

De kust van Noord-Holland; verrassend en leuk.

Ir. H.D. Rakhorst

Een wandeling langs de kust is altijd verrassend. Op een mooie dag in februari met een spiegelgladde zee, brede stranden en de koppen van de strandhoofden bijna op de laagwaterlijn.

Een paar weken eerder een woeste zee, een smal strand -golven die tot bijna aan de duinvoet komen-, geen strandhoofden te zien. In de zomer, zand om in te bakken, water om in af te koelen en een groeiende groep zonzonaanbidders. Kortom het strand kan tijdens elk jaargetijde verrassend zijn.

Voor de mensen die zich met de kust bezighouden, bevat deze ogenschijnlijke onschuldige inleiding toch een aantal onderwerpen en vragen. Als de strandhoofden vrijwel op de laagwaterlijn liggen, hebben ze dan enig nut? Wat zijn de gevolgen van al dat zand dat wegwaait? Hoe moet de kustbeheerder omgaan met de recreatie? In dit artikel zullen nog veel meer vragen opborrelen, die zeker niet allemaal beantwoord zullen worden, omdat nog lang niet alles begrepen wordt en veel 'kennis' eigenlijk niet meer is dan een hypothese of een diepgewortelde vooronderstelling. Het zoeken naar de antwoorden op de vele vragen met betrekking tot het kustgedrag maken het werk voor de onderzoekers zo leuk, omdat hij nog onbegaane wegen kan bewandelen en in die zin creatief kan zijn.

Het kustgedrag

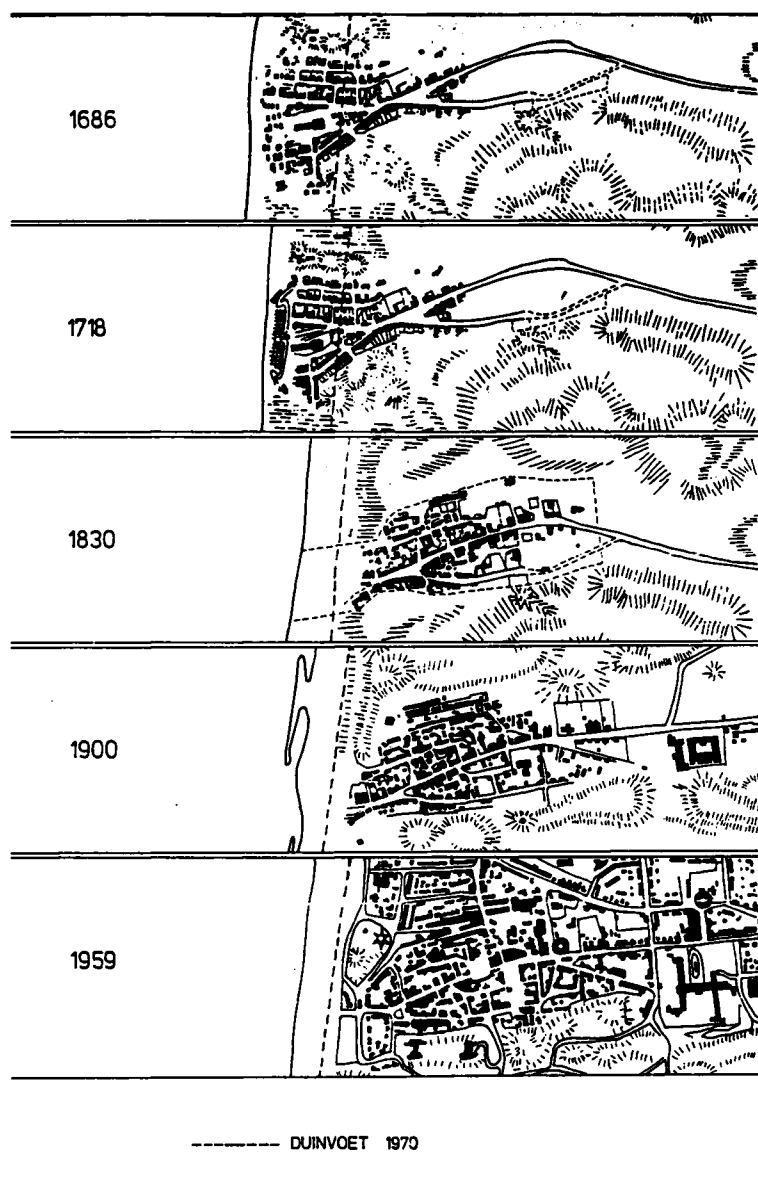
Voor onderzoek naar kustgedrag is de Hollandse kust uniek in de wereld, omdat de kustprofielen vanaf 1960 worden gemeten, vanaf 1843 de ligging van de kust exact bekend is en tot omstreeks 1600 deze redelijk is te reconstrueren uit oude kaarten en geschriften.

Hierdoor weten we dat de Hollandse kust vroeger veel meer erosie had dan nu. Vindt de kustachteruitgang tegenwoordig tussen Den Helder en Egmond plaats (tot 1 m/jaar), in het verleden ging de gehele Hollandse kust achteruit en sneller dan tegenwoordig. Een bewijs hiervoor is bv. het fort Brittenburg bij Katwijk, dat door de zee verzwolgen is. Ook het oude Egmond bestaat niet meer.

Trouwens boven Bergen aan Zee kon men in het verleden nauwelijks over een Hollandse kust spreken. Daar bestond de kust uit een aantal 'Waddeneilanden' (Oghe en Huisduinen) met daartussen geulen (Zijpe en Heersdiep) en

daarachter een Waddengebied. Door het aanleggen van stuifdijken is hier een gesloten kust ontstaan. Hetzelfde op Texel. Dit bestond uit de eilanden

Texel en Eierland welke in 1630 met elkaar verbonden zijn door een stuifdijk, waardoor zeewaarts van deze stuifdijk de Slufter ontstond. Ook de kust van



De ontwikkeling van de kustlijn bij Egmond aan Zee van 1686 tot 1959. De onderbroken lijn laat zien waar de duinvoet in 1970 lag.



AFBEELDING 2
Het kustgebied van de Kop van Noord-Holland
omstreeks 1300. Reconstructie Schoorl 1979.

