

Ruimte in het kustonderzoek

P.G.E.F. AUGUSTINUS

Universiteit Utrecht



UITGAVE

© 1999 - Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen
Universiteit Utrecht

GRAFISCHE VORMGEVING

KartLab - Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen

TYPOGRAFIE

Adobe Caslon

DRUK

Bergdrukkerij - Amersfoort

OPLAGE

600 exemplaren

Ruimte in het kustonderzoek

REDE UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET AMBT VAN HOGLERAAR
IN DE FYSISCHE GEOGRAFIE, IN HET BIJZONDER DE PROCESKUNDE
AAN DE UNIVERSITEIT UTRECHT OP WOENSDAG 24 NOVEMBER 1999

P.G.E.F. AUGUSTINUS

INHOUD

1 - INLEIDING

pagina 5

2 - FYSISCH GEOGRAFISCH KUSTONDERZOEK

pagina 5

3 - GEDRAG SURINAAMSE KUST

pagina 6

4 - DE SCHONE KUST VAN HOLLAND

pagina 10

5 - RUIMTE IN HET KUSTONDERZOEK

pagina 14

6 - SAMENWERKING IN KUSTONDERZOEK

pagina 15

7 - SLOTWOORD

pagina 16

I - INLEIDING

*Mijnheer de Rector Magnificus,
leden van het College van Bestuur,
collega's hoogleraren en overige medewerkers
van de universitaire gemeenschap.
Zeer gewaardeerde toehoorders,
Dames en Heren.*

Door de eeuwen heen zijn kusten altijd aantrekkelijke woongebieden geweest. De belangrijkste redenen daarvoor zijn de specifieke natuurlijke hulpbronnen en de economische activiteiten die gebonden zijn aan de nabijheid van de zee, zoals scheepvaart, kust- en zeevisserij, toerisme enzovoort. Daarenboven zijn, met name in sedimentaire kustgebieden, de bodems gewoonlijk zeer geschikt voor landbouw.

Met een nog steeds groeiende wereldbevolking zal de druk op het gebruik van ruimte en natuurlijke hulpbronnen in kustgebieden eerder toe dan afnemen. We hoeven niet ver van huis te gaan om de relevantie van het bovenstaande in te zien. Het overgrote deel van de Nederlandse bevolking woont en werkt in het kustgebied van Zuid- en Noord-Holland, wat een groot beslag legt op de beschikbare ruimte voor woningbouw en infrastructuur. Tevens ligt hier het economisch hart van Nederland, waaraan bij voorbeeld de aanwezigheid van grote zeehavens en de nationale luchthaven een niet onbelangrijke bijdrage leveren. Plannen voor uitbreiding daarvan zijn met enige regelmaat aan de orde.

Het toenemende gevecht om de afnemende ruimte en de schaarser wordende natuurlijke hulpbronnen in het kustgebied vereist planning en beheer om de ontwikkelingen op een verantwoorde wijze te kunnen sturen. Belangrijk daarbij is ook de, al dan niet mede door de mens veroorzaakte, versnelde stijging van de zeespiegel, die binnen het kustbeheer van met name laaggelegen kustgebieden, extra nadruk zal leggen op de kustbescherming.

De inrichting en het beheer van kustgebieden vergen onderbouwend onderzoek vanuit de verschillende betrokken disciplines om een juiste afweging te kunnen maken tussen verschillende aspecten als veiligheid, recreatie, toerisme, natuur, economie. Ruimtelijke patronen nemen hierbij een vooraanstaande plaats in. In het navolgende wil ik U in algemene zin een beeld scheppen van de bijdrage daaraan van het fysisch geografisch kustonderzoek aan de Universiteit Utrecht. Dit onderzoek beperkt zich tot sedimentaire kusten. Rotskusten met steile kliffen hebben veelal weinig aan-

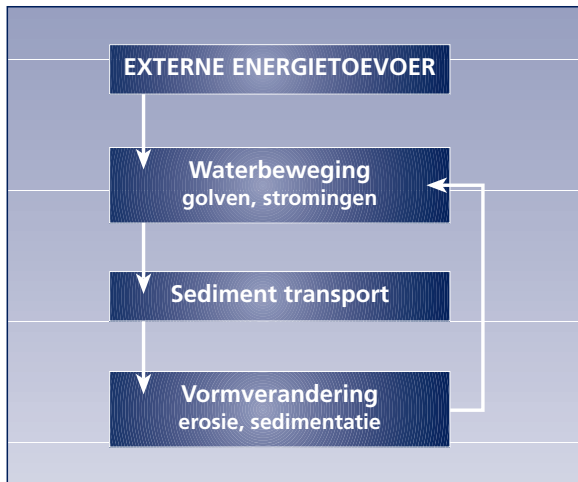
trekkingskracht uitgeoefend op mensen, met uitzondering van toeristische activiteiten. Daarenboven worden dergelijke kusten nauwelijks bedreigd door een stijging van de zeespiegel, zoals die thans wordt ingeschat.

2 - FYSISCH GEOGRAFISCH KUSTONDERZOEK

Het fysisch geografisch onderzoek van de richting Proceskunde richt zich in hoofdzaak op morfologische veranderingen van kusten, met inbegrip van riviermondingen en estuaria. Zowel statische als dynamische factoren zijn daarbij belangrijk. De dynamica van kustgebieden richt zich op de huidige veranderingen in kustvorm. In hoofdzaak zijn die terug te voeren op processen van sedimentatie en erosie, waarbij waterbeweging en materiaaltransport belangrijke onderliggende processen zijn. De statische factoren komen voort uit de geologische opbouw en het paleorelief van de kustvlakte. In Nederland, bij voorbeeld, gaat het dan met name om de Kwartairgeologische opbouw met inbegrip van de vormenwereld, het sediment, waaruit die is opgebouwd en de relevante paleokustlijnen. Statische factoren fungeren veelal als randvoorwaarden voor de huidige morfologische veranderingen. Voor een goed begrip van de kustontwikkeling is dan ook zowel kennis van de statica als van de dynamica van kustgebieden van belang.

Beide aspecten hebben een duidelijke ruimtelijke component en lenen zich voor geografische beschouwingen. Paleoreconstructies van geologische ontwikkelingen die zich in een gebied hebben voorgedaan roepen een geografisch beeld op uit een ver verleden. Actuele morfologische veranderingen worden bewerkstelligd door transportprocessen die ruimtelijke betrekkingen onderhouden tussen een herkomstgebied en een bestemming. Procesmatig gezien spelen deze gebeurtenissen zich af binnen een zogeheten morfodynamisch systeem (Figuur 1). Onder invloed van sturende krachten brengen getijden, golven, stromingen en wind het zeewater in beweging. De waterbeweging leidt, als kritische grenzen worden overschreden, tot sediment transport. Gradiënten in sedimenttransport kunnen vormverandering teweegbrengen. De veranderde vorm geeft op zijn beurt een terugkoppeling naar de waterbeweging. Dit morfodynamisch systeem is in principe de benadering die de Utrechtse fysisch geografen in hun kustonderzoek voor ogen staat.

Overigens is de scheiding tussen de statica en dynamica van kustgebieden minder scherp dan uit het voorgaande zou kunnen worden afgeleid. In tijd en ruimte gezien



Figuur 1
Het morfodynamisch systeem.

