

DE KUST VAN NEDERLAND

door

Dr. Ir. J. van Veen.

1946

Veen0055

R
44.



R 44.

De kust van Nederland.

bijlagen ^{aan}
volledig (volgus
lijst volgde de blz.)
rapport onvolledig?
2019/13

- Inhoud:
- par. 1. De Noordzee.
 - par. 2. Het Getij.
 - par. 3. De bodemdaling.
 - par. 4. Het ^{kust}land.
 - par. 5. De zandvormen vóór onze kust.
 - par. 6. De hoofdvorm van onze kust.
 - par. 7. Onze kust een waddenkust.
 - par. 8. Boezemvorming.
 - par. 9. De onderwaterslota's.
 - par. 10. Het zoutgevaar.
 - par. 11. Het sandtekort.

- oliché 128. fig.1. De duur der ijsrijden volgens Fench. De grafiek geeft tevens een indruk van de verandering der toestanden.
 fig.2. Schema van het trekken van een getijgolf rond een eiland.
 fig.3. De Noordzee met IV wrijlijnen en de twee punten zonder getijrijzing.
 fig.4. Geulruggen van Walcheren met doorbraken van 1944.
 fig.5. Geulruggen van Dollard. De graacht van Cortale (10 n.Ohr.) snijdt deze ruggen; de geulen waren dan toen reeds volge-slibd.
 fig.6. Zeepeiegelrijzing te Amsterdam sedert 1682; aanvankelijk weinig, na 1860 meer.
- oliché 66. fig.7. St. Michaelis Mount bij Lands End, het oude Ictis van Pytheas (325 v.Ohr.) De geplaveide weg die bij halftij droogvalt ligt nog steeds op die hoogte.
- oliché 69. fig.8. Blane wer (Blankenes), een der "hoofden", de kuyp waaraan onze kustboeg is "opgehangen".
- oliché 85. fig.9. Gris wer (Swattenes). Deze rotskuut biedt zeer veel weerstand tegen den aanval.
- oliché 89. fig.10. Schema van het voorkopman der sandgeulen in de Vlatke Zee.
 fig.11. Trogvernijde sandgeulen op de hoogte van Goeree, geregistreerd met echoloot. De zwarte vorm beneden aan de teekening geeft de ware verhoudingen.
- oliché 82. fig.12. Duersprofiel Oosthinder.
 oliché 84. fig.13. Duersprofiel Nabuwerk.
 oliché 74. fig.14. Zeer hooge sandduinen op de Velle (Zuidpunt).
 oliché 96. fig.15. De grindribbel van Bangenoss.
 fig.16. Gewone sandribbels op het wad.
 fig.17. Gewone sandribbels op het wad.
 fig.18. Strandprofiel gevormd uit flaandelland sandterrein.
 fig.19. De cirkelbogen van onze kust.
 fig.20. Vergelijking wadkansen van Zeeland en die van het Noorden.
 fig.21. Stroomkansen in Zeeland.
 fig.22. "Stroomboer" op de Wadden.
 fig.23. Vloedstroom in doorbraak Walcheren 1945.
 fig.24. Niet maken van een rijzen met.
 fig.25. Schema van boezenvermindering tusschen oude opgevulde boezems.
 fig.26. "Stroomboer" bij boezenvermindering.
 fig.27. Vergelijking van een viertal dijken.
 fig.28. Schema ter verklaring van de linksche hoofdgeulen.
 fig.29. Niet-vloedschoppende en vol-vloedschoppende mond.
- oliché 98. fig.30. Schema van een zeegat tusschen den Waddeneilanden (Vlie).
 fig.31. Schema van normale waddengeulen, druk op de steerten van de eilanden.
 fig.32. Schema van een geul die op de kop van eiland B drukt.
 fig.33. Het uitknijpen van een klein waddeneiland B.
- oliché 115. fig.34. Vermeedelijke kust tijdens den Romeinchen tijd.
 fig.35. Afslag bij den Helder (einde 1571) en van Vlieland (einde 1700), 1600 m van Rotterdam (einde 1861)
 fig.36. Vergelijking opbrengsten van tomatenplanten en van boesomplanten.
- oliché 8. fig.37. De zout- en sootwaterstanden in de benedenrivieren.

De kust van Nederland.par. 1. De Noordzee.

v. is de diepte
v. de dikte van

De bijna gesloten randzee waaraan ons land ligt is ondiep. Gemiddeld in het ons belendende deel een 30 à 40 meters, dus naar verhouding veel minder dan het papier waarop de Noordzee gewoonlijk wordt getekend. Alleen in het noorden duikt de bodem tot onder de 100 meter. Onze vroegere zeevaarders noemden deze begrenzing van het ondiepe en het diepere deel bij Noorwegen "de Kimmen", voor hen dus reeds een bekende eigenaardigheid. Zij leedden reeds veel; wanneer zij huis toe stevonden en al leedende op de 14 vadem belandden daarbij zand van de bekende gele kleur en grootte om hun met vet bemerd leed ophalend, ging hun lang verwachtte hoop in vervulling, want zij waren op de Bruwertien, het plateau van ongeveer 14 vadem (of 20 meter) voor de Noordhollandsche kust, dat als het ware de steop van het Tusselache zeeget vormt.

De geheele Noordzeebodem bestaat grotendeels uit zand, behalve bij de Engelsche kust en in het Nauw van Calais, waar de bodem steenachtig is. Verder zijn er zeer uitgestrekte slijkbedden; bv. is ten noorden van onze waddenkust een oppervlakte slijk ter grootte van het geheel Nederland aanwezig. Welk een toekomstig inpolderingsgebied!

Dat de Noordzeebodem, ten minste in het nabij ons land liggend gedeelte, zoo zandig en kleilig is, vindt zijn oorszaak daarin, dat zand en slijk in den langen loop der ijstijden van het vasteland van Europa naar hier zijn getransporteerd, hetzij door het ijs zelf, hetzij door het smeltwater. Niet alleen uit Skandinavië en Finland kwam enorm veel materiaal naar onze streken, maar ook uit de Alpen.

De zand en slijk waartoe zij die na den laatste der ijstijden tusschen de Doggerbank en de Oeral overbleef had flauwe hellingen en doek ergens met flauwe talude in de Noordzee. Sindsdien is niet veel meer veranderd. De zeepeigel mag hooger zijn gekomen en de zeevloed en golfen mogen wat zand verplaatst hebben, verreweg het meeste zand en de meeste slijk bleef liggen waar de "Ijereuzen" het deponeerden.

Men voor ons zeer belangrijke gebeurtenis in een der ijstijden, vermoedelijk de derde, die de grootste moet geweest zijn, was het ontstaan van het Nauw van Calais, zoo onstreeks 200.000 jaren geleden indien de grafiek (Heim, Penck, fig. 1) juist is. Tijdens de grootste uitbreiding van het ijs lag de zuidgrens van de ijskap over de geheele Noordzee tot Amsterdam-Yarmouth. Het smeltwater kon toen dus niet naar het noorden den oceaan bereiken en, daar tusschen Engeland en het vasteland een krijtuy lag, werd een zootwater-meer gevormd, waarin het water hooger en hooger steeg. Sindsdien moet dese zijn overgelopen en speelde er een grote bres in het huidige Nauw van Calais. Blijkens de nog aanwezige resten, de heuvels Blano Mes en Zuid Voorland, had dese rug oorspronkelijk een hoogte van ongeveer 100 m boven den huidige zeepeigel, het laagste deel waar de overstrooming het eerst plaats vond, zal iets lager gelegen hebben. De uitstrooming geschiedde zonder twijfel uiterst krachtig, hetgeen begrijpelijk is omdat de enorme watermassa's uit Rusland, Duitschland en uit de Alpen slechts één enkel uitlaat hadden. Het moet aanvankelijk een interval geweest zijn, die vele malen breder en ook hooger was dan de Niagara. Geen wonder dat de bres ruim 30 km breed werd en de grootste diepte ongeveer 150 meter beneden den rug.

Men heeft ook wel gedacht aan een doorbraak door de gotijwerking en men sprak dan van de stootkracht van het getij. Getijden hebben echter geen stootkracht. In het doodlopend einde van het Engelsch Kanaal, dat reeds zeer vroeg ten westen van den krijtuy bestaan moet hebben, zullen wel grote tijverschillen zijn voorgekomen, doch geen grote stroomen. Men moet in het einde van een diep in het land dringenden inham eerder denken aan een lichte opalibbende heuk. Slechts een overstrooming van den hoogen krijtuy kan de bres hebben veroorzaakt.

Dat dese doorbraak voor onze streken van groot gewicht is geweest is duidelijk. Het zuidelijk deel van de Noordzee, dat wij van

oude de "Vlakte Zee" noemen en de Engelschen de "Lowland Sea", teveroren
evenseens een doode inham waar sich zijn slik neersette, word, toen de ijs-
kap afsmolt en kleiner werd ruwoerig door stroom en golfslag. Slik kan
hier voortaan niet meer bezinken. Het zand dat er lag werd ook wat ver-
pleetst. Er werd geen bij deesen deurbreek passende kust gevormd die, in
zand gemiddeld door de stroomen en de golven, niet anders kan zijn dan
nij is uitgevallen.

par. 2. Het getij.

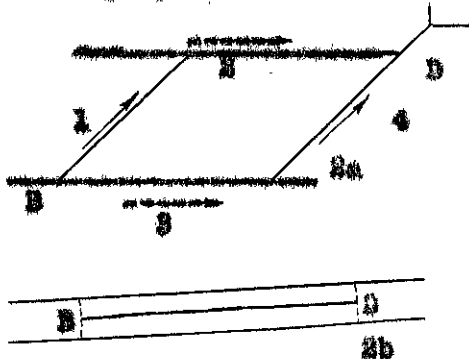
Alvorens onze kustvorm zelf nader te bespreken is het noodig iets
te weten omtrent het getij, die deze kustvorm bepaalde.

Voortaan kwam het getij niet meer alleen uit het noorden via de
deurgangen ter weersijden van de Schotlands eilanden, maar ook uit het
zuiden, via het Nauw van Calais. Het seegat dat wij van oude de Hoefden
noemden, naar de twee opvallende witte kappen die het begrenzen (Keap,
caput, kop, hoofd). Men heeft wel de conclusie getrokken dat deze twee
getijgolven, het Zuidtij en het Noordtij, elkaar bij Tessel op ongelijke
tijden zouden ontmoeten, doch dit is toch geen juiste voorstelling. Men
haalde daarbij steeds de dubbele vloedkop aan, die bij den Helder werd
waargenomen of misschien ook wel het dubbele laagwater dat lange en
meer zuidelijk gelegen kustgedeelten vaak voorkomt; het laatste laagwa-
ter heet daar de "eggen" (achter).

Deze verschijnselen zijn echter slechts plaatselijk en duiden
geenszins op de interferentie van het "zuidgetij" en het "noordgetij",
doch slechts op plaatselijk eindig water en op plaatselijke krachtige
getijstroomen. Verandert men iets binnen de seegaten dan kan zoo'n
dubbele vloedkop of eggen verdwijnen. Bij de Zuidzee-impoldering is
dit duidelijk genoeg gebleken daar zinddien de dubbele vloedkop bij den
Helder vrijwel geheel verdwenen is.

Men stelt zich de getijbeweging gewooslijk te ingewikkeld voor.
Leest men de ingewikkelde details weg, dan blijken de grondbeginselen
eenvoudig. Wanneer een vloedgolf rond een eiland trekt, by. rond de
Noeksche Waard, dan komt de golf het eerst in de Boorningen, B (Zuidwand
wand Spui) en het laatst in Dordrecht, D. (fig. 2)

van het



Langs de Noordzijde van het eiland
gaat de golf nu even snel door het
Spui en de Oude Maas als langs de
zuidzijde door het Hollandsch Diep
en de Kil. Heemt men de voortplan-
tingstijden van de vier takken by,
17, 20, 27 en 10 minuten dan is de
vergelijking dus 17 min. + 20 minuten
= 27 min. + 10 minuten.

De voortplanting langs den noor-
dertak gaat even vlog gebeuren als
langs den zuidertak, want er is in

Dordrecht slechts één golf, geen twee. Hiervan moet men zich goed re-
kenschap geven. De golf uit het zuiden ontmoet bij Dordrecht zijn
"broer" uit het noorden gelijktijdig.

De watermolheden of stroomen in de vier takken reguleren
nl. zoodanig dat de twee golven gelijktijdig te Dordrecht aankomen.
Denkt men zich het eiland BD samengeklapt (fig. 2b) dan wordt dit
misschien duideljk. Gesteld dat men in de aa van een breede rivier
een dam BD maakte dan sprekt het vanzelf dat de getijgolf sich daar
niets van een trekt en dat hij D geen twee getijgolven zijn.

Zoo is het ook met het getij rond Engeland (zie fig. 3), alleen
is dit een veel groeter eiland. De getijgolf die rond Schotland trekt,
kan onmogelijk zoo snel den langen weg tot het ontmoetingspunt bij Dover
afleggen als zijn "broer" die door het veel kortere Engelsch Kanaal
ging. Toch is er bij Dover slechts één getijlijn, geen twee vloedheppen
of iets van dien aard. Slechts één zeer fraais regelmatig golfvorm. De
natuur heeft sich hier geholpen door de noordgolf een volledig getij,
(12 u. 25 minuten), te laat te doen aankomen.

De getijgolf uit het Kanaal vereenigt zich dus bij Dover als het ware met zijn "oom", de broer van zijn vader. Het gaat er niet minder om de getijstroomen, dus de watermassaheden regelen deze "ontmoetingen".

Men moet dus goed uit elkaar houden het begrip voortplantings-snelheid van de getijgolf en de getijstroomen (of watermassaheden). De top van de getijgolf, het HW, heeft dikwijls snelheden van 30 à 50 km per uur, de watermassaheden (vloed- en eb) meestal niet meer dan 2 à 5 km/uur. Er is een zeer eenvoudige regel die het globaal verband tusschen deze twee legt, de regel van Gantes Gromote (een waterstaatsingenieur, die haar in 1817 publiceerde). Deze regel zegt dat wanneer een getijgolf zich met groote snelheid voortplant de watermassaheden gering zijn en omgekeerd plant een getijgolf zich langzaam voort in een golf dan is dat een zeker teeken dat het er zeer krachtig in stroomt, zoowel bij eb als bij vloed.

Wanneer wij dus in fig. 3 zien dat de lijnen van gelijke HW's in het Nauw van Calais en bij Cherbourg dicht bij elkaar liggen en in de zeegaten bij de Schotlands-eilanden nog dicht, dan mogen wij daaruit besluiten dat de waterstroomen in het Nauw van Calais en bij Cherbourg krachtig zijn zoowel bij eb als bij vloed en dat zulke in de zeegaten bij de Schotlands-eilanden zeker niet minder het geval is.

Een eigenaardigheid waarop de aandacht terloops nog gewentigd kan worden, doch die overigens voor ons doel weinig betekenis heeft, is het voorkomen van twee "amphidromische punten" in de Noordzee, dat zijn punten waar de getijverschillen tusschen HW en LW nauwelijks bestaan. Een ervan ligt halverwege de Engelsche kust en de onze, ter hoogte van Petten, hetgeen de reden is waarom aldaar de verschillen tusschen HW en LW het kleinste zijn. Het zijn als het ware knooppunten; stroomen loopen er wel, doch de getijrijzing is er minimaal. Voor de getijgolf is het als het ware een klein eiland waarom heen zij gaat en ten Zuiden ervan een getijperiode van 12 u. 25 minuten te kunnen vullen. Voorbij zoo'n "eilandje" ontmoet de noordergolf dus weer zijn "oom".

Door het fraai en vindingrijke "ontmoeten" van dergelijke getijgolven hebben wij langs de Nederlandsche kust slechts te maken met één getijgolf die van het Zuiden naar het Noord-oosten trekt met een vrij regelmatige snelheid.

Is de top van de golf, het HW, om 0 uur bij het lichtschip Wandelaar, om 6.30 uur bij den Holder en om 11 uur bij Bodum, dan volgt daaruit dat onze 360 km kustlengte doorloopen wordt in 11 uren. Per uur verplaatst het HW zich dus langs onze kust met een gemiddelde snelheid van ongeveer 33 km en het LW doet dit eveneens. Deze regelmatige waterplantingsnelheid duidt er op dat de stroommassaheden (eb en vloedstroom beide) langs onze kusten voor een bepaald getij ook weinig veranderen. (Regel van Gantes Gromote).

De wind beïnvloedt de waterstroomen in de Noordzee zeer aanzienlijk. Bij wind uit het Zuidwesten wordt de vloedstroom krachtiger en de ebstroom zwakker, zodat er bij vloed meer water naar het noorden trekt dan er bij eb teruggaat. Men noemt dit de "drift" of het "vloedoverschot". Wanneer de wind uit het Noordoosten waait is de drift een "eboverschot", dus Zuidwaarts gericht.

De visscherij is steeds zeer beïnvloed hoe het met deze "driften" gesteld is, immers voeren de watermassa's die op deze wijze verplaatst worden, vischen of vischenvoedsel met zich mede. Gerekend over een lange periode, bv. een maand, komt uit het Nauw van Calais gemiddeld vrij veel nieuw water de kem der Noordzee ververschen. Bij stormachtig weer uit het Zuidwesten komt zelfs veel Kanaalwater langs onze kusten. Op de meeste lichtschepen moet men deze stroomen, en het is het geheim van het Visscherij onderzoek hieruit nu te gaan waar de vischen zich bevinden.

De drift is dus voornamelijk afhankelijk van den wind. Op dezelfde wijze is ook de "opwaaing" of "opstuwing" van het zeoppervlak een windverschijnsel. Bij harde Noordwester stormen kan het gemiddeld zeeniveau langs het centrale deel onzer kust den ongeveer 2.60 m. worden opgezet. Het verschijnsel deed zich ook voor in de Zuidzee en thans nog in het IJsselmeer, waar tusschen Amsterdam en Kampen nog steeds niveauverschillen van een paar meters kunnen voorkomen.

Daar het bij Vlissingen veel minder krachtig waait dan bij den Helder is de opwaaiing in het Zuiden van onze kust kleiner dan in het noorden. Een windkracht die te Vlissingen gemiddeld slechts een maal per jaar overschreden wordt, wordt in den Helder 80 malen per jaar overschreden. Dan komt daar nog bij dat de "strijkklongete" van de wind over de zee (d.i. de afstand tusschen Engeland en onze kust) in het Zuiden veel korter is. Ruwweg gerekend is de kracht die de wind op de zee uitoefent in het zuidwesten des lands twee malen geringer dan in het noorden.

Bij storm gaat de getijgolf zelf gewoon door, alleen op een hooger niveau, omdat de opwaaiing aanwezig is. Komt een hooge opwaaiing voor ten tijde van een hoog springtij NW van het getij, dan heeft men een stormvloed, zooda men die wel kan berekenen, doch bij menschenheugenis nog nooit is voorgekomen. Onze zeedijken zouden zoo'n vloed ook niet kunnen keeren. Wij waren dus bij wijze van spreken op een schip dat zeker niet alle stormen kan doorstaan.

par. 3. De bedendaling.

Men heeft kunnen lezen dat het misschien mogelijk zou zijn het ijs van de Noordpool met atoomenergie te doen smelten; dit zou ons klimaat gunstig beïnvloeden. Het bezwaar hiervan zou echter zijn dat de zeespiegel vele meters zou stijgen. Wanneer men al het ijs ter wereld zou doen smelten zouden wij een zeevlank hebben die ongeveer 40 m hooger was dan thans. Nederland zou dan praktisch niet meer bestaan. De hoogste delen der Veluwe zouden een vrij groot eiland vormen, de Montferland, de Legebterberg, de Tenkenberg, enz. kleinere, doch de eigenlijke kust zou bij Zuid-Limburg beginnen.

(120m?) Zee berekent men ook dat gedurende de strengste der ijstijden, de zeespiegel vele tientallen meters lager was dan thans, (fig. 1), omdat zooveel water in de enorme gletschers als ijs op het land geborgen was. Engeland zat toen dus met een breede verbinding aan Nederland vast omdat de Noordzee tusschen beide landen lang geen 120 m diep is. Er was toen echter overal ijs.

