

Dijkema, K. S., 1983. Outline of landscape and vegetation types. In: Dijkema, K. S. & W. J. Wolff (ed), Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas. Stichting Veth, Leiden: 116-133.

Maarel, E. van der, 1979. Environmental management of coastal dunes in The Netherlands. In: Jefferies, R. L. & A. J. Davy (ed), Ecological processes in coastal environments. Blackwell, Oxford: 543-570.

Maarel, E. van der, in druk. Dry coastal ecosystems. Volume 2 in Ecosystems of the world (D. W. Goodall, editor-in-chief). Part A, Polar regions and Europe. Elsevier, Amsterdam.

Maarel, E. van der & P. Dauvellier, 1978. Naar een globaal ecologisch model voor de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Studierapp. 9, Rijksplanologische Dienst, Den Haag.

Mennema, J. & E. J. Weeda, 1983. Flora: Vascular plants. In: Dijkema, K. S. & W. J. Wolff (ed), Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas. Stichting Veth, Leiden: 38-50.

Olson, J. S. & E. van der Maarel, 1989. Coastal dunes in Europe: a global view. In: Meulen, F. van der, P. D. Jungerius & J. H. Visser (ed), Perspectives in coastal dune management. SPB Academic Publishing, The Hague: 13-32.

Teixeira, R. M., 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland, 's Graveland.

Westhoff, V., 1947. The vegetation of dunes and salt marshes of the Dutch islands of Texel, Vlieland and Texel. Diss. Utrecht.

Westhoff, V., 1989. Dunes and dune management along the North Sea coasts. In: Meulen, F. van der, P. D. Jungerius & J. H. Visser (ed), Perspectives in coastal dune management. SPB Academic Publishing, The Hague: 41-51.

Westhoff, V. & H. J. den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme, Zutphen.

Westhoff, V. & M. G. Schouten, 1979. The diversity of European coastal ecosystems. In: Jefferies, R. L. & A. J. Davy (ed), Ecological processes in coastal environments. Blackwell, Oxford: 3-21.

## Summary

The national and European significance of the Dutch coast.

The Dutch coast has played a major part in the development of The Netherlands as a nation. It has an outstanding cultural and scientific significance, both on the national and the European level.

The Dutch coast is a dune coast, which can be seen as a landscape ecological system in which dune types, dune systems, dune forms and dune ecosystems form a hierarchy. Of the three coast types distinguished, Barrier-

island, Lagoon/bay - barrier and Sand dune coasts the first and the third type are well represented in The Netherlands. The four main dune systems, Primary, Blowout, Migratory and Residual dune systems, all occur, and the numbers 1, 2 and 4 extensively.

A whole range of dune ecosystem types can be distinguished. Primary dune slacks, Dune slack/salt marsh transitions, Dune lakes, Dune pioneer scrubs, Maritime heaths, Close maritime scrubs and Maritime forests are all optimally developed and of outstanding European significance. Both the dune flora and fauna are extremely rich with around 80% of Dutch representatives of various groups occurring in the dunes.

The Dutch dune coast is a multifunctional landscape with a integrated management which is exemplary for Europe.

Prof. dr. E. van der Maarel,  
Department of Zoology, Uppsala University,  
P.O. 581,  
S.751 22 Uppsala,  
Zweden.

H. D. van Bohemen  
P. D. Jungerius  
en F. van der Meulen

In het rapport 'Duinfuncties; invloed van kustgedrag' (Arens et al, 1989), dat opgesteld is ten behoeve van de Discussienota Kustverdediging, is de invloed nagegaan van kustachteruitgang op de duinfuncties. Tevens worden mogelijkheden genoemd voor een natuurvriendelijk kustbeleid. In deze bijdrage worden mogelijkheden van vooral de buitendünen besproken.



Bert Bos

## Herstel, ontwikkeling en beheer

### van landschapsecologische processen

## op het strand en in de buitenduinen

Zeereep en strand vormen de overgang van de buitenduinen naar zee. Meestal bestaat de zeereep uit een enkele duinrug. In een aantal gevallen is er sprake van een dubbele zeereep. Een actuele vraag is of er in de buitenduinen (incl. de zeereep) sprake mag zijn van meer dynamiek (bijvoorbeeld in de vorm van verstuiving of periodieke overstrooming door zeewater) dan thans het geval is; dit ter vergroting van de natuurwaarden.

Volgens de vigerende reglementen en keuren dient verstuiving in de zee-

reep vrijwel overal tegen te worden gedaan onder zoveel mogelijk handhaven van het flexibele karakter van de zandige duinkust (Werkgroep Algemeen Zeeweringsbeleid, 1988).

De vraag is echter of er plaatselijk geen mogelijkheden zijn voor een of andere vorm van dynamisch kustbeheer in de buitenduinen, uiteraard binnen de randvoorwaarden die uit het oogpunt van veiligheid van het polderland gesteld moeten worden. Voorts kan men zich afvragen of er in de buitenduinen

niet nog meer mogelijkheden voor natuurontwikkeling zijn, zoals het laten ontstaan van slufters of andersoortige achterduinse strandvlakten.

In plaats van een gesloten, strakke hoge duinrichel zou er een gevarieerde hoge of lage, gesloten of meer open zeereep kunnen komen. Hierbij krijgen kustmorfologische en fysische processen (landschapsecologische processen) weer een kans. Uiteraard zonder dat een en ander de kans krijgt uit de hand te lopen. De laatste jaren groeien de kennis en het inzicht omtrent deze processen. Derhalve ook de mogelijkheden om deze processen te sturen en beheersbaar te houden. Wellicht kan die kennis uitzicht bieden op een meer dynamische vorm van kustbeheer.

Wij geven hier een overzicht van de belangrijkste aspecten en processen waarmee rekening moet worden gehouden.

#### Funcities van het strand en buitenduinen

Het strand is een langgerekte, meestal smalle zône langs de kust tussen de duinvoet en de laagwaterlijn (Klijn, 1981). De helling is duidelijk zeewaarts gericht. Een strandvlakte onderscheidt zich door een grotere breedte, geringere helling en onbepaalde vorm van het grondvlak.