1 Marsdiep
11 Heersdiep
111 Zijpe

A Texel
B Huisduinen
C Callantsoog
D Oogduinen
E Wieringen

1 Den Burg
2 De Waal
3 De Weeten
5 Den Hoon
6 Landsdiep van
Huisduinen
7 Oogslot
8 Kromme Giel
9 Zuidelijke getygeul
van het Heersdiep
10 Goeree/Sinckelant
11 Torp
12 Groot-Kleins
13-14 Petten Noord en Zuid
15 Sint Maarten
16 Valkoog
17 Schagen

manene zanden
pleistocene zanden
pleistocene zanden op keileem
keileem
duinformaties
kweldergronden
verdrinken veengebieden

• dijkrestanten/nederzettingen/kerkhoven (verdrinken)

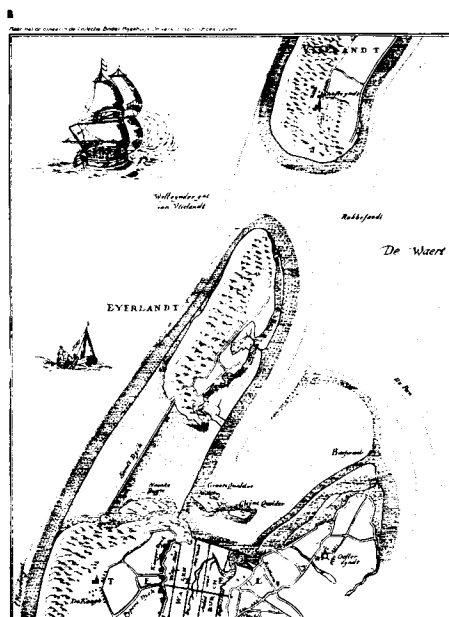
Het kustgebied van de Kop van Noord-Holland omstreeks 1300 weer (Reconstructie Schoorl 1979) en het rechter de situatie in 1476. (Reconstructie naar Beekman C.S.)

Texel gaat achteruit, aan de uiteinden van het eiland zelfs heel snel (5 à 10 m/jaar).

Oorzaken kustgedrag

Er zijn vele hypothesen voor het kustgedrag. Edelman (1960) was een van de eersten die een verklaring probeerde te vinden. Hij stelde dat de kust van centraal Holland aangroeide met 65 m/eeuw, doordat door stroming en golven zand naar de kust gebracht wordt. Door het Zeegat van Texel en bij de Nieuwe Waterweg vinden hierop verstoringen plaats, o.a. door de zogenoemde zandhonger van de Waddenzee. Verder verstoringen door menselijke ingrepen als bouw van havendammen. Latere onderzoekers hebben de oorzaken genuanceerder proberen te omschrijven. De kustvoortgang tussen Katwijk en Egmond zou komen door de holle kustboog, welke door de door breking van golven veroorzaakte stroming zou willen aanzanden en/of door het zogenoemde dwarstransport. Theoretisch zandt een holle kust inderdaad aan, indien het golfklimaat langs de kust uniform is. Dit is echter (o.a. door de geometrie van de Noordzee) niet het geval en hierdoor heeft een holle kust niet persé aan te zanden. Wellicht is dit ook niet (alleen) het mechanisme, omdat anders de holle kust-

boog in de loop der eeuwen allang opgevuld had kunnen worden. Aan het eind van de vorige eeuw was er een periode met een ander wind- en dus ook golfklimaat, de zogenoemde perio-



1651 Kaart van het GRAAFSCHAP HOLLAND by H. PISCATOR. Blad K.

Orientatiepunten II +

Een kaartje van de noordpunt van Texel en de eilanden Eyerlandt en Vlielandt in 1651.

de van 'Van Straaten'. In deze periode zien we dat de laagwaterlijn en in mindere mate de hoogwaterlijn van het kustgedeelte van centraal Holland achteruitgaat. Nergens is echter te constateren dat in andere kustgebieden de kustlijn positief beïnvloed wordt. Waarschijnlijk is er dus inderdaad geen sprake van een golfgedreven langstransportgradiënt. Het kustprofiel is tijdelijk versteild, wat wijst op een dwarstransport. Het is aannemelijk dat er in deze periode ook een ander 'getijklimaat' was. Een indicatie hiervoor is de relatief hoge jaarlijkse gemiddelde zeestand van de stations Vlissingen en IJmuiden. Ook de bouw van de havendammen van IJmuiden en Hoek van Holland rond 1870 kan van invloed zijn geweest.

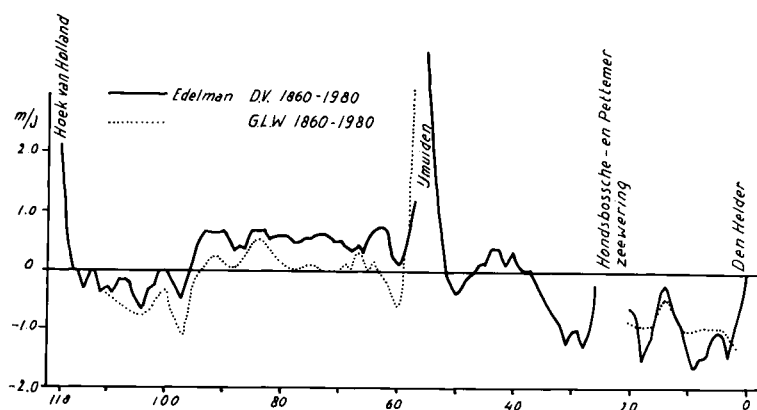
Gaat de kust van centraal Holland werkelijk vooruit?

Dit blijkt afhankelijk te zijn van wat men onder kust verstaat. De duinvoet is de laatste 100 jaar inderdaad met gemiddeld 65 m vooruitgegaan. De laagwaterlijn echter maar met hooguit 30 m en de diepere vooroever is zelfs geërodeerd. Tussen 1970 en 1985 is tot 2,5 km uit de kust geen zand verloren gegaan tussen Hoek van Holland en Den Helder cq. tussen Katwijk en Egmond, indien de gebieden rond Hoek van Holland en IJmuiden buiten beschouwing worden gelaten.

