getij, dan speelt de bovengenoemde invloed der zee geen rol meer op deze splitsing. Een verplaatsing van den hoofdmond van den Rijn van het Vlie naar Katwijk met Utrecht als zwaaijpunt (C) kan dan ook niet op deze wijze worden verklaard.

Iets anders is natuurlijk als in het zuiden door storm of andere oorzaken een nieuw gat wordt gemaakt, waardoor zich een riviertak kan uitstorten, die geringer gemiddelde verhangen heeft dan de oude. Dit is dan geen kwestie, welke op een getijoorzaak is terug te voeren.

2. Aannemend, dat de Hoofden gesloten werden en het noordergetij van Texel af dus zuidwaarts zal loopen, moet de uitstrooming uit onze riviermonden anders worden. De hoofdmondingen zouden een noordwaartsche richting verkrijgen.

Evenwel staat hiertegenover, dat de voortplantings snelheid lange onze kust zou toemenen en het tijverschil, in verband met de trechterwerking, naar het zuiden waarschijnlijk evenals thans zou toemenen. Deze twee factoren zouden den noordelijken uitloop tegenwerken. Dit alles is natuurlijk zuiver theoretisch en voor een berekening wel geschikt, doch het zou weinig nut hebben.

Bij lagere zeestanden zou de invloed der getijgolf uit de Hoofden zich anders wijzen dan die der getijgolf uit het Noorden. Immers de diepten verschillen voor de voortplantingswegen dezer beide golven. Een en ander is eveneens te benaderen door berekening.

3. Een verandering in den bestaanden scheeven uitloop onzer riviermonden en zeegeten zou feitelijk alleen kunnen optreden tengevolge van een verdieping of verondieping onzer kusten.

Bij verdieping zou de linksche neiging iets minder worden.

4. Indien meerdere geulen in den buitenmond voorkomen, zullen deze dikwijls een afdalende reeks vertoonen, wat het vermogen betreft.

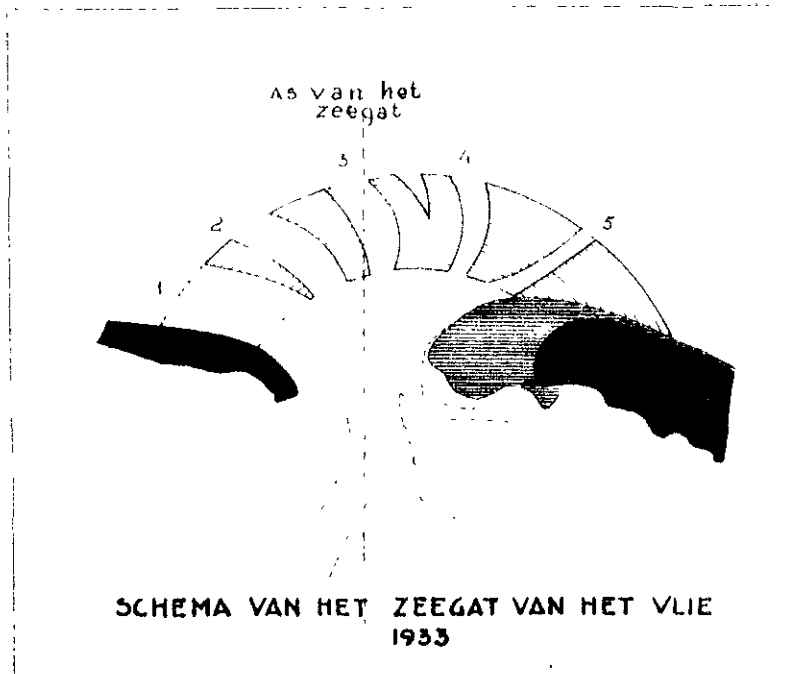


Fig. 58. Schema van de geulen eener buitendelta. (Zeevat van het Vlie).

Zet men (fig. 59) de "havengetallen" voor de buitenmonden op een tijds uit en ligt het punt C daarbij ver naar rechts, dan worden de afstanden 1C, 2C, 3Cregelmatig

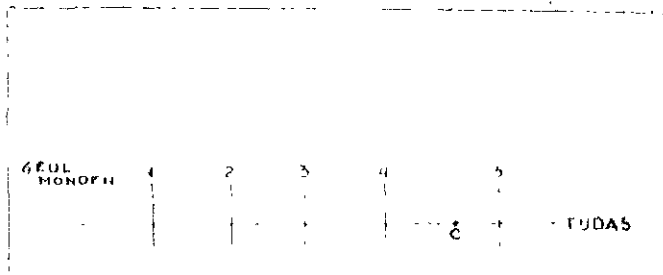


Fig. 59. Schema van tijden (phaseverschillen) voor de buitenmonden van getijgeulen.

kleiner, zodat ook de geulen van links naar rechts kleiner worden. Ligt C echter tusschen 2 en 3, dan zijn de geulen 2 en 3 kleiner dan de andere. In dat geval zijn de rechtege geulen grooter dan de middelster.

1. Bij ondiepe kusten als de onze planten de getijden zich niet volgens loodrecht op de kust staande tijdlijnen voort. Ook springt de delta ten opzichte van de rechte en links

gelegen kusten uit in zee. Men kan dan den toestand krijgen, dat het getij eerder te D dan te A aankomt, waardoor tak CD de voorkeur verkrijgt (fig.60) boven AC of BC.

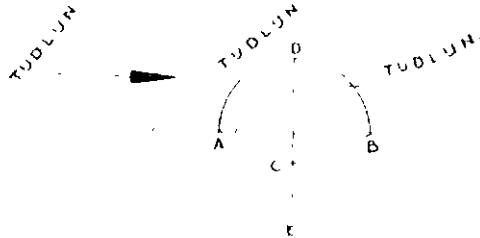


Fig.60. Tijdlijnen scheef op de kust staande.

Vooral is dit het geval, indien tak DC korter is dan de beide anderen. Tevens valt daarbij de invloed van de hoeveelheid van beweging van het eeuwater uit CE niet te verwaarloosen. Deze werkt ook in de richting CD.

1. De getijlijnen zijn geen enkelvoudige sinusoiden. Indien punt C juist dezelfde phase zou bezitten als punt B (in fig.60 zou C dan op 5 liggen) zou, theoretisch gesproken in tak BC geen stroom moeten voorkomen. Natuurlijk ontstaat ook de zwakke "vereveningstroompjes" in DC, terwijl de komberging van dezen ^{tak}Valleer reeds stroomen zou teweegbrengen.

2. In breede ondiepe deltamonden, als die onzer zeegaten, kan men soms aan de oostzijde wantijgebieden ontmoeten (volgens het schema van fig.59 moet daarvoor C op den tijds in de buurt van 4 of 5 liggen). Onder wantij wordt verstaan een goul, waarin de getijstroomen belangrijk in phase verschillen met de gewone in de buurt voorkomende.

3. Door de linksche afbuiging ontstaan bogen welke, indien te sterk gekromd, neiging bezitten uit te hollen. Hierdoor verplaatsen vele goulen zich van west naar oost (in een betrekkelijk langzaam tempo).

B. Door den voornamelijk uit het westen komende golfslag, worden de zandplaten tusschen de geulen om de oost gezet. Ook hierdoor verplaatsen de geulen zich dikwijls van west naar oost. De zwakkere geulen (oostelijke) worden het gemakkelijkst op zij gedrukt, niet alleen omdat deze minder weerstand bieden, doch ook omdat zij in gebieden liggen met veel en hooggelegen zand.

B. De oostelijk gerichte zandverplaatsing op de buitendelta door de branding manifesteert zich door het medezwaaien der geulen, schoksgewijs. Zandbanken wandelen als het ware oostwaarts en verheelen (vereenigen) zich met de westzijde van het eiland (de kop). Op deze wijze groeit een kop westwaarts (meestal tijdelijk, doch soms ook blijvend).

§ 25. Kustbogen.

Een algemeene en kenmerkende uitwerking van golfslag en stroomen is het vormen van kustbogen.

Fraaie kustbogen worden bv. gevormd ter weerszijden van

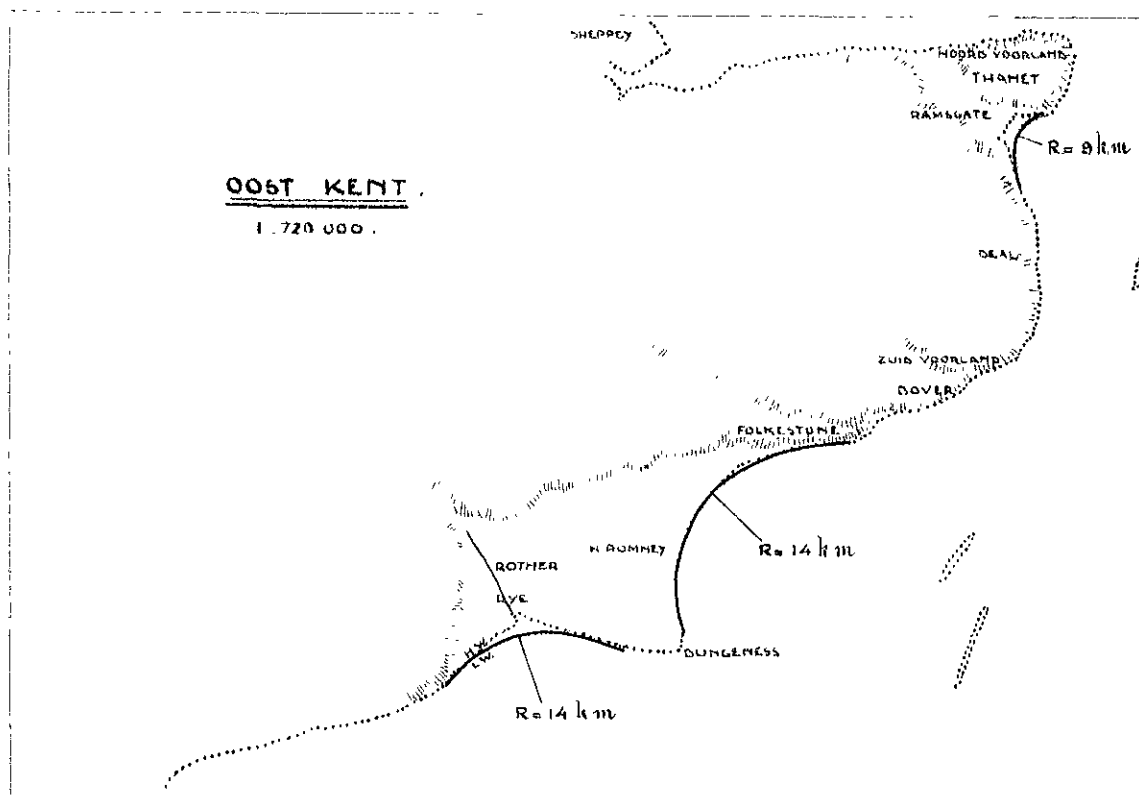


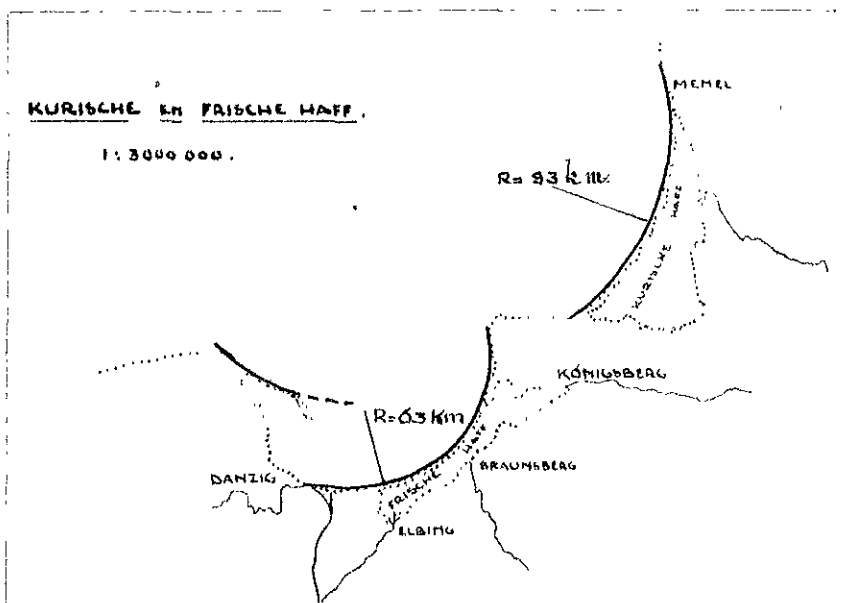
Fig. 61. Kustbogen aan de Engelsche Zuidoostkust.

Dungeness (fig. 61). De westelijke vertoont bij hoogwater een onregelmatigheid bij den mond der Rother, doch bij laagwater is de boog reeds "af". De aangroei bij den geveenden mond doet vermoeden, dat ook de lijn van H.W. betrekkelijk spoedig de zuivere boogvorm zal bezitten.

Tusschen Deal en Thanet wordt een boog gevormd, welke eveneens nog niet geheel gereed is. Hier bevond zich de vroegere zuidelijke mond der Wantsum.

Goed gevormde bogen worden ook aangetroffen tusschen Gris Nez en Blanc Nez, een oude van 2 km en een huidige van 6 km straal (zie fig. 31). Feitelijk komen bogen op alle plaatsen voor waar alluviale kustafzettingen zijn, zie bv. fig. 61. Kustbogen en landtongen zijn wat dit betreft, nauw verband.

De Nederlandsch-Vlaamsche kust tusschen Blanc Nez en Texel bezit ook een dergelijken boogvorm. De straal daarvan bedraagt ongeveer 250 km. Men zie hiervoor de zware roode lijn in figuur 64. Verder noordwaarts is een negatieve



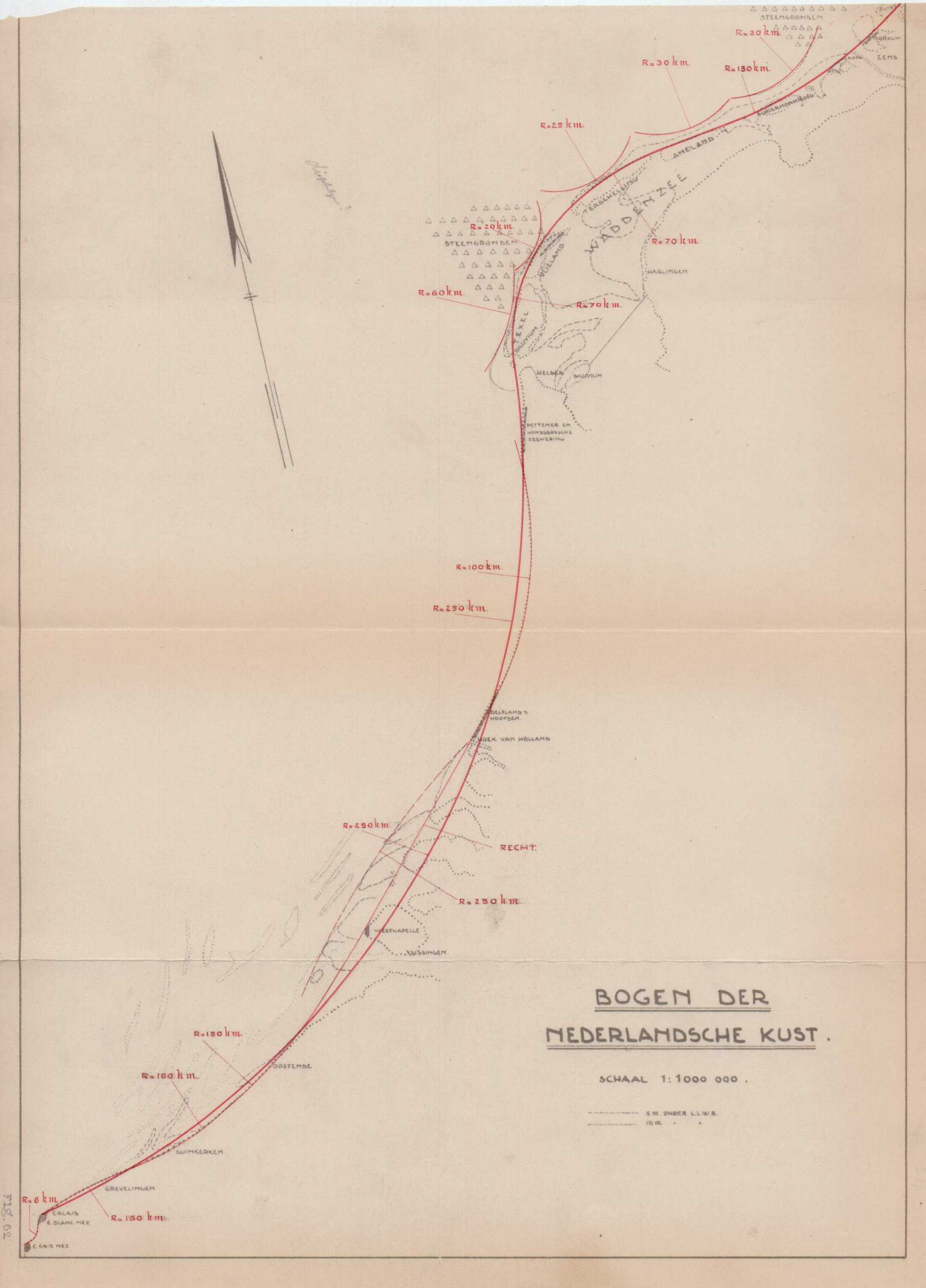
boog aanwezig met een straal van $\frac{1}{2}$ 70 km en vervolgens tusschen Ameland en Borkum of Juist weer een positieve gedaante te verkrijgen met een straal van rond 150 km.

Meer gedetail-

Fig. 63. Kustbogen in Oostpruisen.

leerd deze quaestie

beschouwend merkt men op, dat de groote boog tusschen



Blanc Nez en Texel vrij veel afwijkt van de werkelijke kust. De dunne rode lijn, die de ware gedaante zoo goed mogelijk volgt is als volgt samengesteld:

a. Een negatieve boog, $R = 150$ km van Kaap Blanc Nez tot Duinkerken. Vroeger was deze kust ook positief gekromd, zooals uit de ligging der oude strandwallen bij Calais blijkt, doch sinds de laatste eeuwen is er tusschen Calais en Duinkerken een geringe aangroeiing geweest (zie fig. 107 van Briquet: *Hittoral du Nord de la France*).

b. Tusschen Duinkerken en Oostende een positieve boog van ± 100 à 150 km (Deze kust is hier vastgelegd met vele kribben en keermuren).

c. Tusschen Westkapelle en de Delflandsche Hoofden een recht gedeelte, waar de kust sterk onderbroken is door de zuidelijke zeegeten.

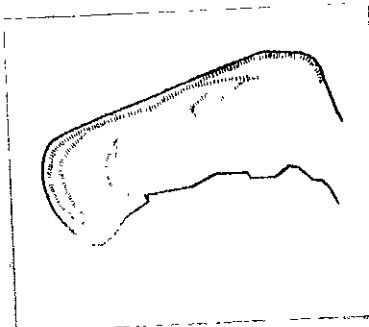
d. Tusschen de Delflandsche Hoofden en de Fetteamer zeevering een boog met een straal van rond 100 km.

Bovenstaande benadering onzer kust door bogen moet niet opgevat worden als "Spielerei".

De zee bezit de eigenschap gladde kustvormen te maken, indien het kustmateriaal homogeen is. De kustbogen zijn een te algemeen voorkomend verschijnsel om als toevallig opgevat te kunnen worden. Zij worden gevormd tusschen punten van hard materiaal (hoofden of kapen), terwijl het minder weerstand biedend zand of andere zachte substantie door den zeeaanval wordt uitgeschuift. Indien deze substantie homogeen is, is de boog zeer regelmatig. Een onregelmatigheid in een kustboog duidt op onvolgroeidheid, op heterogeen kustmateriaal of op onregelmatige strooming bij een riviermond of dergelijke.

Het zeewaarts^{che} uitbuiken van de kust tusschen Westkapelle en Hoek van Holland moet op rekening worden gebracht van de vele machtige zeegeten aldaar. Ook zou als verklaring kunnen worden gegeven, dat de kust hier in bijzondere mate beschermd wordt door de hooge zandbanken, die er voor gelegen zijn, doch dit laatste is hoofdzakelijk weder een gevolg van het eerste.

Gewoonlijk steken de aan de lijszijde van een zeeget gelegen "koppen" buiten de algemeene kustlijn uit als gevolg van de bescherming, die de stroomingen in het zeeget en de daarmede in verband staande buitenbanken bieden en ook, doordat het zand dezer banken daartegen wordt gedreven. Texel, de Beer en Goeree vertoonen daarbij sporen van groei naar het zuidwesten, welke groei op de hierboven vermelde oorzaak is terug te brengen (fig. 64).



Het bankengebied aan de Zeeuwsche-Zuidhollandsche eilandenkust is als een lang- uitgestrekte of samengestelde buitendelta te beschouwen, waarvan de buitenkant een boog bezit van ongeveer

Fig. 64. Groeilijnen van de kop van Goeree.

250 km. Men zie hiervoor de ligging der 5 m dieptelijnen. In verband met de niet abnormaal sterke stroomsnelheden in de zuidelijke zeegeten, is de breedte dezer lange onderwaterdelta niet grooter dan die der delta's behoorden den Halder.

Ten noorden van de Delflandsche Hoofden bezit de "schoone kust" een boog, waarbij de vaste punten thans worden gevormd door de genoemde hoofden en door de Pettemer zeevering. De havendammen van IJmuiden oefenen hier reeds eenigen invloed op uit.

De "vaste punten" van de kustbogen bezijden Dungeness

(fig. 64) zijn de kliffen van Hastings en Folkestone, terwijl de punt van Dungeness zelf niet door den grooten weerstand van het materiaal op zijn plaats blijft, doch door een anderen, reeds hiervoor beschreven oorzaak zelfs aangroeit.

De vaste punten van den boog bij Wissant zijn Gris Nez en Blanc Nez, terwijl die van den grooten Vlaamsch-Hollandschen kustboog ($r = 250$ km) gevormd worden door Blanc Nez en Texel.

Niet alleen langs de kusten vindt men bogen, ook langs de rivieren en zeearmen, tusschen kribben of nollen ~~en~~ ~~op~~, doch dan natuurlijk op veel kleinere schaal. Nadat de pijlen dezer bogen een bepaalde maat hebben bereikt, schijnt de uitholling niet meer toe te nemen. Welke zijn hiervan de redenen? Bestaat er een eenvoudig empirisch verband tusschen koordelengte, pijllengte, korrelgrootte en stroomaanval? Speelt de diepte buiten de kribkoppen of nollen een rol? Op welke wijze kan men de pijllengte beïnvloeden?

