

natuurlijke processen in het landschap zelf die richting uitwijzen met inachtneming van het veiligheidsaspect. Door samenwerking van civiele techniek en natuurtechniek moet het mogelijk zijn een dergelijke dynamische kust in de toekomst te realiseren. Het stramme beheer van het verleden is dan omgezet in een dynamisch duin- en kustbeheer aangepast aan nieuwe ecologische inzichten en technische vindingen.

Literatuur

- Adriani, M. J. & J. H. J. Terwindt, 1974. Sand stabilization and dune building. Rijkswaterstaat Communications 19, 's-Gravenhage.
- Arens, B., F. van der Meulen, J. V. Witter, G. L. Heil & M. Lips, 1989. Kustverdediging na 1990. Duinfuncties; invloed kustgedrag. Technisch Rapport 8. Rijkswaterstaat en Universiteit van Amsterdam.
- Bagnold, R. A., 1954. The physics of blown sand. Methuen, Londen.
- Bohemen, H. D. van & F. van der Meulen, 1987. Verzwaring van de zeereep tussen 's-Gravenzande en Kijkduin; alternatieve mogelijkheden ter verhoging van de natuur- en landschapswaarden. Notitie Dienst Weg- en Waterbouwkunde, RWS, Delft.
- Graaf, L. W. S. de, 1977. Het strand: de relatie tussen processen, materialen en vormen, en een proeve van terminologiegebruik. KNAG Geogr. Tijdschr. XI(1): 47-67.
- Handboek Zandsuppleties, 1988. Rijkswaterstaat, Delft/Middelburg.
- Hoozemans, F. M. J., G. B. van Driel, B. Arens, F. van der Meulen & J. V. Witter, 1989. Kustverdediging na 1990. Inventarisatie Duinfuncties. Technisch Rapport 4. RWS.
- Hopman, A. & P. D. Jungerius, 1987. Zandverstuivingen in 'De Blink'. Het Zuidhollands Landschap 3, 15.
- Jungerius, P. D., A. J. T. Verheggen & A. J. Wiggers, 1981. The development of blowouts in 'De Blink', a coastal dune area near Noordwijkerhout, The Netherlands. Earth Surface Processes and Landforms 6: 375-396.
- Jungerius, P. D. & F. van der Meulen, 1988. Erosion processes in a dune landscape along the Dutch coast. Catena 15 (3/4): 217-228.
- King, C. A. M., 1972. Beaches and coasts. Arnold, Londen.
- Klijn, J. A., 1981. Nederlandse kustduinen; geomorfologie en bodems. Pudoc, Wageningen.
- Maarel, E. v. d., 1976. Environmental management of coastal dunes. In: Jefferies, Ecological processes in coastal environments.
- Meulen, F. van der & E. van der Maarel, 1989. Coastal defence alternatives and nature development perspectives. In: F. van der Meulen, P. D. Jungerius & J. Visser (ed.) 'Perspectives in Coastal Dune Management', SPB Academic Publishing: 183-195.
- Meijden, E. van der, 1987. Oecologie en natuurwaarden van de duinen. Duin 1: 26-28.
- Noest, V., 1987. Stabilisatie van stuifkuilen. Het Zuidhollands Landschap 2: 12-13.
- Pluis, J. L. A. & B. de Winter, 1989. Spatial patterns in algae colonization of blowouts. Proceedings of the 4th Benelux Colloquium on Geomorphological Processes and Soils, Catena (in press).
- Rutin, J., 1983. Erosional processes on a coastal sand dune, De Blink, Noordwijkerhout. Publikaties van het Fysisch Geografisch en Bodemkundig Lab., 35.
- Stolk, A., 1989. Kustverdediging na 1990. Technisch Rapport 1. Zandsysteem kust.
- Werkgroep Algemeen Zeewateringsbeleid, 1988. Leidraad voor het beheer en ruimtelijke gebruik van de duinkust Den Helder-Goeree.

Summary

Restoration, development and management of landscape ecological processes of beach and outer dunes.

Beach and particularly outer dunes have been stabilized since long for reasons of coastal defence. This results in a stable and inflexible coastline without any natural dynamics. Nowadays reintroduction of natural dynamics is thought of as a mean to restore natural values of the coast. Civil engineers, planners and ecologists work together to find the best possible combination between coastal defence and nature development. We discuss typical processes of the coastline which should be taken into account. Marine and aeolic rejuvenation of the landscape is necessary to create a variety of environments and gradients along the Dutch coast.