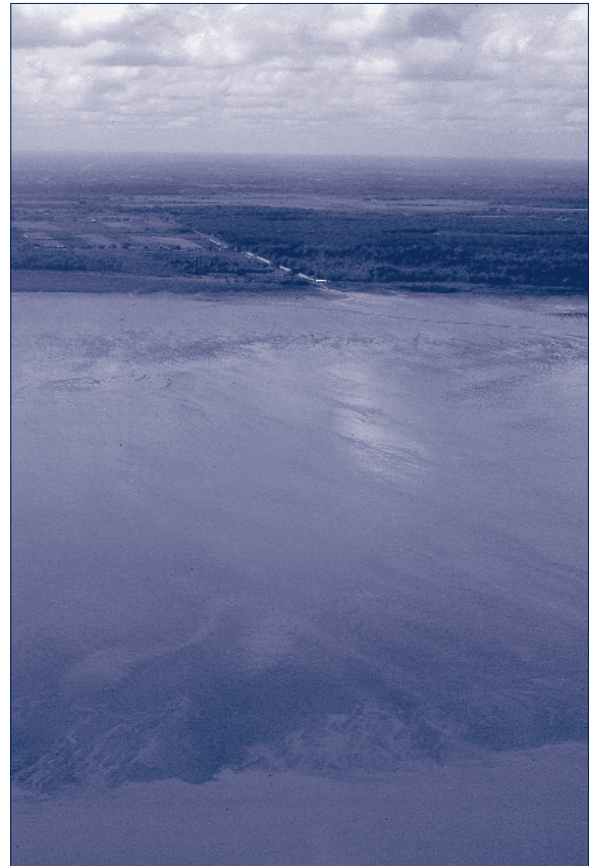
gaat de statica van een kustgebied over in de dynamica ervan. Afhankelijk van de vraagstelling kunnen kustgebieden daarom op verschillende tijd- en ruimteschalen onderzocht worden.

De laatste tien à vijftien jaar is aan dit onderwerp, met name in Nederland, veel aandacht besteed. Binnen de grenzen van het morfodynamisch systeem zijn waterbeweging en morfologische respons op elkaar afgestemd. In het geval van kleinschalige processen is dat gemakkelijk vast te stellen. Zo resulteert de activiteit van korte golven op een zandige ondergrond binnen enkele minuten in het ontstaan van een golfribbenveld, een ontwikkeling die in experimenten eenvoudig is aan te tonen. Met toenemend schaalniveau wordt de vormenwereld echter niet enkel omvangrijker, maar ook complexer. Het maakt, dat morfodynamische proces-responsrelaties op grotere tijd- en ruimteschalen nog niet, of slechts ten dele, door procesbeschrijvingen kunnen worden aangeduid. Kustgedrag, dat zich per definitie over grotere gebieden en langere perioden afspeelt, is daarom nog steeds niet goed te voorspellen (Terwindt, 1998). Bij veel kustonderzoek in Nederland wordt de tijdschaal waarop kustveranderingen zich voltrekken als maatgevend beschouwd. Vanuit menselijk perspectief is dat ook wel verklaarbaar, met name als het onderzoek direct of indirect een relatie heeft tot planning of beheer. Plannen van de overheid reiken zelden verder dan de zittingstijd van de betreffende regering. En ook als ze dat wel doen wordt veelal een tijdgrens gesteld waarover kennis van het kustgedrag moet worden ontwikkeld. De vraag is echter of die toegemeten tijd wel past bij de ruimtelijke ontwikkeling.

Voor fysisch geographen ligt hier een uitdaging. Graag wil ik deze problematiek wat diepgaander met U door-nemen. Het uitgangspunt daarbij is de ontwikkeling van een laaggelegen kustgebied: een kustvlakte. En ik wil dat uitwerken voor de kust van Suriname enerzijds en voor het centrale deel van de Nederlandse kust: de Schone kust van Holland anderzijds.

3 - GEDRAG SURINAAMSE KUST

De kust van Suriname leent zich om verschillende redenen zeer goed om als voorbeeld te dienen. Het is een matig tot lage energie kust, de hydrodynamische processen zijn vrijwel permanent vanuit dezelfde richting werkzaam en op enkele uitzonderingen na heeft de mens weinig invloed op de kust uitgeoefend. Hoe ziet de Surinaamse kust er uit?



Figuur 2
Oblique luchtfoto (1982) van een droogvallende modderbank langs de Surinaamse kust ten westen van de Suriname rivier.



Figuur 3
Oblique luchtfoto (1982) van een erosiekust met een chenier in wording langs de Surinaamse kust ten oosten van de Suriname rivier.

De kust van Suriname wordt gekenmerkt door uitgestrekte, in westwaartse richting langs de kust migrerende modderbanken, die zich onder water tot de 20 meter dieptelijn voortzetten. Ze worden van elkaar gescheiden door kustgedeelten met dieper water. Tijdens eb vallen de banken gedeeltelijk droog (Figuur 2). De hogere delen zijn veelal begroeid met mangroven. De kustlijn zelf wordt gemarkeerd door een zand- en/of schelprijs, een dunne en smalle strandrug die, vanwege de kleiige ondergrond waarop ze ligt, internationaal wordt aangeduid als 'chenier' (Figuur 3). Landwaarts er van ligt een mangrovegordel die naar mate de zoutinvloed afneemt overgaat in zoetwater moerassen.

Als we vanuit een vliegtuig naar de Surinaamse kust kijken zien we meer dan enkel de kustlijn (Figuur 4). In het vlakke kustgebied daarachter zien we opvallende begroeiingslijnen. Deze markeren oude kustlijnen, elk



Figuur 4
Oblique luchtfoto (1972) van de jonge kustvlakte in Oost Suriname. Oude kustlijnen, gekenmerkt door cheniers, zijn als lijnen met een afwijkende begroeiing in het landschap te herkennen.

op zich gekenmerkt door een chenier. De tussenliggende vlakke terreindelen zijn opgebouwd uit klei. Het geheel wekt de indruk van een kust die uitbouwt, en de vraag is gerechtvaardigd waar al dat kleiige sediment vandaan komt.

Het slib dat tot deze aangroei leidt, is vrijwel geheel afkomstig van de Amazone (Figuur 5). Deze loost op jaarbasis meer dan 1 miljard ton sediment op de Atlantische Oceaan, en ongeveer 20% daarvan wordt in westwaartse richting langs de noord kust van Zuid Amerika getransporteerd (Eisma et al., 1991). Ruwweg 150 miljoen ton in suspensie, door zwakke kustparallele stromen en 100 miljoen ton in de vorm van de eerder genoemde modderbanken. Toch is er, ondanks deze grote sedimenttoevoer, ook erosie.

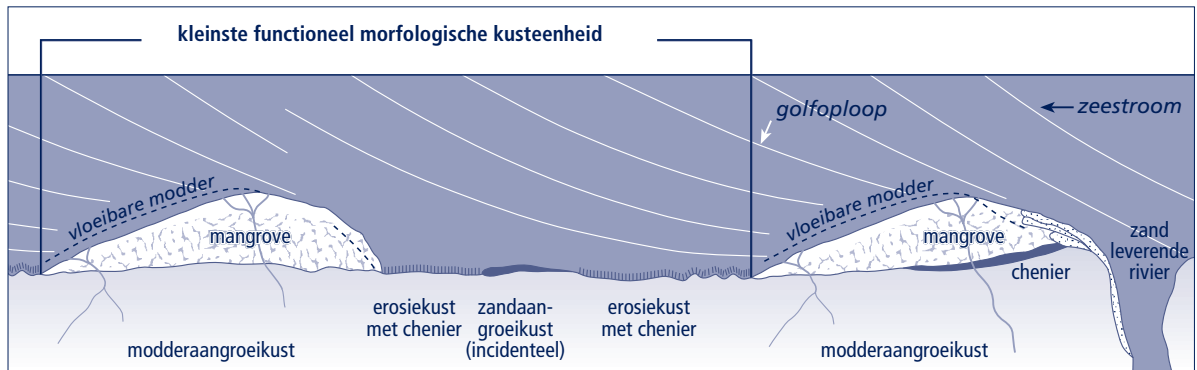
Om inzicht te krijgen in het werkelijke gedrag van de Surinaamse kust moeten we het gebied door een functioneel morfologische bril bekijken. Het valt dan op dat



Figuur 5
Verspreiding Amazone-slib in de Atlantische Oceaan, in procenten (naar Eisma et al., 1991).

het gedrag van de Surinaamse kust op de kleinste schaal gedomineerd wordt door de eerder genoemde modderbanken, die zich onder invloed van sedimentatie aan de westkant en erosie aan de oostzijde naar het westen bewegen (Augustinus et al., 1989).