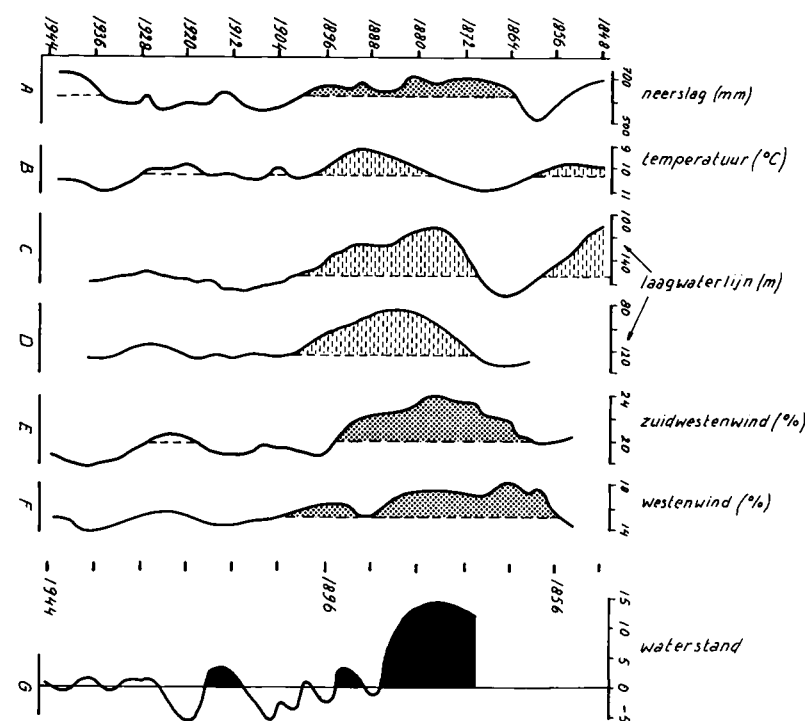
In centraal Holland breidt het duin zich dus langzaam zeewaarts uit, het strand wordt smaller en de vooroever versteild. De vooronderstelling dat de kust van centraal Holland vooruitgaat is dus op zijn minst vatbaar voor bespreking.

Ten noorden van Egmond gaat de kust achteruit. Deze achteruitgang wordt volgens Edelman verklaard door de storing van het Marsdiep.

Nu bestaat er inderdaad zoiets als de zandhonger van de Waddenzee. Hierop wordt later teruggekomen. Edelman zegt echter dat deze storing zich over 67 km langs de kust voortzet. Of de kustachteruitgang alleen door deze verstoring veroorzaakt wordt is vatbaar voor bespreking. In het kustgedeelte tussen Groote Keeten en Den Helder is er duidelijk sprake van erosie, zowel in de kuststrook als in de vooroever. Deze erosie wordt zeker veroorzaakt door de 'zandhonger' van de Waddenzee. In het gebied tussen Groote Keeten en de Hondsbossche Zeewering is er de laatste 20 jaar nauwelijks sprake van zandverlies uit de kuststrook en vooroever. Interessant is dat net ten zuiden van Callantsoog de kust de laatste 150 jaar vrijwel stabiel is. Nadere bestudering laat zien dat de vooroever hier plaatselijk blijft 'hangen' op een kleilaag. Tussen Egmond en de Hondsbossche Zeewering is er de laatste 20 jaar nauwelijks sprake van zandverlies uit de kuststrook en vooroever. Interessant is dat net ten zuiden van Callantsoog de kust de laatste 150 jaar vrijwel stabiel is. Nadere bestudering laat zien dat de vooroever hier plaatselijk blijft 'hangen' op een kleilaag. Tussen Egmond en de Hondsbossche Zeewering is er de laatste 20 jaar nauwelijks sprake van zandverlies uit de kuststrook en vooroever.



In deze grafiek is de verplaatsingssnelheid van de gemiddelde laagwaterlijn (G.L.V.) en de duinvoet (D.V.) van de Hollandse kust tussen 1860 en 1980 weergegeven.



De periode van 'Van Straaten' (ca. 1860-1900); meer zuidwestelijke en westelijke winden, minder uit het Noorden; echter ook hogere gemiddelde waterstanden in IJmuiden en Vlissingen (waardoor mogelijk tijdelijke grotere kustachteruitgang optreedt?).

bossche Zeewering is er echter wel sprake van zandverlies. Niet ondenkbaar is dat dit te maken heeft met de zogenoemde shore face connected ridges. In dit gebied zit zo'n bank, met tussen de kust en deze bank een geul. Hierdoor is de vooroever hier steil en ligt de N.A.P. -20 m lijn dicht bij de kust.

Een ander verschijnsel in deze kuststrook is dat er vanaf 1870 bij de Hondsbossche Zeewering een trendbreuk in de kustachteruitgang is opgetreden, welke rond 1980 bij Egmond is aangekomen. Deze trendbreuk kan veroorzaakt zijn door de reconstructie van de Hondsbossche Zeewering wel-

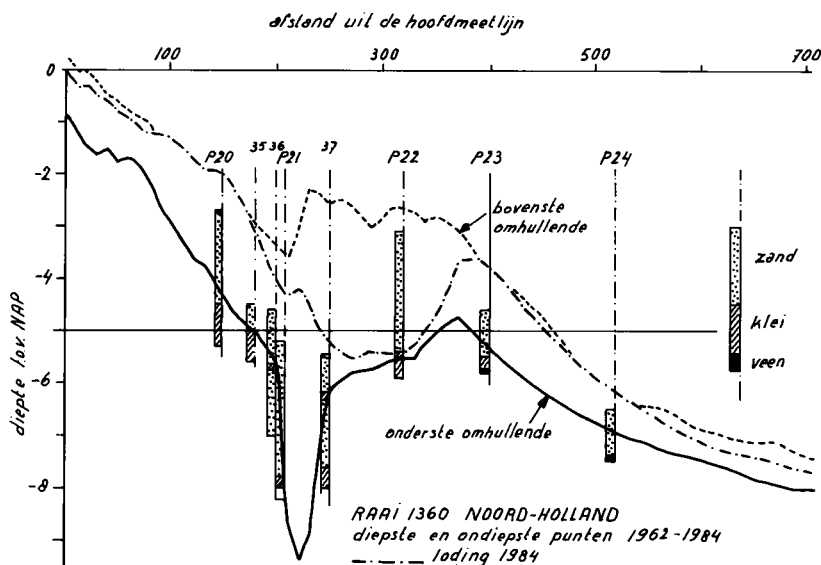
ke rond die tijd plaatsvond, maar zou ook veroorzaakt kunnen zijn door de bouw van de havendammen van IJmuiden of door verplaatsing van de shore face connected ridge. Deze trendbreuk verplaatst zich zuidwaarts met een snelheid van ca. 130 m/jaar.

