

J. v. d. Graaff



KUSTONTWIKKELING

VERLEDEN

HEDEN

TOEKOMST

KUSTONTWIKKELING

VERLEDEN

HEDEN

TOEKOMST

Samenvatting van de bijdragen
aan het colloquium

KUSTONTWIKKELING

VERLEDEN, HEDEN

TOEKOMST

in samenwerking met:
Rijkswaterstaat, Dienst Getijde Wateren

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

mei 1985

INHOUD

- | | |
|---|---|
| Woord vooraf | dr. ir. H. G. Wind
dr. J. Wiersma |
| 1. SNELLIUS III IN DE NOORDZEE? | ir. J. Prins |
| 2. VOETEN OP DE GROND,
TENEN IN HET WATER | ir. E. A. Bosman
ir. W. Bakker
drs. L. Kohsiek |
| 3. FYSISCH-MATHEMATISCHE
MODELONTWIKKELING IN DE
KUSTMORFOLOGIE | ir. P. Vellinga
dr. ir. H. J. de Vriend |
| 4. DE KUST IN VIER DIMENSIES | dr. J. Wiersma |
| 5. EEN GEOLOGISCHE KIJK
OP DE KUST | dr. S. Jelgersma |
| 6. EEN GESLOTEN KUST, EEN
HISTORISCHE WERKELIJKHEID? | dr. G. Borger |
| 7. WAT WETEN WE NU EIGENLIJK
VAN HET GEDRAG VAN DE
NEDERLANDSE KUST? | dr. J. H. J. Terwindt |
| 8. DE KUST ALS SYSTEEM | dr. ir. H. G. Wind |
| 9. DYNAMISCH KUSTBEHEER,
DE UITDAGING OM VERSTANDIG OM
TE GAAN MET HET FUNDAMENT
VAN NEDERLAND | ir. J. van Dixhoorn |

WOORD VOORAF

In deze verzameling bijdragen wordt het kustonderzoek in Nederland in brede zin voor het voetlicht gehaald. In de tweede en derde bijdrage ligt de nadruk op de beschrijving van de morfologie vanuit deelprocessen zoals golven, stroom en sedimenttransport. In de daarop volgende bijdragen verschuift het accent naar het beschrijven van de verschijnselen.

Zoals uit deze bundel zal blijken, wordt langs beide ontwikkelingslijnen, de inductieve en deductieve lijn, essentiële morfologische kennis verzameld, waarmee het kustbeleid kan worden onderbouwd.

Het voorblad van deze bundel bijdragen wordt gesierd door een Cimmerische wachter. Deze wachter symboliseert de houding ten opzichte van het kustonderzoek zoals die tijdens het colloquium verwoord is.

De wachter te paard is alert en zijn blik is gericht op de toekomst.

De Directeur Generaal van de Rijkswaterstaat, Ir J. van Dixhoorn, verwoordde dit als volgt: "Het onderzoek naar de kustdefensie zal offensief moeten worden aangepakt. Immers geen betere defensie dan het offensief. Dynamisch kustbeleid een uitdaging, integraal en multifunctioneel, een opdracht".

De organisatoren

dr. ir. H.G. Wind

dr. J. Wiersma

1. SNELLIUS III IN DE NOORDZEE?

Ir. J. E. Prins

Waterloopkundig Laboratorium, Delft

Inleiding

Het is mij een genoegen om U, mede namens de Rijkswaterstaat, welkom te heten op het colloquium "Kustontwikkeling, verleden, heden en toekomst".

De oorsprong voor dit colloquium ligt ongeveer een jaar geleden: er vonden in die tijd bij de Raad van Overleg voor het Fysisch Oceanografisch Onderzoek van de Noordzee, de Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium, discussies plaats over hoe ver we waren gevorderd met de kennis van de kustmorfologie. Onderwerpen hierbij waren: kunnen we het gedrag van de zeegaten voorspellen?; wat is het effect van de zeespiegelrijzing en doorgronden we nu volledig de oorzaak van de kustafslag? Dit allemaal in het licht van de wens om tot een lange termijn visie te komen met betrekking tot de natuurlijke ontwikkeling van onze kust. Dit leidde tot de lancering van het grootschalige "Kustgenese" project, vooral naar aanleiding van ideeën die door Dr. Wiersma zijn geformuleerd.

2. Grootschalige kustontwikkeling: een multidisciplinair project

Wat de natuurlijke kustontwikkeling betreft is er door diverse instituten al onderzoek uitgevoerd. De Rijks Geologische Dienst heeft de welbekende kaarten van de holocene kustlijnen gemaakt. En het werk van Van Veen, Edelman, Schoorl en Bakker richtte zich op meer recente ontwikkelingen met als achtergrond om tot voorspellingen te komen. Dit zijn overigens maar een paar voorbeelden van bedoeld onderzoek.

Bij het opzetten van een grootschalig project over de natuurlijke ontwikkeling van de Nederlandse kust was het dan ook duidelijk, dat er een aantal instituten zouden zijn die ieder voor zich, weliswaar met de nodige aanpassingen, een dergelijke inspanning aan zouden kunnen.

Er is evenwel gekozen voor een samenwerkingsproject. Juist door het bundelen van de inbreng van een aantal verspreid opererende specialisten zouden de resultaten van deze studie op een hoger niveau kunnen worden gebracht. Verder zal op deze manier het project een brede weerklank in de wetenschappelijke wereld, en met een goede voorlichting ook in de samenleving, kunnen vinden.

3. Financiering

Wat de financiering van dit project betreft, heeft een samenwerkingsverband ook voordelen. Zowel Wetenschapsbeleid en Economische Zaken als de Rijkswaterstaat en Hydrografie zijn ook thans al betrokken bij het lopend fysisch onderzoek van de Noordzee. De resultaten die uit kustgenetisch onderzoek komen, zijn voor alle vier ministeries van belang. Dit belang komt duidelijk naar boven via de kontakten die er bij het kustgenese project zijn gelegd. Als dat belang in daadwerkelijke belangstelling wordt omgezet kan ook een financieringsplan worden opgezet.

In dit verband is het interessant dat de Minister van V. en W. juist aan de Kamer haar beleid met betrekking tot het onderhoud van de zeekeringen heeft bekend gemaakt.

4. Twee morfologische benaderingen

Binnen het project Kustgenese vindt een ontmoeting tussen twee morfologische benaderingen plaats. De ene zou ik de inductieve benadering en de andere de deductieve benadering willen noemen.

De inductieve benadering beschrijft de morfologie vanuit de basisvergelijkingen van de optredende processen. Voor de oplossing hiervan worden vaak numerieke technieken gebruikt. De deductieve benadering is beschrijvend van aard en fenomenologisch gericht. Het wetenschappelijke werk van Prof. van Straaten is hier een voorbeeld van.

Bij het kustonderzoek in het kader van het Toegepast Onderzoek Waterstaat (het T.O.W.-D) werd aanvankelijk overwegend de deductieve methode gevolgd.

Ondertussen won het procesonderzoek veld met een indringende start daartoe in het proefschrift van Prof. Bijker. Sinds 1980 is er naast het procesonderzoek,

de numerieke lijn bij gekomen. Deze lijn is voortgekomen uit de verbetering van numerieke methoden en het groter en sneller worden van de computers. Men kon het toen aan, om uitgaande van de kennis van de processen, de ontwikkeling van de morfologie numeriek te benaderen.

Er is daarbij de nadruk gelegd op het feit dat de te ontwikkelen methoden en technieken praktisch bruikbaar moesten zijn voor de voorspelling van het kustgedrag in brede zin. Het is dan ook plezierig reeds nu te kunnen konstateren dat, hoewel de ontwikkelingsperiode nog maar vrij kort geweest is, de resultaten van dat T.O.W.-onderzoek hun weg al naar de adviespraktijk hebben gevonden. Dit zal blijken uit de lezingen van ir. Bosman over kustproblemen en van ir. Vellinga over de gerichtheid van het onderzoek in verband met die problemen. Ik wil hier graag benadrukken dat juist via de advisering, het de confrontatie met de praktijkproblemen is, die zo inspirerend op het onderzoek heeft gewerkt. Uit deze wisselwerking volgden weer de prioriteiten die in het onderzoek gelegd moesten worden en uit de toepassing van de onderzoeksresultaten volgde weer waar bijstellingen via het onderzoek nodig waren.

Naast de gerichtheid op het advieswerk is het ook nodig om tegelijkertijd de ontwikkeling bij het fundamenteel onderzoek zoals dit bij de TH en universiteiten plaatsvindt te volgen. Zodra onderzoeksresultaten daarvoor rijp zijn, moeten ze in het toegepast onderzoek worden geassimileerd. Het is deze rol die het WL in het bijzonder is toebedeeld: een brug slaan tussen de praktijk en het fundamenteel onderzoek.

5. Kanttekeningen bij het lopende T.O.W. Kustonderzoek

Bij het lopende TOW-Kustonderzoek zou ik een paar kanttekeningen willen plaatsen. Ik zou daarbij willen ingaan op het procesonderzoek, de numerieke modellen, de toetsing en de validatie.

5.1 Procesonderzoek

Om te beginnen: het procesonderzoek.

Eén van de motieven voor de fenomenologische benadering is, dat de mechanismen van de processen zo gekompliceerd zijn, dat het tot een oplossing brengen via het onderkennen van de processen erg tijdrovend wordt en men beter met geïntegreerde effecten kan werken. In het TOW-kustonderzoek wordt juist getracht op basis van de bestaande proceskennis tot geïntegreerde effecten te komen. Van de fenomenologische benadering kunnen we leren dat integratie alléén niet voldoende is. Dus zal de bestaande inspanning om de kustprocessen te bestuderen en te modelleren moeten voortgaan. Hiervoor moeten faciliteiten en intelligentie beschikbaar blijven.

5.2 Numerieke ontwikkelingen

De aanzet voor de numerieke ontwikkelingen binnen het TOW-kustonderzoek sinds 1980 zijn geïnitieerd door de snelle ontwikkelingen die op het gebied van de informatika worden gemaakt. Deze vorderingen worden duidelijk als we terugkijken naar de ontwikkeling op het gebied van de stromingsberekeningen. Een jaar of 10 geleden werd er vrijwel niet gerekend, doch werden overwegend stroombeeld-foto's gebruikt. Een jaar of vijf geleden werden stromingsberekeningen een meer algemeen goed. Vandaag de dag worden dit soort berekeningen vrijwel standaard uitgevoerd. Maar de ontwikkelingen gaan door. Rekenmethoden worden efficiënter en de computers groter en sneller. De weergave van de geometrie verschuift van rechthoekig naar kromlijng. De fysische processen worden in de vergelijkingen beter gemodelleerd, bijvoorbeeld het meenemen van turbulentie. De weergave van het stroombeeld verschuift van de dieptegemiddelde-berekening via de quasi 3D naar de 3D weergave. Ook worden programma's aan elkaar gekoppeld om meer complexe systemen te beschrijven zoals golven, stroom en sedimenttransport. Dit soort ontwikkelingen wekt grote verwachtingen voor de komende vijf jaar. Het realiseren van deze verwachtingen zal niet "vanzelf" gaan. Er wordt al sinds een aantal jaren voor gewaarschuwd dat wij in Nederland op dit gebied niet mogen achterblijven. Het zal niet eenvoudig zijn om de financiële ruimte te realiseren die nodig is om bij te blijven of wat eigenlijk gewenst is: koploper te zijn. Er zullen structuren moeten worden gecreëerd waarin deze ontwikkelingen efficient kunnen plaatsvinden en die passen bij de stijl van werken op het gebied van de informatica. Dit punt zal de voortdurende aandacht moeten hebben.

5.3 Toetsing en validatie

Het punt van de toetsing en validatie zou ik bij elkaar willen voegen. De huidige inspanningen zijn gericht op het integreren van de bestaande inzichten op het gebied van de kustmorfologie tot wiskundige morfologische modellen. Het lijkt haast een open deur dat in zo'n geval niet voorbij gegaan mag worden aan een toetsing en validatie van die modellen. Over de manier waarop dat moet worden uitgevoerd kunnen de meningen nog verschillen, maar het staat buiten kijf dat het riskant is beleidsadviezen te baseren op wiskundige modellen die zich nog niet bewezen hebben.

De zwaarste toets voor een model is de confrontatie met de natuur. Maar dat levert tegelijkertijd ook de zwaarste inspanning op als we denken aan het verzamelen van de gegevens die daar voor nodig zijn en de tijdschaal zou ons wel eens parten kunnen spelen. In feite begint de wetenschappelijke cyclus bij de analyse van waargenomen morfologische verschijnselen. Abstracte studies moeten leiden tot het begrijpen van wat gaande is en daarmee het geven van antwoorden op de vragen waarmee we bij de analyse werden geconfronteerd en de mogelijkheid bieden tot verdere waarneming. Als het puur om de morfologische verschijnselen gaat kunnen we terugvallen op experimenteel onderzoek, zeg fysische simulatie van de processen. Hiermee wordt ook in hoge mate de validatie gediend. Als we vervolgens weer aanhaken op de natuur zal blijken of er nieuwe en zo mogelijk nog grotere vragen opkomen. Het verzamelen van de gegevens zal dan een enorme inspanning eisen. Als we dan ook nog grootschalig willen werken zoals het geval is bij het projekt Kustgenese dan zouden we de daarmee samenhangende inspanning kunnen karakteriseren als een derde Snellius expeditie, maar dan dicht bij huis en géén 50 jaar na Snellius II! Als Nederland hoeven we niet alleen voor die taak te staan, want de Waddenkust strekt zich uit van België, via Nederland en Duitsland tot in Denemarken. Een grote multi-nationale inspanning, gedragen door een Snellius III, zou ons ideaal zijn.

6. Opening

Deze suggestie geeft aan dat het kustonderzoek nog veel groei mogelijkheden heeft, zowel nationaal als multinational. Een eerste stap tot het leggen van de fundamenteen daarvoor wordt door dit colloquium gegeven.

Met genoegen verklaar ik dit colloquium dan ook voor geopend.

2. VOETEN OP DE GROND; TENEN IN HET WATER

ir. E.A. Bosman, ir. W.T. Bakker en drs. L.H.M. Kohsiek

Rijkswaterstaat, Den Haag

1. De Dienst Getijdewateren en zijn algemene visie

In de nieuwe Rijkswaterstaatsorganisatie zijn de taken zowel op technisch als op milieugebied betreffende water en bodem van de Nederlandse getijdewateren geconcentreerd in de Dienst Getijdewateren (DGW).

Voor wat de kustzone betreft zal deze dienst zowel onderzoek als advisering verrichten. Dit onderzoek is enerzijds advies gebonden, maar zal anderzijds een totaal visie op de totale kust aangaande beheer en onderhoud moeten leveren, uitstijgend boven de lokale projecten. Daarnaast zal deze dienst het wetenschappelijk gereedschap moeten ontwikkelen voor de advisering van de toekomst. Hierbij wordt uitgegaan van de filosofie (fig 1): Voeten op de grond, tenen in het water



Voeten op de grond: geen weten om het weten, maar om de resultaten.

Tenen in het water: geen weten zonder meten, feeling met de zeebodem houden.

2. De problematiek op kustgebied

Kustbeheer is communicatie tussen Mens en Natuur; welke problemen spelen hierbij een rol?

De Natuur geeft zijn uitdaging voor wat betreft de veiligheid van Nederland, maar ook in verband met kustvervorming.

De Mens treft maatregelen om de ongunstige natuurlijke invloeden te ontgaan: strandhoofden, duinvoetverdedigingen, soms zelfs elastisch terugtrekken *) (wij zullen ons hierbij moeten bezinnen, of wij de zee het werk niet meer kunnen laten doen: het zand daarheen sturen, waar wij het willen hebben).

Daarnaast leveren wij onze dictaten aan de Natuur: de Maasvlakte en, wie weet, Slufterplan, plan Waterman, plannen voor een energiebekken *).

Steeds komen bij dit soort menselijke ingrepen een viertal aspecten aan de orde:

- * de technische haalbaarheid;

bij voorbeeld: kan een Slufterplan of een plan Waterman worden gerealiseerd;

- * de vormgeving;

bij voorbeeld: welke vorm van het Slufterplan vergt het minste onderhoud ofwel, is om milieu-technische redenen het meest wenselijk?

- * de effecten op de omgeving;

denk bij voorbeeld aan alle effecten van een Slufterplan, die men in een milieu-effect rapportage kan vastleggen.

- * de algehele kustbeheers- en -verdedigingsstrategie.

Wij zullen de effecten van onze ingrepen ruim moeten zien. Wij zullen uit moeten stijgen boven ons projectje en de Grote Lijn in het oog moeten hebben.

De Helderse Zeewering kan als een voorbeeld dienen voor alle aspecten.

Als reactie op direct waarneembare natuurlijke veranderingen, het zich landwaarts verleggen van geulen, is de kust hier vastgelegd d.m.v. een dijk en een oeververdediging.

*) Intern binnen de Rijkswaterstaat zijn alle problemen en aandachtsvelden binnen het genoemde kader geïnventariseerd; de potentiële baten van onderzoek begroot, waarbij ook de milieuaspecten zijn meegenomen.

De technische haalbaarheid van een dergelijke verdediging is onbetwist.



Voor wat betreft het effect op de omgeving:

Van het strand is hier weinig meer te zien. De stroom heeft zich ingegraven en de stroomsnelheden voor deze kust zijn zodanig, dat men zijn kind hier niet graag "in het diepe" zou laten zwemmen.

Voor wat betreft het onderhoud:

Uitgebreide verdedigingswerken zijn nodig om de kust op zijn plaats te houden. En steeds weer knabbelt de zee verder aan de randen en steeds weer kost het nieuwe miljoenen aan bezinking om dit punt te verdedigen.

En nu het punt van de algemene strategie, dus de Grote Lijn:

Een en ander is mede een gevolg van de "zandhonger" van de Waddenzee, een structurele kwestie, mede veroorzaakt door het stijgen van de zeespiegel en dus nauwelijks waarneembaar. Wat gebeurt als de zeespiegel in de toekomst sneller zou gaan rijzen? Wordt de Waddenzee dan steeds hongeriger? En hoeveel honger krijgen de estuaria in het Zuiden? Hoeveel van onze stranden gaan er dan uitzien als dat bij de Helderse Zeewering? op dit soort uitdagingen van de natuur zullen wij een antwoord moeten vinden.

Zou misschien, in het algemeen, de aanval de beste verdediging zijn?

3. Overwegingen m.b.t. het benodigde onderzoek

Hiervoor werden een aantal voorbeelden van problemen genoemd.

Echter: is een Rijkswaterstaat, die een Stormvloedkering kan maken, niet in staat de hiervoor genoemde problemen op te lossen? Als wij al eeuwen bezig zijn met water uit onze sloten in zee te pompen, zijn wij dan bij voorbeeld niet in staat continu genoeg zand naar de kust te pompen, om een veilig en goed leefbaar Nederland te maken in de vorm, die wij wenselijk achten? Kunnen wij niet volstaan met de bestaande kennis?

Tot op zekere hoogte is deze gedachtengang juist.

Alleen:

In principe kunnen wij praktisch alle problemen, waarvoor wij gesteld staan wel oplossen met de bestaande kennis, maar met meer kennis op de plank zouden wij veel uitgekiender (d.w.z. veel goedkoper of milieutechnisch beter) kunnen werken.

Een voorbeeld.

Als uit onderzoek zou volgen, het zand van 3 km uit de kust zou kunnen worden onttrokken i.p.v. 20 km, dan zou het plan Waterman f 500 miljoen goedkoper kunnen worden uitgevoerd. Maar ook als dit plan niet zou worden uitgevoerd, zou onderzoek naar zandwinputten dicht bij de kust al lonend zijn: de min of meer regelmatig uitgevoerde zandsuppleties en zandwinning zouden in de toekomst goedkoper worden. Zonder onderzoek naar deze besparing reiken, zou onverantwoord risico's nemen zijn: eerst "leren uit de natuur" en dan pas bouwen met de natuur.

Dit illustreert de titel van deze voordracht: voeten op de grond: het uitvoeren van onderzoek is gewoon een nuchtere economische noodzaak, waar wij allen als belastingbetaler beter van worden.

Naast onderzoek in verband met de directe praktische problematiek is er onderzoek, dat gericht is op de toekomstige ontwikkelingen 10, 20, 30 jaar na nu, signalerend ten behoeve van het beleid.

Een voorbeeld:

De ontwikkeling van zandbanken evenwijdig aan de kust voor de voormalige mondingen van Haringvliet, Grevelingen en mogelijk ook voor de Oosterschelde kunnen grote implicaties hebben voor het functioneren van het Voordeltagebied (bij voorbeeld: kustveiligheid, visserij, recreatie etc.).

Dergelijke ontwikkelingen dienen vroegtijdig door onderzoekers te worden onderkend en van mogelijke beleidsimplicaties of beleidsalternatieven te worden voorzien.

4. Onderzoeksvisie: Twee ogen, een beeld

Simultaan zouden bij dit soort problemen twee methoden van aanpak moeten worden gevolgd, die "TOW-aanpak" *) en "Kustgenese- aanpak" kunnen worden genoemd; woorden en wijzen van aanpak, welke nu nader zullen worden verklaard. Hierbij blijft de vraag in het midden, of deze sporen in de toekomst altijd TOW en Kustgenese zullen blijven heten.

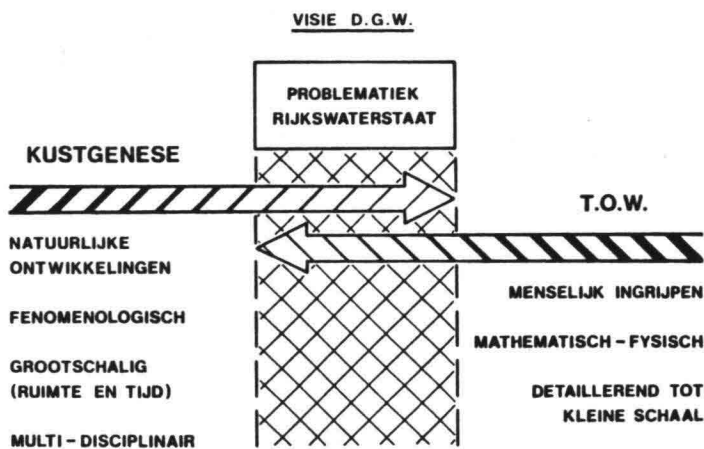


Fig. 3 Twee wijzen van aanpak tot één doel.

Bij de TOW-aanpak worden kustproblemen uiteengerafeld tot de basis-differentiaalvergelijkingen en daarna weer samengesteld tot een mathematisch model. Deze TOW-aanpak heeft als kernwoorden: onderzoek naar menselijk ingrijpen, mathematisch-fysisch, onderzoeken door detaillering en is dus in principe relatief kleinschalig in tijd en plaats.

*) TOW is een afkorting van "Toegepast Onderzoek Waterstaat": een door de Rijkswaterstaat gefinancierd onderzoeksprogramma, waarin verder het Waterloopkundig Laboratorium en de Technische Hogeschool participeren.

Omschrijving Kustgenese-aanpak:

Uit het verleden komt het heden; geen weten zonder meten.

Kernwoorden: onderzoek naar natuurlijke ontwikkelingen, fenomenologisch, relatief grootschalig in tijd en plaats. Vele disciplines houden zich er samen mee bezig.

Vanwaar deze twee soorten aanpak?

Op menselijke verstoringen reageert een kust relatief snel; wijzigingen in trends zijn relatief groot en deze kunnen wij nog mathematisch-fysisch beschrijven en controleren (het betreft hier eerste orde afgeleiden).

Het reproduceren van natuurlijke veranderingen is veel moeilijker: de wijzigingen vallen binnen de nauwkeurigheidsmarge van onze berekeningen (dit zijn tweede en derde-orde afgeleiden). In Kustgenese proberen wij de belangrijkste processen te determineren, die natuurlijke ontwikkelingen veroorzaken.

Denk bij voorbeeld aan de al genoemde zeespiegelrijzing: als wij weten wat voor invloed de relatieve zeespiegelrijzing in het verleden heeft gehad, kunnen wij ook meer zeggen over de kustontwikkelingen als gevolg van een eventuele versnelde zeespiegelrijzing (door het toenemend CO₂-gehalte in de atmosfeer)?

Een ander voorbeeld. Wij beschikken over een groot gegevensbestand jaarlijkse kustmetingen. Het lijkt bijzonder nuttig, als hieruit trends worden bepaald met behulp van moderne dataverwerkingstechnieken.

Als Waterstaat kunnen wij dit hele onderzoek niet alleen aanpakken.

Fig. 4 toont naar mijn idee het gezicht van het Kustonderzoek van de toekomst. Twee open ogen, TOW en Kustgenese geven samen een drie-dimensionaal beeld op de problematiek. Als wenkbrauw bij het TOW-oog ziet U het WL, voor wat betreft Kustgenese ziet U met name de Universiteiten en de RGD in de nabijheid.

Beide aanpakken zijn noodzakelijk en zij vullen elkaar aan.

Uiteindelijk moeten wij samen zowel kwalitatief als kwantitatief één beeld vormen van de te verwachten ontwikkeling van de kust.

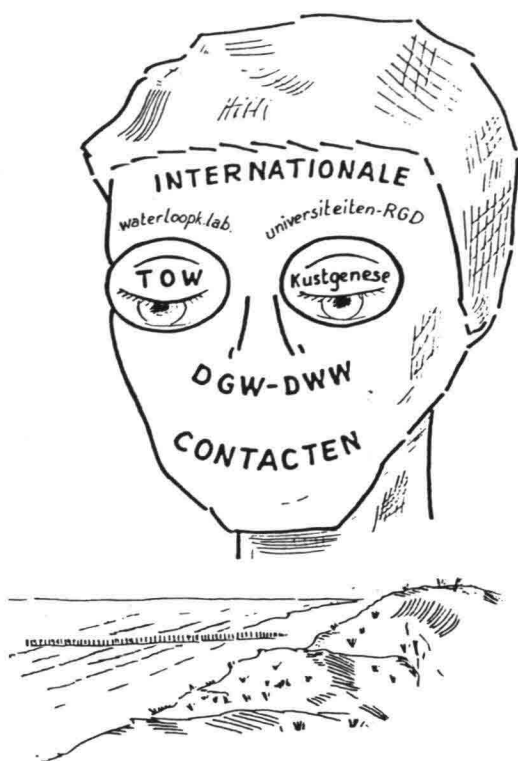


Fig 4 toont naar mijn idee het gezicht van het kustonderzoek van de toekomst. Twee open ogen, TOW en Kustgenese, geven samen een drie-dimensionaal beeld op de problematiek. Als wenkbrauw bij het TOW-oog ziet U het WL, voor wat betreft Kustgenese ziet U met name de Universiteiten en de RGD in de nabijheid.

Beide aanpakken zijn noodzakelijk en zij vullen elkaar aan.

Uiteindelijk moeten zij samen zowel kwalitatief als kwantitief één beeld vormen van de te verwachten ontwikkeling van de kust.

Als spreker over onderzoek verschijnt in fig. 4 de Rijkswaterstaat in beeld (de directies DGW en DWW).

In het gezicht van het onderzoek zijn ook internationale contacten van grote betekenis.

5. Plannen voor de komende jaren

In de volgende voordracht komt aan de orde wat er in het onderzoek al bereikt is.

Hier alleen nog enkele opmerkingen over de plannen, vanuit Rijkswaterstaats-standpunt bezien.

Laat er geen misverstand over bestaan, dat ook het beste kustonderzoek altijd een aanzienlijke marge zal overlaten omtrent voorspellingen van het kustgedrag. Veel hangt af van toevallig stormachtige jaren en langjarige klimatologische wijzigingen, die de meteorologie ook nu nog niet kan voorspellen. Het onderzoek

zal zich niet moeten richten op deterministische aanpak, maar op probabilistische trends met voorspelling van de grootte van de ruis. Deze ruis moet zo klein mogelijk worden.

Voor wat betreft de mathematische modellen bestaat behoefte aan gevalideerde theorie, dus aan modellen, waarvan de nauwkeurigheid t.o.v. NATUURmetingen bekend is.

Binnen een redelijke termijn - een jaar of vijf? - hopen wij, in nauwe samenwerking met het WL, de genoemde ruis duidelijk aantoonbaar te hebben verminderd.

Voor wat Kustgenese betreft verwachten wij inzicht te hebben in de zandbalans van de Nederlandse kust, maar ook wat de processen zijn, die deze zandbalans in het verleden, en dus ook in de toekomst beïnvloed(d)en. Wij hopen dit onderzoek samen met de RGD, Universiteiten, Hogescholen en WL naar behoren kunnen uitvoeren. Ook hier lijkt een tijdspanne van ca. 5 jaar voor nodig.

Daarnaast zullen innovatieve ideeën nog de nodige aandacht moeten verkrijgen. Wij realiseren ons, dat het een extra beroep op de personeelscapaciteit van de RWS vergt om onze ideeën, zowel wat TOW als Kustgenese betreft, te kunnen verwezenlijken; zeker indien dit moet gebeuren binnen de orde van grootte van de tijd, die ons ter beschikking staat. Wij verwachten meer aan deze eis tegemoet te kunnen komen naarmate de Deltataak afloopt.

Uit het voorgaande blijkt dat Rijkswaterstaat niet is gekluisterd aan vergelijkingen, maar daarnaast een open oog heeft voor grootschalige processen, en daar "Kustgenese" voor nodig heeft:

Uit het verleden via het heden naar de toekomst.

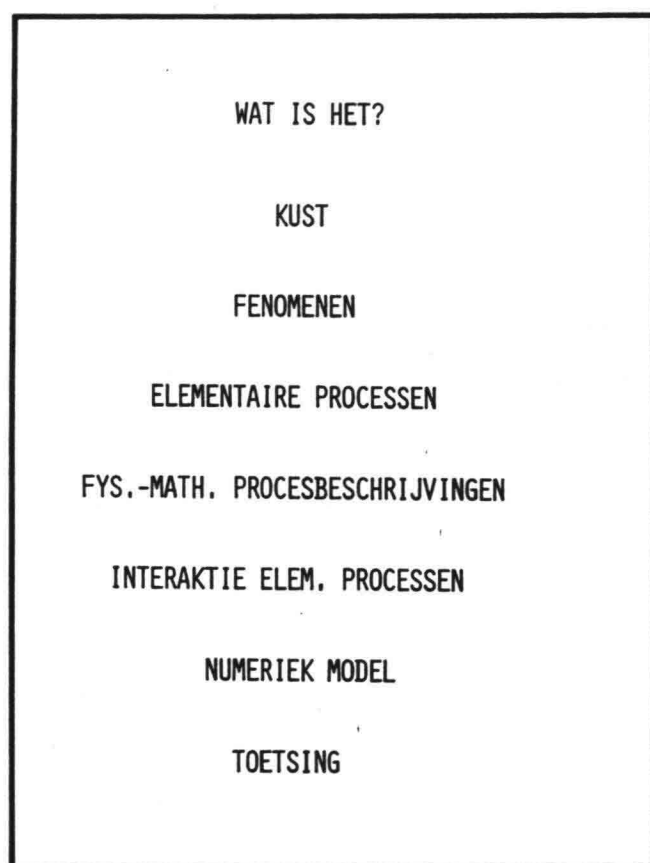
Daarnaast blijkt duidelijk, dat integrale samenwerking nodig is.

Ik hoop, dat ik iets heb overgebracht van het enthousiasme, dat wij allen hebben om, de uitdaging van de komende jaren enerzijds met grote nuchterheid en anderszins met grote werkkraft, aan te nemen.

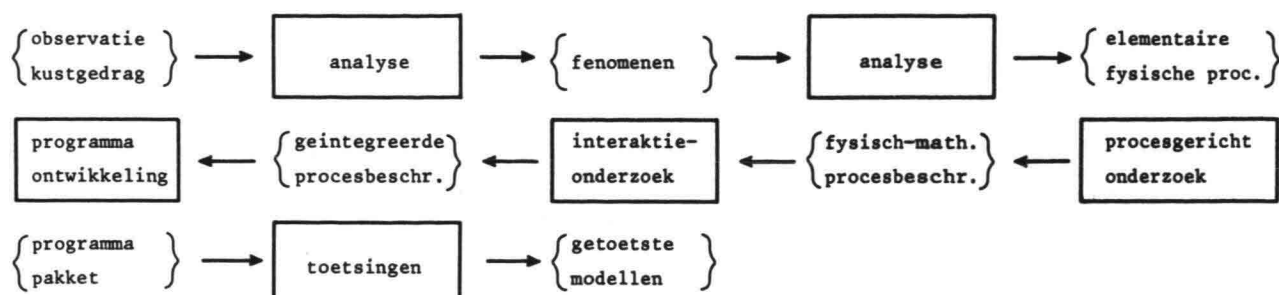
3. FYSISCH-MATHEMATISCHE MODELONTWIKKELING IN DE KUSTMORFOLOGIE

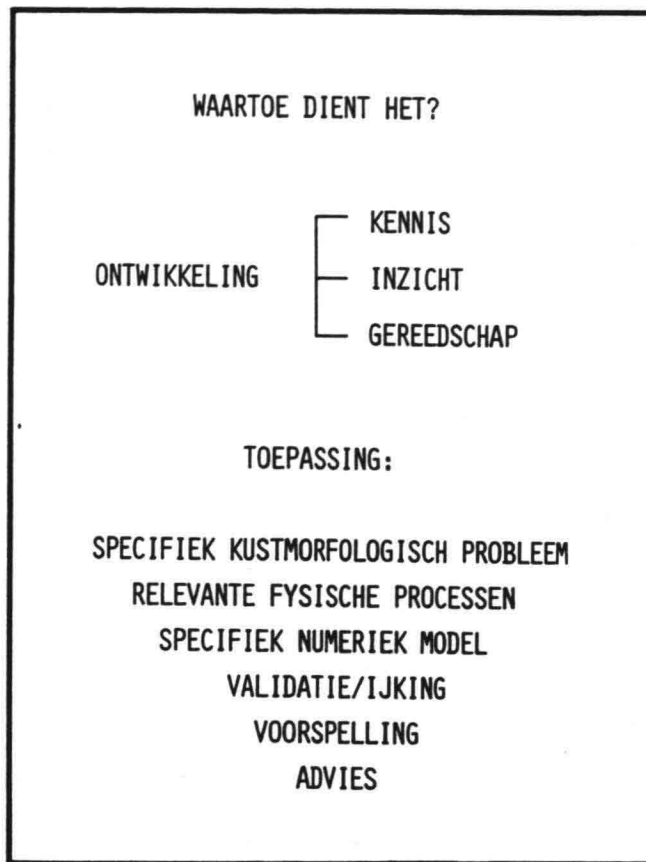
ir. P. Vellinga en dr. ir. H.J. de Vriend

Waterloopkundig Laboratorium



De hoofdlijn van de fysisch-mathematische modelontwikkeling kan als volgt worden weergegeven.



