

Kustgenese; van kustregiem tot kustregie

J. Wiersma

Kustgenese is een multi-disciplinair, nationaal onderzoeksproject. Gebaseerd op oude en nieuwe gegevens, traditionele en innoverende technieken en door een nieuwe kijk op de kust wordt een beter inzicht in en vooruitzicht op de kustontwikkeling verkregen.

De laatste decennia was er een achterstand ontstaan in onderzoek naar groot-schalige kustvormende processen, mede doordat een groot deel van de kustmorfologische know-how werd ingezet ten behoeve van waterbouwkundige werken. Het project Kustgenese richt zich sinds 1985 op de natuurlijke ontwikkeling van de Nederlandse kust en probeert inzicht te krijgen in grootschalige morfologische eenheden en kenmerken, de sturende hydro-dynamische processen en hun veranderingen en interacties. Het is een samenwerkingsverband van overheidsdiensten, universiteiten, technische instellingen, waarvoor Rijkswaterstaat als voortrekker fungeert.

Als motto en leidraad voor het project is het gezegde van Bilderdijk gekozen: 'In het verleden ligt het heden, in het nu wat worden zal.' Hiermee wordt het grote belang van de factor tijd aangegeven voor verklaring en voorspelling van het kustgedrag. In feite gaat het om processen, of de effecten daarvan, die zich afspelen op een tijdschaal van milliseconde tot millennia.

Maar ook in de ruimte is de variabiliteit van verschijnselen en processen groot. Immers, de afmeting van een zandkorrel zijn voor hydraulisch en aeolisch transport van belang, maar ook de invloed van zon en planeten voor het getij. De ruimteschaal varieert daarmee van micrometer tot bijkans lichtjaar. Essentieel is en blijft de vraag op welk schaalniveau dat onderzoek te concentreren.

In deze bijdrage zal het belang voor het kustgedrag van fenomenen en processen op verschillende tijd- en ruim-

teschalen worden geïllustreerd. Uitvoering informatie over het project en over tot nu toe verkregen resultaten is opgenomen in Kustgenese fase I (1987) en in de onderbouwende nota's bij Kustverdediging na 1990, Discussienota (1989); Louisse & Kuik, dit nummer.

Dynamisch kustgedrag

In tabel 1 is een niet-limitatieve opsomming gegeven van kustvormende processen en factoren van natuurlijke en anthropogene aard. De tegenwoordige kustlijn bewegingen kunnen worden beschouwd als een superpositie van bewegingen veroorzaakt door de processen en factoren op de aangegeven tijdschalen.

Momenteel neigen we er toe aan te nemen dat processen op zeer kleine tijd- en ruimteschaal verwaarloosbare interacties hebben met, en geen initiatoren zijn voor processen op de aangegeven grotere schaalniveaus. Deze veronderstelling is van belang, omdat de juistheid ervan in feite bepaalt of deterministische voorspellingen van de kustontwikkeling over een periode van enkele decennia tot 100 jaar in voldoende mate betrouwbaar zijn.

Zeespiegel

Door het afsmelten van ijskappen steeg de zeespiegel dermate snel dat daardoor de kustlijnligging dominerend

Natuurlijke oorzaken

Lange termijn (eeuwen):

(ruimteschaal : gehele kust)

- bewegingen relatieve zeespiegel
- differentiële bodembewegingen
- langdurige klimaatsveranderingen
- beschikbaarheid van sediment
- paleomorfologie

Middellange termijn (ca 10 - 100 jaar):

(ruimteschaal : enkele tientallen km)

- kleine, tijdelijke klimaatsveranderingen
- zandgolven
- getijgeulmigratie in buitendelta's

Korte termijn (tot ca 10 jaar):

(ruimteschaal : enkele km)

- kleine veranderingen in hydraulische en meteorologische omstandigheden
- verplaatsing brandingsruggen
- dynamische evenwichten

Menselijke invloed

Lange en middellange termijn:

- voortdurend kustbeheer: duinonderhoud
dijkenbouw
strandhoofden
- kustwerken: aanleg havendammen
inpolderingen
afsluiten zeegaten
- verwaarlozen kustbeheer: dijkdoorbraken
ernstige duinafslag
- bodemdaling: ontwatering veengebieden
gaswinning
- versnelde zeespiegelstijging

Korte termijn:

zandsuppleties

Tabel 1. Tijd- en ruimteschalen in het dynamische kustgedrag. Uit: A. Stolk 1989.

werd bepaald. In het Vroeg-Atlanticum, zo'n 8000 jaar geleden, bedroeg die stijging zo'n 1,5 m/eeuw. Een mesolitische jager op de toen nog grotendeels droog liggende Noordzee-bodem zag de kustlijn gedurende z'n leven kilometers oprukken.