Drs. H. D. van Bohemen
Dienst Weg- en Waterbouwkunde (RWS).
Postbus 5044, 2600 GA Delft

Prof. dr. P. D. Jungerius & Dr. F. van der Meulen
Vakgroep Fysische Geografie & Bodemkunde, UvA
Dapperstraat 115, 1093 BS Amsterdam

Kustverdediging een 'spel' tusser

C. J. Louiss

Het probleem: Kustachteruitgang

De Nederlandse Noordzeekust bestaat uit duinen, dijken en andere waterkerende constructies. Gezamenlijk beschermen zij het laag gelegen deel van ons land, het polderland, tegen de Noordzee. Voor circa 75% bestaat deze verdedigingslinie uit duinen, in breedte variërend van honderd meter tot enkele kilometers. De duinen vormen met het strand en de onderwateroever een natuurlijke, zandige waterkering. Onder invloed van natuurkrachten is deze waterkering voortdurend in beweging. Op de ene plaats gaat de kust vooruit (kustaanwas) en op de andere plaats achteruit (kusterosie). De duinen geven aan ons land een kenmerkend landschappelijk uiterlijk, met een voor Noordwest Europa unieke natuurwaarde. Ook vertegenwoordigt het duingebied een economische waarde: drinkwaterwinning, recreatie, wonen en bedrijvigheid.

In 1990 — bijna veertig jaar na de overstromingsramp van 1953 — biedt de Noordzeekust veiligheid tegen overstroming volgens de normen uit het rapport van de Deltacommissie. Extreme stormen, met daarmee gepaard gaande hoge waterstanden en golven, kunnen worden weerstaan. Het spreekt vanzelf dat deze veiligheid behouden moet blijven. Dat vereist een voortdurende inspanning, want door aanhoudende kusterosie gaat bijna de helft van de kust langzaam maar zeker achteruit (fig. 1). Dit verzwakt het waterkerende vermogen van de duinen en ondermijnt de zeedijken en overige harde keringen. Als er niet wordt opgetreden zullen rond de eeuwwisseling tientallen kilometers duinen zodanig zijn aangetast dat de veiligheid van het polderland niet meer is gegarandeerd.

Naast veiligheid komen ook over tientallen kilometers gebruiksfuncties en natuurwaarden in het duingebied door kustachteruitgang in gevaar. Als er geen maatregelen tegen kustachteruitgang

Natuur en mens

van A. J. Kuik

worden genomen zullen rond 2000 over een lengte van meer dan 40 km bijzondere natuurwaarden verloren gaan.

Op zichzelf is de geschetste ontwikkeling al ernstig. De veronderstelling daarbij is dat de zeespiegel met 20 cm per eeuw blijft stijgen. Wanneer ook de mogelijke versnelde rijzing van de zeespiegel als gevolg van het zg. broeikas-effect in beschouwing wordt genomen

zullen de problemen verergeren. In de nota zijn ook de gevolgen van een scenario van 60 cm per eeuw (verwacht scenario) en een scenario van 85 cm per eeuw (ongunstig scenario) beschreven. In het laatste geval is tevens een ongunstige verandering in het klimaat in rekening gebracht. Als gevolg van versnelde zeespiegelstijging zullen veiligheidsproblemen vele jaren vroeger optreden en

groter in aantal zijn. Het aantal kilometers kustlengte, waar natuurwaarden verloren gaan, kan oplopen tot 60 in het ongunstige scenario. De problemen doen zich verspreid langs de gehele kust voor en hebben een structureel karakter.

Invloed van de mens

De beheerder van de kust hoeft niet te gaan zitten wachten tot het geleidelijke proces van erosie de duinen zodanig heeft aangetast, dat problemen ontstaan. Hij heeft dat in het verleden ook niet gedaan. Bij voortdurende is er een actief beheer gevoerd om kustvoortuitgang te stimuleren (zand vangen) en kustachteruitgang tegen te gaan (strandhoofden, suppleties, e.d.). Deze vorm van onderhoud heeft echter niet kunnen voorkomen dat de kustachteruitgang voortschreed. De beschikbaarheid van technieken voor het op grote schaal verplaatsen van zand biedt evenwel perspectieven om de kustligging effectief te beïnvloeden. Tegen ongewenste ontwikkelingen, die gevolgen kunnen hebben voor veiligheid en voor natuurwaarden en gebruiksfuncties, kan nu worden opgetreden. Ook kunnen door beheersmaatregelen ontwikkelingen worden gestimuleerd die tot een verrijking van de natuurlijke omgeving leiden zonder dat de garanties van veiligheid tegen overstroming in gevaar komen. Dit geldt m.n. voor brede duingebieden. Te denken valt in dit geval aan sluftervorming.