Hoe gaat dat in zijn werk? Als gevolg van de hoge sliblast in het water wordt regelmatig vloeibaar slib gevormd en in de luwte van de modderbanken, op de westflank ervan afgezet (Figuur 6). Dit gebeurt vooral tijdens perioden waarin de Noordoost-Passaat krachtig



Figuur 6

Gegeneraliseerd beeld van twee modderbanken met tussenliggende interbankzone, voor een deel van de kust in Oost Suriname (met zandaanvoer uit lokale bron).

doorstaat en de turbulentie van het water hoog is. Golven die over een afzetting van vloeibaar slib de kust naderen verliezen hun energie en dempen uit. Daardoor wordt de afzetting van slib aan de westkant van de modderbanken nog verder bevorderd.

Over een modderbank naar het oosten gaande neemt de compactie van de slibafzetting toe.

Op enige kilometers afstand van de kop van de modderbank beginnen zich op de hogere delen mangroven te vestigen. Mangroven onttrekken water aan de ondergrond en bevorderen op die wijze de compactie van de afzetting. Aan de oostkant van de bank is de bodem gerijpt tot een jonge klei. Die heeft geen golfdempende eigenschappen meer en slaat onder invloed van de golfaanval af. Door aangroei van de westkant en afslag van de oostkant schuiven de modderbanken op naar het westen.

In de kustgedeelten tussen de modderbanken kunnen de golven doorlopen tot op de kust. Daar worden op de kleiondergrond strandruggen, of wel cheniers, gevormd. Het benodigde zand is óf afkomstig van de Amazone en door golfwerking uit de slibafzettingen uitgewassen, óf uit lokale bronnen aangevoerd.

De verplaatsing van het zand vindt voornamelijk plaats als stranddrift en, bij voortgaande erosie, over de chenier heen naar de landzijde er van. Circulatiestroming, gekenmerkt door zwinnen en muiën is zeldzaam en, als ze voorkomt, zwak ontwikkeld.

Direct west van de neus van een modderbank treedt extra zware afslag op. Het westwaarts getransporteerde chenier-sediment kan daar niet meer worden aangevuld omdat golven uitdempen in de vloeibare modder. Verder naar het westen gaande wordt door afslag van de oostkant van de volgende modderbank ruimte gemaakt voor en zand en/of schelpmateriaal geleverd aan de uit-

breiding van het zandstrandje. Het gedrag van de cheniers blijkt in hoge mate bepaald door het gedrag van de migrerende modderbanken.

Samenvattend is de Surinaamse kust te karakteriseren als een naar het westen verschuivende afwisseling van gedeelten waar de kust afslaat en gedeelten die uitbouwen. De kleinste functioneel morfologische kusteenheden die dit principe weerspiegeld bestaat uit een kustgedeelte waarvoor een modderbank ligt, met oostwaarts daarop aansluitend een chenier-kust.

Met behulp van luchtfotoseries uit verschillende jaren is het mogelijk geweest de westwaartse verplaatsingssnelheden van die morfologische eenheden te bepalen. Het blijkt dat de modderbanken zich met een gemiddelde snelheid van circa anderhalve kilometer per jaar naar het westen verplaatsen. De gemiddelde lengte van de morfologische eenheden door de jaren heen is ongeveer 45 kilometer. Dat wil zeggen dat een kustgedeelte, waarvoor zich een modderbank begint te vestigen, na een periode van aangroei gevolgd door een periode van afslag en chenievorming, circa 30 jaar later opnieuw zal gaan uitbouwen. Aan het einde van die 30-jarige cyclus

Tabel 1

Netto hoeveelheid fijn cohesief sediment dat op jaarbasis langs de kust van Suriname is afgezet (+) of geërodeerd (-).

	Netto hoeveelheid sediment x 10 ⁶ ton/jaar
1947 - 1957	-0,82
1957 - 1966	-1,00
1966 - 1970	+2,18
1970 - 1981	+7,61

kan voor het betreffende traject de balans worden opge-
maakt of aangroei of afslag is opgetreden.

Als we door sommatie van de resultaten van dit meso-
schaal gedrag een beeld proberen te scheppen van de
uitwerking op de totale, 338 kilometer lange Surinaamse
kust, ontstaat een opvallend beeld (Tabel 1).

Gebruikmakend van bovengenoemde luchtfoto's, blijkt dat de kust tussen 1947 en 1966 een netto afslag vertoonde; tussen 1966 en 1970 een duidelijk aangroei te zien gaf en tussen 1970 en 1981 zelfs zeer sterk aangroei. Kennelijk is er een sturende factor, die het gedrag van de kleinste functioneel morfologische eenheden zodanig richting geeft, dat op een hoger schaalniveau een eigen trend in netto aangroei of afslag ontstaat. Mijn hypothese is dat de frequentie en sterkte van de passaatwind die rol vervullen.

Een analyse van de windgegevens van het weerstation Kourou, in Frans Guyana, heeft opgeleverd dat de Noordoost-Passaat tussen 1953 en 1986, met name in het windrijke seizoen, een verschuiving in oostelijke richting laat zien. Gelijktijdig nam ook de gemiddelde sterkte toe. De door de passaat opgewekte golven zullen daardoor de Surinaamse kust, die vrijwel oost-west loopt, onder een steeds scherper hoek naderen. Als we de binnenkomende golf flux ontbinden in een kustlangse en een kustdwarse component zien we dat in de loop van de waarnemingsperiode de kustlangse component in belang toeneemt terwijl de kustdwarse component afneemt. Toegepast op de kleinste functioneel morfologische kusteenheid betekent dit een afname van de erosie aan de oostkant van de modderbanken en tussen de banken in. Gelijktijdig zal de kustlangse verplaatsing van vloeibaar slib toenemen en wordt de vorming er van bevorderd door de hogere turbulentie als gevolg van de hogere windsnelheden. Als resultaat zullen de modder-

Tabel 2

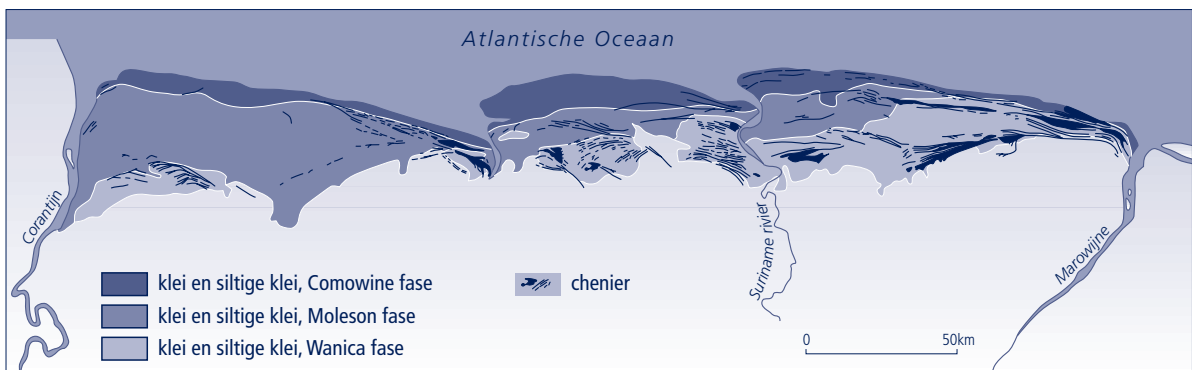
De gemiddelde lengte van de modderbanken in Suriname afgeleid uit luchtfoto's van verschillende jaren.

	lengte in kilometers
1947-1948	22,5
1957	35
1966	37
1970	43
1981	47

banken in lengte toenemen. Dit komt overeen met de waarnemingen (Tabel 2). Langere modderbanken laten zich vertalen in meer kustaanwas, hetgeen evenzeer klopt met de bevindingen. De lengte van de periode die past bij deze grootschalige kustontwikkeling is nog onbekend, maar zal waarschijnlijk in de orde liggen van vele decennia tot een honderdtal jaren.