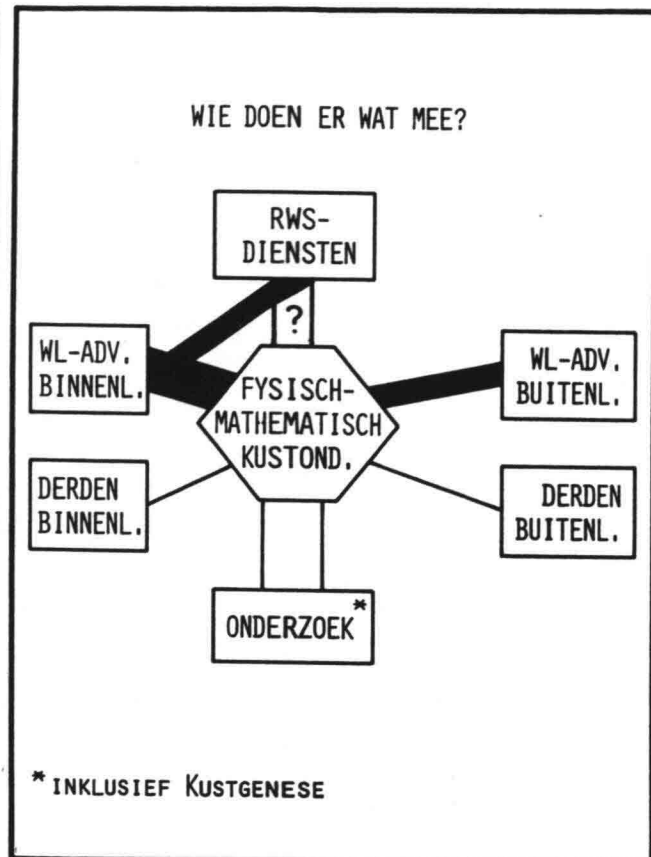


Doel van deze vorm van onderzoek is niet alleen de ontwikkeling van gereedschappen (getoetste modellen), maar ook de uitbouw van kennis van en inzicht in de fysische processen en hun interactie.

Deze resultaten (kennis, inzicht, gereedschap) zijn allen nodig bij de toepassing van wiskundige modellen in de kustmorfologische adviespraktijk, nl. voor:

- het identificeren van de voor het beschouwde probleem relevante processen,
- een juiste keuze van de numerieke procesbeschrijvingen,
- de samenstelling van een evenwichtig numeriek model,
- de schematie en het definiëren van de te maken runs,
- de validatie van de resultaten en de ijking van eventuele konstanten,
- de interpretatie van de verkregen resultaten en hun integratie in het uiteindelijke advies.

WIE VOEREN HET UIT?			
KADER	GERICHT OP	OPDR.	UITV.
TOW	ALG. GEREEDSCHAP (INZICHT + MODELLEN)	RWS	RWS, WL, THD
TAW	WATERKERINGEN	RWS	RWS, WL E.A.
PROJ.	CONCRETE VRAGEN	RWS, E.A.	WL, E.A.
WL	OPERATIONALISERING	WL-S	WL
UNIV.	FENOMENEN, PROC.	O EN W	UNIV.



Onderzoek t.b.v. fysisch-mathematische modelontwikkeling in de kustmorfologie vindt plaats in diverse kaders (TOW= Toegepast Onderzoek Waterstaat; TAW= Technische Adviescommissie Waterkeringen; proj.= Concrete adviesprojecten met onderzoekkarakter; WL= Waterloopkundig Laboratorium, eigen speurwerk; univ.= universitair onderzoek) en wordt uitgevoerd door diverse instituten (RWS=Rijkswaterstaat; THD= Technische Hogeschool Delft) voor diverse opdrachtgevers. Het belangrijkste kader voor algemeen, dus niet op specifieke toepassingen gericht onderzoek is het TOW-Kustonderzoek, waarin RWS, WL en THD samenwerken.

De resultaten die het fysisch-mathematische kustonderzoek tot dusverre heeft opgebouwd worden vooral door het WL gebruikt t.b.v. adviezen in buitenland (ca. 30%) en binnenland (ca. 70%, waarvan naar schatting de helft in opdracht van RWS). Verder kan RWS zelf direct gebruik maken van de resultaten en vormt elk tussenresultaat uiteraard weer een basis voor verder onderzoek, in hetzelfde of een ander kader (zoals bv. Kustgenese?).

HOE WORDT HET AANGEPAKT?

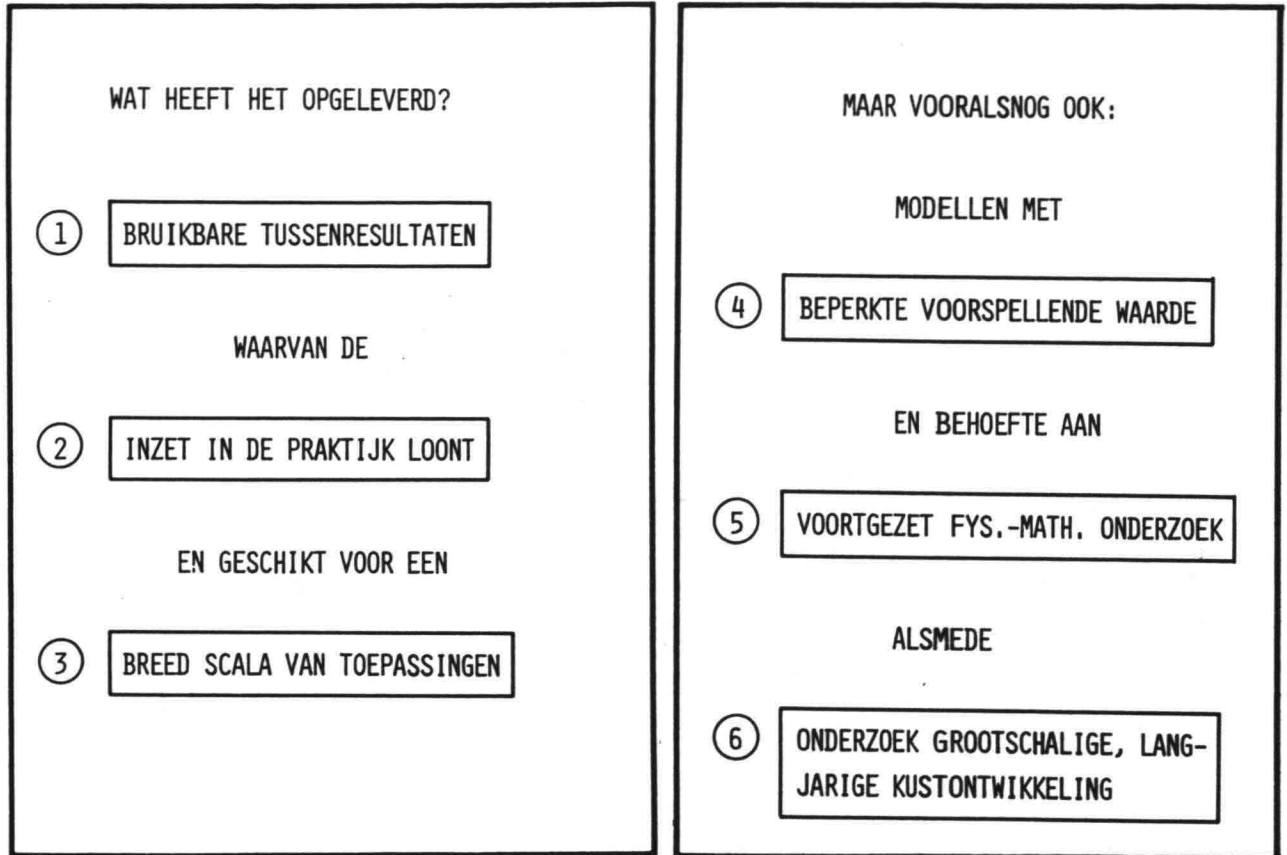
T.O.W.

1980 - 1985

- NUMERIEKE MODELLEN (LIJN, RAAI, VELD)
- HELE KUSTZONE > "KUSTDRIFT"
- INTEGRATIE BESTAANDE KENNIS
- TERUGKOPPELING OP PROCESONDERZOEK
- FILOSOFIE: "STAP VOOR STAP" → SPIN-OFF

Het TOW-Kustonderzoek is de laatste jaren gericht op de ontwikkeling van kust-morfologische modellen (kustlijnmodellen, raaimodellen dwars op de kust, veldmodellen in 2 horizontale dimensies). Dit modellengamma omvat de gehele kustzone, d.w.z. nadrukkelijk méér dan de door de brandingsstroom geïnduceerde "kustdrift".

De aanpak is gebaseerd op integratie van de bestaande kennis in modellen, identificatie van de zwakke plekken en van daaruit sturing van het procesonderzoek. De filosofie daarbij is nadrukkelijk die van "stap voor stap", zo eenvoudig mogelijk beginnend en geleidelijk uitbouwend naar meer gecompliceerde modellen. Daarbij wordt zoveel mogelijk gestreefd naar "spin-off" van bruikbare tussenresultaten.



Het fysisch-mathematische kustonderzoek is nog in volle gang en van eindresultaten is dan ook nog nauwelijks sprake. Wel is er reeds een duidelijke "spin-off" in de vorm van bruikbare tussenresultaten, die inzetbaar zijn gebleken voor een breed scala van toepassingsgebieden. De inzet van deze hulpmiddelen blijkt bovendien lonend te zijn, niet alleen doordat met behulp daarvan betere adviezen kunnen worden gegeven, maar ook doordat er een sturende en stimulerende werking op het onderzoek van uitgaat en doordat het leidt tot een snelle verbreiding van de verkregen kennis.

Anderzijds is duidelijk, dat de voorspellende waarde van de huidige modellen nog steeds beperkt is: de interpretatie van de resultaten, met gezond verstand en de nodige ervaring, blijft vooralsnog een sleutelrol in de advisering vervullen. Om tot betrouwbare voorspellende modellen te komen is voortgezet fysisch-mathematisch onderzoek beslist nodig, naast onderzoek van grootschalige, langjarige ontwikkelingen, al was het maar om de randvoorwaarden voor de kleinschaliger fysisch-mathematische modellen te genereren.

EVALUATIE						
BEWERING	SLUFTERDAM	TEXEL-STUDIE	GEOMOR	VOORDELTA	GRIEND	WATERMAN
1. BRUIKBAAR	+	+	+	+	+	+
2. LONEND	+	+	+	+	+	!
3. BREED SCALA	+	+	+	+	+	+
4. BEPERKT	+	+	+	+	+	!
5. F.-M. ONDERZOEK	+	+	+	+	+	!
6. KUSTGENESE	+	+	+	+	+	+

De voorgaande zes stellingen zijn op hun geldigheid getoetst aan de hand van een zestal adviesprojecten, nl.:

- het Slufterdamproject: onderzoek naar het te verwachten onderhoud van een aantal alternatieve ontwerpen van een aan te leggen grootschalige locatie voor de berging van baggerspecie uit de benedenrivieren, aan of bij de Maasvlakte (zie App. 1.).
- de Texel-studie: beleidsanalytische studie ten behoeve van integraal kustverdedigingsbeleid voor Texel) zie App.2.).
- Geomor: onderzoek en modelbouw ter voorspelling van de ontwikkeling van de platen in de Oosterschelde na de bouw van de stormvloedkering
- Voordelta: onderzoek naar de ontwikkeling van de onderwaterdelta's voor de zeearmen in het Delta-gebied, na uitvoering van de Deltawerken (zie App. 3.).
- Griend: onderzoek van voorgestelde maatregelen tot behoud van het vogeleilandje in de Waddenzee.
- Waterman: kustmorfologische en bouwtechnische aspecten van het kustuitbreidingsproject tussen Hoek van Holland en Scheveningen.

Hoewel een deel van deze projecten nog niet is uitgevoerd of nog niet is afgerond, is te verwachten dat ze alle de stellingen bevestigen.

FYSISCH-MATHEMATISCH
KUSTONDERZOEK

MOETEN WE
ERMEE DOORGAAN?

JA, WANT:

- DE EINDRESULTATEN ZIJN NODIG

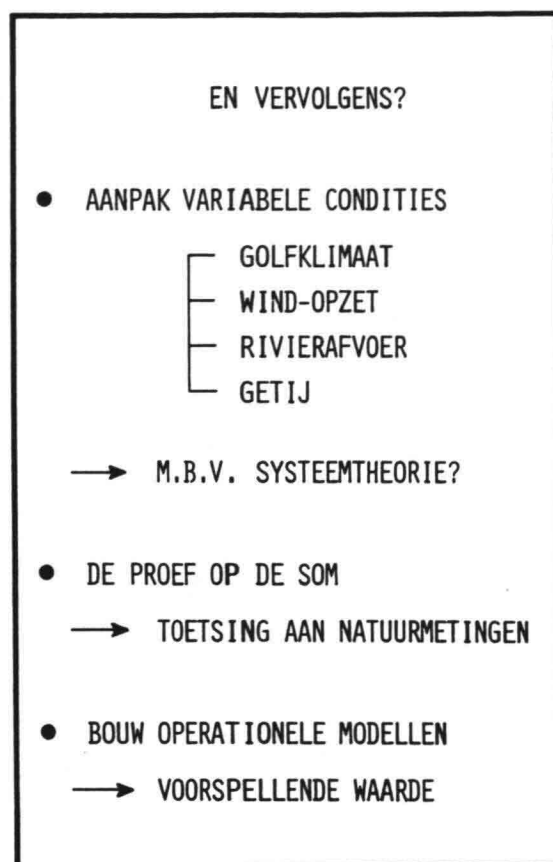
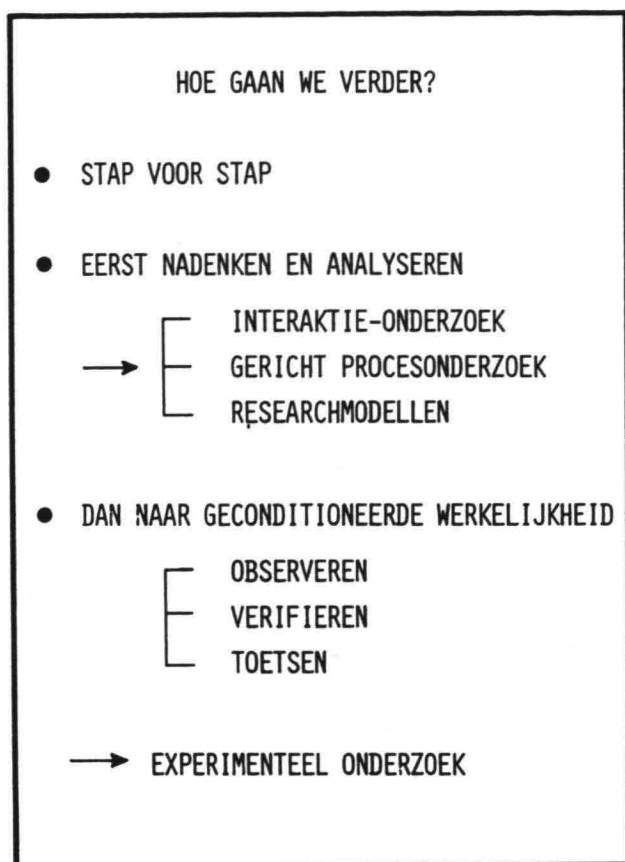
- ER IS VOLDOENDE SPIN-OFF

- ZO BLIJVEN WE (MEE) VOORAAN

→ EXPORTPOSITIE NEDERLANDSE
WATERBOUWKUNDE

Het fysisch-mathematische kustonderzoek zoals dat nu gaande is verdient te worden voortgezet, omdat:

- de eindresultaten (voorspellende kustmorfologische modellen) nodig zijn; niet alleen ten behoeve van eventuele nieuwe ingrepen en de voorspelling van hun gevolgen, maar ook ten behoeve van een verantwoord kustbeheer.
- het lopende onderzoek voldoende spin-off levert om de fysisch-mathematische modelontwikkeling ook op korte termijn aantrekkelijk te maken en niet al te zeer het karakter van een "long shot" te geven.
- het van essentieel belang is om (mee) vooraan te kunnen blijven lopen in de kustwaterbouwkunde en aldus de exportpositie van de nederlandse waterbouwkunde te ondersteunen.

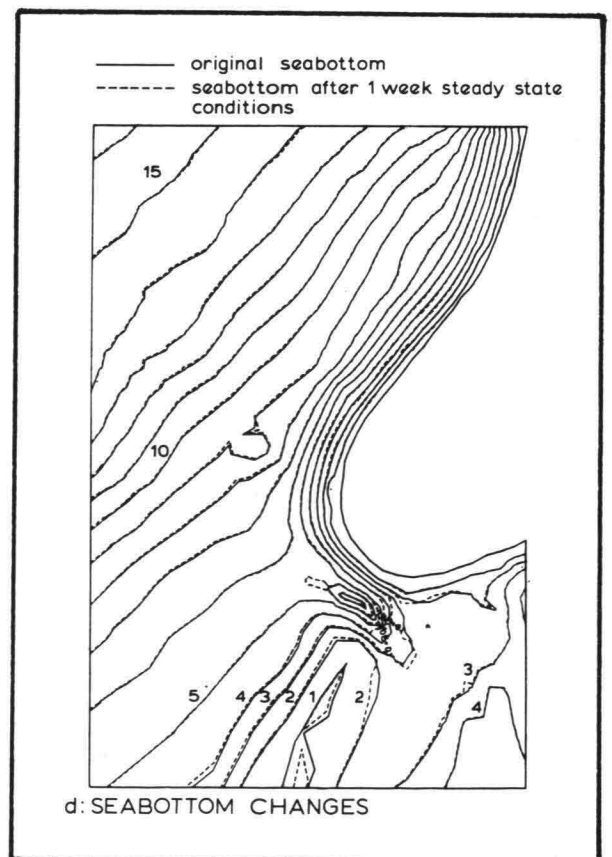
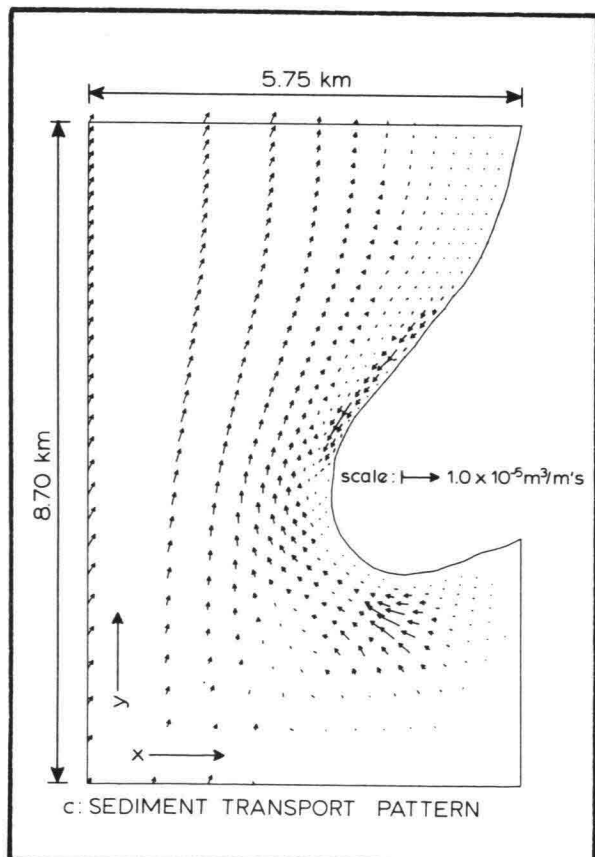
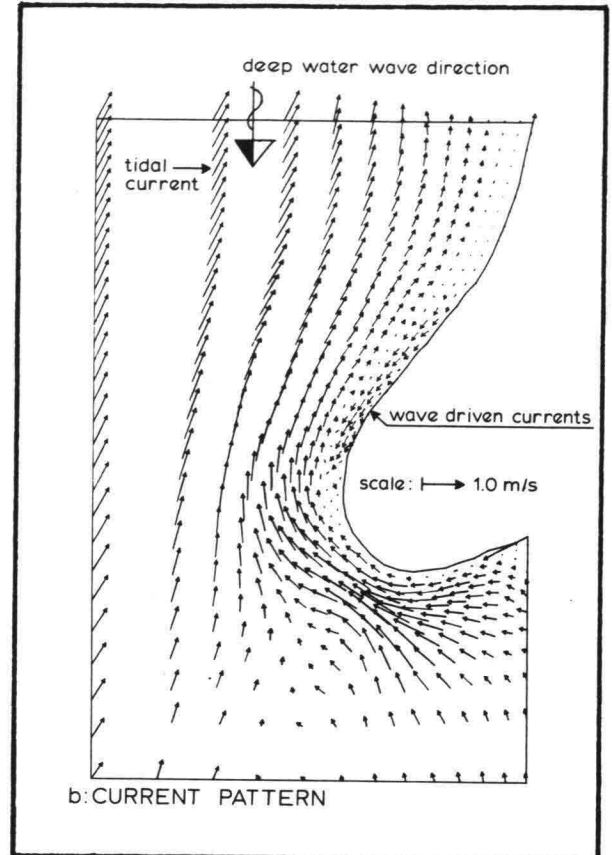
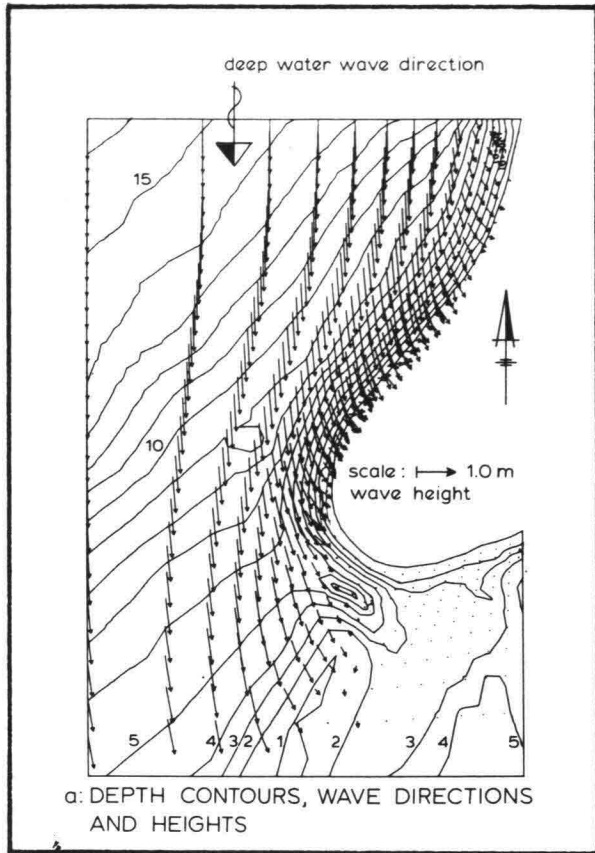


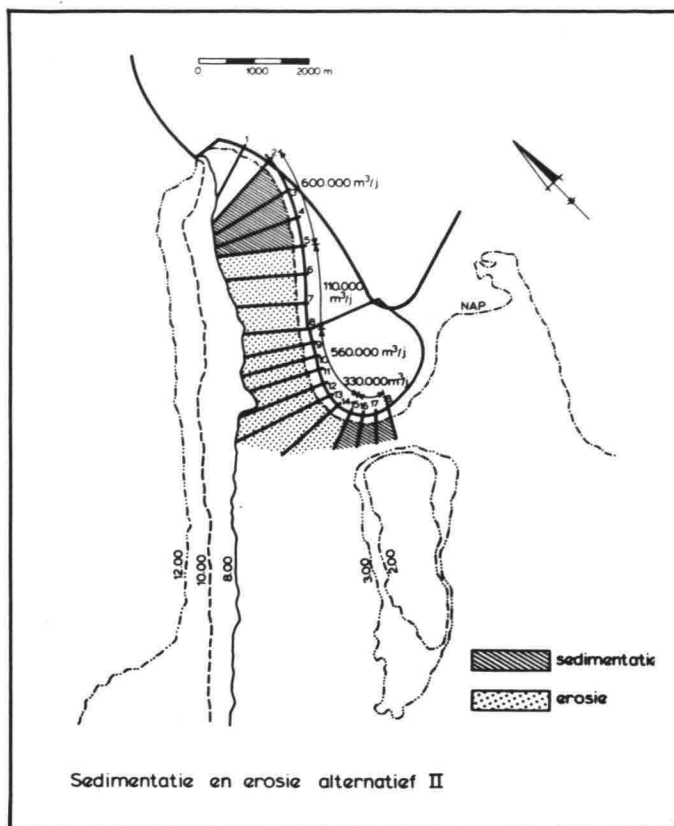
Grondslag van de TOW-aanpak van het fysisch-mathematische kustonderzoek is de "stap-voor-stap"-benadering: begin eenvoudig en bouw, al naar gelang de gebleken behoefte, geleidelijk meer complicaties en verfijningen in. En ook: werk aan niet te veel zaken tegelijk, maar concentreer de inspanning. Nu de eerste grote stap (de "eerste generatie" kustmorfologische modellen) vrijwel voltooid is en gebleken is dat deze modellen weliswaar bruikbaar zijn, maar nog onvoldoende voorspellende waarde hebben of nog wezenlijke stukken missen, is een volgende stap nodig: er moet een "tweede generatie" modellen komen. Voordat met de feitelijke bouw daarvan kan worden begonnen, moet een aantal onderzoeksfasen worden doorlopen:

- nadenken en analyseren (incl. spelen met research modellen),
- confrontatie met een geconditioneerde werkelijkheid,
- aanpak van natuurlijke, d.w.z. in de tijd met een breed scala, van frequent variërende omstandigheden,
- confrontatie met natuurmetingen.

Het tempo van realisatie wordt voornamelijk bepaald door de voor dit onderzoekspakket beschikbare budgetten.

Appendix 1. Slufterdamprojekt (variant II)



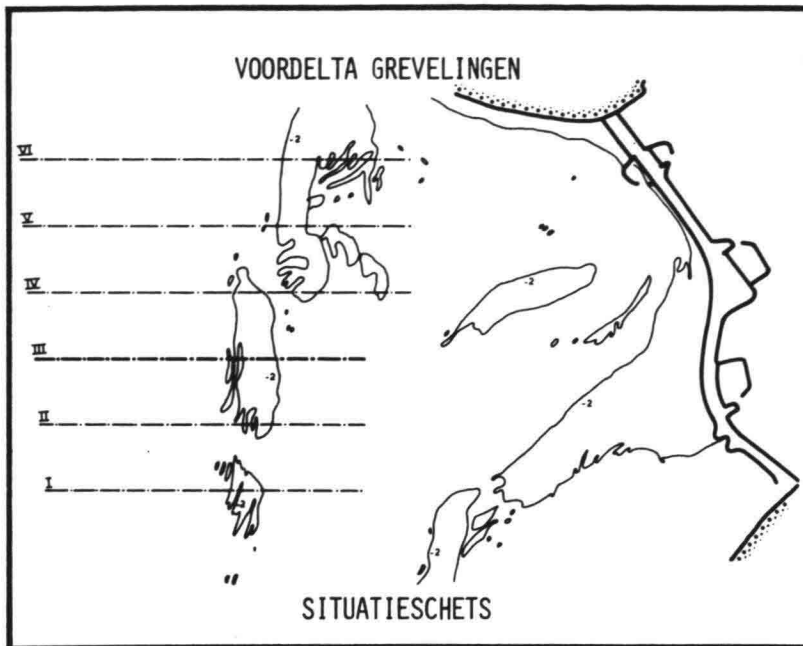


ALTERNATIEF	BANDBREEDTE IN 1.000 M ³ /JAAR	BEREKENDE HOEEVEELHEID JAARLIJKS ONDERHOUD IN 1.000 M ³ /JAAR
I	250 - 700	400
II	350 - 850	500
III	500 - 1100	750
IV	900 - 1600	1200

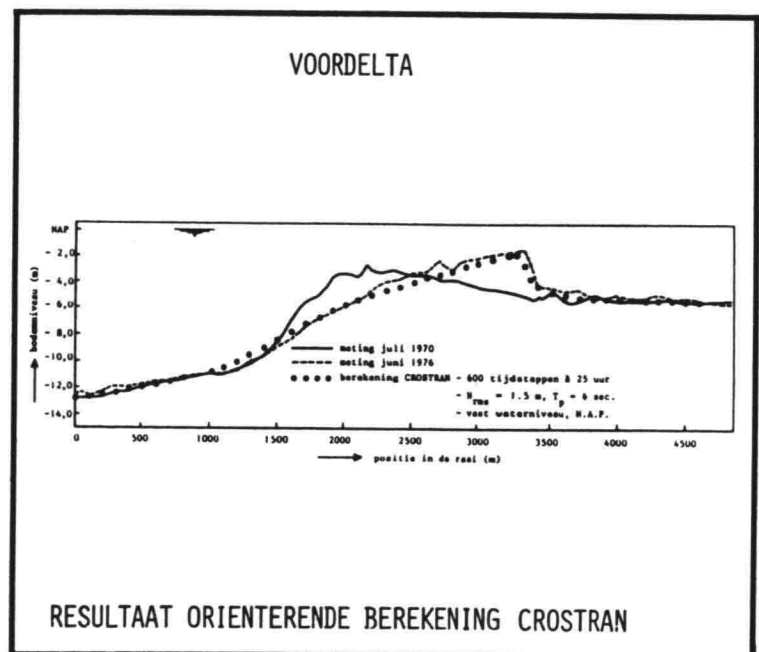
BEREKENDE JAARLIJKS TE SUPPLEREN HOEEVEELHEID ZAND MET EEN
D₅₀ VAN 130 µM EN BIJBEHORENDE BANDBREEDTE, LANGE TERMIJN

Evaluatie stellingen:

1. Gebruikte onderzoeksresultaten: kustmorfologisch veldmodel COMOR
2. Inzet lonend, want bouw van "zachte" constructie is mogelijk gebleken en alternatieven konden worden afgewogen
3. Aspecten toepassing: ontwerp en onderhoud constructie, gevolgen voor kustveiligheid en milieu (MER)
4. Beperkte voorspellende waarde: niet alle relevante processen (dwarstransport!) zijn meegenomen → brede onnauwkeurigheidsmarge
5. Behoeftte fys.-math. onderzoek: integratie dwarstransport, interactie brandingszône en onderwateroever, schematisatie variërende condities, interpretatie resultaten
6. Behoeftte aan onderzoek grootschalige, langjarige ontwikkelingen: randvoorwaarden zeeranden? Hoe past dit model in de grotere omgeving?



Appendix 3. Voordelta



Evaluatie stellingen:

1. Gebruikte onderzoeksresultaten: raaimodel CROSTRAN (dwarstransp.)
2. Inzet loont via aantonen belang dwarstransporten via stimulans dwarstransportonderzoek
3. Aspecten toepassing; gevolgen ingreep, milieu (vorming Waddenzee op kleine schaal?), kustveiligheid
4. Voorspellende waarde beperkt: essentiële coëfficiënten afgeregeld aan de hand van de beschikbare meetgegevens
5. Voortzetting fysisch-mathematische dwarstransportonderzoek nodig
6. Grootschalige, langjarige ontwikkelingen: hoe past de ontwikkeling van dit gebied in het grotere geheel en waar gaat het op den duur naar toe?

4. DE KUST IN VIER DIMENSIES

Dr. J. Wiersma

Rijkswaterstaat, Den Haag

Een nieuwe kijk op de kust *)

1. Inhoud

aspecten: fenomenologie (v.w.b. de vormen)
 vorming (v.w.b. de processen)
 futurologie (v.w.b. de ontwikkelingen en verdediging)
 aanpak (v.w.b. het onderzoek)

2. Inleiding

De titel "een nieuwe kijk op de kust" vereist een toelichting.

Traditioneel wordt namelijk de natuurlijke kust gezien als opgebouwd uit duinen, strand en brandingszone. De kustligging wordt per raai bepaald.

Dit geldt eveneens voor de beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering. Op deze wijze ontstaat een beeld van de kust, opgebouwd uit partiële fragmenten. Informatie over de ligging van duinvoet, hoog- en laagwaterlijn wordt weliswaar bij elkaar gevoegd, maar is op die manier gesynthetiseerd en blijft in wezen kleinschalig van aard.

Zulk een beeld van de gemiddelde hoogwater lijn over de periode 1960-1975 is in bijlagen 1 en 2 weergegeven.

*) Voordracht gehouden door dr. J. Wiersma op het colloquium Kustontwikkeling: verleden, heden en toekomst, op 9 mei 1985, Waterloopkundig Laboratorium, de Voorst.

Bijlage 1 geeft op die manier een indruk van de kusterosie c.q. kustaanwas voor de Waddeneilanden. Hieruit blijkt dat Texel en Ameland voornamelijk aan erosie onderhevig zijn. Terschelling erodeert in het middendeel van het eiland en vertoont aanwas aan de uiteinden.

Het krijgt hierdoor een voor getij-gedomineerde "barrière eilanden" kenmerkende "drum-stick" vorm. Schiermonnikoog lijkt, over deze periode althans, voornamelijk aan te groeien.

Bijlage 2 geeft de situatie weer voor de gesloten Hollandse kust. De aangegeven aanwas bij IJmuiden, in een overigens stabiel lijkend kustvak hangt samen met de aanleg en verlenging van de havendammen. De maximale aangroei bedroeg 5,5 m/jaar tegen de Zuiderdam en 4 m/jaar bij de Noorderdam.

Het lijkt niet zonder belang op te merken dat na de uitbouw aan de oorspronkelijke havenhoofden in 1867-1876 de aanzanding van de noordzijde juist sterker was.

De aanwas bij Hoek van Holland hangt samen met de in deze jaren uitgevoerde stranduitbouw. Momenteel vindt daar erosie plaats. Ten noorden van Egmond aan Zee staat de kust overwegend aan erosie bloot.