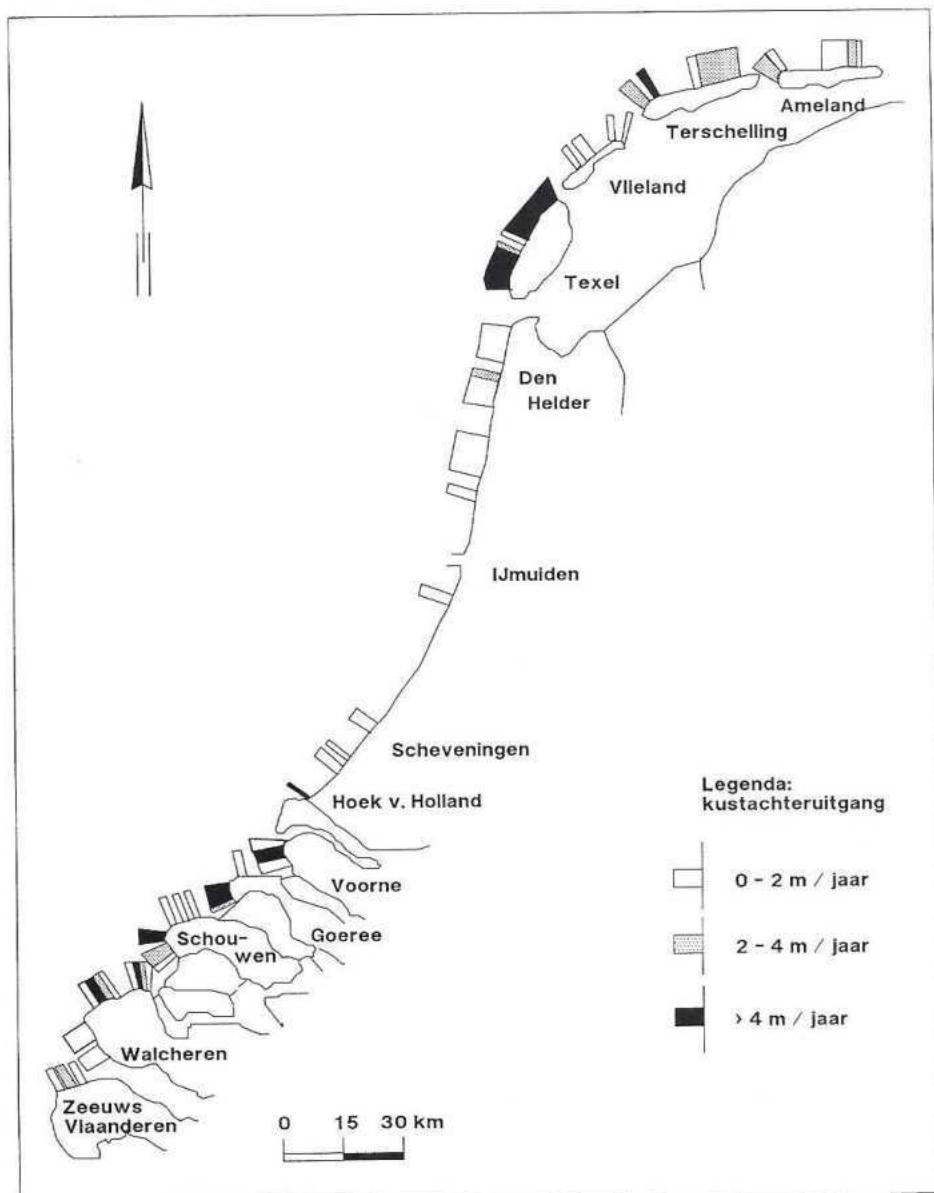


Fig. 1. Gebieden waar, volgens de gemiddelde voorspelling en bij het huidige tempo van zeespiegelrijzing (20 cm/eeuw), kustachteruitgang optreedt.
Places of coastal retreat at the present rate of sea level rise.

TR-0	Overzicht technische onderbouwing Discussienota Kustverdediging samenvatting en conclusies van de uitgevoerde projecten.
TR-1	Zandsysteem kust een morfologische karakterisering.
TR-2	Toestand kust 1990 kusttypering en kustligging.
TR-3	Kustonderhoud kosten van basisonderhoud.
TR-4	Inventarisatie duinfuncties.
TR-5	Kustvoorspelling voorspelling ontwikkeling kustlijn 1990-2090.
TR-6	Zeespiegelrijzing hydro-meteo-scenario's.
TR-7	Duinen als waterkering invloed van kustgedrag op veiligheid.
TR-8	Duinfuncties invloed van kustgedrag op duinfuncties.
TR-9	Inventarisatie functies onderwateroever interactie met kustverdediging.
TR-10	Zeezandwinning invloed op kustgedrag; een verkenning.
TR-11	Strand- en duinsuppleties effectiviteit en kosten.
TR-12	Strandhoofden en paalrijen evaluatie werking.
TR-13	Grote civiele werken invloed op kustgedrag.
TR-14	Onderwateroever-suppleties een alternatieve kustverdedigingsmethode.
TR-15	Monitoring kustgedrag huidige situatie en toekomstbeeld.
TR-16	Harde kustverdediging zeedijken, havengebieden en strandmuren als waterkering.
TR-17	Systeemanalytisch model beschrijving computermodel.
TR-18	Berekeningsresultaten beleidsalternatieven detailresultaten van computermodel.
TR-19	Innovatie van kustverdediging inspelen op het kustsysteem.
TR-20	Zeewaartse kustverdediging een globale analyse van enkele mogelijkheden.

Overzicht van onderbouwende studies van de Discussienota 'Kustverdediging na 1990'.