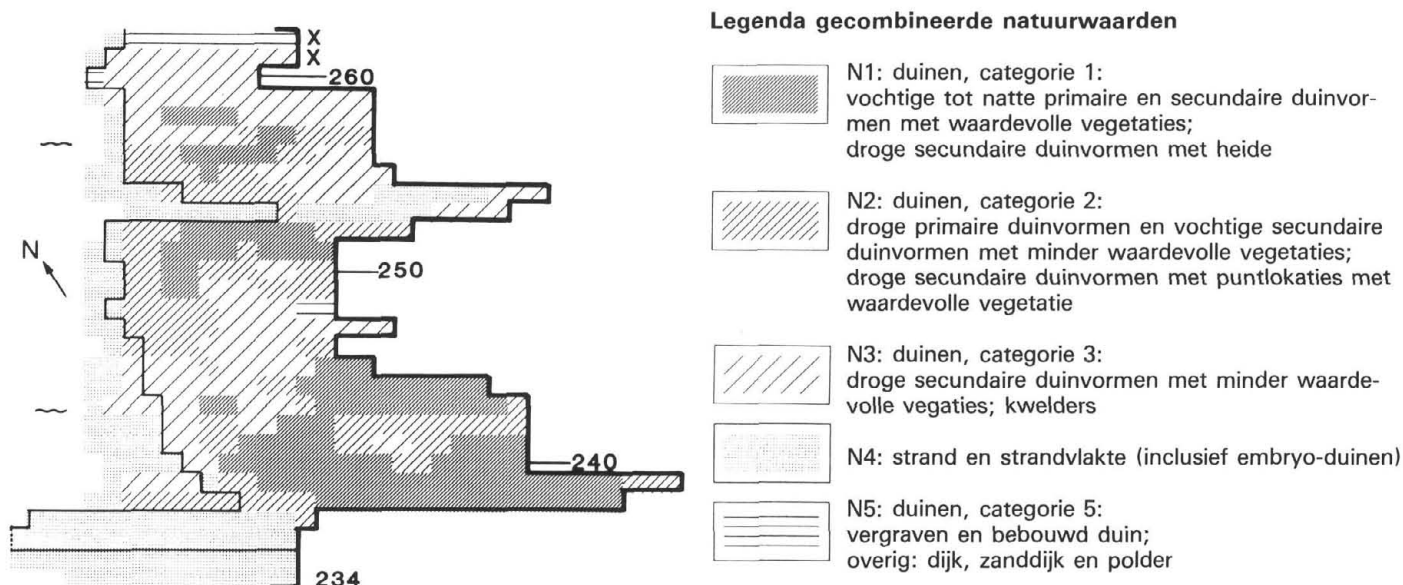
Duinen variëren langs de Nederlandse kust sterk in breedte. De meest zeewaartse duinenrij wordt de zeereep genoemd. Het is een gesloten, waterkerende duinreeks aan de landzijde van het strand of de strandvlakte. Zowel strand als buitenduinen vervullen verschillende functies. Een recent overzicht van deze functies werd ten behoeve van de Discussienota Kustverdediging samengesteld (Hoozemans et al, 1989). Figuur 1 geeft als voorbeeld een overzicht van de natuurwaarden op Texel. Naast informatie over de natuur- en gebruiksfunctie zijn gegevens beschikbaar over



Fig. 1. Overzicht natuurwaarden op Texel (uit Arens et al, 1989). Te zien is de zône van strand en voorduin (ca 500 m breed). Deze is geïnventariseerd op basis van 1000 × 50 m gridcellen met de lange zijde evenwijdig aan de kustlijn. De gridcellen zijn hier telkens als vierkant weergegeven.

Nature values on Texel or beach and outer dunes (ca 500 m).

N1 = most value, N5 = less value.



| Milieufactor                                           | Topografische gradiënt                                                                                 | Proces                                                                             |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| vocht<br>textuur                                       | droog-nat<br>zand-klei/slib                                                                            | inundatie-verdroging<br>zand aanvoer-klei/slib-<br>aanvoer                         |
| kalkgehalte<br>pH<br>organisch materiaal<br>nutriënten | kalkrijk-kalkarm<br>zuur-basisch<br>humeus-mineraal<br>rijk aan nutriënten<br>(N,P)-arm aan nutriënten | verzuring-kalkaanrijking<br>humificatie-mineralisatie<br>eutrofiëring-verschraling |
| chloride<br>nivo van konijnen-<br>begrazing            | zoet-zout<br>hoog-laag                                                                                 | verzilting-ontzilting<br>grazen                                                    |

Belangrijkste milieugradiënten en processen in kustduinen (naar V.d. Maarel, 1976).

de veiligheidsfunctie van de duinen. Uit de gegevens die ten behoeve van de Discussienota Kustverdediging zijn verzameld blijkt, dat 255 km van de Nederlandse kust door duinen wordt verdedigd. De hoofdfunctie natuur wordt door 250 km duinenkust (98%) verdedigd.

### Kenmerken en processen van de zône tussen zee en land

In de zône tussen zee en land (fig. 2) kan onderscheid worden gemaakt tussen de vlakke zeebodem, de onderwateroever, het (natte en droge) strand en de duinen. Tussen deze subsystemen kan zandtransport plaatsvinden. Voor een goed overzicht over de relatie tussen processen, materialen en vormen leze men bij De Graaf (1977).

Voor de Nederlandse situatie zijn zowel het getij als door de wind opgewekte golven hierbij van belang. De invloed van het getij is over het algemeen het grootst op de zandbeweging in diep water en neemt naar de kust toe af, terwijl de invloed van de golfbeweging op het zandtransport in die richting toeneemt. De wind is een belangrijke factor bij de vorming van de duinkust. Wind veroorzaakt golven en stromingen en beïnvloedt het zandtransport op het strand en in de duinen.

Onder bepaalde condities wordt er zand op het strand gebracht. Dit zand kan na uitdrogen getransporteerd worden door de wind. Over de hoeveelheden zandtransport van zee naar het strand langs de Nederlandse kust is weinig in de literatuur te vinden. (In het ka-

der van het project Kustgenese van Rijkswaterstaat worden o.a. hierover meer gedetailleerde gegevens verzameld.)