Kusterosie wordt getracht tegen te gaan door de aanleg van strandhoofden of meer recent door de uitvoering van zandsuppleties. Zulke maatregelen zijn veelal niet meer dan symptoombestrijding, zonder dat de oorzakelijke processen bekend zijn. Het project Kustgenese zal zich niet in eerste instantie richten op beschrijving, verklaring en berekening van een deelproces. Kustgenese probeert daarentegen een indruk te verkrijgen van grootschalige morfologische eenheden van de gehele Nederlandse kust, de samenhangende hydrodynamische processen, de veranderingen daarin en hun interacties te begrijpen. In tijd- en ruimteschalen houdt dat in: van groot naar klein.

Verwacht wordt dat een zodanig verdiept en verdiepend inzicht verkregen kan worden, dat een inschatting gegeven kan worden over lange termijneffecten van ingrepen in de kust en met name van natuurlijke ontwikkelingen in het kustgedrag en van de daarop te richten beheersstrategieën. Deze nadere en op lopend kustonderzoek aanvullende aanpak verklaart de ondertitel van deze bijdrage: "een nieuwe kijk op de kust".

Bij de hierna volgend te behandelen 4 genoemde aspecten zal deze Kustgenese kenmerkende, grootschaligheid centraal staan. Grootschaligheid in ruimte en tijd, vandaar de hoofdtitel van deze bijdrage.

3. Fenomenologie

Het is opvallend dat in feite niet bekend is wat de Nederlandse kust is.

Met name geldt dat voor het onderwatergedeelte, waarvoor de vage en vaak onjuist gebruikte term "vooroever" tot voor kort in zwang was.

Vooroever (foreshore) is echter het tussen HW en LW liggende kustgedeelte.

D.m.v. jaarlijkse kustlodingen wordt een zône van 800 m. zeewaarts van de RSP vast gelegd, ongeveer tot een diepte van NAP -6 tot -8 m. Het diepere deel van de kusthelling is tot voor kort eigenlijk buiten beschouwing gebleven.

Niet onwaarschijnlijk is het echter dat juist daar de oorzakelijke factoren gelegen zijn die de ligging en het gedrag van de kustlijn bepalen.

Bijlage 3 geeft een drietal voorbeelden van de onderwateroever ter hoogte van Ameland, de Zilk en Terheijde. Deze kustprofielen zijn ontleend aan zgn. vaklodingen. In dit verband zijn de variaties per profiel minder relevant, de aandacht wordt echter gevestigd op de opmerkelijke verschillen in de hellingen onderling en per profielgedeelte.

Het bovenste gedeelte van 0 tot -6 m NAP omvat de bliksemgrafieken van de brandingsruggen. Duidelijk is afgebeeld dat deze banken goed ontwikkeld zijn in het Ameland- en Zilkprofiel. Ter hoogte van Terheijde ontbreken deze banken of zijn slechts flauw ontwikkeld.

Dit uiterst opvallend en waarschijnlijk voor het gedrag van de kustlijn significant fenomeen van het al dan niet voorkomen en het aantal en de oriëntatie van parallelle brandingsbanken is voor zover bekend voor de Nederlandse kust als geheel nog niet onderzocht. Op zich lijkt dit fenomeen weer gerelateerd te zijn aan de hellingshoek van de littorale oever, welke bij Terheijde steiler is dan bij de Zilk en Ameland.

Wat nu de betekenis is van deze (variaties in) kusthelling, waar de kust eindigt en de zeebodem begint zijn in feite principiële vragen die tot nu toe niet of nauwelijks gesteld zijn. Van de hier afgebeelde profielen behoren die van Ameland en de Zilk waarschijnlijk in hun geheel, tot een afstand van minstens 6 à 7 km uit de kustlijn tot de kust, tot de zeewering. Immers ook op die afstanden en bij de bijbehorende diepten oefenen (asymmetrische) golven invloed op de bodem uit, is zandtransport mogelijk c.q. wordt golfenergie gedissipeerd. Voor de kust van Zuid-Holland zijn deze profielen voor een langere reeks van jaren geconstrueerd.

Voor de profielen van 1976 is resp. aangegeven waar het steilere ondiepe deel overgaat in een flauwer deel en waar de onderwater oever overgaat in de zeebodem.

Bijlagen 4a en 4b zijn schetsmatige presentaties van deze gegevens.

Verhoudingsgewijs steil en smal is het bovenste deel van de onderwateroever ter hoogte van het zuidelijk deel van Delfland. Tegen voortdurende erosie is de kust daar versterkt met strandhoofden.

De grens tussen de onderwateroever en de zeebodem ligt in het in bijlage 4 afgebeelde deel op gemiddeld ca. -18 m; de gemiddelde helling van het steilere is 1:200, de breedte ervan bedraagt 2300 m; de helling van het flauwere deel is gemiddeld 1:1800, de breedte ruim 4 km.

Om een beter inzicht te kunnen krijgen in de onderwateroever en de afbakening met de zeebodem in engere zin te kunnen aangeven zijn 77 dwarsraaien gevaren tot een afstand van 25-30 km uit de kust. De resultaten van deze loding zijn met een computerprogramma verwerkt en in bijlage 5 weergegeven. Een toelichting bij deze 3-dimensionale weergave is in een eerdere notitie gegeven (WWKZ-85.G.212).

Het mag uit het bovenstaande en uit de bijlage duidelijk geworden zijn dat we te maken hebben met fenomenen waarvan in feite de verschijningsvorm en de verscheidenheid daarin nog niet eens bekend is. Dit geldt dan tevens en a fortiori voor de processen die deze morfologie bepaalden en bepalen. Desondanks worden onderstaand enige tentatieve opmerkingen gemaakt over groot-schalige processen die in dit kader relevant zijn.

4. Vorming

Proces-gericht kustonderzoek is vooral gericht op het leren kennen en berekenen van zandtransporten in de brandingszone. In die zone vindt een enorme dissipatie van golfenergie plaats. Vooral t.g.v. scheef-invallende golven is de transportcapaciteit groot, per oppervlakte veel groter dan op dieper water. Er wordt vanuit gegaan dat meer permanente kustachteruitgang (en aanwas) een gevolg is van gradiënten in de langstransportcapaciteit. Mogelijk is deze overheersend geachte invloed van langstransport nog te verklaren uit de theorie van Tesch (1935). Deze achtte de Nederlandse kust te zijn ontstaan als enorme strandhaken voor de Belgisch-Hollandse kust gevoed door zandtransport uit het zuiden, voor de Waddeneilanden door zandtransport vanuit het westen. Vanuit de aardwetenschappen zijn sindsdien wel andere opvattingen naar voren gekomen, toch acht van Straaten langstransport nog een dominante invloed te hebben boven dwarstransport.

Bijlage 6 geeft een transporthypothese weer, waarbij aan dwars gerichte componenten van de transportcapaciteit de overhand toegedacht wordt boven langstransport. Netto langstransport is daarbij resultante van de verdeling van hydro-dynamische energie op de onderwateroever.

Een hydro-dynamisch model dat bij de hypothese past is onlangs door Niedoroda c.s. gepubliceerd, bijlage 7.

Voor stormcondities berekenden zij voor een 3 km brede zone, m.b.v. de methode van Madsen en Grant een gelijkwaardige dwars- en langs transporterend vermogen. Hun onderzoek is gericht op de onderwateroever (shoreface) langs de Atlantische kust van de V.S.

Voor het vaststellen van de situatie langs de Nederlandse kust o.a. t.b.v. het opstellen van zandbalansen zullen gegevens uit de jaarlijkse kustlodingen, het zgn. Jarkus-bestand, van grote waarde zijn.

Resultaten van verschilluberingen zijn onlangs vervat in notitie WWKZ-85G.233 voor het kustvak Hoek van Holland-Scheveningen.

Bijlage 8 is ontleend aan deze notitie. Hieruit blijkt dat er, afgezien van een gebied tot 1 km noord van het Noorderhoofd, sprake is van aanzanding in de strook van 0-200 m, overeenkomend met 5 à 10 m³/m/j of 2,5-5 cm/m/j.

Verder uit de kust blijkt er echter erosie op te treden, welke naar dieper water juist lijkt toe te nemen.

De cumulatieve erosie bedraagt over de strook van 0-800 m, 270.000 m³/j, overeenkomend met 25 à 35 m³/m of 3 à 4,5 cm/m²/j.

Deze erosie kan in de onderzochte situatie moeilijk anders verklaard worden dan door dwarstransport naar dieper water.

Uit een eerste voorlopige analyse van doorlodingen lijkt deze erosie zich tot 2400 m uit de strandpalenlijn voort te zetten.

Globaal genomen is er alleen al uit het kustvak tussen raai 108⁰⁷ en 113⁰¹ over een strook van 500-2400 m uit de kust ca. 3.10⁶ m³ tussen 1965 en 1980 geërodeerd.

Slechts een klein deel ervan wordt mede t.g.v. de strandhoofden vastgehouden. De rest verdwijnt in zee.

Er wordt altijd vanuit continuïteitsoverwegingen uitgegaan van behoud van massa, van sediment. Dit geldt echter alleen maar binnen de grenzen van het onderzoeksgebied. Aan de zeerand verliest de kust zand, althans hier en plaatselijk. Het kustsysteem lekt!

Deterministische analyse van fysische deelprocessen blijkt tot nu toe vaak niet tot bevredigende modellering en theorievorming te leiden. Aan stochastische

invloeden wordt nu dan ook meer waarde toegekend. Toch zullen daaroverheen waarschijnlijk causale relaties bestaan tussen kustvormende factoren en processen. Waarschijnlijk zijn deze causale interacties en relaties aanwijsbaar op grote tijd- en ruimteschalen. Het gaat hierbij met name om de samenhangende invloeden van netto getij- en golftransport, van wijziging in het zeespiegelniveau, om het gedrag van estuaria, de vorm van de onderwater-oever, klimaatwijzigingen en dergelijke. Deze grootschalige invoergrootheden van het kustsysteem zullen voor het werkterrein van 'Kustgenese' in hoge mate structurerend zijn.

5. Futurologie

Het derde aspect dat in deze bijdrage kort wordt behandeld is aangeduid met het woord futurologie. Dat klinkt bijna futuristisch, maar het woord prognose zou te realistisch zijn. Toch zijn er tendenzen voor de toekomst aan te wijzen. Zo lijken de veranderingsprocessen in het Voordeltagebied de veiligheid in het kustgebied ten goede te komen.

De trend uit het verleden doortrekkende, zullen ook in de toekomst de Waddeneilanden over het geheel genomen aan continue erosie en kustafslag onderworpen zijn. Of dit tot werkelijk calamiteiten zal leiden is echter niet zeker.

Volgens resultaten van een hydrografisch-sedimentologisch onderzoek naar de effecten van zandwinning in de Waddenzee wordt het van de Waddenzee onttrokken zand aangevuld door sediment afkomstig van de eilanden en uit de Noordzee tot NAP -15 m. Zie bijlage 9.

Het gaat hierbij om een hoeveelheid van $2 \text{ à } 3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$ hetgeen volgens het betreffende rapport een verdieping van de onderwateroever van ongeveer 2 mm/j tot gevolg heeft. Het resulterend netto sedimenttransport naar de Waddenzee wordt echter berekend op $8 \text{ à } 20 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$. Dit zou resulteren in een verdieping van het kustgebied met ongeveer 2 cm/j. Uit bijlagen 4 en 5 blijkt echter dat de onderwateroever voor de Fries-Groningse Waddeneilanden een relatief flauwe helling vertoont en dus niet of minder verdiept is. Dit ondersteunt de suggestie dat de opvulling van de Waddenzee ter compensatie van de zeespiegelrijzing ten dele plaatsvindt met zand uit delen dieper dan NAP -15 m tot -20 m. De toekomstige situatie van de Hollandse kust als geheel genomen is weinig geruststellend. Naast de genoemde balansstudie kan daarvoor de situatie ter hoogte van Bloemendaal, raai Rijnland 61, als voorbeeld dienen.

Van belang is vooraf te vermelden dat het betreffende kustvak volgens een

studie van Edelman uit 1961 gelegen is in een aanzandend kustdeel, welke aanwas door hem op ca. 65 m over de voorgaande eeuw geraamd wordt. De genoemde studie is overigens de laatste mij bekende poging tot verklaring van grootschalige kustontwikkelingen, daargelaten of zijn stellingname juist is.

Van een vrij willekeurig gekozen gebied langs de kust is een kustvak van 4 km breedte onderzocht waarbinnen de genoemde raai 61 is gelegen. Voor dit kustvak zijn de 5-jaarlijkse doorlodingen uit de jaren 1965, 1970, 1975 en 1980 voor een oriënterende analyse verwerkt.

De resultaten zijn in bijlage 10 weergegeven voor raai 61.

Uit de veranderingen in de gemiddelde bodemligging in de stroken van 400-600 m, 600-800 m, 800-1000 m en 1000-1500 m uit de Rijksstrandpalen-lijn, lijkt een trendmatig jaarlijkse verdieping van resp. -4,5 cm, -5,1 cm, -5,2 cm en -4,3 cm te constateren.

Ook aanliggende raaien vertonen een zelfde tendens. Ofschoon, met nadruk gesteld, het slechts een analyse van een beperkt kustvak betreft, gebaseerd op slechts weinig doorlodingen, lijken deze gegevens, mede gezien het eerder gegeven voorbeeld van de kust van Delfland, toch onmiskenbaar op een verdieping, op een versteiling van de onderwateroever te wijzen. Uit de eveneens door het district Kust en Zee (RWS) verwerkte gegevens van de jaarlijks uitgevoerde kustlodingen blijkt dat over de periode 1964-1983 ook de strook van 0-400 m uit de RSP deze tendens tot verlaging/verdieping vertoont.

De met deze erosie gepaard gaande zandtransporten zijn enorm en kunnen de relatief stabiele ligging in de zone van 1500-3000 m verklaren.

M.b.v. een trendanalyse berekende bodemligging over 50 jaar is tentatief eveneens in bijlage 10 opgenomen. In hoeverre compenserende zandtransporten de over die periode voorstelbare verdieping van ca. 2 m kunnen tegengaan is onzeker.

Het voorbeeld geeft in ieder geval aan dat een nauwkeurige bewaking van de bodemligging, zeker ook in die diepere delen van de onderwateroever die buiten de horizon dreigden te raken, een vereiste is.

Indien deze grootschalige bodemveranderingen symptomatisch blijken te zijn en de oorzakelijke processen bekend geacht zijn dan zal gezocht moeten worden naar eveneens grootschalige, mogelijk niet-conventionele verdedigingsstrategieën. Deze kunnen bijvoorbeeld gericht zijn niet op het vasthouden van langstransport van zand d.m.v. strandhoofden, maar op het beïnvloeden van het dwarstransport. Dit laatste zou bijvoorbeeld kunnen door het stimuleren van tombolo-vorming op de onderwateroever.

6. Aanpak

In de voorafgaande paragrafen zijn kort behandeld resp. grootschalige kustvormen, grootschalige kustvormende processen en grootschalige kustveranderingen. 'Kustgenese' zal zich op deze verschijnselen en processen richten. Het is daarmee niet alleen een project, het is ook een denkwijze, een vier-dimensionale benaderingswijze. Het is denken in grote-tijd-schalen, niet alleen vanuit het geologisch en historisch-geografisch verleden, maar ook naar de toekomst. Uiteindelijk doel is daarbij met enige betrouwbaarheid voorspellingen te kunnen doen over een periode van 100-200 jaar om daarop een structureel kustbeheer te baseren.

Deze wijze van aanpak is door onderstaande voorbeelden van de kust in 4 dimensies te illustreren.

Tijdschaal

a. het verleden

In bijlage 11 zijn paleogeografische kustlijnreconstructies aangegeven over de periode 1000-1700 AD. In die periode heeft de kustlijn tot 7 km zeewaarts van de huidige ligging gelegen. Ter plaatse van de Hondsbossche Zeewering lag waarschijnlijk een oostelijk, waterkerend dijkje van een oorspronkelijk westelijk nu in zee gelegen polder. Dergelijke beschrijvende, kwalitatieve informatie kan voor 'Kustgenese' bijzonder waardevol zijn voor het leren kennen van het kustgedrag in het verleden. Mogelijk kan bv. door kuberingen zelfs kwantitatieve informatie verkregen worden over de erosie/aanwas per tijdseenheid.

b. de toekomst

Bijlage 12 is overgenomen uit de Sibas-studie over Texel.

Aangegeven zijn de berekende netto-zandtransporten. Gebaseerd o.a. op deze gegevens zijn d.m.v. mathematische model-berekeningen voorspellingen over de ligging van de kustlijn in de komende decennia opgesteld. Toetsing met natuurwaarnemingen blijft noodzakelijk. Door fenomenologisch onderzoek kan 'Kustgenese' hieraan bijdragen.

Een eerste analyse van doorlodingen, uitgevoerd na het gereedkomen van het Sibas-rapport, geeft daar mogelijkwerwijs reeds aanleiding toe. Het blijkt na-

melijk dat over een breedte van 5 km ter hoogte van de Koog de bodem over een strook van 500-3000m uit de kustlijn tussen 1965-1980 gemiddeld met 40 cm verlaagd is. Niet onmogelijk is ook hier sprake van kustafwaarts gericht transport, dat in bijlage 12 niet tot uiting komt.

Ruimteschaal

a. verticaal

In bijlage 13 is een geologische dwarsdoorsnede gepresenteerd van de zee-reep, het strand, de vooroever en het aansluitende deel van de onderwater-oever. Van belang is onder meer dat de bodem van de onderwateroever slechts bestaat uit een dun laagje zand, gelegen op hoofdzakelijk kleilig en venig materiaal van de Westland-formatie. Geologisch-sedimentologisch onderzoek zal hopelijk kunnen uitwijzen of dit zandlaagje gevormd is door duinafslag en stranderosie of daarentegen op kustwaarts gericht transport wijst. Het eerste lijkt waarschijnlijker. Verdieping van de onderwater-oever zoals dat bovenstaand is aangegeven zal op deze locatie leiden tot verdere erosie van de Westlandformatie. Mogelijk is deze formatie tamelijk erosiebestendig. Maar wanneer er erosie optreedt levert de zogenaamde actieve wig hier geen zand op! Het mag duidelijk zijn dat aan dergelijke profielen grote waarde toegekend wordt, niet alleen omdat daaruit de ontstaansgeschiedenis van de kustzone is te reconstrueren, maar vooral ook omdat daaruit conclusies te trekken zijn over het tegenwoordige en toekomstige kustgedrag.

b. horizontaal

Het gegevensbestand van de jaarlijkse kustmetingen (Jarkus) zal zeker ook voor 'Kustgenese' één van de hoekstenen kunnen vormen. Onderzocht zal moeten worden of het gebied van 800 m uit de RSP wel groot genoeg is en of niet ook het gebied waar volgens de doorlodingen meetbare significante veranderingen in de bodemligging optreden, met deze frequentie moeten worden opgenomen.

Analyse van kustlodingen is van groot belang voor het opstellen van zand-balansen, tijdreeksen en voor het verkrijgen van informatie over de netto transportrichtingen. Bovendien kan de variabiliteit in plaats en tijd met bv. hulp-programmatuur gevisualiseerd worden.

Bijlage 14 geeft voor een deel van Rijnland daar een indruk van.

7. Tenslotte

In het voorgaande is aan de hand van voorbeelden en voorlopige resultaten aangegeven op welk grootschalig procesonderzoek, op welke grootschalige fenomenen en veranderingen het onderzoek in 'Kustgenese' zich zal richten om een 4-dimensionale kijk op de kust te verkrijgen.

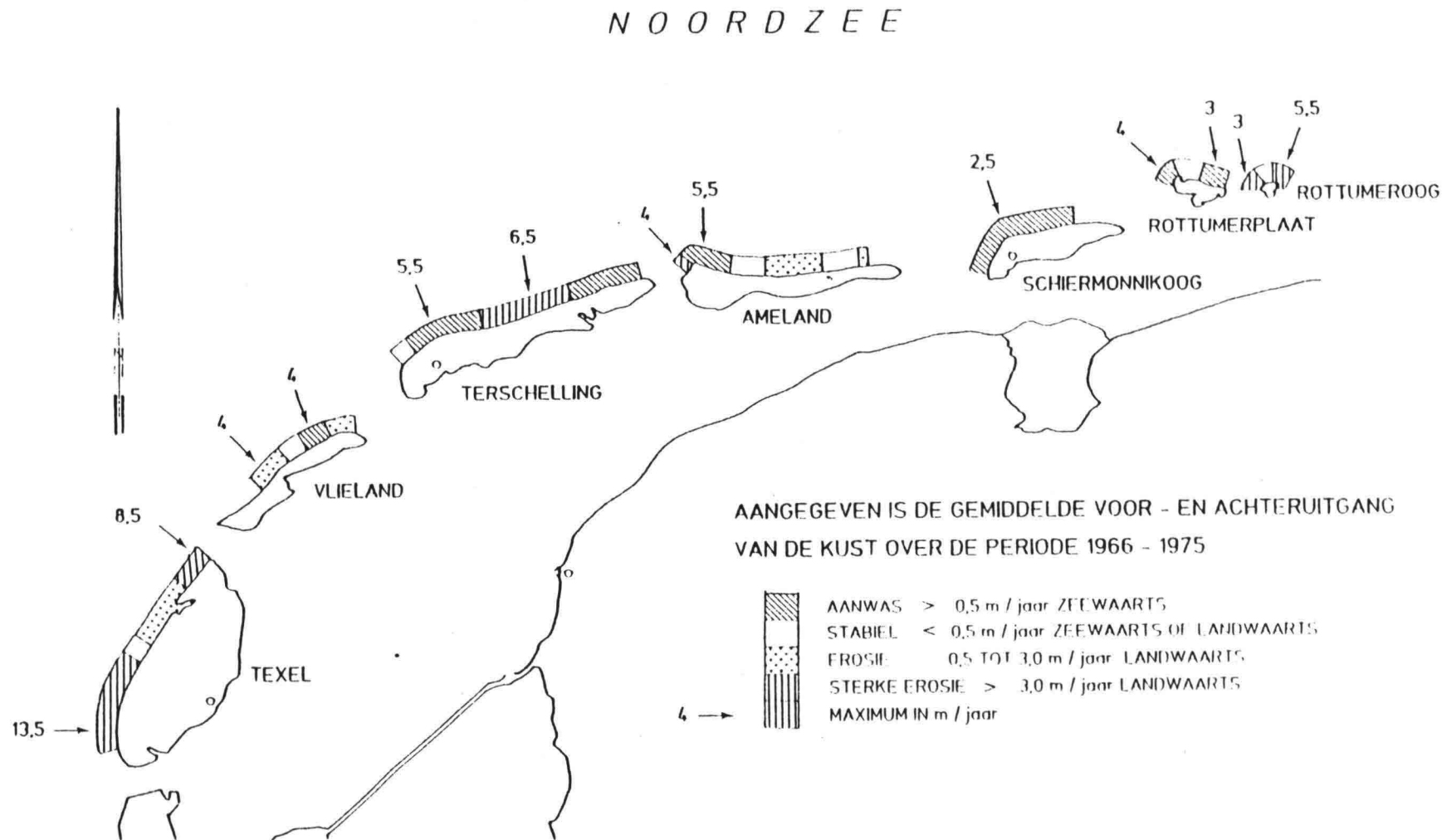
Wat de toekomst betreft, één ding staat als een paal boven water:

Nederland is en blijft een waterland.

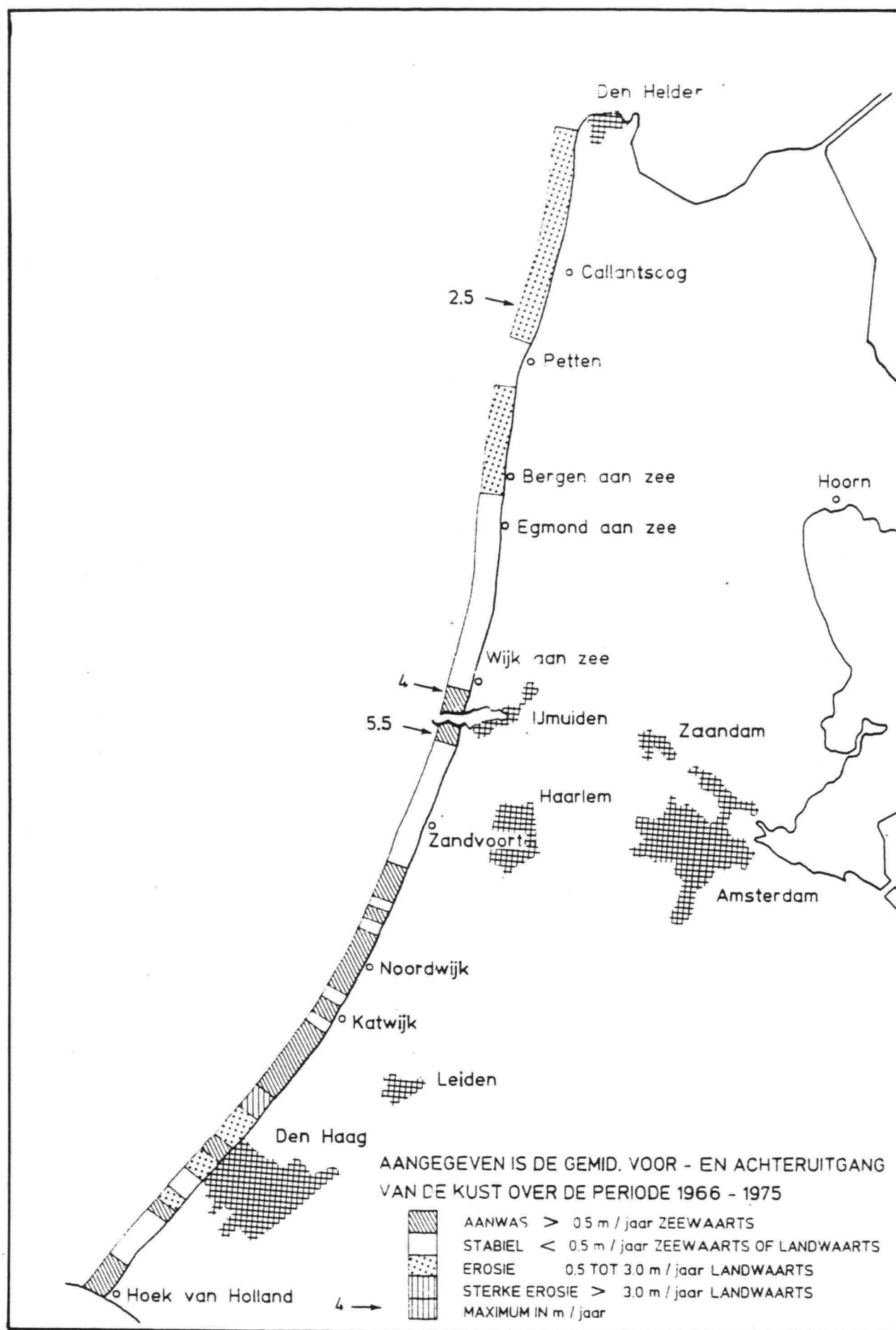
Maar hoe de verdeling water-land zal zijn, de toekomst zal dat leren.

De zee neemt, de zee geeft. Maar ook wij kunnen nemen bv. door grootschalige landaanwinningsprojecten. We moeten dan wel weten wat we doen, wat de langjarige effecten zijn op de natuurlijke kustvormende en kustvervormende processen. De situatie van de Nederlandse kust is niet uniek, maar wel uitzonderlijk. Het wordt tijd, misschien dringt zelfs de tijd, dat we de basis van ons bestaan, misschien zelfs wel van ons voortbestaan, gaan leren kennen.

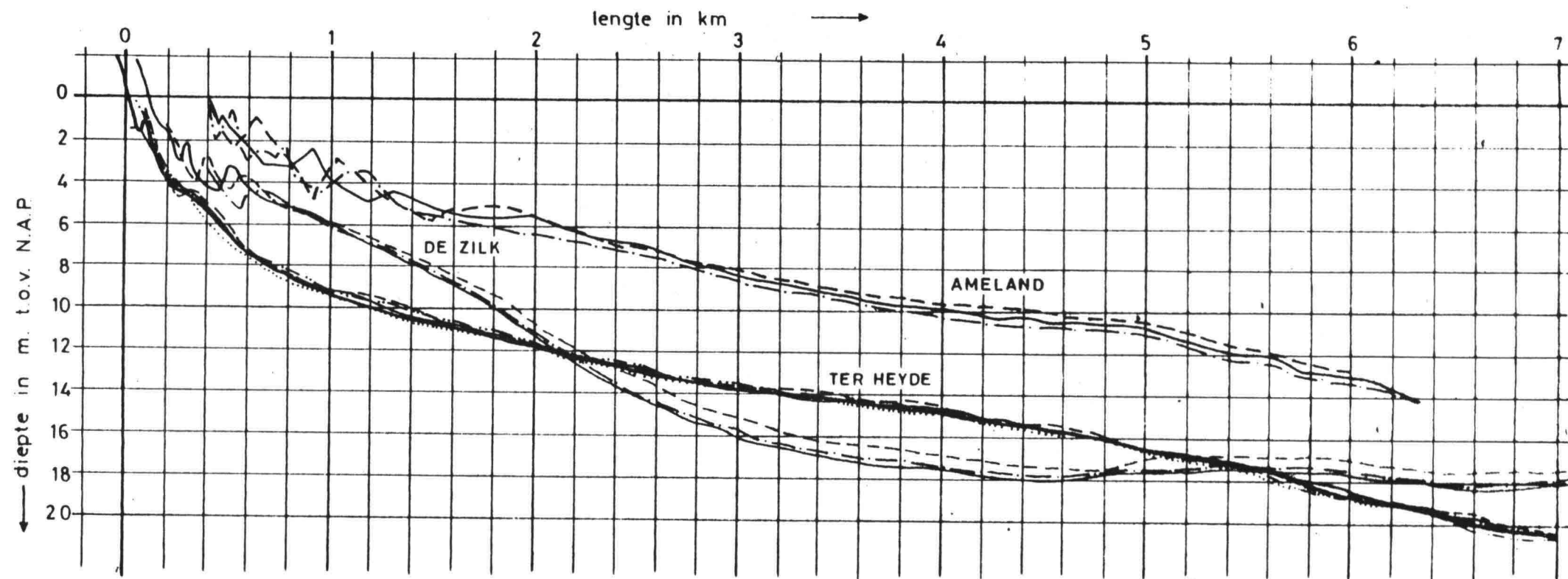
Onze toekomst is reeds begonnen!