Een onderzoek hieromtrent schijnt gewenscht.

De vraag of de pijl der groote Vlaamsch-Hollandsche kustboog haar maximum reeds heeft bereikt, kan wegens gebrek aan feitenmateriaal en ook door onvoldoende inzicht in de krachten die den boogtraal bepalen, nog niet in positieven of negatieven zin beantwoord worden. Hetzelfde is het geval met de vraag of de grootte der zandriften langs een bepaalden oever van invloed is op den boogvorm. Is deze invloed niet groot, zoals men soms moet vermoeden, dan komt de kustdrift-questie op een ondergeschikt plan.

Kust- of oeverbogen behoeven natuurlijk niet zuiver cirkelvormig te zijn, zelfs als het materiaal over de geheele

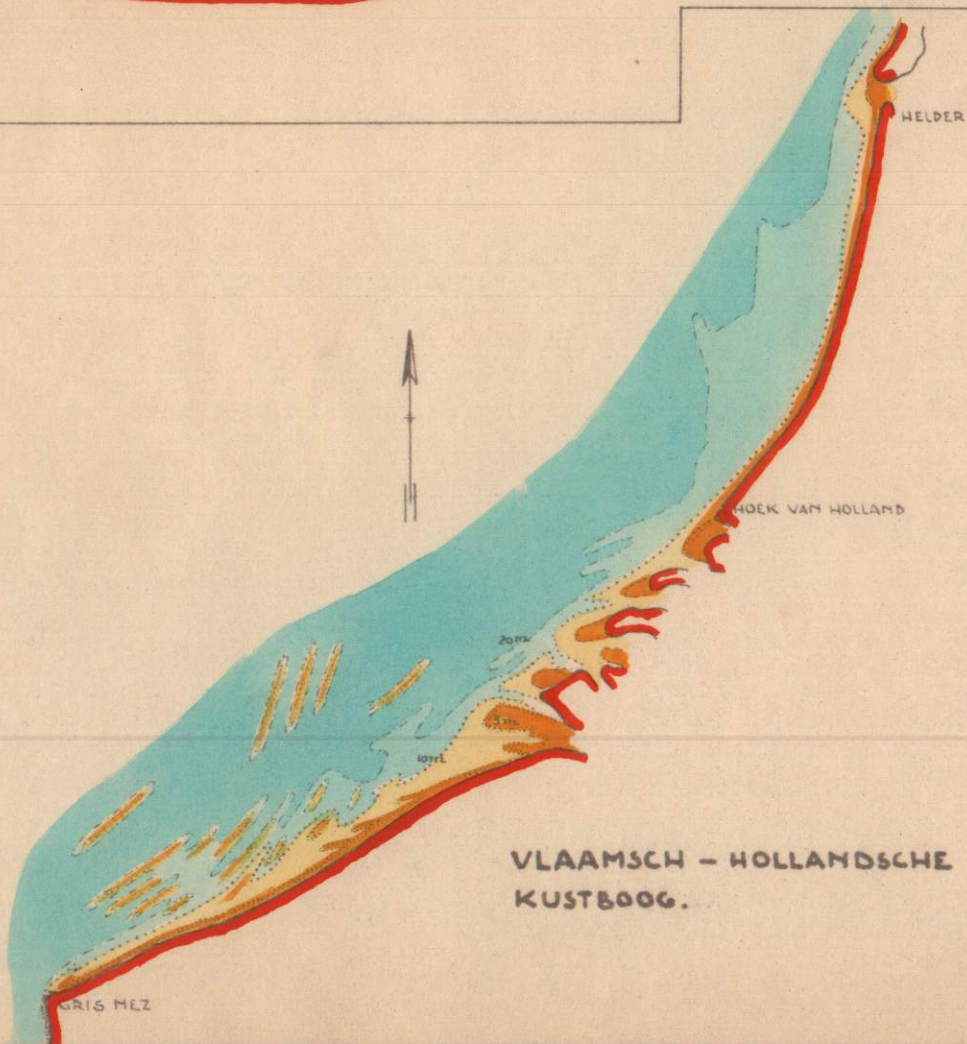
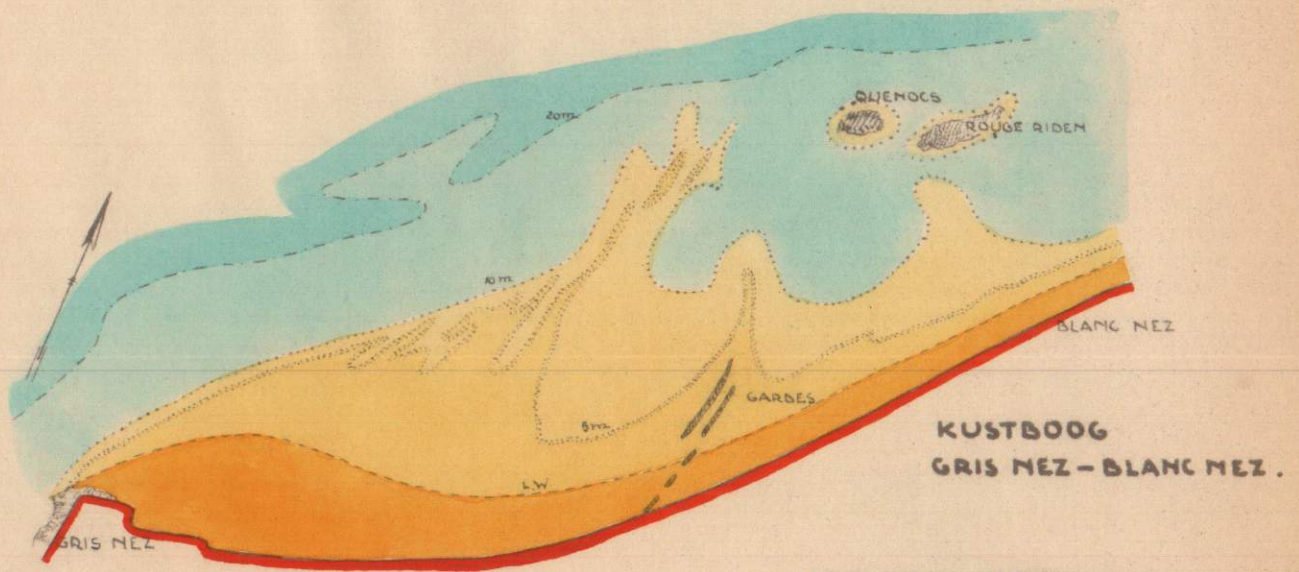
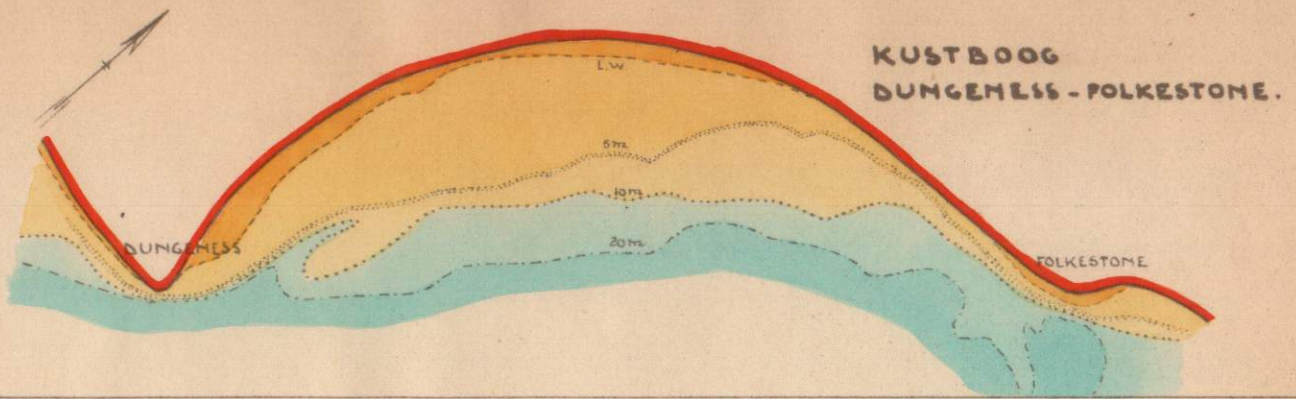


Fig. 64^a.

booglengte homogeen is. Essentieel zijn de geleidelijke richtingsveranderingen. Dankbaar is bijvoorbeeld, dat het linkerdeel ^{van} een r boog een andere kromming bezit dan het rechterdeel, indien de windrichting scheef op de kust staat. Zou men het noordelijk deel ^{van} onzen grooten boog sterker gekromd kunnen verwachten dan het zuidelijk gedeelte. De golfslag is in het noorden krachtiger en de kust wordt hier niet, zoals bij Vlaanderen, door vele sandbanken beschermd. Evenwel is van een dergelijken scheeven vorm niet veel te merken.

Vergelijkt men de bocht van Wissant met die van Vlaanderen-Holland, dan blijkt dat voor het zuidelijk gedeelte van beide bochten sandbanken liggen. ^(Fig 64^a) Het noordelijk gedeelte bezit deze bescherming niet, hetgeen mogelijk in verband te brengen is met de minder luwe plaats. De kustboog zelf schijnt zich daar echter weinig van aan te trekken, noch bij Wissant, noch bij IJmuiden-den Helder. Voorloopig komt mij dit nog raadselachtig voor.

Het noordelijk "vaste punt" van den grooten Vlaansch-Hollandschen kustboog, het diluviale Texel, is niet bijzonder vast. Gaat deze "Kaap" achteruit - hetgeen, historisch gesproken, nog lang kan duren - dan zullen de aansluitende kusten moeten volgen. Het negatief gekromde kustgedeelte Texel - Terschelling neemt voor onze kust dus een slutpositie in.

Men kan voor dezen negatieven kustboog tweeërlei aannemen: of hij is een afslijtingsverschijnsel ener uit zacht materiaal bestaande kaap, of hij is een gevolg van de bolle bocht der zeestroomen. Een derde mogelijkheid zou nog zijn, dat beide invloeden tezamen aanwezig waren.

Indien de eerste veronderstelling juist is zou, omdat kapen het sterkst worden aangetast, voortdurende afslag van Texel en Vlieland zijn te verwachten, met als gevolg daarvan een teruggang van onze geheele kust tusschen Westkapelle en Borkum. Voor deze veronderstelling pleit, dat

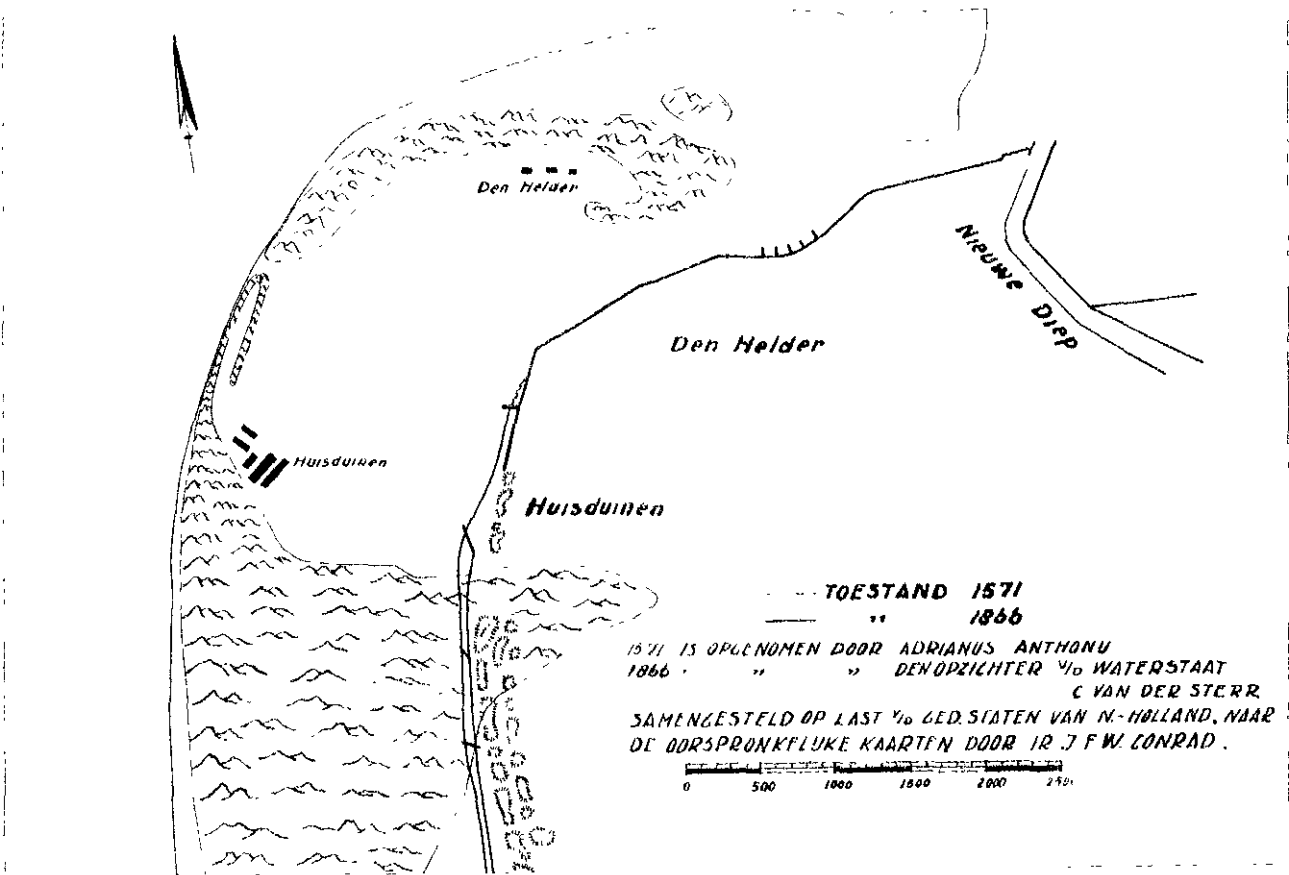


Fig. 65. Aanterruitgang bij Huisduinen.

Texel en Vlieland in de geschiedenis bijzonder veel teruggeweken zijn (zie fig. 65) en dat voor deze kust steenen liggen van diluvialen oorsprong (Nijerlandsche gronden). De steenen, die hier door de visschers worden opgehaald liggen aan de oppervlakte (niet dik bezaaid overigens) en dit is, zoal geen bewijs, dan toch een aanduiding van oeveraanval. De Noordzee is hier ook onder de kust opmerkelijk diep. Men zie bv. den korten afstand tusschen de 5 m dieptelijn en de Texelsche kust en vergelijk dien met de meer oost eelyk gelegen overeenkomstige afstanden. Dergelijke meer dan

normale diepten onder de kust pleegt men gemeenlijk niet onder de oevers van bolle bogen aan te treffen.

Thans aannemende, dat de tweede veronderstelling juist is, nl. dat de negatieve boog een eenvoudige bolle stroombocht is, zoo moet toch de kust bij Texel als de wortel van dezen boog beschouwd worden. Wijkt Texel terug, dan zal de noordoostelijk daarvan gelegen kust mee moeten wijken, ook al blijft de bolle vorm gehandhaafd. Tevens verliest dan de groote Hollandsche boog haar noordelijk "ophangpunt".

Bolle kustvormen als huidige stroomformatie zijn betrekkelijk zeldzaam, als afslaande kaperen niet. De natuurlijke vorm is de kartelkust. Zoekt men naar een aansloeg geval voor een bolle kust als bij Texel, waarbij stroomen rond een hoek moeten trekken, dan denkt men in de eerste plaats aan Gris Nez. Verre van hier aan de noordoostzijde een bolle kustboog te ontmoeten, vindt men er de kartel van Wissant. Zelfs de buitenbegrenzing van den Banc à la Ligne ligt nog niet verder zeewaarts dan tot ongeveer de rechte lijn, die de punten Gris Nez en Queneos verbindt. Hierin de toekomstige kustlijn te zien, zooals Briquet waarschijnlijk acht, schijnt ongedorloofd.

Achter Blanc Nez wordt wel een bolle boog aangetroffen, doch deze is niet erg uitgesproken en betrekkelijk zeer recent. Bij Sangatte heeft thans reeds weder afslag plaats. De bolle kustvorm is hier dus niet bijzonder overtuigend.

Een beter voorbeeld van een bolle alluviale bocht wordt gevonden bij Deal (Fig. 18), doch deze boog is kort en de kromming ervan is zeer gering.

Eindelijk zou men, oppervlakkig bezien, de westkust van Jutland nog als een bolle boog kunnen beschouwen.

Bij nader inzien is deze kust echter toch ook een aaneenschakeling van kustkartels tusschen oude weerstand biedende

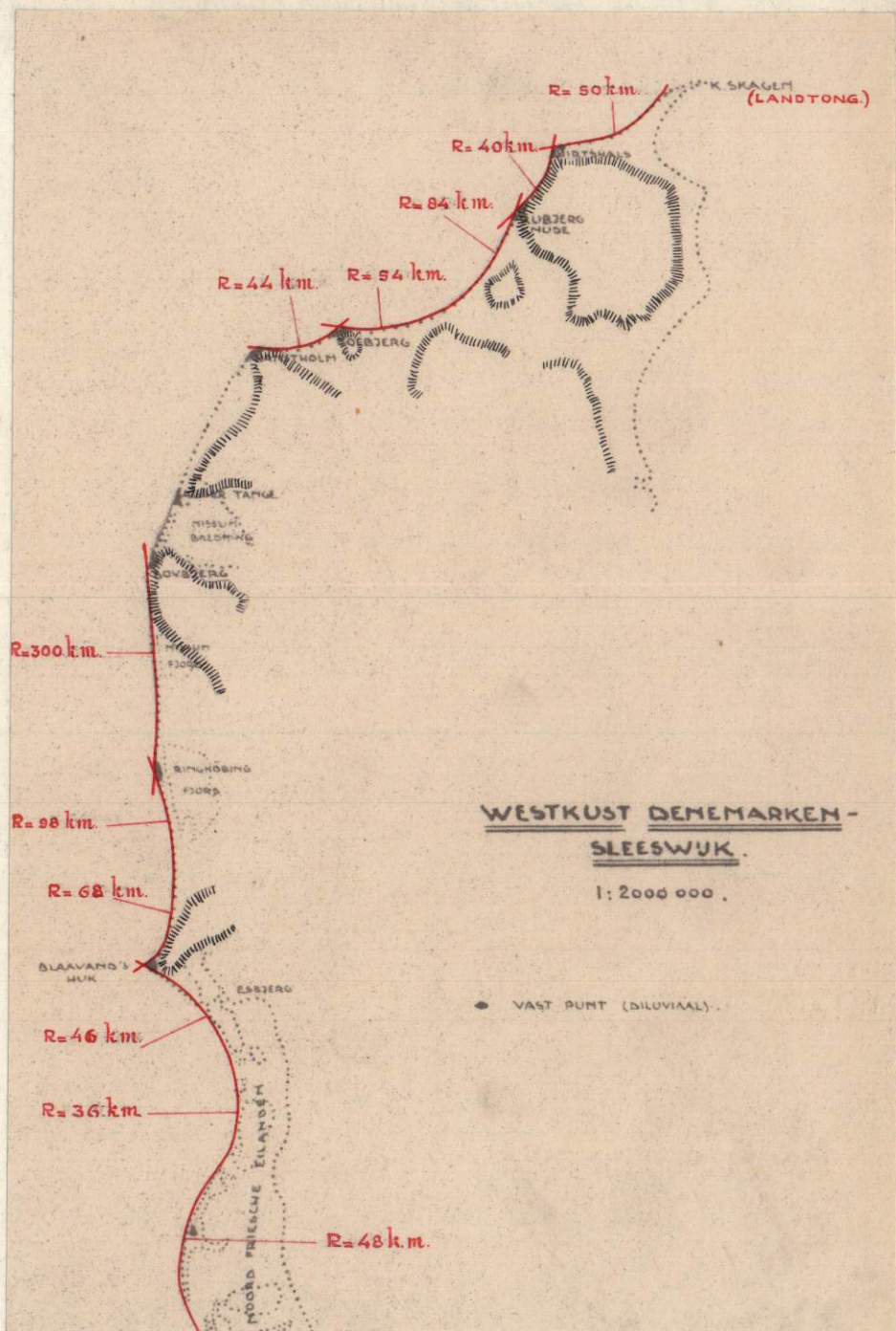


Fig.66. Bogen aan de kust van Jutland.

punten (zie fig.66). Kaap Skagen is een landtong, gevormd uit afslagmateriaal der westelijk daarvan gelegen zand- of leemkusten. Blaavandshoek is een merkwaardige scherpe kaap, welker vorm niet in het systeem schijnt te passen.

De Jutsche kust is natuurlijk geen strandwalkust, doch een landtongenkust.

Bolle bochten als die bij Texel zijn dus niet gemakke-
lijk elders te vinden. Intusschen heeft de quaestie of de
Texelsche boog als afslagvorm eener zachte kaap is ontstaan,
dan wel opgevat moet worden als een eenvoudigen stroomvorm,
hoofdzakelijk slechts theoretische waarde, daar zoowel in
het eene als in het andere geval Texel een voorname positie
voor onze kust inneemt. Wijkt dit punt terug, dan zouden
volgens de hierboven ontwikkelde theorie, de punten
Pettamerzeewering en Vlielandse Hoofden sterker worden
aangevallen en de taak der sleutelpositie van Texel meer
en meer op zich moeten nemen.

Bovenstaande theorie beoogt natuurlijk slechts het
aangeven van eenige "grootte lijnen". Geenszins wil daarmede
worden betoogd, dat de Texelsche kust in het belang van ons
land onmiddellijk verdediging behoeft. Een reden waarom
hier niet bijzondere haast achter gezet behoeft te worden,
is gelegen in de kustbeschermingen, die de onderwaterdelta's
en zeestroomen der nabijgelegen zeegaten bieden. Deze fun-
geeren als een soort kapen voor den onderzeeschen oever
(zie fig. 62). De onderwaterdelta van het Texelsche Zeegat
moet bv. als een zoo goede bescherming voor de Texelsche
kust worden beschouwd, dat dit eiland zelfs naar het zuid-
westen kon aangroeien (Het eilandje "Onrust" staat telkens
tegen den kop van Texel en krijgt dan weer een plaatservan-
ger). Dezelfde beschermende eigenschappen bezitten ook de
delta's voor het zeegat van het Vlie en alle andere. Hoe
langer de eilanden en hoe ruimer de ^{wad}kommen, des te machtiger
de zeegaten en ook des te grooter de onderwaterdelta's. Die
van het Zeegat van Texel steekt bijzonder ver in zee uit en
niet tegenstaande dat, zijn de dieptelijn van 5 en 10 m

opvallend dichtde Texelsche kust genaderd. Dit duidt dus op een bijzonderen zeeaanval op dit punt.