Verandering van beleid

Bij de huidige kustverdediging is sprake van een knelpuntenbeleid. Voor een belangrijk deel van de kust wordt achteruitgang geaccepteerd: duinen worden met intensieve onderhoudsmaatregelen 'gecontroleerd teruggetrokken'. Daar waar de veiligheid van het polderland in gevaar komt, wordt verdere achteruitgang bestreden. De laatste jaren blijkt het terugtrekken van de kust op steeds meer problemen te stuiten met belangen en natuurwaarden in het duingebied. In een aantal gevallen is hier dan ook actief ingegrepen, veelal door met zandsuppleties de kustachteruitgang te compenseren: op Texel werd bij Eierland natuur beschermd (Salman, dit nummer), bij de Koog werden recreatie en natuur beschermd. Bij Schouwen werden drinkwaterwinning en natuur beschermd. Soms werden zowel veiligheid als belangen in het duingebied gediend: bij Callantsoog veiligheid en natuur, bij Cadzand veiligheid en recreatie. Nood-

gedwongen bleef het beleid tot nu toe beperkt tot het zoeken van oplossingen voor de ernstigste problemen.

In de toekomst wordt een voortschrijding van de kustachteruitgang verwacht met als gevolg een verergering van de problemen. Dit vraagt om een structurele aanpak van de kustverdediging, gebaseerd op duidelijke wensen over wat wel en niet moet worden gehandhaafd.

Beleidsmogelijkheden voor een structurele aanpak

Behoud van veiligheid van het polderland is een absolute voorwaarde, waaraan het kustverdedigingsbeleid altijd zal moeten voldoen. In de ontwerp-Wet op de Waterkering zijn de veiligheidsnormen van de Delta commissie vastgelegd. In tegenstelling tot bij veiligheid bestaan er voor de mate van bescherming van belangen en waarden in het duingebied tegen kustachteruitgang geen normen. Daar is het noodzakelijk keuzes te maken. Deze variëren van geen bescher-

ming tot de bescherming van alle belangen en waarden.

Voor de duinenkust zijn in de nota vier alternatieven gepresenteerd: Terugtrekken, Selectief handhaven, Handhaven en Zeewaarts. Voor de rest van de kust is als uitgangspunt gehanteerd, dat zeedijken en overige harde waterkeringen, zoals strandmuren, in stand worden gehouden; aan strandvlakten, gebieden aan de uiteinden van de Waddeneilanden, die geen polderland beschermen, wordt een natuurlijke ontwikkeling toegestaan. De vier alternatieven van kustverdedigingsbeleid zijn als volgt te karakteriseren.

Terugtrekken houdt in dat kustachteruitgang wordt toegestaan totdat de duinen nog maar net aan de veiligheidsnorm voldoen, ongeacht de belangen en waarden die in het duingebied verloren gaan.

Bij **Selectief handhaven** wordt eveneens de Deltaveiligheid gegarandeerd, maar daarnaast is dit alternatief erop gericht bescherming te bieden aan bijzondere belangen en waarden waar deze door kustachteruitgang worden bedreigd. Dit alternatief ligt niet eenduidig vast. Er zijn vele keuzemogelijkheden voor de te beschermen belangen en waarden (varianten) en in de studie zijn diverse uitgewerkt. Een van de meest interessante is de variant, die een uitbreiding geeft aan de gedachte achter het huidige beleid: bescherming van de belangrijkste belangen en waarden met meer nadruk voor de bescherming van natuurwaarden. Bij deze variant worden onder andere woonkernen in het duingebied, bijzondere natuurwaarden (zoals duinmoerassen en duinheide en gebieden met droog duinstruweel, bos of lokaal vochtig duin), kapitaalintensieve investeringen voor drinkwaterwinning, recreatie en bedrijvigheid beschermd.

Bij **Handhaven** worden alle belangen en waarden die in 1990 in het duingebied aanwezig zijn, beschermd tegen de gevolgen van kustachteruitgang. De kust mag nergens achteruit gaan.

Zeewaarts houdt in het beschermen van alle belangen en waarden in het duingebied tegen de gevolgen van kustachteruitgang en tevens het versterken van zwakke kustgedeelten. Bij zwakke plekken wordt aanwas gestimuleerd. Hierdoor nemen de reserves toe en kunnen nieuwe mogelijkheden voor natuur en andere belangen ontstaan. Elders wordt de kustlijn gehandhaafd.

Maatregelen voor een structurele aanpak

Voor de verwezenlijking van de beleidsdoelen zijn maatregelen nodig. In de nota worden enkel technische maatregelen beschouwd. Onderscheid wordt gemaakt tussen onderhoud en erosiebestrijding. Uitgangspunt is dat het onderhoud aan de waterkering langs de hele Noordzeekust op een vergelijkbaar niveau als de afgelopen 10 à 20 jaar wordt voortgezet.

Afhankelijk van het beleidsalternatief zijn voor eroderende kustdelen aanvullende maatregelen nodig: erosiebestrijding. Als landelijke aanpak van de erosiebestrijding is gekozen voor de voortzetting van de huidige aanpak met zandsuppleties. Hierdoor wordt handhaving van het natuurlijke karakter van de kust het best gewaarborgd. Op zwakke plaatsen in de duinenkust zijn aanvullende harde maatregelen te overwegen om de situatie te verbeteren (alternatief zeewaarts). Bij zeedijken worden steenbestortingen toegepast. Strandvlakten behoeven geen erosiebestrijding.