Als in de toekomst de passaatwind weer terugkeert naar haar maximale noordelijke positie, zal het kustgedrag zich aanpassen. De kustdwarse component zal in belang toenemen, waardoor het uitwassen van zand wordt bevorderd en erosieprocessen zich steeds sterker zullen manifesteren. De modderbanken zullen korter worden, en afslag zal in toenemende mate de overhand krijgen. Nieuwe waarnemingen zijn nodig om te zien of deze ontwikkeling inmiddels heeft ingezet.

Als we de geologische ontwikkeling van het totale, 1600 kilometer lange, kustgebied tussen de Amazone en de Orinoco overzien, dan valt op dat er over de laatste 6000 jaar gerekend, netto aangroei is (Figuur 7). Ter hoogte van de Corantijn, de westelijke grensrivier van Suriname, bedraagt die kustuitbouw ruwweg 40 kilome-



Figuur 7

Geologische kaart van de mariene Jonge Holocene afzettingen in de kustvlakte van Suriname

ter. Omgerekend betekent dat een aanwas van gemiddeld zes à zeven meter per jaar. Toch blijkt de netto aangroei tot tweemaal toe te zijn onderbroken door een periode van netto erosie of non-depositie. Beide perioden worden gekenmerkt door grote chenierbundels. De zeespiegel vertoont tijdens deze twee relatief korte perioden een lichte daling. Op zich zelf klinkt de ontwikkeling van uitgebreide chenierbundels tijdens een dalende zeespiegel niet zo logisch, maar als die dalende zeespiegel zou vallen in een periode met meer noordelijke passaatwinden, waardoor kustafslag en cheniervorming zouden worden bevorderd, lijken daarvoor mogelijkheden.

Samenvattend kan in Suriname op verschillende, discrete schaalniveaus naar kustontwikkeling worden gekeken. Op mesoschaal wordt het gedrag van de kleinste functioneel morfologische eenheid bepaald door aangroei en afslag van de modderbanken. De daartoe aanleiding gevende processen kunnen bestudeerd worden op het laagste schaalniveau. Voor inzicht in het grootschalig kustgedrag biedt het schematiseren van de onderliggende processen echter niet de juiste mogelijkheid. Het gaat er om de sturende factor achter het gedrag van de kleinste functioneel morfologische eenheden te kennen. In het Surinaamse voorbeeld is dat de verschuiving van de windrichting. Iets dergelijks herhaalt zich bij nog verder opschalen van het kustgedrag. Ook dan gaat het om een toevoeging van extern veranderende condities aan het systeem: namelijk de zeespiegelsbeweging. Met enige voorzichtigheid kunnen drie belangrijke conclusies uit dit verhaal worden getrokken:

1. Het kustgedrag op hogere schaalniveaus lijkt bepaald te worden door sturing in de verhouding tussen erosie en sedimentatie binnen functioneel morfologische kusteenheden op een lager schaalniveau. De sturende mechanismen zijn, althans in het aangehaalde voorbeeld, klimatologisch van aard.
2. Het ruimtelijk gedrag is maatgevend voor de temporele schaal.
3. De kust vertoont op zeer grote schaal een netto aangroei, terwijl in werkelijkheid op alle schaalniveaus aanwas en afslag elkaar afwisselen.

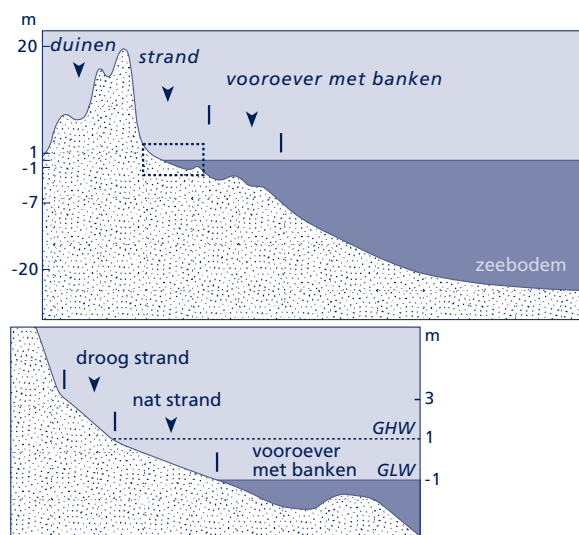
4 - DE SCHONE KUST VAN HOLLAND

De Nederlandse kust verschilt in vele opzichten van de Surinaamse kust, zowel in statische als in dynamische factoren. De Schone kust van Holland bij voorbeeld,

bestaat in hoofdzaak uit zandige sedimenten en vormt een min of meer gesloten boog van 120 kilometer.

Waterbeweging, transport en morfodynamische processen vertonen in het Nederlandse kustgebied een veel grotere variatie in de tijd dan in Suriname. De windrichtingen zijn afhankelijk van depressiebanen die over West Europa lopen en kunnen in principe iedere richting aannemen. Lokaal opgewekte golven naderen de kust daardoor onder een breed scala van invalshoeken. De golven zijn, gemiddeld genomen, ook aanzienlijk hoger. Het getijverschil is vergelijkbaar, maar in combinatie met stormen is het optreden van stormvloed een verschijnsel dat in Nederland regelmatig kan worden waargenomen, maar aan de Surinaamse kust niet voorkomt.

Daarenboven heeft ook de mens een duidelijk stempel gedrukt op de Nederlandse kust, en doet dat nog steeds. Natuurlijke afslag van strand en duin wordt snel weer in de oude staat teruggebracht door middel van zand- of onderwateroeversuppleties. Sinds 1990 geldt zelfs een regelgeving die het verplicht maakt de kustlijn op haar plaats te houden. Met name ruimtelijke veranderingen als gevolg van kustafslag zijn niet toegestaan, ook niet als ze, zoals in Suriname, van tijdelijke aard zouden zijn. Enkele jaren geleden is er, vanwege de kostenbesparing die er door gerealiseerd zou kunnen worden, door Rijkswaterstaat een interessante discussie op gang gebracht om de kust meer ruimte te geven om veer-



Figuur 8
Morfologische subsystemen van de Schone Kust van Holland.

krachtig te kunnen reageren. Voordat we dat echter serieus in overweging kunnen nemen, moeten we een goed inzicht hebben in het ruimtelijk gedrag van de kust. Laten we, alvorens daarop in te gaan, daarom eens kijken hoe dit kustgebied er uit ziet.

De aanblik van de Schone kust van Holland laat een nagenoeg ononderbroken zandige kustlijn zien, die bestaat uit een vooroever met brandingsbanken op een gemiddelde diepte tussen één en zeven meter beneden Normaal Amsterdams Peil, een nat strand met strandbanken, zwinnen en muiën tussen de laag- en de hoogwaterlijn (tussen één meter beneden NAP en één meter boven NAP), een droog strand tussen één en drie meter boven NAP, en een duingebied (Figuur 8). Dit duingebied kan lokaal enkele kilometers breed zijn. Het wordt morfologisch gekarakteriseerd door de zeereep, een gesloten rij voorduinen met gemiddelde hoogtes tussen 15 en 20 meter aan de zeewaartse zijde en een complex begroeide paraboolduinen meer landinwaarts.

Menselijke ingrepen zijn velerlei en betreffen onder meer het bestrijden van stuifkuilen in de zeereep, het uitvoeren van duin-, strand- en onderwateroever suppleties, de bouw van de Hondsbosse Zeewering, de constructie van strandhoofden in het noordelijk en zuidelijk deel, en de aanleg van havendammen bij IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland (Figuur 9). Ook het spuien van water uit de Oude Rijn op de Noordzee bij Katwijk mag in dit verband niet onvermeld blijven. Kijken we met een morfologische bril naar de Schone kust van Holland dan zien we op een laag schaalniveau, zowel op het strand als op de onderwateroever, vormen die een periodiek gedrag vertonen.