Uit: Grootheden / Gegevens Waddenzee, Waddeneilanden en Noordzeekust D. Endema, sept. '79



Gemiddelde voor- en achteruitgang van de kust van Noord- en Zuid-Holland



AMELAND

----- 1977
 ————— 1979
 - . - . - . 1981

DE ZILK

————— 1973
 ----- 1973
 1974
 - . - . - . 1975
 ————— 1976

TER HEYDE

————— 1973
 ----- 1973
 1974
 - . - . - . 1975
 ————— 1976

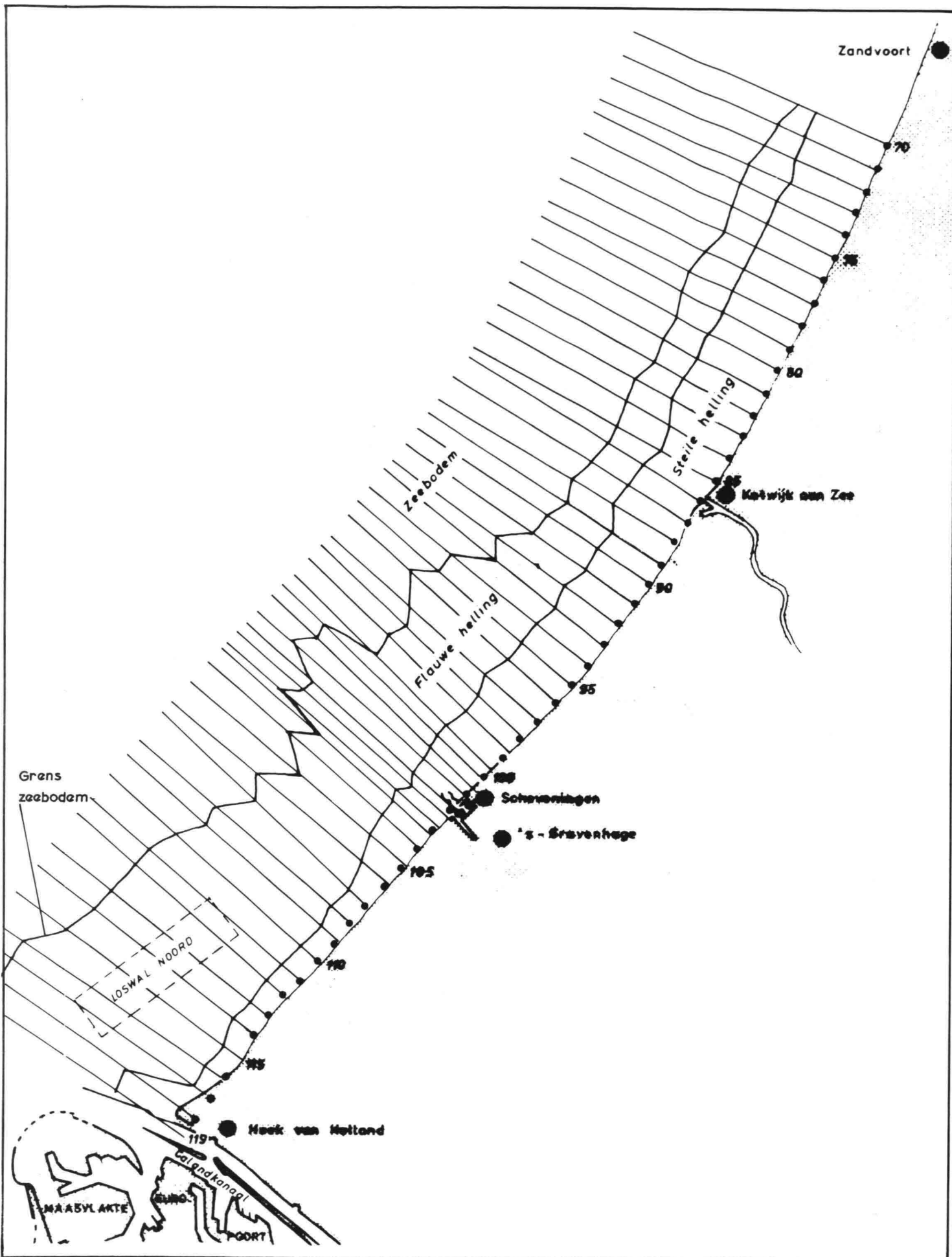
Ameland Oost zijde

Rijksstrandpaal 80.000 De Zilk

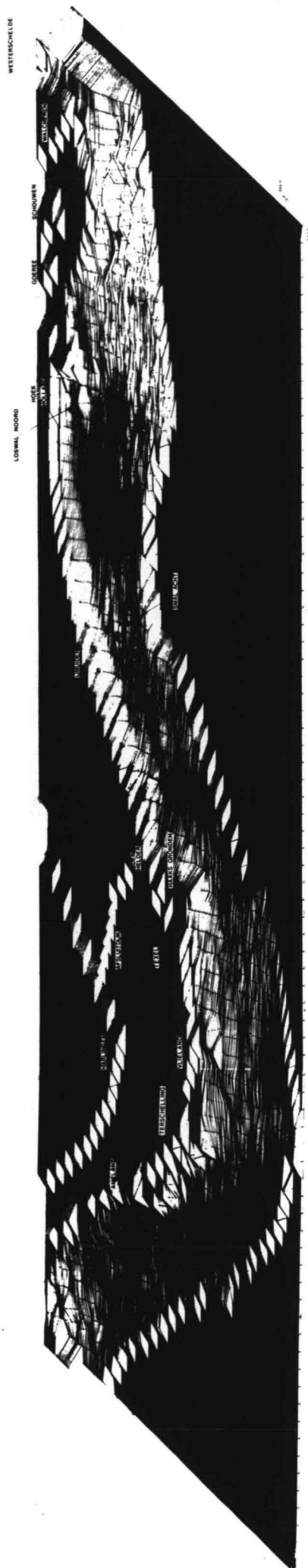
Rijksstrandpaal 108.000 Ter Heyde

Raai no. (Strandpaal)	1e Helling		2e Helling	
	Lengte in m	Helling	Lengte in m	Helling
70.000	0 - 3000	1 : 194	3000 - 3800	1 : 800
71.000	0 - 3000	1 : 194	3000 - 4200	1 : 1200
72.000	0 - 3000	1 : 200	3000 - 4400	1 : 933
73.000	0 - 2700	1 : 193	2700 - 4600	1 : 633
74.000	0 - 2950	1 : 197	2950 - 4600	1 : 1100
75.000	0 - 3000	1 : 207	3000 - 4600	1 : 800
76.000	0 - 3000	1 : 194	3000 - 4400	1 : 933
77.000	0 - 3000	1 : 214	3000 - 4600	1 : 914
78.000	0 - 3000	1 : 207	3000 - 4800	1 : 1029
79.000	0 - 3000	1 : 207	3000 - 4800	1 : 900
80.000	0 - 3000	1 : 214	3000 - 4400	1 : 700
81.000	0 - 2900	1 : 200	2900 - 4600	1 : 850
82.000	0 - 3000	1 : 214	3000 - 4400	1 : 700
83.000	0 - 3100	1 : 221	3100 - 4800	1 : 680
84.000	0 - 2700	1 : 208	2700 - 4800	1 : 600
85.000	0 - 2700	1 : 200	2700 - 4650	1 : 557
86.000	0 - 2700	1 : 200	2700 - 4400	1 : 566
88.000	0 - 3000	1 : 250	3000 - 5000	1 : 2500
89.000	0 - 2400	1 : 231	2400 - 4500	1 : 525
90.000	0 - 2500	1 : 217	2500 - 5000	1 : 714
91.000	0 - 2400	1 : 218	2400 - 5000	1 : 650
92.000	0 - 2600	1 : 226	2600 - 6000	1 : 686
93.000	0 - 2400	1 : 218	2400 - 5400	1 : 833
94.000	0 - 2600	1 : 236	2600 - 7000	1 : 978
95.000	0 - 2600	1 : 248	2600 - 7000	1 : 880
96.000	0 - 2600	1 : 248	2600 - 8000	1 : 982
97.000	0 - 2780	1 : 287	2780 - 7000	1 : 938
97.950	0 - 2400	1 : 253	2400 - 6600	1 : 1050
98.751	0 - 2400	1 : 253	2400 - 7000	1 : 1022
99.752	0 - 2700	1 : 245	2700 - 6800	1 : 1079
100.250	0 - 2600	1 : 226	2600 - 9000	1 : 1032
100.750	0 - 2450	1 : 223	2450 - 8600	1 : 1025
101.251	0 - 2200	1 : 232	2200 - 9400	1 : 1108
101.930	0 - 2100	1 : 233	2100 - 7600	1 : 1000
102.348	0 - 1900	1 : 181	1900 - 8000	1 : 938
102.879	0 - 2450	1 : 258	2450 - 8600	1 : 1025
103.378	0 - 2000	1 : 222	2000 - 6000	1 : 727
103.908	0 - 1950	1 : 195	1950 - 7000	1 : 777
104.877	0 - 1850	1 : 247	1850 - 5400	1 : 546
105.924	0 - 1400	1 : 200	1400 - 7000	1 : 622
107.129	0 - 1000	1 : 250	1000 - 6000	1 : 556
108.072	0 - 1000	1 : 133	1000 - 7000	1 : 566
108.828	0 - 900	1 : 120	900 - 7000	1 : 530
109.962	0 - 900	1 : 120	900 - 7550	1 : 605
111.093	0 - 1000	1 : 143	1000 - 3000	1 : 538
111.964	0 - 800	1 : 100	800 - 7800	1 : 538
112.005	0 - 900	1 : 129	900 - 8000	1 : 507
113.341	0 - 950	1 : 146	950 - 8000	1 : 504
114.978	0 - 850	1 : 142	850 - 8800	1 : 530
116.110	200 - 900	1 : 127	900 - 9750	1 : 571
117.001	450 - 900	1 : 141	900 - 9700	1 : 550
118.006	700 - 3500	1 : 329	3500 - 9700	1 : 653
119.000	2250 - 3450	1 : 171	3450 - 9800	1 : 794

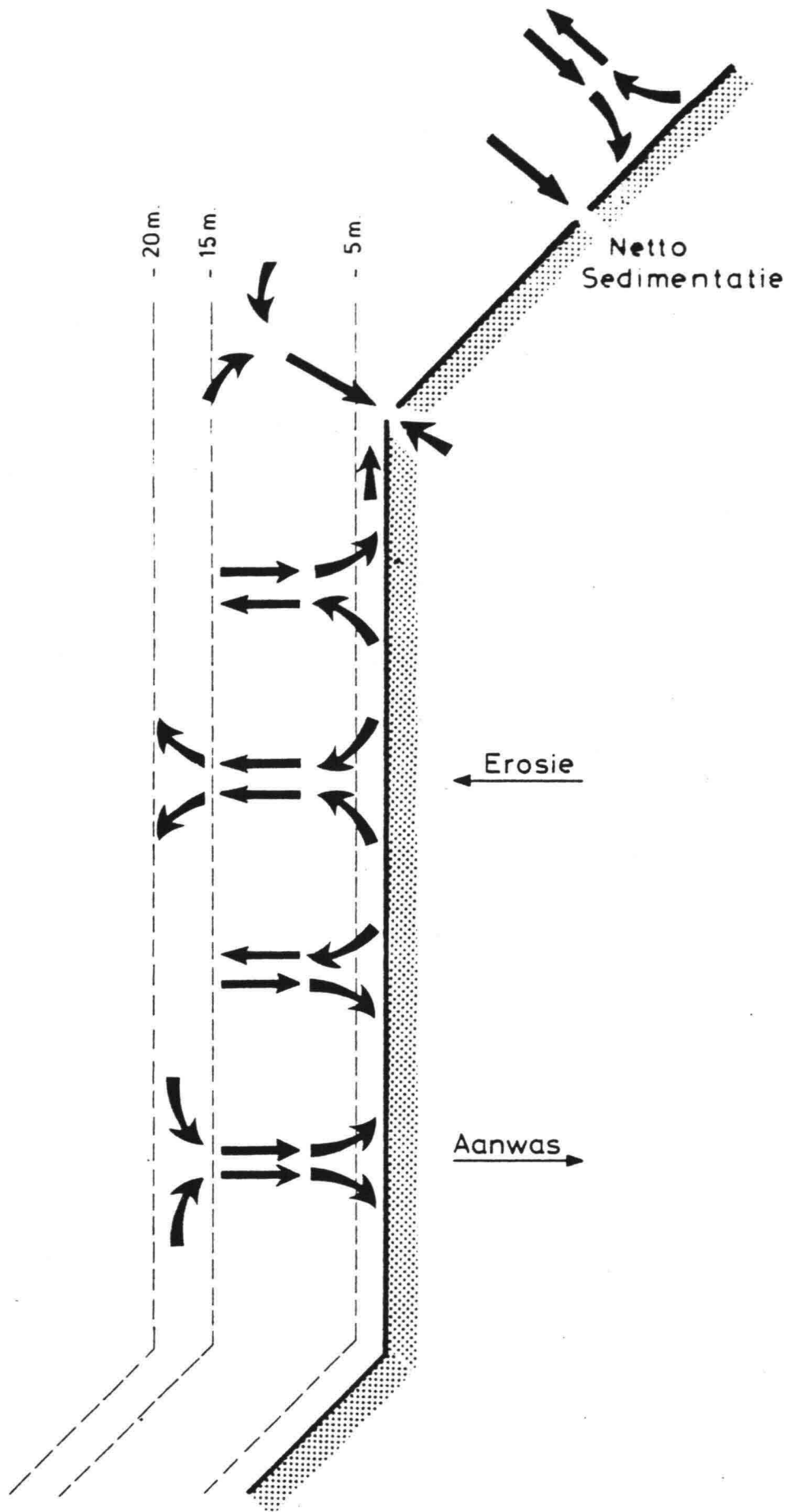
Hellingen van de onderwateroever tussen strandpaal 70.000 - 119.000



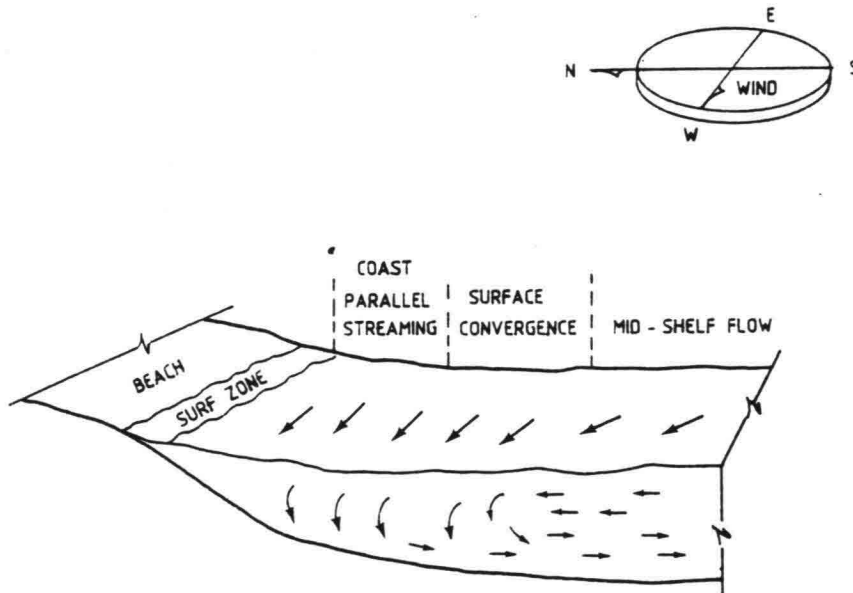
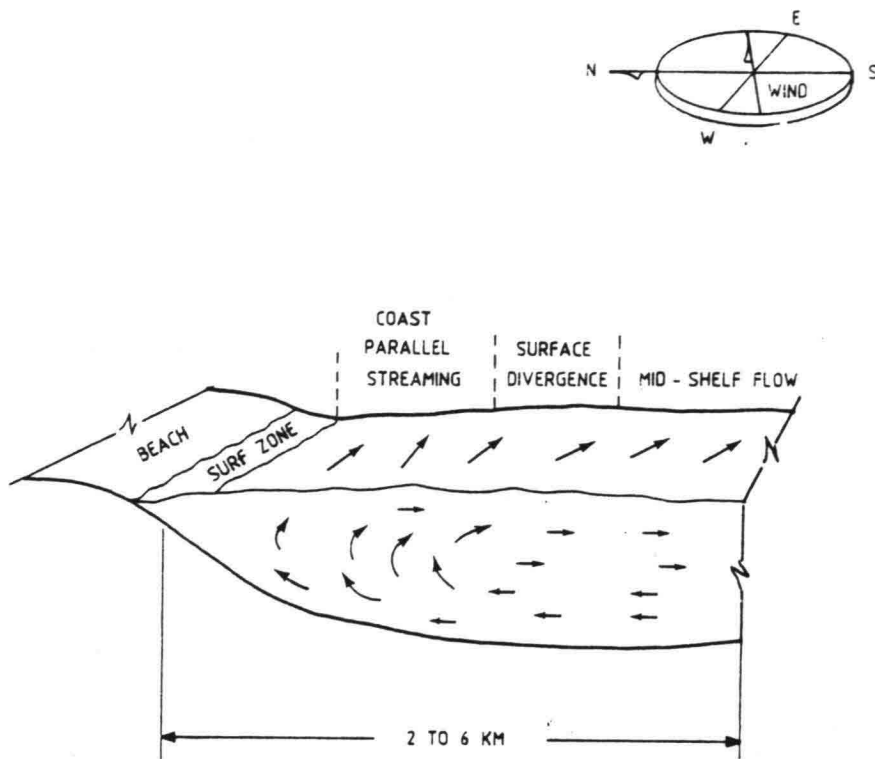
Onderwateroever van de Zuid-Hollandse kust uit dwarsprofielen van 1976



Een nieuwe kijk op de kust

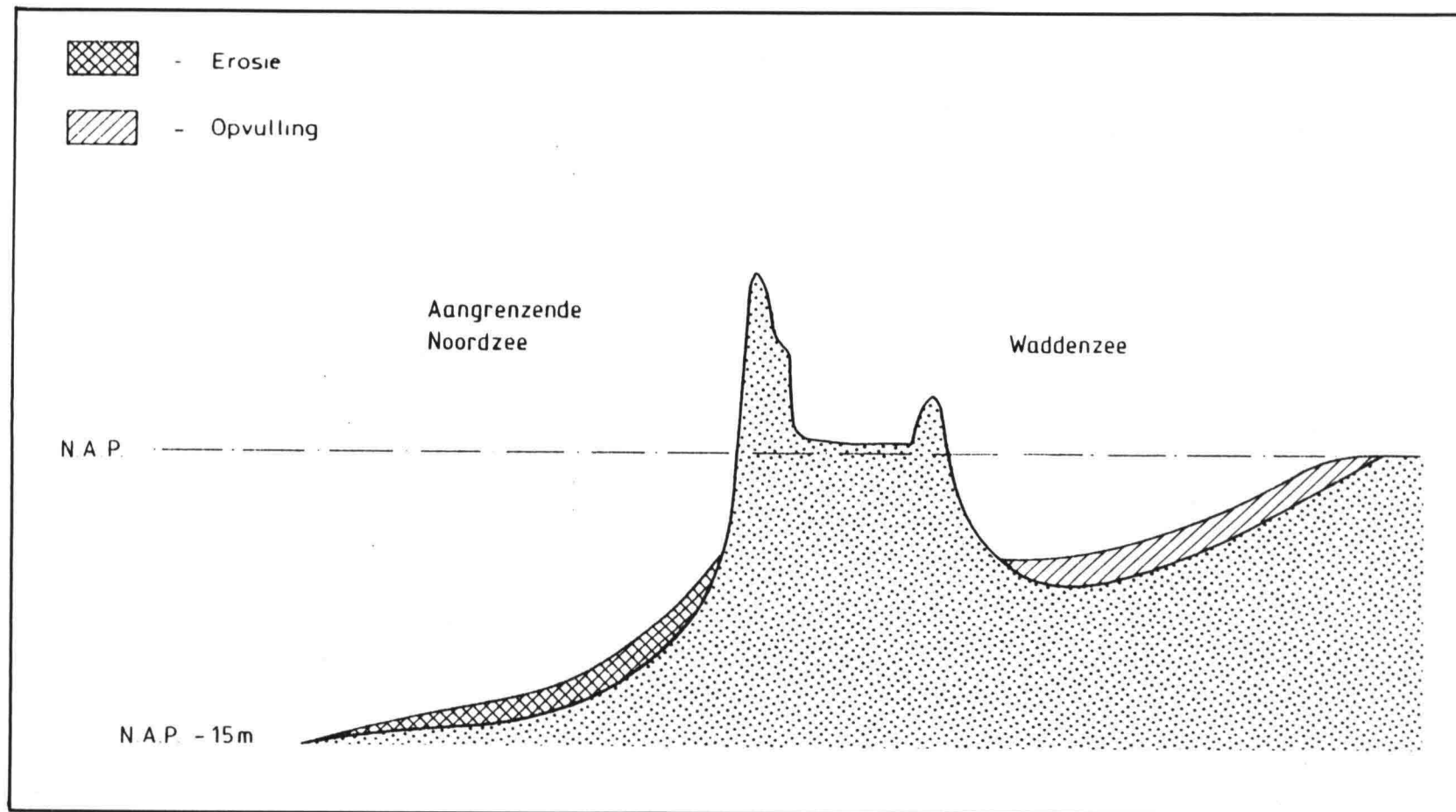


Hypothese zandtransport kustzone, dwarstransport versus langstransport

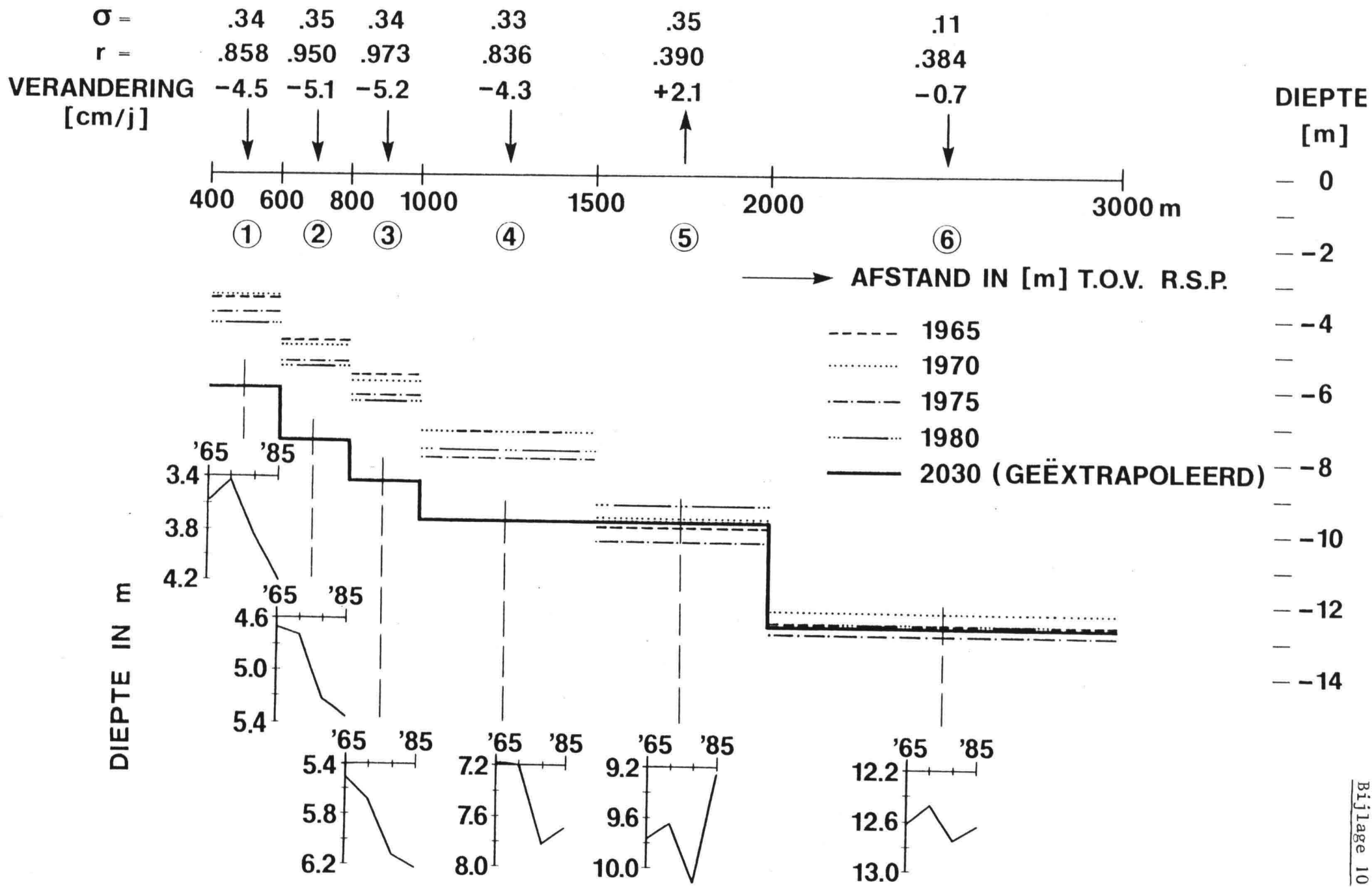


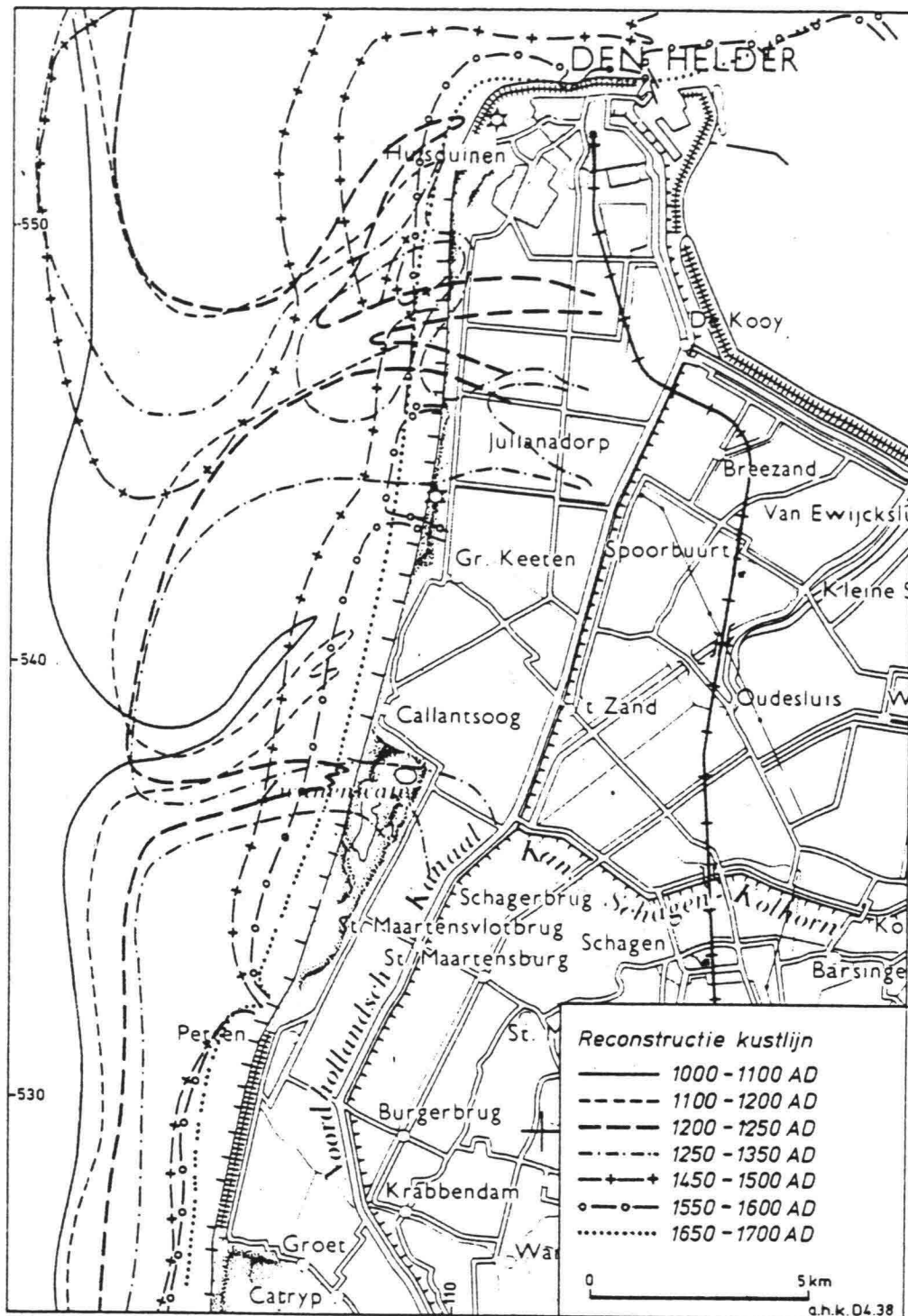
Diagrams of two of the important classes of coastal ocean flows over the shoreface. The upper panel shows an eastward upwelling event driven by a southwest wind along an east-west coast. The lower panel shows a westward downwelling event driven by an east wind along an east-west coast.

From: A.W. Niedorada et al (1984).

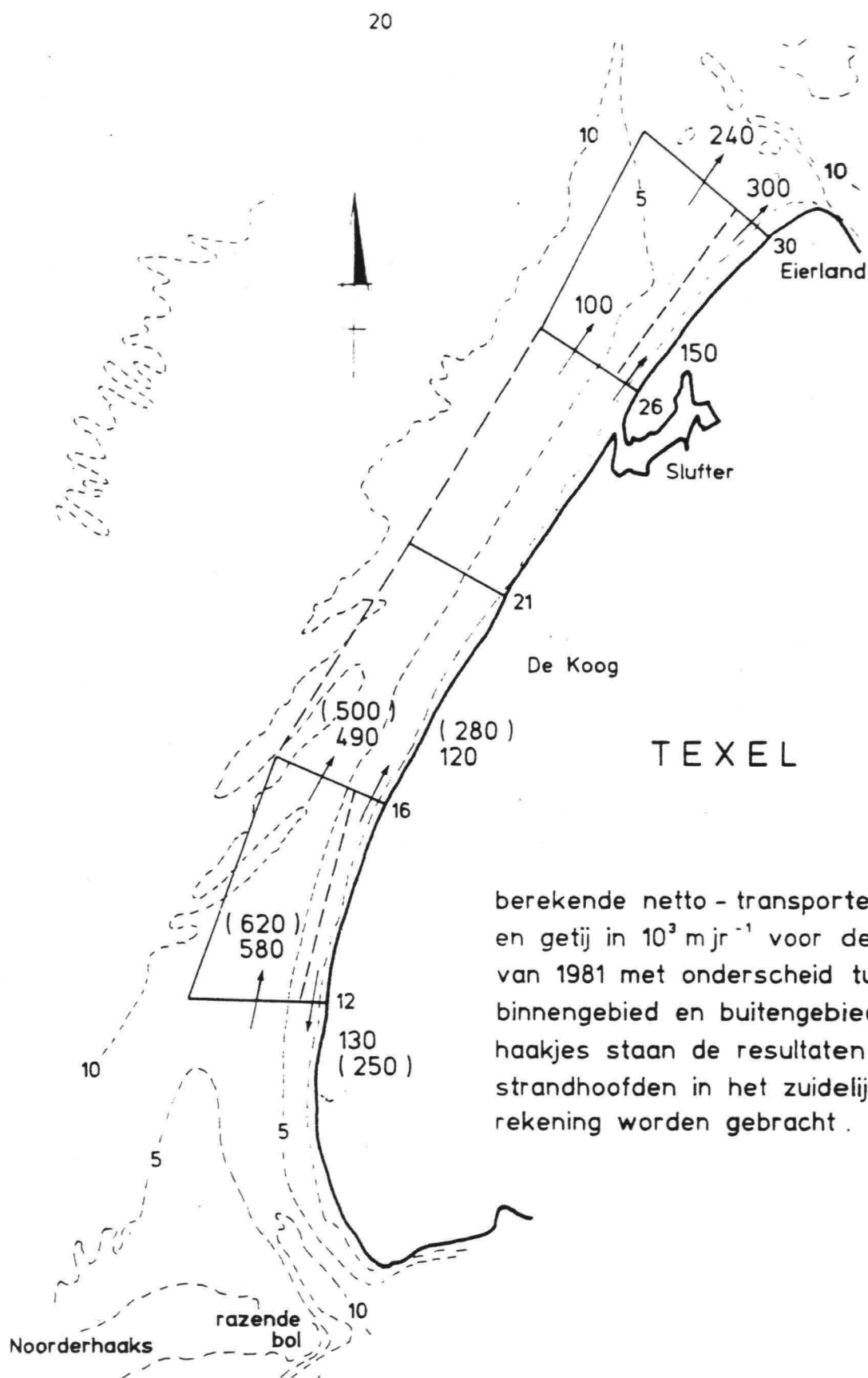


Zandaanwinning in de Waddenzee "Werkgroep I, Leeuwarden 1981"

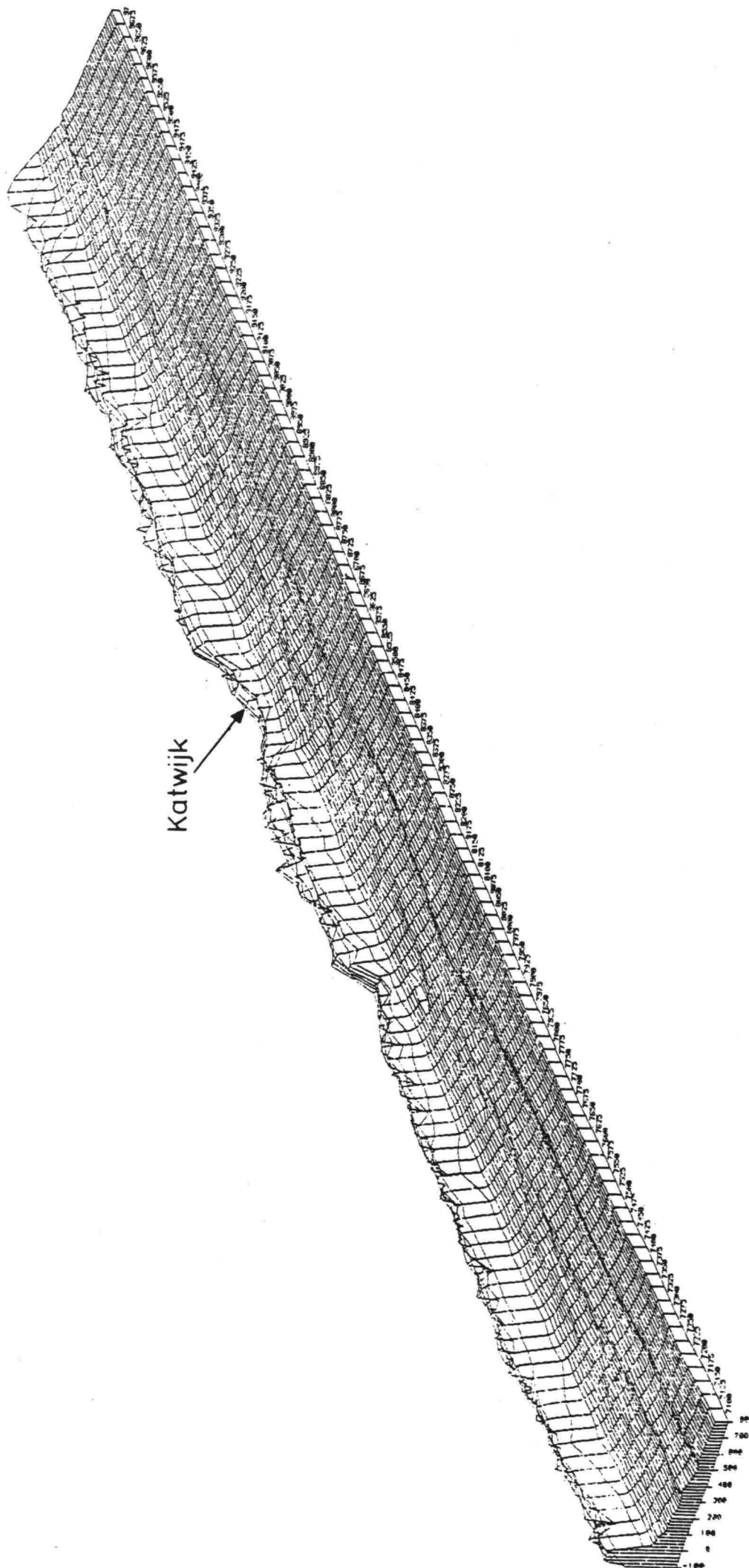




Reconstructie van kustlijnen en zeegaten in noordelijk Noord-Holland gedurende de afgelopen 1000 jaar (grotendeels naar Schoorl, 1973, 1979, 1982, en 1983, aangepast aan de resultaten van recent geologisch onderzoek, de Mulder 1984)



Beleidsanalyse kustverdediging Texel (Sibas)



5. EEN GEOLOGISCHE KIJK OP DE KUST

Dr. S. Jelgersma

Rijks Geologische Dienst, Haarlem

I De huidige kustlijn

De Nederlandse kustlijn is een onderdeel van de kustboog van Calais in het Zuid-Westen tot Noord Denemarken in het Noordoosten.

Fig. 1 geeft deze situatie weer, waarbij de nadruk wordt gelegd op 3 aspecten:

- a. de verbreiding van de Jonge Rivier en Zeeklei afzettingen
- b. de kustlijn: open, gesloten, Waddeneilanden
- c. de getijde amplitude

ad a: Nederland heeft het grootste areaal Jonge Zee- en Rivierklei afzettingen. Het is waarschijnlijk dat dit een gevolg is van de ligging van Nederland aan de Zuidflank van het dalend Noordzeebekken. Een grotere tektonische daling ten opzichte van de nabuurlanden zou hiermede in overeenstemming zijn.

ad b en c: Er is een duidelijke relatie tussen de kustvorm en de getijde-amplitude.