Beschouwde effecten

Verplaatsing van de kustlijn kan een reeks van gevolgen hebben voor de belangen en waarden in het duingebied. Kustvoortgang biedt mogelijkheden voor (natuur)ontwikkeling. Kustachteruitgang brengt vaak negatieve effecten, zoals bedreiging van de veiligheid en verlies van waardevol duingebied met zich mee. Kustachteruitgang kan echter ook gepaard gaan met de vorming van natuurgebieden met bijzondere potenties, zoals sluffers.

In genoemde studie zijn enkel de gevolgen onderzocht, die het handhaven van de verdedigingsfunctie van de duinen met zich meebrengt. Dat wil zeggen: het landwaarts verplaatsen van het front van het duingebied, hetgeen landverlies tot gevolg heeft en het landwaarts verplaatsen van de achterzijde van de zeereep, de eerste duinregel, waardoor duingebied door zand overschoven wordt. Beide verschijnselen hebben verliezen voor belangen en natuurwaarden tot gevolg (fig. 2).

Andere effecten, zoals bijvoorbeeld het dalen van de grondwaterspiegel als gevolg van kustachteruitgang, waardoor verdroging van waardevolle natuurgebieden kan optreden, zijn minder diepgaand onderzocht; wel worden enige resultaten aangestipt. De analyse

van de gevolgen hangt sterk af van het gedrag van de kust en van de wijze waarop de veiligheidsgarantie wordt vormgegeven. Het kustgedrag van 1990 tot 2090 is in een aparte onderbouwende studie onderzocht en voorspeld.

Voor de verdedigingsfunctie van het duingebied is aangenomen dat deze door de zeereep wordt vervuld op die plaatsen waar dat nu ook al het geval is. De afmetingen van de zeereep kunnen in dit geval in de loop van de tijd afnemen tot het voor de veiligheid minimale niveau. Waar de zeereep nu al niet voldoende sterk is om de veiligheid van het polderland te garanderen (het achterliggende duingebied garandeert die veiligheid wel) wordt in de analyse aangenomen, dat overeenkomstig de huidige beheerspraktijk, de zeereep in de loop van de tijd dezelfde vorm behoudt. Hier zijn ook andere opties denkbaar.

Analysemethode

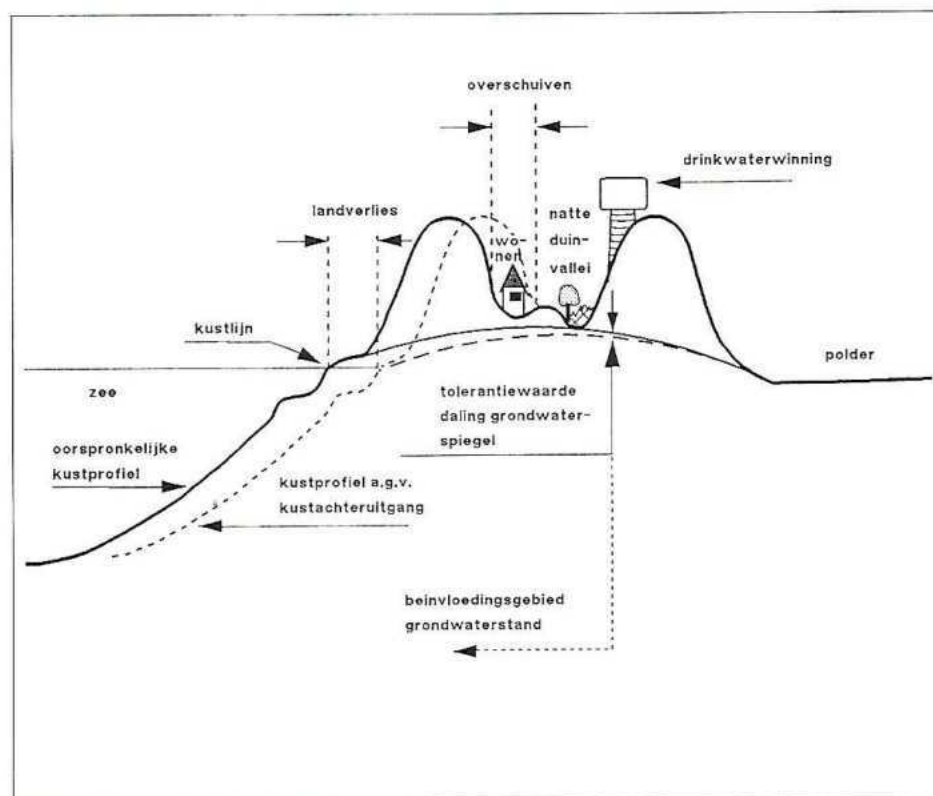
In het analyseproces is de voorspelperiode in een aantal tijdstappen opgedeeld. Verder is de 254 km lange duinenkust in vakken van een kilometer lengte opgedeeld. Van elk van deze vakken zijn voor een aan de zee grenzende strook ter breedte van 500 tot 1500 meter de belangen en waarden in roosters van 1000 x 50 m geïnventariseerd en in een computerbestand opgeslagen.