Ook toen het ijs zich reeds een eind teruggetrokken had bleef de zeespiegel aanvankelijk te laag om den Noordzeebodem tusschen Engeland en ons land te overstroomen. Op het gloeiende diluviale zandterrein dat de ijmassa's in het gebied tusschen Nederland en Engeland hadden achtergelaten graasden de eerssen en de mammoeten en jaagde de diluviale mensch. De Rijn en de Theems hadden een gemeenschappelijken mond ergens bij Southampton. De Eems, de Elbe en de Weser hadden er misschien een bij den Doggerbank - wij weten dat niet omdat deze beddingen nog niet in den Noordzeebodem zijn teruggevonden. Misschien gelukt dit nog wel nu wij beschikken over het echo-peiltoestel, waarmee de diepten zeer nauwkeurig werden geregistreerd, misschien zijn zij ook reeds lang vervaagd door den golfinvloed op den bodem of door de getijstroomen.

Bij het volder werden van het klimaat moet de zeespiegel geresen zijn tengevolge van de smeltende ijsmassa's en eindelijk werd de hoogste rug der verbinding tusschen Engeland en den vasten wal, die wel op de hoogte van Tessel - Yarmouth geleopen zal hebben, definitief verbroken. De zeevlank was toen nog ongeveer 30 à 40 m lager dan thans. Bij de verder volgende stijging overstroomde steeds meer terrein, tot eindelijk de zeespiegel de huidige hoogte verkreeg.

Men moet zich dit niet te geleidelijk voorstellen. Na den grootsten ijstijd, circa 200.000 jaren geleden, kwam er nog een en het is ook wel mogelijk dat er een tijd geweest is waarop het water der zee hooger stond dan thans.

Onder het "niets bestendige hier beneën" vallen zeker de zeespiegel en de ag.vaste aardkerst beiden. Alles verandert, zij het vaak langzamer dan een of meer menschengeslachten kunnen bemerken. Was dit niet zoo, in welk een saale wereld zouden wij leven. Thans worden wij geprikkeld die veranderingen op te sporen; het bestaan van ons land en ons volk hangt er zelfs van af, daar wij op de grens van het mogelijke leven en nauwelijks nog een zeespiegelrijzing van een paar meters zouden kunnen verdragen. Welk een luttel bedrag indien wij cijfers van 40, 70 of 120 m hooren!

*in het laag
deel der lands*

Het is allessins verklaarbaar dat wij ons sinds eenige eeuwen ernstige zorgen maken over de bodemdaling of zeespiegelrijzing. Welke van de twee het is doet niets terzake. Onze peilschalen, die sinds ongeveer 1860 veelvuldig werden geplaatst en trouwen werden afgelezen, geven sindsdien een gemiddelde zeespiegelrijzing te zien van 15 à 20 cm per eeuw. Niet alleen in ons land was dit een gemiddeld cijfer, maar ook aan de Duitse en Belgische kusten. Vroeger dacht men dat het dalingscijfer nog grooter was, nl. 20 à 30 cm per eeuw en hierop bouwden de geologen een theorie. Zij redeneerden: gesteld dat de bodemdaling 30 cm/eeuw bedraagt, dan moet de zee omstreeks Christus' geboorte 4 meter lager hebben gestaan dan thans en moet de Noordzeebodem boven de 30 m dieptelijn $\frac{30}{3} \times 1000 = 25000$ jaren geleden nog droog hebben gelegen.

Het behoeft geen betoog dat dit een wankel redenering was. Andere onderzoekers kwamen dan ook met feiten, waaruit bleek dat sinds den Romeinischen tijd het land lang geen 4 m lager lag t.o.v. de zee dan thans. Een dazer feiten was dat onder de terpen in Groningen en Friesland het oorspronkelijk terrein nog aanwezig is waarop zij zijn aangelegd en dat dit slechts weinig lager ligt dan de tegenwoordige jonge kwelders.

Een ander feit was dat omstreeks 1937 op Walcheren, in het Westland en in Groningen en Friesland oude verlande goulen werden ontdekt, die volgeslibd waren tot een hoogte die thans nog slechts weinig beneden het huidige HW ligt. Deze volgeslibde goulen klenken sinds haar volslibbing vaak minder dan het omringend veenlandschap en zij kwamen dus als ruggen in het terrein te liggen. (fig.4). Men bouwde er bij voorkeur de dorpen, wegen, terpen en boerderijen op. De aandacht werd er nu op gevestigd dat die volslibbing reeds heel lang geleden voltooid moet zijn geweest, omdat de terpen en dorpen die er op liggen reeds van euden datum zijn en dat dus zoodoende uit de hoogteligging die ruggen tot niet meer dan ongeveer 2 à 5 cm bodemdaling per eeuw zou mogen besluiten.

Middelburg, een vestiging van omstreeks 800, ligt bv. op zee'n rug, Delft eveneens. Een goed verkeeringsteeken leverde ook de in het jaar 16 n.Chr. gegraven gracht van Corbulo (fig.5) tusschen Westerlee en Leiden, "de Vliet" genaamd. Deze gracht, waaraan de Romeinische vlootbasis bij Voorburg lag, steerde zich niet een de ligging der thans ontdekte oude goulen; deze laatste waren dus omstreeks Christus' geboorte reeds dichtgeslibd, want anders had Corbulo wel gebruik van gemaakt van de nog open goulen.

Wij stuiten hier dus op een dilemma: De huidige peilschalen geven een gemiddeld cijfer van 15 à 20 cm per eeuw (nieuwe opgave) en de historische en terreingegevens slechts 2 à 5 cm. Moet men daaruit afleiden dat sinds men de peilschalen behoorlijk afleest (+ 1860) een grotere bodemdaling optreedt dan vroeger? Zijn de peilschalen, misschien onbetrouwbaar? Geschiedde de zeespiegelrijzing in de laatste 30 eeuwen, met schommelingen, dus afwisselend rijkend en dalend?

Uit een in 1945 gepubliceerde studie aangeende de peilschaalgegevens van Amsterdam verzameld sedert 1682 tot heden bleek inderdaad dat de bodemdaling of zeespiegelrijzing niet rechtlijnig was verlopen. De Amsterdamsche burgemeester Hudde had reeds in 1682 acht groote marmoren steenen doen metselen om het "stadspeil" definitief en precies vast te leggen. Hij heeft dit gedaan met een zorg en nauwgezetheid, die ons thans nog grooten eerbied inboezemt; hij liet de hoogteligging dazer steenen t.o.v. de zeespiegel bij Amsterdam zeer goed vastleggen. De acht steenen waren zoo goed gemetseld dat in 1860 bleek, dat zij nog vrijwel precies in één horizontaal vlak legden, een bewijs dat men zeer goede fundamenten kon maken niet alleen, doch dat men ook goed kon waterpassen. Niet voor niets werd het AP beroemd en gebruikt tot zelfs in Polen.

De waarnemingscijfers die sinds 1 Januari 1700 om het uur, ja veelal om het half uur, worden opgeteekend in een rij boeken die ruim 30 m archiefplank beslaan, werden allen door de Rijkswaterstaats opgeteld, waarbij na een noodzakelijke correctie uiteindelijk de grafiek geteekend kon worden die in fig.6 is aangegeven.

Alleen tusschen 1750 en 1765 was een hiant aanwezig, veroorzaakt doordat iemand het werk van zijn voorganger niet nauwkeurig genoeg vond.

In 1662 had Hudde het AP bepaald als de hoogte van het gemiddelde HW op het IJ bij Amsterdam (valsee) en in 1850, dus 170 jaren later, was de gemiddelde waterpiegel nog maar 5 cm gezakt. Doch daarna kwam een sterkere stijging van de zee, die nog altijd schijnt door te gaan in een tempo van 18 cm per eeuw.

Wat is van deze versnelde stijging de reden? Wij moeten het antwoord daarop schuldig blijven. Het is mogelijk dat de steenen van Hudde waarvan er nog steeds een paar bestaan - sinds 1850 weer zijn gaan zakken bv. door zwaardor verkeer over of door onderdonsgebreken van de bruggen waarij zij gemetseld zijn. Het is ook mogelijk dat er sinds dat jaar meer ijs is gesmolten door een milder worden van het klimaat. Wij kunnen dus helass nog niet zeggen of die versterkte zeepiegelrijzing fictief of werkelijk is, noch of zij zal blijven aanhouden. Komt wanneer meer oude peilschaalgegevens even betrouwbaar blijken te zijn als die te Amsterdam zal men tot een nadere conclusie kunnen komen.

Voorlopig doen wij verstandig te rekenen op 15 à 20 cm/eeuw zeepiegelrijzing, indien wij kunstwerken of gebouwen in het lage deel van ons land gaan bouwen. De groote Amsterdamsche gebouwen zakken allen meer t.o.v. den zeepiegel dan de steenen van Hudde. Het Koninklijk Paleis verschilt er echter zeer weinig mee. Voor de practijk komt het er niet op aan of zetting, klink, setting dan wel geologische bodemdaling of algemeene zeepiegelverheoging door ijsmelting de oorzaak is. Wij zouden gaarne precies weten welk deel setting of klink, welk deel zeepiegelrijzing en welk deel geologische bodemdaling van het totale bedrag uitmaakt en misschien komen wij nog wel eens zoo ver. Misschien onderheien wij onze peilschalen wel te veel, immers liggen de toppen van de weinig geklonken geulruggen nog betrekkelijk zeer hoog indien men in aanmerking neemt dat het zee lang geleden is sinds de geulen werden volgevluid.

Al moge het land, voorsover bestaande uit zand en zavel dan sinds de Romeinen (of eerder) weinig zijn gedaald t.o.v. den zeepiegel, vele van onze dijken, kunstwerken en gebouwen zijn sinds 1850 en zeker reeds veel langer vaak danig gezakt.

De mogelijkheid tot inklinken van onsen ondergrond is nog groot. Bij een trillingaproof te Rotterdam bleek onlangs een in elkaar getruide zandlaag van 30 m dikte niet minder dan 2 m te zijn geklonken. De porien tuschen het zand konden door trilling dus nog veel worden verkleind. Bedenkt men dat de zandlaag in het westen van ons land veelal honderden meters dik is dan is daarin dus vele meters settingsmogelijkheid aanwezig. Welke gevolgen hebben de vele heftige ontploffingen gehad die ons in den oorlog 's nachts in onze bedden deden schudden, alsof wij met aardbevingen te doen hadden? De peilschaalgegevens zullen het wel uitwijzen. Misschien dat hierdoor eenige centimeters meer setting is opgetreden in den ondergrond, misschien ook niet.

Bij de rotakust van Landsend is sinds 325 v. Chr. geen of slechts weinig zeepiegelrijzing of bodemdaling merkbaar. Bij Brest eveneens niet sinds 1800. Scandinavië schijnt te rijzen.

par. 4. ^{lunt} Het Land.

Wij hebben in het vorige de voornaamste krachten die den vorm van onze kust hebben bepaald eenigszins leeren kennen. Weer met haar nieuwe zuidelijke poort, thans het Nauw van Calais, vroeger "de Hoofden" genaamd, de getijden, de wind en de bodemdaling of zeepiegelrijzing. Zij kunnen onze kust ook verformen, want het is slechts een zandkust.

Rotakusten en klipkusten zijn schilderachtig. Men ziet er den hardnekkigen weerstand in van het harde graniet tegen het geweld der zee, of het langzaam afbrekkelen van de zachte zandsteen- of krijtformaties. Blanc Nez (Blanchones) is de "wortel" van onze kust. Deze koop is in den loop der tijden na het ontstien van het Nauw van Calais een drietal kilometer achteruit geslagen. De krijt verdween daarbij tot een strandvlakte, gevormd werd. Soms ligt op dit krijt een dunne laag zand (zie fig. 8), na stormen. Gris Nez of Swahtenen, iets verder zuidwestelijk, is een harde rots, die geen of nauwelijks een vlakte voor zich heeft een teeken dat hier zeer weinig terugslag is (fig. 9).

De zee is een nimmeraat; zij knaegt dag en nacht, eeuw in eeuw uit aan het land. De geologische tijdperken volgen elkaar op, de miljoenen jaren achter zich latend, doch de zee knaegt eindelijk door.

Zandkusten als de onsen zijn teer, Oegenschijnlijk nederig, geweldig en zacht in de handen van den Zeegod^{is}, sand toch het eenige materiaal waarmede de zee geen raad weet. Graniet en zandsteen kan zij vergruizen, en er keert dan sand van, maar verder gaat het proces niet. Het sand kan *zij de zee* verplaatsen en in steeds nieuwe vormen modelleeren, vernietigen kan zij het niet. Zee moet het ergens aan de kusten blijven liggen en men spreekt dan van aangroeiende kusten. Het zee gewillige materiaal grind en sand en het nog fijnere slijk, passief als het moge zijn, dringt nochtens de zee op verschillende plaatsen terug.

Zandkusten zijn meest al zeer grootsoch van conceptie. Vaak strekken zij zich over duizenden kilometers uit, bv. lange de oostkust der Vereenigde Staten, lange de Golf van Guinee en lange de Golf van Mexico. Onze kust behoort tot de zandkust die zich in een paar groote bogen uitstrekt van Blanc Nez bij Calais tot Jutland. Of men de zandkusten, de zeegaten en de wadden in Amerika bestudeert, dan wel die ten onzent, overal treft men dezelfde grondvormen aan. De voornaamste grondvorm is wel de vrijwel zuivere cirkelboog, passende in vloeijende guirlande-*vermige* gladde kustlijnen.

Zandkusten zijn door de zee zelf gemededeerd, vandaar hun typische stroomlijnverzen.

Wij vinden onze duinkusten heel gewoon en de rotskusten misschien romantischer. Een jongmeekje, voor het eerst het zeeget kiezende, zag bij Dover voor het eerst de twee blinkend witte klifkusten loodrecht uit zee rijzen, de een links, de ander rechts. Dit waren de beroemde Hoofden, hem reeds lang teveroren bij name bekend; de poort naar Indië en Amerika. Volgens de sage had het groote schip van Ternaten, genaamd de Meniguldigheid, hier vastgezeten, omdat het eigenlijk te breed was voor die zeeënge. Slechts door het bestrijken der boorden met witte zeep had men dit schip er door weten te krijgen.

Omgekeerd beschouwde echter de Noorman onze kusten als het land van melk en honig. Als hij zijn arzakelige granietskust verliet en zuidwaarts stuwende tot bij "Noorlands smalle kust begroette" en achter "de blanke duinen" het lage vruchtbare land wist, vol vee en tijkden, zal zijn hart op zijn manier zijn opengestaan. Alles is betrekkelijk.

Een zandstrand is in een land als Engeland reeds iets zeer begeerenswaardigs. Aan rotskusten kan men niet baden, want de golven breken er met te groot geweld en de diepten zijn er verraderlijk; een kiezelstrand is onaangenaam aan de bloote voeten en te steil aflopend, een slikkust is zeer onplezierig. Maar een zandstrand met daarachter duinen is ideaal. Men kan er liggen zonnen, de kinderen stoeien en graven er naar hartelust, de brekers zijn er speelmakkers en het strand loopt onder water zee nacht-gloeiend af dat veelal geen gevaar aanwezig is. De fraai gevederde, haast kunstmatig aandoende gladde strandbogen, die zandkusten eigen zijn, geven een wijsdeke onlijating, en voor wie er oogen voor heeft is het eeuwige spel van water met sand voortdurend beeiend. Hier ziet men de natuur elken dag veranderingen tot stand brengen, de geologie is hier te volgen. In de bergen of op het land merkt men die veranderingen niet, zij zijn er veel te langzaam. Inderdaad, een zandkust behoort tot de aangenaamste en beeiendste gaven der natuur.

Hoe is die kust ontstaan?

Een paar tiendallen jaren geleden bogen men onze kustgeschiedenis gewoonlijk met het ontstaan van het Nauw van Calais en men stelde dit toen op ongeveer 5000 jaren geleden. Dit was een dramatische ouverture, gelijkend op die van onze vaderlandsche geschiedenisboekjes: 100 j. v. Chr. de Bataven kwamen in uitgeholde boomstammen ons land bevolken. Geen van beide voorstellingen is juist. Het Nauw van Calais is zeker oeroud, evenals zeer lang voor het begin onzer jaartelling ons land al bevolkt was.

Wil men een begin hebben, dan is dit moeilijk te geven. Het ontstaan van het Nauw van Calais zou inderdaad een goed begin zijn, indien het niet zee lang geleden was. Sindsdien is de waterspiegel veel veranderd t.o.v. het land. Hij is misschien eerst 120 m - geweest, daarna 6 m +, daarna weer 70 m -, enz. met vele variaties daartusschen. In het nauwste gedeelte der

zeestrand vindt men op de Fransche zijde zeer duidelijk een oud strand tusschen de kapeu Blanc Nez en Gris Nez, die gevormd moet zijn door een zee Spiegel welke 5 m hooger was dan thans. De hoogvorm van dit hooggelegen strand is uitstekend te herkennen, doch wanneer is deze gevormd? Zeker veel langer dan 5000 jaren geleden. Daalde de zee Spiegel of rees het land sindsdien?

Wil men vasten grond onder de voeten houden, dan kan men beginnen met Pytheas, den Griek die omstreeks het jaar 325 v. Chr. het eerst onze streken ontdekte en daarover schreef. Zeilend van zijn geboortestad Marseille veer hij door de Zuilen van Hercules in den Atlantischen Oceaan en vond het land Cornwall, vanwaar hij zoo kostbare tin kwam, noodig voor de bronzen wapenen en vaatwerken. Men leefde nog in het bronstijdperk. Het centrum van de tinhandel was het kleine eiland Iotia nabij Kaap Lands End. Dit eiland is geïdentificeerd met St. Michaels Mount. (fig. 3). Pytheas zegt dat er een geplaveide weg liep van het vasteland naar dat eilandje, die halftij droog viel. Bezoekt men die plaats dan vindt men behalve de gebouwen nog vrijwel hetzelfde als Pytheas 2300 jaren geleden. (fig. 7) Zelfs nog hier en daar de diepe in de steenen geschuurde sporen van de karren in den geplaveiden weg die bij halftij nog steeds droogvalt. Veel is hier dus niet veranderd, zelfs valt hier geen zee Spiegelverandering te constateeren.

Een drietal eeuwen later vinden wij Julius Caesar op Gris Nez staan en de "wonderbaarlijke witte rotsen van Albion" beschouwen. Zijn beschrijving van de verovering van Engeland, de duur van den overtocht en de kustgesteldheden in Frankrijk zooveel als in Engeland nabij Boulogne en Dover, gelden nog voor den tegenwoordigen toestand. Caligula en Claudius lieten vuurtorens bouwen bij Boulogne en Dover; de eerste eeuwenlang Ondeman geheten, stortte in 1644 in, de tweede staat er nog steeds, als getuige hoe weinig de kusten afsloegen. In 1544 bouwde Hendrik V een fort op de punt van kaap Gris Nez en dit fort staat er nog.

In ons land liet Cornulo in 15 n. Chr. de gracht graven tusschen Rijn en Maas lange Voorburg in een terrein dat nog haast evenhoog ligt als in zijn tijd. Immers de rughoogte van de madien opgeslibde gouden ligt nog slechts weinig onder het huidige H.W. Op ons land, voornamelijk uit veen en zware klei bestaand in geklonken, maar welke groote veranderingen kan men sinds den Romeinischen tijd aantoonen? Slechts de details veranderden. De eigenlijke kust bleef waar zij lag.