Een klein getijdeverschil (microtidal) correspondeert met een gesloten kust (West Nederland); indien er weinig zand aanwezig is langgerekte Waddeneilanden zoals in de Westelijke Wadden Zee.

Indien het getijdeverschil groter is (meso-tidal) krijgt de kust een meer open karakter zoals het Zeeuwse estuarium en in Noord Nederland kleine Wadden eilanden.

Bij een groot getijdeverschil (macro-tidal) hoort een open kust met platen en geulen landwaarts overgaand in kwelders. Een goed voorbeeld hiervan is de Duitse Bocht. In tegenspraak hiermee lijkt de "gesloten" Belgisch-Franse kust. Dit is echter het gevolg van menselijke ingrepen. Ten overvloed moet vermeld worden dat de overwegende windrichting West is, variant ZW en NW, die periodiek een krachtige golfklimaat veroorzaakt.

Karakteristiek: "Winddominated sandy shore-line".

II De bodem van de Noordzee

Uit de dieptelijnenkaart van de zuidelijke Noordzee (fig. 2) blijkt dat dit een ondiepe (shelf) zee is met diepten tot maximaal 50 m. Wat de samenstelling van het bodemmateriaal betreft is er een afname van de korrelgrootte aanwezig in Noordoostelijke richting d.w.z. van grof zand in het zuiden van de Zuid-Noordzee overgaand in matig grof-fijn zand en ten noorden van de Waddeneiland- en in fijn slibhoudend zand. De morfologie van de zuidelijke Noordzee toont grote verschillen: in het Zuiden Banken en Megaripples in het Noorden weinig topografische verschillen (fig. 3).

III Toekomstige veranderingen in de Nederlandse kustlijn

Verschuivingen van de kustlijn en de vorm van de kust worden veroorzaakt door vier factoren:

1. relatieve zeespiegel fluctuaties
2. veranderingen in de getijde amplitude
3. veranderingen van het golfregiem
4. fluctuaties van de hoeveelheid zand die door rivieren in zee wordt gebracht.

Geconstateerd moet worden dat erosie van de kustboog van de zuidelijke Noordzee groter is dan de lokaal gemeten aanwas.

Door welke van de 4 bovengenoemde factoren, en of combinaties van factoren deze kustteruggang wordt veroorzaakt is niet bekend. Onbekend is ook hoe deze veranderingen in de kustlijn zich in de toekomst zullen voortzetten.

De beheerder van deze kustlijn heeft de taak om aan de hand van de door hem gemeten veranderingen de kust "in vorm" te houden. Het is echter de vraag of deze "korte termijn" veranderingen (100 jaar) relevant zijn, d.w.z. kunnen wij extrapoleren in de toekomst.

De aardwetenschappen zijn gericht op het constateren van "Lange termijn" veranderingen (1000-2000 jaar). Verwacht wordt dat een geologisch onderzoek naar deze lange termijn veranderingen van de Nederlandse kustlijn gedurende de laatste 9000 jaar de relatie van de waar te nemen korte termijn veranderingen kan onderbouwen.

Kortom het aardwetenschappelijk onderzoek moet tot een beter begrip leiden van de processen die ten grondslag liggen aan de gemeten veranderingen van de Nederlandse kustlijn van de laatste 100 jaar.

IV Paleokustlijnen

De opbouw van de landijskappen van de laatste ijstijd heeft zoveel water aan de oceanen onttrokken dat het zeeniveau gedurende deze koude periode meer dan 100 meter lager lag dan het huidige niveau.

Gezien de diepteligging van de huidige Noordzee moet de conclusie worden getrokken dat deze gedurende het glaciële maximum droog land was hetgeen ondersteund wordt door het voorkomen van landafzettingen uit die periode.

Na deze ijstijd smolten, door de stijging van de temperatuur, deze landijskappen af waardoor het zeeniveau ging stijgen. In Nederland en het aangrenzende Noordzeegebied is een onderzoek gedaan naar het verloop van deze zeespiegelstijging. In dit onderzoek is het gecombineerde effect van de werkelijke zeespiegelstijging en de tektonische bodemdaling van het Noordzeebekken waargenomen. Daarom wordt deze beweging aangeduid met de term relatieve zeespiegelstijging. In fig. 4 is de curve van de relatieve zeespiegelstijging gedurende de laatste 9000 jaar weergegeven. Uit deze curve blijkt dat de relatieve stijging van het zeeniveau in de loop der tijd afnam.

En wel:

9000-7000 jaar voor heden: $\pm$	2 m per eeuw
7000-5000 jaar voor heden: $\pm$	0.50 m per eeuw
5000-heden	: $\pm$ o.w. 0.15 m per eeuw

Uit het bovenstaande blijkt dat de positie van de kustlijn tot 5000 jaar voor heden zeer sterk beïnvloed werd door een grote relatieve zeespiegelstijging. In een aantal kaartjes worden diverse stadia in het geologisch verleden gerelateerd aan de daarbij behorende vorm en positie van de Nederlandse kustlijn. Daarbij wordt van de volgende aanname uitgegaan:

1. Een kleinere Noordzee heeft een hogere getijde amplitude hetgeen resulteert in een open kust.
2. In het lage gebied van Nederland liggen de Holocene afzettingen op een zeewaarts hellend zandoppervlak dat ontstaan is tijdens de laatste ijstijd.

Deze helling is in zee geëxtrapoleerd. Deze top Pleistoceen zandkaart (fig. 7) geeft tezamen met de relatieve zeespiegel curve een indicatie van de ligging van de kustlijn op een bepaald tijdstip in het verleden.

In deze top Pleistoceenkaart zijn 2 depressies aanwezig: in Noord Holland

heeft een Pleistocene Rijn afvoer een fluviaal dal achtergelaten; in Zuidwest Nederland is het rivierdal van de Pleistocene en Holocene Rijn-Maas in de contourlijnen te vinden.

3. De aard van de Holocene afzettingen die op het Pleistocene zandpakket aanwezig zijn wordt bepaald door de kenmerken van de daarbij behorende kust. Bijv. veen: gesloten kust; wadafzettingen: open kust.

Het kaartje, fig. 5 geeft de dieptecontour van de 40 m lijn in de Noordzee weer. Ongeveer 8400 jaar geleden bevond het zeeniveau zich op deze hoogte. Er is een zuidelijke en een noordelijke Noordzee aanwezig gescheiden door een landbrug. In de binnensee, Zuidoostelijk van van Doggersbank wijzen sediment-openvolgingen op een rustig afzettingsmilieu. In de rest van de noordelijke-zuidelijke Noordzee heeft sedimentatie plaats onder een macrogetijde regiem waarbij een open kustlijn gevormd door geulen en platen moet worden verondersteld (Tidal flat; Eisma al., 1981).

Wanneer het zeeniveau stijgt tot ongeveer 30 m -NAP wordt de landbrug overspoeld: de zuidelijke en de noordelijke Noordzee worden één gedurende deze periode, $\pm$ 7900 jaar voor heden; er ontstaat een kleine Noordzee met sterke getijde stromingen (getijde stroom uit het kanaal en om Schotland).

Hierdoor treedt plaatselijk sterke erosie op en sedimentatie: ontstaan van banken in de richting van de getijde stroom (fig. 6). De stijging van het zeeniveau gaat in snel tempo door; de zuidelijke Noordzee transgredeert in oostelijke en westelijke richting.

Fig. 8 geeft de positie van de kustlijn omstreeks 7000 jaar voor heden weer, het zeeniveau is gestegen tot 14 m beneden het huidige. In West en Zuid-West Nederland wordt een open kust aangenomen bestaande uit een brede zone van platen en geulen met een macro-tidal regiem, landinwaarts overgaand in een zone met lagunaire kleien en een veengordel.

De Rijn, Maas en Schelde zijn rivieren die in dit tijdstip in hun mondingsgebied een macro-tidal delta hebben.

In het noorden wordt een geringere getijde amplitude aangenomen waarbij een meer gesloten kust hoort. De zone met getijde afzettingen is hier geringer van omvang.

Omstreeks 5500 jaar voor heden (fig. 8) is deze situatie dezelfde maar door de doorgaande stijging van de zeespiegel verplaatst de kustlijn zich steeds in oostelijke richting. De macro-tidal delta van Rijn en Maas verdrinkt waarna de "tidal shoals" door de sterke getijde stromingen als kernen fungeren voor de aanleg van banken.

Zoals in fig. 9 is aangegeven wordt een overwegend sedimenttransport dwars op de kustlijn het meest waarschijnlijk geacht. In het Noordwesten en Noorden vond langs de toenmalige kustlijn waarschijnlijk kustdrift plaats.

Vanaf 5000 jaar geleden treden er in de West Nederlandse kust een aantal ingrijpende veranderingen op.

De "open kust" gaat zich sluiten door het ontstaan van een strandwal. De daaropvolgende 2000 jaar vormt zich een serie strandwallen waardoor de kust 8 à 10 kilometer uitbouwt. Bij een dergelijke kustvorm hoort een micro-tidal regime, de getijde amplitude voor de West Nederlandse verandert dus van macro-tidal in micro-tidal. Wat het sediment transport betreft moet behalve het dwarstransport kustdrift worden aangenomen. Dit laatste transportsysteem was reeds eerder langs de Noord- en Noordwest kust werkzaam. Het verspringen van de strandwallen ten Noorden en Zuiden van de Oude Rijn Noord is een aanwijzing voor kustdrift (fig. 12).

Een andere belangrijke verandering was het afnemen van de relatieve zeespiegel stijging na 5000 jaar voor heden tot ongeveer 15 cm per eeuw. Tevens veranderde de loop van de rivier de Rijn. Tot $\pm$ 5000 jaar geleden een Zuidwestelijke loop, daarna ontstaat als hoofdafvoer van de Rijn de oude Rijn.

Fig. 10 geeft een beeld van ongeveer 4600 jaar voor heden waarin West Nederland de eerste strandwallen zich gevormd hebben. De grootste uitbouw van de kust in het Westen ongeveer Romeinse Tijd, met de daarachter voorkomend moerassen is op fig. 11 weergegeven. In Noordwest en Noord Nederland heeft volgens de schaarse gegevens steeds kustteruggang plaatsgevonden.

Na de Romeinse Tijd, op vele plaatsen pas na de vroege Middeleeuwen, begon de grote kusterosie.

Fig. 13 geeft schematisch het "verloren land" weer waarbij aangegeven wordt waar het geerodeerde materiaal gebleven is.

In West Nederland waar een brede gesloten strandwalkust met daarop lage duinen aanwezig was werd het merendeel van het geerodeerde kustzand in de vorm van duinen over het aanwezige duincomplex neergelegd. (zgn "Oude Duinen" bedekt door zgn. "Jonge Duinen").

Er ontstond een belangrijke versteiling van het kustprofiel. In het Noorden en Noordoosten waren geen duinen van betekenis aanwezig, daardoor kon het aan de kust geerodeerde materiaal via "wash-overs" landinwaarts worden getransporteerd. Deze vorm van erosie leidde tot geringe versteiling van het kustprofiel. Wat deze grote Post Romeinse kusterosie heeft veroorzaakt is onbekend.

Aangenomen moet worden dat klimaat, in de vorm van stormvloed frequenties, en bewegingen van het zeeniveau een grote rol gespeeld hebben.

Berekeningen aan het volume aan zand in de strandwallen zijn reeds door Van Straaten uitgevoerd. Hij kwam tot bedragen van $8.25 \times 10^9 \text{ m}^3$ zand dat in 2000 jaar tijd in deze wallen is vastgelegd. Per jaar moet ongeveer $4 \times 10^6 \text{ m}^3$ zand aangevoerd en vastgelegd zijn hetgeen een zeer hoog bedrag is. Dit bedrag wordt nog hoger indien het (onbekende) volume van de Post Romeinse erosie aan de strandwallen kust hierbij wordt betrokken.

V Hiaten in de Geologische kennis

In paragraaf IV is van een aantal stadia in het verleden de positie en de vorm van de kust gereconstrueerd waarbij de richting van het sedimenttransport werd weergegeven. Deze reconstructies zijn gebaseerd op feiten en veronderstellingen. Deze veronderstellingen zijn de hiaten in de geologische kennis die alleen door geologisch onderzoek opgevuld kunnen worden. Aan de landzijde moet gewerkt worden aan bijv. de volgende hiaten en veronderstellingen:

1. Is de getijde amplitude voor de West Nederlandse kust voor 5000 jaar geleden groter geweest dan de tegenwoordige? Kan gebeuren door sedimentologisch onderzoek aan getijde afzettingen die ouder zijn dan 5000 jaar.
2. De herkomst van strandwalzanden, de Oude en de Jonge Duinzanden. Voor wat de strandwalzanden betreft kan dit aanwijzingen geven over het transportmechanisme waardoor deze wallen zijn ontstaan (dwars transport en of kustdrift).
3. Volume berekeningen van de zandinhoud van strandwallen en Oude en Jonge Duinen.
Deze afzettingen zijn gedateerd waardoor een beter inzicht in deze belangrijke sedimentatie processen kan worden verkregen (voortzetting Van Straaten, 1965).
4. Datering Waddeneilanden en analyse van de herkomst van het materiaal.
5. Zeespiegel fluctuaties gedurende de laatste 2000 jaar. Gedurende die periode is er grote kusterosie geweest waarbij volgens de gangbare inzichten het zeeniveau slechts geringe stijging vertoont. Misschien is deze laatste stelling onjuist; onderzoek is nodig maar moeilijk.
6. Onderzoek Fossiele Rivieren.
Een studie over de zandinhoud en het soort rivier (recht of meanderend)

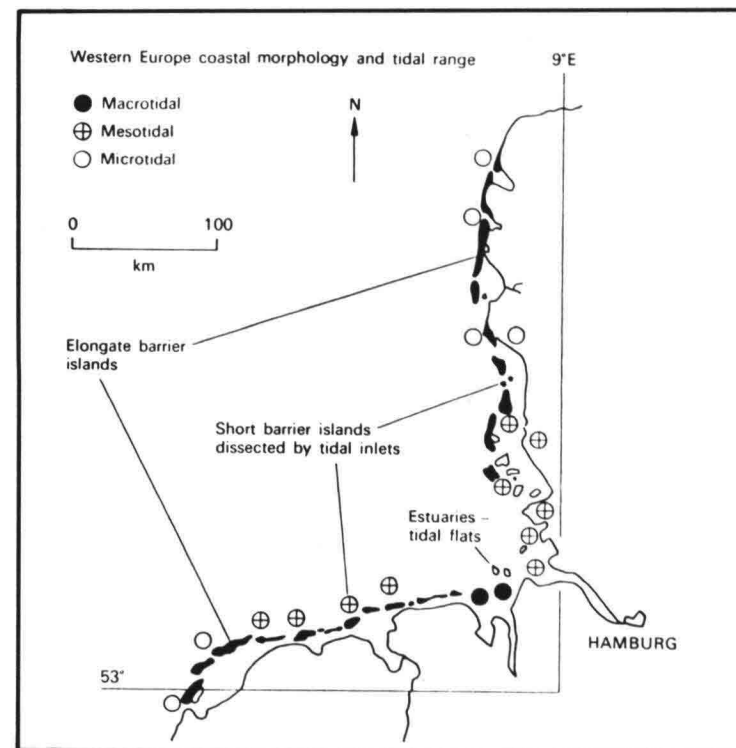
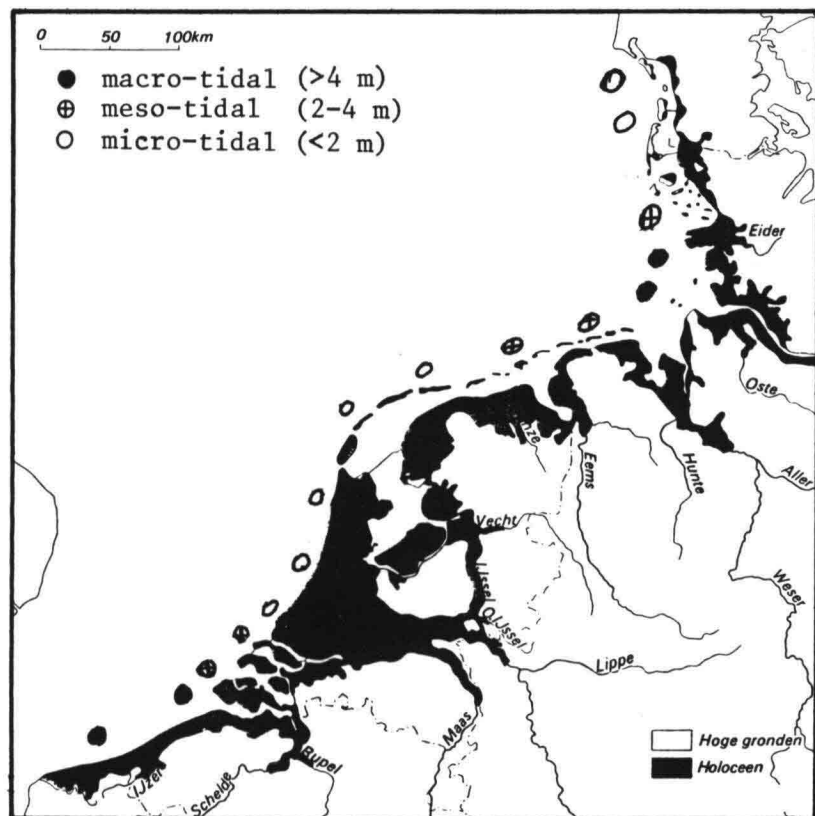
waaruit mogelijk aanwijzingen komen over hoeveelheden zand die in bepaalde perioden in het geologische verleden door de rivier in zee werden gebracht.

7. Berekeningen over de hoeveelheid materiaal dat door kusterosie is verdwenen (laatste 2000 jaar).

Op de Noordzee is verder onderzoek aan de volgende onderwerpen noodzakelijk:

1. Het verloop van de relatieve zeespiegelstijging van 9000-7000 voor heden. De aanwijzing dat het zeeniveau in die periode met ± 2 m/eeuw steeg moet met meer gegevens hard gemaakt worden.
2. Datering en verbreiding van de Tidal Flat van Eisma et al. 1981. Een verfijning van deze studie is gewenst daar dit de periode moet zijn geweest met grotere verschillen in eb en vloed dan tegenwoordig in de zuidelijke Noordzee. Zie o.a. fig. 8.
3. Verplaatsen de megaribbels en de zandbanken zich? Hoe oud zijn deze phenomenonen en waar komt het zand vandaan?
Steekboringen in ripples en banken, sedimentstructuren onderzoeken; passen deze bij tegenwoordig hydraulisch regiem?
Zijn onder de ripples en banken nog resten van "Tidal Flat van Eisma" aanwezig?
4. In het algemeen dikte, herkomst en ouderdom van de Holocene "sand sheet" bepalen.
5. Onderzoek actieve wig.

Bovenstaand verhaal is tot stand gekomen met medewerking van de Afdeling Kartering: Dr. D.J. Beets en de Afdeling Mariene Geologie: Dr. R.T.E. Schüttenhelm.



Relationship between tidal range and coastal morphology in western Europe (modified after Hayes, 1975).

Fig. 1. Huidige situatie kustboog Calais-Noord Denemarken

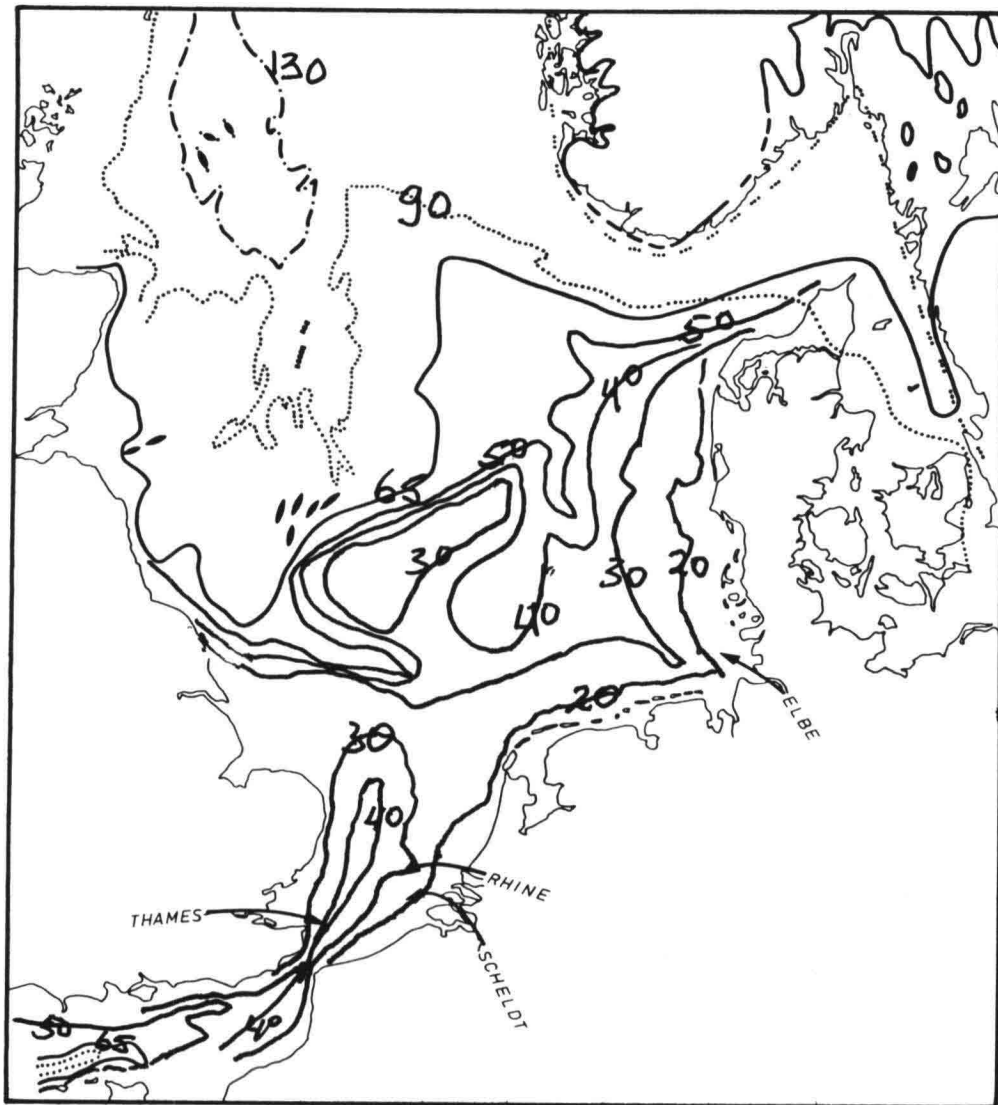


Fig. 2. Dieptelijnenkaart Noordzee

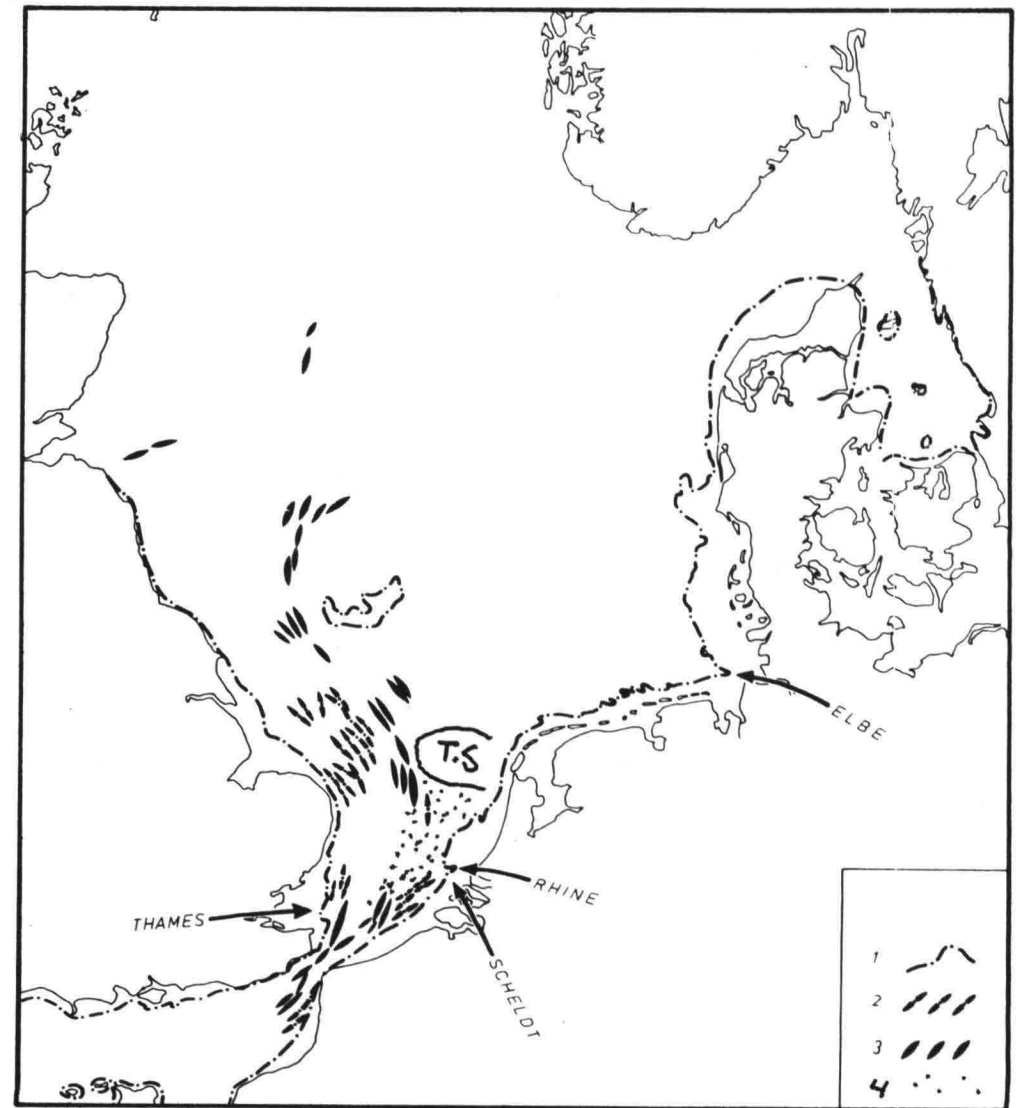


Fig. V-16. Hypothetical Early Atlantic shorelines and relicts of linear ridges in the North Sea basin. Sea level around 20 m below the present level.

- | | |
|--|------------------|
| 1. Shorelines at 7600 B.P. | 4. megaripples. |
| 2. Linear ridges formed around 7600 B.P. | T.S. Texel Spur. |
| 3. Older linear ridges. | |

Fig. 3. Morphologische fenomenen Z. Noordzee

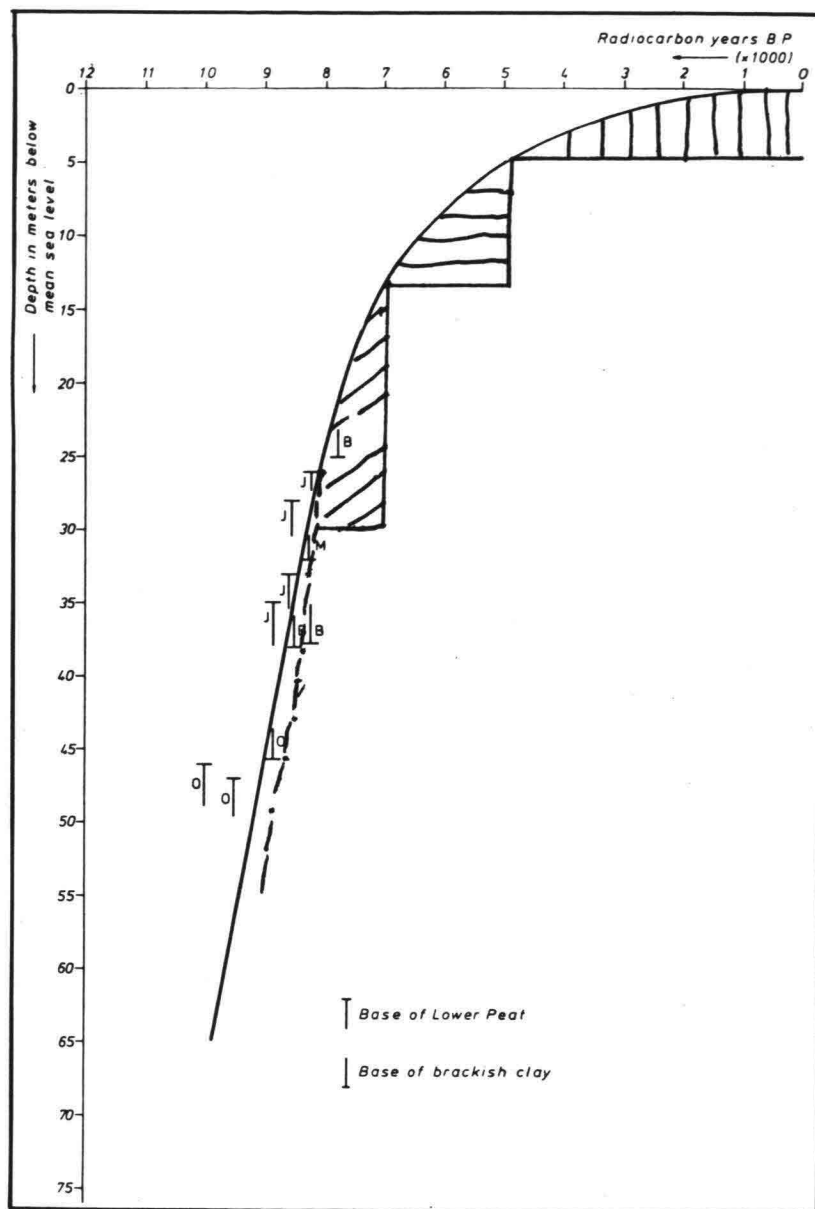


Fig. 4 Relatieve zeespiegel curve

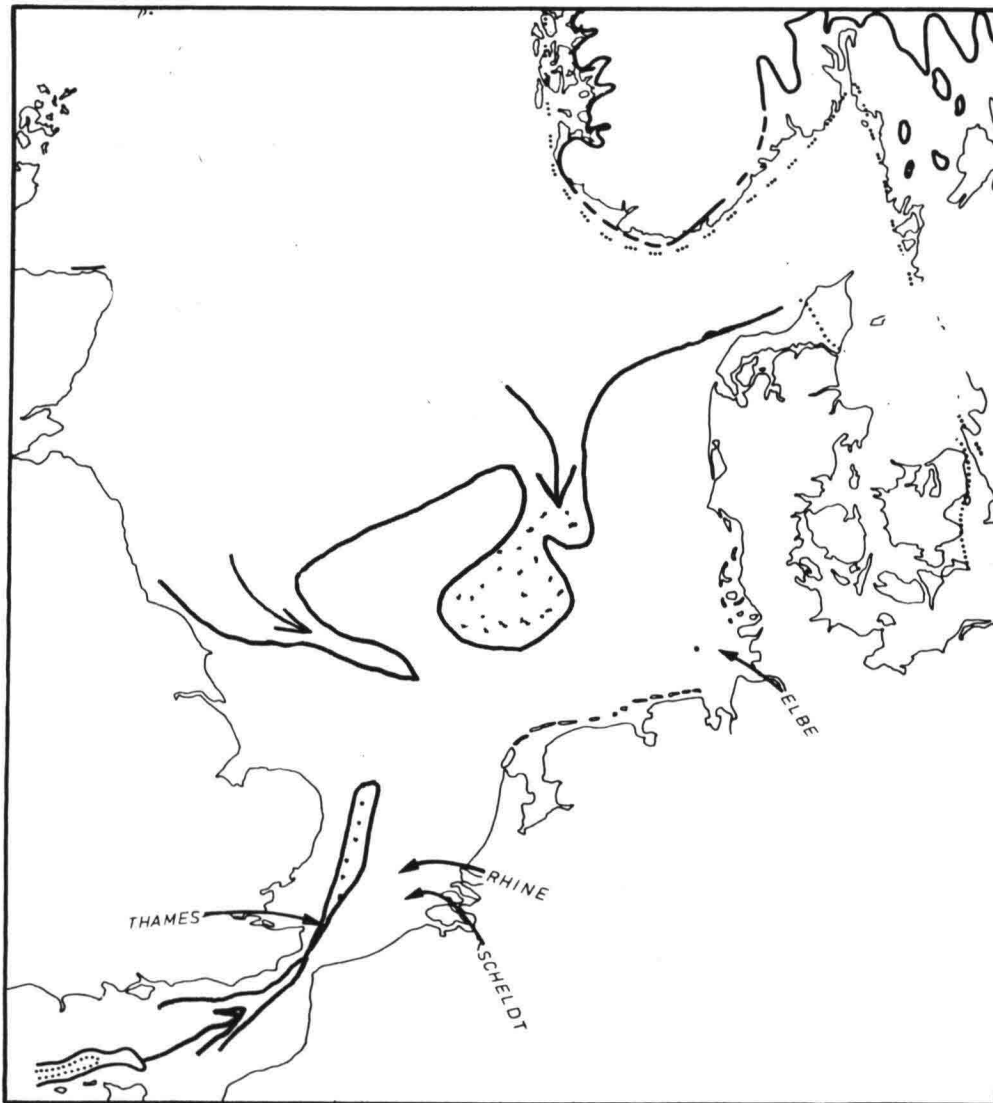
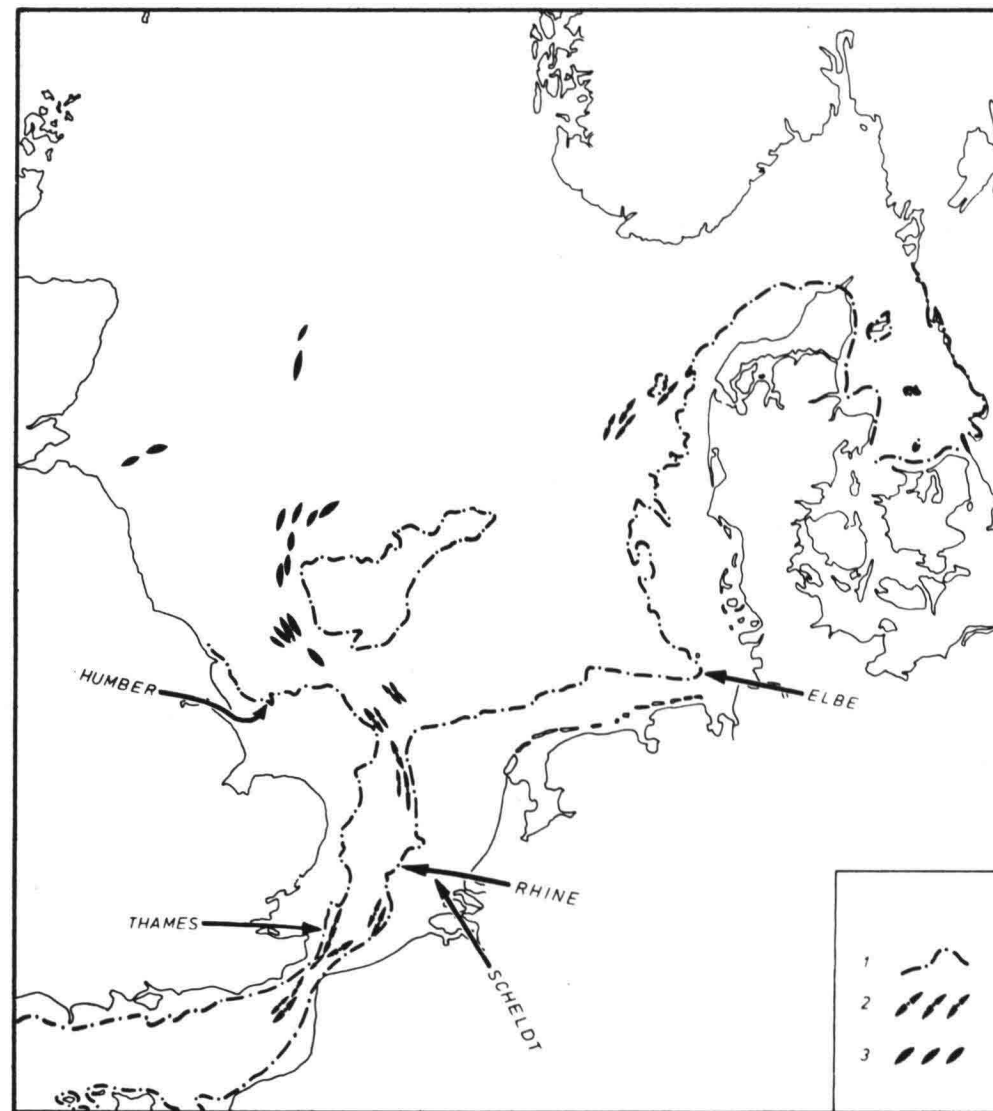


Fig. 5 Zeeniveau -40 m: ± 8400 B.P.