Bij kustafslag komt er ook weer zand terug op de onderwateroever. Hierdoor zal het profiel van de onderwateroever flauwer worden, golven zullen eerder worden gebroken en erosie zal mogelijk minder hevig worden (bij gelijkblijvend zeeniveau en bij een per saldo niet negatieve zandbalans).

De morfologie van het strand is sterk van het weer afhankelijk. Bij rustig weer is sprake van opbouw; bij storm wordt het strand in het algemeen relatief afgevlakt. In het algemeen is het strand smaller in kustgedeelten die eroderen en breder in kustgedeelten die stabiel zijn of aangroeien. Strandvlakten worden met sterke groei in verband gebracht.

In de (buiten)duinen kan zowel afvoer van zand door stormvloed als aanvoer van vers zand door de wind plaatsvinden. De morfologie van duinen kan sterk verschillen. Naast primaire duinvorming komen de volgende secundaire vormen o.m. voor: paraboolduinen, streepduinen en langgerekte duinenrijen (Arens et al., 1989; Klijn, 1981). Alleen bij kusten, waar in het verleden afslag heeft plaatsgevonden kunnen secundaire duinvormen in de buitenduinen aangetroffen worden.

De kustlijn is voortdurend aan

Fig. 2. Kustprofiel gebonden benamingen hw = gemiddeld hoog water  
lw = gemiddeld laag water