Indien de waddeneilandenkust in haar geheel terug week, zouden de onderwaterdelta's natuurlijk meegaan. Zij hebben dus een secundaire functie.

Een primaire functie bezit, behalve de negatieve kustboog bij Texel, die misschien ontstaan is door langzamen afslag der diluviale Eyerlandsche gronden, ook de kust bij Borkum (of Juist) en het is opvallend, dat ook hier de gronden veel diluviale steenen aan de oppervlakte hebben (Borkumer rifgronden). Tevens kan de "onderwaterdelta" of "gronden" van den Eemsmond hier een beschermende rol hebben vervuld. Borkum is thans op kunstmatige wijze vastgelegd.

De kust beoosten Borkum bezit niet den boogvorm, doch is in opzet vrijwel recht. Het oostelijk steunpunt dezer kust ontbreekt namelijk. Door de zeegaten dezer kust met de daarvoor gelegen onderwaterformaties verkrijgen de eilanden ook hier hun "koppen" en "staarten", hetgeen tot gevolg heeft, dat de buitenzijden trapsgewijs ten opzichte van elkaar verspringen. De grootte der "optrede" houdt verband

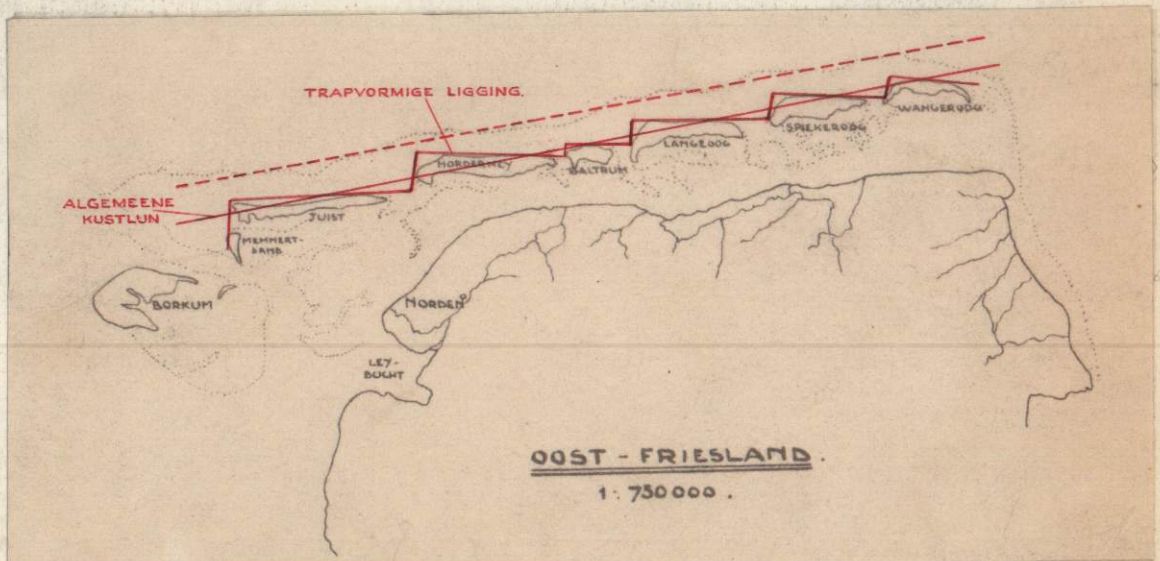


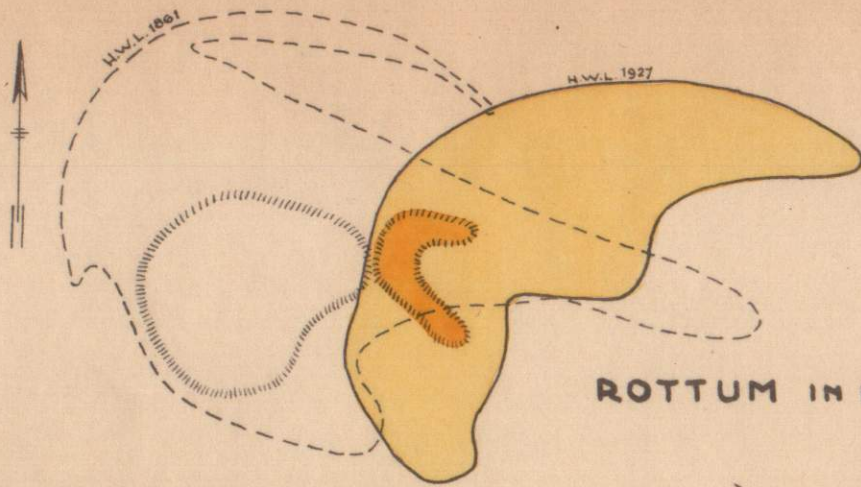
Fig. 67. Trapsgewijze ligging der Oostfriesche waddeneilanden.

met de "aantrede" (lengte van het eiland), omdat de zeegaten en onderwaterdelta's daarmee verband houden. Men zie fig. 67 en ook de onlangs verschenen studie van Gaye en Walther.^{x)}

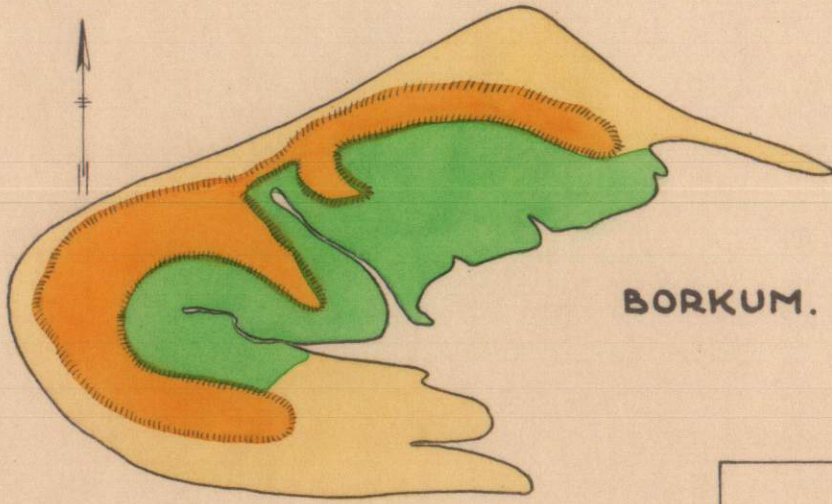
Kleine eilanden als Rottum, Borkum, Wangeroog en Trischen bezitten den barchaan- (sikkelduin)vorm. Deze gelijkstroemformatie ontstaat natuurlijk onder invloed van den eenzijdigen druk uit zee (zie fig. 67^a).

Opmerking. De hierboven ontwikkelde zienswijze omtrent kustbogen berust op empirische, niet op theoretische grondslagen. Tracht men den vorm der bogen te verklaren dan stuit men vooreensnog op groote moeilijkheden. Toch schijnt hiermede een der fundamenteele problemen van kusten aangeraakt te worden. De grondslag eener theorie zal m.i. moeten worden gevonden in de werking der stroomen en der branding. Branding veroorzaakt behalve turbulentie, waardoor het zand van den oever zwevend wordt gemaakt (losgewoeld) ook stroomen. Deze laatste, gecombineerd met wind-, getij en overige stroomen, moeten de vormen bepalen van het gedeponeerde afslagmateriaal. Wij zien de werking der stroomen (met behulp der brandingsturbulentie) op de eene plaats als afknaging tot een bepaalden boogvorm tusschen twee kappen bereikt is, op een andere als opvulling, totdat eenzelfde boogvorm bereikt is en op een derde plaats als de groei van een landtong in een zekeren boogvorm, welke vaak gericht is naar een lijwaarts gelegen vast punt. De richting der resultante van alle stroomen in een bepaald punt, gerekend over lange perioden, moet hier den vorm bepalen; in het eerste geval (afknaging) is deze richting overwegend zeewaarts of zijwaarts, in het tweede mogelijk soms landwaarts, waarbij latere zeewaarts gerichte stroomen niet bij machte zijn het te voren gedeponeerde zand uit de luwe hoeken te doen verdwijnen, in de derde plaats zijwaarts volgens een kuststroomrichting gaande van kaap tot kaap (te diep in het

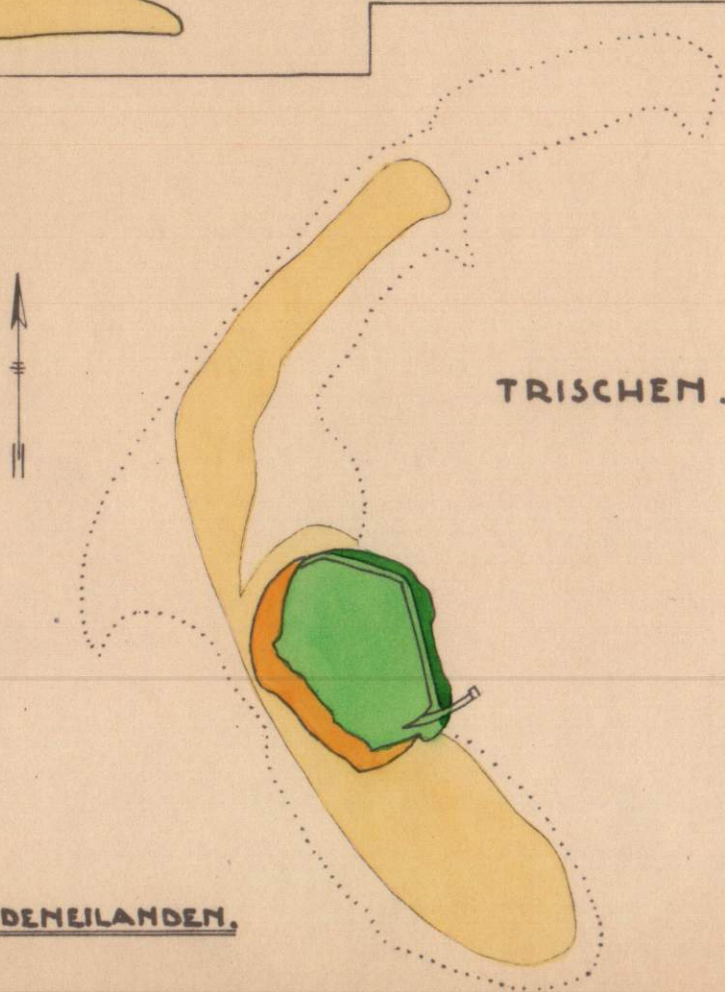
x) Gaye en Walther. Die Sandwanderung der Sandriffe vor den ostfriesischen Inseln. Bautechnik 1935, Heft 41.



ROTTUM IN 1861 - 1927 .



BORKUM.



TRISCHEM.

BARCHAANVORMIGE WADDENEILANDEN.

land gesneden inhammen om de kuststroom de kust te doen volgen).

§ 26. Waarschijnlijke verandering sinds den Romeinschen tijd.

A. Vlaamsche kust.

De veenlaag van ongeveer 1 meter dikte, die zich in het Vlaamsche kustgebied \pm 3 meter onder het terreinoppervlak bevindt, werd gevormd op de scheiding van de "Flandrien" en de "Dunkerquien" perioden.

Vóór de vorming dezer veenlaag kunnen de zeestanden dus ongeveer 3 m (of meer) lager worden gesteld dan thans (zie

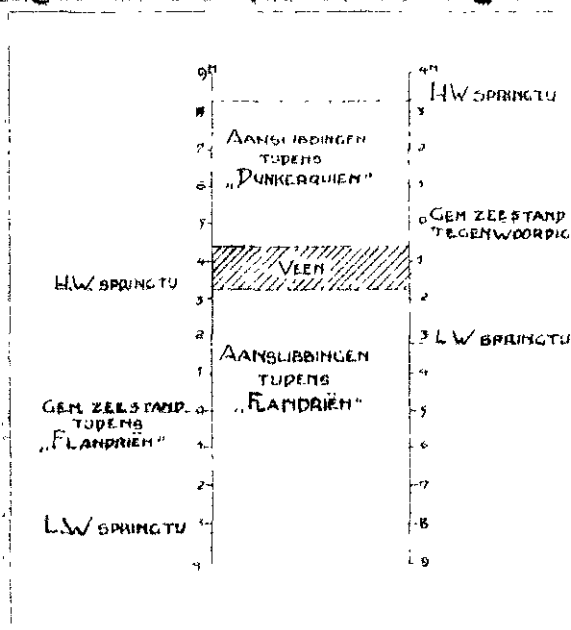


fig. 68). Een veenlaag op soortgelijke, meestal iets grotere diepte, wordt ook in het lage deel van ons land op vele plaatsen aangetroffen. De basis van dit veen ligt dan op 4 à 5 m - N.A.P. ^{x)}

De tijd, waarop de veenlaag door de zee over-
stroomd werd, is volgens

Fig. 68. Zeestanden tijdens "Flandrien" en thans (Briquet).

Briquet vrij zuiver te bepalen. De voor de Romeinen vluchtende Menapiërs verborgen zich volgens Caesar in de moeraswouden achter de kust, terwijl ook Strabo van deze bosschen spreekt.

Behalve de oude beschrijvingen, bezit men nog een betere aanduiding in de ligging der Romeinsche wegen, die van uit Kassel als middelpunt naar de kust gingen over het veen.

x) Zie B. Polak, Een onderzoek naar de botanische samenstelling van het Hollandsch veen, 1929.
F. J. Faber. Geologie van Nederland. 1933.

Deze wegen (zie fig. 69) zijn gedeeltelijk bedekt ^{x)} met de mariene afzettingen van de laatste zeerijzingsperiode, welke in Frankrijk, "dunkerquien" wordt genoemd. Vondsten

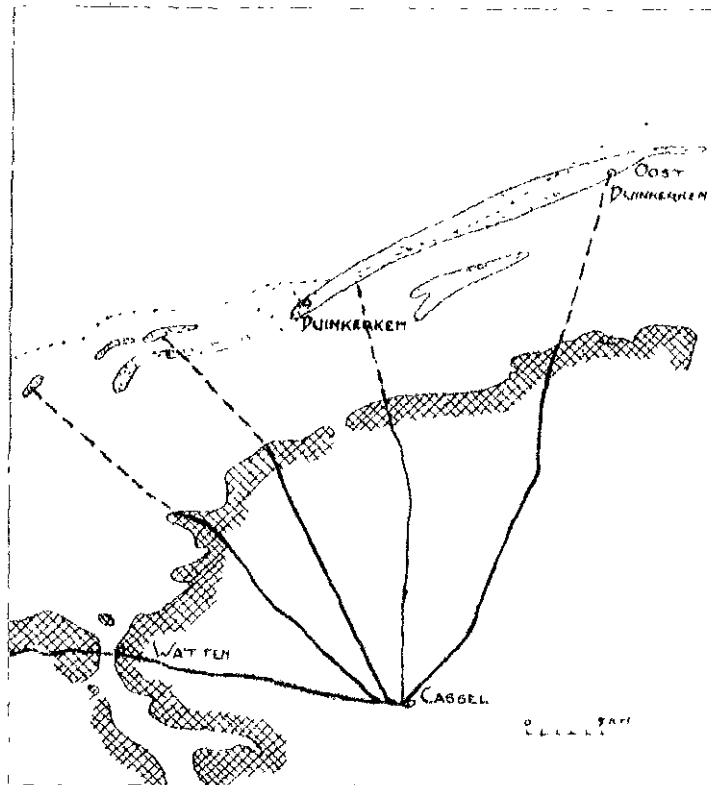


Fig. 69. Romeinsche wegen onderduikende in de recente opalibingen (Briquet).

van Romeinsche munten e. d. zouden erop duiden, dat deze wegen nog tot in de 4e eeuw n. Chr. begaanbaar moeten zijn geweest. Een Romeinsch geschrift van omstreeks 300 beschrijft hier nog de moeraswouden, zooals Caesar die gezien had. Aangenomen wordt dus, dat het begin der mariene transgressie hier eerst in de 4e eeuw heeft plaats gehad. ^{x)}

Reeds vóór de overstroming moet de Vlaamsche kust uit zand hebben bestaan en duinen hebben bezeten, omdat er ook toen een zandige ondiepe zeebodem zal zijn geweest. Na de overstroming werden deze duinen waddeneilanden. Waarschijnlijk ging dit niet met catastrophen gepaard, daar de riviertjes hier monden moesten hebben bezeten, waardoor

x) Zie A. Briquet. Le littoral du Nord de la France, blz. 360 e. v. met de daarbij genoemde uitvoerige literatuur.

het water continu in en uit kon stroomen. De plantengroei werd door het toenemende zoutgehalte gedood. De resten van deze oude duinen heeft Briquet nagepeurd. Fig.70 geeft van de resultaten dezer onderzoekingen een voorbeeld.

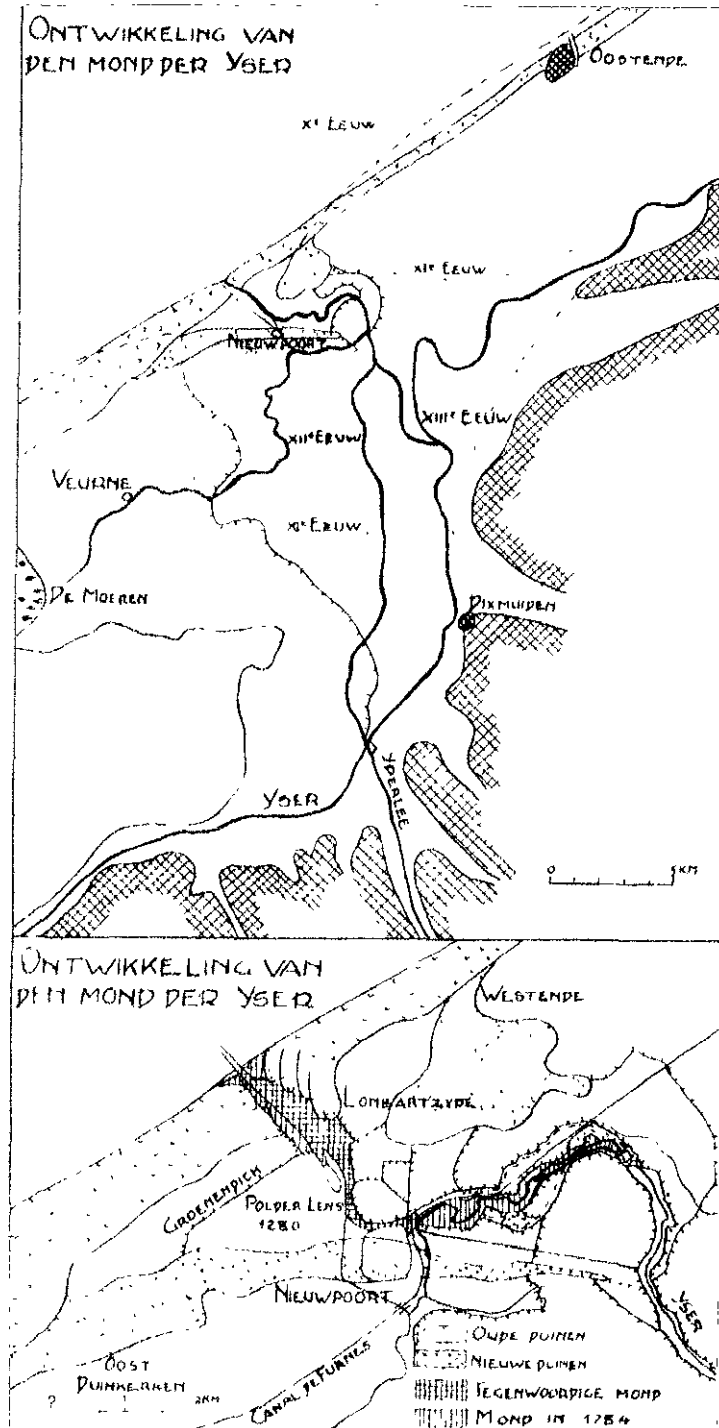


Fig.70. De ontwikkeling van den mond der IJzer (Briquet).

Links van den in deze figuur afgebeelden IJzermond is de "staart" van het eiland, dat zich tusschen Nieuwpoort en

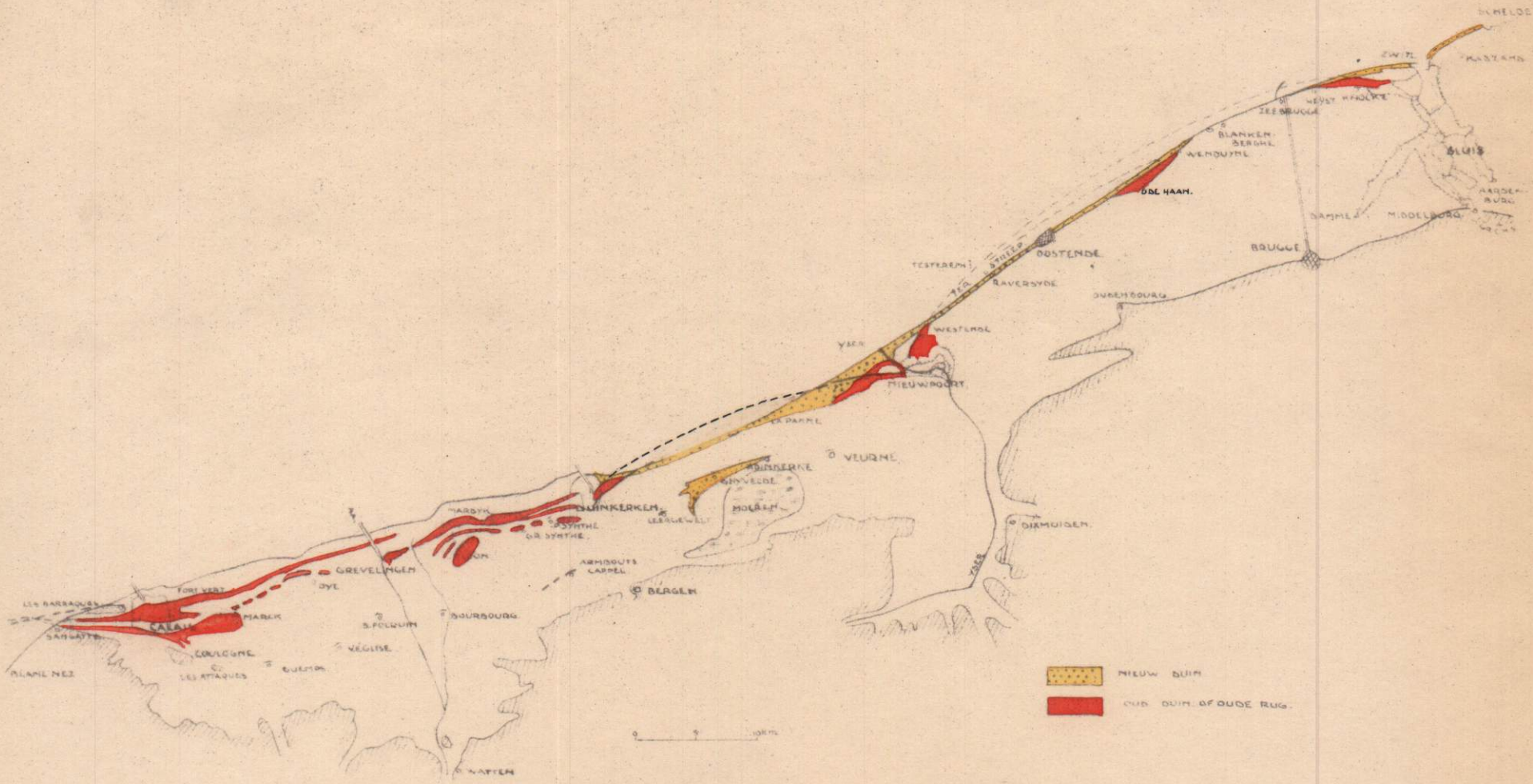


FIG. 71. OUDE KUSTVORMEN IN VLAANDEREN VOLGENS BRIQUET.