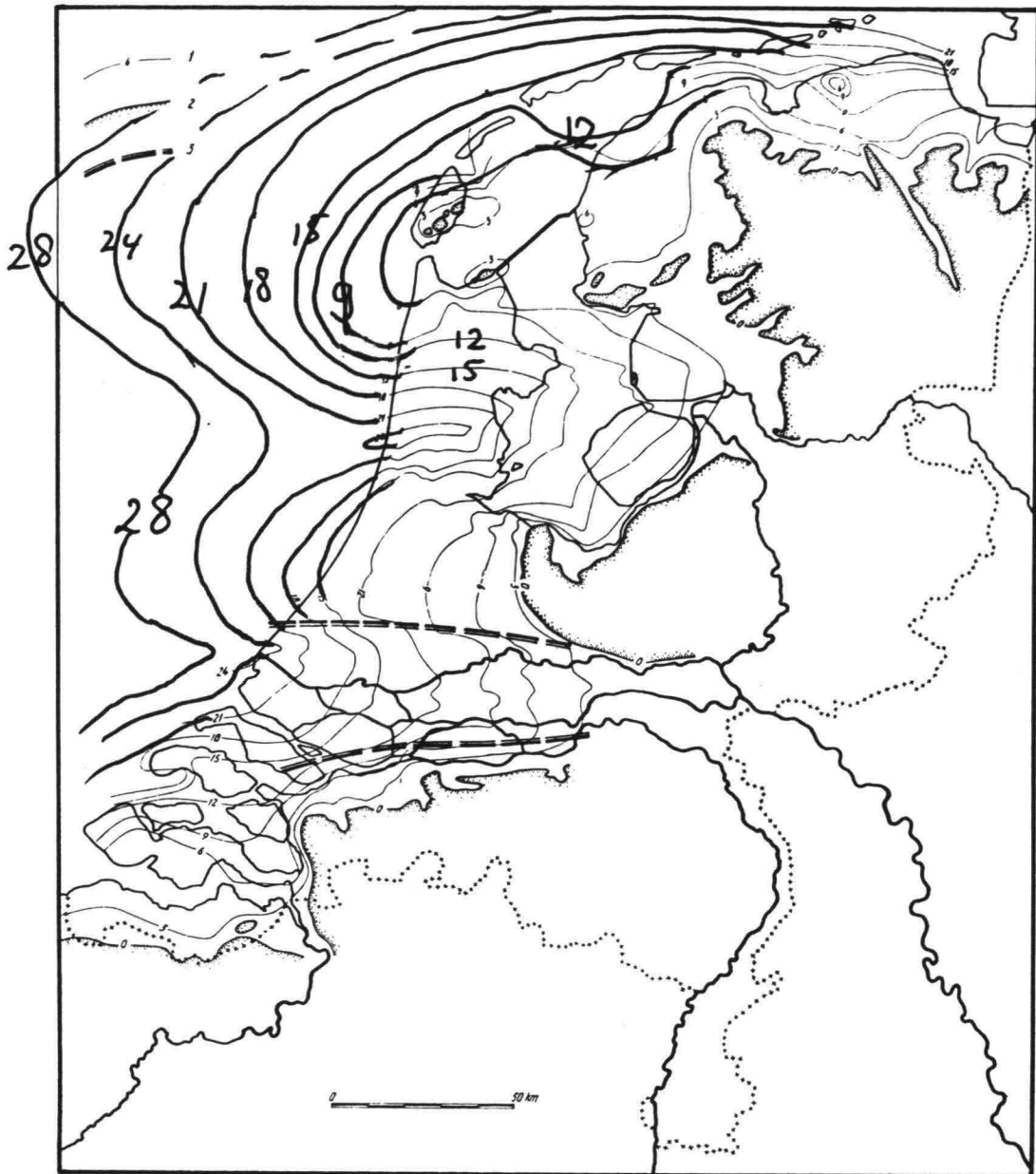


Hypotetical Late Boreal shorelines and relicts of linear ridges in the North Sea basin. Sea level around 30 m below the present level.

1. Shorelines at 8000 B.P., Linear ridges formed around 8000 B.P.

2. Older linear ridges.

Fig. 6 Kustlijn 8000 B.P. Zeeniveau -30 m



Schematical representation of the depth of the top of the Pleistocene in the Netherlands (as far as lying below sea level) (modified after Faber, 1947; Pannekoek, 1956; Pons and Bennema, 1958; Pons and Wiggers, 1958)

1. Contours of top of the Pleistocene (in metres)
2. Pleistocene at or near the surface
3. Approximate region of fluvial Late-Glacial deposits (north and south of the indicated boundary periglacial aeolic sands of the last glaciation are present)

Fig. 7.

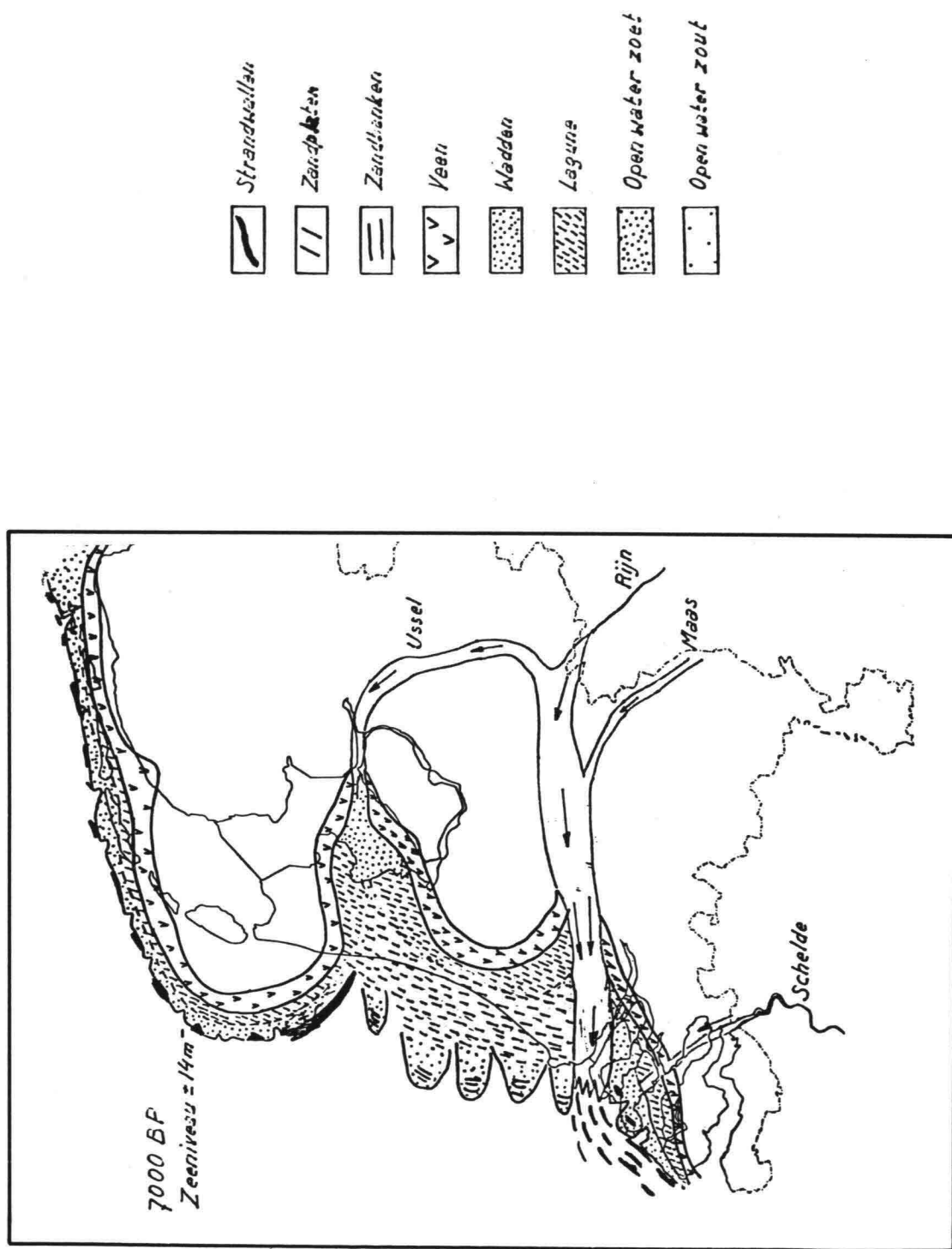


Fig. 8. Kustlijn 7000 B.P. Zeeniveau 14 m-

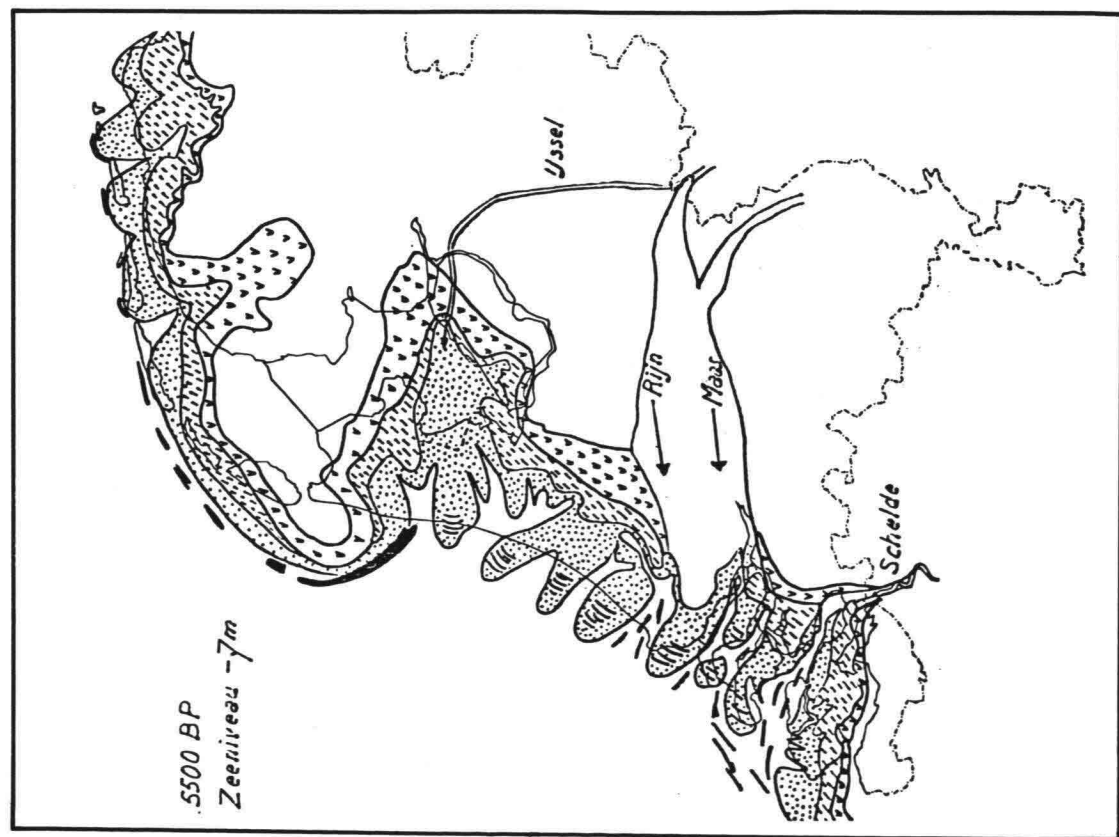
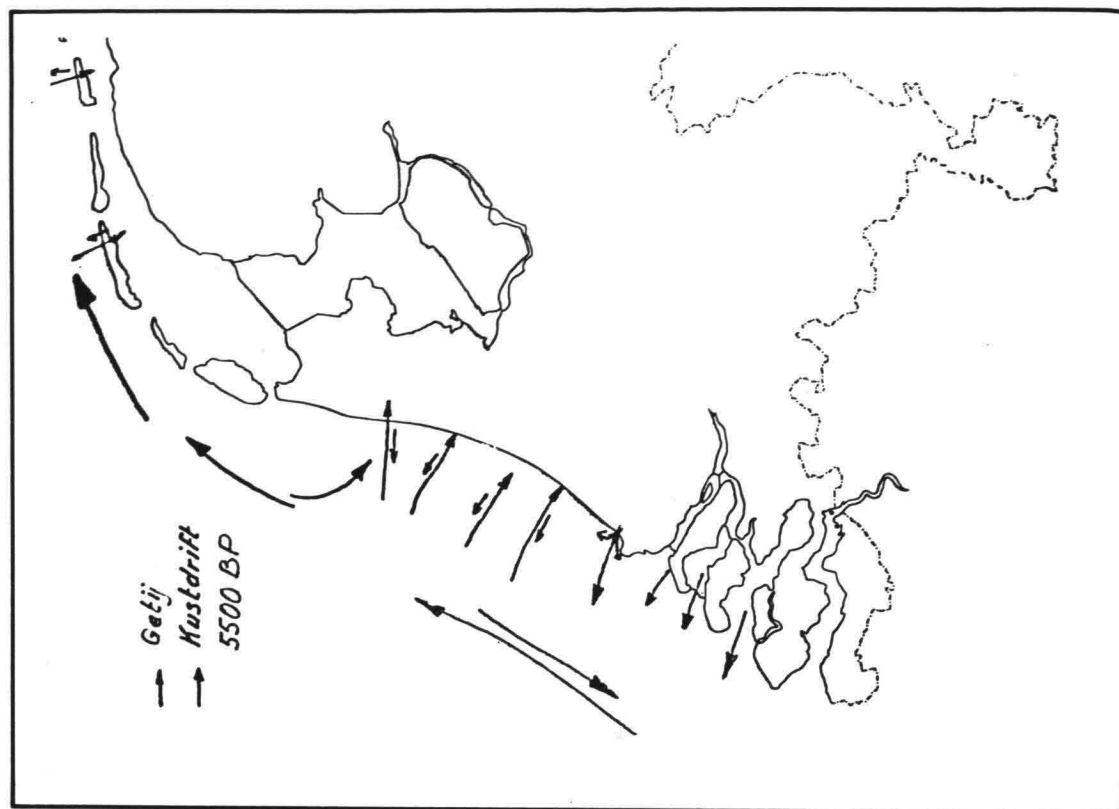


Fig. 9. Kustlijn 5500 B.P. Zeeniveau 7 m-

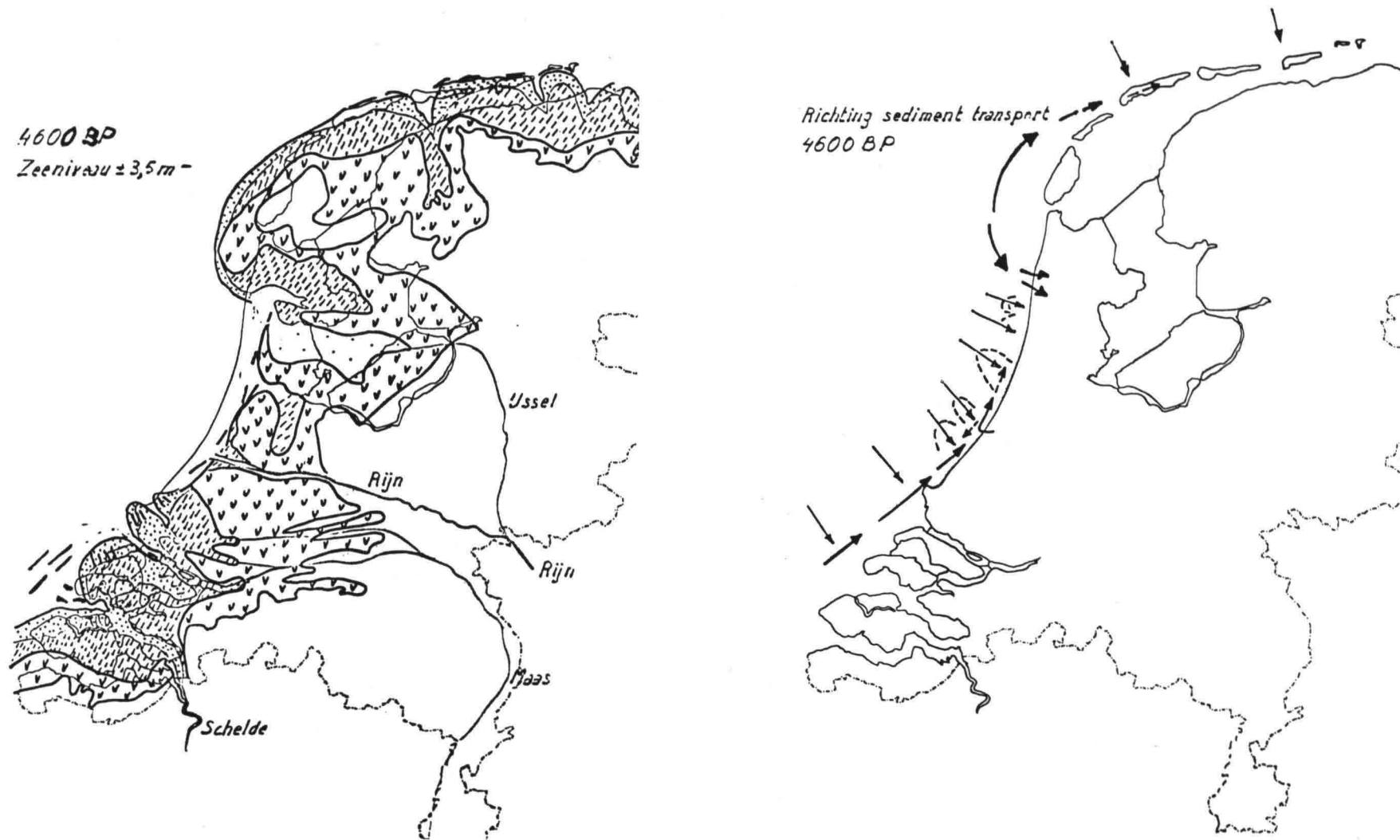


Fig. 10. Kustlijn 4600 B.P. Zeeniveau 3.5 m-

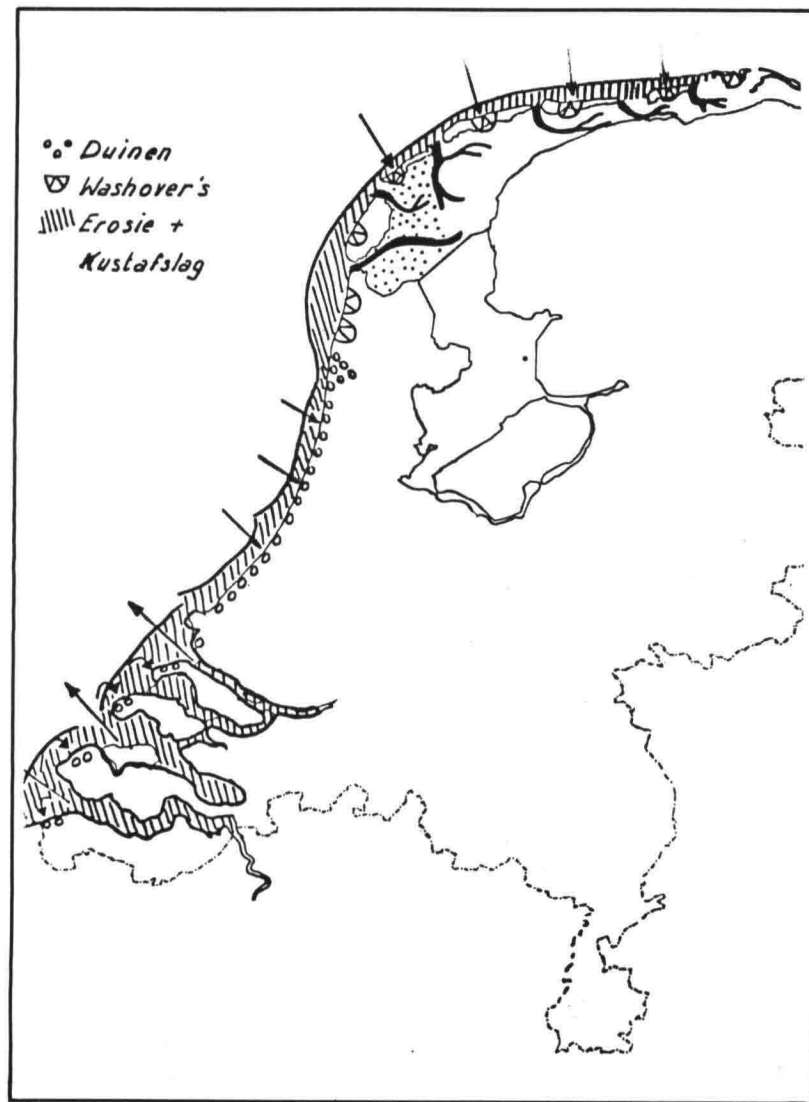


Fig. 11 Kustlijn Romeinse Tijd zeeniveau -1 m

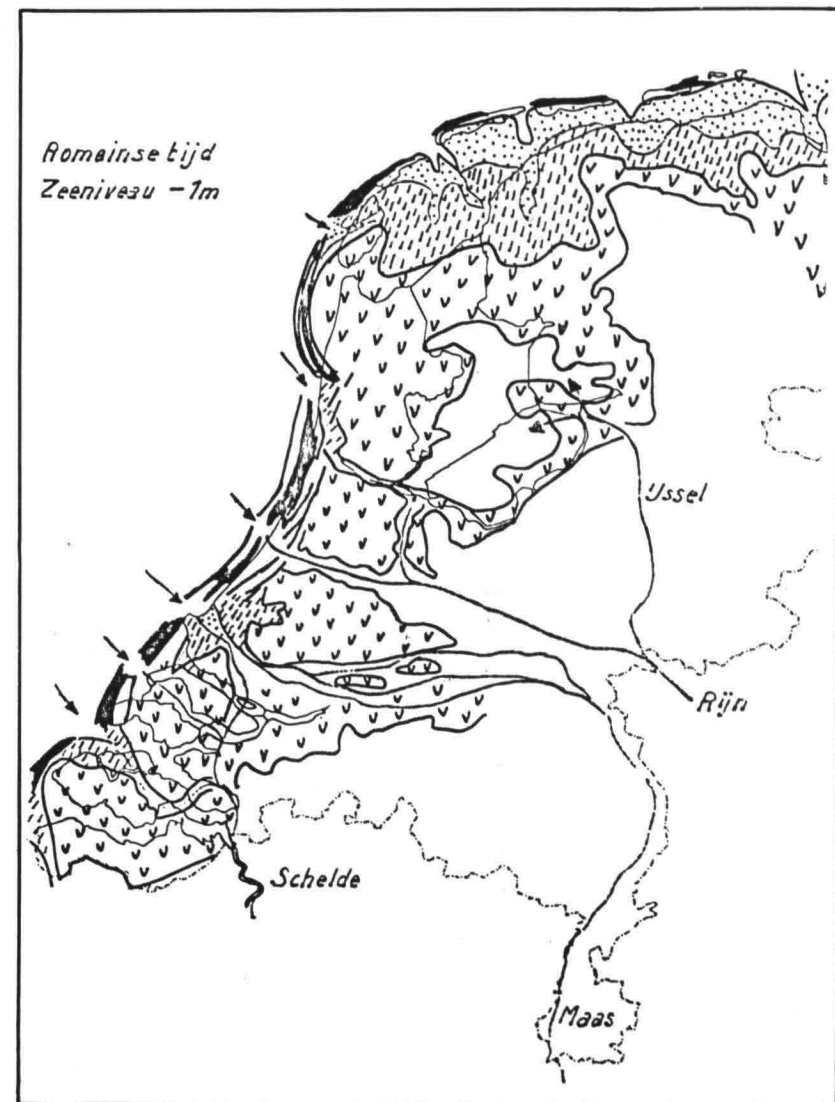


Fig. 13 Erosie kust sinds de Romeinse Tijd

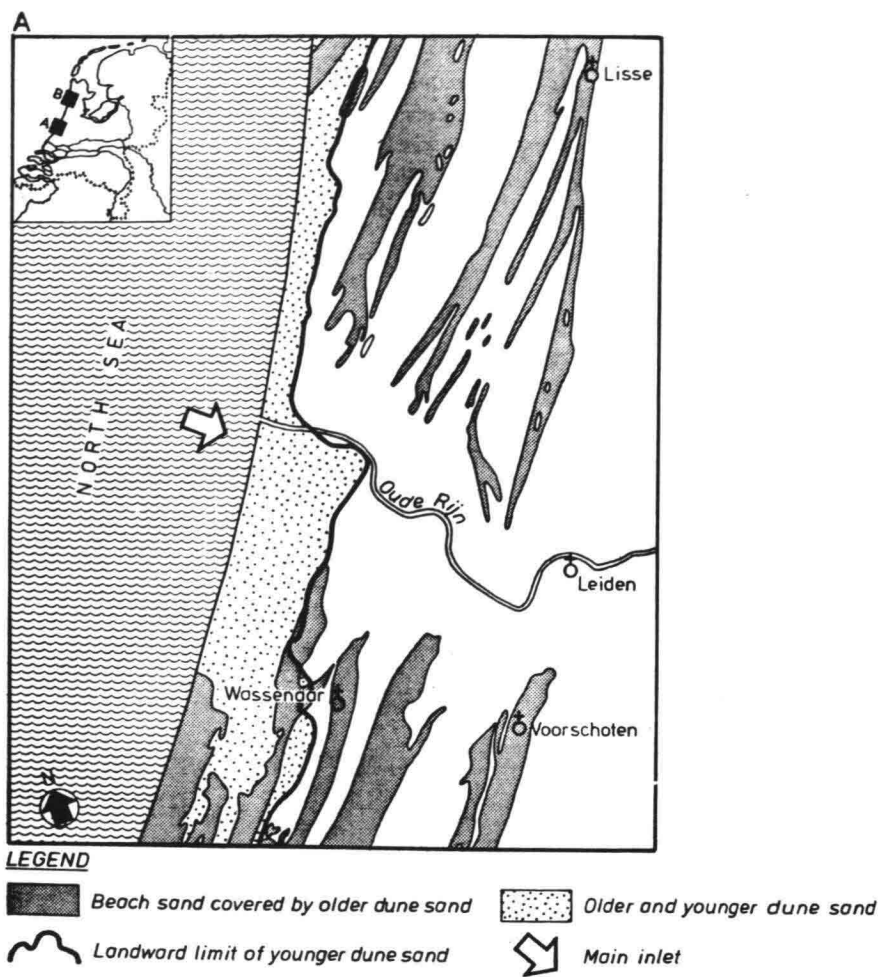


Fig. 12 Former inlets between coastal barriers:
A) River mouth of the Older Rhine

6. EEN GESLOTEN KUST: EEN HISTORISCHE WERKELIJKHEID?

Dr. G. Borger

Universiteit van Amsterdam, Amsterdam

De historische geografie is geïnteresseerd in wat de mens zoal gedaan heeft om een bepaald gebied te maken tot wat het nu is. Waar er sprake is van een wisselwerking tussen natuurlijke processen en menselijke invloed, kiest een historisch-geograaf het uitgangspunt voor een beschouwing in de handelende mens. Door de aard van de oorzaak-gevolg-relaties in het menselijke besluitvormingsproces werkt de historische geografie zowel in de tijd als in de ruimte op een andere schaal dan de geologie. De tijd meet een historisch-geograaf liever in delen van jaren dan in decennia en een datering in eeuwen is al gauw een zwaktebod. In de ruimte bestaat er een voorkeur voor locale processen die worden bestudeerd tegen de achtergrond van een regionale context.

Deze andere schaal leidt tot andere benaderingswijzen en tot andere vragen. Bij de voorbereiding van dit colloquium drong zich de noodzaak op om in deze inleiding duidelijk te maken wat de aard en het belang is van deze historisch-geografische invalshoek. Misschien is dat als volgt het beste aan te duiden. De deelnemers aan dit colloquium hebben, naar ik meen, een gemene belangstelling in de voortgaande breidelings van de zee. Kennis van de ervaringen die de mens in voorgaande eeuwen met de zee heeft opgedaan, brengt de historisch-geograaf in dit opzicht echter tot grote voorzichtigheid. De mens kan wel wat ondernemen om de invloed van de zee terug te dringen, maar dat gebeurt altijd in afwachting van een nieuwe aanval. De zee komt terug! Vandaar de titel van deze inleiding.

Mevrouw Jelgersma sloot haar inleiding af met een beschouwing van de vrijwel gesloten kust die in de Romeinse tijd heeft bestaan. Zowel uit aardwetenschappelijke als historische informatie is bekend dat deze situatie een labiele is geweest en dat de zee korte tijd daarna op verschillende punten krachtig heeft teruggeslagen. Hieronder zal ik dat verder toelichten bij de bespreking van de veranderingen die zich de laatste 2000 jaar aan de verschillende delen van de Nederlandse kust hebben voorgedaan. Eerst wil ik er echter op wijzen dat wij thans weer bezig zijn om toe te werken naar een bijkans gesloten kust. Wordt

op die manier opnieuw een labiele situatie gecreëerd? Mocht dat het geval zijn, dan moeten wij ons afvragen waar de nieuwe aanval van de zee straks te verwachten is en wat er preventief gedaan moet worden om te voorkomen dat ons land wordt verrast. Men kan natuurlijk ook van mening zijn dat de nieuwe situatie niet labiel is omdat ons thans de moderne verworvenheden van wetenschap en techniek ter beschikking staan. Maar is die mening een wetenschappelijke vaststelling of een vooronderstelling? Blijkens recente ontwikkelingen voor de Zeeuwse kust en de steeds terugkeren afslag bij Texel en Ameland zijn verrassingen nog steeds mogelijk.

De aard van de historisch-geografische bijdragen aan het project Kustgenese hoop ik te verduidelijken door mijn inleiding toe te spitsen op de veranderingen in de waterberging achter de strandwallenkust. Regionaal en in de loop van de tijd zijn die verschillen groot. Vergis ik mij niet, dan heeft die veranderende waterberging invloed uitgeoefend op de stroming langs de kust, de stroming tussen de eilanden, de plaats en de vorm van de eilanden, de hoogte van de vloedstrand, de ligging van de hoogwaterlijn en waarschijnlijk nog wel meer. Over veel van deze zaken kan de historische geografie informatie verschaffen, maar wij zijn niet in staat om te bepalen welke gegevens nodig zijn om deze veranderingen procesmatig te kunnen vatten. Bij de verdere behandeling van de verschillende delen van het kustgebied zal ik daarvan nog enkele voorbeelden geven. De oostelijke Waddenzee is sedert de Romeinse tijd een gebied met een open kust geweest. De waterberging achter de strandwallenkust is in dit gebied in de loop der tijd echter sterk gewijzigd. Door de grote inbraken, eerst van de Lauwers en de Middellzee en naderhand van de Dollard, moet deze waterberging sterk zijn vergroot totdat door opslibbing en herdijking grote delen van het verloren gegane gebied weer herwonnen konden worden. De aanleg van de eerste doorgaande bedijking in het noordelijke kustgebied moet de stormvloedstand hebben verhoogd, maar ik overzie niet welke gevolgen dat gehad kan hebben.

In de Romeinse tijd lag in westelijke Waddenzee een aaneengesloten veengebied achter een gesloten kust. Op 16e-eeuwse kaart vindt men van dit veengebied nog een restant terug in de achter Vlieland gelegen Moerwaert. Via het Vlie drong het zoute water sedert de Romeinse tijd verder zuidwaarts op: rond 800 nC was de invloed van de zee al in de omgeving van Medemblik merkbaar en rond 1200 was de Zuiderzee al goeddeels verzilt. Dit oprukken van de zee is niet ongemerkt voorbij gegaan aan het veenlandschap in de westelijke Waddenzee, maar de grootste dreiging voor dit gebied kwam uit het westen. Ten noordwesten van

Texel en ten westen van Petten brak de zee door de toen nog gesloten strandwallenkust heen en begon met de aantasting van het achterliggende gebied. De voortgaande terugschrijding van de kust leidde niet alleen tot de vorming van de Zijpe en het Marsdiep, maar noodzaakte in de tweede helft van de 15e eeuw ook tot de aanleg van de eerste Hondsbossche Zeewering.