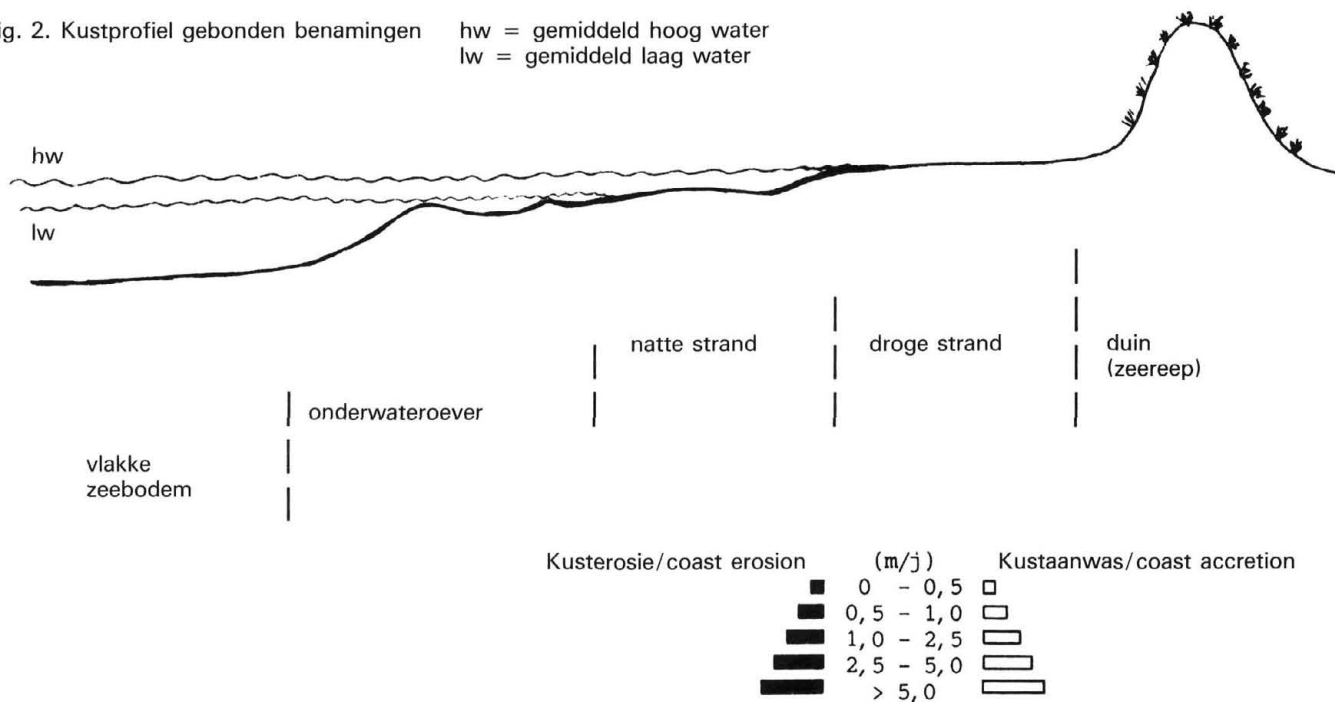


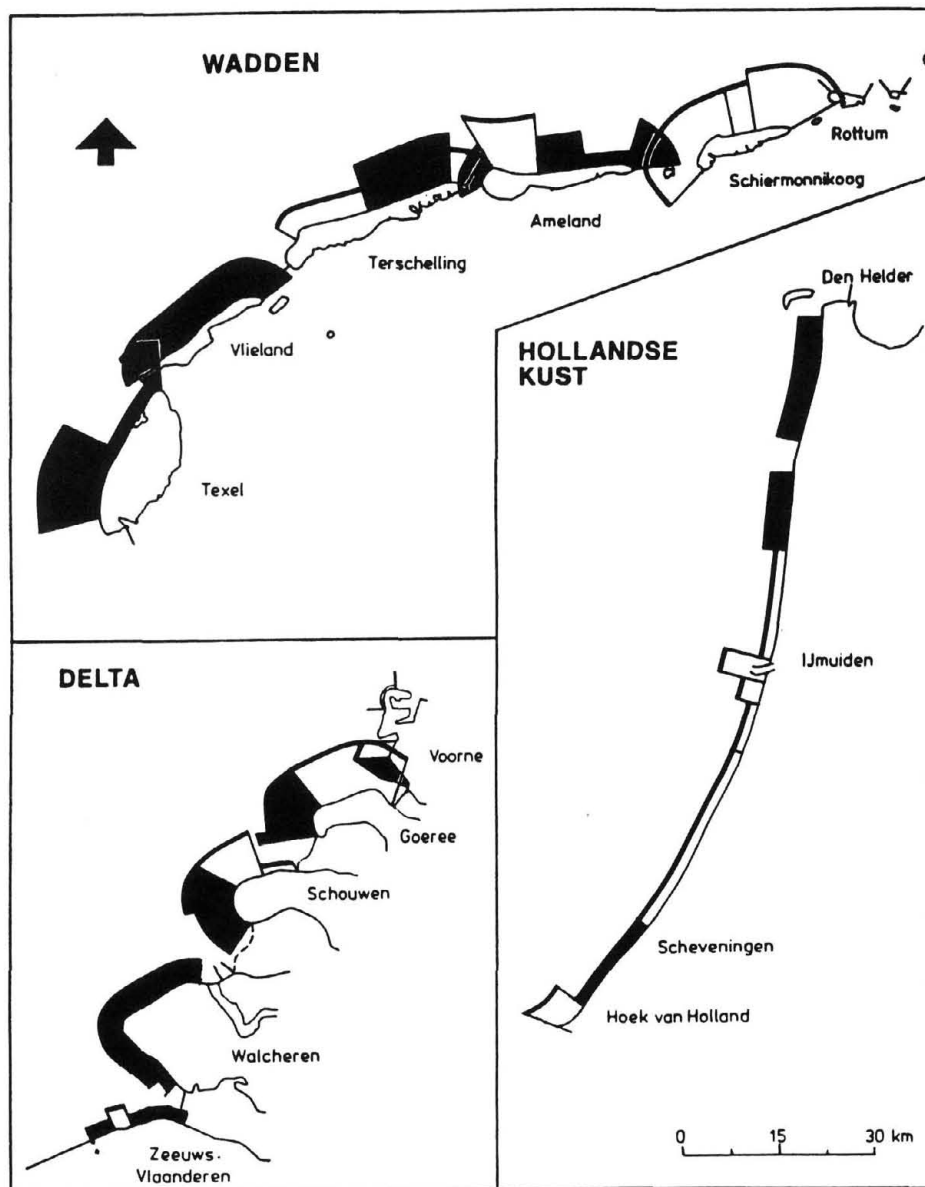
Fig. 3. Kustontwikkeling (gem. laagwater-  
lijn) over de laatste 100-140 jaar. (Stolk,  
1989).  
Erosion or accretion along the Dutch  
coast.

veranderingen onderhevig (fig. 3). Voor de Nederlandse kust zijn naast de natuurlijke factoren ook de menselijke ingrepen van invloed op het kustgedrag.

Om goed inzicht in de feitelijke mogelijkheden van natuurontwikkelingen te krijgen dient rekening te worden gehouden met de veranderingen in de randvoorwaarden van de fysische kustprocessen, zoals verandering in wind- en golfklimaat en de (versnelde) zeespiegelrijzing. Zij bepalen in belangrijke mate de zandbalans. Kennis over die processen is dan ook essentieel.

De belangrijkste aspecten (processen) die een rol spelen in de kust, gerangschikt in hiërarchische volgorde van afnemende invloed:

- klimaatverandering. Het effect van de wind speelt hierbij een belangrijke rol; hij is van belang voor het golfklimaat en voor het zandtransport op het strand;
- (relatieve) zeespiegelrijzing; het gevolg is afslag en kustlijnachteruitgang;



- morfologische veranderingen van het duinreliëf door wind- en watererosie;
- grondwaterstandsveranderingen; bijvoorbeeld t.g.v. kustafslag;
- bodemverrijking;
- vegetatiesuccessie.

De wind beïnvloedt voorts in hoge mate het milieu waarin planten en dieren op het strand en in de duinen voorkomen. Wind zorgt op het strand en in de zeereep voor:

- aanvoer zand (Helm (*Ammophila arenaria*) is hier sterk van afhankelijk);
- aanvoer zout (Deens Lepelblad (*Cochlearia danica*) die soms in de zeereep groeit is een obligate halofiet);
- nutriëntenaanvoer (Vlier (*Sambucus nigra*) groeit onder voedselrijkere omstandigheden en is vaak direct achter de zeereep te vinden). (Overigens is er ook nutriëntenaanvoer door water-vloedmerken-, door vogels en door  $N_2$ -fixatie Duindoorn (*Hippophae rhamnoides*)).

### Huidige beheer van strand en buitenduinen

#### Bij het optreden van kustafslag worden maatregelen genomen

De zeewerende functie van de duinen is voor de veiligheid van het polderland een uiterst belangrijke functie.

Op allerlei manieren wordt ingegrepen in de zeereep en elders in het duingebied met kustverdedigingsmaatregelen om te voorkomen dat bij storm een doorbraak plaats kan vinden. Bij de

planning en uitvoering van dergelijke kustverdedigingsmaatregelen wordt de laatste jaren meer en meer aandacht besteed aan de natuurtechnische mogelijkheden naast de traditionele civiel-technische werkwijze.

#### Methoden van meer natuurvriendelijke kustverdediging

Het gaat er daarbij vooral om meer in te spelen op natuurlijke processen in plaats van het 'tegengaan' ervan. Er is meer kennis verkregen over de effecten van harde civiel-technische werken in de kustzone. Harde elementen hebben grote neveneffecten op aangrenzende kustvakken. Inmiddels is algemeen aanvaard, dat zoveel mogelijk met 'zachte' oplossingen gewerkt moet worden (toepassing zandsuppleties). Dit past uiteraard veel beter in het dynamische, zandige kustmilieu. De ecologische vuistregel is hier: wat dynamisch is, moet dynamisch blijven, en zoveel mogelijk moet hetzelfde materiaal gebruikt worden. Tenzij dit gevaar oplevert voor de veiligheid of extreem hoge kosten met zich meebrengt. De volgende methoden met zand zijn in Nederland ten behoeve van versterking van zeewerende duinen mogelijk (fig. 4):

- 1) zandsuppletie aan de landzijde van de zeereep;

- 2) suppletie in de zeereep zelf;
- 3) strand- en onderwateroever-suppleties.