Voor elke tijdstap wordt voor elk kilometervak nagegaan of de berekende natuurlijke achteruitgang van de kustlijn bij de verschillende beleidsalternatieven kan worden toegestaan. Wanneer dit omwille van het handhaven van de veiligheidsnorm of de bescherming van belangen en waarden nodig is, worden kustverdedigingsmaatregelen genomen. Figuur 3 geeft een indruk van de locaties waar bij de verschillende alternatieven maatregelen nodig zijn. Voor terugtrekken is het aantal kilometers het laagst; bij selectief handhaven komen daar enkele tientallen kilometers bij (gearceerde gebieden), en voor handhaven neemt dit aantal nog verder toe (open blokjes).

De baten en kosten van de beleidsalternatieven Terugtrekken, Selectief handhaven en Handhaven zijn berekend voor de periode 1990-2090 en voor drie scenario's van zeespiegelstijging.

Het alternatief Zeewaarts kon slechts oriënterend worden uitgewerkt. De baten en kosten zijn in verschillende aspecten tot uitdrukking gebracht: de lengte van de kust waarover beschermende maatregelen plaatsvinden, het aantal kilometers met minimale duinreserves, de areaalverliezen van belangen en waar-

Fig. 2. Effecten van kustachteruitgang. Effects of coastal retreat.



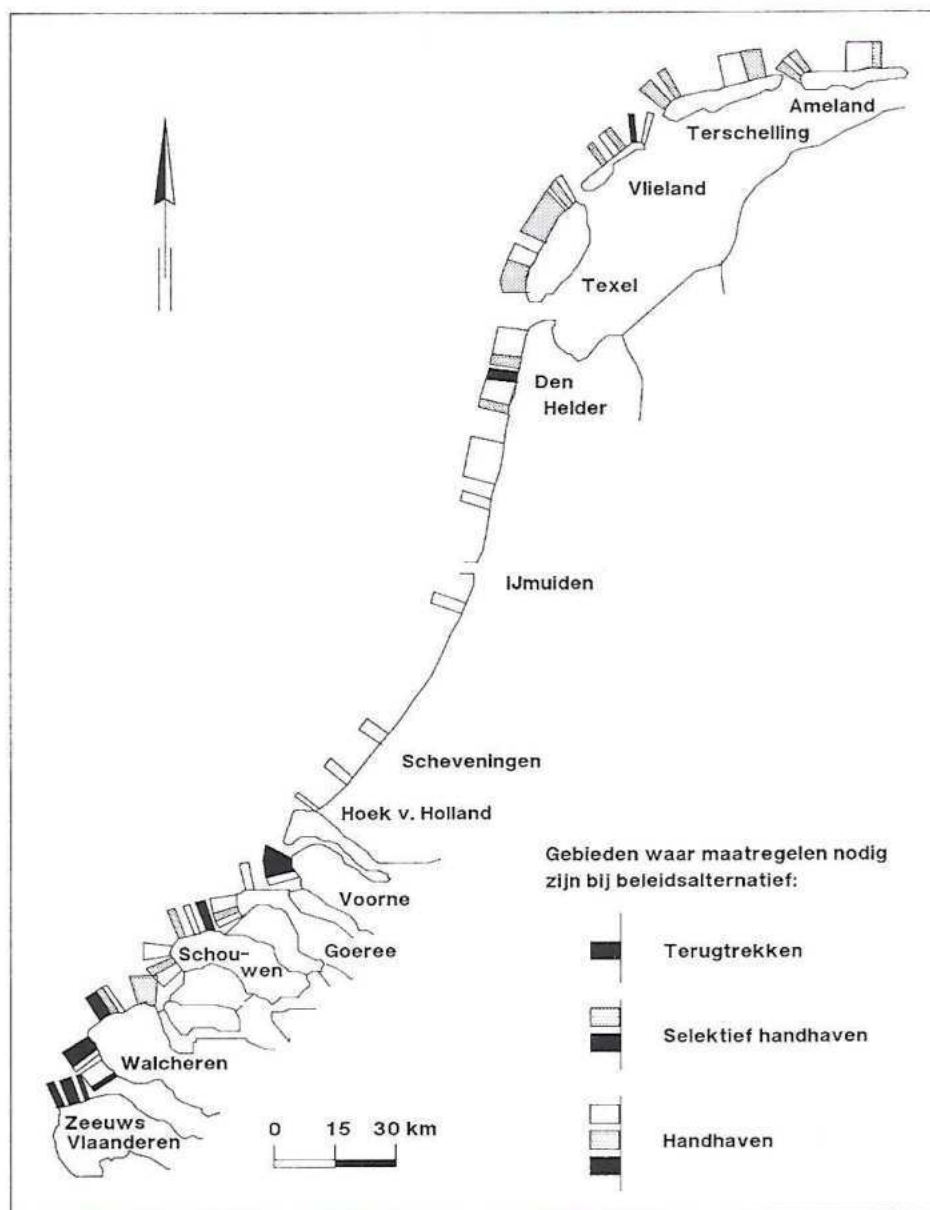


Fig. 3. Plaatsen langs de kust waar volgens de gemiddelde voorspelling en bij het huidige tempo van zeespiegelrijzing in de periode 1990-2000 maatregelen tegen kustachteruitgang (zandsuppleties) nodig zijn voor drie beleidsopties.