FIG. 71

Duinkerken moet hebben uitgestrekt; rechts is de "kop" van het volgende, gelegen tusschen Westende en de Haan. De buitenkanten dezer eilanden werden naderhand afgeschaafd, terwijl zich langs de nieuwe kust de jonge duinen vormden. Ten Noorden van Westende zag ik in 1935 op het strand een bloot gelegde klei-veenlaag, welke in de richting van de door Briquet geteekende stippellijn liep.

In fig. 71 werden de onderzoekingen van dezen deskundige overzichtelijk verzameld. De oude en de nieuwe duinen werden verschillend aangegeven, waardoor een beeld werd verkregen van de ontwikkeling van een waddeneilandenkust tot een normale duinkust, nadat de wadden waren opgevuld en de zeegaten verdwenen.

B. De Engelsche kust der oudheid.

Voor de volledigheid wordt hierbij een kaartje ^{x)} overgelegd van de vroegere Engelsche kust, dat echter niet de exactheid bezit van Briquet's kaart voor de Vlaamsche. Met de oude kusten van fig. 72 worden de zeer oude opgeheven stranden bedoeld.

Van belang voor ons is de zuidoostkust (fig. 72). De grindpunt van Dungeness is natuurlijk alluviaal. In Romeinschen tijd lag hier de haven *Portus Lemanae*, de tegenwoordige luchthaven *Lympne*. De kliffen van *Folkestone* en *Dover* worden als niet afgeslagen geteekend. De *Wantsum*, het kanaal tusschen *Thanet* en den vasten wal werd naderhand met alluviale producten opgevuld. De noordkust van *Kent* sloeg af. Dit laatste geschiedt thans nog, daar de oever uit wecke klei bestaat en deze op vele plaatsen

x) C.W. Hollingworth. "The tides from an engineers standpoint. Publ. Inst. of Civ. Eng. 1924.

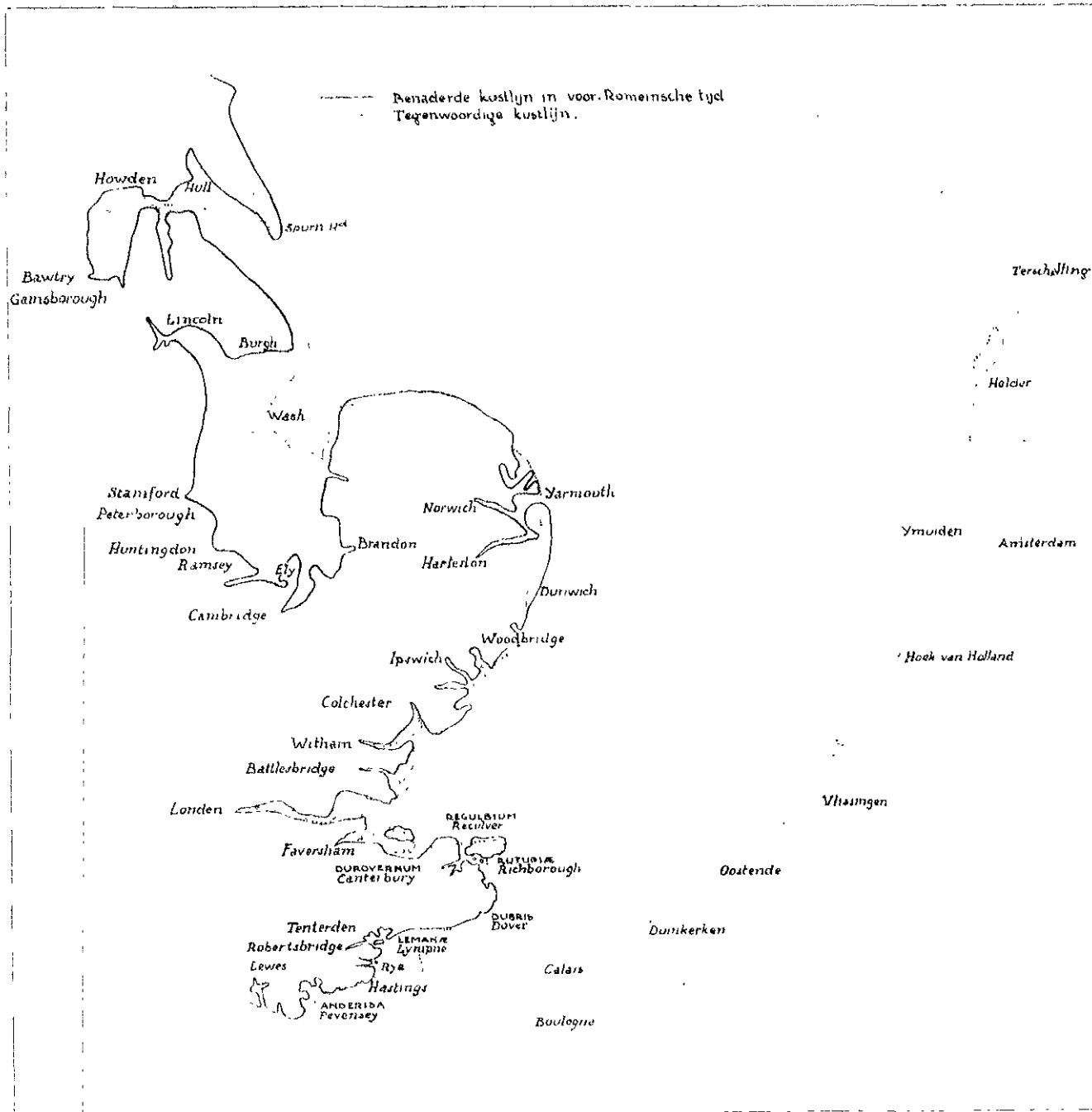


Fig. 72. Zeer oude kustlijnen in Engeland.

niet voldoende wordt verdedigd. De afslag op de sterkst afkalvende punten bedraagt, naar men mij op het terrein mededeelde, maximaal $\pm \frac{1}{2}$ m per jaar (1 km per 2000 jaren).

C. De oude Hollandsche kust.

De oude Hollandsche kust moet niet als over de geheele linie gelijkmatig teruggeslagen worden beschouwd.

In de geschiedenisatlassen en dergelijken wordt de kust gewoonlijk zeer ver (bv. 10 km) zeewaarts van de thans bestaande en ongeveer evenwijdig daarmee geteekend. Dit

schijnt onlogisch.

Het is bekend, dat bezuiden Monster het oude Helinium een zeer groot zeegat was. Ten noorden daarvan moet, op grond van de in de vorige paragrafen genoemde overwegingen, een breede duinkop hebben bestaan, terwijl voor den mond vele banken moeten hebben gelegen (de buitendelta of "gronden").

Hetzelfde, doch in minder sterke mate, moet het geval geweest zijn bij den Rijnmond te Katwijk, terwijl ook bij den mond van het Zijpe iets dergelijks aanwezig geweest moet zijn (zie fig. 73).

Na het dichtslaan dezer monden verdwenen de onderwaterdelta's ervan door de zee- en stranddrift naar het noorden. De kust werd hier "schoon", d.w.z. zonder zandbanken.

De drie vloedbanken het Harde, de Uiterrib en de Smalacht, die nog op de 16e, 17e eeuwse kaarten voorkomen, zijn mogelijk de laatste resten van het zand dezer voormalige delta's geweest.

Tezamen met het verdwijnen der "zeegatgronden" moesten ook de koppen afslaan, daar deze buiten de algemeene kustlijn uitstaken. Immers een kop dankt zijn bestaan aan de daarvoor liggende zandbanken. Het eindresultaat van het verdwijnen der monden was dus een gladschaving.

Het bewijs voor deze theorie kan worden gevonden in den loop der duinen bij Scheveningen en bij Katwijk. Voorts in den bekenden historischen achteruitgang der kusten bij Delfland en Scheveningen en in het verdwijnen van den Britenburg benoorden Katwijk.

Wat de mond der Schelde betreft, deze werd tusschen Walcheren en Schouwen getoekend, in verband met de ligging van Domburg, dat Romeinsche oudheden opleverde. De duinen

BENADERDE VORM DER NEDERLANDSCHE KUST IN ROMEINSCHEN TUD.

————— OUDE TOESTAND
 - - - - - TEGENW.
 WEGGESLAGEN DUINEN
 BESTAANDE

23 EILANDEN TOT DENEMARKEN. (PLINIUS)
 WADDEN.
 TERSCHELLING
 VLIE
 VLIELAND
 EDERLAND
 TEXEL
 DILUVIUM

MARSDIED.
 TOTAAL
 HET ZUPE?

RUN.

BRITTENBURG

TORUM HADRIANI

OUDE KUST.?

HELINIUM.

SCHELDE

DOMBURG

OUDE KUST. —

HONTE

SCHELDE

DE ONDERSTREEPTE
PLAATSNAMEN BEZITEN
ROMEINSCH E OUDHEDEN.

zijn hier dus oud. De mond van de Westerschelde (de Honte) schijnt betrekkelijk jong te zijn. Overigens staat van deze verbrokkelde kust weinig vast.

Ptolemaeus geeft de lengten en breedten van onze riviermonden. Als uitgangspunt Kaap Itium (Cris Nez of kaap Alprecht) aannemend denkt Ptolemaeus zich den afstand van deze kaap tot den mond der Schelde \pm 140 km. In werkelijkheid is de afstand \pm 150 km, indien voor den Scheldemond die der Costerschelde wordt aangehouden. Voorts geeft hij voor den afstand tusschen den Schelde- en den Maasmond 130 km en voor dien tusschen den Maas- en den Waalmond (westelijken Rijnmond) 140 km. Dit zijn natuurlijk grove vergissingen, indien men deze maten van geografisch standpunt beschouwt. Immers is de lijnrechte afstand tusschen Domburg en Monster slechts \pm 70 km, terwijl hij volgens Ptolemaeus 270 km is.

Volgens Romeinsche begrippen kan de afstand van kaap Itius tot den Maasmond wel $140 + 130 = 270$ km zijn - wegafstanden dan. Voor de Romeinen waren immers de afstanden van de eene plaats naar de andere essentieel, niet de richtingen of de juiste geografische verhoudingen. Door het aestuarium bewesten Bergen op Zoom en Geertruidenberg zal geen weg hebben geloopt, zoodat de totale wegafstand tusschen kaap Itius (Boulogne) en den middelsten Rijnmond ook wel $150 + 150 + 140 + 35$ km = 475 km geweest kan zijn.

(Alexandrijn)
Ptolemaeus, die als Griek reeds den bolvorm der aarde kende en de juiste geografische vormen wilde voorstellen, zal zich hebben moeten behelpen met de Romeinsche afstanden en vage richtingaanduidingen.

Dr. J. Schoo^{x)}, die onlangs over dit onderwerp een inte-

x) Dr. J. Schoo. De geografische plaatsbepaling van Ptolemaeus aan de Hollandische kust. Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen. Jan. 1934.

resant artikel schreef, huldigt de meening, dat de kust hier een grooten inham gemaakt zal hebben. Deze inham moet natuurlijk als een ondiep aestiarium met duineneilanden in den doorgaanden kustboog worden opgevat.

De vraag in hoeverre de kust tusschen Cadzand en Monster in Romsinschen tijd reeds verbreekd is geweest, kan door een onderzoek der duinvormen, in den geest zoals Briquet voor de Vlaamsche duinen deed, mogelijk nader tot een oplossing worden gebracht. Het ware gewenscht tevens de ligging der oude wegen en rivierovergangen in ons land beter te leeren kennen.

De door Ptolemeus genoemde afstand tusschen den westelijken Rijnmond (Waal) en den middelsten Rijnmond (Katwijk) van 55 km is aannemelijk; voor den afstand van Katwijk tot den "oostelijken" Rijnmond rekent hij \pm 100 km. Indien daarmede het Vlie wordt bedoeld is deze afstand niet juist. Wel indien het eerste zeegat naar het noorden d.w.z. het Zijpe of het Marsdiep wordt bedoeld. Het is echter onzeker of deze zeegaten toen reeds bestonden.

Plinius geeft te kennen, dat er 23 waddeneilanden waren. Thans tel ik tusschen den Helder en Blaavandshoek 21, Schachden megeroken. Bekend is dat er in historischen tijd eenige kleinere zijn verdwenen. Dat er reeds wadden achter de eilanden aanwezig waren volgt ook uit Plinius' beschrijving onzer kusten en terpen.

§ 37. Zeespiegelveranderingen.

In vergelijking met andere landen wordt in ons land bijzonder veel aandacht geschonken aan de wisselingen van het zeeniveau ten opzichte van het land, hetgeen in verband

met onze lage ligging zeer verklaarbaar is ^{x)}. Stormen kunnen den gemiddelden zeesstand 3 à 4 m verhoogen en als vaststaande mag men ook aannemen, dat de zeespiegel ten opzichte van onze kusten betrekkelijk veel is gestegen sinds de laatste millennia.

Deze regelmatige of onregelmatige zeespiegelverhooging ten opzichte van het land moet uiteindelijk een verstrekenden invloed uitoefenen - doet dit feitelijk reeds, daar men alle dijken voortdurend heeft moeten verhoogen en het polderland steeds lager t.o.v. den zeespiegel komt te liggen. De oorzaak kan tweërlei zijn: zakkings van den bodem doordat Nederland in een troggebied ligt en rijzing van den zeespiegel doordat het poolijs langzamerhand meer gaat smelten.

Deze laatste theorie is, in afwijking van hetgeen men wel eens hoort, reeds betrekkelijk oud. Reeds in 1842 berekende de Amerikaanse Maclaren uit de grootte der wisselende ijskappen zeespiegelbewegingen van 100 en 200 meter.

Haulig zegt in zijn recent werkje (1935) over dit onderwerp ⁺⁾ dat, met uitzondering van eenige bijzondere plaatsen, over de geheele wereld duidelijke sporen van de zeespiegelbeweging is te bemerken, eerst een verlaging van vele tientallen meters en nadien een overeenkomstige verhooging. Deze verhooging schijnt nog steeds door te gaan.

x) Zie o.a. J. G. Hammer. De daling van den bodem van Nederland. Tijdschr. Kon. Inst. v. Ingenieurs 1907-1908.

Dr. J. F. Steenhuis. Beschouwingen over en in verband met de daling van den bodem van Nederland. Verh. Kon. Academie v. Wetensch. 2^e sectie XIX Nr. 2, 1917.

+) H. Haulig. The Changing Sealevel. Inst. of British Geographers Nr. 3. 1935.

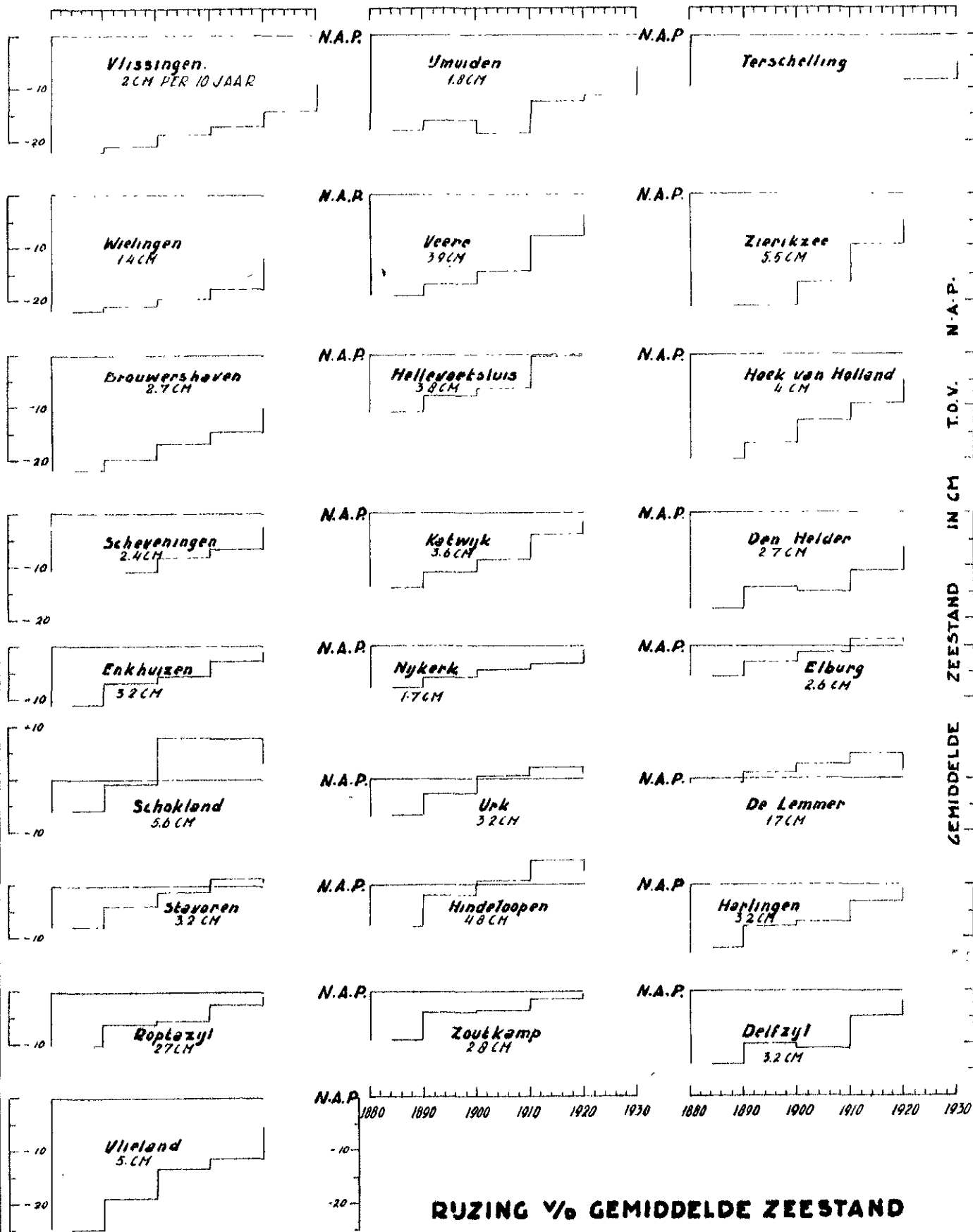
Zij is ^{voorons} van grooter beteekenis dan de veronderstelde verruiming van het Nauw van Calais. Deze zeeëngte is en blijft ook in een verre toekomst een tamelijk onbeduidende, secundaire opening der Noordzee, die weliswaar van veel belang is voor de Vlotte Zee en hare kusten, doch waar toch geen waterstandsverhoogingen van te verwachten zijn, omdat zij - praktisch gesproken - niet meer kan uitschuren. Bij uitschuring zou men trouwens een zeer geringe verlaging der amplituden in het zuiden kunnen verwachten.

In het algemeen valt bij al onze peilschalen een verhooging van den gemiddelden zeestand te bespeuren. Fig. 74 geeft hiervan eenige voorbeelden. Het betreft de 10-jaarlijkse middenstanden voor een aantal stations nabij de zee kust. Meestal worden de halftijstanden als basis van vergelijking genomen, d.w.z. het vlak ter halve hoogte van de peilen H.W. en L.W., doch deze laatste zijn niet zoo constant, omdat de hoogere harmonischen der getijkrommen gemakkelijk kunnen wisselen en belangrijken invloed uitoefenen op de standen van hoog- en laagwater. Deze halftijstanden kunnen reeds vrij spoedig eenige decimeters van den middenstand verschillen. Onder middenstanden worden hier verstaan de geregelde waarnemingen, welke om 8^u en 14^u geschieden en waarvan de gemiddelden door den Algemeenen Dienst in de verschillende "Tienjaarlijkse Overzichten"^{x)} worden gepubliceerd. Voor de verschillende stations behoeven zij niet met het N.A.P.vlak samen te vallen, al verschilt dit natuurlijk betrekkelijk weinig. Door het zeer groot aantal waarnemingen nl. 7500 in 10 jaren verkrijgt men een groote zekerheid.

Volgens de in fig. 74 afgebeelde grafieken bedroeg de

x) Rijkswaterstaat. Tienjarig Overzicht der waterhoogten. Alg.Landsdrukkerij. Zie ook: De jaarboeken der waterhoogten.

1880 1890 1900 1910 1920 1930 1880 1890 1900 1910 1920 1930 1880 1890 1900 1910 1920 1930



N.A.P. T.O.V. IN CM ZEESTAND GEMIDDELD

**RUZING % GEMIDDELD ZEESTAND
2-8 h. WAARNEMINGEN.**

DE GEM. ZEESTANDRUZING PER 10 JAAR GEMIDDELD
VOOR DE 24 WAARNEMINGSPUNTEN = 3.2 CM.