Als voorbeeld kan genoemd worden, dat bij de zeereepverzwaring bij Monster het zand achter de zeereep is aangebracht. De duinverzwaring bij Callantsoog vond deels aan de zeezijde plaats. Bij Eierland op Texel vond een suppletie op het strand plaats. Deze ingrepen tasten elk op een andere manier het milieu van kust en duinen aan, zeker wanneer het nieuw opgebrachte zand anders is dan het duinzand ter plaatse. Het Handboek Zandsuppleties (1988) noemt enkele effecten van zandwinning en suppletie, maar is summier ten aanzien van de ecologische aspecten.

#### Procesbeheer voor natuurontwikkeling

Een belangrijk aspect bij de beoordeling van de mogelijkheden voor een dynamische kust is de hoeveelheid zand op de onderwateroever, het strand en in de duinen alsmede de relatie (zandfluxen) tussen die deelsystemen. Zandduinen vormen een buffer tegen extra golven en wind. De uitwisseling tussen geleidelijke opbouw van de duinen en het verdwijnen van zand bij stormen is een natuur-

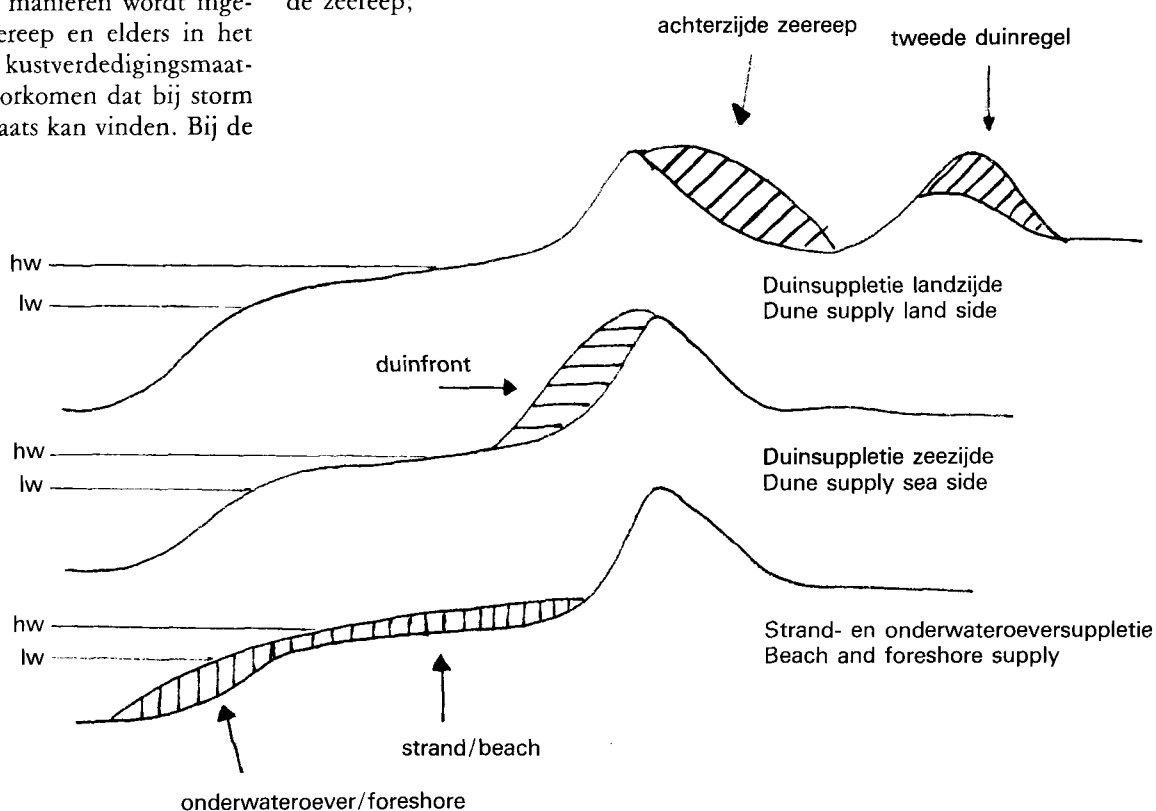


Fig. 4.  
Plaats van suppletie in het dwarsprofiel.  
Situation of sand supply in the cross-section.

hw = gem. hoogwater/mean high tide  
lw = gem. laagwater/mean low tide

lijk proces, dat zo min mogelijk verstoord moet worden ten behoeve van de morfologische stabiliteit en de ecologische diversiteit. Van vrij laten stuiven van de zeereep is momenteel in Nederland vrijwel nergens sprake. Toch heeft het systematisch planten van Helm er niet toe geleid dat de geomorfologische dynamiek van deze zone geheel is uitgebannen. Weliswaar is het wegstuiven van zand sterk verminderd, maar accumulatie van zand komt nog veel voor. Zelfs een strook van een honderd meter breedte achter de zeereep wordt op vele plaatsen gekenmerkt door zandinvang. De vegetatie bestaat uit soorten, die aan de overstuiving door zand zijn aangepast (Helm, Zandhaver (*Elymus arenarius*), Rood Zwenkgras (*Festuca rubra*)). De vegetatiebedekking is overigens laag en er vindt nog geen bodemvorming plaats.

De vrees voor verstuiving wordt mede veroorzaakt door de gevolgen die in het verleden zijn opgetreden. Belangrijke oorzaken van overmatig stuiven, waardoor soms dorpen overstoven werden, vormen ontbossing (houtroof) en overmatige begrazing. Thans is dat echter niet meer aan de orde.

### Stuiven: een voorbeeld van een natuurlijk proces

Waar verstuiving mogelijk is (bijvoorbeeld bij schaarse begroeiing), ontstaat als karakteristieke terreinvorm de stuifkuil, een ellipsvormige, holle vorm zuidwest-noordoost georiënteerd in de richting van de overheersende wind. In twee duinterreinen is de ontwikkeling van stuifkuilen periodiek gemeten: in De Blink bij Noordwijkerhout wekelijks van 1976 tot 1978 en in een deel van Meijendel halfjaarlijks sinds 1984 (Jungerius et al., 1981; Jungerius & Van der Meulen, 1985). In beide terreinen worden geen stabilisatiemaatregelen meer uitgevoerd, in De Blink zelfs niet sinds meer dan 30 jaar. In beide gevallen is de dichtheid in de orde van 1 stuifkuil per ha.