Kunstwerken, zoals de Hondsbossche Zeewering en de havenhoofden van IJmuiden hebben een duidelijke invloed op het kustgedrag. Bij de havendammen treedt een forse kustuitbreiding op. Door de aanleg en de verlenging van de havenhoofden bedraagt deze direct bij de havenhoofden ca. 600 m. Op enige kilometers van de havenhoof-

den vindt hierdoor echter (geringe) erosie plaats. Door de uitbouw van de havenhoofden in de 60-er jaren vindt de erosie momenteel plaats bij Bloemendaal. Deze erosie zal zich nog wat verder zuidwaarts verplaatsen en nog enkele decennia duren. Hopelijk zal deze voortgaande kusterosie Zandvoort niet bereiken. De Hondsbossche Zeewering is te beschouwen als een heel breed kort havenhoofd. Ook hier vindt de zogenoemde lijzide erosie plaats.

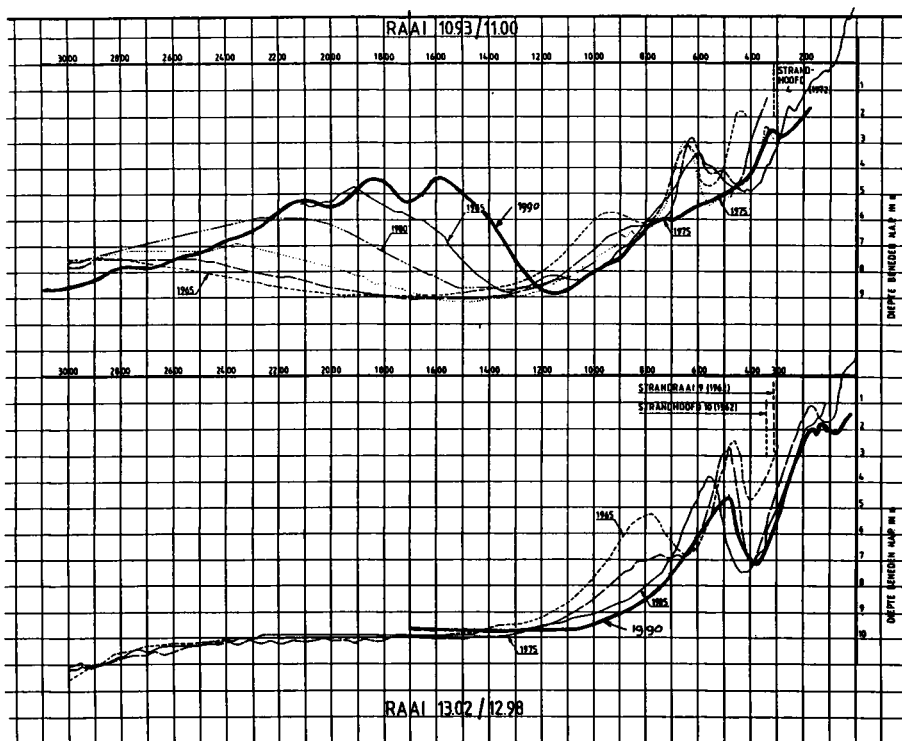
Het kustgedrag van Texel wordt gedomineerd door het gedrag van de buitendelta van Texel. In deze buitendelta vindt een cyclische, met de klok mee draaiende, verschuiving van de (centrale) ebgeul plaats. Hierdoor wordt de bank tussen de ebgeul (nu het Westgat) en de langs de kust van Texel stromende vloedgeul (nu het Molengat) tegen de kust van Texel gedrukt. De vloedgeul krijgt hierdoor een steeds grotere lengte en een kleiner verhang, waardoor deze uiteindelijk zal verzanden en de Noorderhaaks zich met Texel zal verhelen. Deze cyclus duurt ongeveer 175 jaar en is zeker al 3 x opgetreden. We zien dit in het landschap van het zuidwesten van Texel, nl. allemaal NW-ZO gerichte duinregels met (natte) duinvallen daartussen. Uit de profielontwikkelingen van de raaien km 11 en km 13 is te zien dat het zand zich momenteel vrij snel loodrecht naar de kust van Texel beweegt. In raai km 11 zijn zeer grote veranderingen te zien, terwijl in raai km 13 de vooroever uiterst stabiel is. De verwachting, gebaseerd op voortgaande verplaatsing van het zand en rekening houdend met ook nog voortdurende afname van de kust, is dat verheling in kmraai 11 omstreeks het jaar 2030 plaats zal vinden. Mogelijk (en hopelijk) gaat dit proces sneller dan hier geschetst. Volgens de dienstkring Texel van Rijkswaterstaat is de erosie van de ZW-kust nu beduidend minder dan in het recente verleden en zijn er weer mogelijkheden om het aanstuiven van de duinvoet te bevorderen. Echter deze verminderde kustachteruitgang kan ook veroorzaakt worden door het steeds beter werken van de strandhoofden.

Het middendeel van Texel bij De Koog erodeert het minst. De zeereep is hier gevormd tussen 1890 en 1920. Deze neemt nu weer af. De vrij sterke erosie van het noordelijk deel van Texel is moeilijk te verklaren. Wel is typerend dat de kusterosie bij de Slufter groter is dan van de naastliggende kustvakken. Dit wordt verklaard door de afname van het debiet van de Slufter, waardoor deze kom zand vraagt uit de nabijliggende kust. De afname van het debiet



Een profiel loodrecht op de kust bij Callantsoog met het voorkomen van erosiebestendige lagen in de ondergrond.