Vlak voor Damburg heeft men overblijfselen van de Romeinen gevonden, op het strand te Katwijk lag de Brittenburg, doch hieruit kan men slechts tot een plaatselijke terugslag van de kust komen van niet veel meer dan een paar honderd meters in 1900 jaren. Bij Huisduinen is echter meer afslag geweest, nl. \pm 2000 m in de 280 jaren verloop tusschen 1570 en 1800. Zeker is dit intusschen niet, terwijl van 1800 geen afslag meer voorkwam. West Vlieland is ongeveer 2500 m teruggeslagen. Verder is bekend dat Schevingen en nog een paar andere visschersplaatsen hun kerktorens moesten verplaatsen. Maar voor deze grotere terugslagen der kust kunnen gewoonlijk verklaarbare plaatselijke oorzaken genoemd worden, (zie par. 9) en naast terugslag heeft men hier en daar ook eenwas gehad, als b.v. bij Katwijk en op Vorme.

Waar kwam het zand vandaan dat onze kust heeft gevormd?

Men zoekt de plaats van herkomst van het zand aanvankelijk te ver weg, men decht het zand nl. ontstaan uit den afslag der Fransche Kanaalkusten. Deze afslag werd geschat op het zeer hooge bedrag van 12.000.000 m³ per jaar en dit materiaal zou met de meestal noordoostwaarts gerichte kustdrijf langs de kapeu Gris Nez en Blanc Nez, of althans door het Nauw van Calais, trekken en allengs een landtong gevormd hebben. Die landtong zou dus van Blanc Nez uit gegroeid zijn in noordoostelijke richting op de wijze zooals men zich dit voorstelt bij het ontstaan van een landtong voor een hef langs, een zg. "Nehring".

Prof. Dolman van de Landbouw-Hoogeschool te Wageningen, die ons duinsand vergeleek met andere zanden, bv. die van de Fransche Kanaalkust, zag reeds spoedig in dat ons zand niet van Franschen doch van Skandinavischen oorsprong was, gemengd met Rijnzand. De Rijkswaterstaat achtte

de kwestie van de herkomst van ons kustzand van voldoende belang om een onderzoeksvaarttuig naar het Nauw van Calais te sturen ten einde het huidige zandtransport in die zeestraat te meten. Indien immers 18 miljoen m³ zand uit het zuiden jaarlijks ons strand kwam verrijken zou dat van zeer groote beteekenis zijn. De ervaring die bij dit onderzoek werd opgedaan was dat er in 't geheel geen zand uit het Engelsche kanaal in onze richting trok. Wij hebben dus geen verrijking van onze kusten met Fransch zand te verwachten en hebben het ook nooit gehad.

Och waarom moet het zand van verre zijn gekomen, terwijl in den zuidoosthoek van de Noordzee de milliarden kubieke meters zand aanwezig waren? Landkusten vindt men in zandgebieden en wat is natuurlijker dan dit? Een oorspronkelijk zandgebied als Nederland en de Noordzee had natuurlijk een zandkust. De nieuwe opvatting is dan ook dat ons kustzand gewoon Noordzeezand is, doch alverens hierover verder uit te weiden lijkt het gewenscht eerst nog de gedragingen van dat zand onder invloed van de eb- en vloedstromen beter te leeren kennen.

par. 5. De zandvormen voor onze kust.

Toen wij in 1934 de Noordzee bevoeren met voor het eerst een echotoestel aan boord en koers zetten naar Dover om het zandtransport in "de Hoofden" te gaan meten, waren wij verrast den bodem op een afstand van ongeveer 20 kilometer uit de kust rhythmisch te zien rijzen en dalen volgens een bepaald patroon. Het echotoestel zond elke 1/6 sec een supergeluid uit, hetgeen naerkwam op een dieptepeiling met onderlinge afstanden van minder dan een meter en die diepten werden zonder mankementen door de nieuwe vinding - wij hadden het tweede exemplaar de fabriek - geregistreerd. De bodem der Noordzee bleek te bestaan uit fransie ribbels, rouzenribbels van 5 à 8 m hoogte. De top was steeds zeer-scherp, het dal was rond. De gemiddelde zeediepte was ongeveer 10 à 20 m.

Kindseles volgden deze zandgolven elkaar op met een verbluffende regelmaat. De toppen moesten naar schatting ongeveer 300 m van elkaar liggen en de richting was vrijwel loodrecht op de kust. Voor men in NW richting dan verdween de regelmaat en het rhythmie. Bij een vaart scheef op de kust werden de vormen uit elkaar gerokt. Het bleken dus inderdaad trogvormen te zijn die loodrecht op de stroomingsrichting van het getij stonden.

Verder naar het zuidwesten werd de bodem steeds meer geconcentreerd, (fig.10); dit is het bankengebied met namen als de Noorhinder, de Westhinder, de Steenbank, enz. Het zijn steile, hooge, langgerokte, sigaarvormige ruggen die onderling gescheiden zijn door kanalen met vrij gladde, dikwijls steenachtigen bodem. Nog verder naar het zuidwesten, dus nabij de zeestraat van Dover, werd de bodem hoe langer hoe steenachtiger en ook hoekiger. Hier was veelloopig van zand nauwelijks sprake.

Een weeke slappe alibodem geeft een verdoozde echo-registratie; de algemeene vorm van een alibodem is glad en zacht. Een zandbodem kan een volkomen harde en vlakke registratie geven, maar ook een gelvende (fig.11); een grindbodem geeft een eenigszins ruw oppervlak, en een rotsbodem is te herkennen aan de hoekige onregelmatige bodemvormen. In de spleten en gaten van zoo'n rotsbodem kan men met den grijper nog wel eens wat zand vinden, terwijl ook in een grindbodem steeds zand tusschen de steenen aanwezig is. Op de steenen groeien algen. Een rotsbodem wemelt van leven, een zandbodem is een steriele woestijn gelijk.

Op de banken werden de bekende reuzenribbels aangetroffen (fig. 12,13) en de bodemmonsters bleken daar ook steeds uit puur zand te bestaan. Naderhand bleek uit pulsboringen, van vele meters diep, dat deze banken geen rotskernen hadden. Zeover dus kan worden nagegaan zijn het losse opheeringen van zand op een nagenoeg horizontalen grindachtigen bodem. Zeowel de reuzenribbels als de sigaarvormige zandbanken zijn stroomvormen, resultaten van het spel dat de stroomen spelen met het zand.

Men moet eerst aan de schaal van dit spel wennen. De ribbels op onze wadden en stranden zijn misschien een enkelen centimeter hoog en toch zijn deze nauw verwand aan de enorme zandgolven in de Noordzee. Toen den Londenschen fabrikant van het ingenieuze doch nog zeer kort in gebruik zijnde echotoestel Mr. Arthur J. Hughes de registraties van den Noordzeebodem

getoond werden schudde hij misnoedig het hoofd en sprak er zijn leedwezen over uit dat het toestel zulke rhythmische fouten maakte. Zeker liep de motor niet goed - oeh, die kindersiekten ook. Later werden de groote zandgolven ook uit Durban gemeld en vermoedelijk is het een veel voorkomend verschijnsel bij zandbedems, waarover de eb- en vloed voldoende krachtig, doch ook niet te krachtig, strijkt.

In onze groote rivieren waarbij slechts stroom van één richting voorkomt, bestaan ook betrekkelijk groote zandribbels van bv 1 m hoogte. Doch de vorm van deze zandgolven is sterk asymmetrisch; het steile deel is steeds stroomafwaarts gekeerd. Het zand loopt de flauwe helling op en glijdt over den top gekomen zijnde volgens het natuurlijk talud, dus steil, naar beneden. Wij noemden dezen vorm de "lopende" ribbels, in tegenstelling tot de "staande" ribbels die gevormd worden in een getijgebied waar de eb even krachtig is als de vloed. Men kan oogenblikkelijk aan den vorm der ribbelregistraties zien uit welke richting de stroom voornamelijk komt. Indien men op zandplaten loopt bij laagwater en daarop ribbels ziet, kan men ook op dezelfde wijze onderkennen vanwaar de stroom kwam die die ribbels maakte, m.a.w. men kan het zandtransport over die plaat leeren uit den vorm dier ribbels.

in een bepaald richting

Wanneer de eb- en vloedstroomen precies even krachtig zijn, ontstaan zulver symmetrische trogvormen. Er is dan geen noemenswaardig zandtransport. Wanneer de vloedstroom krachtiger is dan de ebstroom ontstaat een overgangsvorm, een asymmetrische trog, waarbij de steilste helling aangeeft in welke richting het zand door den stroom wordt verplaatst. In de Zuidelijke Noordzee was dit vooral de noordwaartsche richting, doch soms ook andersom en soms was de vorm ook zulver symmetrisch.

Het echotoestel bleek dus het "oog op den bodem" waarnaar de waterbouwkundigen reeds sinds lang hadden verlangd. Aanvankelijk aarzeland de banken opverend, bevreesd voor het onbekende gevaar, voor het hen tevertrouwde schip, durfde onze wakkere kapitein Doekson en de uitstekende zeelieden van de bergingsmaatschappij Doekson te Terschelling, gesteund door het "oog op den bodem", spoedig de banken en ondiepten in alle richtingen doorkruisen. Het ~~zigt~~ ^{zigt} in het begin een waagstuk de bodemregistratie in den tijd van enkele seconden te zien oploopen van 40 tot 7 meter, ja, tot nog hooger, tot men tegen de steile bank denkt op te veren, maar allengs leert men op een zeker plafond vertrouwen waarboven het zand in die streek niet uitkomt. Bij mooi weer vertoont de zecoppervlakte er steeds angstverwekkende stroomrafelingen bij de plaatsen waar de onderzeesche zandruggen zich bevinden, dus vooral om de 200 à 300 meter en loodrecht op de kust. Uit een vliegtuig bezien moeten die rafelingen, en dus ook de plate en den vorm van die ruggen dan goed fotografeerbaar zijn.

De grootste bodemgolven of ribbels vonden wij aan de zuidpunt van de Falls, de zeer lange, smalle en hooge zandbank westelijk van den West-Hinder. Het hoogteverschil tusschen top en dal bedroeg daar niet minder dan 15 meter. (fig. 14).

De ribbels liggen dwars op den stroom, de zandbanken liggen streksch. Hun vorm is al even bepaald als die der ribbels. Hoe dichter een sigaarvormige zandbank onder de kust ligt des te breeder is zij. De echte smalle banken liggen uitsluitend op een steenbedem. Op de ruggen van deze banken vindt men echter weer de dwars gelegen ribbels. Waar veel zand is en geen steenachtige ondergrond blootgespoeld is vindt men de dwarsche ribbels. Waar echter weinig zand is en de steen of grindbedem wel blootgespoeld is vindt men de sigaarvormige streksche banken.

De streksche banken zijn dus nauw verwand aan de barkanen in de woestijnen, de sensone halvemaaen vormige duinen die langzaam over een steenvlakte trekken. In een waterbouwkundig laboratorium kan men zeer goed zoo'n barkaan vereekken met weinig zand op een steenbedem. Een barkaan is echter een gelijkstroom vorm (stroom uit een richting) een sigaarbank een getij- of wisselstroomvorm (stroom uit twee tegenever elkaar gelegen richtingen).

De streksche banken zijn gestroomlijnd; zij bieden een minimum weerstand aan den stroom en zijn als het ware een uiting van natuurlijk verzet tegen het verplaatst worden. Hoe krachtig de stroomen in het Nauw van Calais ook zijn en hoeveel zand er over den rug van de Varne - de

zandbank die vlak voor de zeestrand ligt - ook dagelijks trekt, toch blijft sinds eeuwen de Varns zeeover wij kunnen nagaan intact, en op haar plaats. Ook haar buurman de Ridge blijft waar zij ligt. Bij vloed bezinkt het zand in de luwte van het noordeinde, bij eb in die van het zuidende, doch het resultaat is blijkbaar een succesvol verzet van het zand tegen den stroom.

De onderzeesche zandwoestijn voor onze kust gelijkt op streken in de Sahara. Het is steriel en er komen zandstormen voor. De vormen zijn in de Noordzee echter regelmatig, omdat de eb- en vloedbeweging regelmatig is dan de wind. De overwegende vloedstroom uit het Noew van Calais wil het zand naar het noorden verplaatsen en is daarin reeds eenigzins geslaagd. Het zand in de streksche banken - in de Lybische woestijn heeten die wel de eif-duinen (zwaard duinen) - biedt echter weerstand, het "tepijt" van zand wordt aan de zuidzijde een weinig opgerold naar het noorden, doch toch niet veel. Bencorden Schouwen vindt men geen streksche banken meer, wel de dwarsche reuzenribbels (fig. 11).

Op de hoogte van den Helder zijn de zeestromen blijkbaar te zwak om het zand nog te doen golven. De zandbodem is daar vlak als een tafel.

Onder welke omstandigheden een zandbodem begint te golven is niet precies te bepalen. De stroom moet niet te zwak en niet al te krachtig zijn. De korrelgrootte moet ongeveer 0,2 mm zijn. Ook weten wij nog niet of de zandgolven op een bepaalde plaats steeds dezelfde vorm hebben. Vermoedelijk is dit niet het geval. De voor de scheepvaart soms gevaarlijke toppen zijn dus niet stabiel; zij kunnen van plaats veranderen. Dit is niet zoo heel erg, omdat die toppen toch niet boven een bepaald niveau uitkomen; zij blijven dus onder het verplaatsen vrijwel evenhoog. Het gevaarlijkst is als een vlakke zandbodem begint den golfvorm te vertoonen; de vaardiepte wordt dan plotseling zeer veel minder.

De visschers konden natuurlijk deze merkwaardige bodemvormen min of meer. Zij noemden de zandgolven de "ongelijken", de "hompels" de "ribbels" of het "ribzand".

Men waarlijk enorme grindribbel vormt Dungeness, iets ten westen van Dover. Men ziet aan de groeiruggen van deze kale grindvlakte hoe de ribbel uit het westen naar het oosten trekt, daarbij steeds groeter afmetingen verkrijgend. De hoogte van dien ribbel is ongeveer 3 kilometer (fig. 15). Het grind is afkomstig van den kustafslag verder naar het westen. Er is daar dus een grindkustdrift.

De grindribbelkaap ligt horizontaal. Men kent ook zulke zandkopen o.a. de Bars in Mecklenburg, eveneens een horizontaal liggende wonderbaarlijk groote ribbelvorm.

De glatte stroomlijnvorm wisselt dus overal gemakkelijk af met de rhythmische ribbel (golf) vorm, een stranden zee- en rivier-bodems. Plotseling kan men ook op een strand regelmatig golven opmerken met ongeveer 6 m afstand van top tot top en met dalen van ongeveer 30 cm diepte. Bij een volgend getij kunnen zij weder verdwenen zijn. Tusschen de strakke stroomlijnen en een der vele dwarsmetieven der zee "il n'y a qu'un pas". De zee danst graag.

De ingenieur kijkt veel naar zijn ribbels. Hij leert er uit hoe hij zijn dammen moet leggen en hoe de grondgesteldheid en de stroomen verandering. ^{aan} Met de ribbels op de platen ziet hij het voornaemste wat hij wil weten.

par. 6. De hoofdvorm van onze kust.

Onze kust kon niet anders dan een zandkust zijn en deze zandkust kon niet anders dan een stroomlijnform verkrijgen.

Bij het knagingsproces van de zee aan een willekeurig strand gaat geen materiaal verloren. Het zijn voornamelijk de voeruitstekende deelen die de zee aantast, en het afgeknaagde wordt gedeponeerd in de luwe hoeken. Waar harde materie aanwezig is ontstaat een kaap, daartusschen ontstaan strandbogen hetzij door afknaging, hetzij door opvulling. De slik die vrij komt kan ver weg worden getransporteerd, doch komt ook grootendeels in de luwe kushoeken tot bezinking; een deel mag ergens in de zee zelf bezinken, waar weinig stroom gaat.

Het "knagen" der zee geschiedt nagenoeg uitsluitend door den golfslag. De wind veroorzaakt het arbeidsvermogen der golven en dit arbeids-

vermogen woelt zich op een strand dood. In elken breker wordt zand opgeworveld en het wordt eens op vrijwel dezelfde plaats, dikwijls ook iets naar de kust toe of iets van de kust af, of ook in zijdelingsche richting langs het strand gevoerd. Deze zandstroom evenwijdig met de kust heet de kustdrift. De zeeströmen behoeven met die verplaatsing niets uitstaande te hebben; eenigzins schoof op de kust leopende brekers zijn voldoende bij machte het zand in de een of de andere kustrichting over het voorstrand te transporteeren. In zeeën met stiltsaand water kan men dus ook kustdrift constateeren. Ten onzen is de kustdrift overwegend van zuid naar noord tengevolge van de heersende windrichting. Men rekent wel dat er langs onze kust ongeveer 1 millioen m³ zand per jaar trekt, doch dit is niet veel meer dan een walg in de lucht. Deze verplaatsing geschiedt dan in de brandingstroom.

De zee stroomt langs de kust is krachtiger dan verder in zee en is ook een oorzaak waarom er zandtransport is langs de kust in noordoostelijke richting. Al mogen die stroomen niet in staat zijn zels veel zand van den bodem mee te nemen, de golfslag woelt dikwijls het zand op en de stroom vervoert het dan. Zee stroom en golfslag werken elkaar ten onzen dus niet tegen; zij helpen elkaar.

De zee wil gladdo vormen. Uitstekende punten wil zij doen verdwijnen, tenzij zij ze zelf wil maken indien zij de danswijzing heeft; inhamen wil zij opvullen. In zand kan zij haar wil botvieren. Geen hoekige vormen, als bij een afslaande rotakust, doch stroomlijnvormen, reus en ribbelvormen maakt zij in zand. Zoowel de golfslag als de zee stroomen, werken aan dat doel. De beginselen die bij de vorming van zandkusten hebben voorgeseten zijn orde en wetmatigheid, dezelfde beginselen die men aantreft in het getij, in de zeegolven en in de zandribbels van de kleinste tot de grootste soorten. Hieraan er ergens iets aan de ordelijke wetmatigheid of aan den stroomlijnvorm dan moet daar een gegronde reden voor aanwezig zijn.

De zee heeft een kunstenaars temperament. Men steeds gevarieerd nadrukkelijk ritme is een van hare uitingen. Voor dengene die er op wil letten bieden de ribbelvormen op het wad of op het strand een bij elk getij wisselend patroon, van soms groote schoonheid (zie fig. 19, 17). De zee volgt niet de ongebreidelde maatlooze stijl, doch de streng gebondene, die eenzijdig aan dansen en rhythmische muziek, anderzijds aan de wiskunde doet denken. De passer schijnt een van haar hulpmiddelen, niet de lineaal. In 't algemeen preferert zij de hoogere graads krommen.

Hoe goed past onze kust bij ons binnenland met zijn mathematische, op rhythmischen afstand gegrepen klooten. Uit de lucht valt dit het beste op. Orde en regelmaat leerden ook wij, doch wij houden ons aan de simpele eerste graads of tweede graads lijnen en het dansen ligt ons minder.

De zee verlangt ook een bepaalde strandhelling, gewoonlijk omstreeks 1 : 100 voor zand van onze korrelgrootte. In die helling flauwer dan verdwijnt een deel van het zand om de Noord met de kustdrift, maar een ander deel wordt op het strand geworpen. Dikwijls is bij het "knagen" dus een "morren" en van dit laatste waait de wind de duinen op. (zie fig. 18). Wordt de helling te steil dan wil de oeverlijn terugwijken tot de gewenschte helling hersteld is.

Men heeft vaak aangenomen dat de Romeinen ten onzen nog geen duinen hebben gezien en deze bewering berust op het feit dat zij er in hun geschriften geen direkte melding van hebben gemaakt. Hebben zij dat wel gedaan voor alle andere duinen van hun wereldrijk? Bv. die in de Sahara, in Frankrijk, op de Veluwe, of in Italië? Men mag uit zoo iets negatief geen conclusie trekken. Zij hebben duinen allicht een veel te algemeen verschijsel gevonden om er melding van te maken.

In het groot bezien - de details komen later - bestaat onze kust uit drie cirkelbogen (zie fig. 19): de helle greete met een lengte van 340 km tusschen Gelais en Tessel, straal 250 km, een helle korte bij Tessel en Vlieland, met een straal van 70 km en een helle noordelijke boog ter lengte van 100 km en met een straal van 150 km tusschen Vlieland en Bakum. Men neme een passer en een hydrografische kaart en zie in hoeverre dit juist is. In zoverre er iets aan ontbreekt is de verklaring te vinden (zie par. 9).