1880 1890 1900 1910 1920 1930

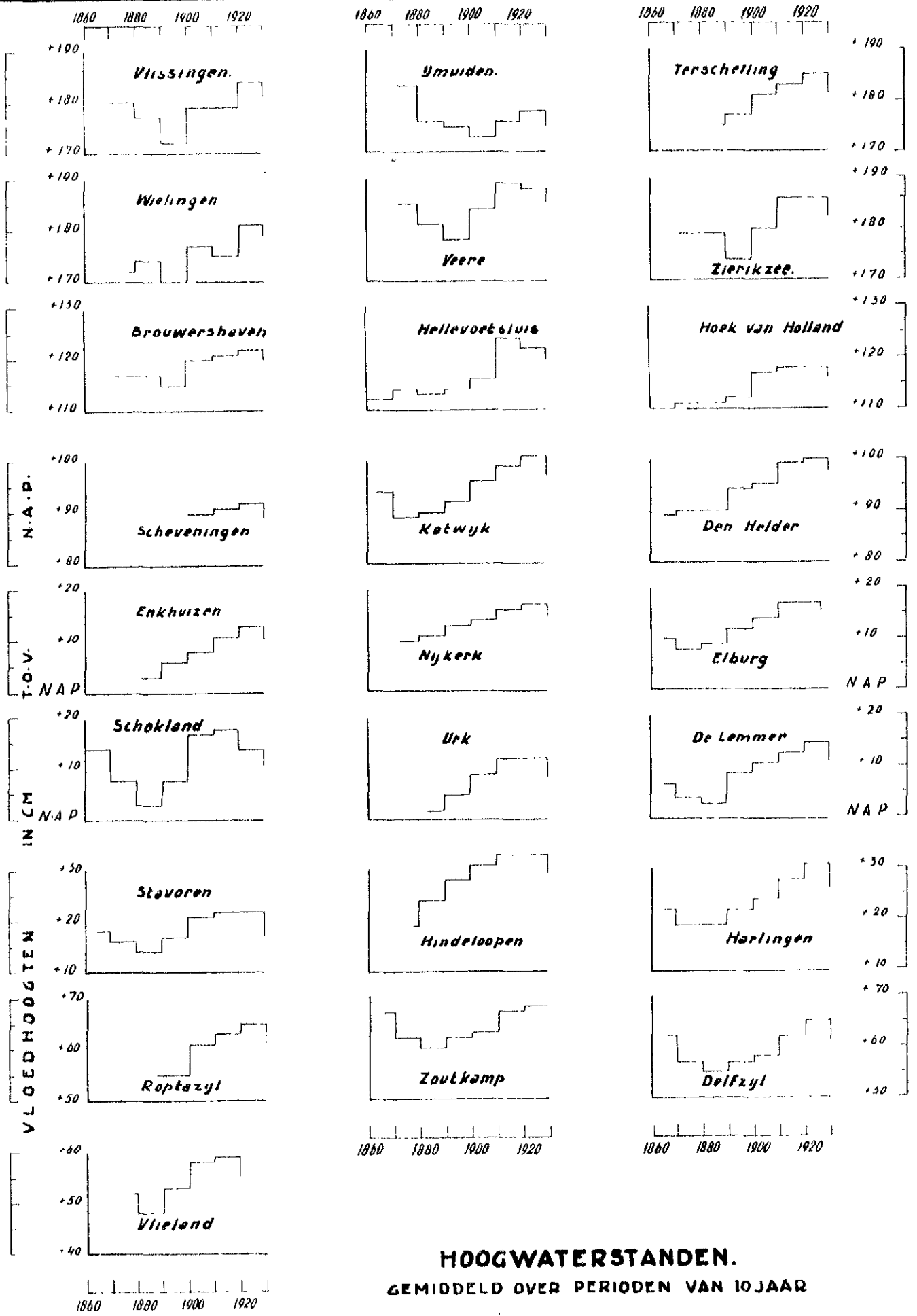
Fig. 74.

gemiddelde stijging sinds ± 1880:

voor Vlissingen	2.0	om	per	10	jaar
" Wielingen	1.4	"	"	"	"
" Veere	3.9	"	"	"	"
" Brouwershaven	3.7	"	"	"	"
" Zierikzee	5.5	"	"	"	"
" Hellevoetsluis	3.8	"	"	"	"
" Hoek van Holland	4.0	"	"	"	"
" Scheveningen	2.4	"	"	"	"
" Katwijk	3.6	"	"	"	"
" IJmuiden	1.8	"	"	"	"
" den Helder	3.7	"	"	"	"
" Enkhuizen	3.2	"	"	"	"
" Urk	3.2	"	"	"	"
" Schokland	5.6	"	"	"	"
" Nijkerk	1.7	"	"	"	"
" Elburg	2.6	"	"	"	"
" de Lemmer	1.7	"	"	"	"
" Stavoren	3.3	"	"	"	"
" Hindeloopen	4.8	"	"	"	"
" Harlingen	3.2	"	"	"	"
" Vlieland	5.0	"	"	"	"
" Roptazijl	2.7	"	"	"	"
" Zoutkamp	2.6	"	"	"	"
" Delfzijl	3.2	"	"	"	"

Deze stijgingen loopen dus uiteen van 1.4 tot 5.6 om per 10 jaren; het gemiddelde over alles is 3.2 om/10 jaar. Rekent men dat de zakking van sommige peilschalen een rol speelt (zie Schokland met 5,6, om) dan komt men op een iets geringer bedrag, zeg 2 à 3 om.

Dit is het cijfer, dat tegenwoordig vrijwel algemeen



HOOGWATERSTANDEN.
 GEMIDDELD OVER PERIODEN VAN 10 JAAR

wordt aangenomen.

Fig. 75 geeft de stijgingen van het 10 jaarlijksch hoogwater voor dezelfde plaatsen. Deze zijn niet zoo geschikt voor de bepaling van den stijging van den gemiddelden zeespiegel als die van fig. 74, daar de 18 jaarlijksche getijperioden en mogelijk nog andere grootere getijperioden hierbij hun rol vervullen, doch niettegenstaande dat zijn ook deze grafieken wel leerzaam. Voor sommige stations als Enkhuizen, Nijkerk, Elburg, was de stijging regelmatigiger dan voor andere (Vlissingen, Wielingen, Veere, Zierikzee). Mogelijk zit dit in de verschillende getijamplituden, die in het zuiden grootter zijn en in de vroegere Zuiderzee klein waren. Bijzonder regelmatig vertoonen Delfzijl, Zoutkamp, Vlieland, Katwijk, Elburg, Stavoren, de Lemmer en Harlingen laagste punten omstreeks 1880. Daarvóór schijnt een daling van den H.W. stand te zijn opgetreden.

Het verschil in hoogte tusschen de gemiddelde hoogwaters van de laatstgenoemde stations, gerekend van het minimum van \pm 1880 tot heden is 8 à 12 cm of gemiddeld 2.00 cm per 10 jaar. Dit is dus ongeveer gelijk aan het tevoren genoemde gemiddelde voor de rijzing der gemiddelde zeestanden.

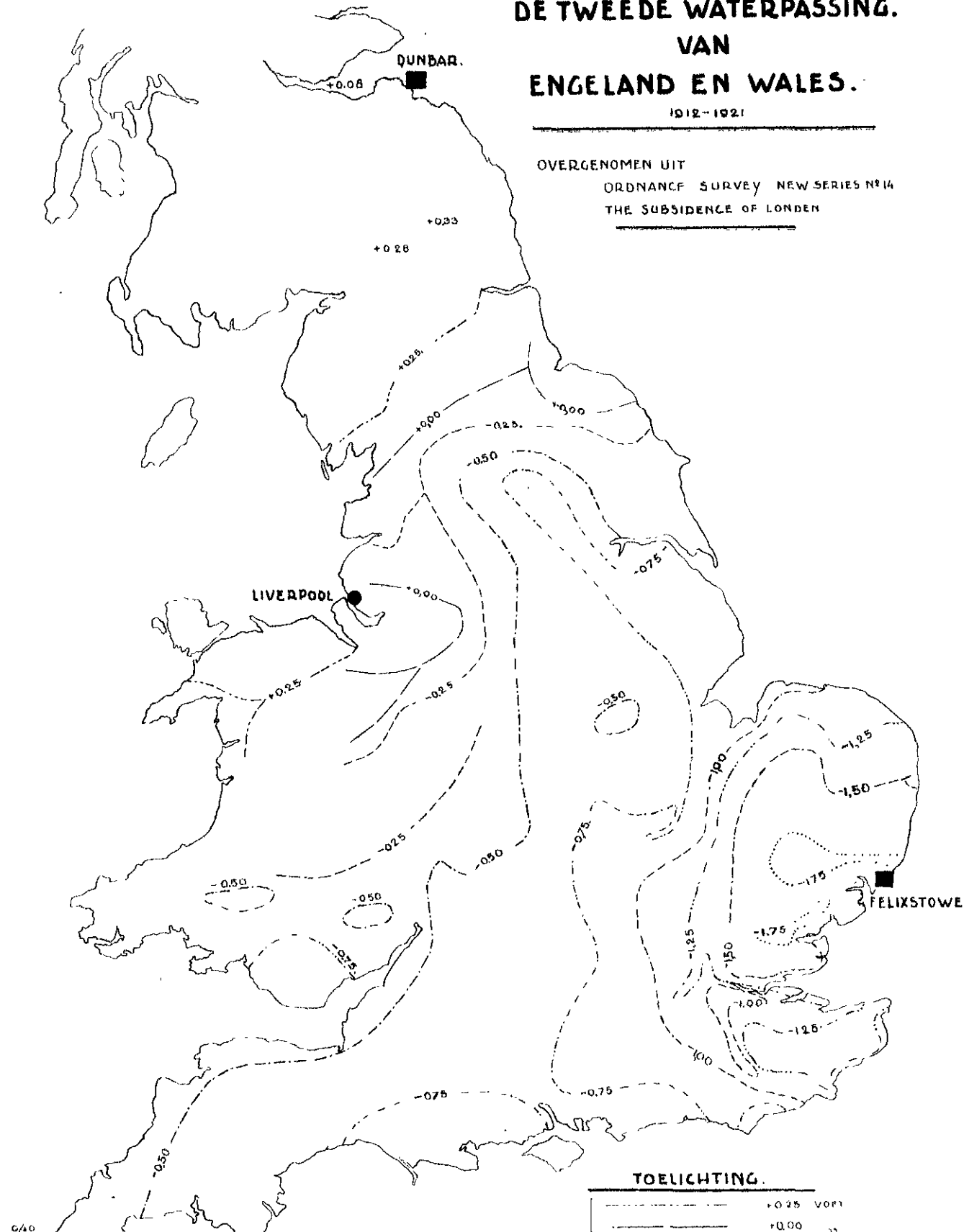
Het is jammer, dat de regelmatige series waarnemingen vóór 1880 betrekkelijk schaarsch zijn en dat de middenstanden (8^u en 14^u standen) niet eerder bepaald werden. Ook valt het te betreuren, dat deze middenstanden voor 1921-1930, waarschijnlijk uit zuinigheidsoverwegingen, niet meer zijn berekend. De meest belangwekkende serie ter bepaling van de rijzing van den zeespiegel, nl. die der middenstanden, werd daardoor afgebroken.

Fig. 76 geeft de zakkingen en stijgingen in Engeland

DE TWEEDE WATERPASSING. VAN ENGELAND EN WALES.

1912-1921

OVERGENOMEN UIT
ORDNANCE SURVEY NEW SERIES N°14
THE SUBSIDENCE OF LONDON



HOOGTEVERSCHILLEN TUSSEN DE
WATERPASSINGEN T.O.V. HET
NEWLYNVLAK (1912-1921) EN
HET LIVERPOOLVLAK (1840-1860)

TOELICHTING.

—+—+—+—+—+—+—+—+—	+0.25 VOET
—+—+—+—+—+—+—+—+—	+0.00 "
- - - - -	0.25 "
- - - - -	0.50 "
- - - - -	0.75 "
- - - - -	1.00 "
- - - - -	1.25 "
- - - - -	1.50 "
- - - - -	1.75 "
■	GETYSTATION

Fig. 76.

volgens de onderzoekingen van de "Ordnance Survey" (1932)^{x)}. In het Zuidoosten, met Harwich als centrum, worden dalingen gevonden van 1 à 2 voet (30 à 60 cm) in 60 jaren. Het westen en noorden schijnt te stijgen.

Dit bedrag van 5 à 10 cm in 10 jaar is bijzonder hoog. De vraag rijst daarom of ook waterpasfouten gemaakt kunnen zijn. Gezien onze eigen ervaringen schijnt dit lang niet onmogelijk. De uit peilschaalaflezings verkregen gegevens moeten als betrouwbaarder worden beschouwd.

Intusschen schijnt de zakking van Zuidoost-Engeland en de stijging van Wales en Schotland tevens uit geologische gegevens te volgen. Daar ook Skandinavië ten opzichte van de zee stijgt (in den kop van de Bothnische golf 1 m per eeuw, in vroegere tijden wel 13 m per eeuw^{+) , zou ons zakkingengebied dus in het noorden en westen begrensd worden door het bergland van Wales, Schotland en Skandinavië.}

Het voorkomen van hoogveen op groote diepten (laagveen is volgens de onderzoekingen van mej. B. Polak^{*) slechts een zelden voorkomende substantie) in het westelijk en noordelijk deel van ons land wijst een positieve niveauverandering - over groote perioden gerekend - zonder twijfel aan. Sinds het begin van den bouw der dijken (± 1000) moest men deze ook eenige meters verhoogen en hetzelfde was een milliade eerder het geval met de terpen.}

Over eenige honderden jaren zullen wij over een goede serie peilschaalwaarnemingen beschikken en de eventueele periodische of aperiodische schommelingen betrekkelijk goed

x) Capt. Longfield. The subsidence of London 1932.

+) Rolf Witting. Hafsyttan geoidytan SzwPennis 1918. (zie A. Penck. Theorie der Bewegung der Strandlinie. 1934).

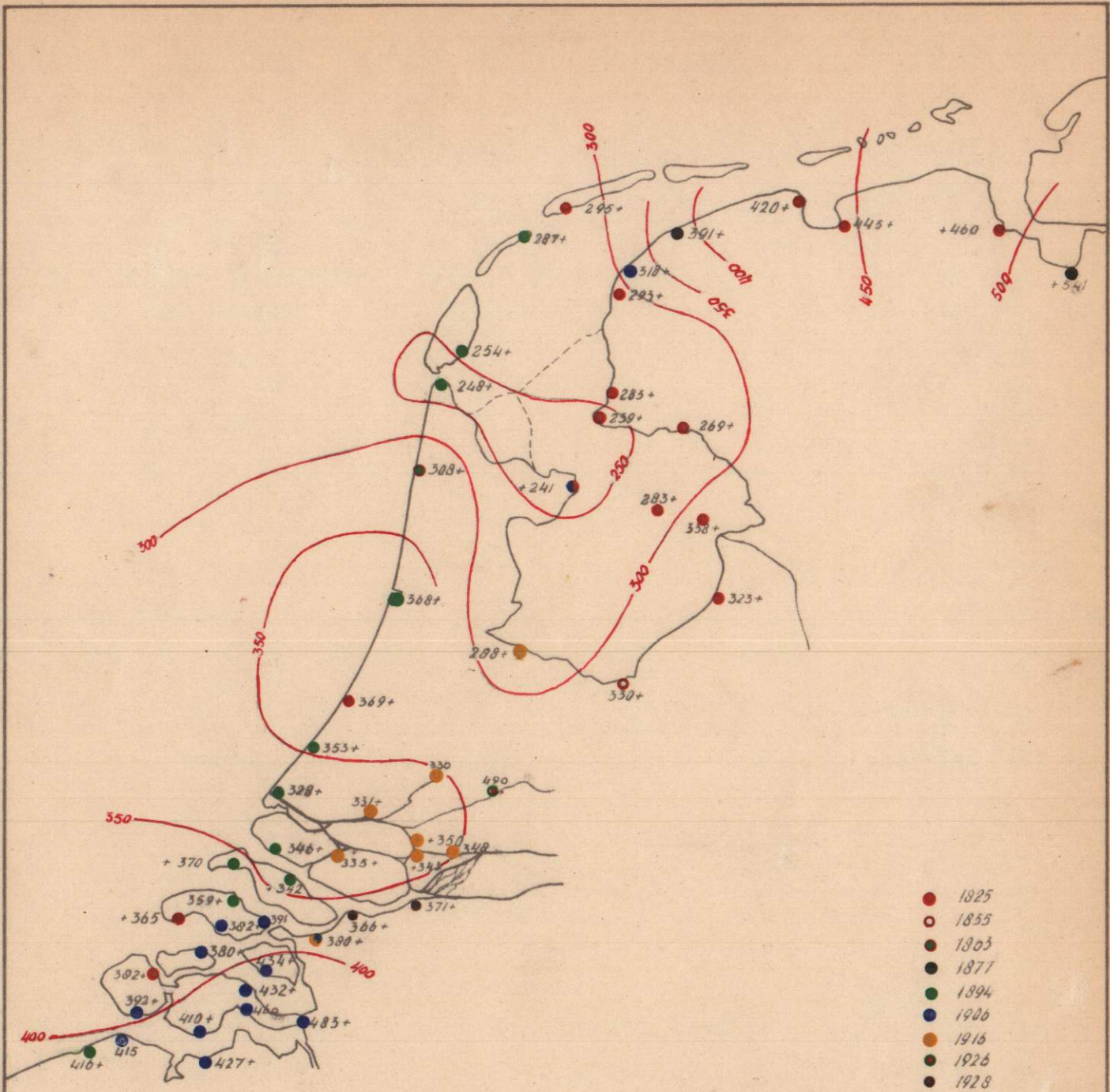
*) Dr. B. Polak. Een onderzoek naar de botanische samenstelling van het Hollandsch veen. 1929.

hebben leeren kennen. Van belang is daarbij, dat thans door den Rijkswaterstaat stappen worden genomen om in overleg met den Rijks Geologischen Dienst punten te vinden, die zich zoo goed mogelijk als fundamenten voor peilschalen zullen leenen.

Wat de stormvloedshoogten betreft, deze werden voor een aantal stations voorgesteld in fig. 77. Het hoogst loopen deze op in het zuiden en vooral in het noorden. In den mond der Westerschelde is het maximum ruim 4.00 m + N.A.P., in Delfzijl 4,60 m + N.A.P. en bij Statenzijl zelfs 5,41 m + N.A.P. De laagste stormvloedstanden werden gevonden tusschen Enkhuizen en Stavoren (\pm 2.40 m +), doch dit is door den afsluitdijk natuurlijk veranderd. Tusschen Petten en Ameland zyn de stormvloedstanden sinds 1825 lager gebleven dan 3.00 m + N.A.P. In de benedenrivieren bleef de hoogste stand ook betrekkelijk laag, nl. minder dan 3.50 m + N.A.P.

Stormvloeden kan men beschouwen als een superpositie van een tijdelijk verhoogden middenstand der zee met de normale getijbeweging. Deze tijdelijke middenstandsverhooging is door Dr. Deodson^{*)} (1929) opgevat als een breede golf, wier top van het noorden van Schotland naar het zuiden trekkend voor een aantal gevallen nog langs onze kusten was te vervolgen. Deze "vloedgolf" der middenstand hangt natuurlijk af van den trek der depressie, die haar veroorzaakt, doch kan ook, eenmaal verwekt zijnde, een eigen voortplanting bezitten. Wel beschouwd zijn dus de volgende factoren van invloed op de verhooging van den middenstand tijdens stormen: 1o. opwaaiing, 2o. lage barometerstand (10% verschil in kwikhoogte is 1 meter hooger waterstand),

x) Dr. A. T. Deodson. Report on Thames floods. Meteorol. Office, Nr. 7 vol. V. 1929.



- 1825
- 1855
- 1863
- 1877
- 1894
- 1906
- 1916
- 1926
- 1928

STORMVLOEDSTANDEN IN CH + N.A.P.

WATERWAARNEMINGEN									
HOOGSTE STORMVLOEDSTANDEN NA 1824, VOOR DE AFSLUITING VAN DE ZUIDERZEE.									
OPGEN. D.D. PAR.			GET. D.D. DEC. 1935 PAR. 2.			GEZ. D.D. DEC. 1935 PAR. de 3			
SCHAAL 1:2000.000					BLAD.		IN BLADEN.		
KAART N ^o 10			7		FORM. A		REG. N ^o 395		

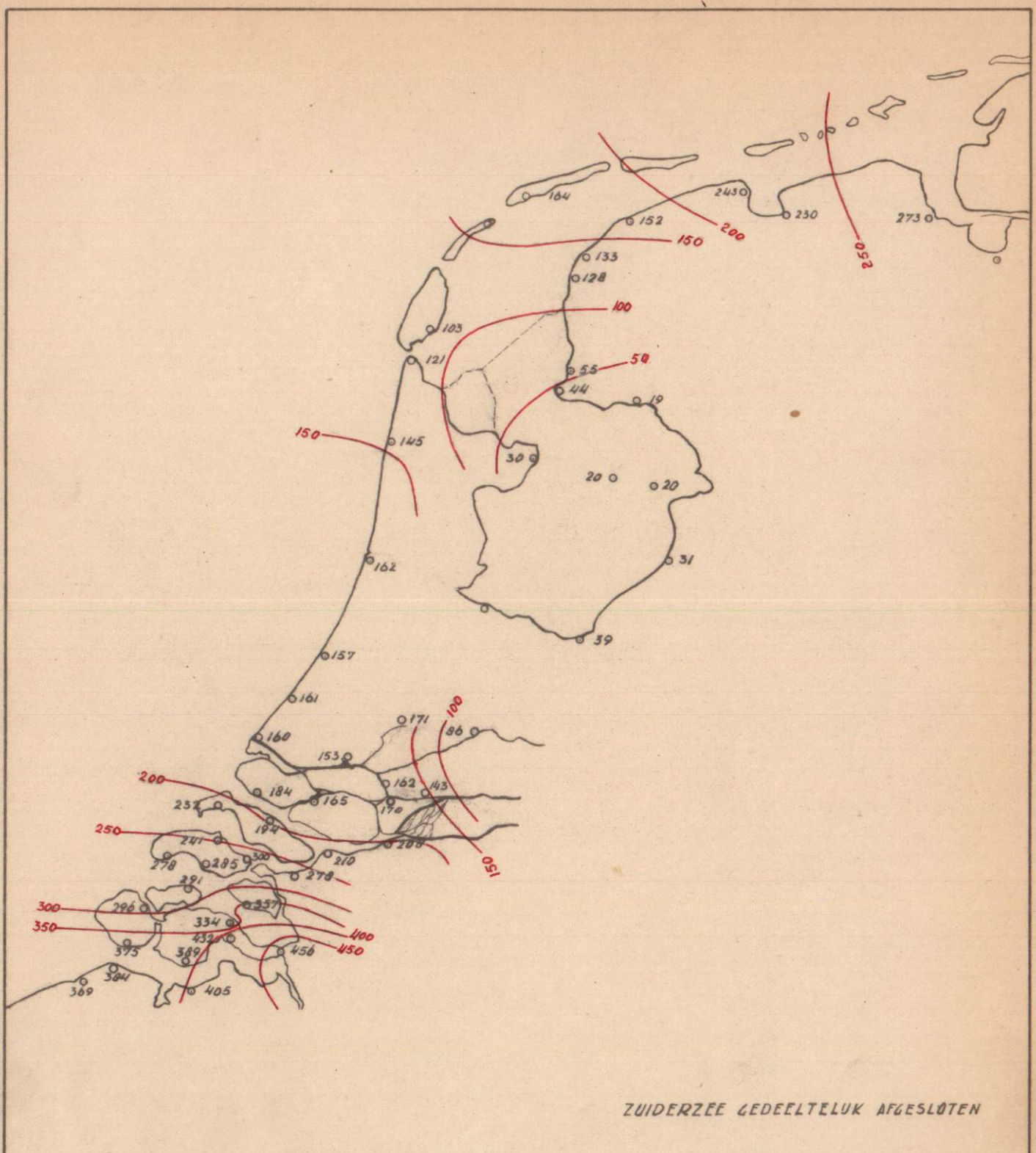
30. eigen beweging der vloedgolf. In benedenrivieren komt er dan nog als 4e factor bij de afvoer der bovenrivier.