Het profiel geeft de diepste en ondiepste punten weer tussen 1962 en 1984. De gestippelde lijn geeft de situatie uit 1984 weer. De onderste lijn blijft 'hangen' op erosiebestendige lagen (klei).



Lodingsprofielen loodrecht op de kust van Texel in de raaien 11 en 13 tussen 1965 en 1990. Duidelijk is in raai 11 de zandtoevoer vanaf de Noorderhaaks richting Texel te zien, terwijl 2 km noordelijker (raai 13 de vooroever totaal in rust is.

van de Slufter wordt veroorzaakt door het instuiven van zand. Uiteindelijk zal de Slufter ooit eens totaal verzanden, evenals het Zwin in Zeeuws Vlaanderen. Zeespiegelrijzing zal dit proces vertragen.

De plaatselijke geringere kustachteruitgang tussen de noordpunt van Texel en de Slufter zou verklaard kunnen

worden door golfgedreven zandaanvoer langs de zuidelijke rand van de buitendelta van het Eierlandse Gat naar Texel.

De zandhonger van de Waddenzee

Voor elk bassin geldt een relatie tussen de hoeveelheid water die in- en uitstroomt en de inhoud van dat bassin.

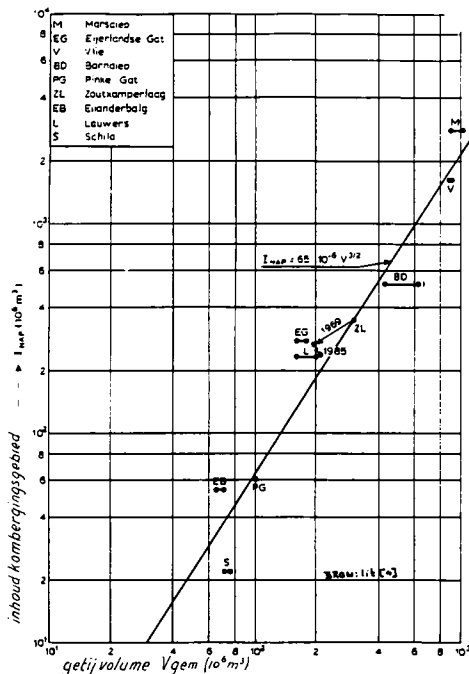
Doordat de Waddenzee aanslibt en doordat in de loop der tijden verschillende gebieden ingepolderd zijn, is het oppervlak en de inhoud van de Waddenzee verkleind. Met name de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee hebben hieraan bijgedragen. Het gevolg was dat het getijvolume is afgenomen en dat de Waddenzee dus een kleinere inhoud nodig heeft. Hierdoor komt er veel sediment in de Waddenzee.

Met name door de afsluiting van de Zuiderzee is er veel zand in de Waddenzee gekomen. Alleen al in het kombergingsgebied van het Zeegat van Texel ruim 200 miljoen m³. Nu moet deze hoeveelheid ergens vandaan komen en inderdaad vanaf 1930 is de buitendelta van het Zeegat van Texel met eenzelfde hoeveelheid afgenomen. Ook bij de andere kombergingsgebieden vindt hetzelfde verschijnsel plaats.

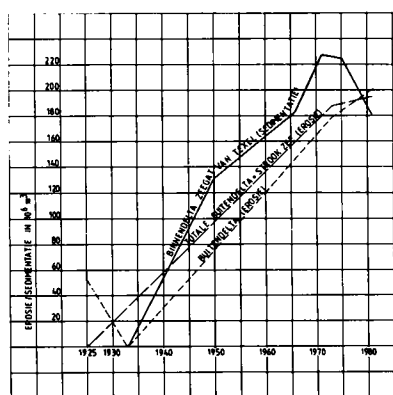
Ook bestaat er een relatie tussen de hoeveelheid zand in de buitendelta en het getijvolume. De zandvraag van de binnendelta en het zandverlies uit de buitendelta zijn echter niet gelijk. Het tekort zou geleverd kunnen worden door de landwaartse verplaatsing van de buitendelta en dus deels uit de kust komen. De kustlijngrafieken laten echter geen versnelde kustachteruitgang van de kust van Noord-Holland en Texel als gevolg van het afsluiten van de Zuiderzee zien.

Brandingsruggen

Ook het 'kleinschalige' kustgedrag is interessant en nog steeds niet begrepen. Het gedrag van de brandingsruggen is per lokatie verschillend. De brandingsruggen tussen Scheveningen en IJmuiden verplaatsen zich snel zeewaarts met ca. 60 m/jaar. Deze ruggen lopen vrijwel evenwijdig met de kust. Tussen IJmuiden en de Hondsbossche Zeewering staan de brandingsruggen onder een hoek van 2° (met het open einde zeewaarts) met de kust en verplaatsen zich vrij langzaam (30 m/jaar). Tussen de Pettemer Zeewering en Den Helder verplaatsen de brandingsruggen zich nauwelijks. Het verschil in het gedrag van de verschillende kustvakken wordt veroorzaakt door de 'blokkade' bij IJmuiden en doordat een strandhoofdenreeks een stabiliserende werking heeft op het kustgedrag. Tussen IJmuiden en de Hondsbossche Zeewering zou verwacht worden dat door het onder een hoek zeewaarts bewegen van de brandingsruggen er een kustlijnverplaatsing optreedt welke van zuid naar noord loopt. Er wordt echter een kustlijnverplaatsing van noord naar zuid