De Hollandse kust kende in de Romeinse tijd twee openingen: één in de omgeving van Egmond en één bij Katwijk. Beide zijn naderhand gesloten en overdekt geraakt door de jonge duinen. Het zeegat bij Egmond verloor al vóór de Romeinse tijd veel aan betekenis. Aangezien de kerken van Heilo en Velzen kunnen bogen op een Willibrord-traditie, mag men aannemen dat via dit zich sluitende zeegat nog in de 7e eeuw verkeer te water mogelijk was. De oude Rijnmond bij Katwijk raakte daarentegen pas in de 12e eeuw verstopt. Door het voortdurend terugschrijden van de kust kwam hier in de 16e eeuw een versterking onder de duinvoet vandaan die in de Romeinse tijd ter bescherming van de Rijnmond was aangelegd. Dit castellum, dat in de literatuur de naam Brittenburg heeft gekregen, is naderhand geheel in zee verdwenen. De Hollandse kust kende echter niet alleen erosie. Kennelijk werd een deel van het geërodeerde materiaal in zuidelijke richting afgevoerd en in de omgeving van Hoek van Holland afgezet. Het gebied van de Hollandse en Zeeuwse eilanden was in de Romeinse tijd bedekt door een gesloten veenpakket dat door een gesloten kust tegen de zeevloeden werd beschermd. Een uitzondering vormde het door de klassieke schrijvers genoemde Helinium. Deze zeer grote, gemeenschappelijke mond van de Waal, Maas en Schelde moet volgens de historische traditie in de omgeving van de huidige Maasmond worden gezocht terwijl de bodemkundige en archeologische vondsten doen vermoeden dat dit zeegat in de omgeving van de Oosterschelde heeft gelegen. Nog in de Romeinse tijd doorbrak de zee de strandwallenkust in het zuiden en werd via het Zwin een deel van het achterliggende gebied afgebroken. Dit zeegat vergrootte zich naderhand echter niet verder en in de loop van de middeleeuwen kon het verloren gegane land door herdijking goeddeels worden teruggewonnen. Langduriger gevolgen hadden de doorbraken die zich in de vroege middeleeuwen langs de Oosterschelde en in het huidige Maasmondgebied hebben voorgedaan. Door die inbraken werden steeds grotere delen van het veengebied aangetast. In de tweede helft van de 15e eeuw kwam het gebied ten zuiden van Rotterdam voor lange tijd onder water te staan en na 1421 vormde zich de Biesbosch. Door historisch-geografisch onderzoek kan het steeds verder opdringen van het zoute water in dit gebied nauwkeurig worden vastgesteld. Slechts een deel van de hier geleden landverliezen konden naderhand door her-

dijking worden goedge maakt.

Ten zuiden van Walcheren verhinderden een aantal grote eilanden voor de kust het binnenwaarts opdringen van de zee. Toen deze eilanden waren opgeruimd, kon de oude Honte worden veranderd in de Westerschelde. Als gevolg van deze verandering nam de dagelijkse getijde-amplitudo op de Schelde in Antwerpen omstreeks 1400 in korte tijd met ongeveer een meter toe. In de 16e eeuw nam de waterberging achter de strandwallenkust in dit gebied nog verder toe door het verloren gaan van het Land van Reimerswaal, het Land van Saaftinge, de Antwerpse polders en andere omvangrijke militaire inundaties in het kader van de Tachtigjarige Oorlog.

Vergelijking van de onderscheiden gebieden stelt opmerkenswaardige verschillen in het licht. Sommige zeegaten blijven eeuwenlang stabiel (het Zwin; de Slufter), andere verdwijnen en worden door duinen overstoven (Egmond; Katwijk) en daarnaast zijn er zeegaten die worden gevormd en zich sterk verwijden (Vlie, Zijpe, Marsdiep, Maasmond, Honte). Wat is oorzaak en wat is gevolg? Sluiten bepaalde zeegaten omdat het water uit het achterland elders nieuwe uitwateringspunten heeft gevonden? Of heeft het sluiten van een bepaald zeegat tot gevolg dat zich elders een nieuwe zeeboezem gaat ontwikkelen? En hoe hangen deze veranderingen samen met de stromingen langs de kust, de stromingen tussen de eilanden en de veranderingen in de gemiddelde vloedhoogte? Vanuit een historisch-geografisch gezichtspunt is de verscheidenheid in ontwikkeling in het verleden zo groot dat wij niet kunnen volstaan met de bestudering van de Nederlandse kust alleen. Voor het project kustgenese lijkt het mij daarom van groot belang dat ook de ontwikkelingen aan de Belgische en Noordduitse kust ter vergelijking worden betrokken in het onderzoek.

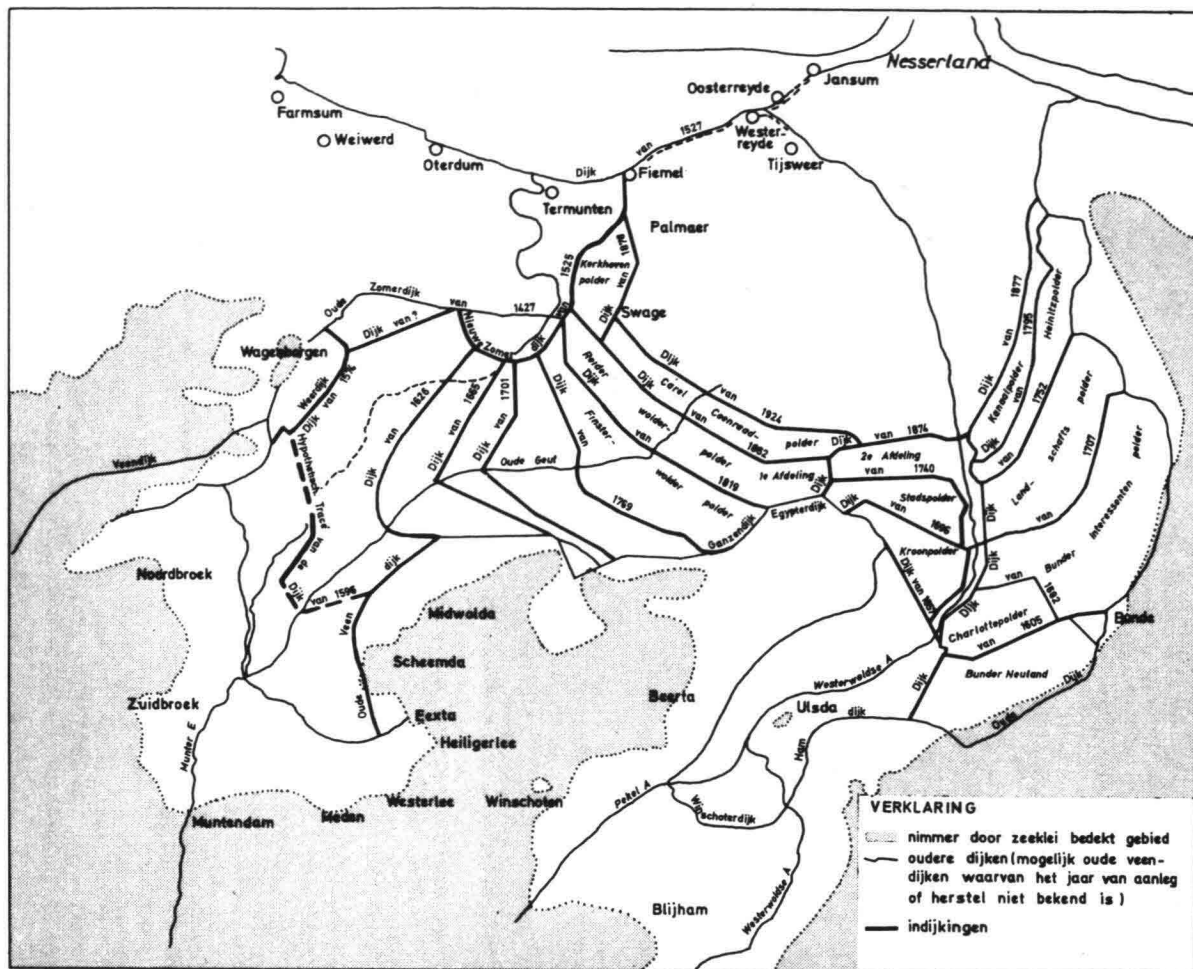


Fig. 1a Landaanwinning in de Dollard.

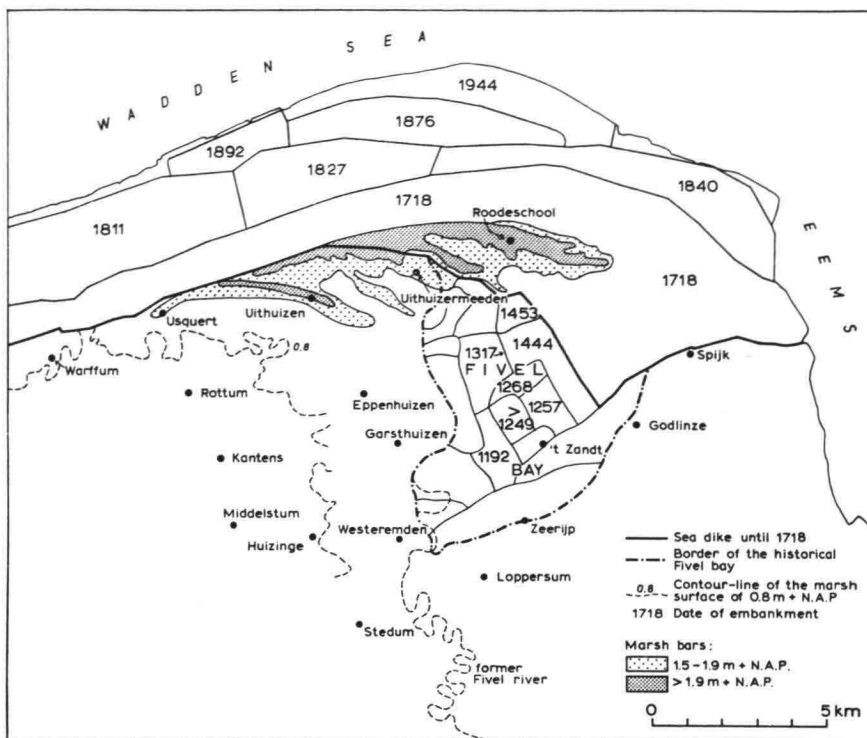


Fig. 1b Landaanwinning in de Fivelmond.

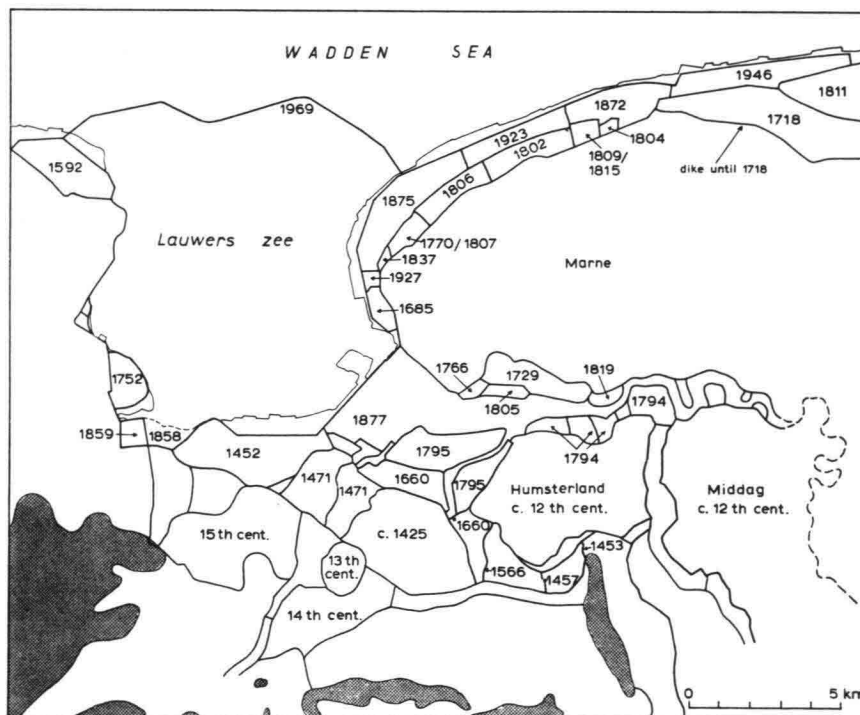
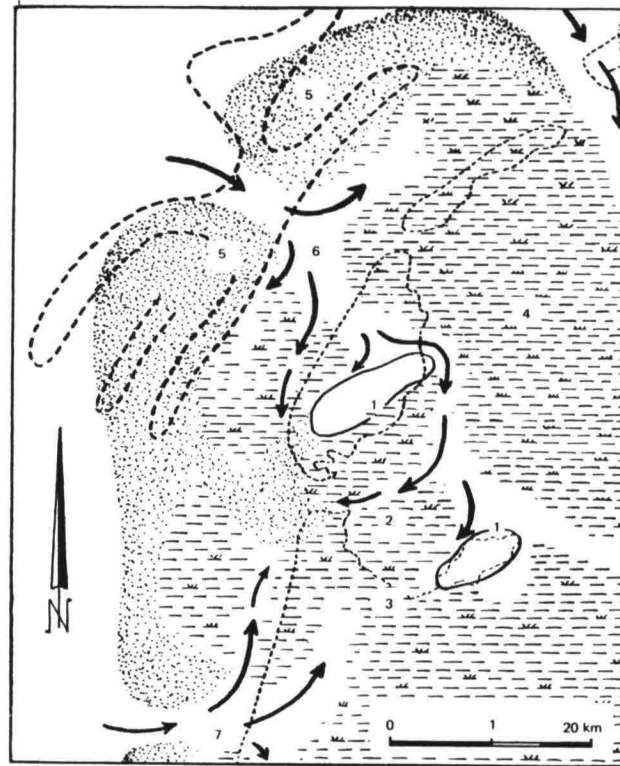


Fig. 1c Landaanwinning in de Lauwerszee.

2. Balgzand-veenontginningen; begin $\pm$ 9e eeuw; intensief 12e eeuw.
3. Anna Paulowna-veenontginningen, (als 2).
4. Veengebied in de 15e eeuw: 'de Moerwaard'.
5. Gebied van 'de Stenen'.
6. Getijgat noordwest van Texel.
7. Getijgat in het latere Zijpegebied.



- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | kustzanden, schoorwal, aansluitend op 'de Stenen' (5). |  | getijwater, infiltratierichting. |
|  | veengebied |  | 1 contour van de bovenkant v.h. pleistoceen; diepte in m -NAP. |
|  | contour van 'de Stenen'; |  | huidige kustlijn. |

Fig. 2a Kustontwikkeling in de Kop van Noord-Holland ca. 800-1000 jaar na Chr.

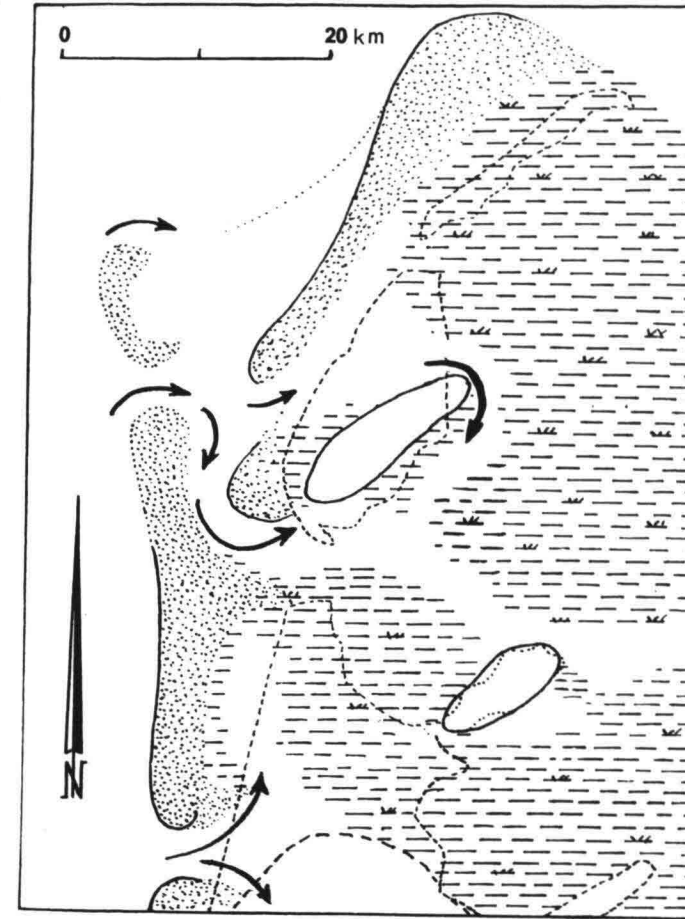


Fig. 2b Kustontwikkeling in de Kop van Noord-Holland ca. 1000-1100 jaar na Chr.

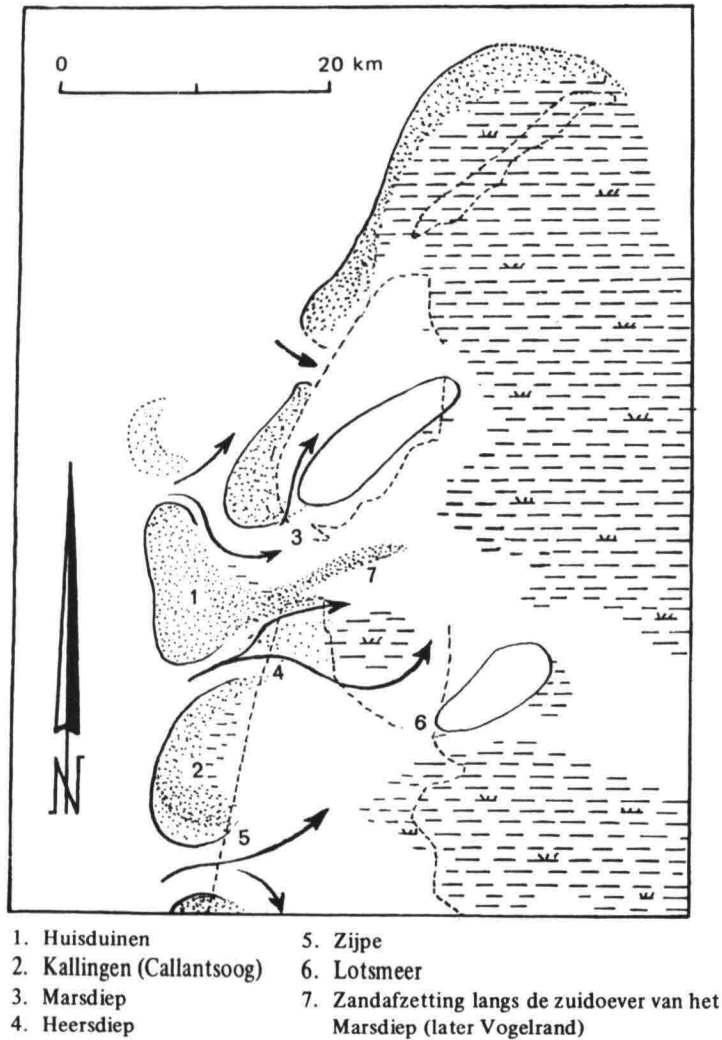


Fig. 2c Kustontwikkeling in de Kop van Noord-Holland ca. 1100-1200 jaar na Chr.

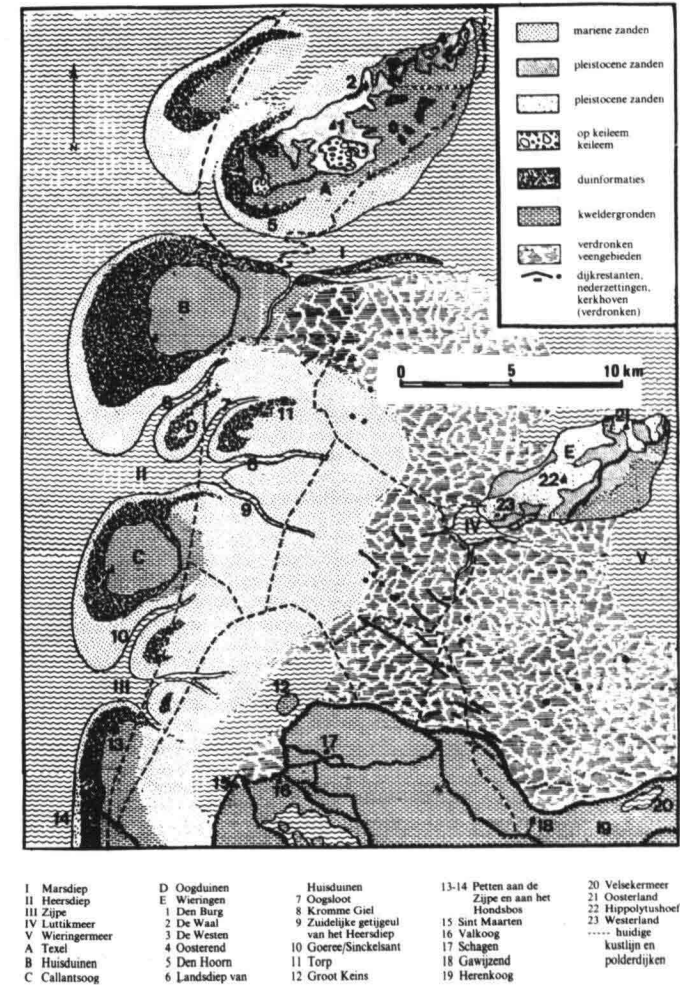


Fig. 2d Kustontwikkeling in de Kop van Noord-Holland ca. 1300 jaar na Chr.

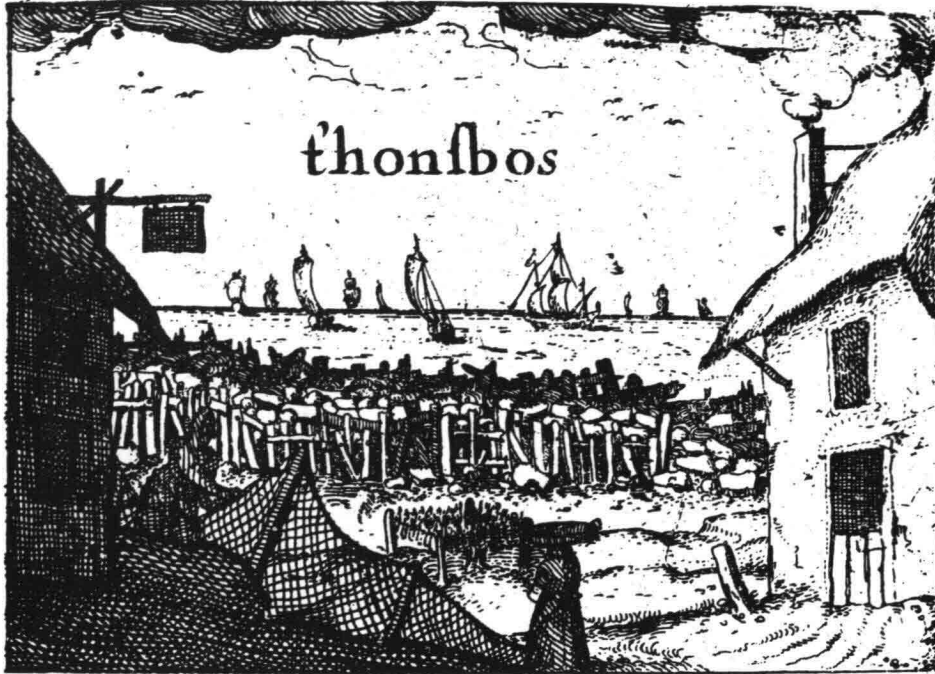


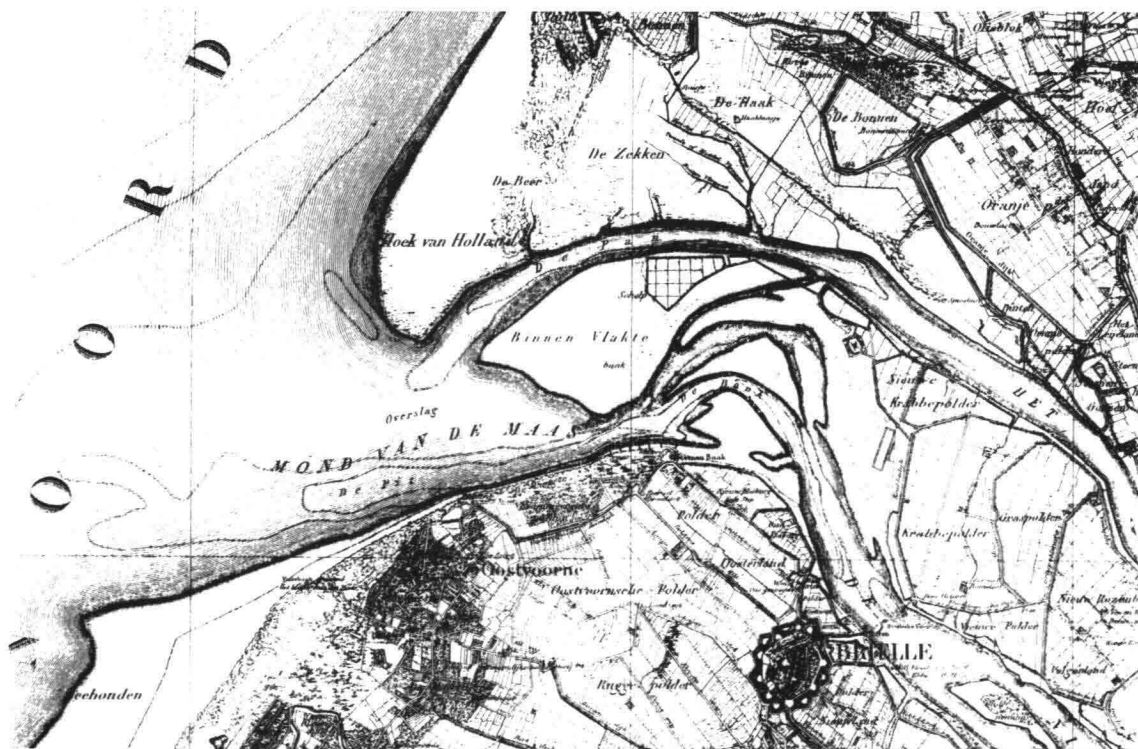
Fig. 3 De Hondsbossche Zeewering ca. 1550.



Quax diep
ca. 1650



ca. 1750



1850

Fig. 5 Aangroei van de kust bij Hoek van Holland.

7. WAT WETEN WE EIGENLIJK VAN HET GEDRAG VAN DE NEDERLANDSE KUST?

Prof. dr. J.H.J. Terwindt

Geografisch Instituut, Rijksuniversiteit Utrecht

Op deelterreinen is onze kennis van de kust de laatste jaren sterk vergroot
Maar wat weten we nu eigenlijk van het gedrag van de kust?
Wat verstaan we onder dat gedrag?

Gedrag van de kust = reacties van de kust.

Er zijn twee typen reacties mogelijk:

- a. locale reacties op locale ingrepen (uitbouw havenhoofden, aanleg strand-
hoofden etc)
 kenmerk: klein gebied
 kleine tijdstappen
 "kleinschalig"
- b. areale reacties op "natuurlijke processen"
 (zeespiegelrijzing, veranderingen in sedimentbalansen en sedimentstromen)
 kenmerk: groot gebied
 grote tijdstappen
 "grootschalig"

De kleinschalige reacties zijn met de moderne technieken vaak redelijk te
voorspellen.

De grootschalige daarentegen zijn veel minder voorspelbaar.

Complicerend is dat de kleinschalige reacties vaak gesuperponeerd op de
grootschalige.

We beperken ons tot het **grootschalige gedrag** van de kust.

Waar hebben we het dan over.

- * Verschil kustontwikkeling in langsrichting. Bijv. Kustgrafiek (fig. 1)
 - Waarom bouwt de kust in het midden uit en ten N en Z niet?
- * Hoe rijmt zich dat met de algemene zeespiegelrijzing.
Welke effecten heeft de zeespiegelrijzing op de ligging van de kust?
Overal even groot?

- * Hoe is onze kust eigenlijk opgebouwd? Welke sedimenten vormen de voet?
(fig. 2)
Beweeglijkheid van de bodem; **actieve wig**.
- * Is er nu overheersend kustlangs of kustdwars transport?
Bijv. Grens bij Bergen (fig. 3)
Is dit overal zo?
- * Waar "eindigt" de Noordzee en waar begint "de kust"?
- * Is het Deltagebied/de Wadden, leverancier of ontvanger van zand vanuit de Schone Kust.
- * Hebben uitbouwende of afslaande kustgebieden specifieke kenmerken?
 - kustprofielen - hellingen, banken (fig. 4)
 - type en areaal van bodemvormen van ribbels tot brandingsruggen
 - hoe ziet de actieve wig eruit? (fig. 5 en 6)Een uitbouwende kust heeft specifieke sedimentatie-structuren die in een actieve wig te zien zijn.
- * Catastrofe of dagelijkse gang: stormzanden. Wat is maatgevend voor het kustgedrag: de zelden optredende zware storm of de dagelijkse sedimentverplaatsing.

Van al deze vragen is op de grote schaal van de Nederlandse kust bijna niets bekend.

Het project Kustgenese heeft tot doel om o.a. deze grootschalige vraagstukken te onderzoeken.

Waarom dit onderzoek? Is dit wel nodig?

- In Nederland zijn verschillende kustwaterbouwkundige werken van groot formaat uitgevoerd zonder onvoorziene gevolgen voor de nabij gelegen kusten: Europoort, Scheveningen, IJmuiden, Goeree, Texel.
- Veel kennis beschikbaar die voor concrete nieuwe projecten kan worden ingezet.

Waarom dan toch grootschalig kustonderzoek? Hiervoor gelden de volgende argumenten:

- * Korte termijn effecten zijn snel te redresseren (bijv. opgespoten kustbogen bij Hoek van Holland, Scheveningen en IJmuiden) maar hoe zit het met de lange termijn effecten op de kust als gevolg van deze havenhoofden?

- * Onze duinverzwaring en veiligheid hangt vast aan de ligging van de LW-lijn. Niet de kortperiodische fluctuaties, maar de langperiodische trends zijn van belang voor de veiligheid van de duinen. Zouden die voorspeld kunnen worden?
- * Welk effect heeft het dumpen en zuigen vóór de kust op de lange termijn op het kustgedrag m.a.w. welke invloed op het grootschalige transportpatroon?
- * Effect Deltawerken op schone kust? Wat weten we daar eigenlijk van?

Dus toch grootschalig kustonderzoek. Nederland kan het zich n.l. **niet** veroorloven om **niet** aan grootschalig kustonderzoek te doen, vanwege:

- * de ontwikkeling van het noodzakelijke inzicht in de effecten van ingrepen op langere termijn en over grotere afstanden.
 - * de ijking van kustmorfologische modellen. Hiervoor zijn lange termijn gegevens nodig. Anderzijds kunnen kleinschalige modellen gebruikt worden om een beter inzicht in grootschalige problemen te krijgen.
 - * kennisvergaring voor internationale markt.
- Daar speelt niet meer òf een werk kan worden uitgevoerd maar of het slimmer = goedkoper kan. Onze concurrentie positie hangt af van onze kennis, inzicht en slimheid.

De Nederlandse kust is voor het verkrijgen hiervan een ideale speeltuin. We hebben n.l. een zeer gecompliceerde kust:

- meso getij
- variabel golfklimaat
- fijn-middel zand = beweeglijk.

Grootschalig kustonderzoek is tenslotte vaak een (goedkoop) middel om een goede verkenning van onbekende kusten te verrichten.

We moeten echter niet alleen naar de Nederlandse kust kijken.

- * Onze kust maakt deel uit van de kustzone die loopt van Cap Gris Nez tot Denemarken. Daarom is internationale samenwerking **nodig** en gunstig o.a. vanwege NATO-EEG financieringsbronnen.
- * Bovendien kan het Nederlands onderzoek van groot belang zijn voor andere typen kusten.

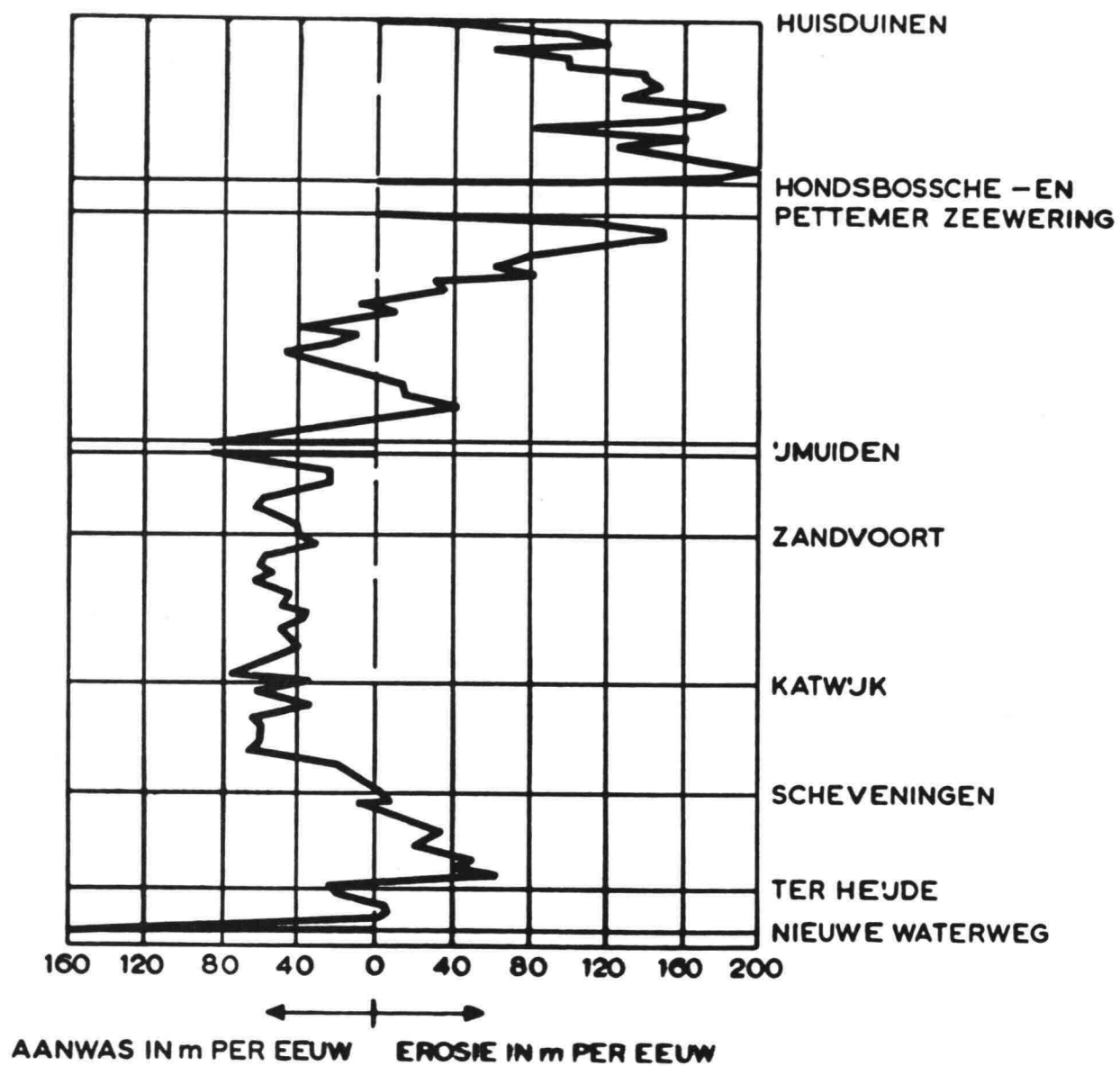
Zijn onze gedachten- en rekenmodellen bruikbaar voor:

- grindstranden
- swell kusten
- modderkusten?