Naar recentere tijd neemt de stijging van het zeeniveau af met kleine fluctuaties in de stijgsnelheid. Langs de Nederlandse kust bedraagt de rijzing sinds de Romeinse tijd ongeveer 1-1,5 m of wel ca 5 cm/eeuw. In de afgelopen 100 jaar is ca 20 cm relatieve zeespiegelrijzing gemeten, hetgeen een duidelijke trendbreuk met de voorgaande 2 millennia kan betekenen.

Ofschoon reeds een mondiale temperatuurstijging wordt gemeten, is een relatie met de waargenomen versnelde zeespiegelrijzing niet vastgesteld. Uit een recente analyse van geselecteerde getij-waarnemingen menen Peltier en Tushingham (1989) echter voor die relatie al wel aanwijzingen gevonden te hebben. Veel factoren bepalen namelijk de relatieve zeespiegelbeweging. Daardoor is het niet uit te sluiten, dat de nu langs onze kust waargenomen rijzing niet, of niet alleen, door het broeikaseffect wordt veroorzaakt, maar een natuurlijke oorzaak heeft. Dit zou dan gevolgen hebben voor scenario's met betrekking tot toekomstige zeespiegelveranderingen en daarmee op het kustgedrag. Onderzoek naar dergelijke natuurlijke oscillaties wordt door de Rijks Geologische Dienst op de Waddeneilanden uitgevoerd.

Een belangrijke factor, die de mate van relatieve zeespiegelrijzing beïnvloedt, is de 'absolute' bodembeweging. Uit een analyse van de resultaten van waterpassingen uit de periode 1926-1987 is door de Meetkundige Dienst (RWS) recent vastgesteld dat de kustzone in de kop van Noord-Holland meer dan 6 cm/eeuw daalt ten opzichte van het centrale deel van de Hollandse kust. Deze differentiële bodembeweging houdt in, dat er langs de kust een zandtransportgradiënt gegenereerd wordt, die in dezelfde orde van grootte ligt als het golf gedreven langtransport.

Morfologie

Verhoudingsgewijs is de ligging van de kustlijn en het kustprofiel langs de Nederlandse kust goed gedocumenteerd en vastgelegd. Door historisch-geografische kaartanalyse kon Ligtendag (1987) de kustligging reconstrueren voor de peiljaren 1600 en 1750. Een algemene indruk daaruit is, dat de mate van kusterosie in de tijd afneemt. Waarschijnlijk heeft voortdurend kustbeheer hierbij een rol gespeeld.

Sinds het midden van de vorige eeuw worden de posities van de gemiddelde laagwaterlijn, hoogwaterlijn en duinvoet ingemeten ten opzichte van een door strandpalen gemarkeerde referentielijn, de RSP-lijn. In figuur 1 is voor de Hollandse kust de ligging van de duinvoet in de tijd als glijdend gemiddelde over perioden van 10 jaar weergegeven. Delen van dit diagram gelegen boven het referentie niveau van 1857 ge-

ven erosie, achteruitgang van de duinvoet aan. Beneden dit vlak zijn kustvakken aangegeven met een stabiele tot aangroeiende duinvoet, zoals de aanwas en aanwinning bij Hoek van Holland.

Belangrijk is, dat in dit diagram duidelijk wordt, dat althans gemiddeld over de aangegeven periode en langs de Hollandse kust een grote ruimtelijke variabiliteit, maar een vrij tijd-persistent gedrag zich voordoet. Tot voor kort gebruikelijke toepassing van traditionele zandtransport-modellen kan dit patroon niet verklaren. Vanaf 1964 wordt jaarlijks het profiel van zeereep, strand en onderwateroever opgemeten in raaien om de 250 m tot 800 m zeewaarts van de RSP-lijn. Het hierdoor opgebouwde gegevens-bestand (Jarkus-bestand) kan voor velerlei doelen worden benut, zoals voor 3-dimensionale presentaties in tijd of ruimte. In figuur 2 is een 3-dimensionale-ruimte diagram weergegeven van het kustvak tussen Den Helder en IJmuiden tot ca 800 m uit de laagwaterlijn. Deze lijn komt overeen met de aangegeven begrenzing bij Petten, de Hondsbossche en Pettemerzeewering.