De helle boog van Tessel-Vlieland is geen eigenlijke kustboog.

Onder kustboeg denkt men meer aan den mondvorm, die in de afgeknsagde kustvorm tot uitdrukking komt. Wel is de bolle boeg van Teescl = Vlieland een stroomlijnvorm. De zeevloten konden als het ware de bocht niet korter nemen.

Borkum moet, evenals Teescl, als een soort kaap worden beschouwd. Voor beide eilanden liggen diluviale riffen met te veel steenen om er te kunnen visschen zonder de netten te beschadigen. Oostelijk van Borkum vindt men geen kaap meer vóór Sylt. De natuur wil in de Duitse Eeicht een groote cirkelvormige kustboeg maken, doch heeft het tot nog toe niet zoover gebracht. Er is daarvoor nog niet voldoende zand. Wel kwam en komt nog steeds zand uit het westen via de Nederlandsche en Duitse Waddenkust en ook uit het Noorden van de Jutische kust, doch een deel ervan bleef op de Wadden en de tijd verloopende sinds den laatste ijstijd is blijkbaar nog te kort. Of het ooit zoover zal komen dat de cirkelboeg voltooid zal zijn staat te bezien, want wij houden ons zand in Nederland thans zooveel mogelijk vast. De achteruitgang van verschillende onzer kustgedeelten, die het zand zou moeten leveren voor de Duitse kustboeg, waren wij steeds meer en meer met behulp van strandkeifden. Kustbogen worden dus niet uitsluitend gevormd door afknaging, doch ook door verlanding. Dikwijls wisselt afslag en aanwas zich af. Aan de Hollandsche kust is vroeger ook een aanwas geweest; verschillende strandruggen liggen tusschen Monster en Alkmaar in het land. De kust is dus zeewaarts gegroeid over vele kilometers breedte en lengte. De eulste strandruggen of duinen zijn door hun ouderdom reeds ontkalft.

par. 7. Onze kust een Waddenkust.

Daar onze strandwal niet een Nehrung is, gegroeid van de kaap Blanc Nez naar Teescl en verder, doch een door de zee uit plaatselijk zand opgeworpen bank, is het achterliggend gebied ook geen haf, maar een waddenterrein. Onze kust behoort tot de zoo veelvuldig voorkomende waddenkusten en de twee essentiele kenmerken daarvan zijn, i.e. de op vele plaatsen meestal rhytmisch doorbreken strandwal en de de wadden daarachter. De wadden kunnen gedeeltelijk verlanden terwijl er dan kommen of plassen overblijven; men spreekt dan van een lagunenkust, een vorm die nauw verwant is aan een waddenkust.

De wadden begonnen vroeger bij Calais. De Vlaamsche kust bezat een aantal Waddeneilanden met deartusschen zeegaten, zooals men heeft aangetoond door te wijzen op de duin- en strandresten dier eilanden die nog in de kuststrook ^{Northanger} ~~aangetoond~~ zijn. Omstreeks het jaar 1000 was hier reeds veel verland. Brugge, in de twaalfde eeuw de grootste handelstad van West-Europa, zag spoedig daarna het laatste zeegat bezuiden de Monte verlanden.

De enige uitzondering op het verbrokkelde karakter van de kust tusschen Calais en Jutland is de Hollandsche kust tusschen Hoek van Holland en Huisduinen en wat is hiervan de reden? Allereerst moeten wij opmerken dat enige eeuwen geleden dit kustgedeelte nog niet over zulk een langen afstand onderbroken was. Bij Katwijk was nl. de oude Rijnmond. Ook was de kust tusschen Schoorl en Huisduinen verbrokkeld. Feitelijk blijft alleen de kust tusschen Katwijk en Petten over, een "waddeneiland" weliswaar langer dan de gewone, doch deze lengte kan o.m. verklaard worden door de plaatselijke aanwezigheid van den zeer breedenschorwal en duinmassa's.

Het tweede kenmerk de aanwezigheid van wadden achter de eilanden ontbreekt ook voor het Hollandsche kustgedeelte. Dat dit deel een uitzonderlijk karakter heeft moet voornamelijk worden toegeschreven naast het vele zand in den breeden schoorwal en de forsche duinenrij aan de aanwezigheid van het Rijn- en Maaswater. De Wadden die hier oorspronkelijk geweest zijn, waren daardoor niet zout doch brak. Er kon dus niet groeien en zelfs wilgen en tal van andere waterplanten. In deze plantengroei werd het getij gedempt en veel rivierslib kwam hierook tot afzetting.

Inplaats van een maakt strandterrein ontstond tusschen de Rijn - Maasdelta (die ongeveer eindigde bij Geertruidenberg, Gorkum, Alfen), en den strandwal dus een begroeid moerasig veengebied, waar slechts weinig komberging voor de eb- en vloed aanwezig was.

v omvangrijke

Deze komberging is steeds van zeer groot belang. Er wordt onder verstaan de vulling van een vloedkom tusschen laag- en hoog water. Deze vulling (en lediging) geschiedt twee malen in de 25 uren en bepaalt de grootte van het betreffende zeegat in den strandwal. Grote vloedkommen hebben breede en diepe zeegaten, kleine vloedkommen hebben kleine.

Het tijverschil is mede een factor voor de grootte der komberging. Doordat dit verschil langs de Hollandische glatte kust klein is, vooral tusschen Katwijk en Huisduinen, waren de kombergingen hier van den aanvang af ook betrekkelijk gering, dus tevens de in- en uitgaande stroomen naar de wadden, en daarom ook de zeegaten.

Wij vinden derhalve drie redenen waarom de 70 km Hollandische kust tusschen Hoek van Holland en Schoorl een iets ander karakter vertoont dan de overige ⁶⁰kilometer tusschen Galais en Blaauwduinhoek. (*Blauwwatershoek*)

1°. de zandrijkdom van dit kustgedeelte. De zee bracht hier veel zand in den schoorwal en de wind maakte daarop breede, hooge duinen. De aanvankelijk misschien nog om de 20 kilometer aanwezige zeegaten sloegen door den zandovervloed gemakkelijk dicht.

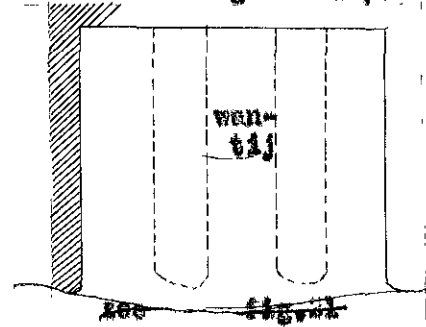
2°. De Rijn - Mass invloed. Het zoete water deed plantengroei ontstaan en het rivierelib zette zich hier neer. Hierdoor ontstonden geringe vloedkomoppervlakten en weinige kleine zeegaten.

3°. De geringe tijverschillen. De stroomen zijn afhankelijk van het 1/2 à 2/3 der tijverschillen en de aandverplaatsingen van de derde macht der stroomen. Ruwweg zijn de uittechuringen dus afhankelijk van de 5° macht van de tijverschillen. Het maakt dus een enorm verschil of men tijverschillen heeft van ongeveer 1.20 m, zoals bij den Helder of van 4 à 5 m, zoals in het zuiden of in het noordoosten. Bij twee malen grootere tijverschillen worden de krachten 32 malen groeter. Het dichton van de gaten van Walchoren geschiedde daarom ook uitsluitend bij doortij. De grootte der zeegaten wordt ook hoofdzakelijk door de springtij bepaald.

Dat de Vlaamsche wadden geheel verlandden ondanks het groete tijverschil aldaar, kan verklaard worden door de geringe oppervlakte der vloedkommen en door de aanwezigheid van veel zand en slib achter de Vlaamsche Banken. De hooge oude gronden die het vasteland vormden waren hier niet ver van de kust verwijderd en de golfslag en de stroomen bastten de Vlaamsche Banken voldoende sterk aan, zoodat veel zand en slib langs de kust kwam en de zeegaten binnentrok. Voorts was er de golfslag gering, beschut als het Vlaamsche wad lag voor de Zuidwesten winden achter den krijtug van Blanc Nez.

Naar het noorden de kust vervolgend komen wij in Zeeland. Ook dit is een wadgebied geweest, doch er is een verschil tusschen de Zeeuwache kust en de noordelijke waddenkust, die wij als het typisch voorbeeld van een waddenkust beschouwen en het toch eigenlijk niet meer is dan de Zeeuwache. Beiden zijn rhythmisch onderbroken, maar terwijl men in Zeeland achter elk duineiland een reeks klei-eilanden heeft bijna loodrecht op de kust, bestaat in het noorden één doorgaande wadvlakte (*fig. 20*).

De wadkommen, d.z. de oppervlakten tusschen de zee, de wantijen en de kust hadden in Zeeland een langen vorm bijna loodrecht op de kust, in het noorden waren zij meer vierkant of met de lange as evenwijdig met de kust. Dit gaf ook verschillend gevorade geplysystemen, hier "stroomboomen" genoemd (zie *fig. 21* en *22*).



~~wan-tij~~

~~zee~~
~~fig. 22~~

In de Zeeuwsche wateren doen de stroomtelers denken aan hoog

Bij de popu-
liamodellen

opgegroeide witte populieren, op de Wadden aan lage appelboomen. In deze vergelijking stellen de wortels de geulen in de buitendelta voor, gewoonlijk ten getide van drie. De "stam" is de doorgaande oegou, de "takken" de vloedgaten, die beurtelings rechts en links behooren te ontspringen uit den stam. Bij het appelboomstroom is de stam kort en is daarop een "kroon" aanwezig.

De "stroomboomen" reken elkaar in het zg wantij, d.w. gebieden of een min of meer denkbeeldige grenslijn met minimum stroom. Wantijen staan in Waddengebieden dus haast loodrecht op de kust, tusschen twee zeegaten in. Niet helemaal loodrecht, omdat de getijgolf niet loodrecht op de kust staat, doch er langs trekt van zuid naar noord of west naar oost. Het verschil is nu dat in de Zeeuwsche wateren ter plaatse van deze wantijgebieden land is gevormd en op de Wadden niet.

De reden van dit verschil is de vorm van de oorspronkelijke wadvlakte en ook de heerschende windrichting. In het Zeeuwsche gebied was de wadvlakte in het noorden en in het zuiden be-

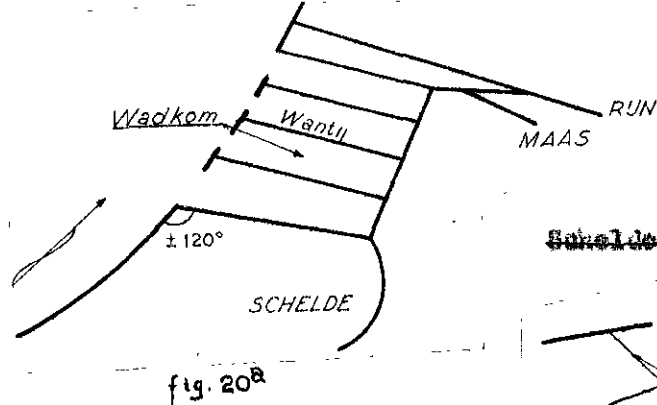


fig. 20A

grendeld door de Rijn- en de Scheldemonden, zoodat er, mede door de groote uitgestrektheid in de richting loodrecht op de kust, een vrijwel vierkant wadvlakte ontstond. In het noorden van 't land was de wadvlakte minder diep, het land in, doch in de richting der kust zeer breed. In Zeeland waren de "stroomboomen"

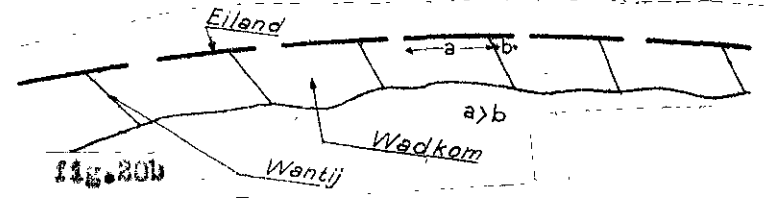


fig. 20B

was slank en hoog en de zeegaten moesten dicht bij elkaar liggen omdat zij zoo groot waren in verband met de lange kommen en het groote tijverschil.

De wind jaeg bij westorstormen het water over de wadden van den Helder tot Sloonwijk, zoodat op die Wadden geen opwassen bij de wantijen konden ontstaan of bestaan. In Zeeland kan in het nieuwe vierkante bakken slechts weinig windstroom ontstaan en het wade er ook lang niet zoo hard als in het noorden, enkele gaten dwars door de wantijen bleven hier echter over bv. het Nijpe en het Helleget (bij Willemstad) De functie dezer doorverbindingen is essentieel voor de getijbeweging, zoodat zij lang zullen blijven bestaan.

par. 8. Hoogzomverming.

Het aantal historische vloedrampen langs onze kust is legio. Een der grootste rampen was die van 1431 toen bij den St. Elizabethsvloed de geheele Hollandse Waard overstroomde en Dordrecht's vaats als een klein eilandje in het water bleef liggen. Een andere ramp is de vorming van den Dollart geweest omstreeks dienzelfden tijd. Ook het verlies van het land van Heinsgewaal (het verdronken land van Zuidbeveland) en van Snaftinge valt in de late middeleeuwen.

Men hoeft wel een krachtige zeeopiegelrijzing in dien tijd verondersteld, maar de bewijzen daarvoor ontbreken. Redelijkerwijs is de verklaring dat dit landverlies een gevolg is geweest van onze bedijking, die vermoedelijk begonnen omstreeks het jaar 1000 of hier en daar iets later, de klink van het ingepolderde land bevorderde. Toen de zee dan ook de dijken die omstreeks 1200 - 1300 eenigszins beheerlijk waterkerend worden, verbrak, vond zij omstreeks 1400 daarachter een laagliggend terrein, waar de eb- en vloed gemakkelijk in kon doordringen. De zee had dus onmiddellijk reeds een kombaring. Zoodra de dijk was doorgebroken en de eb- en vloedbeweging van en naar dien kom deed het zeegat onmiddellijk krachtig uitschuren. Deze groote gaten konden, vooral indien men er een of meer winters over liet verlopen, niet meer gedicht worden.

Men zag dit in onzen tijd nog op Walcheren gebeuren. Doordat dit eiland door klink reeds betrekkelijk laag was komen te liggen, kwam...

toen de dijken bij het bombardement doorbroken waren, bij elken vloed veel water naar binnen, doch toch nog slechts enkele procenten van wat naar binnen had kunnen komen indien men de zeegaten nog eenige jaren had laten uitschuren. Thans nu men er zoo spoedig bij was de gaten te dichten, kostte dit reeds groote moeite (fig. 23). De omstandigheden waren nochtans op Walcheren voor een buitengewoon gunstige: de bodem bestond uit zand, oude klei waarin moeilijk geulen uitschuurden. Voorts waren er de goulruggen aanwezig - de oude met zand opgevulde geulen die slechts weinig geklonken waren en dus ruggen vormden - (fig. 4) die de vloedkom als het ware in verschillende deelen verdeelden, zoodat zij slechts voor een klein gedeelte door de getijbeweging gevuld en geleedigd werd. De gaten waren betrekkelijk nog zoo klein en de weerstand die de getijgolf op het ondergelopen land ondervond was door de ruggen zoo groot dat bij Middelburg nog nauwelijks eb- en vloed te bemerken was. Als Walcheren voldoende lang "gedreven" had, zou de goulvorming zich steeds sterker ontwikkeld hebben en zou de getijrijzing bij Middelburg zoo groot zijn geworden als in de zee bij Vlissingen of Veere. De komberging van het eiland in verband met de mogelijke komberging zou dan zoo groot zijn geworden dat sluiting der gaten voor de tegenwoordige hulpmiddelen niet meer te doen zou zijn geweest. Inzoo had men met het dichten der gaten, die toch feitelijk niet meer dan eenige procenten vertegenwoordigden van de door de natuur gewenschte gaten, die ontstaan zouden zijn als de komberging volledig door het getij berust had kunnen worden, nu reeds de grootste moeite. De oud-vaderlandsche methode om met sinkstukken te werken (fig. 24 geeft een voorbeeld van een rijzen mat) moest hier worden gecompleteerd met een zware oude klei en groote betonnen eenheden.

Het is dus alleszins verklaarbaar dat men de groote Hollandische Waard, de Dollartgronden en die van Reimerswaal en Scantinge niet heeft kunnen redden. Deze landen waren blijkbaar toendertijd reeds te veel geklonken en zij zullen bij de eerste doorbraak te diep onder water zijn komen te staan, zoodat zich krachtige eb- en vloedstroomgeulen konden ontwikkelen.

Er is hier dus geen "atoomkracht" van het getij waardoor het land wordt vernield, doch een komvorming; geen langzame afmuddeling doch een plotselinge ramp, mogelijk geworden door de menschelijke actie, die de dijken opwierp. De komvulling en lediging door het getij leverde de stroomen die de geverde brennen uitschuurde tot groote niet meer af te dammen zeegaten. De beezemvorming was het antwoord der zee op ons bedijkingsoffensief tegen haar.

Er zijn tal van streken die, even laag ^{of lager} liggend als bv de oude Hollandische Waard vóór 1421, nog steeds den dans zijn entsprengen. Een dier is de Alblasserwaard, een ander de Krimpenervwaard of Schieland. In het noorden liepen de ag Woldstreek van Groningen en de terreinen der groote Friese meren gevaar "beezems" te worden. De landen rond het Leekstermeer en van het lage land tusschen Goude en Amsterdam zijn ook gespaard gebleven.

Dit is natuurlijk te danken aan het steeds sterker worden der dijken. De dijk Delfzijl - Reidepunt beschermt een groot laag gebied. Zou deze dijk doorbreken dan zou een "beezem" gevormd kunnen worden, gelijkend op dien van den Dollart in zijn grootste uitbreiding, zich uitstrekkend tot aan de stad Groningen. Deze "beezem" zou na verloop van een 1000 jaren weer ongeveer volgeëld zijn en dan bestaan uit hoog en goed bouwland.

Op deze wijze moet men zich den kleigordel in het noorden ontstaan denken, het ag. Hoogeland. Aan de landszijde van de Wadden wierp de waddeggelingslage strandwallen op met daarachter klei over het oorspronkelijke veenlandschap. Op den buitenkant van dien kleigordel bouwde de mensch zijn dijken. Bij doorbreken daarvan ontstonden "beezems", de galakibeesen, de Dollart, de Lauwerszee. Deze werden thans opgevuld en de natuur wijk daar tusschen nieuwe beezems vormen bv. die bij het Schilderwast, die bij het Leekstermeer, enz. Aldus zou de kleigordel breder worden.

De Jadebeezem, de Dollart en de Lauwerszee hebben de klassieke vormen van zulke beezems, nl. de "boom met hoogen stam". (fig. 26). Soms vertoont de "stam" weer de "sijtakken" die beurtelings links en rechts liggen. Achter den kleigordel komt in den veengordel eens verbredding, *de kom*. De kleigordel wordt doorbroken door een goul met de lengte ter breedte van den kleigordel.

~~veen~~~~gordel~~

kleigordel

fig. 26

~~zee~~

Het was dus geen toeval dat de groote landverlissen der late middeleeuwen allen ongeveer 80 km van een plaats vanden. Het veengebied onmiddellijk aan zee of aan de waddensee was reeds lang met een vrij dikke kleilaag overdekt en was sinds de bedijking niet aan groote inklinking onderhevig geweest. De meer naar binnen gelegen landen met slechts weinig klei of in het geheel geen klei, waren veel geklonken en rijp voor de zee-invasie.