Tijdens rustige condities kan op het natte strand door de golfoploop nabij de waterlijn een strandbank worden gevormd (Figuur 10). Die kan vervolgens in omvang toenemen en landwaarts migreren als tijdens de getijdencyclus van doortij naar springtij, de hoogwaterlijn steeds verder op het strand komt te liggen. Deze banken, die langs de hele kustlijn kunnen voorkomen, hebben afmetingen van maximaal anderhalve meter hoog en vijftig meter breed. Uiteindelijk verhelten ze met het droge strand of worden ze afgebroken door golven tijdens stormen, waarbij de waterspiegel meer dan een meter kan zijn verhoogd (Kroon, 1994).

Het periodiek optreden van deze strandbank fasen tijdens rustige condities kan er voor zorgen dat het droge strand hoger en breder wordt. In een zomer met mooi weer is dat vaak goed te zien. Uiteindelijk dient deze extra hoeveelheid sediment als een natuurlijke buffer voor de erosie tijdens het stormseizoen. Gekoppeld aan

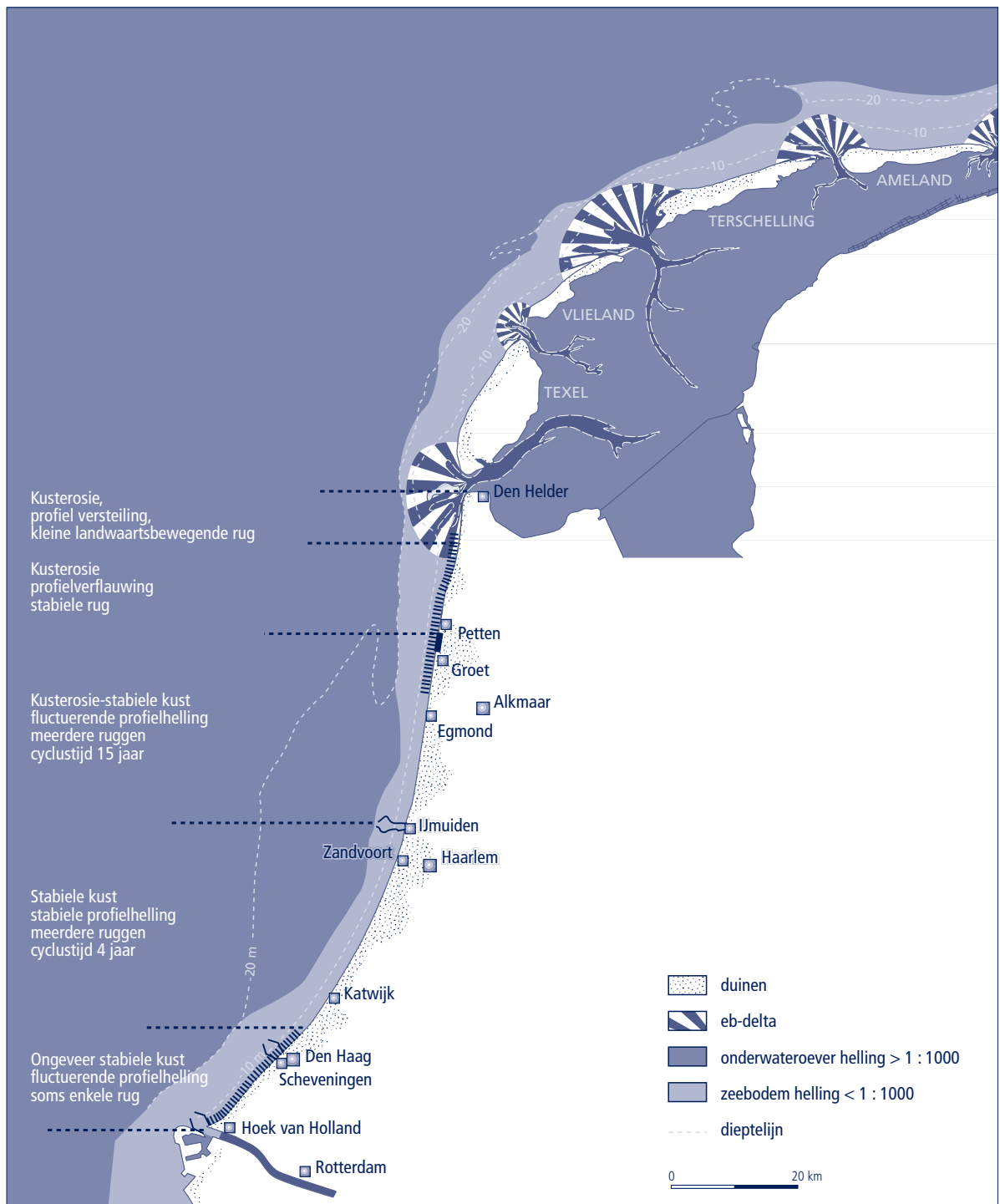
de strandbankontwikkeling kunnen er periodiek ook muiën en zwinnen optreden. Deze zorgen er voor dat het water tussen de strandbank en het droge strand tijdens de eb-fase naar zee wordt afgevoerd.

Op de onderwateroever zien we een permanent voorkomen van periodiek bewegende brandingsbanken. Deze brandingsbanken hebben een kustlangse oriëntatie. Ze kunnen recht zijn of maanvormig en onder een geringe hoek op de waterlijn staan. De meest landwaartse brandingsbank wordt af en toe onderbroken door muiën. Op de korte termijn van dag tot dag kunnen de banken zich zowel kustwaarts verplaatsen als gevolg van golfasymmetrie tijdens rustiger condities, als zeewaarts ten gevolge van brekende golven en retourstromen (Ruessink, 1998). De verplaatsingen zijn maximaal enkele meters per dag. Tegelijkertijd zijn in kustlangse richting verplaatsingen waar te nemen, die onder extreme condities kunnen oplopen tot tientallen meters per dag.

Op een langere termijn, van jaar tot jaar, worden de verplaatsingen in kustdwarse richting steeds belangrijker. Opvallend is dat deze kustdwarse verplaatsing zeewaarts is gericht. De banken lijken vlak bij de waterlijn te worden gevormd om vervolgens door de brandingszone zeewaarts te migreren tot onderaan de onderwateroever op ongeveer zeven meter beneden NAP. Hier dempt de bank uit en vervlakt. Meestal bevinden zich meerdere banken tegelijkertijd in het dwarsprofiel. De meest zeewaartse bank lijkt te bepalen wanneer en hoe snel de andere banken kunnen migreren.

Hoewel veel details nog niet bekend zijn lijkt het morfodynamisch gedrag van strand en onderwateroever aan elkaar te zijn gekoppeld. Periodieke strandafslag zorgt voor extra sediment, net zeewaarts van de laagwaterlijn. Dit sediment kan vervolgens een rol gaan spelen in de bankencyclus. Strand en onderwateroever lijken samen aldus een functioneel morfologische kusteenschap te vormen.

Met behulp van het JARKUS-bestand, een gegevensbestand van jaarlijkse kustprofielmetingen, die sedert 1964 door Rijkswaterstaat zijn verricht op elke 250 meter langs de Nederlandse kust, is het mogelijk gebleken een indruk te krijgen van het gedrag van deze functioneel morfologische kusteenschap in ruimte en tijd. Op grond van de analyse van genoemde jaarlijkse kustmetingen heeft Kathelijne Wijnberg (1995) langs de Hollandse kust vijf duidelijke regio's onderscheiden (Figuur 9). Deze regio's verschillen op grond van het aantal brandingsbanken, de omvang van de brandingsbanken, de steilheid van de onderwateroever en de snelheid waar-



Figuur 9

De Schone kust van Holland, met daarlangs aangegeven de gebieden die een gelijk kustgedrag vertonen, en de aansluitende kust van de Waddenzee met de positie van de eb-delta's (Deels naar Van Alphen en Damoiseaux, 1988; Wijnberg, 1995 en Terwindt, 1999).

mee het periodieke gedrag van de banken verloopt. Tussen Zandvoort en Scheveningen liggen meestal twee banken op de onderwateroever, die de cyclus van de laagwaterlijn naar zes meter beneden NAP over een flauw profiel, in ongeveer vier jaar doorlopen. Over de laatste eeuwen genomen is de kustlijn hier redelijk stabiel of verplaatst zich zeewaarts. Bij Egmond liggen meestal ook twee banken op de onderwateroever. Het profiel is echter veel steiler, de banken zijn groter en de cyclus van de laagwaterlijn naar zeven meter beneden NAP wordt hier in ongeveer 15 jaar doorlopen. De betreffende kustlijn is de laatste eeuwen landwaarts verplaatst met enige honderden meters.