Opvallend is de voor deze zeewering gelegen depressie, indicatief voor een ander hydraulisch klimaat. Goed herkenbaar in het diagram zijn ook de schuin op de kustlijn georiënteerde kamlijnen van de brandingsruggen. Deze ruggen verplaatsen zich zeewaarts met een periodiciteit van 15-20 jaar tussen Bergen en IJmuiden en van 4-5 jaar tussen IJmuiden en Scheveningen (Bakker & De Vroeg, 1988).

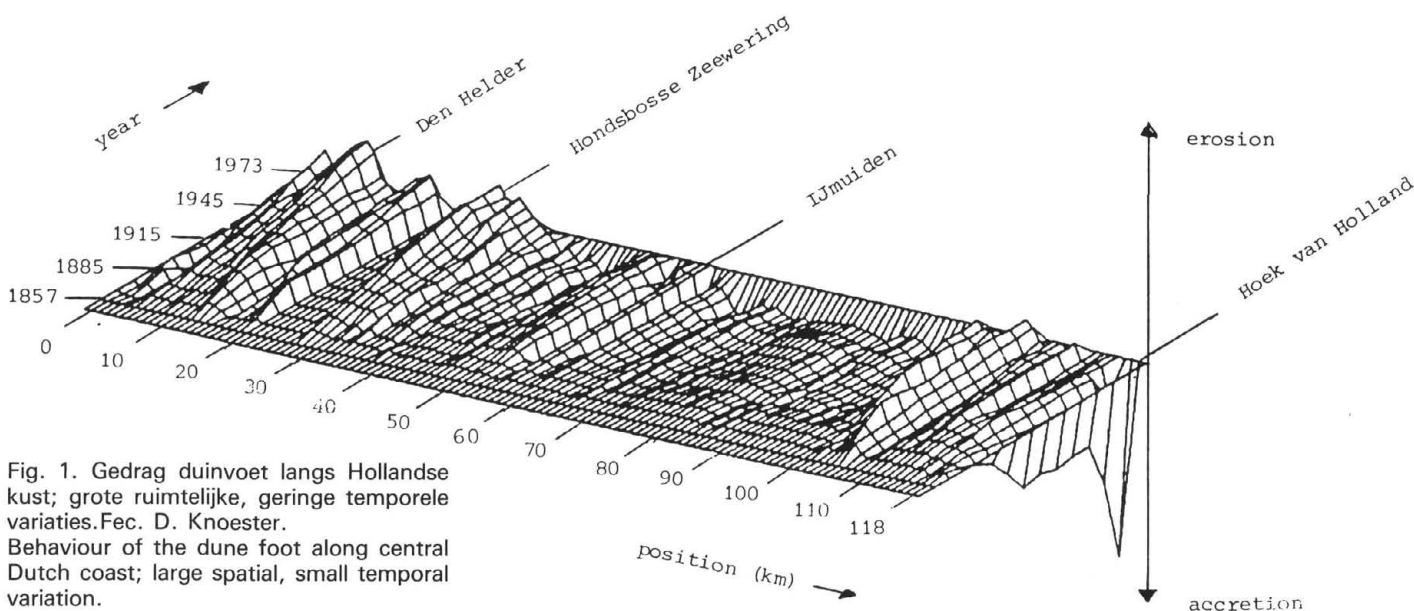
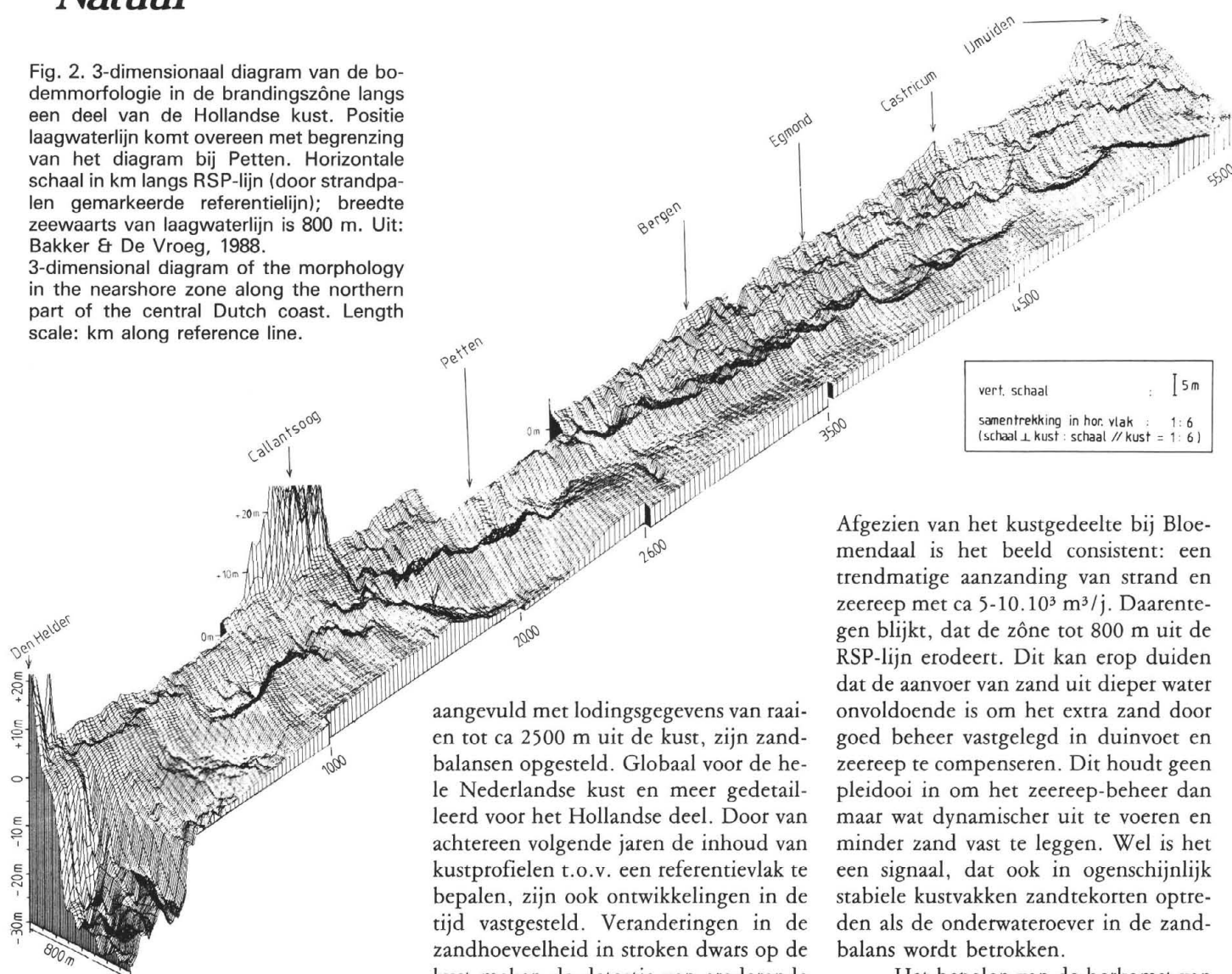