Rijp voor een verslinding door den waterwolf is thans al het land beneden 1 M + NAP, welk een "beezem" zou worden gevormd indien het getij gelegenheid kreeg zich

in het lage land van Zuidholland te ontplooiën! Hadden de Duitschers of de natuur den dijk van den Hollandschen IJssel doorgebroken dan zou daar en te beginnen een waterval zijn ontstaan van bij de 8 à 10 m hoogte en de vloedkom zou zich uitstrekken tot bij Rotterdam, den Haag, Amsterdam en Utrecht. Deze kom zou aanvankelijk voor het nauwe gat die haar zou moeten vullen en ledigen: de Hollandsche IJssel, de Nieuwe Maas en de Noord, veel te groot zijn, doch allengs zouden deze rivieren uitlijpen tot enorme zeegeten en gelijktijdig daarmee zou worden begonnen met den beezem met zand en slib op te vullen, een proces echter van vele duizenden jaren.

Wij weten niet of wij een doorbraak van den dijk van den Hollandschen IJssel tijdig genoeg zouden kunnen herstellen en den ramp die uitbreiding te geven welke hierboven werd aangeduid. Het is echter zaak vooral bij dezen dijk werkzaam te zijn, daar nergens zulk laag land onmiddellijk aan getijwater grenst en een doorbraak ook nergens in ons land een groter ramp zou veroorzaken. Zelfs een doorbraak van den Zuiderzeedijk en alle IJsselmeerdijken zou een ramp van geringeren omvang zijn.

Groote overstromingen komen gewoonlijk voor bij oorlogen als vriend of vijand de dijken doorsteekt en de oorlog te lang duurt om de gaten spoedig te dichten. Willen wij onze lage landen behouden dan moet men met zulke oorlogsomstandigheden nu reeds rekening houden. Met vredesomstandigheden rekening te houden is vrij gemakkelijk, maar niet voldoende. Wij moeten zeker zijn dat wij ook noodwillig gemaakte doorbraken kunnen herstellen en voor het lage deel van Holland, dat is het hart van het land, is het met deze zekerheid niet te best gesteld. Waterdichte schotten

zoals een reeschip heeft, hebben wij in ons lage deel nog niet, behalve de Hooge Rijn dijk (Oude RIJN) die op 0,5m + NAP ligt en de IJdijken.

De Zuiderseepolders zijn door twee zware dijken van de zee gescheiden, (fig. 27). De 3.000.000 menschen, die in het lage deel van Holland wonen, zijn slechts door één enkel laag dijke tegen de "beezemvorming" beschermd. Een oud gescheurd sluisje bij Korteneord zou zich zelfs zonder een bom kunnen begeven wanneer het een heogen stormvloed moet keeren. In 1916 kwam de vloed zelfs heeger dan de toenmalige dijksruin. De golfslag gaat er natuurlijk nog vaker overheen. Het moet gezegd worden: het lage deel van Holland leeft niet meer veilig. Het land dat het meest van al een goede bedijking heeft, mede van de slechtste dijken des lands.

De gemiddelde hoogteligging van de terreinen van de Zuiderzee en die van het lage deel van Zuidholland loopen niet belangrijk uiteen. De laagste terreinen des lands liggen in Zuidholland.

Beezemvorming willen wij het koste wat het kost voortaan voorkomen en sinds 1800 is ons dat ook gelukt. Wij mogen dus niet te pessimistisch zijn. Van den anderen kant moeten wij bedenken dat de lage streken thans lager liggen dan in 1800. Het is niet alleen de klink, doch het zijn ook de droogmakerijen, die de gemiddelde diepte van het westen des lands veel hebben vergroot. In een terrein van gemiddeld 3 à 4 m diepte zou de getijgolf zich reeds gemakkelijk voortplanten, veel gemakkelijker dan in de diepte van ongeveer 0,8 à 1,20 m, welke op Walcheren in de diepste gedeelten voorkwam. Walcheren heeft ons o.a. geleerd dat ons kunnen op het gebied van het dichten van gaten begrensd is. Met nieuwe middelen als groote

F. heeft

oaisons en taale klei en met een macht van materieel en menachen hebben wij de boesomvorming van Welcheren weten te verhinderen, doch zulke toeh ter nauwernood. Er zijn in ons land heel wat grootere rampen denkbaar dan die van Welcheren, waar het euvel nog in zijn begin gesmoord is kunnen worden en waar gevoele gunetige factoren aanwezig waren.

Er kan een tijd komen dat vermoedelijk tijdens een oorlog, de see haar sinds eeuwen onthouden rechten herneemt. Dit zou dan niet zoesser een gevolg zijn van de geologische bodemdaling, dan wel van de groote klink die wij door onze bemalingen en langdurige bedijkingen hebben verwekt en ook van onze veroveringen. Wie een strijd aanbindt met de natuur moet verwachten dat de laatste het uiteindelijk wint, want de natuur heeft een langer leven dan een volk.

par. 9. De onderwaterdelta's.

Aan de zeesijde van elk soegat bevinden zich de "gronden" of "onderwaterdelta's". Het zijn endtepr-sandmassa's, waarin zich verschildende geulen hebben uitgeschuurd. Vooral blijft de bovenkant der banken een paar meters beneden LW. De buitenkant der delta is min of meer oirkelvermig en het talud helt daar als de mantel van een afgeknotte kegel. De geulen strekken zich steeds wandervormig uit. De plaats waar zij in de doorgaande kustlijn bij elkaar komen en één enkele geul gaan vormen noemt men de hale van het soegat. Verder naar buiten vertakt zich het soegat weer.

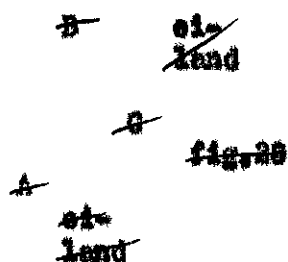
Stelt men dat geulenstelsel dat bij een soegat behoort als een boom voor (zie fig. 21, 22) dan zijn de geulen in de buitendelta de vertels. Vaak zijn er drie geulen, soms bij kleine soegaten minder, bij de grootere soms ook meer. Kijkt men in de richting van de see dan is de meest linkache geul in de onderwaterdelta steeds de krachtigste.

Dese opmerkelijke linkache neiging in onze soegaten en ook die der Duitache Noordzeekust, werd wel in verband gebracht met de aardrotatie en vooral ook met de "eroticbasis". Onder dit laatste verstand men dan dat het water voornamelijk daar heen wilde trekken waar het LW het laagste afliep.

Hoewel niet beweerd wil worden dat de aardrotatie of de hoogte van het LW geenerlei invloed heeft op de eb- en vloedstromen, zoo moet toeh worden gezegd dat dese niet de voornaamste oorsaken zijn waarom onze soegaten een linkache uitstroemingsneiging bezitten. Dit blijkt bv. uit de Duitache rivieren; de LW's werden naar het oosten gaande hoe langer hoe lager, doch niettegenstaande dat overheerscht de linkache uitstroeming hier zelfs in sterke mate.

De aardrotatie doet op het noordelijk halfrond den stroom naar rechts afwijken. De vloedstroom wil in een soegat dus zuidelijk aanhouden, de ebstroom noordelijk. Maar de ervaring leert dat in de linkache delta-geulen zowel de grootste vloedhoevelheden als de grootste ebhoevelheden trekken. De invloed van de aardrotatie is wanneer men aan het oijferen komt wel merkbaar, doch geenszins overheerschend.

De voornaamste oorsak voor de linkache voorkeur is dat het getij uit het Zuiden komt dus van Calais tot Jutland lange onze kust trekt en niet in omgekeerde richting. Het is een eenvoudige zaak welke gemakkelijk kan worden verklaard (fig. 23).



beteekent dat dat bij vloed (rijzend water) het water in A hooger staat dan in B. Dus is het verval in goul AC ook grooter dan in goul BC. Er trekt dus een krachtiger vloedstroom door de linkache goul naar binnen; dan door de rechtsche. Wanneer nu bij eb (dalend water) de hoogteverhouding van den zeespiegel wordt nagegaan is A lager dan B. Van C naar A is dus meer verval dan van C naar B, dus de linkache uitstroeming is meer het

krachtigst.

Wij noemen dit de neiging van een riviermond om vloedachoppend te zijn.

Bij het graven van den mond van den Rotterdammen Waterweg werd de kortste afstand genomen, dus die vrijwel loodrecht op de kust. De vloedstroom in zee, die uiteraard evenwijdig met de kust loopt, moet daarom een hoek van ongeveer 90° maken om in den Waterweg te trekken en dit geschiedde met moeite, want groote watermassa's kunnen niet zo een knik van richting veranderen (fig. 29). De stroomlijnen dringen daardoor alle tijden het noorderhoofd. (fig. 27). Het zuiderdeel van den mond werd een sandbank. Velen oordeelden daarom dat men den mond meer vloedschepend had moeten maken, maar dit was duurder geweest en het bleek dat men met baggeren ook voldoende breedte in den mond kon handhaven.

De grootte van een zeegat bepaalt de grootte van diens onderwaterdelta. Kleine zeegaten als het Eierlandsche Gat hebben slechts kleine delta's.

Voor de IJssche stroomen met hun op geringen onderlingen afstand gelegen groote zeegaten zijn de onderwaterdelta's, vergroot tot één lange tusschen Oostende en Hoek van Holland.

Nu het Britsche zeegat sinds het graven van deze Waterweg zoodanig afsterft dat in den buitenmond nog slechts 1 m diepte bij LW aanwezig is, verdwijnt ook het delta sand van dat zeegat. Het trekt gedeeltelijk naar het noorden, waar het weggebaggerd wordt in den mond van den Waterweg, gedeeltelijk ook naar binnen, waar de diepten breedte van de Brielache Maas geringer worden. Het zeegat slaat dicht. De duinen en stranden van Voorne groeien noordwaarts, de kop van de Beer groeit zuidwaarts en binnen een eeuw zouden wij hier vermoedelijk kunnen wandelen, van Oostvoorne naar Rosenburg, althans wanneer wij de natuur haar gang zouden laten gaan. De Brielache Maas zou een doode arm worden, die gevuld en geleidigd zou worden via de Westgeul, dus rond de oostpunt van Rosenburg.

Het nieuwe zeegat bij Hoek van Holland heeft nog geen onderwaterdelta. Echter zou er wel één bezig zijn te ontstaan indien men het sand dat van het zuiden komt niet voortdurend wegbaggerde.

De door de natuur gewenschte vloedschepende geul zou van nature worden gevormd in deze nieuwe onderwaterdelta.

De zandrifft die uit het zuiden langs de kust trekt en die veroorzaakt wordt door den golfslag, ondervindt bij een onderwaterdelta een ophoud. De onderwaterdelta kan worden vergeleken met een Leidsche flesch.

Het sand stroomt uit het zuiden toe, en af en toe laat van de delta een sandbank los, die verder naar het noordoosten trekt. Dit is als het ware een "vonk". Over de platen van de onderwaterdelta doet de golfslag het sand naar het noordoosten trekken, de geulen worden daardoor op zij gedrukt. Ook gebeurt het dat de geulen door bochtwerking van plaats veranderen. Veelal komt er dan een periodieke terugslag; de geul springt weer naar haar oude plaats terug en de aanvankelijk links ervan gelegen sandbank komt aan den rechteroever. Zulk een bank kan dan rustig verder trekken en zich vereenigen met het strand rechts van het zeegat. Dit vereenigen noemt men "verhoelen".

Wie op de Waddeneilanden bekend is weet dat de "gronden" reeds brenden zoodra er een weinig zee staat. De onderwaterdelta is daardoor een goede bescherming van het oostelijk daarvan gelegen strand want de groote golven kunnen daar niet komen. Vandaar dat de westpunt van een waddeneiland gewoonlijk iets buiten de algemeene kustlijn uitsteekt. Men noemt zee'n westpunt de "kop", in tegenstelling tot de staart of oostpunt, die door de krachtige linksche stroomgeul de neiging heeft binnen de algemeene kustlijn terug te wijken. Een typisch zeegat ziet er dus uit als die van fig. 30.

De "stroombeem" van een waddenzeegat is meestal niet zuiver symmetrisch; vrijwel steeds is het linkerdeel kleiner of grooter dan het rechterdeel doordat de getijgolf uit het westen komt of doordat de kust van het vasteland niet precies evenwijdig loopt met de Noordkust der eilanden. Nemen wij het geval van een vastelandekust evenwijdig met de zee kust dan krijgt men het stroombeemtype van fig. 31. Er is daarbij een e - vormige hoofdgeul, die van het oosten naar het westen stroomt omdat de oostelijke helft van de vloedkust grooter is dan de westelijke helft. Zulke in verband

~~want-
tj~~~~want-
tj~~~~want-
tj~~~~fig. 31~~

met de ligging van het wantij rechts van het midden van de eilanden. Bij dezen toestand is de bechtwerking van de kop van het eiland afgevoerd, hetgeen een groot voordeel is.

~~fig. 32~~~~want-
tj~~~~want-
tj~~

Wanneer de westelijke helft groter kóntvlakte heeft dan de oostelijke (fig. 32) drukt de bechtwerking van de hoofdeul tegen den kop van het eiland B en deze heeft het dan kunad te verduren, omdat ook de wind uit het westen komt en de linksche uitstrooingsneiging de becht-
vorm sterker maakt.

Indien een eiland kort is en oostelijk van een langer ^{eiland} ligt is dat zeer nadeelig voor het korte eiland. Ligt het korte eiland tusschen

~~fig. 33~~

twee langere dan wordt het dan geheel tusschen uitgeknepen. (fig. 33).

In het Zeeuwache gebied zijn zecele gezegd de delte's vereenigd. Om deze reden is de doorgaande kustlijn vrij ver vóór de groete oirkel-
boog gelegen. Door de beschermende functie van de groete gezamenlijke onderwaterdelta steken de eilanden Walcheren, Schouwen en Voorne veel verder voeruit dan het geval zou zijn indien hier een kust zonder zeegaten was. Bij een eventueel verdwijnen van deze zeegaten zal deze onderwaterdelta tevens verdwijnen en de kust zal dan worden gladgeschaafd, althans indien wij die eilandenkusten niet gaan verdedigen met hoofden.

Het ligt in den loop der dingen dat wij onze kust hoe langer hoe meer gaan verdedigen en dat dus de natuurlijke "wiskundige" vormen worden gewijzigd. De verdediging van Walcheren (Westkapelle) van Delfland, van Potten, enz. leverden even soevale kopen en er zullen nog wel meer komen.

De onderwaterdelta's van den Rijnmond bij Katwijk en van het Zijpe bij Potten zijn sinds lang verdwenen, tegelijk met deze zeegaten zelf. De "keppen" die bescorden den Rijnmond en bescorden het Zijpe bestaan moeten hebben zijn vervolgens door de zee gladgeschaafd. Hetzelfde moet ook het geval geweest zijn met den euden groeten Maasmond tusschen Brielle en Monster, het Hjalina genaamd. De eveneens groete onderwaterdelta van dit zeegat moet sterke mate beschermend gewerkt hebben op de kust bescorden Monster en hier moet dus een "kop" geweest zijn. Bij het verdwijnen van het zeegat, verkleinde de buitendelta en werd de kop weggeschaafd. Vandaar de smalle duinenrij van Delfland en vele straatrichtingen van den Haag en het Westland die thans nog schief zeeuwarts loopen, doch vroeger evenwijdig met de kust moeten zijn geweest. Ook de achteruitgang van Schevningen is hiernaede te verklaren.

Met behulp van deze theorie kon men dus een schets ontwerpen hoe de Nederlandsche kust er in Romeinsehen tijd moet hebben uitgezien (fig. 34). Het Zijpe heeft vermoedelijk langen tijd bestaan want de duinen eindigen daar in een breede knobbel, en vanwaar moet anders de klei van West Friesland zijn gekomen? Het Marsdiep is vermoedelijk ook al heel oud. Of het Eierslandsche Gat eveneens zou oud is valt te betwijfelen. Bij zoo'n

"knaap" als Tempel kan veel veranderen, zooals de afslag bij Huisduinen en van Vlieland te zien geeft (fig. 23). Tempel is feitelijk een zeer weinig weerstand biedende knaap. Het wordt gelukkig beschermd door de delta van het IJzerdijp, maar anders zou het zonder strandverdediging zich niet tegen den zeespiegel kunnen handhaven.

Plinius vond tusschen den Rijn en Jutland 23 Waddeneilanden. Thans telt men er 22. Het is mogelijk dat er eens één is verdwenen of dat anderen zich hebben gesplitst. Plinius moet lange deze eilanden gevaren hebben of hij heeft deze wetenschap van de Friasche zeelieden. Die eilanden moeten toen meer gewoest zijn dan platten zonder duinen. Uit zee ziet men de duinen, doch niet de platten. Men kan dit opvatten als een soort bewijs dat er in Romeinchen tijd wel duinen waren. Platen had men er zeer vele en zijn geen eilanden.

Wadden waren er in Romeinchen tijd ook reeds, evenals terpen. Zelfs de Griek Pythons moet waarschijnlijk de wadden hebben gekend. Hij beweerde al de "zeeleng" te hebben gezien, dus het gebied waar de zee "ademhaalde". Wanneer men de wadgoulen en haar vertakkingen ziet en het tweemaaldaagsche in en uitstroemen der zee meemaakt acht men het mogelijk dat een fantastisch zuiderling, die van huis uit de getijbevinging niet kende, de vergelijking van de "zeeleng" gebruikte.

par. 10. Het zoutgevaar.

Het lage worten des lands ligt als een pen in zout water. Zou ergens een gat in den rand of in den bodem worden gemaakt dan zou dat zoute water die pen willen vullen.

De kwel brengt steeds groote hoeveelheden zout via den "bodem" in het lage deel van Holland. Alleen in Rijnland zou volgens de berekening van den Ingenieur P. de Gruyter van dit Hoogheemraadschap per jaar 365,000 ton zout door kwel binnendringen. Dit zijn 1221 treinen van 30 wagens; per dag dus 100 wagens van 10 ton elk. Hij berekend voorts dat Rijnland een gekapitaliseerd bedrag van fl. 30.000.000 als waardevermeerdering zou kunnen rekenen voor wat het graalnd betreft, indien voldoende zoet slootwater aanwezig was. De bascultures zouden bovendien fl. 22,500,000 voordeel hebben van het zoetere water, samen dus fl. 52,500,000.

Ook de industrie zou er voordeel van hebben. Reeds in 1883 vestigde de Leidensche Lakenfabriekant B.F. Krantz de aandacht op de noodzaak van den strijd tegen het zout: "Rijnland zal zijn handen vol hebben om de voortdurend toenemende versilting de bans te worden, welke, indien niet spoedig gestuit, met duivolachtige gestadigheid voortgang zal nemen."

Het is niet alleen Rijnland die groote schade lijdt, men mag zelfs zeggen dat in dit Hoogheemraadschap het zoutgehalte betrekkelijk zeer laag is. In Noordholland, op Voorn, op Schouwen en op Walcheren zijn de zoutgehaltecijfers van het slootwater veel hooger. Schouwen en Walcheren liggen bijzonder ongunstig alrijd in het zoute water. Schouwen is lage deel niet er dan ook armzalig uit; Walcheren is beter doordat het zijn bekende ruggen heeft, waarin zoet regenwater als het vare drijft op het zoute grondwater, doch in de kansen word tot nog toe geen bouwland aange-troffen en er woude nogenteg geen mensch. Het heugliggend kanaal door Walcheren met zijn zout zeewater midden door het eiland is ook niet bevorderlijk voor de landbouw en veeteelt.

Voorn, een tamelijk hoog eiland en slechts gedeeltelijk door brak- en zoutwater omringd, heeft in een normaal jaar volgens de berekening van den tuinbouwconsulent Ir. J.M. Riemens toch nog een schade van ongeveer fl. 500,000 aan de druiven en tomaten alleen (fig. 26), of gekapitaliseerd ± fl. 12,500,000. De schade aan graalnd, aardbeien, landbouw, enz. is daar nog bij te tellen.

Men was vroeger nog niet algemeen voldoende wakker voor de zout-schaden, hoeveel de Commissies van Dr. L. Levink daar toch op hadden gewezen. Zout is een vergif voor plant, mensch en dier, indien het te overvloedig gebruikt wordt. Brakwater bevordert voorts de malaria.