Als we de genoemde regio's mogen beschouwen als functioneel morfologische kusteenheden kan gesteld worden dat hun ruimtelijk gedrag op mesoschaal qua procesgang vergelijkbaar is, maar duidelijke verschillen in tijdsduur vergt. Op grotere schaal geeft het netto kustgedrag tegengestelde resultaten te zien.

Directe aanwijzingen voor verschillen in externe forcing, die de verschillen in gedrag van deze regio's zouden kunnen verklaren zijn niet direct te geven. Ogenscheinlijk is het golfklimaat redelijk constant, evenals de stormfrequentie. Het getijverloop verschilt ook niet veel langs dit deel van de Nederlandse kust. Het zou daarom wel eens belangrijk kunnen zijn om te kijken naar verschillen in morfologische randvoorwaarden, of wel naar de statische factoren die voortkomen uit de morfodynamiek op een nog grotere schaal en die een inherent sturend gedrag kunnen opleggen. Hierbij wordt gedacht aan de oriëntatie van de kustlijn, de steilheid van het kustdwars profiel, het voorkomen van ruggen op de Noordzeebodem, net voor de onderwateroever, enzovoort. Overigens lijken ook grote antropogene werken, zoals havenpielen, in staat het gedrag van regio's te kunnen bepalen.

Om de ruimtelijke patronen in statische factoren te begrijpen is het van belang om de Holocene geschiedenis van de kustvlakte te kennen. Voor de Schone kust van Holland wordt die gekenmerkt door een stijgende relatieve zeespiegel die een serie transgressies en regressies veroorzaakt. Tegelijkertijd veranderde de kust, onder invloed van een wisselend sedimentaanbod, van een 'open kust' met veel zeegaten, zoals we nu nog in het Waddengebied kennen, naar de huidige gesloten kustlijn. In chronologische volgorde zien we tot 5000 jaar voor heden een snelle transgressie van de zee. Rond die tijd bereikt de kustlijn zijn meest landwaartse ligging en worden onder meer de strandwallen tussen Alkmaar, Haarlem en Den Haag gevormd. Bij een geleidelijk afnemende relatieve zeespiegelstijging begint de kust uit



Figuur 10
Oblique luchtfoto (1989) van de Schone kust van Holland nabij Egmond.

te bouwen. Nieuwe strandwallen ontstaan zeewaarts van de oude, waarschijnlijk als gevolg van een hoger sedimentaanbod. Vanaf 4000 jaar voor heden gaan de zeegaten zich achtereenvolgens vanuit het zuiden naar het noorden sluiten (Beets et al., 1992). De lokatie van deze oude zeegaten met zeewaarts voorkomende eb-getijde delta's leveren gradiënten in de morfologie van de onderwateroever en zullen kustlangse herverdeling van sediment initiëren. Eenzelfde proces kan optreden nabij de rivier monding van bijvoorbeeld de Oude Rijn die rond het jaar 1100 verzandde. In die tijd is er een duidelijke verandering opgetreden, waarbij de kust niet langer westwaarts uitbreidde maar erodeerde, de vooroever steiler werd en zich gelijktijdig hoge duinen ontwikkelden. Aanpassingen aan deze nieuwe situaties kunnen nog steeds een rol spelen bij de ruimtelijke verdeling van afzettingen.

Samenvattend blijkt ook de ontwikkeling van de Schone kust van Holland op verschillende discrete schaalniveaus te kunnen worden bekeken. In vergelijking met de kust van Suriname is er echter meer onduidelijkheid.

Op mesoschaal lijkt het gedrag van de kleinste functioneel morfologische kusteenheid bepaald te worden door het gedrag van de buitenste brandingsbank. Hoe zich dat op een hoger schaalniveau precies vertaalt in kustaangroei of kustafslag, met andere woorden: welke sturende factoren daarbij maatgevend zijn, is nog onduidelijk. Het is denkbaar dat statische randvoorwaarden daarbij een rol zouden kunnen spelen.

Met nog grotere voorzichtigheid dan ten aanzien van de Surinaamse kust, kunnen uit dit verhaal de volgende conclusies worden getrokken:

1. Het periodiek gedrag van subsystemen (strand, onderwateroever) is op de kleinste schaal te koppelen aan forcering (mooi weer condities verses stormcondities).
2. Strand en onderwateroever vormen samen de kleinste functioneel morfologische kusteenheid. De sturende mechanismen die het gedrag daarvan bepalen zijn nog niet duidelijk.
3. De ruimtelijke ontwikkeling van deze kleinste kusteenheid voltrekt zich op verschillende tijdschalen.

5 - RUIMTE IN HET KUSTONDERZOEK

Uit het voorgaande volgt dat afhankelijk van het schaalniveau waarop het kustonderzoek plaats vindt, er verschillende vragen worden gesteld en ook de aanpak verschilt. Op alle niveaus speelt de ruimtelijke component echter een belangrijke rol.

Op het kleinste schaalniveau richt het kustonderzoek zich op de procesdynamiek. Kennis daarvan geeft inzicht in een fase of een fase-overgang in de ontwikkeling van een kustgebied. Centraal staan daarbij de relaties tussen sturende krachten en de veranderende morfologie. Tevens is dit het niveau waarop de kustbeheerder een probleem constateert.

Waterbeweging, sedimenttransport en vormverandering worden in het veld, en bij voorkeur gelijktijdig gemeten. De bewerking van deze meetgegevens levert inzichten op in de processen die de vormverandering bepalen op de plaatsen waar is gemeten.

Een probleem rijst als uitspraken moeten worden gedaan voor grotere gebieden. Het schematiseren of

parameteriseren van de uitkomsten van kleinschalig onderzoek om aldus de zeggingskracht naar grotere gebieden te kunnen extrapoleren blijkt in veel gevallen niet goed te werken.

Om in staat te zijn het kustgedrag op grotere schaalniveaus te begrijpen moeten als eerste stap functioneel morfologische kusteenheden worden onderscheiden. Dat zijn delen van een kust, die holistisch gezien, daarvan een representatieve eenheid vormen en zich kenmerken door een wetmatig, veelal cyclisch of quasi cyclisch morfodynamisch gedrag. Door het onderzoek van de basale morfodynamische processen af te stemmen op het niveau van de kleinste functioneel ruimtelijke kusteenheid, kan het functioneren van dat systeem als geheel worden begrepen. Om het gedrag van deze representatieve kustdelen te leren kennen dient het onderzoek afgestemd te worden op de tijdsduur, waarin de systeem-karakteristieke veranderingen zich voltrekken.

Deze kleinste ruimtelijke eenheden kunnen vervolgens gegroepeerd worden tot grotere ruimtelijke eenheden, die als gevolg van sturende mechanismen, specifieke kwaliteiten bezitten. En deze procedure kan zo nodig herhaald worden, waarbij een hiërarchie van steeds hogere orde kustsystemen onderscheiden kan worden. Fysisch geografen zijn daarin getraind, maar de grote belangstelling voor processen in de laatste twee decennia heeft de belangstelling voor het beschrijven en afbakenen van functioneel morfologische indelingen van kusten wat naar de achtergrond gedrongen. Nu we mede door de geweldige ontwikkeling in meetapparatuur, zelfs geschikt voor moeilijk bemeetbare gebieden als de brandingszone, in staat zijn grote datasets aan te leggen van diverse processen en verschijnselen, doet de noodzaak van een op ruimtelijke eenheden afgestemde systematische meet-aanpak zich nadrukkelijk gelden.