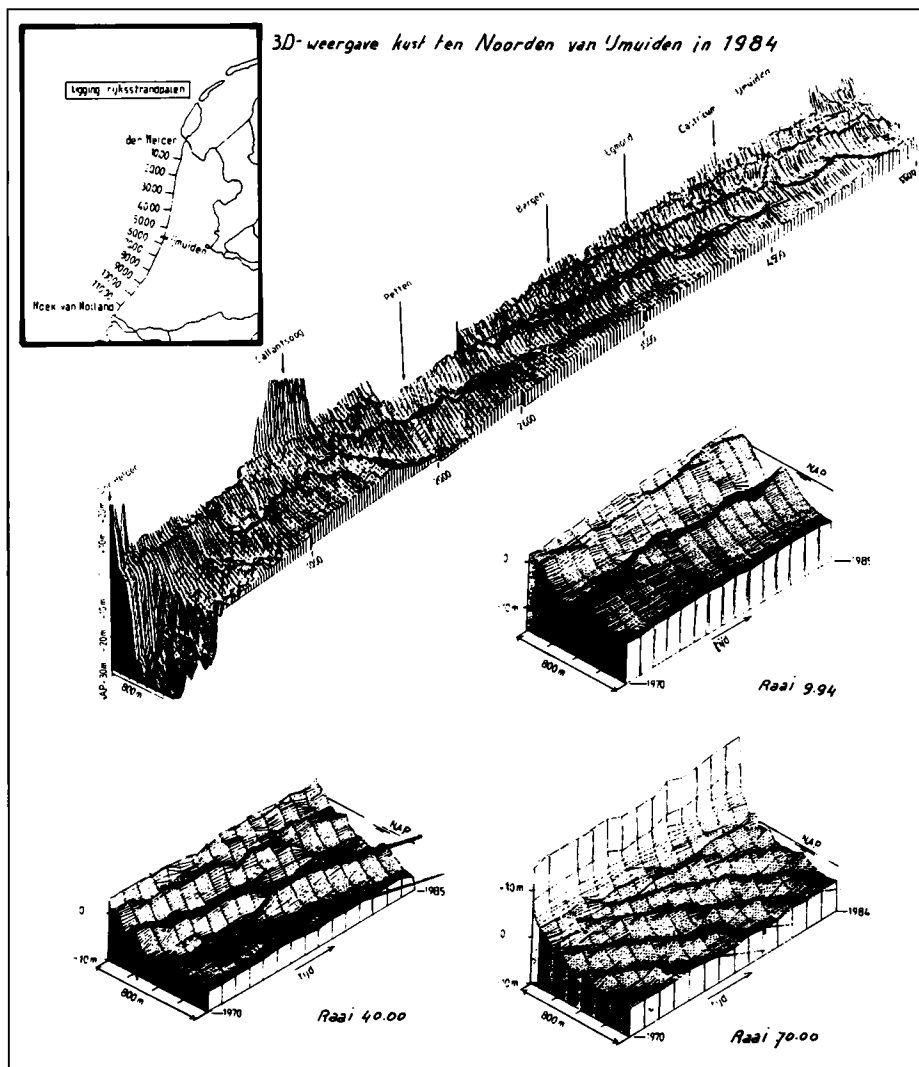
De relatie tussen inhoud en getijvolume voor de vloedkommen van de Waddenzee. Deze grafiek laat zien dat indien het getijvolume verandert, bij voorbeeld door kombergingsoppervlakverandering (afsluiting Zuiderzee, Lauwerszee, landaanwinning), dan verandert de kombergingsinhoud, dus sedimentatie (of erosie) in het kombergingsgebied. Dit kost of geeft zand van buiten het kombergingsgebied (bij voorbeeld van de buitendelta of kust).



Het verloop van de erosie en sedimentatie van de buiten- en binnendelta van het Zeegat van Texel tussen 1925 en 1980. Duidelijk is te zien dat de erosie van de buitendelta ongeveer gelijk is aan de sedimentatie van de binnendelta ten gevolge van het afsluiten van de Zuiderzee.

gevonden. Deze tegenstrijdigheid is nog niet verklaard, maar zou kunnen wijzen op een verkeerde interpretatie van de kustgrafieken.

Het verplaatsen van de brandingsruggen veroorzaakt een vrij grillig kustgedrag. Hierdoor zijn er bij een stabiele kust perioden dat de kust vooruitgaat



Een drie-dimensionale weergave van de kust ten Noorden van IJmuiden in 1984. Fraai zijn de brandingsruggen te zien.

en perioden dat de kust achteruitgaat. Deze fluctuaties treden met name op in het kustgedeelte Katwijk-Hondsbosche Zeewering, waardoor de kustlijn maximaal 40 à 50 m uit kan wijken uit de gemiddelde ligging en de kustlijn een sinusvormig verloop heeft met een golf lengte van ca. 2 km.

Bij de kust van Texel lopen de brandingsruggen ook zeewaarts. Hier vindt iets opmerkelijks plaats. Voor de kust van Texel liggen zogenoemde 'isolated ridges' op een diepte tussen NAP -10m en NAP -14 m. Deze ruggen hebben een hoogte van max. 4 m. In het verleden werd gedacht dat dit ook zogenoemde 'shore face connected ridges' zouden kunnen zijn. Echter het zijn niets anders dan 'omlaag gevallen' brandingsruggen. De onderwateroever gaat vrij abrupt van NAP -6 m naar NAP -10 m. De zich zeewaarts verplaatsende brandingsruggen vallen van deze helling af en lopen dan verder zeewaarts onder een veel grotere hoek (15°) met de kust. Deze vergroting van de hoek met de kust wordt verklaard

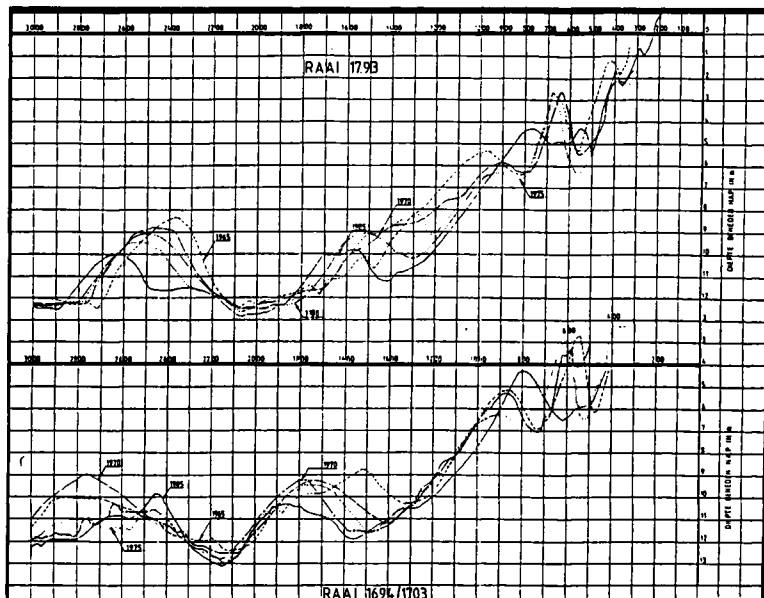
doordat op dieper water de invloed van de golven afneemt en die van de getijstroom toeneemt. Uit het beweeglijke karakter is ook af te leiden dat op dieper water nog aanzienlijke transporten optreden.