Places along the coast where in the period 1990-2000 measures need to be taken to prevent coastal retreat (beach nourishments) for three alternatives for the present rate of sea level rise.

Terugtrekken betreft bijzondere natuur: natte duinvalleien, duinbossen, duinheide en dergelijke. De grootste verliezen treden op in het Waddengebied: 150-200 hectares in het jaar 2000. De verliezen voor Delta en Hollandse Kust zijn dan nog relatief klein: enkele tientallen hectares (fig. 4). Bij Selectief handhaven wordt bijzondere natuur beschermd en treden dus geen verliezen op.

De verliezen voor economische belangen in het duingebied (drinkwaterwinning, recreatie, wonen en bedrijvigheid) zijn beperkt. Omdat deze belangen meestal achter de zeereep liggen en de zeereep nog wel enige reserve heeft voor de opvang van geleidelijke kustachteruitgang, kunnen problemen vaak nog tientallen jaren worden uitgesteld. Uit de analyse blijkt, dat bij Terugtrekken de verliezen op korte termijn beperkt blijven tot hooguit enkele tientallen hectares.

Op de langere termijn nemen de verliezen bij Terugtrekken echter vrij sterk toe: bij drinkwaterwinning tot honderden hectares; bij wonen en recreatie tot enkele tientallen hectares. De verliezen bij bedrijvigheid blijven tot een enkele hectare beperkt. Bij Selectief handhaven worden economische verliezen grotendeels vermeden, alleen drinkwaterwinning lijdt enige schade: gedeeltes van het wingebied moeten wijken voor de zeereep.

Als gevolg van daling van de grondwaterspiegel ondervinden natuurgebieden langs 20 kilometer van de kust schade. Dit concentreert zich op de waddeneilanden Texel, Terschelling en Ameland.

Kosten

De jaarlijkse totale kosten van kustverdediging (onderhoud en erosiebestrijding) voor het scenario van 20 cm zeespiegelstijging per eeuw variëren van enkele tientallen miljoenen gulden voor Terugtrekken tot ca 100 miljoen gulden voor Zeewaarts (fig. 5).

den en de kosten van verdediging. De baten en kosten zijn in verschillende, voor de betreffende aspecten relevante eenheden uitgedrukt. Hier zullen vooral de areaalverliezen van belangen en waarden en de kosten aan de orde komen. De uitvoering van de analyse vindt met een computermodel plaats.

De factoren die bepalend zijn voor het kustgedrag zijn alleen binnen zekere marges bekend. Die marges introduceren in de voorspelling van het kustgedrag een onzekerheid, die doorwerkt in de hele analyse. Om de onzekerheid in de analyseresultaten aan te geven zijn voor elk aspect steeds twee waarden berekend: een gunstige en een ongunstige waarde. De meest waarschijnlijke waarde ligt hier tussenin. Op de langere termijn geven de gunstige en de ongunstige waarde een minder betrouwbare afspiegeling van de onzekerheidsmarges. Om

deze reden worden de lange termijn resultaten gestippeld aangegeven.

Areaalverliezen duingebied

De beleidsopties verschillen in de mate waarin zij bescherming bieden aan het duingebied. Door kustachteruitgang gaan oppervlaktes belangen en waarden verloren. Hoe kleiner de verliezen, des te groter zijn de baten van het beleidsoptief. Hier worden de resultaten voor het scenario van 20 cm per eeuw zeespiegelrijzing gepresenteerd.

De verliezen bij Terugtrekken lopen op van enkele honderden hectares in 2000 tot meer dan 2000 hectares aan het einde van de volgende eeuw. Deze verliezen worden bij Selectief handhaven met 50% à 70% gereduceerd. In alle gevallen is natuur in het geding: het gehele duingebied heeft een natuurwaarde. Circa de helft van de areaalverliezen bij

Op korte termijn kost Terugtrekken ongeveer 35 miljoen gulden per jaar: de veiligheid van het polderland wordt behouden en de kust wordt 'gecontroleerd teruggetrokken'. Selectief handhaven kost op de korte termijn ongeveer 45 miljoen gulden. Hiermee worden waardevolle onderdelen van natuur en gebruiksfunctie beschermd. Elke kustachteruitgang bestrijden, Handhaven, kost ongeveer 60 miljoen gulden. Extra versterken van de zwakke plekken, Zeewaarts, zal in de eerstkomende decennia jaarlijks 80 tot 100 miljoen gulden vergen. Dit is het gevolg van hoge aanlegkosten.

Op den duur raken op steeds meer plaatsen de 'veiligheidsreserves' uitgeput en moet erosiebestrijding plaatsvinden. De jaarlijkse kosten van Terugtrekken nemen hierdoor op termijn toe.