Op mesoschaal moeten we bijvoorbeeld, voor de Schone kust van Holland, het gedrag van strand en onderwateroever in hun onderlinge samenhang bestuderen. Door de verschillende fasen in de ontwikkeling op een rij te zetten en de netto effecten in de zin van aangroei of afslag over de looptijd van de betreffende cyclus te bepalen, kan het inzicht in het grootschalig gedrag worden bevorderd. Voor het bestuderen van de ruimtelijke patronen in deze kusteenheid, wordt in Utrecht onder meer gebruik gemaakt van de videotech-niek in het ARGUS-Programma (Van Enckevort en Wijnberg, 1999). De gegevensinwinning geschiedt in dit geval door videocamera's, die elk uur gedurende tien

minuten een stuk van het voorliggende strand en de brandingszone opnemen en middelen. Gebruikmakend van deze beelden, in combinatie met lodingen, wordt geprobeerd het morfodynamisch gedrag van de brandingszone te analyseren.

Bij het onderzoek van grootschalige kustdynamiek speelt de analyse van satelietbeelden, luchtfoto's, hoogtekarten, lodingskaarten, enzovoort een belangrijke rol. Primair zijn deze analyses gericht op het zoeken naar functioneel morfologische eenheden op het betreffende schaalniveau. Dit vanwege de mogelijkheid die ze bieden om grootschalig kustgedrag te beschrijven en mogelijk te voorspellen. De verklaring voor dit soort gedrag is meestal gebaseerd op grootschalige veranderingen in, of aanpassingen van, de waterbeweging. Om die te kunnen verklaren moet worden teruggevallen op gedetailleerde waarnemingen ter plaatse en onderbouwend procesonderzoek.

Een voorbeeld buiten de Schone kust van Holland is het onderzoek naar de ontwikkeling van zeegaten langs de kust van Noord Nederland, dat door het Nederlands Centrum voor Kustonderzoek bij ALW voor financiering is ingediend (Figuur 9). Hierbij gaat het om een grootschalig onderzoek naar de betekenis van de buiten delta's voor de zandbalans van de kustzone, naar het functioneren van de buiten delta's in relatie tot het achterliggende kombergingsgebied en naar hun morfodynamiek. Door fasen in de ontwikkeling van een zeegat te koppelen aan fase overgangen, en die met detailwaarnemingen in te vullen, worden ruimtelijke patronen in transport en morfodynamiek zichtbaar.

Zoals in de inleiding reeds gesteld vergen de gewoonlijk dicht bevolkte kustgebieden in toenemende mate planning en beheer. Kennis van het meso- en grootschalig kustgedrag is daarbij van groot belang. Zeker voor een laaggelegen kustgebied als achter de Schone kust van Holland. In het Nederlandse kustbeheer, dat wordt uitgevoerd door Rijkswaterstaat, is veiligheid danook een dominante factor. Het strategisch onderzoek dat door Rijkswaterstaat wordt geëntameerd richt zich daarom sterk op het gedrag van de Nederlandse kust op grotere tijd en ruimteschalen. Utrechtse fysisch geografen leveren daaraan een bijdrage.

Maar inzicht in de statica en dynamica van het abiotische kustmilieu is slechts één van de vele componenten, die binnen een bewoonde kustvlakte hun invloed doen gelden. Integraal kustbeheer berust op bewuste sturing

van de interacties tussen abiotische, biotische, sociaal-economische en sociaal-culturele factoren, op grond van politieke besluitvormingsprocedures. Het is een taak van de wetenschap er voor te zorgen dat de verschillende keuzemogelijkheden met al hun consequenties zo zuiver mogelijk zijn onderbouwd. Daartoe moeten de interacterende factoren in hun ruimtelijke samenhang worden bekeken en moeten realistische scenario's worden gebouwd. Regelmatig circuleren er in Nederland met betrekking tot het kustgebied ingrijpende plannen, waarvoor dit nadrukkelijk geldt. Om er enkele te noemen: de uitbreiding van de Rotterdamse haven, het bouwen van een kunstmatig eiland in zee als plaats voor een nieuwe nationale luchthaven, diverse plannen voor het opwekken van windenergie en de potentiële landaanwinning voor de kust van Zuid Holland, gewoonlijk aangeduid als het plan Waterman. Geïntegreerd multidisciplinair onderzoek in Indonesië, zowel in Zuidwest Sulawesi als in Teluk Banten op West Java, laat zien dat fysisch geografen, vanwege hun ruimtelijk inzicht, ook daarbij een belangrijke rol kunnen spelen.

6 - SAMENWERKING IN KUSTONDERZOEK

Als het om kustonderzoek gaat staan de Utrechtse fysisch geografen niet alleen. Om te beginnen werken we in verschillende, veelal door de Europese Gemeenschap gefinancierde, internationale onderzoeksprogramma's samen met buitenlandse collega's. In universitair verband maken we deel uit van het Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht: het IMAU. Met het IMAU participeren we in een landelijke onderzoeksschool (SAMO) en doen we mee in een Nederlands/Duits samenwerkingsverband (COACH). Daarenboven maken we deel uit van het Nederlands Centrum voor Kustonderzoek, het NCK, waarin een aantal universitaire disciplines als Civiele Techniek van de Technische Universiteit Delft, Technologie en Management van de Universiteit Twente, Fysische Geografie van de Universiteit Utrecht, en landelijke instituten die zich met kustonderzoek bezighouden als Rijkswaterstaat, in het bijzonder het Rijksinstituut voor Kust en Zee, het WL | Delft Hydraulics en het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen, zich hebben verenigd.

Nederland heeft, als het om kustonderzoek gaat in de wereld een grote naam. Dat vindt zijn wortels in het feit dat ons land door de eeuwen heen tegen de opdringende zee verdedigd moest worden. De laatste 15 jaar echter

zijn kennis en begrip van onze kust sterk toegevoegen. Deels is dat een gevolg van de steeds betere instrumenten die ter beschikking zijn gekomen. Toepassing van elektronica in de meetapparatuur heeft een grote impuls gegeven aan de nauwkeurigheid waarmee gemeten kan worden en aan de automatisering van de gegevenswinning. Onze onderzoeksgroep heeft ruimschoots van deze nieuwe ontwikkelingen kunnen profiteren dank zij de ondersteuning door een zeer inventieve en creatieve groep technische en elektronica medewerkers van het Fysisch Geografisch Laboratorium. De enorme vlucht van de computertechniek en de informatica hebben het mogelijk gemaakt grote gegevensbestanden te bewerken. Daardoor was de tijd ook rijp voor grote veldexperimenten, zoals bij voorbeeld het *NOURTEC* project, waarbij een onderwatersuppletie werd aangebracht voor de kust van Terschelling, waarvan het gedrag onder meer door twee Utrechtse promovendi is gevolgd (Hoekstra et al., 1997). Maar naar mijn inschatting heeft het samenwerkingsklimaat in Nederland de belangrijkste bijdrage geleverd aan de grote vorderingen die er recent op het gebied van kustontwikkeling zijn gemaakt. Het NCK, in 1991 opgericht als logisch vervolg op de positieve ervaringen opgedaan tijdens het in 1986 door Rijkswaterstaat geïnitieerde onderzoeksprogramma 'KUSTGENESE', heeft inmiddels een duidelijke functie ontwikkeld als landelijk discussieplatform voor kustonderzoek.

7 - SLOTWOORD

Dames en Heren,

Fysisch geografisch kustonderzoek levert zowel in Nederland als daarbuiten een belangrijke bijdrage aan het vergroten van kennis van en inzicht in het gedrag van de kust, en draagt als zodanig wezenlijk bij aan een verantwoorde ruimtelijke planning en een duurzaam beheer van kustgebieden. Zoals eerder gesteld is tot nog toe in het onderzoek van kustgedrag de tijdschaal sterk op de voorgrond geplaatst, soms zelfs opgelegd. Ik hoop in mijn betoog duidelijk te hebben gemaakt dat het onderkennen van wat ik heb genoemd 'functioneel ruimtelijke kusteenheden' een essentiële stap is in het onderzoek van kustgedrag, dat de ruimtelijke ontwikkeling van die representatieve kusteenheden volgens discrete tijdstappen lijkt te geschieden en dat de benodigde tijd voor het gedrag van vergelijkbare kustdelen op een zelfde schaalniveau kan verschillen. De ruimteschaal

lijkt aldus bepalend te zijn voor de tijd. In het toekomstig kustonderzoek zullen we voor die invalshoek meer ruimte moeten scheppen.