De Staatscommissie van 1916^{x)} heeft op blz. 123 van haar rapport een kansberekening opgezet voor een wisselende middenstandverhoging - opstuwing genoemd, waarin de onder 10. t/m 30. genoemde factoren dus zijn begrepen - en een getijbeweging. Er bleek uit, dat voor Hoek van Holland de mogelijkheid van samenvalling dezer maximumstuwing (2.50 m) en een maximum H.W. tijdens giertij (1.10 m boven middenstand) d.w.z. een stormvloed van 3.90 m + N.A.P., slechts eens in de 27500 jaren zou voorkomen. De kans op een stormvloed van 3.00 m + N.A.P. of hooger bestaat eens in de 7 jaren, 3.40 m of hooger eens in de 68 jaren, 3.50 m of hooger eens in de 326 jaren, enz.

De verheffing van den middenstand (opwaaiing of opstuwing) is dus de voornaamste factor voor een groot gedeelte van onze kust. De grootste middenstandsverheffingen vindt men bij N.W. of WNW.winden. Voor de opwaaiing is de ondiepte der kustzee van veel belang. Men vergelijke bv. de Zuiderzee⁺, waar de opwaaiing tusschen Amsterdam en Kampen eenige meters kan bedragen en de Straat van Dover. Bij deze laatste, waar diepten van 30 à 40 m op geringen afstand uit de kusten worden bereikt, is de maximum middenstandsverheffing slechts 4 voeten (1.20 m). Bij onze Noordzeekusten is dit ongeveer 3 meter hooger en het maakt op ons een vreemden indruk de dijkjes, die de nieuwe marschlanden in den zuidmond der Wantsum tegen stormvloeden moeten beschermen, slechts ruim 1 m hoog te vinden.

Fig. 78 geeft een overzicht van de gemiddelde getij-

- x) Staatscommissie 1916 tot het onderzoek der oorzaken van den vloed van 13/14 Jan. 1916. Men zie hiervan ook het supplement, handelende over alle vroegere bekende vloeden.
 +) Verslag Staatscommissie Zuiderzee 1926. en P.H.Gallé. Stormvloeden langs de Noordzee en Zuiderzeekust. Uitgave der Zuiderzee Vereeniging. 1917.



WATERWAARNEMINGEN
GEMIDDELDE AMPLITUDEN IN CM
VOOR DE 10 JARIGE PERIODE
1921-1930

OPN. D.D. PAR.	GET. D.D. DEC. '35 PAR	GEZ. D.D. DEC. '35 PAR. <i>o.c.</i>
SCHAAL 1:2000.000	BLAD	IN BLADEN
KAART N ^R 10 1 1 2	FORM. A 1	REG. N ^E 396

hoogten over het 10-jarig tijdvak 1921-1930.

De getijhoogten zoowel als de maximum stormvloedstanden zullen eenigszins door een toenemende verdieping van de Noordzee - als gevolg der waterstandeverhoging van ± 1 m in 500 jaren - worden beïnvloed. Het Noordgetij dat van Schotland komt zal daardoor eerder onze kusten bereiken en mogelijk den stroom in de Hoofden iets doen verzwakken. Het zou ongeveer een jaar rekenwerk kosten om den invloed eener dergelijke verdieping, met behulp der in de laatste jaren uitgewerkte theorieën betreffende getijberekeningen, nauwkeurig te berekenen. Gehoopt wordt hiermede binnen afzienbaren tijd te kunnen beginnen.

§ 38. Het ontstaan van de Straat van Dover.

De eerste "doorbraak" van den krijtbrug tusschen Engeland en Frankrijk verliest zich zonder twijfel in een betrekkelijk ver geologisch verleden. De diverse ijstijdperken (zie fig. 61) met de daarmede gepaard gaande veron-

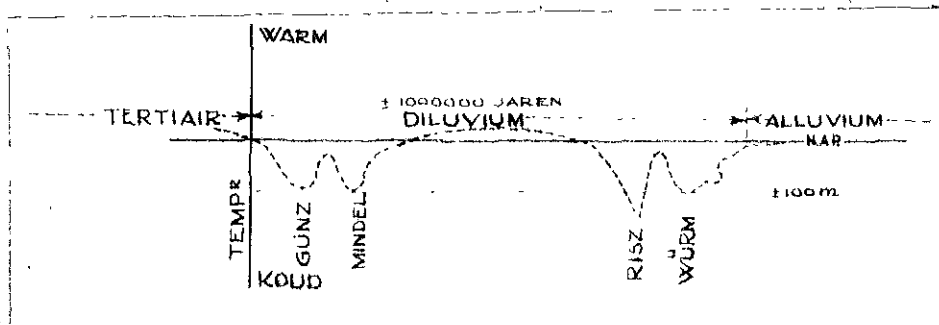


Fig. 69. Grafische voorstelling van den duur der ijstijden. x)

derstelde niveauverschillen, bestaan volgens sommige geologen wel een miljoen jaren en in dien tijd kan beurte-

lingen wel zout- en zoutwater zijn ero-

deerende werking hebben doen gevoelen. Penck berekent in een recent werkje ^{*)}, dat in den grootsten ijstijd 40 miljoen m³ ijs gevormd werd, waardoor sinds den interglacialen Mindel-Risstijd de zeespiegel 155 m moet

x) Zie Dr. F. J. Faber. Geologie van Nederland, blz. 140 - 1933.
*) A. Penck. Theorie der Bewegung der Strandlinie. 1924.

zijn gedaald. Ik teekende de grafiek van Heim andersom (koud beneden, warm boven) en voegde tevens de hierboven genoemde waterstandenschaal toe.

Briquet^{x)} neemt aan, dat er een terreinsinzinking is geweest, waarin het riviertje de "Loburg" liep - de diepere goul in de Hoofden wordt wel de Loburggoul ("Creux de Lobourg") genoemd, doch het verband tusschen deze diepe onderzeesche goul en het veronderstelde kleine riviertje uit het plioceen of mioceen is natuurlijk zeer ver te zoeken - en dat deze terreinsinzinking het eerst zou zijn overstroemd.

Prof. Gregory⁺⁾ (1927) acht deze doorbraak te zijn ontstaan in het plioceen, o.a. in verband met koraalformaties in de Noordzee, welke gedurende dien tijd gevormd zouden zijn. Hiertegen neemt L. Dudley Stamps^{*)} het standpunt in, dat het moeilijk is "to conceive of the existence of the Strait of Dover before Quarternary times". "One is tempted to suggest that the "ponding" of waters in the North sea in front of the advancing ice sheet was mainly responsible for widening the beach".

Gregory gaat hierin in zooverre mee, dat hij aanneemt, dat "in the early pleistocene (diluvium) the Strait of Dover was at times an isthmus and at times a strait". Dit hing natuurlijk af van de hoogte der wisselende waterstanden. Rekent men dat de zeeëngte bij een stand van 50 m begon te "werken" en dat het tempo der waterrijzing 2 m per 1000 jaar was, dan zou 25000 jaar verlopen zijn sinds de laatste "overstrooming" van het Nauw van Calais. Mogelijk was het tempo der zeespiegelrijzing vroeger echter wel grooter, alsdan komt men tot ± 20.000 jaar.

x) A. Briquet. Sur l'origine du Pas de Calais 1921. Ann. Soc. géol. Nord, vol. 46.

+) J. W. Gregory. The relations of the Thames and Rhine and the age of the Strait of Dover (Geogr. Journal 1927).

*) L. Dudley Stamps. The Thames drainage system and the age of the Strait of Dover. Geogr. Journal. 1927.

De Rijn, waarvan men vroeger wannee, dat deze in diluvialen tijd door het oosten van Engeland stroomde, hetgeen volgens de moderne geologen op een misverstand berust, moet vanzelfsprekend een gedeelte van den tijd door de Hoofden hebben geloopen, indien de Noordzee beneoorden Londen-Amsterdam bedekt is geweest met den noordelijken ijskap, zooals men algemeen aanneemt. De sedimenten der zuidelijke Noordzee schijnen dit nog uit te wijzen. Tijdens den grooten Riss-ijstijd moet door de Hoofden al het smeltwater van half Europa zijn afgevoerd. Wat dit zeggen wil wordt duidelijk, indien men de enorme smeltwaterdalen van den laatsten ijstijd in de Noordduitsche laagvlakte beschouwt.

Dat een zeeëngte ontstaat door de inwerking der getijstroomen is een opvatting, die men o.a. nog in Krümmel's bekende "Handbuch der Ozeanographie" (1923) ziet verkondigd. (I. blz. 48). Aan de westzijde van de vroegere landengte tusschen Boulogne en Dover moeten volgens dezen schrijver getijhoogten hebben geheerscht, die "die des Bristolgolfs und der Fundybai noch in den Schatten stellen", "Es herrschte hier die gewaltige Hubhöhe von 22 m mit den dazugehörigen Tidestromen" (II. blz. 286).

Ook de baai van Fundy, waar de grootste tijverschillen ter wereld voorkomen, (Labrador) zal volgens Krümmel doorbreken naar het noorden en dus in verbinding komen met de gulf van de St. Laurens rivier (I. 48).

Aan dergelijke uitspraken moet men niet te veel geloof hechten. De baai van Fundy bezit maximale getijverschillen van ruim 15 m en dat het Kanaal vroeger nog grooter heeft bezeten mag men niet op grond van de zich hier bevindende opgeheven stranden, zooals Krümmel doet, beweren.

Het spreekt haast vanzelf, dat men aan den top van de baai van Fundy geen uitschuring, doch juist aanslibbing moet verwachten, omdat daar geen stroomen zijn. Zeer hooge amplituden kunnen op sommige plaatsen wel eens groote getijstroomen verwekken, doch natuurlijk niet aan het doodlopend einde eener golf. Inderdaad slijt het bovendeel der baai van Fundy dan ook aan (Johnson 1918). Op dezelfde wijze moet vroeger ook aan den top van het Kanaal geen uitschuring zijn geweest, zoolang de verbinding er nog niet was; eerder aanslibbing en opvulling.

In het algemeen heeft men vroeger den invloed der zeestroomen sterk overschat en soms ook sterk onderschat. Humboldt dacht zich nog de West Indische archipel te zijn ontstaan door afslag en uitschuring van de zeestroomen. Tot in het midden der 19e eeuw was men van meening, dat zeestroomen enorme geologische invloeden bezaten (Lyel, de la Bèche, Delesse) en in Italië dacht men daardoor de kust te worden ondermijnd. Daartegenover stonden Cialdi en Brighentis (1859), die in navolging van Emy (1831) den invloed der zeestroomen geheel loochenden. Natuurlijk lag de waarheid ergens in het midden. De fijnere sedimenten worden zeker door sommige zeestroomen, met behulp der getij- en golfslagstroomen, verweerd. Men zie hiervoor de werken van Rühl (1906), Twenhofel (1932) en Johnson (1918). (Deze werken bevatten resp. 331, 1179 en 419 literatuuroppgaven).

Zoals reeds Darwin beweerde worden door de getijstroomen de meeste zeestraten "schoongeveegd". Hetzelfde werd bv. gevonden met de Snellius expeditie voor de zeestraten van den Oost Indischen Archipel en thans ook in de Hoofden. Onder "schoonvegen" wordt dan verstaan, dat van de bodemopper-

vlakke het materiaal tot een bepaalde maximum korrelgrootte, afhangende van de kracht der vroegere of huidige bodemstroomen, is verdwenen.

Een ingesnoerd profiel als dat der Hoofden heeft natuurlijk steeds een neiging tot uitschuring bezeten.

Beschrijving van hoofdstuk VII.

1. Onder een landtong wordt verstaan een aan de luwe zijde van een kusthoofd in horizontalen zin gegroeide ononderbroken smalle zand- of kiezelmaas, welke landwaarts een vrij diepe zeeinham gedeeltelijk afsluit. Meestal steekt het vrije uiteinde in diep water. Een landtongenkust begrenst gewoonlijk een heuvel^{land} van vrij zacht materiaal. Harde rotskusten leveren te weinig afzetsstoffen.

2. Onder een strandwal wordt verstaan een zandrug zonder bepaalde kanten of hoeken. Vele en groote hiaten komen veelvuldig voor in verband met daarachter gelegen vloedkammen. In beginsel groeit een strandwal niet horizontaal, doch verticaal. Hofter komen bij dezen groei oogenblikkelijk landtoegverruchijnselen voor, doordat zijdelingsche afvoer van zand plaats vindt. Een strandwallenkust begrenst dus een vlak meerreessig land of waddegebied zonder eenige verhevenheid. Bij positieve niveauverandering behoren wadden, indien de kustdrift onvoldoende zand aanvoert om tegen de zeespiegelrijzing opgewassen te zijn. Bij negatieve niveauverandering of stilstand van de zeespiegel t.o.v. het land gepaard met aanvoer van kustdriftmateriaal behoren marschen.

3. Onze kust kan als een strandwallenkust worden beschouwd, mits men zekere landtongverruchijnselen bij Blane Nox en Texel daarbij inbegrepen denkt. In de natuur zijn de landtong- en de strandwallenkusten soms moeilijk te scheiden.

4. Kennerkend voor de zeegeten zijn de onderwaterdelta's buiten (de "gronden") en binnen (de wadden); voorts de aanwezigheid van een "staart" links en een "kop" rechts, een voorkeur voor linkse of rechtse hoofdgeulen, enz. Deze vormen kunnen met de hierboven aangeestipte

theorie der wisselstroomen, die feitelijk een grondiger beschrijving behoefde^{x)}, en uit de heerschende windrichting worden afgeleid. De theorie dat het water wil stroomen naar de plaatsen waar het L.W. het laagst is, is onjuist. De voortplantingsrichting en de voortplantingsnelheid van de verticale getijkromme zijn hier maatgevend.

5. Met behulp dezer theorie kunnen eenige eenvoudige gevolgtrekkingen worden gemaakt betreffende de ontwikkelingsmogelijkheden onzer zeegaten in een aantal denkbare gevallen. De redenen voor de plaats en verhouding van verschillende uitmondingen eener getijrivier of zeegat kunnen, zonder af te dalen in berekeningen, wel worden verklaard.

6. Zandkusten als de onze bezitten gewoonlijk vloeiende lijnen, buiten welke de "koppen" - die rechts van onze zeegaten worden gevormd - een weinig uitsteken. Zoodra een zeegat verdwijnt, vervalt de reden voor het bestaan, zoowel van de onderwaterdelta als van de "kop", zoodat beide door kustdrift worden afgeschaafd. De vloeiende lijnen zijn gewoonlijk cirkelvormige kustbogen, welke "opgehangen" zijn aan vastere punten (kopen). Onze kust is hoofdzakelijk te beschouwen als bestaande uit twee positieve bogen, de Hollandsch-Vlaamsche en de Friesche, verbonden door een negatieve tusschen Texel en Terschelling.

7. Daar de kopen een primaire functie bezitten bij het behoud van een kustboog moet aan den teruggang van deze kopen speciale aandacht geschonken worden. Voor ons is

x) Het is de bedoeling naderhand op uitvoerige wijze een afleiding dezer eenvoudige methode te publiceeren, zoodat eenige voorbeelden van berekeningen van getijstroommen te geven.

het noordelijk vaste punt van den Vlaamsch-Hollandschen kustboog, Texel, van veel belang. De onderwaterdelta's der zeegaten beschermen de kusten. Aan die van het Marsdiep moet een belangrijke functie worden toegekend, omdat deze het eiland Texel beschermt.

Ten oosten van Juist bezit de kust een rechte strekking, omdat een oostelijk ophangpunt ontbreekt.

8. De onderbroken kust tusschen Westkapelle en Hoek van Holland ligt buiten den grooten kustboog. Dit moet op rekening worden gebracht van de stroomen uit en in de zeegaten. Zouden deze in de toekomst verdwijnen of verminderen, dan zou een teruggang der eilandkoppes te duchten zijn, zoodra tevens de zandbanken der lange, samengestelde onderwaterdelta door de kustdrift zouden afnemen.

9. De Hollandsche kust bezat vroeger 5 zeegaten, welke sindsdien zijn verdwenen, t.w. het Helinium, de Rijnmond bij Katwijk en het Zijpe bij Petten. De "gronden", die voor die monden moeten hebben gelegen, zijn ^{mede} verdwenen, terwijl de "koppes", rechts daarvan werden afgeschaafd. Onze kust ging in historischen tijd niet over de geheele lengte gelijkmatig achteruit. Het is mogelijk, dat de drie vloedbanken het Harde, de Uiterrib en de Smalacht, die op de 16e, 17e eeuwse kaarten voorkomen de laatste resten der vroegere onderwaterdelta's zijn geweest.

10. De Vlaamsche kust is volgens den onderzoeker Briquet, sinds den Romeinschen tijd slechts weinig teruggeweken. Zeegaten verdwenen, waarna ook hier de kust werd gladgeschaafd.

11. De gemiddelden der middenstanden, zooals deze voorkomen in de "Tienjarige Overzichten van Waterhoogten" geven een goed beeld van de veranderingen in de zeespiegelrijzing sinds \pm 1860. Per 10 jaar ging deze gemiddeld ongeveer 2 à 3 cm naar boven. Een berekening volgens de nieuwe methoden (Proudman, Doodson, Sterneek, Defant) zou de te verwachten wijzigingen in de getijden onzer kust, welke van deze waterspiegelverhoging een gevolg zijn, kunnen aangeven. De kwestie der opwaaiing zou, in verband met de mogelijke dieptewijziging voor onze kust, afzonderlijk moeten worden bekeken. De veranderingen, welke aan een wijziging van het profiel der Hoofden of aan een waterstandsverhoging aldaar zouden zijn toe te schrijven, zullen uiterst gering zijn en waarschijnlijk zelfs een invloed in gunstige richting hebben.

12. De zeeëngte der Hoofden schijnt ongeveer 1000.000 jaren oud (eind pleoceen of begin pleistocene) en sindsdien door smeltwater en zeestroomen (golfslag) verruimd te zijn (zie ook T. Vater. Mitt. Geogr. Gen. f. Thüringen, 1933). De oude theorie, dat de getijstroomen alleen een landrug kunnen doorknagen moet als onjuist worden opgevat. De Oer-Rijn-Schelde-Maas heeft waarschijnlijk wel eens via de Hoofden uitgemond.

Algemeene slotopmerking.

De beschouwingen vervat in de laatste hoofdstukken beoogden niet een grondige gedetailleerde behandeling der daarin genoemde onderwerpen; er is slechts mee aangestipt willen worden, welk een groote hoeveelheid vraagstukken nog op een exacte behandeling wacht. Soms migendezer zullen door een betrekkelijk eenvoudige kaart-

tenstudie kunnen worden opgelost - het is noodig, dat de ruim 100 jaren geschiedenis onzer wateren, welke uit de opnemingen der hydrografie zoo goed te bestudeeren valt ook werkelijk wordt bestudeerd - andere problemen moeten door metingen tot een oplossing komen, terwijl nog anderen eerst in de verre toekomst oplosbaar zullen blijken.

HOOFDSTUK VIII.§ 20. Korte beantwoording der vragen.

Vraag I. Het Genootschap verlangt een verhandeling omtrent de vraag in welke mate het vermogen van het Kanaal tusschen Engeland en Frankrijk in den loop der eeuwen door verbreeding en uitschuring van het dwarsprofiel en misschien ook door andere oorzaken is toegenomen.

Antwoord. Blijkens het ingesteld onderzoek bestaat de bodem van het Kanaal tusschen de Hoofden overwegend uit steenen van verschillende grootte met daartusschen eenig zand. Op de zandbanken Varne, Ridge, Bassure de Baas, Falls, Sandettie enz., welke nabij de zeebongte liggen en die op een tamelijk vlakken steenbodem schijnen te rusten, werd echter overal zand aangetroffen, meestal in den vorm van groote sandgolven.

Dit zand zou het eerst in aanmerking komen om door de getijstroomen te worden opgeruimd. Hierdoor zouden de profielen van het ons belang inboezmend gedeelte van het Kanaal worden vergroot. Evenwel bleek uit een zoo exact mogelijke opening van de Varne, dat deze wel in details, maar niet in hoofdzaken van plaats of vorm was veranderd sinds 1848. Een tamelijk geringe verschuiving van het zuid-einde in dwarsrichting tusschen 1848 en 1875 en terug tusschen 1875 en 1934/35 schijnt te moeten worden toegeschreven aan een onnauwkeurigheid in de opening van 1875. De Fransche hydrograaf M. Villain, die juist de Ridge, de Bassure de Baas en de Fransch-Vlaamsche banken had opgemeten en deze opnamen had vergeleken met de vroegere - de nieuwe

opnemingen verschenen tot nog toe niet in druk - was, wat deze banken betreft, tot dezelfde conclusie gekomen. Ook de Britsche hydrografen waren de meening toegedaan, dat behalve in het centrale deel der Goodwins, waar af en toe een geul doorbreekt, slechts zeer weinig aan de banken en geulen der zuidelijke Noordzee veranderde. De Varne had men dan ook na 1878 niet meer opgenomen.

Het niet verplaatsen dezer zandbanken gedurende een tijdperk van bijna 100 jaren is merkwaardig, omdat de stroomen er sterk genoeg zijn om het zand te bewegen. De groote zandgolven, die men er op aantreft - gewoonlijk 4, 5 of meer meters hoog - zijn o.a. hiervan een gevolg. Op de Bassure de Bas werden op aanvankelijk 5 m hooge loopende golven van zuid naar noord opgemerkt; ongeveer een maand later waren deze veranderd in trochoidale. Een dergelijke verandering in zoo'n korten tijd van het zomerhalfjaar duidt op nog grooter mogelijkheden. De hydrografische opnemingen wijzen echter uit, dat de banken in haar geheel en gerekend over een periode van ruim 100 jaren, niet merkbaar veranderden.

Men heeft wel de meening geopperd, dat de oorzaak voor deze stabiliteit gelegen was in een vaste kern der banken, doch deze kern zou dan wel ergens blootgelegd moeten zijn door de stroomen en men zou dit oogenblikkelijk in de registratie van het echotoestel hebben moeten merken. De vlakke steenachtige bodem ter weerszijden van de banken en de treffende overeenkomst met de z.g. lybische- of zelfduinen, doen mij daarom vermoeden, dat geen kernen aanwezig zijn, doch dat men hier met wisselstroomformaties te doen heeft, die door hun stroomlijvermen bijzonder krachtig weerstand bieden aan stroomaanval. De hiervoor ontwikkelde

theorie wordt gevonden in § 28.