Wind

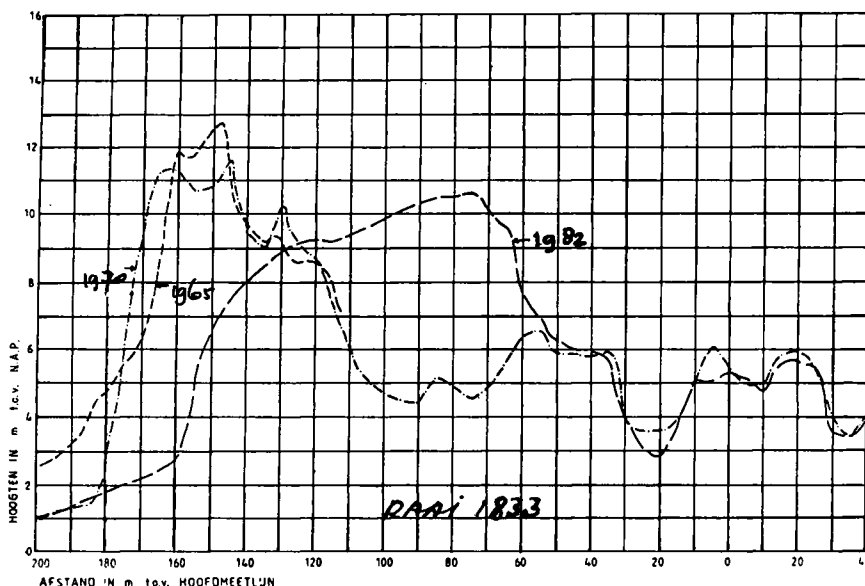
Hebben we het tot nu toe voornamelijk gehad over het kustgedrag als gevolg van interactie tussen water en bodem, ook de interactie tussen lucht en bodem is belangrijk. Door wind wordt veel zand over het strand en duin verplaatst. Deze hoeveelheden kunnen zeer aanzienlijk zijn. Tijdelijk en plaatselijk kan dit de belangrijkste oorzaak van kusterosie zijn. Opmerkelijk in dit verband is, dat de jonge duinen volgens vrij recent onderzoek in relatief zeer korte tijd (enkele eeuwen) zijn ontstaan.

Niet lineair gedrag

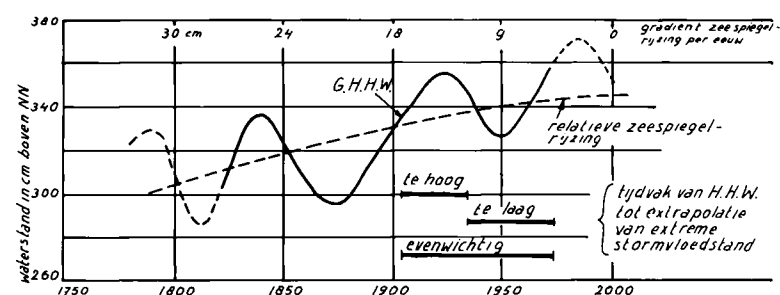
In waterstanden, getijverschillen (debieten), kustgedrag, sedimentafzettingen



Lodingsprofielen van de raaien 17 en 18 van 1965 tot 1985. Duidelijk is te zien dat de brandingsruggen naar 'beneden' vallen en doorlopen als zogenaamde 'isolated ridges' op -12 N.A.P.



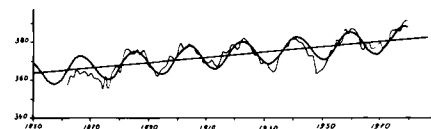
De verplaatsing van het duin bij De Koog op Texel van 1965 tot 1982 door de wind.



De 19 jarige gemiddelden van hoogwaterstanden gemeten in Cuxhaven. Duidelijk komen de cyclische perioden van 70 tot 85 jaren tot uitdrukking. De gemiddelde relatieve zeespiegelrijzing is ca. 15 cm/eeuw. Tussen 1950 en 1985 is de (tijdelijke) rijzing van de gemiddelde hoge hoogwaterstanden ca. 45 cm. Dit is ca. 130 cm/eeuw! Plaatselijke sterke stijging van het zeeniveau over enkele decennia hoeft dus geenszins een voorbode te zijn van toename van de relatieve zeespiegelrijzing!

gen, jaarringen van bomen en dergelijke is vaak een periodiek gedrag aan-

wezig. Twee bekende voorbeelden: 1. De 18,6-jaarlijkse cyclus van het getijver-



De grafiek geeft de 18,6 jarige periode in getijverschil in Vlissingen weer van 1850 tot 1980. De (dubbele) amplitude van het periodieke verschijnsel is ca. 15 cm. Naast een stijging van de gemiddelde waterstand (zeespiegelrijzing) neemt ook het getijverschil toe met 13 tot 14 cm/eeuw (en daardoor de getijdstroomsnelheden of debieten en dus ook de getijtransporten!)

schil bij Vlissingen heeft een dubbele amplitude van ca. 15 cm, dit is ca. 4% van het getijverschil. De stromingen en globaal dus ook de transporten zullen deze variatie van 4% vertonen. Dit zou morfologische veranderingen met een periode van 18,6 jaar kunnen veroorzaken. 2. Er bestaat een cyclische periodiciteit van 70 à 85 jaar voor het 19-jarige gemiddelde van de hoge hoogwaterstanden te Cuxhaven met een (dubbele) amplitude van ca. 60 cm. In de periode 1950-1975 geeft deze een stijging van ca. 40 cm. Indien deze periodiciteit niet onderkend wordt, zou men denken dat er een zeespiegelstijging van 1,60 m/eeuw aanwezig is, terwijl deze in werkelijkheid slechts 18 cm over de laatste 100 jaar bedraagt.