De kosten van Handhaven tonen een dalende tendens. Dit is het gevolg van het verschijnsel dat op sommige plaatsen landwaartse verplaatsing van voor de kust aanwezige banken plaatsvindt. Terugtrekken en Handhaven brengen op den duur even hoge kosten met zich mee. De kosten van Selectief handhaven liggen tussen die van Terugtrekken en Handhaven in en blijven in de tijd ongeveer stabiel.

Een vrijwel konstant gedeelte van de kosten, 20-25 miljoen gulden per jaar, is bestemd voor het kustonderhoud. De rest van de kosten voor kustverdediging zijn bestemd voor erosiebestrijding en bestaan voornamelijk uit kosten voor zandsuppleties.

De hoeveelheid zand die op korte termijn jaarlijks nodig is voor de erosie-

bestrijding van de duinenkust loopt op van bijna 2 miljoen kubieke meter voor het beleidsalternatief Terugtrekken, via ca 5 miljoen voor Selectief handhaven tot ca 8 miljoen kubieke meter voor Handhaven. De lange termijn tendenzen zijn identiek aan die voor de kosten van erosiebestrijding: meer zand is nodig voor Terugtrekken, minder voor Handhaven.

Invloed van een snellere zeespiegelrijzing

Bij de keuze van het landelijke kustverdedigingsbeleid moet rekening gehouden worden met de dreiging van een snellere zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering (het 'broeikas-effect'). Treedt de verwachte stijging van 60 cm per eeuw inderdaad op, dan zal de kust op meer plaatsen achteruitgaan. Bovendien zal het tempo van achteruitgang toenemen. Hierdoor zijn eerder en op meer plaatsen ingrepen te verwachten. De kosten van erosiebestrijding zullen voor alle beleidsalternatieven met ca 25% toenemen. Voor de onderhoudskosten is de toename veel geringer. Het grote onderhoud van zeedijken en overige harde waterkerende constructies zal 10 tot 20 jaar eerder moeten plaatsvinden. Extra kruinverhogingen zullen noodzakelijk zijn, die een kostentoename veroorzaken in de orde van tientallen miljoenen gulden.

Bij een toename van de stijging van de zeespiegel tot 85 cm per eeuw nemen de verschillen ten opzichte van het scenario van 20 cm per eeuw verder toe. De grootste toename wordt veroorzaakt door de verandering van het golfklimaat op de Noordzee, die bij het ongunstige scenario mee in beschouwing is genomen. De toename in de kosten van erosiebestrijding bedraagt in dit geval 80 tot 100% en de toename in de areaalverliezen ca 80%.

De kust gaat weliswaar op veel plaatsen achteruit, maar de uitgewerkte alternatieven geven aan, dat er uitvoerbare en natuurvriendelijke mogelijkheden zijn om dit te beïnvloeden.

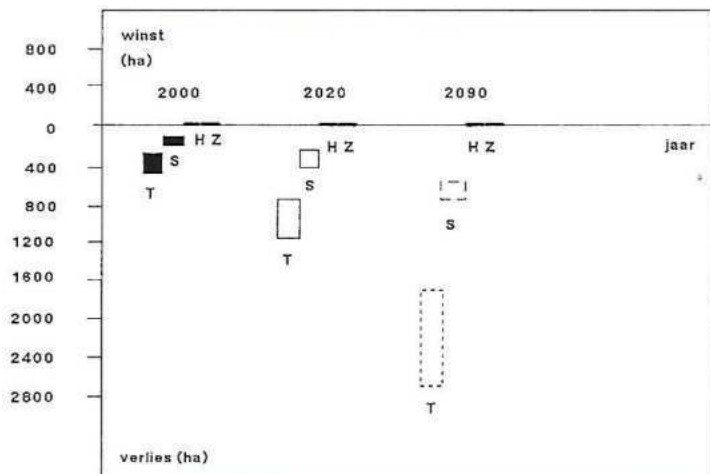
Summary

Coastal defence: a play between nature and man

The coast is exposed to continuous attacks from the sea and as a consequence at a great number of places a serious retreat is observed. The consequences of this retreat are reduction of safety against inundation and loss of valuable nature areas and of economic functions in the dune area. This can be prevented by an effective coastal defence policy. The effects in terms of benefits and costs of the 4 alternatives for such a coastal defence policy are investigated and presented for the time interval up to 2090. Also effects of acceleration of sea level rise are studied.

Ir. C. J. Louisse & Ir. A. J. Kuik
Dienst Getijdewateren (RWS)
Postbus 20907, 2500 EX Den Haag

Fig. 4. Verliezen aan oppervlakte natuurgebied voor de 4 beleidsalternatieven. Losses of dune area with a natural character for the 4 alternatives.



T=Terugtrekken
S=Selectief handhaven
H=Handhaven
Z=Zeewaarts

Interpretatie staafjes:

— gunstige voorspelling
— verwachte waarde
— ongunstige voorspelling

Fig. 5. Kosten als functie van de tijd voor de 4 beleidsalternatieven. Costs as a function of time for the 4 alternatives.