De mogelijkheid, dat met den bestaanden overwegenden vloedstroom aan het noordoosteinde der banken evenveel kan verdwijnen als uit het zuidwesten wordt aangevoerd kan ook niet als juist worden erkend, omdat geen zandtransport in het nauwste gedeelte der Hoofden kon worden aangetroffen. Indien er eenig zand in het verlengde van de banken zou worden getransporteerd hadden wij dat niet alleen in onze zandmeetinstrumenten, doch ook op den bodem moeten bemerken in den vorm van een dikke of dunne zandlaag en zeker gedurende de kenteringen.

In afwijking van hetgeen tot nog toe steeds als vaststaande werd beschouwd, kon practisch geen zandtransport in het nauwste gedeelte der zeeëngte worden geconstateerd (slechts weinige liters per getij voor het gehele profiel). Wel zweeft vrij veel slib nabij de Fransche en de Engelsche kusten, dat door den overwegenden vloedstroom naar het noordoosten wordt gevoerd, in de orde van grootte van ongeveer $1\frac{1}{2}$ miljoen m³ per jaar.

Het verband tusschen het verticaal en het horizontaal getij is in de Hoofden betrekkelijk eenvoudig. De stroomingstoestand is er eenvoudiger dan bij de meeste der splitsingspunten in onze benedenrivieren.

De stroomverticalen zijna normale parabolen van de 3e orde, d.w.z. de gemiddelde snelheden worden op 0.4 h van den bodem gevonden.

De vraag of de huidige bodemstroomen de eigenlijke zeeëngte verder zouden kunnen uitschuren, moet met een groote mate van zekerheid ontkennend beantwoord worden. Deze bodemstroomen zijn betrekkelijk zwak, zelfs bij giertijden en stormvloeden. Zij kunnen gesocht worden wel tamelijk grof

hand te vervoeren, doch niet de steenen, waarmede de bodem voor verreweg het grootste gedeelte bedekt is. De invloed van den golfslag op den bodem is, in verband met de korte golven en de groote diepten der zeeëngte, natuurlijk van weinig beteekenis (de lange deining van den Indischen Oceaan is volgens prof. Vening Meinesz op 18 m diepte in een duikboot niet meer te merken). De steenachtige bodem is in de Hoofden dan ook steeds begroeid met bryozoën, algen, kalkworbuisjes, enz., zelfs na de stormachtige winterperiode van 1936/35. De mogelijkheid wordt echter opengelaten, dat tijdens krachtige stormen de bodem ter weerszijden van de Varne (ruim 30 m diep) iets "opgeschud" zal kunnen worden. ^{x)}

Vooral de bodem der diepwatergeul, welke ter breedte van ongeveer 8 km en ter diepte van \pm 50 m - N.A.P. van zuid naar noord door de Hoofden loopt, bezit groote steenen aan de oppervlakte. Op sommige plaatsen vond ik hier hoogteverschillen van 15 m op 20 m horizontalen afstand. De bodem in dit diepwaterkanaal geeft een bijzonder onrustige en hoekige registratie. Het fijne materiaal is hier waarschijnlijk in ver afgelegen tijden door sterke stroomingen verdwenen, terwijl de hoekige rotsen zijn blijven staan.

Op den bodem der Hoofden worden soms granieten gevonden. De geologen denken die te zijn aangevoerd door drijvende ijschotsen van de Kanaalkusten.

De oorzaak van het ontstaan der zeeëngte moet niet worden gezocht in de werking van veronderstelde groote getijverschillen ten westen van den vroegeren krijtbrug. Immers bezitten getijstroomen aan het doodlopend einde van een inham geen snelheid meer, hoe hoog de hoogwaters zich ook boven de laagwaters verheffen. Waarschijnlijk moet

x) Een "golfslagmeter" voor de registratie van de kracht van den golfslag op verschillende diepten is thans in bewerking.

men de doorbraak in verband brengen met een der eerste ijs-tijden, waarbij het ijs het noordelijk gedeelte der Noordzee afsloot en het meer, dat toen in de Noordzee ontstond, op de zwakste plaats (het dal der n.g. Loburgrivier) een uitlaat zocht. Nadien kunnen de zeestroomingen, gepaard met de golfelagerosie en ook de latere ijstijden, hun uitschuurende werkingen hebben doen gelden, vooral ook omdat tijdens deze ijstijden de zeewaterstanden lager, de profielen daarvoor naar verhouding geringer, de verhangen grooter en de afvoersnelheidsgewijs - des zomers veel, des winters weinig of niets - waren. De zeeëngte der Hoofden zou dus vergeleken kunnen worden met de enorme smeltwaterdalen der Noordduitse laagvlakte.

Een bewijs voor den grooten ouderdom der zeeëngte is de aanwezigheid tusschen Gris Nez en Blanc Nez van een oude strandboog, wiens voet op ongeveer 5 m + N.A.P. ligt. Mogelijk stamt deze kustboog uit het Rias-Würm interglaciaal tijdperk.

Geen reden kon worden gevonden voor de aanname, dat de Hoofden in Romeinschen tijd gedeeltelijk met waddenzeeën en zandeilanden opgevuld zouden zijn geweest. De plaats der Romeinsche vuurtorens bij Boulogne (1644 ingestort) en Dover, zoodat de geringe huidige afslag der kusten en voorts de onderzoekingen der Fransche en Engelsche oudheidkundigen en Caesar's geschriften zelf duiden er niet op, dat de zeeëngte sinds den Romeinschen tijd veel veranderde. De aanname omtrent de opvulling eener zeeëngte is trouwens in strijd met het reeds lang bekende feit, dat alle - of althans de meeste zeestraten - steenschte bodems bezitten. Nauwe gedeelten in de benedenrivieren of zeegeten vertoonen ook steeds een eendeelig, diep profiel waarin geen zand-

afzettingen voorkomen, zelfs indien er veel zandtransport door plaats vindt.

Behalve door uitschuring en oeveraantasting kan een zeestraat ook verruimen door de werking van boomosselen en door de verhoging van den gemiddelden zeestand. Vooral deze laatste kan in de verre toekomst een beteekenende factor vormen. De invloed der boomosselen schijnt daarbij vergeleken gering te zijn. Een waterpassing op de grindpunt van Dungeness toonde een lagere ligging der oude grindruggen aan.

Hoewel door ons een zoo nauwkeurig mogelijk profiel van de zeeëngte werd opgenomen, wordt niet waarschijnlijk geacht, dat men over eenige eeuwen reeds, door vergelijking met den dan opnieuw opgenomen profiel, een belangrijke of zelfs merkbare verruiming zal kunnen bespeuren. Meer zal men in de toekomst hebben aan een lang voortgezette serie peilschaalwaarnemingen te Dover, Calais en Boulogne, waarbij de standen elken dag op een vast uur worden opgenomen op de peilschaal zelf (niet vanaf de geregistreerde getijkromme). Thans laat de registrering der waterstanden, vooral te Boulogne en Calais, nog veel te wenschen over.

Het totale vermogen bedroeg volgens de metingen 36 milliard m³ per getij in normale omstandigheden, waarvan 19 milliard m³ vloed en 17 milliard m³ eb. De giertijden kunnen bij vloed 45% en bij eb 58% hogere bedragen bereiken dan de normale. De doode getijden dezelfde percentages lager.

Het vloedoverschot werd berekend op gemiddeld 2.24 milliard m³ per getij.

Vraag II. Het Oorlofschap verlangt een verhandeling omtrent de vraag of- en in welke mate - de toeneming van het vermogen van het Kanaal tusschen Engeland en Frankrijk invloed heeft gehad en nog heeft op de waterbeweging en den hoogsten waterstand in de Nederlandsche zeegeaten.

Antwoord. Deze vraag zou kortweg beantwoord kunnen worden met te verwijzen naar de vrijwel negatieve uitkomst van het onderzoek betreffende vraag I. Immers, indien niet kan worden aangenomen, dat in de laatste eeuwen het Kanaal - althans de zeedingte der Hoofden - enigermate uitschuurde, zal ook niet van een gewijzigden invloed ervan op onze wateren gedurende dit tijdvak kunnen worden gesproken.

Anders is dit, indien men tijdvakken van eenige duizenden jaren beschouwt. Alsdan speelt de waterstandsverhoging t.o.v. het land een rol van beteekenis. Veranderde waterstanden beteekenen veranderde diepten en veranderde voortplantingsenclheden, d.w.z. een gewijzigde interferentie van de getijgolf uit het noorden met die uit het zuiden. Tevens zou de scheeve uitloop der riviermonden daardoor beïnvloed worden. Met behulp der onlangs onafekte berekeningsmethoden zal men de bij verschillende waterstanden behorende getijverschijnselen goed kunnen benaderen en zoodoende de toestanden over 500 of 1000 jaren, of die vóór 5000 jaren tusselijk goed kunnen leeren kennen. Evenwel houdt dit zeer langdurige berekeningen in en niet alleen dit, doch er moet daarbij ook worden nagegaan of de Zuidelijke Noordzee door zandverlies dieper wordt.

Dat dit niet onmogelijk is, m.a.w. dat de Vlakke Zee, om met Tutein Nolthenius te spreken, een "zee in wording" kan zijn, blijkt indien men den gegolfden bodem dezer zee

waarsceent. In welke mate hier een sandtransport naar het noorden plaats vindt, is nog niet opgelost, mogelijk is dit verplaatst wordend materiaal niet veel meer dan een uitspoelsel der fijne deelen; vrij zeker is alleen dat de bodem hier niet in rust verkeert. Ook de vlakke bodem behoorden de waddeneilanden schijnt bewegingen te vertoonen.

Het tijverschil te Vlissingen is sinds \pm 1870 een weinig toegenomen. Men heeft daarbij wel gedacht aan de veronderstelde uitschuring in de Hoofden, doch dit kan onmogelijk de reden zijn, daar deze zeeëngte sinds genoemd jaar niet veranderde. Het meest logische is, dat de afdammingen van het Sloe en het Krackrak, die in dezen tijd geschieden, het effect hebben teweeggebracht. Ook het tijverschil te den Helder nam sinds de afsluiting der Zuiderzee toe.

Gedacht zou nog kunnen worden aan een verandering in hoogtelegging der Vlaamsche banken. Het getij uit het Zuiden zou dan tevens veranderd zijn. Evenwel valt ook hier sinds \pm 1800 geen opmerkelijke verandering te bespeuren.

De theorie van Keller - Floog, waarbij een overwegende eb wordt aangenomen vanaf de Rijndelta naar het Zuiden en deze als oorzaak wordt beschouwd der aanwezigheid van het zand der Vlaamsche banken, bezit mogelijk wel een kern van waarheid, in zoverre ten noorden dezer banken een reeks van abgeulen valt te constateeren. Dat de Vlaamsche banken uit recent riviersand zouden bestaan is natuurlijk geheel onjuist, doch het zou mogelijk kunnen zijn, dat dit zand van den bodem der Noordzee naar de kust vervoerd is geworden onder een stroomregies, gelijkend op dat van thans. De vormen der Vlaamsche banken zijn uitgesproken marien; men moet daarbij niet denken aan ondergeloopen duinrizen of heuvelruggen, hoewel het zand natuurlijk oorspronkelijk wel boven water kon hebben

gelegen.

Al kan men omtrent de Hoofden niet van groote wijzigingen spreken, toch is de invloed dezzer zeeënge op onze kust bezuiden Texel zeer belangrijk. Door een verkeerd begrepen uitslating van Lord Kelvin heeft men herhaaldelijk de meening hooren verkondigen, dat het getijregien der Noordzee niet zou veranderen indien de Hoofden werden afgesloten. Dit is natuurlijk onjuist. Men noemt tegenwoordig aan dat Lord Kelvin bedoelde te zeggen, dat benoorden de 52^{de} breedtegraad door de geneemde afsluiting slechts weinig zou veranderen. Hiermede kam worden ingestemd.

Aan onze kusten bezuiden Texel is de invloed der Hoofden niet alleen in het getij, in den vorm der zeegeaten en in die der kusten te bemerken, doch ook in de temperatuur en het zoutgehalte van het water en derhalve ook in het klimaat. Mocht die invloed om de een of andere reden sterk veranderen, dan zal dit zonder twijfel gevolgen voor ons hebben, doch niet zoozeer op de zeestanden, dan wel op de zeevloed, op den vorm der zeegeaten en ook op die der kusten.

De Vlaamsch-Hollandsche kust is een kustboog hangende aan de vaste punten Blanc Nez en Texel. Zou Blanc Nez terugwijken dan zal vooral het zuidelijk deel der kustboog eveneens neiging bezitten achteruit te trekken, terwijl ook onze kust daar mogelijk nog eenigen invloed van zou ondervinden. Van meer belang dan het vaste punt Blanc Nez is voor ons echter Texel, dat niet bijzonder vast is te noemen. Dit punt wordt weliswaar gedeeltelijk beschermd door de stroomen en de sandbanken van het Marsdiep, doch deze bekleeden slechts een secundaire functie, omdat zij terugwijken naarmate de kust zelf terugwijkt. Van secundair belang zijn

ook de stroomen en zandbanken der Zuidhollandsch-Zeeuwsche zeegeten. Deze veroorzakten blijkbaar een uitbuiking der kustlijn buiten den algemeenen kustboog. Zal het versagen dezer geten in de verre toekomst veranderen (door volslibbing der achterliggende kossen bijvoorbeeld) dan zal de lenggerakte onderwaterdelta door de noordoostgaande drift tevens afnemen en de uitspringende kustlijn sterker worden aangevallen. Bewijzen hiervoor zijn te vinden bij de voormalige Rijnmonden bij Katwijk en Monster.

Onze kust moet dus niet beschouwd worden als over de volle linie regelmatig te zijn afgenomen. Het verdwijnen van zeegeten heeft plaatselijk abnormaal sterke terugwijkingen gegeven. Een algemeene teruggang onzer geheele kust, die daarbij tevens wel kan zijn opgetreden, zou volgens de strandbogentheorie afhangen van een achteruitgang van Texel en van een verdere uitschulping der twee kustbogen. Die algemeene teruggang schijnt echter voor de kust bezuiden Texel niet bijzonder groot te zijn geweest.

De wanddrift langs onze kust besit natuurlijk een beschermenden invloed. Bij toename van zandtransport zouden de taluds voor de schoone kust misschien iets flauwer worden en de onderwaterdelta's grooter en hooger. Deze zouden hierdoor meer van de branding hebben te verduren en dus sneller afkalven naar het oosten. Er zou meer zand tegen de koppen der eilanden slaan en dus meer stuifzand beschikbaar zijn. Bij afname van de wanddrift zouden de taluds steiler worden, de onderwaterdelta's verlagen en minder snel afkalven en dus ook minder bescherming bieden aan de lijwaartsche kusten enz.. Ook de wadden zouden in een langzamer tempo ophoogen. Doordat deze kust thans meer dan vroeger wordt vastgelegd en ook de zeebodem voor

de kust dieper wordt, moet minder zand uit het zuiden komen dan vroeger. Voor de onderwaterdelta van het Vlie kwam iv. van der Burgt onlangs tot een verdieping van ongeveer 0.25 m in de laatste 100 jaren. Alleen van deze "gronden" zou per jaar gemiddeld 1.6 miljoen m³ zand zijn verdwenen.

In het noorden schijnt de aandrift groter te zijn dan in het zuiden, hetgeen zou duiden op een doorgaande verarming onzer kust. Te oordeelen naar de geringe afname van den stortbult onder Monster moet aldaar de materiaaldrift niet heel veel te betekenen hebben, doch mogelijk houdt dit nog verband met den beschermenden invloed van de stroomen in den mond van den Waterweg. Eenige rechtstreekse metingen gaven hierin nog geen opheldering.

Van het depôt der Vlaamsche banken komt waarschijnlijk weinig zand naar onze kust, omdat deze banken niet merkbaar in hoogte afnemen en ook omdat zich in den mond der Schelde uitgestrekte slibbanken bevinden, waarover geen of weinig zand schijnt te trekken. Ten noorden dezer slibstreek is echter in de Zeeuwsche banken nog veel zand aanwezig. Het is nog niet onderzocht op welke wijze en in welke mate dit zand naar het noorden trekt. De aanwezigheid ervan in de lange, samengestelde onderwaterdelta der zuidelijke stroomen hangt natuurlijk ten nauwste samen met de grootte der komvullingen dezer stroomen. Nu de Brilsche Maas nagenoeg is dichtgeslagen verliezen de gronden voor den mond dezer rivier hun vormende oorzaak. De mond van den Waterweg bezit thans echter in de onaidelijke nabijheid zeer krachtige stroomen, waardoor het uit het zuiden komende zand voorloopig de Maasvlakte verder zeewaarts doet groeien. Wil zich hier een nieuwe onderwaterdelta vormen?

De ligging van den mond van den Waterweg aan de luwe zijde van een zeer groote onderwaterdelta, waarvan het noordelijk gedeelte zijn bestaansreden verliest, is eigenlijk niet gunstig. Er moeten hier in de eerstvolgende eeuwen belangrijke veranderingen worden verwacht. Het ligt dan ook in de bedoeling deze belangrijke streek binnen afzienbaren tijd nauwkeurig te bestudeeren.

Opmerking verdient, dat voor de drie kustbogen: Bland Mer - Oris Mer, Dungeness-Folkestone en Bland Mer - Texel, de westelijke helft veel zandrijker is dan de oostelijke. Dit geeft den indruk, dat het zand moeilijk uit de "luwe" hoeken komt, hetgeen zou betekenen dat het zand der Vlaamsche banken ook niet in de verre toekomst veel aan onze kustdrift zal toevoegen.

De aanwezigheid der slib in den Scheldemond is nog niet opgehelderd. Zij kan afkomstig zijn van oude ter plaatse aanwezige kleilagen, doch mogelijk ook door de zeestroosen van het naburig zeegebied zijn aangevoerd. In het eerste geval zou de Scheldemond neiging tot verdiepen vertoonen, in het laatste neiging tot verondieping.

's-Gravenhage, 21 December 1935.

LITERATUURLIJST.

Die literatuur welke na 1850 is uitgekomen werd onderstreept.

Schrijver	Titel
Admiralty Publication	The Channel Pilot, Part I. South-West and South Coasts of Engeland.
idem	The tides and tidal streams of the British Islands.
<u>Dr. F. A. van Eeren.</u>	Het voorkomen en de beteekenis van kali- houdende mineralen in Nederlandsche gron- den <u>1934</u> (Proefschrift).
<u>Henri Baulig.</u>	The changing sealevel, <u>1935</u> . (Inst. of British Geographers).
A. A. Beekman.	Geschiedkundige atlas van Nederland.
W. Behrmann.	Borkum, Strand und Dünenstudien. (Zeitschr. für Meereskunde XIII, 1920).
Ed. van Beneden.	Compte rendu sommaire des recherches en- treprises à la station biologique d'Ostende pendant les mois d'été 1883. (Bulletins de l'Académie Royale des Sciences des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, septennaire - 2 ^{me} serie - T. VI, 1883 blz. 458).
<u>D. E. S. Blaupot ten Gate.</u>	Beschouwingen van een civiel ingenieur over den bodem van Nederland. (De Ingenieur <u>1932</u> , Nr. 30).
<u>Beach Erosion Board.</u>	Interim report of Beach Erosion Board. April <u>1933</u> .
Dr. Günther Böhnecke.	Salzgehalt und Strömungen der Nordsee. (Inst. für Meereskunde, September 1922).
J. O. Borley.	The Marine Deposits of the Southern North Sea. (Fish. Inv. Series II, vol. IV, nr. 6, 1923).
Bouquet de la Grye.	Note sur l'amélioration des embouchures des fleuves. (Rech. hydr. 1864/'68 3 ^e cahier).
Dr. C. Break.	Het klimaat van Nederland. (Meded. en Verh. Kon. Ned. Meteor. Instituut Nr. <u>32</u> - 1929).
Dr. Gustav Braun.	Entwickelungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandküsten und ihren Dünen. 1911. (Inst. für Meereskunde, Heft 15).

Schrijver	Titel
<u>Abel Briquet.</u>	Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Appendice: l'évolution du rivage du nord de la France et l'activité de l'homme. <u>1931.</u>
<u>Brown.</u>	Brown's tidal streams for the whole of the British coasts, Ireland and the North Sea, <u>1932.</u>
<u>Ir. J.H. van der Burgt.</u>	De kustverdediging langs het oostelijk deel van de Noordzee. (De Ingenieur, <u>1933</u> , Nr.50).
<u>Dr. A.W. Bijvank.</u>	Excerpta Romana, <u>1931.</u> De bronnen der Romeinsche geschiedenis van Nederland.
<u>Dr. J.N. Carruthers.</u>	The watermovements in the Southern North Sea, part I. Surface drift, 1925. (Fish.Inv.series II, vol.VIII, Nr.2, 1925).
<u>idem</u>	The flow of water through the Straits of Dover as gauged by continuous currentmeter-observations at the Varne lightvessel. Part I, II, 1928 en <u>1931.</u>
<u>idem</u>	The watermovements in the Southern North Sea, part I. Surface drift, 1925. (Fish.Inv.series II, vol.VIII, Nr.2, 1925).
<u>idem</u>	The watermovements in the Southern North Sea, part II. Bottom currents. (Fish.Inv.series II, vol.IX, Nr.3, 1926).
<u>idem</u>	The watermovements in the Southern North Sea, part III, The Wash and Inner Downsing Lightvessel. (Fish.Inv.series II, vol.XI, Nr.6, 1929).
<u>idem</u>	The watermovements in the Straits of Dover, exceptional winter 1929-1930. (Extr. du Journal du Conseil international, <u>1930</u>).
Gerald O Case.	Coast sanddunes 1914. Sandpits and sandwastes.
<u>K.H. Chater en F.M.G. Duplat Taylor.</u>	Changes in the coastline near Rye. The river Rother improvement works, <u>1930.</u> (Inst. of Civ. Eng.: Selected Eng. papers, nr. 96 en nr.97).
<u>Conseil service hydrographique.</u>	Atlas de température et salinité de l'eau de surface de la Mer du Nord et de la Manche. (Conseil permanent international pour l'exploration de la mer - Hellemp Danmark). <u>1933.</u>
<u>National Research Council.</u>	Report of the Committee on sedimentation. <u>1930-'32.</u>

Schrijver	Titel
<u>National Research Council.</u>	Report of the Committee on submarine configuration and oceanic circulation, <u>1931</u> (25 April).
<u>Vaughan Cornish.</u>	Ocean waves and kindred geophysical phenomena, <u>1932.</u>
Dr.Louis Dangeard.	Observations de géologie sous-marine et d'océanographie relatives à la Manche, 1928
G.H.Darwin.	Theory of the Earth's figure.
idem	Scientific Papers (4 banden) 1910.
idem	Ebbe und Flut sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. 1911. (Deutsche Ausgabe von Agnes Pockels).
idem	Harmonical analysis of tidal observations. 1863.
F.M.Davis.	Quantitative studies on the Fauna of the seabottom. Nr.2. Southern North Sea 1928. (Fish.Inv.Series II, vol.VIII, Nr.4).
A.Defant.	Grundlagen einer Theorie der Nordseezeiten. (Ann.d.Hydr.1928 Heft III).
idem	Dynamische Ozeanographie. (Naturwiss.Monogr.und Lehrb. Band IX).
<u>A.Defant en G.v.Schubert.</u>	Strommessungen und Ozeanographischen Serienbeobachtungen der 4-länder Untersuchung im Kattegat, 10-17 Augustus <u>1931.</u> (Institut für Meereskunde).
<u>Dervaux, de Pas en Coelen.</u>	Recueil de mémoires publiés à l'occasion de son Centenaire 1831-1931. (Société des antiquaires de la Morinie. <u>1931</u>).
<u>Dr.W.van Dieren.</u>	Organogene Dünenbildung. <u>1931.</u>
G.van Dienen, Hoek en Loris.	Uitkomst van het onderzoek of de schelpvisscherij langs de Noordzeekust nadeelig kan zijn, 1906. (Uitg.Min.v.Wat.Handel en Nijverheid).
Dr.A.T.Doodson.	The analysis of tidal observations. 1928. (Phil.Transaction of the Royal Soc.of London, series A vol.227).
idem.	Application of numerical methods of integration to tidal dynamics. (Monthly notes, Royal Soc.London).
<u>idem.</u>	Current observations at Horn's Rev., Varne and Smith's Knoll in the years 1922-1923. (Journal du Conseil 5, 22-32, <u>1930</u>).