Andere periodiciteiten o.a. in het kustgedrag zijn die van ruim 4 jaar, 60 à 90 jaar en ca. 185 jaar. Deze periodiciteiten worden wellicht veroorzaakt door astronomische oorzaken. (Baankarakteristieken van Zon, Maan en Aarde). Het is niet onmogelijk dat morfologische veranderingen samenhangen met astronomische periodiciteiten. Dit is echter moeilijk te bewijzen door de vele hogere en lagere harmonischen welke kunnen optreden en die het gedrag vertroebelen. Periodiciteiten zijn in het kustgedrag terug te vinden, maar meestal niet altijd en niet overal.

Kustverdedigingsmaatregelen

Naast dijken, bolwerken en duinvoetverdedigingen zijn met name twee typen kustverdedigingsmaatregelen toegepast: strandhoofden en suppleties.

Voor de Hondsbossche- en Pettemer Zeewering liggen 24 strandhoofden aangelegd tussen 1840 en 1865. Tussen de Pettemer Zeewering en Den Helder liggen 69 strandhoofden aangelegd tussen 1880 en 1930.

Ten zuiden van de Hondsbossche Zeewering zijn tussen 1932 en 1935 nog 11 strandhoofden aangelegd. De ZW-kust van Texel is beschermd met 24

strandhoofden, die vanaf 1959 zijn aangelegd. Totaal zijn er in de provincie Noord-Holland dus 128 strandhoofden.

De strandhoofden van Noord-Holland lijken niet echt te werken, behalve aan weerszijde van de Hondsbossche- en Pettemer Zeewering.

Hier is de zogenoemde lijzide erosie gestopt. In het kustgedeelte tussen de Pettemer Zeewering en Den Helder heeft de aanleg van strandhoofden blijkbaar nauwelijks effect gehad op de langstransportgradiënt (of deze is daar niet aanwezig). Blijkbaar wordt de kustachteruitgang veroorzaakt door dwarstransport. De strandhoofden zijn hier echter te kort om hier een effect op te hebben. Een voordeel van de strandhoofden is wel dat hierdoor de sterke dynamiek van de kust verdwijnt.

De strandhoofden op Texel werken wel en steeds beter. Dit komt omdat langs de ZW-kust van Texel een duidelijke langstransportgradiënt aanwezig is. Doordat eerst de kop van het strandhoofd rond de laagwaterlijn wordt aangelegd, gaat in eerste instantie de kustachteruitgang gewoon door. De strandhoofden worden dan achterwaarts verlengd en zodoende steeds langer. Ze gaan dan ook steeds beter werken.

diameter te compenseren. De invloed van de korreldiameter is niet goed bekend, maar zou aanzienlijk kunnen zijn. In dit verband is de suppletie van Eierland interessant, omdat hier in 1990 gesuppleerd is met zand dat een bijna 2 x zo grote korreldiameter heeft als het oorspronkelijke zand.

Door het sterk dynamische karakter van de kust bij Egmond en Bergen aan Zee, waar sterk erosieve gebieden met een lengte van ca. 1 km worden afgewisseld met even grote gebieden waar aangroei plaatsvindt, is plaatselijk bijna al het in 1990 gesuppleerde zand verdwenen. Of dit probleem opgelost kan worden door alleen in de erosieve gebieden (fors) te suppleren is nog maar de vraag. Een oplossing zou zijn ook hier strandhoofden aan te leggen, alleen om het dynamische karakter uit deze kust te halen. Dit is dan wel een dure oplossing voor een tijdelijk probleem. Beter is te overwegen op die plaatsen waar de kust ook tijdelijk niet meer achteruit mag gaan een duinvoetverdediging aan te brengen in combinatie met een onderhoudssuppletie.

In 1990 is besloten, dat de kustlijn van 1990 gehandhaafd blijft. Dit houdt in dat de jaarlijkse erosie van de Nederlandse kust (orde 6 miljoen m³) gecompenseerd moet worden door suppleties.

Het onderzoek dat is uitgevoerd in het kader van de Kustbeleidsnota en binnen het project Kustgenese heeft vele nieuwe inzichten gegeven met betrekking tot de kust. Beter wordt beseft dat het kustgedrag pas begrepen kan worden, als de natuur beter begrepen wordt. Dit kan alleen door de gezamenlijke inzet van vele disciplines, zoals kustmorfologen, geologen, klimaatkundigen, oceanografen, sedimentologen, fysisch geografen, astronomen en mogelijk nog vele anderen. Doordat de kust en het kustgedrag uit zoveel invalshoeken bekeken kan worden, blijft de kust interessant en leuk.

Adres van de auteur:

Rijkswaterstaat-directie Noord-Holland
Postbus 3119
2001 DC Haarlem

Lokatie	Hoeveelheid (10 ⁶ m ³)	Jaar/periode
Callantsoog	0,35	1976-1977
Callantsoog	0,47	1979-1980
Callantsoog	1,3	1986
Callantsoog	0,55	1991
Zwanenwater	1,85	1987
Petten	0,2	1991
Egmond/Bergen	0,75	1990
Bloemendaal	0,25	1990
Texel, Eierland	3,05	1979
Texel, Eierland	2,85	1985
Texel, Eierland	2,50	1990
Texel, De Koog	3,02	1984
Texel, De Koog	2,00	1991
Totaal N.-Holland	ca. 19	1976-1991

Sinds 1976 worden in Noord-Holland zandsuppleties uitgevoerd. Door de ontwikkeling van grote zeegaande zuigers is dit pas de laatste decennia economisch mogelijk geworden.

De hoeveelheid te suppleren zand wordt meestal bepaald aan de hand van de erosie. Een extra hoeveelheid kan nodig zijn om de veiligheid te garanderen en om de effecten van kustuitbouw of van een kleinere korrel-

penseerd moet worden door suppleties. Voor Noord-Holland en Texel betekent dit dat gemiddeld een kleine 3 miljoen m³ zand per jaar gesuppleerd moet worden. Al dit zand moet gewonnen worden in zee beneden N.A.P. -20 m, omdat anders de winput opgevuld wordt met zand uit de kust. Helaas is het meeste zand fijn. Onderzoek naar voorkomens van grof zand is dus zeer gewenst.