De gemiddelde stuifkuil heeft een oppervlakte van ca 400 m<sup>2</sup>. Dit komt neer op een aantasting van het duinterrein door deflatie (uitblazing) van 4%.

De toename van het aantal stuifkuilen was onregelmatig en kennelijk afhankelijk van het weer. Het ontstaan van stuifkuilen hangt misschien ook samen met watererosie (Jungerius & Van der Meulen, 1988). In de binnenduinen ontstaan zij vaak bovenaan (zuid-

zuidoost) hellingen. Eerst ontstaat er een kleine deflatieplek. Blijft het daarna vochtig weer, dan zal deze deflatieplek worden gekoloniseerd door blauw- en groenwieren (Pluis & De Winter, 1989), gevolgd door mossen en hogere planten. Het blonde zand wordt grijs van kleur en is door de algenmat en het humusgehalte niet gevoelig voor winderosie. Een dergelijke gang van zaken is in de zeereep echter niet goed denkbaar, omdat het grijze, waterafstotende zand daar ontbreekt.

De deflatieplek (maximaal 6 m) kan echter ook uitgroeien tot een stuifkuil. Stuifkuilen blijken een gemiddelde lengte van 20-25 m te hebben. De breedte is gemiddeld  $\frac{1}{3}$  van de lengte. Stuifkuilen hebben vaak steile opstaande randen gevormd in de bodems langs de lange zijden. In tegenstelling tot wat men zou verwachten, zijn het niet de stormen die veel bijdragen tot de ontwikkeling van de stuifkuilen. Weliswaar wordt er dan veel zand verplaatst, maar na de storm blijkt de stuifkuil vaak te zijn opgevuld in plaats van uitgediept. Windsnelheden tussen 6 en 12 m/s zijn het meest effectief voor het uithollen van deflatieplekken (Jungerius et al., 1981).

Door de beperkte strijklengte bereikt de wind binnen een stuifkuil slechts een fractie van zijn potentiële transportvermogen. De berekening van zandtransport uit windsnelheden zoals voor het strand is gedaan (Adriani & Terwindt, 1974), levert voor de buitenduinen dan ook veel te hoge waarden op (Rutin, 1983).

Er is een aantal stabilisatiemechanismen dat de groei van stuifkuilen kan doen stoppen: de accumulatiezone aan de lijzijde waar Helm vitaal groeit en het uitstuivende zand vastlegt. Aan de loefzijde kan de wind nog zonder zand al zijn energie gebruiken voor erosie. Deze groei 'tegen de wind in' kan doorgaan totdat de beginhelling tot zo'n 6 tot 12 graden is afgevlakt. Dan wordt de erosie sterk vertraagd, waarschijnlijk omdat de turbulentie wordt onderdrukt, en kunnen algen weer een rol spelen bij de stabilisatie.

Toch kunnen stuifkuilen uitgroeien tot veel grotere stuifvlaktes. Dit kan gebeuren als de rug waarin de stuifkuil zich heeft gevormd, aan de lijzijde een helling vertoont van 6 tot 12 graden (Noest, 1987). Dit is de hoek waaronder door de wind in saltatie meegevoerde

zandkorrels neerkomen (Bagnold, 1954) en vormt daarmee de ideale transporthelling voor wind. Het zand dat nu uit de kuil wordt geblazen, blijft niet op deze helling liggen maar stuift eroverheen. Is deze ontwikkeling niet gewenst, dan kan de beheerder ingrijpen, omdat de topografische randvoorwaarden bekend zijn. Stuifvlaktes meten 100 m of meer, maar tenslotte eindigen zij tegen de volgende duinrug.

Wat is hiervan nu op de zeereep van toepassing? De geomorfologische processen werken hier waarschijnlijk volgens dezelfde wetmatigheden als in de binnenduinen en dezelfde hellingshoeken zijn ook hier relevant. In andere opzichten zijn er grote verschillen. Het zand is hier niet humushoudend, zodat het sneller door de wind zal worden opgenomen. Ook is de wind veel sterker en is er vaak een schaarse bodembegroeiing. In tegenstelling tot de binnenduinen mag ervan worden uitgegaan, dat verstuiving in principe overal zal optreden, tenzij de kolonisatie door Helm snel genoeg verloopt. Omdat de oppervlakte van het zand minder door bodemvorming gefixeerd is, zullen de randen van eenmaal ontstane stuifkuilen minder scherp gedefinieerd zijn.

De groei tegen de wind in is voor de zeereep minder relevant, omdat de verstuiving doorgaans aan de buitenzijde van de zeereep zal beginnen. Door de lage ligging zal de verstuiving relatief gemakkelijk door kunnen gaan tot op de grondwaterspiegel. De begrenzing aan de lijzijde met een accumulatiezone, door Helm gekoloniseerd, zal ook hier niet ontbreken. Maar de wind zal zich gemakkelijker een weg eromheen zoeken, zodat de erosie aan die zijde niet zal ophouden. Daarom zullen stuifkuilen langer zijn, wat een langere strijklengte voor de wind en dus ook weer een sterkere deflatie zal betekenen. In dit dynamische milieu zullen algen zich moeilijk kunnen vestigen.

Een en ander klinkt wellicht wat alarmerend, maar bedacht moet worden, dat achter de huidige zeereep het betrekkelijk gemakkelijk zal zijn om op enige afstand van de kust, waar het windregime aanmerkelijk aan kracht heeft ingeboet, door stabilisatiemaatregelen ongewenste uitbreiding van de deflatievormen te voorkomen. Ook kan worden ingegrepen om bepaalde, geomorfologisch gezien kritische hellingshoeken te vermijden. De winst is een

aanmerkelijk gevarieerder zeerepenland-  
schap dan wij nu langs de kust aantref-  
fen.