Schrijver	Titel
Dr. A. T. Doodson en J. S. Dines.	Report on Thamesfloods. Meteorol. conditions associated with high tides in the Thames. (His Majesty's Stationery Office 1929).
<u>Dr. A. T. Doodson en Corkan.</u>	The principal constituent of the tides in the English and Irish Channels. 1932. (Phil. transactions. Royal Soc. London. series A. vol. 231).
C. F. Drechsel.	Mémoire sur les travaux du Conseil Perma- nent Intern. pendant les années 1902-1912. (Kopenhagen 1913).
Dubernad.	Rapport de la Commission chargée d'exami- ner le projet d'une jetée dans la baie de Wissant. (Rech. hydr. 1864/66. 3 ^{me} cahier).
Eug. Dubois.	Over duinvalleien, den vorm der Nederland- sche kustlijn en het ontstaan van laag- veen in verband met bodembewegingen. (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 1910).
George Dubois.	Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. (Mém. Soc. Géol. Nord VIII. 1924).
idem	Le Flandrien et la transgression flan- drienne de la Manche. (C. R. Réunion Géol. Intern. Copenhagen 1928).
idem	Essai statistique sur les états glaci- aires quaternaires et les états corres- pondants du niveau marin. (Ann. de Géogr. XL 1931).
<u>Dr. Ir. Ferd. Dull.</u>	Das Gesetz des Geschiebeschubes (Mittei- lungen aus dem Gebiete des Wasserbaues und der Baugrundforschung Heft 1). 1930.
<u>Dr. C. H. Edelman.</u>	Petrologische provincies in het Nederland- sche kwartaar. 1933.
Dr. H. v. Everdingen en Dr. J. P. v. d. Stok.	Oberflächentemperaturbeobachtungen in der Nordsee. September 1903-1904. 1906. (Meded. en Verh. Kon. Ned. Met. Inst. Nr. 108.).
<u>Dr. F. J. Faber.</u>	Geologie van Nederland, 1933.
<u>Otto Heintz, Felber.</u>	Oberflächenströmungen des Nordatlantischen Ozeans, 1934. (Deutsche Seewarte, Hamburg).
<u>Ph. Forchheimer.</u>	Hydraulik. 1930.
E. S. Forster.	Lucius Annaeus Florus. Epitome of Roman History. 1929.

Schrijver	Titel
A. Flamant	Hydraulique. (Encyclopédie des travaux publics).
John R. Freeman.	Hydraulic Laboratory Practice. 1926-1929.
Henri Frochet.	Le calcul des marées. Théorie élémentaire et applications pratiques.
P.H. Gallé.	Stormvloed en langs de Noordzee en Zuidoostkusten, 1917. (Uitg. Zuidoostzee Vereniging).
L. Gaussin.	Rapport sur la reconnaissance hydrogr. exécutée en 1855 dans les parages de Boulogne. (Rech. Hydr. sur la régime des côtes, prem. cahier).
<u>Gaye en Walther.</u>	Die Wanderung der Sandriffe vor den ostfriesischen Inseln. (Die Bautechnik 1933, Heft 41).
G. Gilson.	Exploration de la mer sur les côtes de Belgique. 1924. (Mém. de Musée royal d'histoire naturelle).
Jules Girard.	Les falaises de la Manche.
J.W. Gregory.	The relations of the Thames and Rhine and the age of the Straits of Dover. (Geogr. Journal 70, 52-59, 1927).
J. Groenendaal Jr.	De zeevering en duinen van het Hoogheemraadschap Delfland. (Gedenkboek Kon. Inst. v. Ingenieurs).
abbé Haignéré.	Dictionnaire historique et archéologique du Pas de Calais. 1882.
P.F. van Heerdt.	De strömen op de Nederlandsche kust. 1890.
<u>Dr. ir. Heiser.</u>	Landerhaltung und Landgewinnung an der deutschen Nordseeküste. (Die Bautechnik, Heft 13, 27 van 1933).
H. Heldt.	Les courants de marée au bateau de feu du Sandettié. 1923.
1) Hollingworth en 2) Grantham.	1) Tides from an Engineering standpoint. 2) The effect of groyning upon some parts of the English coast - 1924. (Inst. of Civ. Eng. London 1924).
T. Rice Holmes.	Ancient Britain and the invasions of Julius Caesar. (Oxford, Clarendon Press, 1907).

Schrijver

Titel

J.H. Holwerda.

Die Katastrophe an unseren Meeresküste in
9. Jahrhundert, 1920.
(Int. Archiv. für Ethnographie, Band XXXI,
Heft I, II).

Ing. P. Jakuschhoff.

Neue Methode zur Bestimmung der Schwebe-
stoffführung in unseren Flüssen.
(Die Wasserwirtschaft, Weenen 1931).

E. C. Jee.

The Atlantic Ocean, part I.
Hydrographical conditions in the area
centred on 50° N, 20° W, period 1902-'17
(1919).
(Fish. Inv. series III, vol. III).

idem

The English Channel, part VI, across the
mouth of the Channel. 1921.
(Fish. Inv. series III, vol. I).

idem

The North Sea, part I, From the Tyne
towards the Hase of Norway. 1920.
(Fish. Inv. series III, vol. IV).

Dr. O. Jessen.

Die Verlegung der Flussmündungen und Ge-
zeitentiefs an den festlandischen Nord-
seeküste in jungalluvialer Zeit. 1922.

R. F. Jessup.

The archeology of Kent. 1930.

D. W. Johnson.

Shoreprocesses and shore-development. 1919

idem.

The New England Acadian shoreline. 1925.

Dr. Ladislas Káádr.

A study of the sand in the Libyan desert.
(Geogr. Journal, June 1924, biz. 470).

Dr. Henning Kaufmann.

Rhythmische Phänomene der Erdober-
fläche. 1928.

H. Keller.

Stüdien über die Gestaltung der Sandkü-
ten und die Anlage von Seehäfen in Sand-
gebiet. 1881.
(Zeitschr. für Bauwesen, 1881).

Keller.

Exposé du régime des courants observés
depuis le XVI^e siècle jusqu'à nos jours
dans la Manche et la mer d'Allemagne. 1861.

Philip Kemp.

Theory of alternating current wave forms.
1924.

P. F. Kendall.

The proposed tunnel under la Manche.
(The Naturalist; 327-332, Oct. 1929).

J. Kraus, W. K. Behrens,
B. Hoogeboom.

Verlag aan het College van Dijkgraaf en
Hoogheemraden van Delfland 1917.

W. Krüger.

Meer und Küste bei Wangeroog.
(Zeitschr. f. Bauwesen, 1911, biz. 451 en 583).

Schrijver	Titel.
W.Krüger.	Meer und Küste bei Wangeroog. (Zeitschr.f.Bauwesen. 1913).
Dr.O.Krömmel.	Handbuch der Ozeanographie. Erster Teil. Die räumlichen, chemischen und physika- lischen Verhältnisse des Meeres.
idem.	Handbuch der Ozeanographie. Zweiter Teil. Die Bewegungsformen des Meeres (Wellen, Gezeiten, Strömungen).
H.Krey.	Die Flutwelle in Fluszmündungen und Meeres- buchten. (Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin, Heft 3, 1926).
J.M.Lacey C.E.	Littoral drift along the north-east coast of Kent. 1929. (Inst.of Civ.Eng.Nr.72 - Sel.Eng.paper -).
<u>Sir H.Lamb.</u>	Hydrodynamics. (Cambridge. At the University Press, 1932).
Lavalley, Larousse, Delesse, Potier, de Lapparent.	Chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre. Rapports sur les son- dages exécutés dans le Pas de Calais en 1875.
C.Leij.	Rivieren en rivierwerken.
idem.	Nota over de uitkomsten der waarnemingen van het slijtgehalte der Nederlandsche rivieren. (Uitg.Min.v.Wat.,Handel en Nijv.1887).
<u>W.V.Lewis.</u>	The formation of Dungeness Foreland. 1922. (Geogr.Journal. Oct. 1922. blz.309).
<u>Capt.F.E.Longfield.</u>	The subsidence of London, 1922. (Ordnance Survey, prof.papers, new series, nr.14).
<u>John B.Lucke.</u>	A study of Barnegat inlet. (Shore and Beach, vol.2, nr.2, 1924).
K.Lüders.	Entstehung und Aufbau von Grossrücken mit Schillbedeckung. (Senckenbergiana Band 11. 1929).
<u>idem</u>	Sediment und Strömung. (Senckenbergiana. Band 14, 1932).
<u>idem</u>	Unmittelbare Sandwanderungsmessung auf den Meeresboden. (Inst.für Meereskunde, Heft 24, 1923).
J.R.Lumby.	The salinity and watermovements in the English Channel and Southern Bight 1920- 1923, 1925. (Fish.Inv.series II, vol.VII, Nr.7, 1924).

Schrijver	Titel
J.I.H.Luijmes.	Overzicht der getijleer ten dienste der hydrografische opneming 1919.
Marie de Man.	Que sait on de la plage de Dombourg. (Tijdschr. voor Munt- en Penningkunde, 1899).
<u>Dr. Hugo Mandelbaum.</u>	Gezeitenströme und Restströme bei Borkumriff Feuerschiff. 1924/'26. (Ommitypiedruck, Deutsche Seewarte) 1934.
Marschal.	Ann. des Ponts et Chaussées de France. 1854.
E. de Martonne.	Traité de géographie physique, tome second. Le relief du sol. 1929.
J.G.Maschhaupt.	Verlag van een onderzoek naar de gesteldheid van den bodem in den Dollard, 1923. (Bijdr. tot de kennis v.d. Prov. Groningen).
P. de Mey.	Étude sur le régime de la côte de Belgique. 1865.
G.J.van Mierlo.	La carte lithologique de la partie méridionale de la Mer du Nord. (Bulletin de la Soc. Belge de Géol., de Paléontologie et d'Hydrologie T. XIII, 2 ^e série, T. III, 1899, blz. 219).
idem.	Le mécanisme des alluvions. (Ann. de l'assoc. des Ingénieurs sortis de l'Université de Gand).
H. Bernelot Moens en R.P.J. Tutein Nolthenius.	Verslag van de waarnemingen omtrent de stroomen langs de Nederlandsche kust. 1880-'82.
<u>Lotte Müller.</u>	Das Tidegebiet der deutschen Bucht. (Inst. für Meereskunde, 1932, Heft 23).
<u>National Research Council, Washington.</u>	Bulletin of the National Research Council, Nr. 89, 1932.
<u>idem</u>	Report of the committee on submarine configuration and oceanic circulation. (Nat. Research Council - 1931).
<u>A. Fensk.</u>	Theorie der Bewegung der Strandlinie. 1934.
Dr. O. Petterson.	Über Meeresströmungen. 1908. (Inst. für Meereskunde).
J.M. Phaff.	Étude sur les courants de la mer du Nord - Noordhinder. 1890-'94. 1896. (Met. Instituut).
A. Floccq.	Étude des courants et de la marche des alluvions, aux abords du détroit de Douvres. 1860. (Ann. des Ponts et Chaussées, 3e ann. 2e cah. tome V, blz. 103, 1863).

Schrijver	Titel
Edm. Ploix.	Rapport sur la reconnaissance de Boulogne. (Rech. hydr. sur le régime des côtes, Ve cah. 1876).
idem.	Projet de création d'un nouveau port à Boulogne. (Rech. hydr. 1878/'79, 18e cahier).
idem.	Port de Dunkerque 1878/'79. (Rech. Hydr. 12 ^{me} cah.).
B. Polak.	Een onderzoek naar de botanische samenstelling van het Hollandsch veen. 1929.
H. Poppen.	Die Sandbänke an der Küste der deutschen Bucht. (Ann. d. Hydr. 1912, Heft VI).
<u>Dr. O. Pratie.</u>	Die Sedimente der deutschen Bucht. <u>1921.</u>
<u>J. Proudman en A. T. Doodson.</u>	The principal constituent of the tides of the North Sea. <u>1922.</u>
J. O. Ramaer.	De daling van den bodem van Nederland t.o.v. den gemiddelden waterspiegel, in verband met waarnemingen betrekkelijk het Amsterdamsch Peil. (Tijdschr. Kon. Inst. v. Ingenieurs 1907-'08.).
idem	Het hart van Nederland in vroegere eeuwen. (T.K.N.A.G. 1913).
idem	Het Nederlandsche alluvium in den Romeinschen tijd en de Middeleeuwen. (T.K.N.A.G. 1928).
J. Reinke.	Die ostfriesischen Inseln. Wissenschaftl. Meeresuntersuchungen. (Neue Folge Bd. 8 1909).
A. F. Renard.	Notice sur les roches draguées au large d'Ostende. (Bulletin de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des B.A. de Belgique, 56 ^{me} année, 2 ^{me} série, T. XI, 1886.).
J. Renaud.	Sur les sondages exécutés dans le Pas de Calais en 1890. (Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'académie des sciences, Paris 1891).
P. M. van Riel.	Oberflächensalzgehalt im südlichen Teil der Nordsee. (Journal du Conseil Vol. IV, p. 43).
G. T. Rude.	Tides and their engineering aspects. 1922. (Ann. Soc. of civil Eng. paper nr. 1668).

Schrijver	Titel
Alfr. Rühl.	Beiträge zur Kenntniss der morphologischen Wirksamkeit der Meeresströmungen, 1906. (Inst. für Meereskunde).
de la Roche Poncier.	Recherches sur le régime hydrographiques des côtes, 2e cahier 1861.
Rijkswaterstaat.	Verslag der Commissie tot onderzoek naar de vereischten van een haven voor visschersschepen te Scheveningen, 1887.
idem	Uitkomst van het onderzoek of de schelpvisscherij langs de Noordzeekust nadeelig kan zijn voor het weerstandsvermogen van het strand en het behoud der duinen als zeevering, 1896.
idem	Verslag van de Staatscommissie inzake den toegang tot Nederland door het Noordzeekanaal. 1e en 2e deel met bijlagen, 1911.
<u>Schätzler.</u>	Wassermengenbestimmung im Tidegebiet. (Zentralblatt der Bauverein, 1931, Heft 39).
<u>Dr. J. Schep.</u>	Het oude middelpunt van Holland tusschen Maas en Rijn. (T.K.N.A.G. 1931 blz. 666).
<u>idem.</u>	De geografische plaatsbepaling van Ptolemaeus aan de Hollandische kust. (T.K.N.A.G. Jan. 1934, bull. Leiden).
<u>idem.</u>	Castellum Flevum in het land der Friezen. (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 1934).
P. Schotel.	Bijlage behoorende bij het verslag van de Staatscommissie 1916 (omtrent onderzoek oorzaken buitengewoon hooge waterstanden op den Rott, Waterweg).
<u>H. Schuiling.</u>	Nederland, handboek der Aardrijkskunde, deel I, 1934.
Dr. Bruno Schulz.	Die periodischen und unperiodischen Schwankungen der Mittelwasserständen an der flandrischen Küste 1915-1918. (Deutsche Seewarte).
idem.	Beiträge zur Kenntnis der Gezeiten an der flandrischen Küste und auf der unteren Schelde. (Deutsche Seewarte), 1925.
H. Schütte.	Entstehung der Seemarschen. Arbeiten der deutschen Landwirtschaftsges. Heft 178. 1911.
Carl Seemann.	Zwölf Stromkarten der Nordsee und britischen Gewässer.

Schrijver	Titel
Deutsche Seewarte.	Atlas der Gezeiten und Gezeitenströme.
L. Dudley Stamp.	The Thames drainage system and the age of the Strait of Dover. (Geogr. Journal 1927 blz. 386).
<u>J.A. Steers.</u>	Scot head island. (Geogr. Journal June 1934).
Dr. J.F. Steenhuis.	Beschouwingen over en in verband met de daling van den bodem van Nederland. (Verh. d. Kon. Academie v. Wetenschappen, 2e sectie, deel XIX, nr. 2, 1917).
J.W.G. Stieneker.	Verslag over de stroomsnelheidsmetingen in 1875-1879 op den Rijn en zijne takken en op de Boven Maas (1877).
J.P. van der Stok.	Études des phénomènes de marée sur les côtes néerlandaises. (Kon. Ned. Met. Inst. Nr. 90 - 1910).
idem	Das Klima des südöstlichen Teiles der Nordsee. I. Ferschellingerbank, II. Haaks, III. Maas, IV. Schouwenbank, V. Noordhinder, VI. Noordhinder. (Meded. en Verh. 130, b, c).
idem	Über Oberflächentemperatur-Beobachtungen in der Nordsee 1903/'04. 1906. (Kon. Ned. Met. Inst. Nr. 108).
<u>G.A.S.</u>	Currents and Fisheries of the North Sea. ("Nature" 6 Oct. 1934, blz. 543).
<u>Dr. J.J. Tesch.</u>	De physische gesteldheid der Noordzee. (Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen. 1920-1920).
<u>Dr. P. Tesch.</u>	De opeenvolging van de oud plistoocene lagen in Nederland. (Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen. 1934).
<u>idem</u>	De vorming van de Nederlandsche duinkust 1935.
H. Thorade.	Gezeitenuntersuchungen in der deutschen Bucht der Nordsee. (Arch. d. deutschen Seewarte XLVI Nr. 5, Hamburg) 1926.
<u>idem</u>	Probleme der Wasserwellen, 1931.
<u>idem</u>	Über Stromunruhe (nach Beobachtungen) im Kattegat). (Ann. der Hydrographie September 1934).
<u>ir. J. Thijsse.</u>	De bodemdaling in Nederland en de peilschaal van Harlingen. (Tijdschr. K.N.A.G. 1931, blz. 438).

Schrijver	Titel
<u>J.Th.Thiase.</u>	Eingluss der Abschliessung der Zuiderzee auf das Verhalten der Gezeiten längs der niederländischen Küste. (Zeitschr. der Int. Ständigen Verband der Schifffahrtkongresse, Brussel Jan. 1933. Heft 15, S. 59).
<u>Dr. P. D. Timmermans.</u>	Proeven over den invloed van golven op een strand. (Proefschrift 1935).
P.H. Tizard (British Admiralty).	Tides and tidal streams of the British Islands.
Ir. R. P. J. Tutein Nolthe- nius.	Westerstranden. (De Gids 1913).
<u>W.H. Twenhofel.</u>	Treatise on sedimentation 1932.
<u>T. Vater.</u>	Formation of Straits. (Mitteilungen Geogr. Ges. of Thüringen - zie Geogr. Journal Dec. 1933 - blz. 557).
<u>Ir. Joh. van Veen.</u>	Onderzoek naar het zandtransport van rivie- ren. (De Ingenieur 46 - 1933).
<u>idem</u>	Bodengolven van groot formaat, geregistreerd met een echotoestel. (Overdruk weekbl. "De Ingenieur 1934 nr. 47, Bouw- en Waterbouwkunde 15).
<u>idem (en Bos).</u>	De Fivel en hare verzanding. (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 1930.).
<u>Joh. van Veen.</u>	Sandwaves in the Southern North Sea. (Hydr. Review, May 1935).
<u>Dr. F. Vink.</u>	De Lekstreek 1926.
<u>Fr. Walther.</u>	Die Gezeiten und Meeresströmungen im Norderneyer Seegat. (Die Bautechnik Heft 13 - 1934).
<u>E.M. Ward.</u>	English coastal evolution 1922.
<u>J. C. M. Warnsinck.</u>	Admiraal de Ruijter. De zeeslag op Schoo- neveld. Juni 1673. 1930.
<u>J. R. Wartena.</u>	Inleiding op een uitgave van de Tabula Peutingiana 1927. (Proefschrift).
<u>Dr. L. R. Wentholt.</u>	Stranden en strandverdediging 1912 (2 de- len).
<u>W. H. Wheeler.</u>	Practical manual of tides and waves.
<u>idem.</u>	The North Sea.

Schrifver	Titel
H.J.Osborne White.	The geology of the country near Hastings and Dungeness. 1928. (Dept.of Scientific and Industrial Research).
<u>R.S.Wimpenny.</u>	Variations in North Sea Plankton. (Fish.Inv.series II, vol.XIII, Nr.3, <u>1933</u>).
Rolf Witting.	Zur Bestimmung der Mischung im Meere. (Societas scientiarum Fennica, VII, 2. Helsingfors).
Dede Wildvang	Das Alluvium zwischen der Ley und der nördlichen Dollartküste. 1915.
C.H.Wind, F.Liebert, D.A.van der Laan.	Ergebnisse von holländischen Strommessungen in der Nordsee 1904/'07. (1912). (Verh.uit het rijksinstituut voor het onderzoek der zee, 3e deel).
Carl Weebcken	Deiche und Sturmfluten an der Nordseeküste. 1924.
Prof.Dr.Curt Woyte.	Der Gallische Krieg von Cajus Julius Cäsar. (1926).
Dr.Werner Wrage.	Das Wattenmeer zwischen Trischen und Friedrichskoog. <u>1930.</u>