Fig. 1. Gedrag duinvoet langs Hollandse kust; grote ruimtelijke, geringe temporele variaties. Fec. D. Knoester.
Behaviour of the dune foot along central Dutch coast; large spatial, small temporal variation.

Fig. 2. 3-dimensionaal diagram van de bodemmorfologie in de brandingszone langs een deel van de Hollandse kust. Positie laagwaterlijn komt overeen met begrenzing van het diagram bij Petten. Horizontale schaal in km langs RSP-lijn (door strandpalen gemarkeerde referentielijn); breedte zeewaarts van laagwaterlijn is 800 m. Uit: Bakker & De Vroeg, 1988.

3-dimensional diagram of the morphology in the nearshore zone along the northern part of the central Dutch coast. Length scale: km along reference line.



aangevuld met lodingsgegevens van raaien tot ca 2500 m uit de kust, zijn zandbalansen opgesteld. Globaal voor de hele Nederlandse kust en meer gedetailleerd voor het Hollandse deel. Door van achtereenvolgende jaren de inhoud van kustprofielen t.o.v. een referentievlaak te bepalen, zijn ook ontwikkelingen in de tijd vastgesteld. Veranderingen in de zandhoeveelheid in stroken dwars op de kust maken de detectie van eroderende of sedimenterende gebieden mogelijk.

Als voorbeeld van de jaarlijkse verlies- en winstrekening is een deel van het kustvak van Rijnland afgebeeld in figuur 3, ontleend aan De Ruig (1989).