Graag wil ik aan het einde van deze rede nog enige persoonlijke woorden uitspreken.

Mijnheer de Rector Magnificus, Leden van het College van Bestuur,

Ik ben U zeer erkentelijk voor Uw besluit mij de leerstoel Fysische Geografie, in het bijzonder de Proceskunde, toe te vertrouwen en mij de bijbehorende leeropdracht te verlenen. Ik zal mijn best doen Uw vertrouwen niet te beschamen.

Hooggeleerde Terwindt, beste Joost,

De wijze waarop jij vele jaren leiding hebt gegeven aan de ontwikkeling van de Fysisch Geografische Proceskunde in Utrecht verdient grote bewondering. Dat de proceskunde zich al snel concentreerde op de morfodynamiek van kustgebieden was een logische ontwikkeling. Je hebt er voor gezorgd dat de Utrechtse procesbenadering een behoorlijke fysisch-mathematische onderbouwing kreeg, zonder echter de geografische aspecten uit het oog te verliezen. Het is mij een eer jou te mogen opvolgen.

Hooggeleerde van Rijn, beste Leo,

Het enthousiasme waarmee jij je grote fysisch-mathematische kennis inbrengt in het fysisch geografisch kustonderzoek en in de opleiding van de studenten die zich daarin willen bekwamen, waardeer ik zeer.

Dames en heren, collega's van het IMAU,

De samenwerking binnen het kustonderzoek van het Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht is met de formulering van het onderzoeksprogramma gericht op de morfodynamiek van zeegaten een nieuwe fase ingegaan. De koppeling van geïdealiseerde modellen en de in het veld gemeten werkelijkheid zal nog wel heel wat hoofdbrekens vergen, maar het is een inspirerende uitdaging, waaraan mijn disciplinegroep en ik graag zullen meedoen.

Dames en heren, collega's van de Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen.

Verantwoord gebruik van de beschikbare ruimte vergt in onze complexe samenleving steeds nadrukkelijker een geïntegreerde benadering. Dit biedt ongekende mogelijkheden voor een faculteit waarin natuurgerichte

wetenschappen en maatschappijgerichte wetenschappen samen zijn ondergebracht. Graag wil ik mij inzetten om deze mogelijkheden verder met U uit te bouwen.

Dames en heren, collega's Fysisch Geografen van de Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen,

In de lange reeks jaren dat ik aan deze instelling ben verbonden heb ik met velen van U samengewerkt in onderwijs, onderzoek of bestuur en beheer. Collegialiteit en verantwoordelijkheidsgevoel nemen gelukkig binnen Fysische Geografie belangrijke plaatsen in. Ik kijk daarom met plezier terug en vol vertrouwen vooruit.

Dames en heren, collega's van de Faculteit Aardwetenschappen,

Lange tijd kwamen wij elkaar op facultair gescheiden wegen weinig tegen. Als gevolg van het ministeriële besluit om de opleidingen Geologie, Geochemie, Geofysica en Fysische Geografie samen te voegen tot één nieuwe opleiding Aardwetenschappen, is daar het afgelopen jaar drastisch verandering in gekomen. Een gemeenschappelijk programma voor het eerste studiejaar is inmiddels vrijwel rond. En we moeten vaststellen dat zulks, gelet op de grote verschillen die er tussen onze huidige opleidingen bestaan, is meegevallen. Dat biedt perspectieven voor de toekomst. Ik ga er van uit dat deze prille samenwerking in de toekomst niet tot het onderwijs beperkt zal blijven.

Dames en heren, collega's van het Nederlands Centrum voor Kustonderzoek.

Het samenbundelen van de expertise van vrijwel alle in Nederland operende disciplines die zich met natuurwe-

tenschappelijk onderzoek van de kust bezig houden levert aanzienlijk meer op dan de som der delen. Mede daardoor heeft ons land een sterke positie in de wereld van het kustonderzoek. Daaraan mee te kunnen werken beschouw ik als een voorrecht.

Dames en heren, promovendi,

Het plaatsnemen van de resultaten van morfodynamisch kustonderzoek in een ruimtelijke, zeg maar geografische context, is één van de lastigste problemen, waarmee jullie als promovendi te kampen hebben. Het blijkt telkens weer te lukken! Ik hoop regelmatig aan jullie worstelingen deel te nemen.

Dames en heren studenten,

Proceskunde is niet de makkelijkste richting die je als student of studente Fysische Geografie in Utrecht kunt kiezen. Maar als je over voldoende fysisch mathematische basiskennis beschikt en geboeid bent door de geografische benadering ligt er een prachtige wereld voor je open. Een wereld op de overgang tussen land en zee, die we kust noemen. Samen met mijn collega's van de disciplinegroep wil ik jullie graag begeleiden op de weg daar naar toe.

Carmen,

Ik ben dankbaar voor de vele tijd die je me steeds weer gunt om de dingen te doen die ik voor mijn werk nodig vindt, ook als daardoor het licht op mijn studeerkamer vaak tot laat brandt. Ik beloof je dat ik de komende weken wat gas zal terug nemen.

Dames en heren,

Ik dank U voor Uw gewaardeerde aandacht.

LITERATUURVERWIJZINGEN

- Augustinus, P.G.E.F., Hazelhoff, L. en Kroon, A., 1989. The chenier coast of Suriname: modern and geological development. In: P.G.E.F. Augustinus (ed.), Cheniers and chenier plains. *Marine Geology* 90: 269-281.
- Beets, D.J., Van der Valk, L. en Stive, M.J.F., 1992. Holocene evolution of the coast of Holland. *Marine Geology* 103: 423-443.
- Eisma, D., Augustinus, P.G.E.F. and Alexander, C., 1991. Recent and subrecent changes in the dispersal of the Amazon mud. *Netherlands Journal of Sea Research* 28: 181-192.
- Hoekstra, P., Houwman, K.T., Kroon, A., Ruessink, B.G., Roelvink, J.A. and Spanhoff, R., 1997. Morphological development of the Terschelling shoreface nourishment in response to hydrodynamic and sediment transport processes. *Proceedings 25 International Conference on Coastal Engineering*. ASCE, New York: 2897-2910.
- Kroon, A., 1994. *Sediment transport and morphodynamics of the beach and nearshore zone near Egmond, The Netherlands*. PhD Thesis, Utrecht University, ISBN 90-6809-192-1, Netherlands Geographical Studies, 178, Utrecht: 275 pp.
- Ruessink, B.G., 1998. *Infragravity waves in a dissipative multiple bar system*. PhD Thesis, Utrecht University, ISBN 90-6809-256-1, Netherlands Geographical Studies, 236, Utrecht: 245 pp.
- Terwindt, J.H.J., 1998. *Te kust en te keur*. Afscheidscollege Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen, Universiteit Utrecht: 23 pp.
- Van Alphen, J.S.L.J. and Damoiseaux, M.A., 1988. Geomorfologische kaart van de Nederlandse kustwateren. Schaal 1:250.000. *Geografisch Tijdschrift* 22, pp. 161-167.
- Van Enckevort, I.M.J. and Wijnberg, K.M., 1999. Intra-annual changes in bar plan shape in a triple bar system. *Proceedings Coastal Sediments '99*, Volume 2, ASCE, Reston, Virginia, USA: 1094-1108.
- Wijnberg, K.M., 1995. *Morphologic behaviour of a barred coast over a period of decades*. PhD Thesis, Utrecht University, ISBN 90-6809-211-1, Netherlands Geographical Studies 195, Utrecht: 245 pp.