Allernegen bemerkt men thans echter dat de strijd tegen het zout is aangehouden. Men heeft daarvoor twee middelen; 1e. het weren van het zout uit ons land, 2e. het doorspoelen van de vaarten met Rijnwater.

v tusschen de ruggen

F. Hobel en van

Het beide middelen bereikt men goede resultaten. „Holland is nog niet gemaakt, is nog niet af.“ Holland zal eerst gemaakt zijn als de zee geheel buiten is gedrongen, als Holland zoet zal zijn“, riep prof. W.F. van Velthuisen uit.

Alreeds bij zoutgehaltes die men nog niet kan proeven, wordt de groei van de oogst matig beïnvloed.

Indertijd is het zoutgevaar voor ons land een groote bedreiging. Het gevoeligst zijn de fijne tuinbouwgewassen en de bloemen. Bij iets hogere concentraties geven de koeien minder melk, en de landbouw kan nog iets meer zout verdragen dan het groote vee. Door het langzame der versilting is men er aanvankelijk niet voor op zijn hoede. Men verbeterde de haventoegeangen naar Amsterdam, Rotterdam en Dordrecht en bemerkte pas veel later dat men de zee, het zout, daardoor had binnengehaald.

De scheepvaartbelangen strijden dus in dezen met de agrarische. Beiden zijn zeer groot. Wij willen Rotterdam en Amsterdam als vooraanstaande plaatsen onder de wereldhavens laten behouden, maar van den anderen kant kunnen wij het lage centrum des lands niet laten versilten. Zou dit toch gebeuren dan zou eerst de tuinbouw en bloementeel, daarna de veeveelt en de bouw verdwijnen en tenslotte zouden wij slechts de schapen overhouden.

De twee toekomstige hoofdproblemen van ons land op waterstaatsgebied zijn dus het wesen van het zout en het zorgen dat het Rijnwater voldoende zoet blijft.

Het wesen van het zout. De zeegeaten moeten indien niet strikt noodzakelijk voor den afvoer van rivierwater allen dicht. Wij hebben er nog zeer vele en een drie of vierstal zou voldoende zijn voor Schelde, Rijn-Maas en Reme. Zee sluizen zijn ook nog bezwaarlijk. Door de groote nieuwe sluis van IJmuiden komt bv. zoveel zout naar binnen tijdens het schutten en door de lek, dat al het Rijnwater bij lage afvoeren nauwelijks voldoende zou zijn om dit zout weer te spuien. Het zwaardere zoute water blijft ook tijdens het spuien op den bodem liggen en mengt zich daarna weer met het oppervlaktewater.

perioden met

Het komt natuurlijk vooral op die ^{Junij} geringe Rijnafvoeren aan. Dan valt er geen regen en verdampen de planten door voortdurende zonneshijn en droogte veel. De Maas levert dan nogeens in het geheel geen water als wij het noodig hebben.

Het wachtwoord is dus voortaan „sluit de zeegeaten“. Dit is echter geenszins een nieuw wachtwoord, want sinds eeuwen hebben wij ons daaraan gehouden. Bij het allereerste bedijkingswerk sullen wij reeds ab- en vloedgeulen hebben afdamd en sindsdien hebben wij voortdurend getracht steeds grotere getijgeulen af te dammen. Te noemen zijn bv. de Delf (bij Delfzijl) vermoedelijk reeds in 1198, het Noitdiep, het Dekkumerdiep, het Zijpe, de Amstel, de Utrechtsche Vecht, het Meppeler Diep, de Rette, de Holl. IJssel, de Heerjansdamsche Waal, de Steenbergse Vliet, de Dintel, enz. enz. De laatste groote kunstijnverkering was de afdamming van de Zuiderzee.

Vaak wordt vergeten dat de Zuiderzeepoldering naast het winnen van nieuw land nog een ander deel had; het scheppen van een zoutwatermeer in het centrum des lands, van waaruit het lage westen en noorden ververscht zou kunnen worden.

Het Rijnwater. Zouden wij het ongeluk hebben het Rijnwater te zien versilten dan zou Holland waarlijk in last zijn. Wij zouden dan misschien maar het beste doen de dijken door te steken en de bemalingen stil te zetten om met vlietvangat nog eenig nut van het toevoren zee rijke terrein te trekken.

Het is geen verheffende gedachte te weten dat het Rijnwater snel bezig is te versilten. Was vroeger (1908) bij de gewone Rijnafvoeren het chloorgehalte ontsreeks 40 mgr per liter, in 1938 was dit al het dubbele. De uiterst toelaatbare grens voor ons polderland is 300 mg/liter en bij de geringe Rijnafvoeren was het gemiddelde gehalte vóór den laatste oorlog ongeveer 300 mgr/liter. Wij noderen dus het kritieke punt, want sociale gezegde voor ons zijn juist de toestanden bij kleine Rijnafvoeren maatgevend. Water met 200 mgr/liter chloor heeft natuurlijk weinig ververschend vermogen meer, indien 300 mg de uiterste grens is.

De oorzaak van deze versilting is gelukkig niet natuurlijk. De Fransehen stertten hun zoutafval van de halimijnen, in den Elzas gelegen,

In den Rijn en de Duitschers pompten zout mijnwater uit het Nooygebied in de Amster, een riviertje loonend in den Rijn. Wij waren v66r den oorlog geneedsaakt dit zout te aanvaarden. Laten wij hopen dat er de een of andere internationale regeling wordt getroffen, waarbij ons gegarandeerd wordt dat het Rijnwater niet meer dan bv. 100 mg/liter chloor zal mogen bevatten.

Dat sommige landen geheel afhankelijk zijn van een rivier is bekend. Wij zijn het van den Rijn, Egypte is het van de Nijl, het oude Babylon was het van de Euphrat en de Tigris. Zijn deze laatste oeverlanden, eens zoo vruchtbaar door een ingenieus bevoelingsstroom, misschien vernietigd door het zout? Het is zeer goed mogelijk want rivierwater bevat steeds een bepaald gehalte aan zout en wanneer dit water in een regenarm land verdampt, accumuleert zich het zout dermate dat het land in den loop van enkele eeuwen geheel vergiftigd kan zijn. In onze kassen ondervinden wij iets dergelijks. Door het steeds begieten (maar niet doorspoelen) met zg. zoot water, dat toch iets zout bevat, en het daarna volgend verdampen, accumuleert zich het zout ook in de kassen. In het Nijlgebied is wel ververaching aanwonig wanneer de geheele landstreek elk jaar met zoot water geheel wordt overstroomd.

De Rijkswaterstaat heeft in 1941 een Raad voor de Waterhuishouding in het leven geroepen om de dreigende versuiling van het lage deel des lands te keeren door het zoute Rijn- en Maaswater billijk te distribueren.

Doch, wanneer men veel Rijnwater gebruikt voor den doorspoeling van ons polderland, zal dan de zoutgrens op de borenrivieren niet nog veel verder landwaarts kansen? Zeer zeker, doch daartegen zullen ook maatregelen kunnen worden genomen.

Op de vraag of in voldoende zoot water den Rijn afkamt om in drooge tijden aan onze behoefte te voldoen is moeilijk een bevestigend antwoord te geven, doch gelukkig hebben wij thans in het centrum van ons land een ruim zootwaterreservoir, waarmt men bij zuinig beheer lang kan putten.

par. 11. Het zandtekeri.

Men vraagtuk dat nauw verband houdt met het zoutprobleem is het zandtekeri in het westen des lands.

Er was een tijd, nog geen eeuw geleden, dat wij wel te veel zand hadden. Niets hoe kumen wij toch aan sand? docht, hoe raken wij het sand toch kwijt? was de vraag waarover Waterstaat zich groote zorgen maakte.

Het begon onstreeks 1600 reeds zeer nijpend te worden, het rivierzand zakte uit Duitschland naar ons land en bleef liggen boven de lijn Dordrecht - Rotterdam. Het verstapte de Waal, de Lek en de IJssel, doch kwam niet, althans lang niet voldoende, in see terecht. Ook de Maas had dat euvel. Wat was daartegen te doen? De dijken verhoogden. Maar dit had men reeds eeuwen achter elkaar gedaan en de dijken waren reeds see hoog. IJedamaen vermden zich des winters in het onregelmatige verzande bed en het water brak dan de kostbare hooge dijken toch door.

Onder een oud portret hangend in een der directie-vaartuigen van den Waterstaat, tevens ijsbreker, staat toepasselijk en kanschet-send voor dien tijd :

Ziet hier het achtbare gelaat
Van Brunings, hoofd van Heerlands Waterstaat.
Dat zorgd' en peinst en waakt hij 't wassen van de vloedgen
Om Dats'z needrig erf voor ondergang te hoeden.

v volgens

Valen bevalen in vollen ernst aan de rivierdijken te elechten. Het was een fout geweest tegen de natuur te willen vechten; laat het vruchtbare slijb de Betuwe toch verhoogen. Anderen wilden overlaten. De fout, het niet in see verdwijnen van het rivierzand zagen de waterstaatsdeskundigen echter goed in. Kraysenhoff wilde daaren het sand-

transport bevorderen door het geven van één enkelen mond aan den Rijn, een uitermate kostbaar en grootsoch plan voor die tijden.

geborgen

Men discussieerde daareover en over andere plannen tot 1850, dus een halve eeuw van weinig doen en veel schrijven. Men had inderdaad met een ontzagwekkend natuurverschijnsel te doen en beschikte niet over de machines die wij hebben. In 1821 was een uitgesproken plan goevernd tusschen Werkendam en Dordrecht en Brabant, later de "Blaasbosch" geheten, en deze diende vele eeuwen lang als depôt waarin het riviersand werd verzameld. Omstreeks 1800 was dit depôt echter grootendeels weer vol en steeg de gemiddelde rivierstand onrustbarend. Welk nieuw terrein moest nu als bergplaats voor het zand dienen? De natuur had haar oog gevestigd op het ten noorden van den Blaasbosch gelegen Alblaserswaard, doch wij konden niet uit eigen beweging besluiten dit gebied op te offeren. Ook konden wij er niet toe besluiten de grootoosche plannen van Krayenhoff uit te voeren en zou hiernaas inderdaad het euvel bezworen zijn? Wij weten thans wel beter. Het zand zou toch niet in zee getransporteerd zijn vanwege den ondervloed in de riviermonden dat in het zware zoute water dat als een wig in de monden der rivieren ligt.

Men koos gelukkig een verstandigen tusschenweg door op aanraden van Jan Blanke te besluiten de Nieuwe Merwede te graven. Deze zou het water, het zand en het ijs naar het nog wijde Hollandsch Diep voeren en de Alblaserswaard ontlasten.

Het Hollandsch Diep was het nieuwe depôt, waarin voor lange jaren ruimte aanwezig was het hinderlijke riviersand te bergen.

Echter bleek alras dat het zand ook de Nieuwe Merwede niet voldoende wilde afsnaken. Het transporteerend vermogen van een rivier met eb en vloed is niet zeer groot meer en de uitschuring van de Nieuwe Merwede door eigen kracht, waarop men gehoopt had, bleef zedende uit. De natuur wilde een depôt minder dicht bij de zee.

Op dit kritieke oogenblik, omstreeks 1867, deed de steenbaggermolen zijn intrede en met behulp hiervan kon de Nieuwe Merwede een redelijke diepte verkrijgen. Toch had men nog aanvankelijk een te groote voorstelling van de transporteerende kracht van dien nieuwtak. De eerste bestekken schreven nl. voor dat de opgebaggerde spiege onmiddellijk naast den molen weer in de rivier gestort moest worden. De verwachting dat die grond den verder wel door den abtroom meegenomen zou worden liep op teleurstelling uit.

Toch was het de baggermolen die de uitkomst bracht uit het zee-netelige probleem. Het zand werd uit de rivieren gebaggerd en veel gebruikt voor de kribben, die men in groeten getale ging maken ter regulering van de rivieren. Aanvankelijk kostte het baggeren nog geld als Waterstaat bepaalde ondiepten verwijderd wilde hebben, later veranderte ook dit en kreeg het Rijk geld toe indien het wilde bestaan een ondiepte op te ruimen. Het zand was nl. uitstekend voor de opheooging van steden en voor de wegen en straten geschikt. Steden als Rotterdam vroegen vele miljoenen kubieke meters riviersand en spoedig moest men paal en perk stellen aan den verkoop van het oorspronkelijk zee hinderlijke zand. Men ging het kostelijke gouden riviersand voortaan zinnig sparen voor de betonwerken en verwees de zandloshoorders naar de benedenrivieren, waar zand van minder kwaliteit nog volop aanwezig was. Men zag zoo in een nabijen toekomst een voortreffelijk net van diepe waterwegen, bevaarbaar van oever tot oever en dit ideaal was te verwesenlijken met nagenoeg geen of weinig kosten. Tegen den achtergrond van het lage westen des lands kon de rivier niet meer op. De zeer groote bedreiging van 1800-1850 werd een gave. De slingering van de klink was in zijn tegenovergestelde stand gekomen. Het baggeren, vroeger voor het Rijk een kostbare zaak, werd een gunst. Ook België vroeg gretig het Rijn- en Maasand te mogen afnemen.

Zoo leefden wij omstreeks 1920 in een zorgeloos tijd. De Waterstanden daalden op de rivieren, de dijksdoorbraken namen af, de bevaarbaarheid was schitterend, doch het zout der zee drong hoe langer hoe verder de zeegeaten in en in 1923 kwamen de eerste klachten. Waar vroeger het jacht van Willem I vaststrakte bij Sliedrecht omdat het een diepgang had van 3 voet, stond nu 4 à 5 m van oever tot oever en voersn kustvaarders en Rijnaken van duizenden tonnen inhoud.

Maar de getijbeweging was er toe genomen, de overvloedstanden waren hooger geworden en het zout was verder naar binnen gedrongen. Wij hadden de deur voor onzen vijand, de zee, wijder open gezet en deze had niet verzuimd zijn nieuwe vor in ons land dringende stellingen te bezetten. De Rotterdamse en de Dordtsche waterwegen hadden wij geschikt gemaakt voor diepgaande zeeschepen, doch de scheepvaart was niet de eenige factor waarmede wij rekening moesten houden.

Omstreeks 1930 was de toestand op de rivieren zoe dat zich beneden den lijn Krimpen - Rottershoek - Noordijk slechts weinig rivierzand meer neerzette. Het zeesand kwam tot Willemstad - Spijkenisse - Vlaardingen. Daartusschen was de "zandarme zône", het gebied met weinig aansanding waarin Rotterdam ligt (Fig. 37). Zeever een droppel zout water naar binnen kan komen, kan ook zeesand of zeezilt komen.

Waar moet in de toekomst het zand vandaan komen dat noodig is voor het lage Westen? Er zit slechts weinig meer in de rivieren. Handige menschen bedachten daarom het zand te doen zuigen dicht bij de plantoon waar het gebruikt moest worden, dus bv. uit gaten naast de nieuwe wegen. Op 15 à 18 m diepte zat meestal wel zand en ging men dan tot 30 m zuigen dan leverde een betere tocht veel goedkoop zand.

Ook hiernaas kwam een eind, evenals aan het willekeurig afgraven van de duinen ter wille van de zandverkoop. Men schreef: "In het Hollandsche polderland diep te gaan graven kan even gevaarlijk zijn als het lek maken van een zeeschip . . . Onder ons polderland bevinden zich practisch onuitputtelijke hoeveelheden zouthoudend water. Bij sterke kwel komt dit brakke water aan de oppervlakte en bolesmaert tot in lengte van dagen de cultuur", (Fr. J. van der Hoeven). De landbouwkundigen stonden ook op, tegen het gaten zuigen in ons polderland. Moest het vruchtbare land, dat jaar in jaar uit, eeuw in eeuw uit vruchten gaf, geheel vernietigd worden? Ging niet reeds zoveel land door den aanleg van nieuwe wegen en stadsuitbreidingen voor de landbouw verloren, dat in 10 jaar-tijd een oppervlakte ten grootte van de Wieringermeer verdwenen was. Had men daarvoor fl. 104,000,000 uitgegeven voor de 20,000 ha der Wieringermeer? De Rijkdienst voor het Nationale Plan verbood dan ook het maken van de steriele diepe sandputten in ons polderland, waar zelfs geen vlied in schijnt te kunnen leven.

Er zijn twee mogelijkheden denkbaar om in de toekomst aan voldoende zand te komen. De eerste is het zand van den Noordzeebodem te halen, de tweede is den deel der Veluwe af te graven. Aan beiden zitten economische, niet zoeser technische, bezwaren. Voor de Veluwe komt daarbij het landschapsschoon der Veluwezoom in gevaar, doch misschien kan men dit land na afgraving golvend houden. De Noordzee is een zanddepôt waaruit wij naar hartelust kunnen putten, mits niet te dicht onder de overkust.

Ziehier de natuurkundige hoofdproblemen van ons land. De tijd zal leeren welke wending de beslissingen zullen nemen. Voorspellen is in dezen moeilijk, want reeds herhaaldelijk bleek plotseling een nieuw gezichtspunt te dagen, waarop men vroeger nog niet gerekend had. Grote voorzichtigheid en omsichtigheid is geboden om ons diepliggend land, een lek schip gelijk, veilig te loodsen door de steeds leerende gevaren an onze vruchtbare gronden te behouden. Misschien stelt in verband met de ontwikkeling der vliegtuigtechniek de scheepvaart der toekomst minder groote eischen dan thans, doch indien niet, laat dan de agrarische belangen gescheiden worden van de scheepvaartbelangen. Technisch is daartegen geen bezwaar en de economie is er bij gebaat.

De periode der "roofbouw" is nog niet geheel ten einde, doch het opteren van het rivierzand,

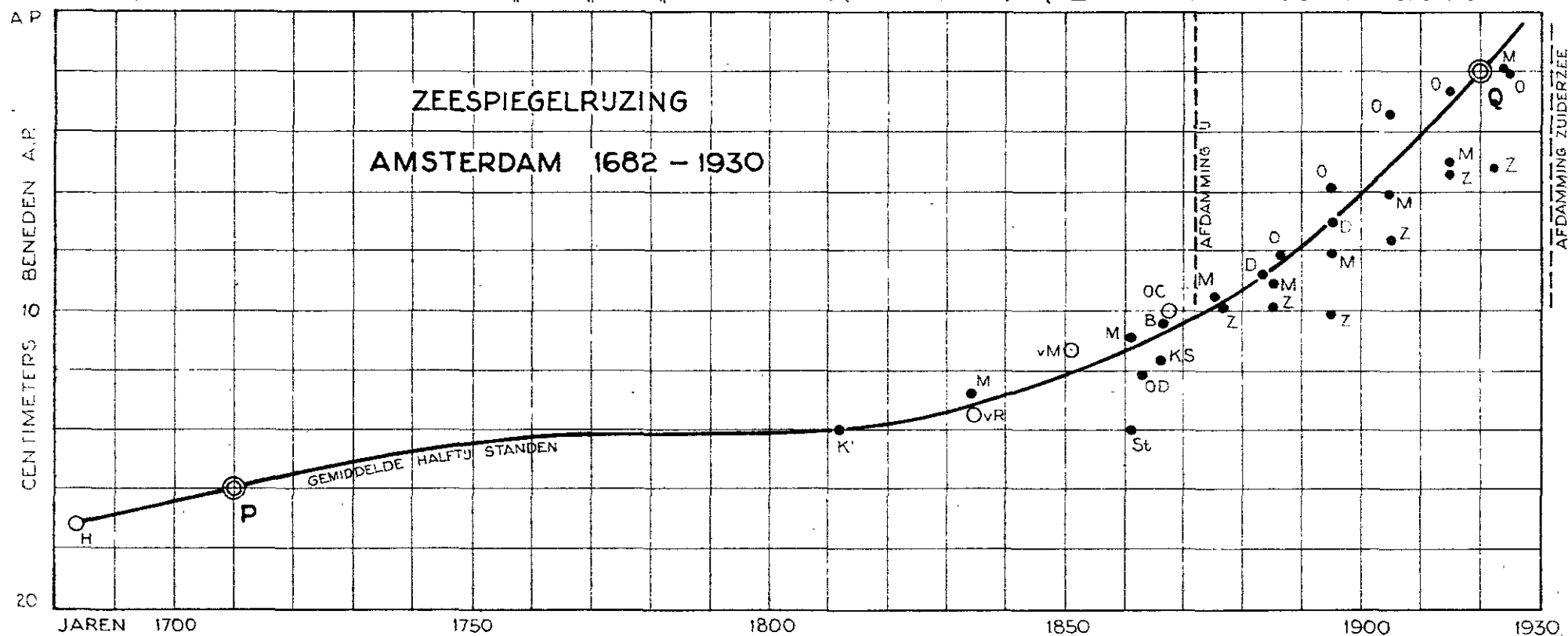
staat spoedig te verwachten, want binnen afsienbaren tijd is het zand dat de rivieren en de zee aanwaaing in onze rivieren brachten "op" en de zouthetrijders zijn waaksamer geworden.

dr. J. v. Vaecken.