Afgezien van het kustgedeelte bij Bloemendaal is het beeld consistent: een trendmatige aanzanding van strand en zeereep met ca $5-10 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{j}$. Daarentegen blijkt, dat de zone tot 800 m uit de RSP-lijn erodeert. Dit kan erop duiden dat de aanvoer van zand uit dieper water onvoldoende is om het extra zand door goed beheer vastgelegd in duinvoet en zeereep te compenseren. Dit houdt geen pleidooi in om het zeereep-beheer dan maar wat dynamischer uit te voeren en minder zand vast te leggen. Wel is het een signaal, dat ook in ogenschijnlijk stabiele kustvakken zandtekorten optreden als de onderwateroever in de zandbalansen wordt betrokken.

Het bepalen van de herkomst van het zand, van de transportbanen, is nog steeds problematisch. Onderzocht wordt of het mogelijk is een verband te leggen tussen schelpassociaties op het strand en de biotoop van de aangetroffen schel-

Zandbalans

Van het grootste belang voor het verklaren en voorspellen van de kustontwikkeling is de zandhuishouding van de kustzone. Gebaseerd op het Jarkus-bestand,

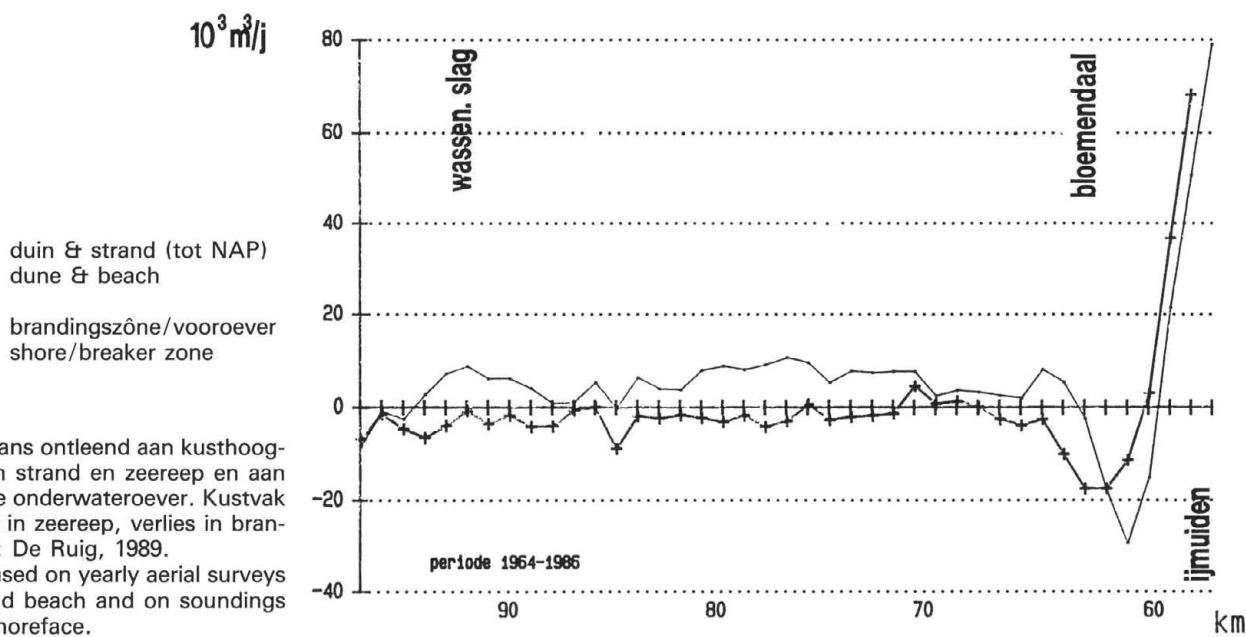


Fig. 3. Zandbalans ontleend aan kusthoogtemetingen van strand en zeereep en aan lodingen van de onderwateroever. Kustvak Rijnland: winst in zeereep, verlies in brandingszone. Uit: De Ruig, 1989. Sandbudget based on yearly aerial surveys of foredune and beach and on soundings of the upper shoreface.

pen. Dit zou een indicatie van transportweg en aanvoer condities, ook voor het strandzand, in kunnen houden.

Een andere mogelijkheid is gelegen in het gebruikmaken van de natuurlijke radio-activiteit van strand- en duinzand. Hoopgevende resultaten zijn bereikt (De Meijer et al, 1989).