Van der Meulen & Van der Maarel  
(1989) geven naast gecontroleerd laten  
stuiven nog een aantal mogelijkheden  
van meer dynamisch beheer, waarbij in  
geomorfologisch en ecologisch opzicht  
waardevolle structuren ontstaan: kustlijn  
plaatselijk laten terugtrekken; het laten  
ontstaan van sluffers en laten ontstaan  
van een gekerfde zeereep. Daarnaast  
kunnen landschappelijke afwerking van  
duinverzwaringen en natuurtechnische  
milieubouw bijdragen aan de ontwikke-  
ling van meer natuurlijke kustvormen.  
Voorts zou bij het opnieuw in profiel  
brengen van de zeereep plaatselijk ook  
aan het volgende gedacht kunnen wor-  
den: door zand achter de zeereep uit te  
schuiven ontstaan secundaire natte duin-  
valleien (Bakker, mond. med.).

### Natuurbeleid; beleid grote een- heden natuur

Van belang is dat in bestaande procedu-  
res, regelingen en overlegkaders meer  
plaats ingeruimd wordt voor de huidige  
ecologische kennis en voor de mogelijk-  
heden die de natuurtechniek biedt. Bij  
vroegtijdige verkenning van de moge-  
lijkheden kan veelal werk met werk ge-  
maakt worden zonder dat er van meer-  
kosten sprake hoeft te zijn.

Uit de verspreidingskaart van  
zeldzame en vrij zeldzame soorten plan-  
ten (fig. 5) blijkt dat het Nederlandse  
duingebied rijk is aan plantesoorten.  
Ook blijkt dat de botanisch gezien waar-  
devolle gebieden vaak niet geïsoleerd  
voorkomen. Het van nature gebundelde  
voorkomen van waarden pleit voor het  
tot stand brengen van grote aaneenge-  
sloten eenheden natuurgebied. Voorts  
zou het zo moeten zijn, dat wat orga-  
nisch bij elkaar hoort, nl. de landschap-  
pelijke ontwikkeling (opbouw/afbraak)  
zee-land, ook planologisch in één be-  
heersgebied ligt (fig. 6). Door het creë-  
ren van grote beheerseenheden, die aan  
de structuur van het landschap zijn aan-  
gepast, kan de planologie bijdragen aan  
een optimaal kustduinbeheer. Kunstma-  
tige beheersgrenzen zullen zo min mo-  
gelijk de landschapsontwikkeling mogen  
beïnvloeden.

Gezien de hoofdstructuren van  
onze kust en de processen die daarin een  
rol spelen, zullen dergelijke grote be-  
heerseenheden minimaal een oppervlak-  
te van 2 à 5.000 ha beslaan. Het rijksbe-

| klasse | aantal<br>soorten |
|--------|-------------------|
|        | 1- 50             |
| 2      | 51- 75            |
| 3      | 76-100            |
| 4      | 101-125           |
| 5      | 126-150           |
| 6      | 151-175           |



Fig. 5 Verspreidingskaart van zeldzame en vrij zeldzame soorten planten (de groep) die wordt behandeld in deel 2 van de Atlas van de Nederlandse Flora). Per gebied van vijf bij vijf km is nagegaan hoeveel er van dergelijke soorten voorkomen. Dat aantal is door middel van een frekwentieschaal (1-6) weergegeven. Het materiaal werd ter beschikking gesteld door mw drs C. Plate (CBS). (uit: Van der Meijden, Duin 1987).

Map with (very) rare species of plants.

leid geeft deze beleidslijnen al aan.

### Dynamisch kustbeheer

De laatste jaren zijn zogenaamde zand-  
suppleties meer en meer in zwang geko-  
men om plaatselijke kustachteruitgang  
als gevolg van erosie te compenseren.  
Daarnaast worden strand- en onderwa-  
teroversuppleties overwogen die uit een  
oogpunt van kustmorphologie en behoud  
en ontwikkeling van natuur- en land-  
schapswaarden goede perspectieven lij-  
ken te bieden, omdat dan niet in het ter-  
restrische milieu hoeft te worden inge-  
grepen.

In het kader van de Discussienota  
Kustverdediging is een uitgebreide be-  
leidsanalytische studie verricht, waarbij  
ook naar de effecten van verschillende  
methoden van kustverdediging op de  
natuurwaarde en de verschillende ge-  
bruiksfuncties van de duinkustzone is  
gekeken.

Zijn er grondregels voor dyna-  
misch kustbeheer te formuleren? Het  
gaat er vooral om zoveel mogelijk ge-  
bruik te maken van de ter plaatse heer-  
sende kustprocessen. Een eenvoudige en  
bruikbare indeling is die van Valentin  
(King, 1972). King maakt onderscheid

tussen enerzijds dalende en rijzende kusten en anderzijds eroderende of aangroeiende kusten. Beide processen kunnen elkaar nog versterken of verzwakken. De belangrijkste vraag is: is er landverlies of landwinst?

Deze dynamische indeling is aantrekkelijk, omdat zij zowel voor technici, planologen en ecologen hanteerbaar is.

### 1. Wat zijn de mogelijkheden voor natuurontwikkeling bij een aangroei kust?

a. ontstaan van strandvlaktes en spontane primaire duinvorming. Voor natuur heeft dit dan pas zin als het "nieuwe land" ook als natuurgebied beheerd gaat worden en niet ten prooi valt aan allerlei andere activiteiten. Wanneer er achter een primaire duinrug een onvolle-

dig afgesnoerde strandvlakte ontstaat, dan kan van een slufersituatie gesproken worden (voorbeeld: Kwade Hoek op Goeree).

b. ook kan men het geomorfologisch proces een "handje" helpen. Door aanleg van nieuwe stuifdijken kan primaire duinvorming bevorderd worden. Er kunnen eventueel afgesnoerde vochtige primaire duinvalleien ontstaan. Op deze wijze vormt zich langzamerhand een grootschalige afwisseling tussen droog en nat, en zout en zoet. Deze afwisseling in abiotische milieus gaat ook gepaard met een grote rijkdom aan planten en dieren. Er kan naar het ontwikkelen van deze ecologische variatie gestreefd worden. Aangroei-kusten zijn zeldzaam geworden en komen nog slechts geïsoleerd voor.