H = PUNT HUDDE
 P = 20 JAARSGEMIDDELDE
 K' = PUNT KRAUJENHOFF
 vR = " VAN REES
 vM = " VAN MAURIK

St = PUNT STAMKART
 OC = " OLIVIER-CALAND
 M = PUNTEN VAN STATION MUIDEN
 O = " " " ORANJESLUIS
 KS = " " " KRAANSLUIS (WATERKEERING)

OD = PUNTEN VAN STATION OOSTERDOKSLUIS
 D = " " " DURGERDAM
 B = " " " BUIKSLOOT
 Z = " " " ZEEBURG
 Q = 20 JAARSGEMIDDELDE ORANJESLUIS



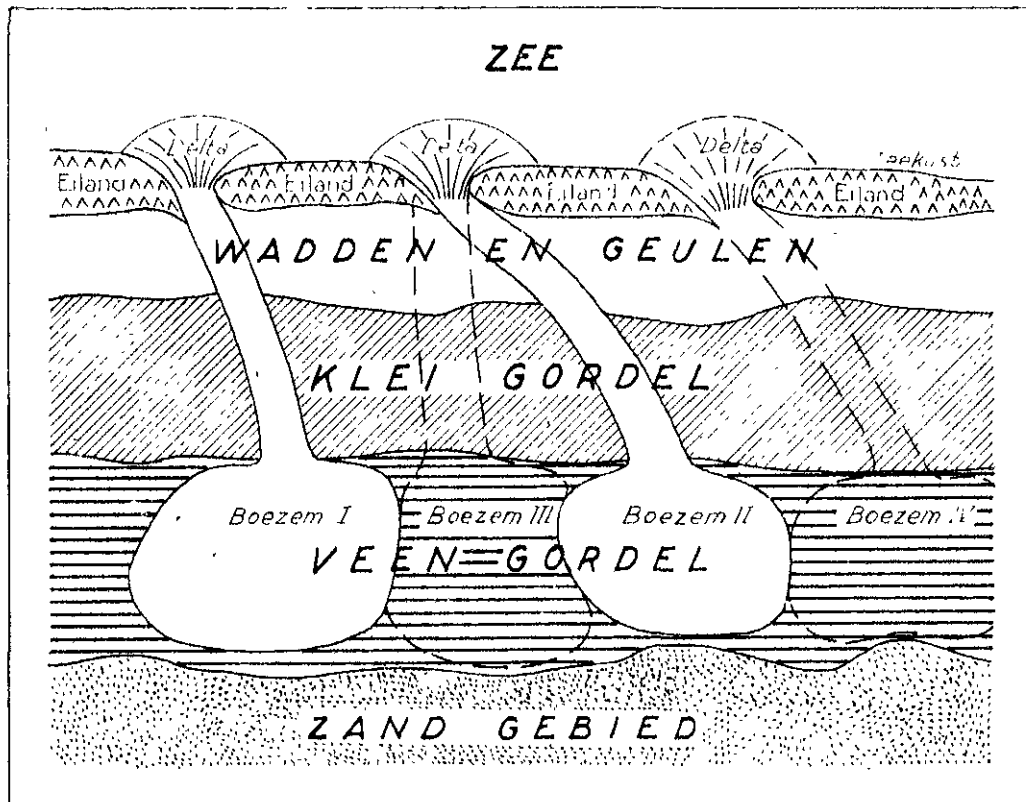
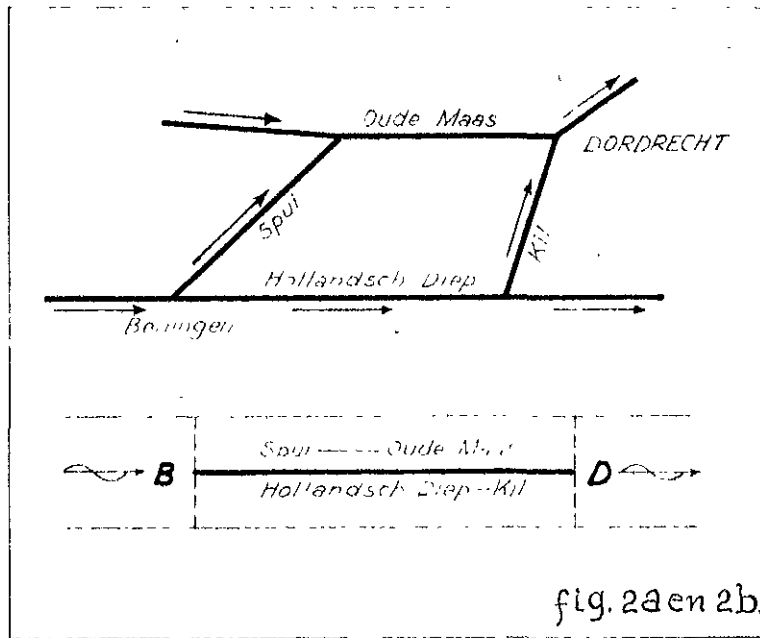
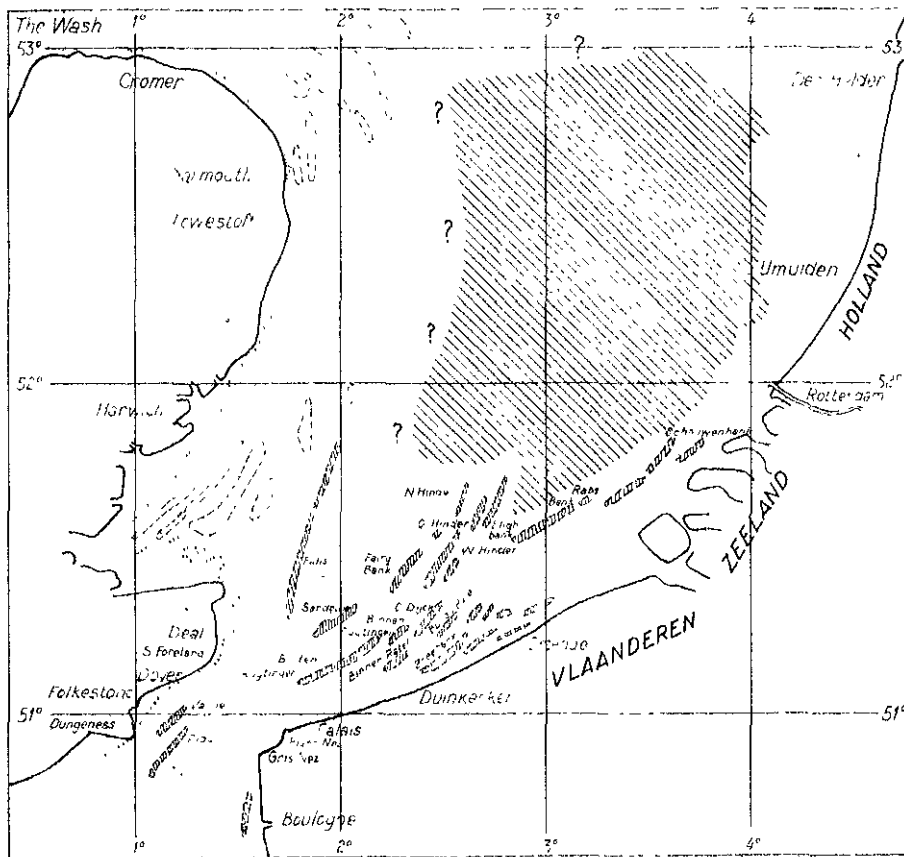


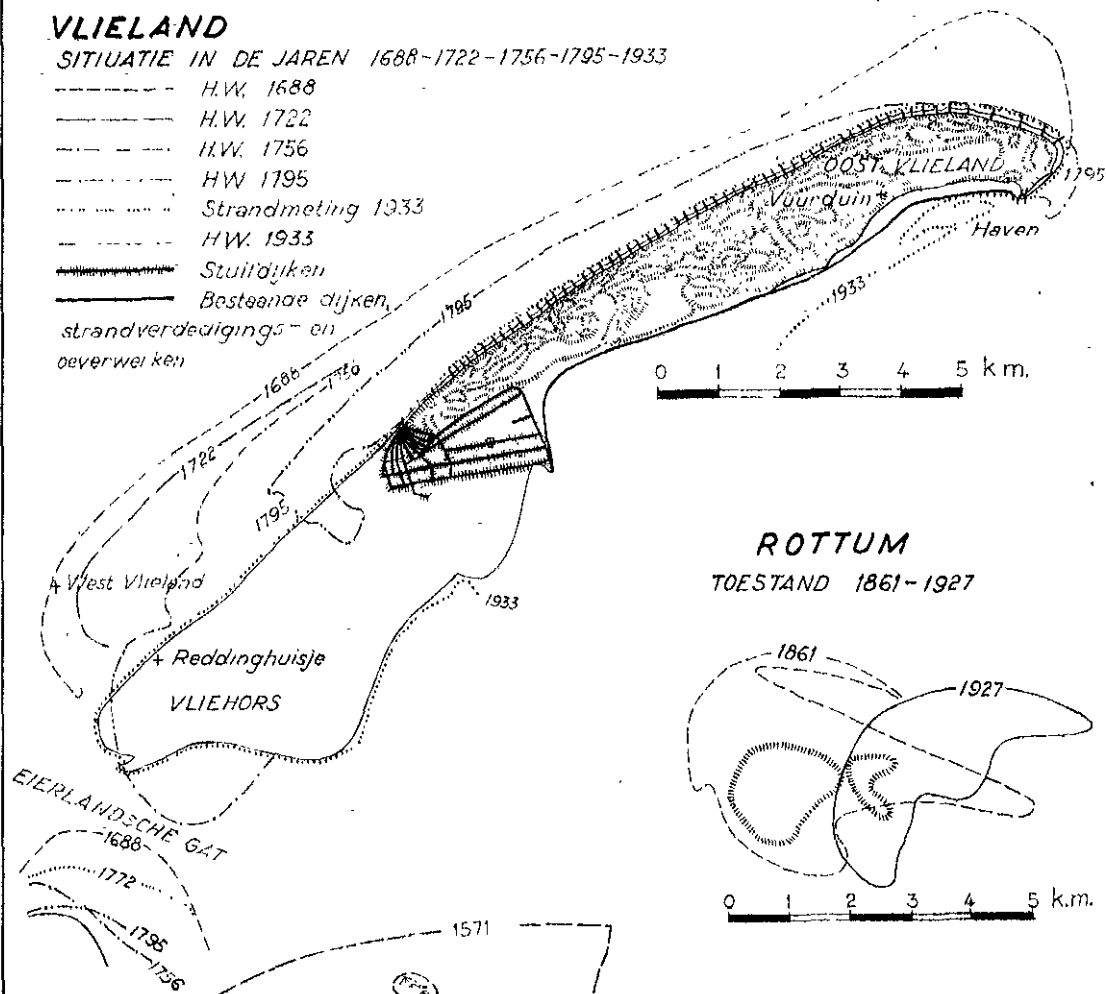
fig. 25



VLIELAND

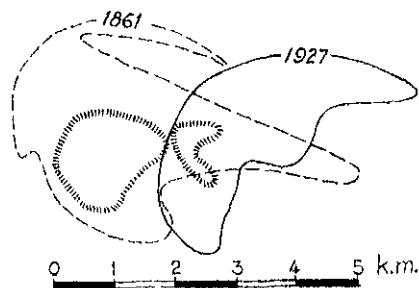
SITUATIE IN DE JAREN 1688-1722-1756-1795-1933

- H.W. 1688
- H.W. 1722
- H.W. 1756
- H.W. 1795
- Strandmeting 1933
- H.W. 1933
- Stuw dijken
- Bosteane dijken, strandverdedigings- en oeverwerken



ROTTUM

TOESTAND 1861-1927

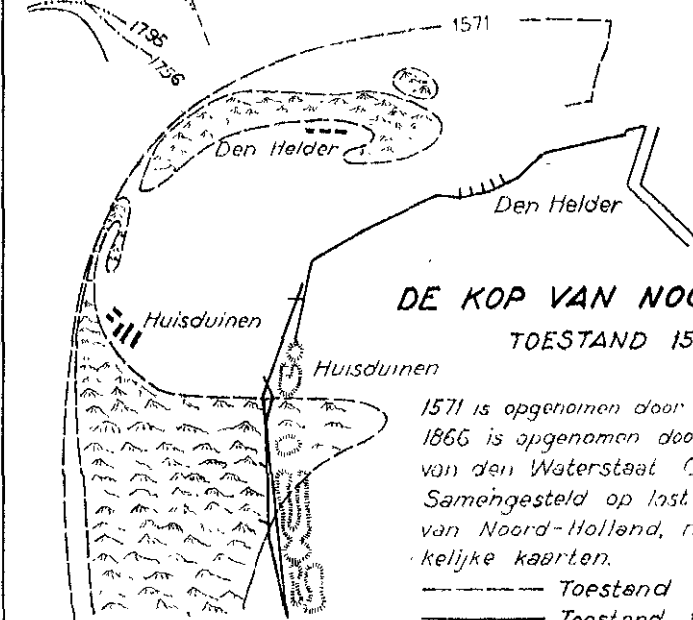


DE KOP VAN NOORD-HOLLAND

TOESTAND 1571-1866

1571 is opgenomen door Adrianus Anthony.
 1866 is opgenomen door den Opzichter van den Waterstaat C. van der Stern.
 Samengesteld op last van Ged. Staten van Noord-Holland, naar de oorspronkelijke kaarten.

- Toestand 1571
 - Toestand 1866
- 0 0.5 1 1.5 2 2.5 k.m.



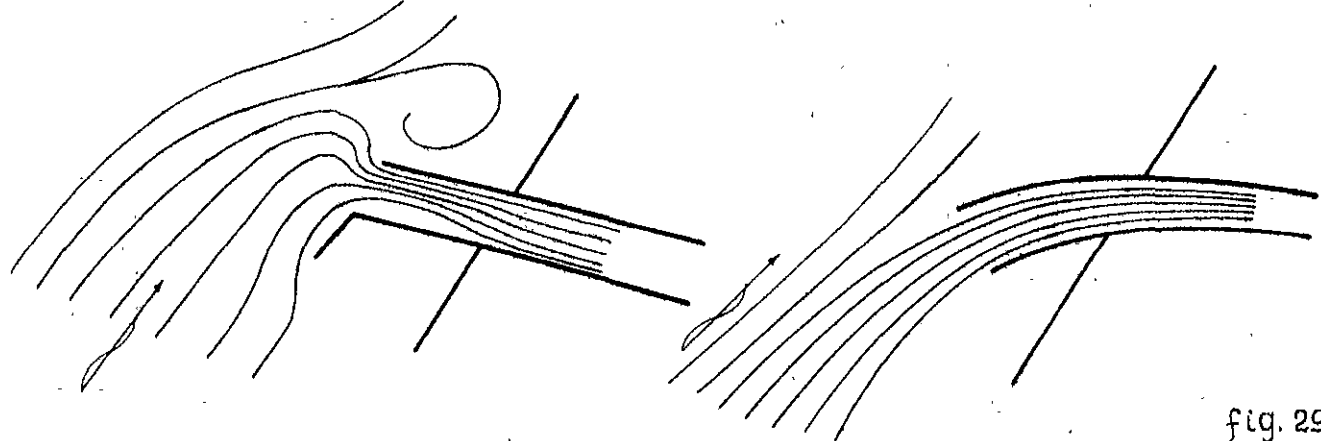


fig. 29

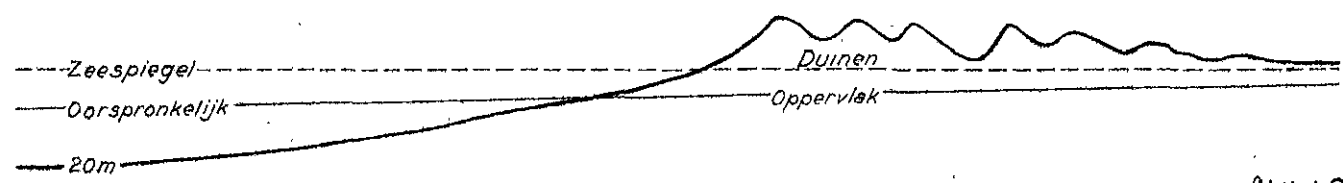
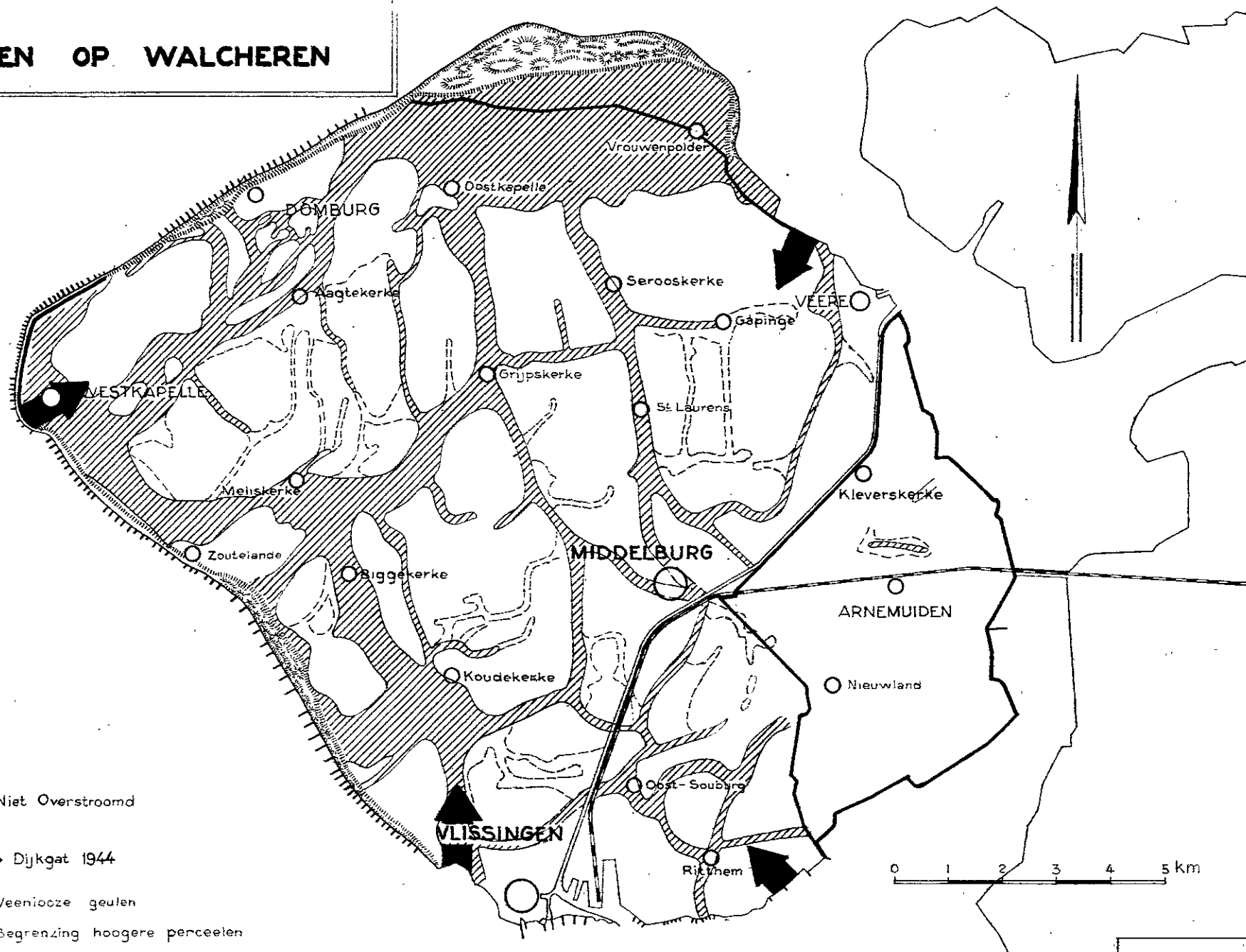