Vanzelfsprekend zijn de zandbalansen ook gebruikt om bestaande zandtransportmodellen te valideren en om, mede op grond van nieuw verkregen kennis over aard en omvang van het kustsysteem, nieuwe conceptuele modellen op te stellen. Met deze modellen, waarin overigens nog een groot aantal veronderstellingen en niet geverifieerde benaderingen over fysische processtelsels is opgenomen, zijn transportberekeningen uitgevoerd. Daarop gebaseerd is, samengevat in Stive (1989), een vooruitzicht gegeven op de grootschalige kustontwikkeling in de komende 100 jaar.

Niet in de laatste plaats

Als we het kustregiem, de bepalende fysische processen daarin en de al dan niet veranderende randvoorwaarden kennen, kunnen we ook aangeven hoe de kustregie, het kustbeheer gevoerd moet worden. Op welke wijze er dan geregisseerd kan worden, wordt mede bepaald door het decor. De strekking van het te registreren stuk zal mijns inziens duidelijk

zijn en blijven: de primaire functie van zeereep, en onlosmakelijk daarmee verbonden van strand en onderwateroever, als (hoog)waterkering handhaven. We moeten ons er voor blijven hoeden dat het kustregiem niet zelf de regie gaat voeren.

Literatuur

Bakker, W. T. & J. H. de Vroeg, 1988. Coastal modelling and coastal measurement in The Netherlands. In: A. de Graauw & L. Hammen (ed.). Prototype measurements to validate numerical models of coastal processes, Grenoble: 5-25.

Kustgenese fase I, 1987. Grootschalige vorming en ontwikkeling van de Nederlandse kust. Vorming en toetsing van hypothesen. Hoofdrapport, deelrapporten I-V. Rijkswaterstaat, Den Haag.

Kustverdediging na 1990; Discussienota, 1989. Overzicht technische onderbouwing, 20 technische rapporten (TR-nota's). Rijkswaterstaat, Den Haag.

Ligtendag, W. A., 1987. Van IJzer tot Jade. Een reconstructie van de zuidelijke Noordzeekust in de jaren 1600 en 1750. Intern rapport, Universiteit van Amsterdam, Historisch-Geografisch Seminarium.

Meijer, R. J. de, L. W. Put, R. D. Schuiling, J. H. de Reus & J. Wiersma, 1989. Natural radioactive heavy minerals in sediments along the Dutch coast. Proceedings KNGMG Symposium 'Coastal Lowlands, Geology and Geotechnology' 1987: 355-361.

Peltier, W. R. & A. M. Tushingham, 1989. Global sea level rise and the greenhouse effect: might they be connected? Science, 244: 806-810.

Ruig, J. H. M. de, 1989. De sedimentbalans van de gesloten Hollandse kust over de periode 1963 tot 1986. Rijkswaterstaat; Dienst Getijdewateren, Den Haag/Directie Zee-land, Middelburg; Nota GWAO-89.016/ZL-NXL-89.42.

Stive, M. J. F., 1989. Kustverdediging na 1990. Technische rapport 5. Voorspelling ontwikkeling kustlijn 1990-2090. Rijkswaterstaat, Den Haag.

Stolk, A., 1989. Kustverdediging na 1990. Technisch rapport 1. Zandsysteem kust, een morfologische karakterisering. Rijkswaterstaat, Den Haag.

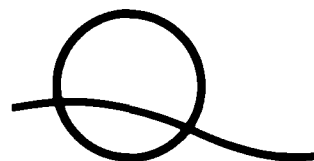
Summary

Coastal genesis

Coastal Genesis (Kustgenese) is a multidisciplinary research project in the field of coastal morphology. Studies on large scale temporal and spatial coastline behaviour are carried out to describe the morphodynamics and to explain and predict coastline changes. Attuned to the results large scale coastal maintenance and defence strategies will be developed. Examples to elucidate working methods and results are presented.

dr J. Wiersma
Directie Noordzee (RWS)
Koopmansstraat 1
2280 HV RIJSWIJK (ZH)

Natuur en Milieu Tussen Beleid en Beheer vormt



LB&P

de schakel

- met inventarisaties en karteringen van flora en fauna;
- met ecohydrologisch en bodemkundig onderzoek;
- met bosbouwkundig onderzoek;
- met recreatie-gedragsonderzoek;
- met effecten- en "monitor"-onderzoek;
- met het opstellen van beheersvisies, beheers- en inrichtingsplannen;
- met educatie, advies en begeleiding.

LB&P, bureau voor landschaps-oecologisch onderzoek b.v.

Eursingerweg 3 Postbus 169 9410 AD BEILEN tel 05930 - 5666 fax 6080