Vaak in de buurt van (niet getemde) riviermondingen. Met het laten ontstaan van primaire duinvormen als hierboven geschetst zijn minstens enkele 10-tallen jaren gemoeid. Beheer en beleid zullen daarop dus ingesteld moeten zijn. In Nederland en ook andere kustduingebieden van de wereld is erosie echter de hoofdtendens.

### 2. Wat zijn de mogelijkheden voor natuurontwikkeling bij een afslagkust?

Het doorbreken van zwakke zeerepen en ontstaan van slufers. Er zullen dan wel essentiële waterkeringen op een andere plaats (landinwaarts) in het duin aanwezig moeten zijn om de veiligheid te waarborgen. Mogelijk kunnen bestaande primaire duinvalleien achter de zwakke zeerepen periodiek door zeewater overspoeld worden. De voor- en nadelen moeten tevoren grondig tegen elkaar worden afgewogen. In geval van nog aan te brengen verzwareningen kan overwogen worden deze verder naar achteren in het duin aan te brengen en zodoende de zone ervoor mogelijkheden te geven voor dynamische kustontwikkeling, op voorwaarde dat de functies in deze zone dit toelaten of verplaatsbaar zijn naar elders. Ook deze opties gelden voor de middellange tot lange termijn.

### 3. Is er nog een andere mogelijkheid zonder rekening te houden met processen van aangroei of afslag?

Wanneer optie 1 en 2 niet gerealiseerd kunnen of hoeven te worden, bestaat altijd de mogelijkheid het landschap in de duinen zelf te verjongen door plaatselijk te laten stuiven. Deze optie geldt voor de korte termijn: stuifkuilen zullen al na enkele jaren ontstaan (bv in Meijendel en De Blink).

Bij het streven naar dynamisch kustbeheer is het van belang om langs de Nederlandse kust een grootschalige afwisseling te bevorderen met overgangen van droog-nat, zout-zoet, jonge en oude duinecosystemen (tabel onder fig. 1; Beijersbergen, dit nummer).

Wanneer dit op verschillende plaatsen langs de kust gebeurt, is de kans geringer dat er geïsoleerde populaties van soorten ontstaan, die zich niet meer kunnen uitbreiden. De variatie aan milieus moet niet kunstmatig tot stand komen op plekken waar de planologie ruimte geeft, maar zou zich bij voorkeur juist daar moeten ontwikkelen waar de

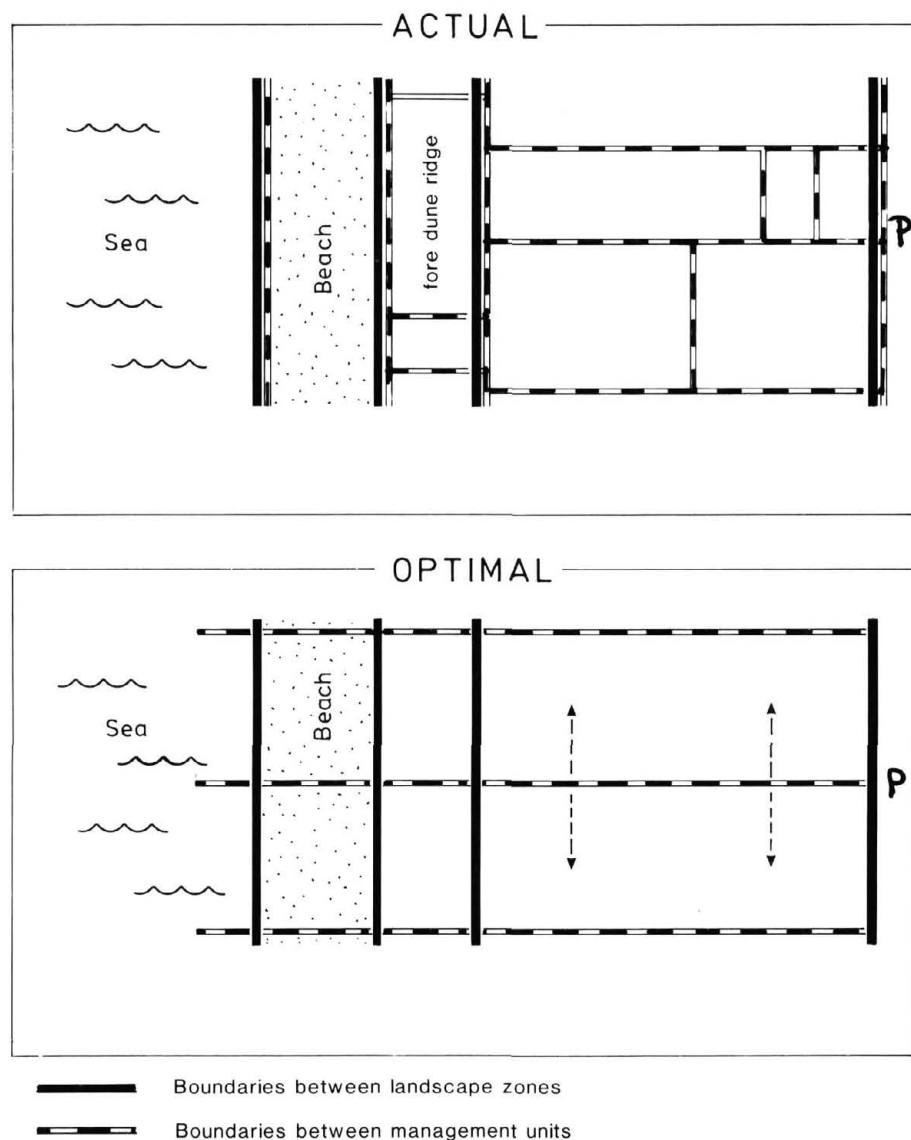


Fig. 6. Grenzen van beheerseenheden en landschapszones: actuele (boven) en optimale (onder) situatie. <-----> verbindt gebieden tot grotere beheerseenheden langs de kust. Landschapszones v.l.n.r.: vooroevers (sea), strand (beach), zeereep (fore dune ridge), duinstrook, polder (P) (Naar Van der Meulen & Van der Maarel, 1989).

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 Zeeweringsbeleid, 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' tussen

C. J. Louis

### 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