fig. 18

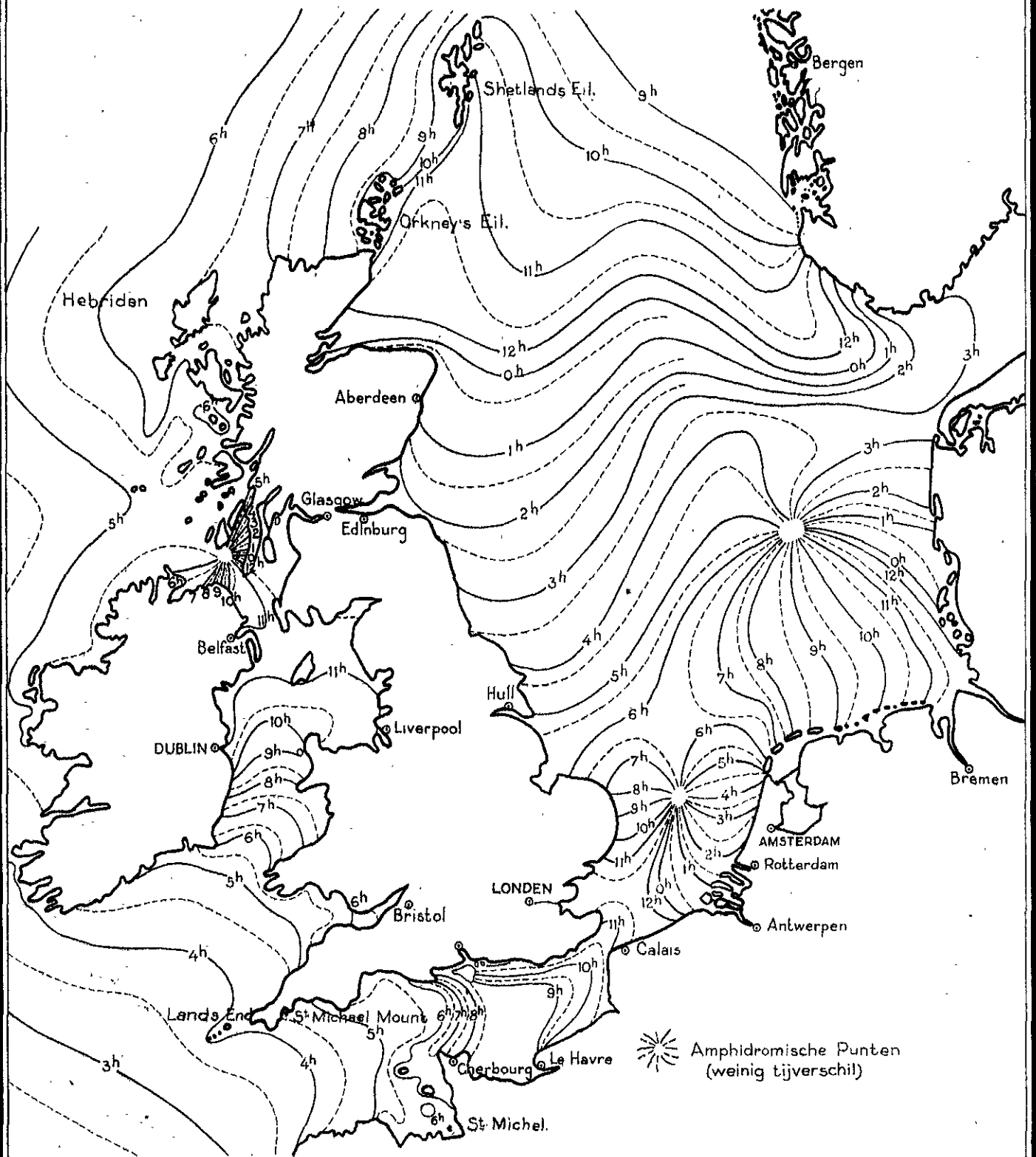
GEULRUGGEN OP WALCHEREN

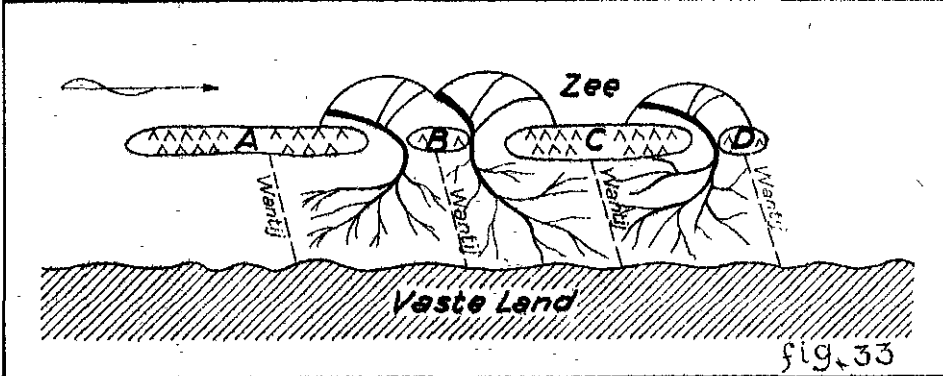
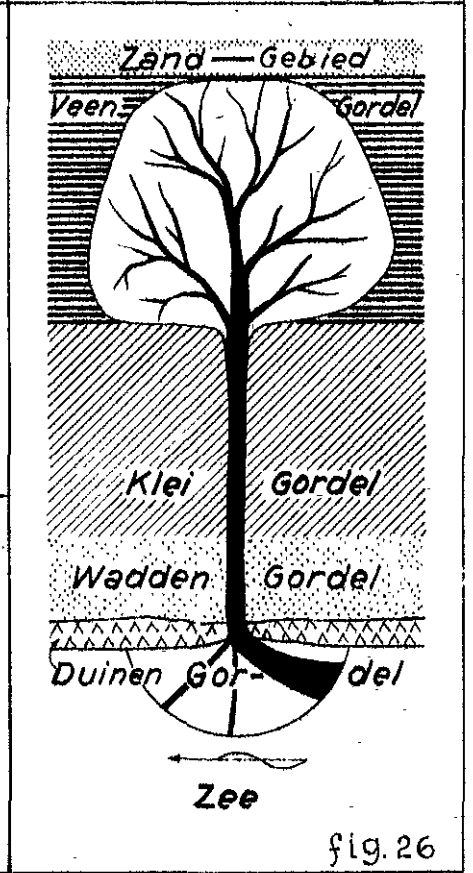
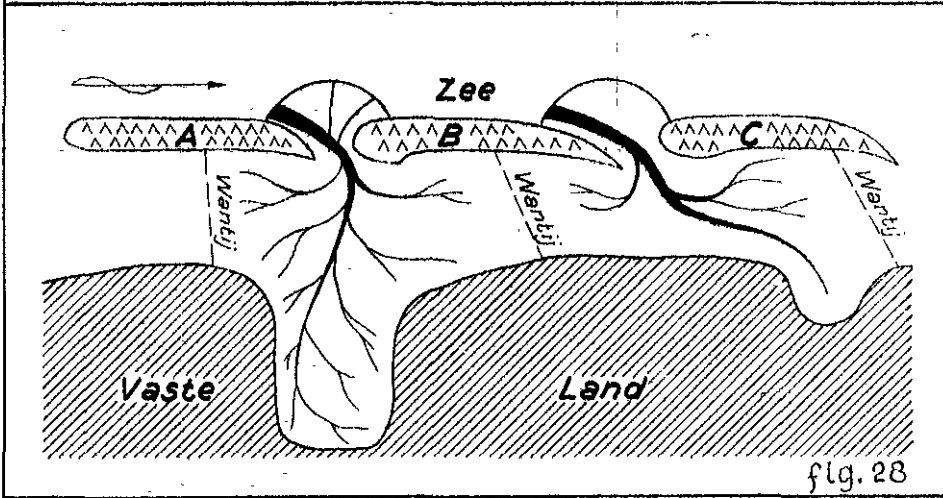
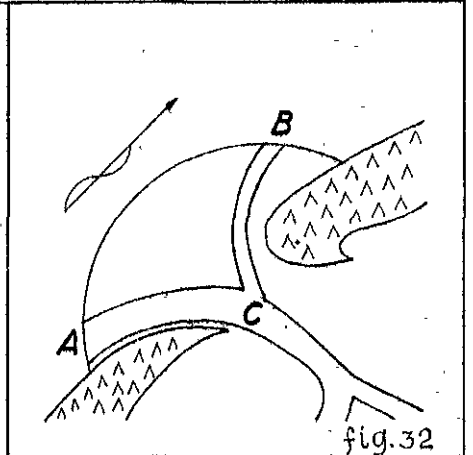
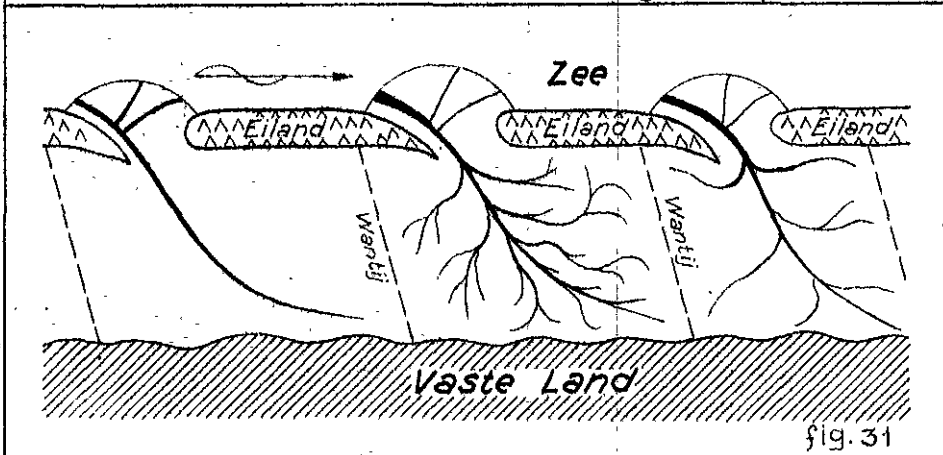
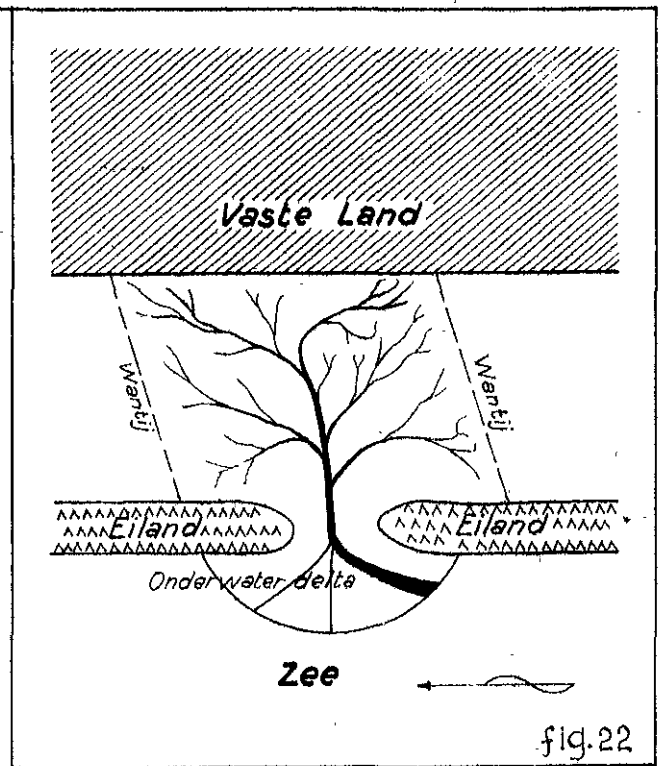
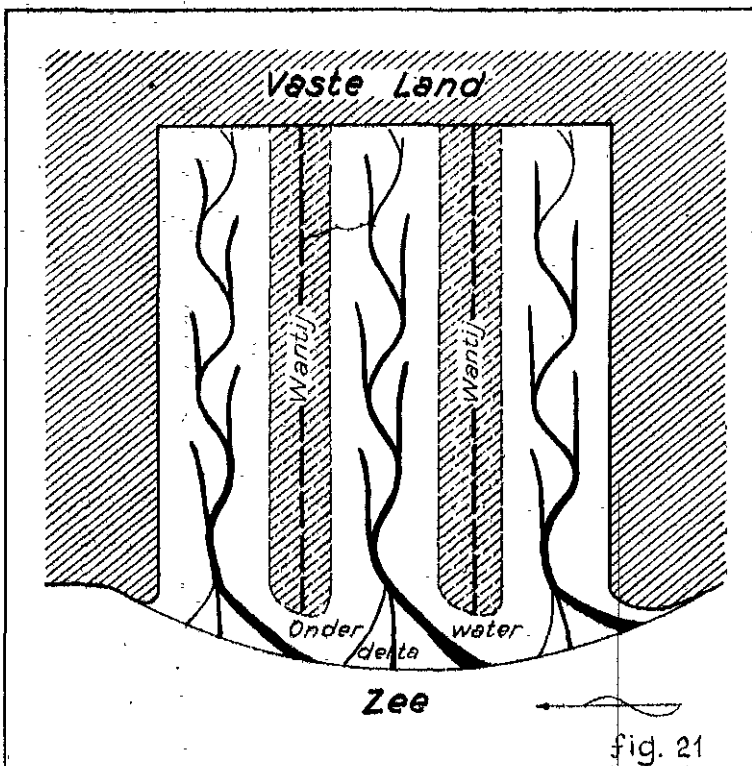


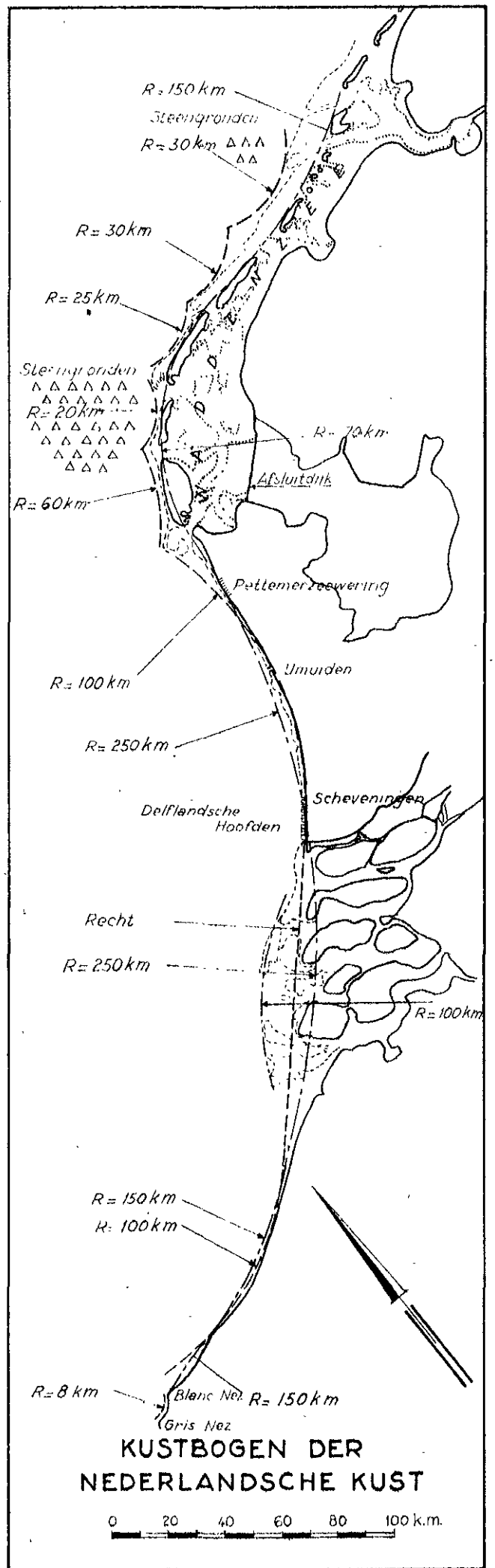
-  Niet Overstroemd
-  Dijkgat 1944
-  Veenioze geulen
-  Begrenzing hogere perceelen

0 1 2 3 4 5 km

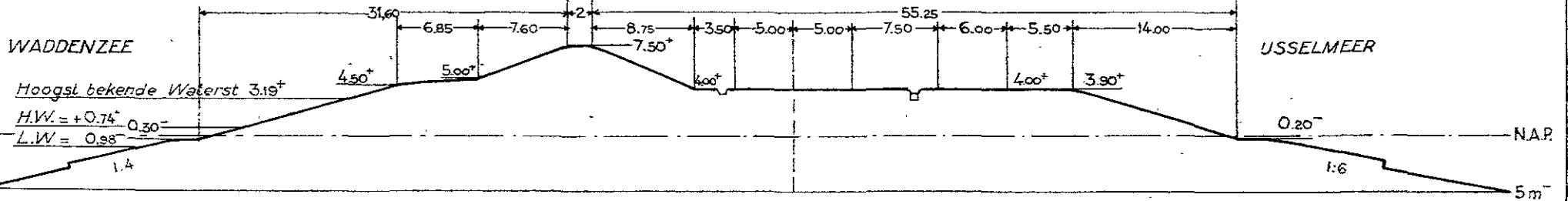
UURLJUNEN IN KANAAL EN NOORDZEE



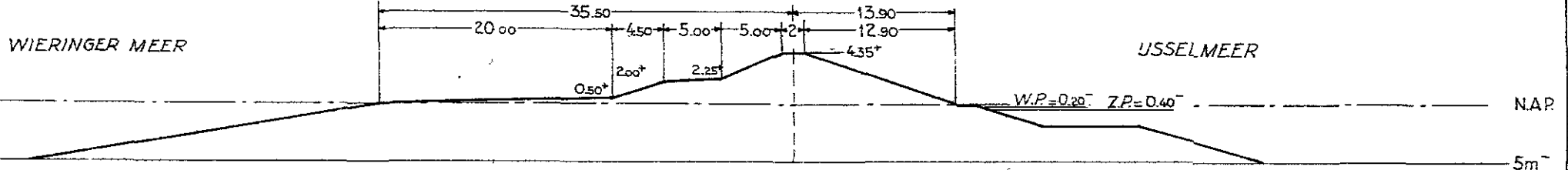




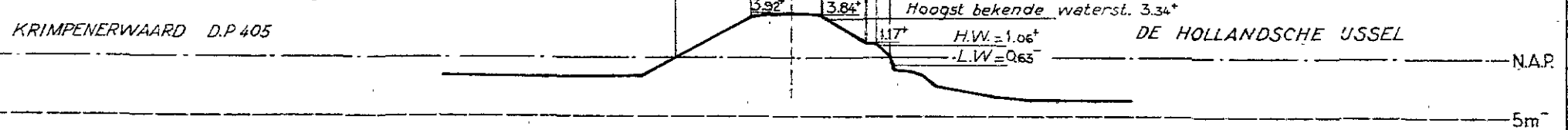
DWARSPROFIEL AFSLUITDIJK



DWARSPROFIEL WIERINGERMEERDIJK



DWARSPROFIEL USSELDIJK



DWARSPROFIEL LEKDIJK