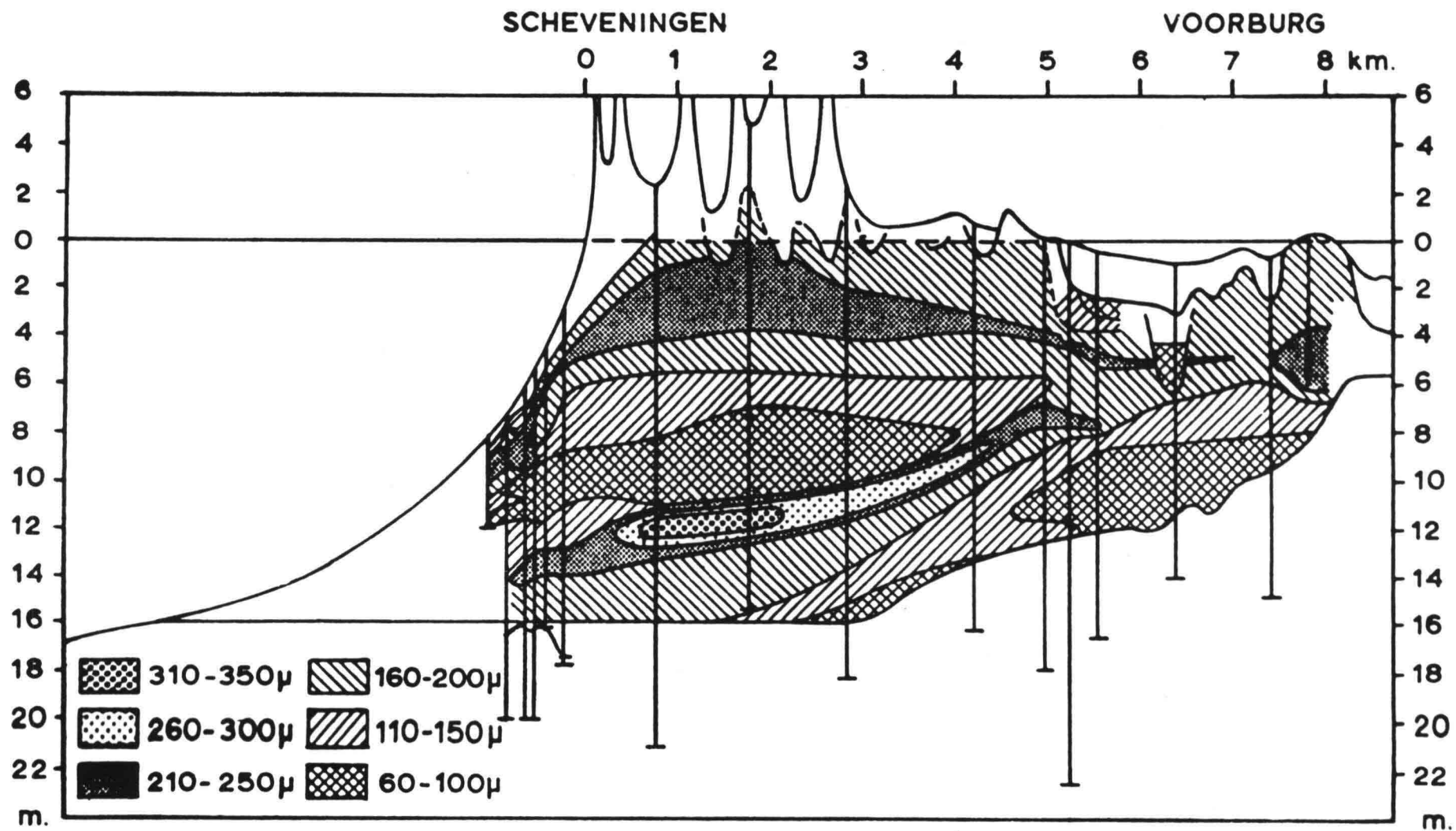
Dus het project Kustgenese is **nodig**.

Wat is er nodig voor het **Project**?

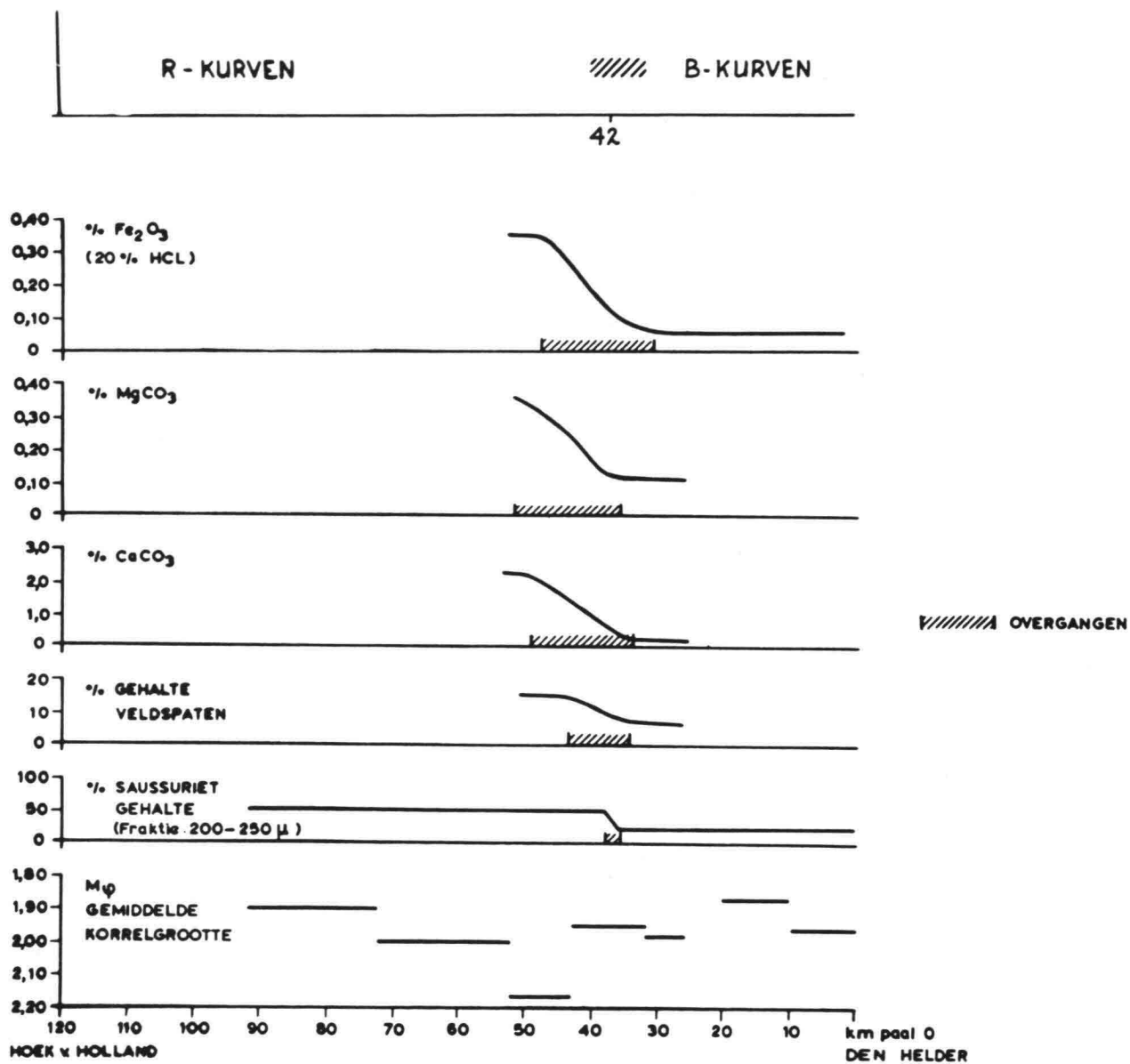
- * actief beleid
- * goede coördinatie, en controle op nakomen verplichtingen
- * internationaal georiënteerd:
 - contacten organiseren, uitbouwen
 - buitenlands onderzoek draineren
 - gezamenlijke projecten opzetten.
- * financieringsbronnen gebruiken:
(ZWO, WOTRO, STW, EEG, NATO, Ministeries, Universiteiten).



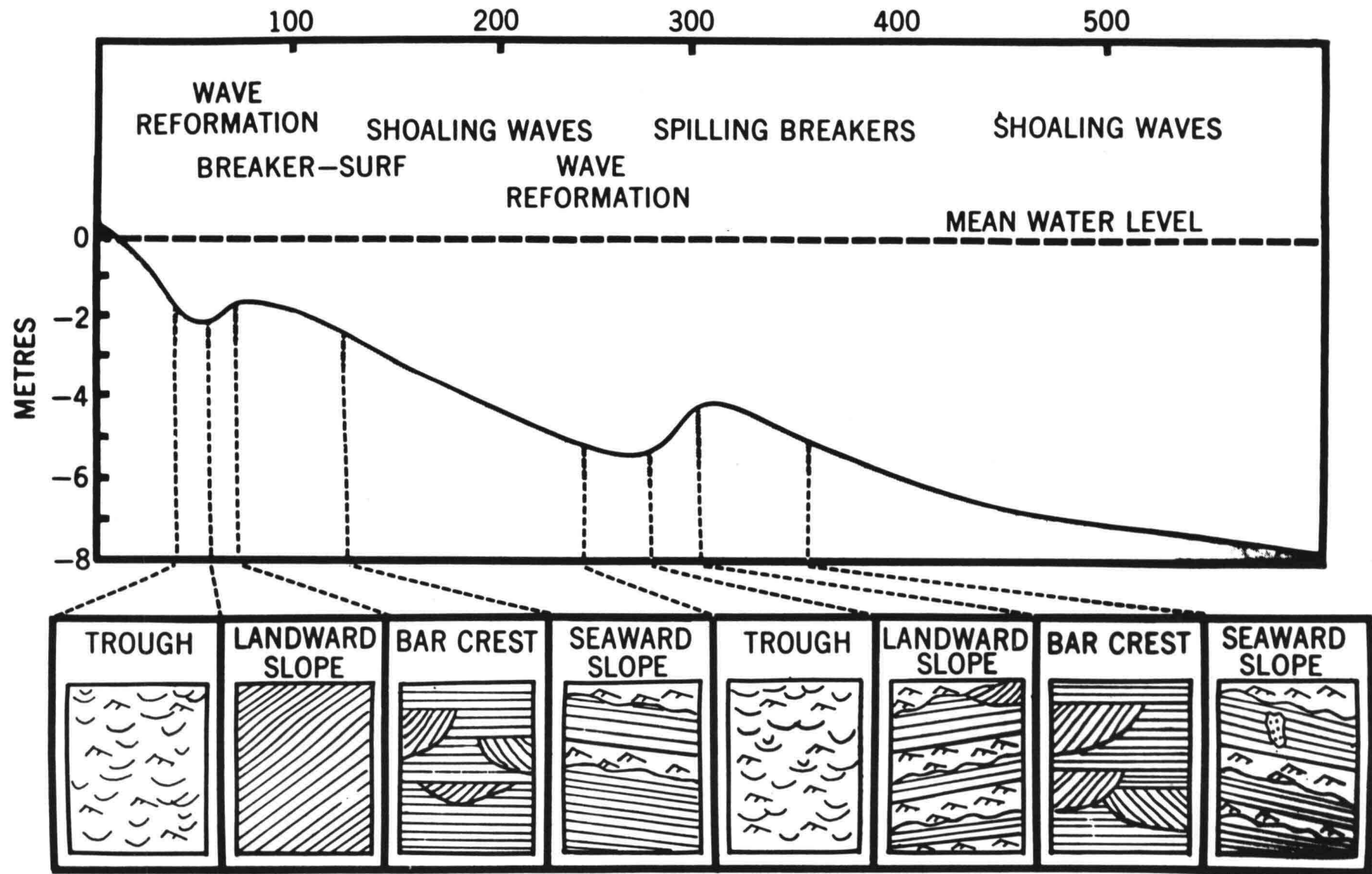
Figuur 1 Kustaanwas en -erosie per eeuw tussen Huisduinen en Hoek van Holland



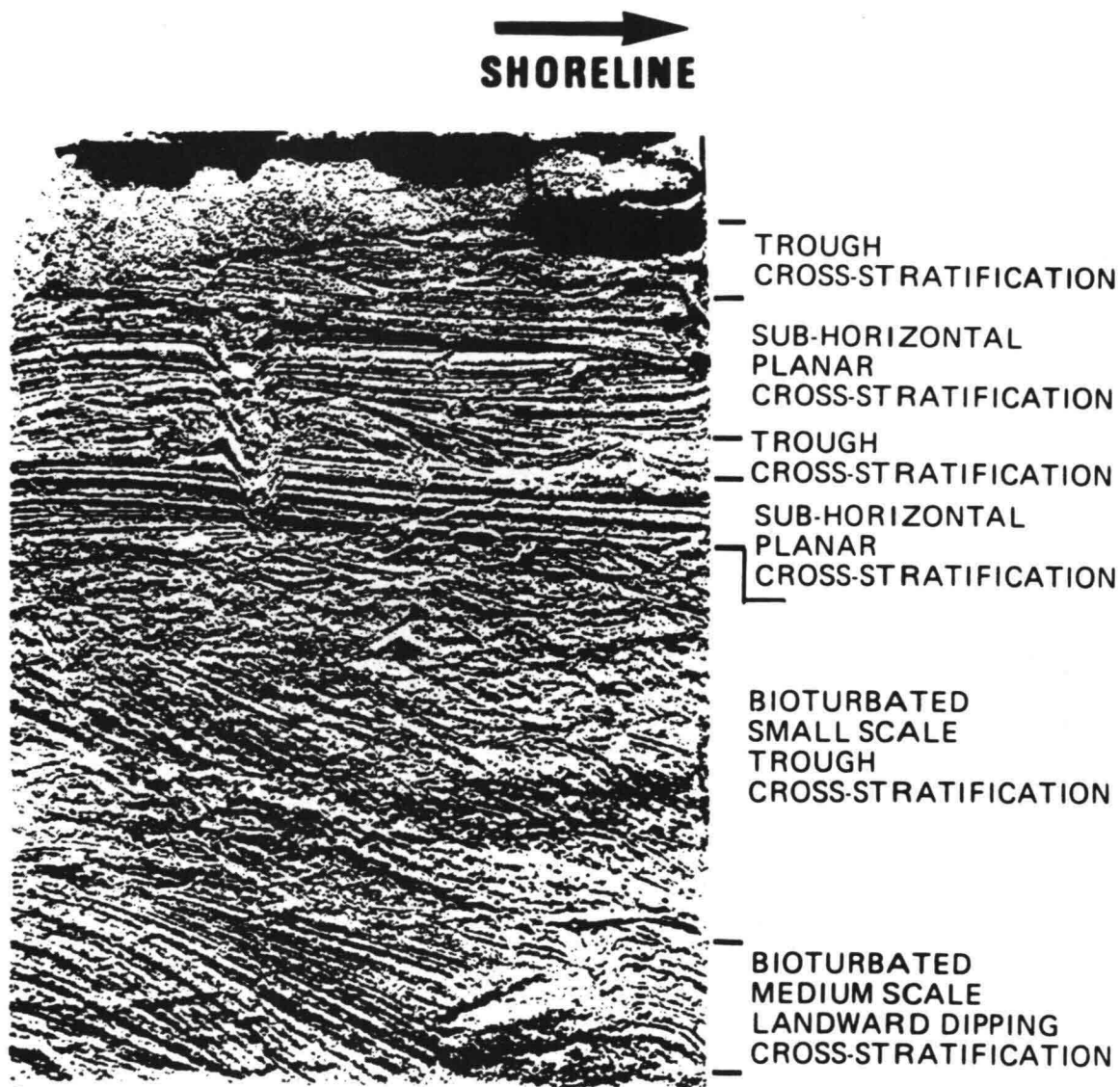
Figuur 2 Mediane korreldiameter in kustzone van Voorburg naar Scheveningen (uit van Straaten, 1965), aangevuld met recente boringen van de RWS bij Scheveningen



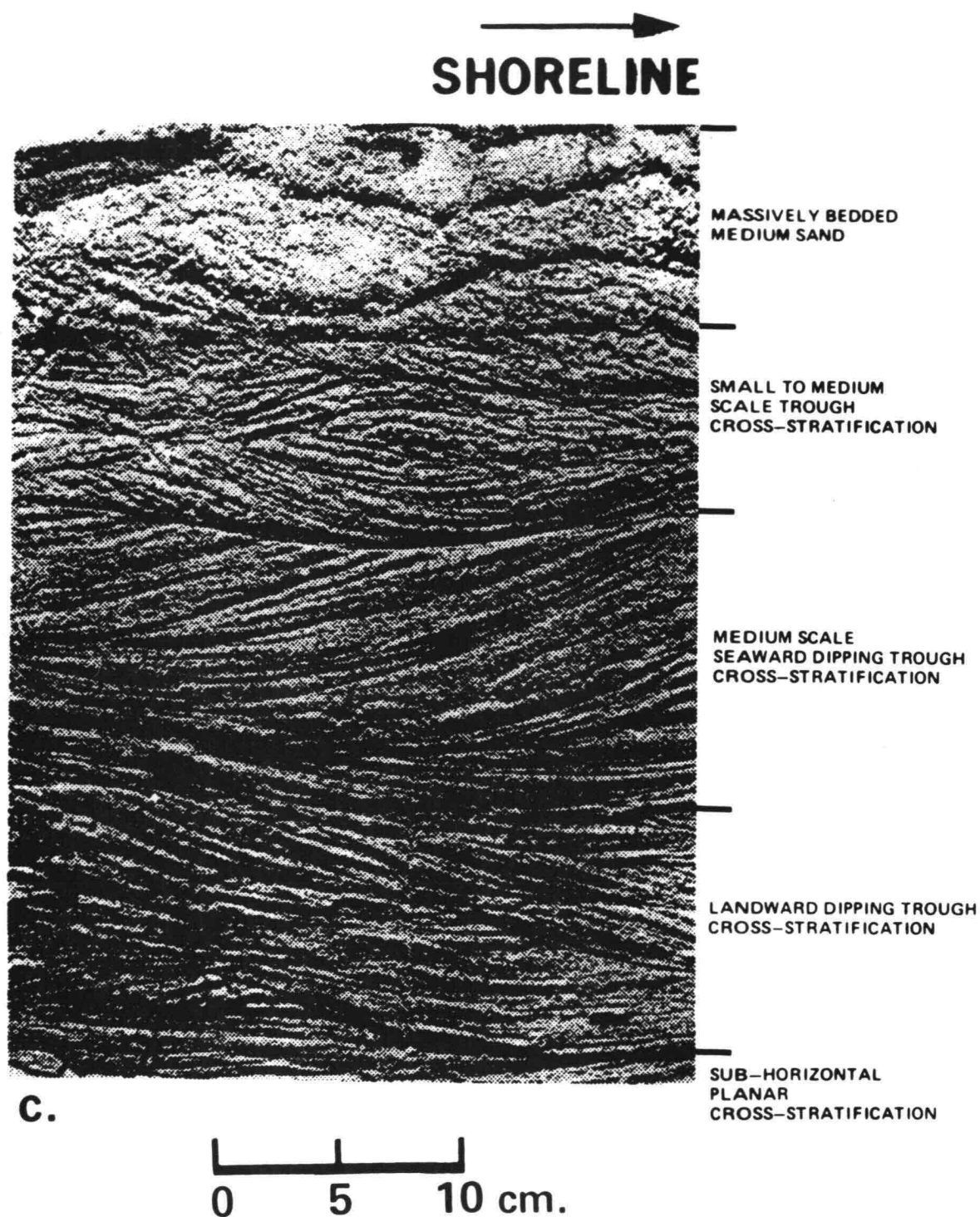
Figuur 3 Overgangen sedimenteigenschappen langs strand Noord- Zuid-Holland
(ontleend aan Eisma, 1968)



Figuur 4 Sedimentstructuren in de kustzone (uit Davidson, Arnett en Greenwood)



Figuur 5 Sedimentstructuren in de actieve wig



Figuur 6 Sedimentstructuren in de actieve wig

8. DE KUST ALS SYSTEEM

Dr. Ir. H.G. Wind

Waterloopkundig Laboratorium, Marknesse

1 Inleiding

De Nederlandse kust is, onder invloed van golven en stroom, aan een voortdurende verandering onderhevig. Over gebieden die eeuwen geleden nog bewoond werden, rollen nu de golven. In andere gebieden waar de zee lange tijd heer en meester was, is de zee nu verdreven.

Dit dynamische gedrag van de kust wordt door vele disciplines bestudeerd, die ieder één of meer elementen van de kustontwikkeling in beschouwing nemen. Bijvoorbeeld in de geologie worden de holocene kustlijnen gereconstrueerd. De historische geografie geeft inzicht in de meer recente ligging van de zeegaten en het opdringen van het zeewater. De hydrodynamische processen zoals golven en stroom worden onder gecontroleerde omstandigheden bestudeerd. Het sedimenttransport wordt zowel in beschrijvende, als in verklarende zin geanalyseerd. Al deze studies hebben tot een aanzienlijke vergroting van de kennis van de morfologische ontwikkeling van de Nederlandse kust geleid. Het is overigens ook duidelijk dat deze kennis nog lang niet compleet is. Een van de elementen die ontbreekt is de integratie van de kennis en de daaruit resulterende morfologische ontwikkeling van de Nederlandse kust. Op basis van een dergelijke integratie van kennis zou vervolgens ook een voorspelling van de kustontwikkeling in de toekomst kunnen worden gegeven. In dit hoofdstuk zal een methode worden aangegeven waarmee de integratie van kennis tot stand kan worden gebracht. De contouren van een dergelijk integrerend project is onder de naam Kustgenese beschreven door dr. H. Wiersma [2].

2 Keuze van de aanpak

De aanpak die zal worden gekozen zal moeten leiden tot een methode, waarmee ook voor de toekomstige kustontwikkelingen kunnen worden voorspeld. Deze

toekomstige kustontwikkeling zal moeten worden aangegeven voor diverse scenarios van zeespiegelrijzing, golfklimaten en menselijk ingrijpen. Een fenomenologische aanpak is hiervoor dan ook niet geschikt.

Een inductieve aanpak, waarbij vanuit de detail verschijnselen zoals golven, ribbels etc. de kustontwikkeling wordt beschreven, is nu ook nog niet mogelijk. Op dit gebied vinden wel snelle ontwikkelingen plaats, maar zowel het kennis niveau als de kosten vormen nu nog een te hoge barriere om directe toepassing voor Kustgenese mogelijk te maken.

In de systeemtheorie wordt enerzijds gebruik gemaakt van een procesbeschrijving, maar op een grotere tijd- en ruimteschaal, dan bij de deductieve methode het geval is. Anderzijds komt in de opzet van het systeemtheoretische model, het fenomenologische karakter van de morfologie weer sterk naar voren.

De systeemtheorie biedt dan ook een methode om tot integratie van fenomenologische en inductieve kennis te komen, die zeer geschikt lijkt voor Kustgenese. In een systeembeschrijving wordt de nadruk gelegd op de grote structuren van de morfologische ontwikkeling. De tijdsperiode van de reconstructie die overbrugt moet worden, vormt geen bezwaar. Verder volgt uit de werkwijze van de systeemtheorie dat lacunes in kennis, die een verdere verfijning in de weg staan, worden duidelijk gemaakt. Hierdoor ontstaat een mogelijkheid tot sturing van het onderzoek.

In de systeemtheorie wordt van een groot aantal technieken gebruik gemaakt. Een voorbeeld is de adaptieve techniek voor het bepalen van de systeemrelaties.

3.1 Fasen in de systeem theoretische aanpak

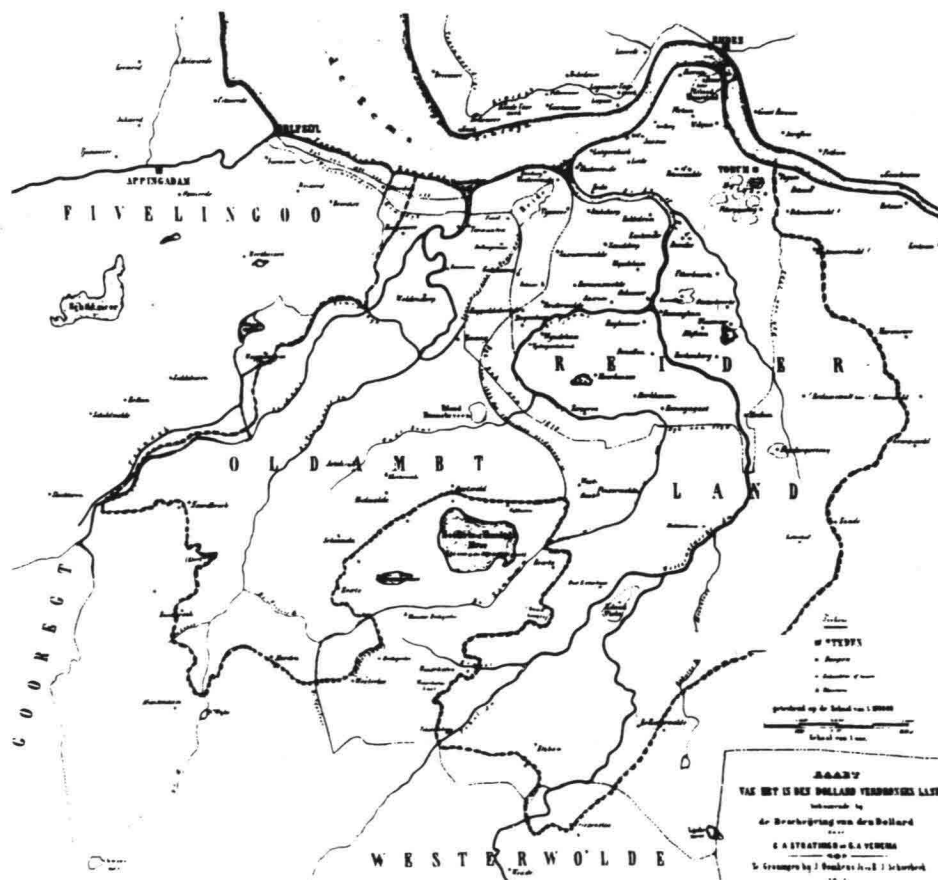
Bij de opzet van een systeem worden een aantal fasen doorlopen. Deze fasen zijn:

formuleren van de causale relaties
opzet van de modelstructuur
selectie gegevens materiaal
parameterisatie van de input-output relatie
validatie van het model.

In de volgende paragrafen zal op deze fasen worden ingegaan.

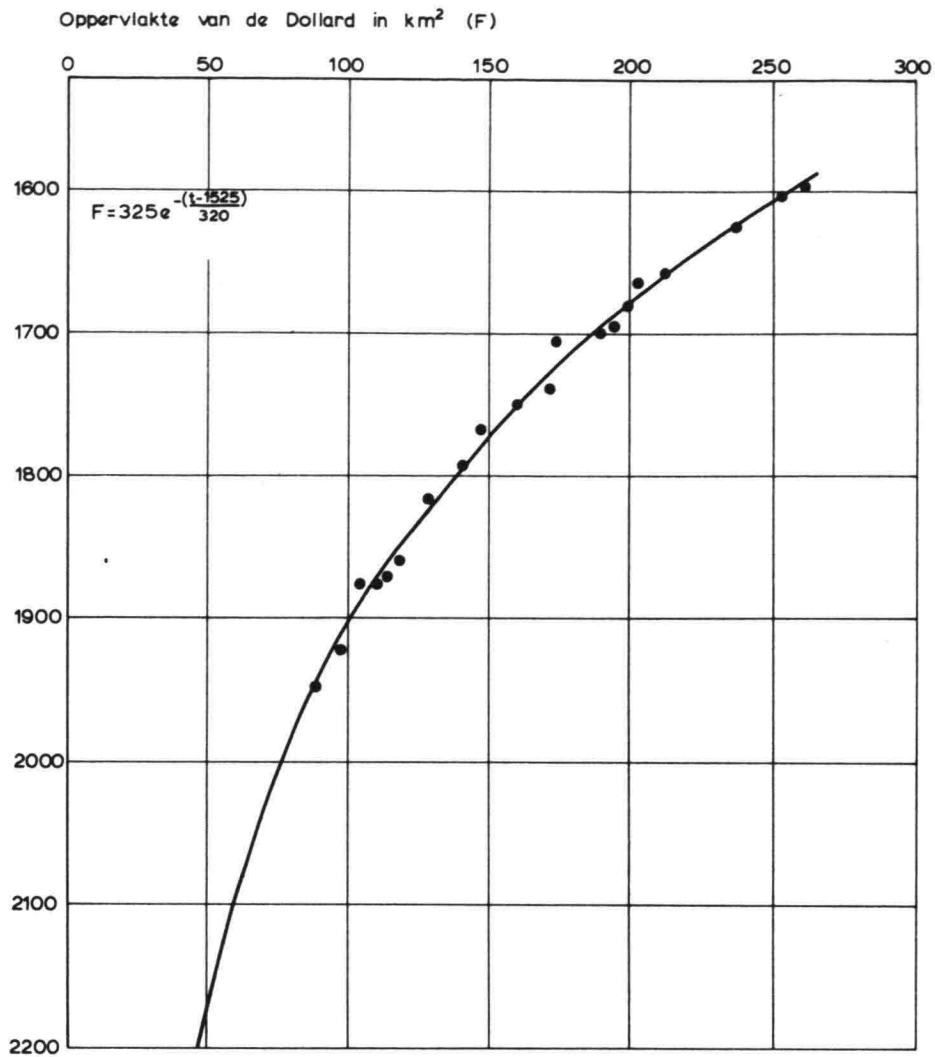
2.2 Formuleren van de causale relaties en opzet van de modelstructuur

In de beschrijving van de kust als systeem kan een input, een output en een systeembeschrijving worden onderscheiden. De systeembeschrijving vormt daarbij de relatie tussen input en output. Als input deel moet daarbij gedacht worden aan bijvoorbeeld waterstanden, stroomsnelheden, golven en menselijk ingrijpen. Het output deel wordt gevormd door de bodemverandering met de daarbij behorende ligging van de kustlijn. De systeembeschrijving zal voor Kustgenese ontwikkeld worden vanuit de sedimentbalans met daarin de sedimenttransport-relaties. Aan de hand van twee voorbeelden zal een eerste opzet van een modelstructuur worden geconstrueerd. Het eerste voorbeeld gaat over de Dollard en het tweede over de sedimentatie bij de havendammen van IJmuiden. Beide voorbeelden zijn globaal van opzet en niet in detail uitgewerkt.

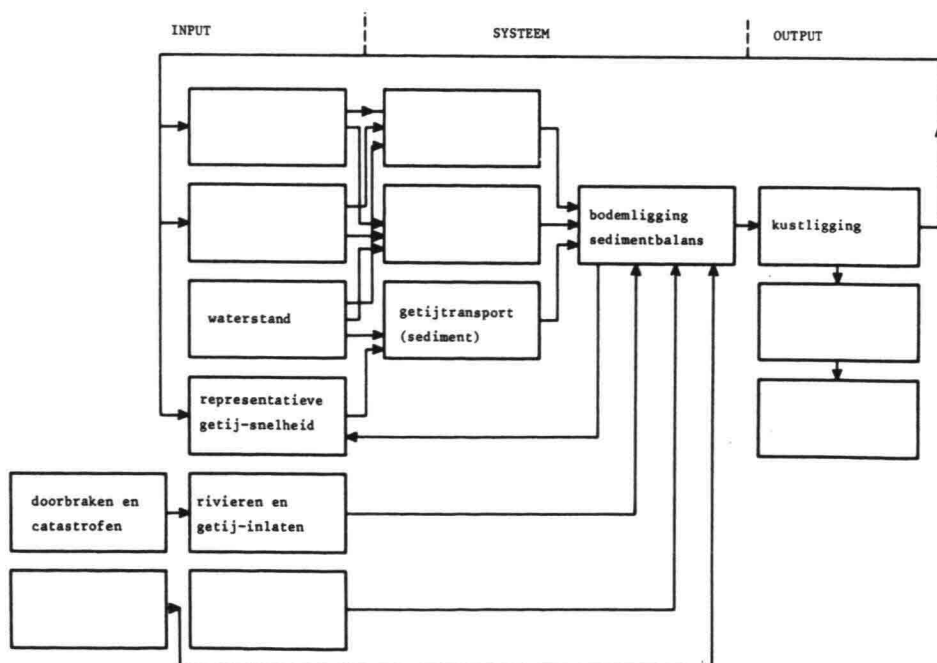


Figuur 1
De Dollard vóór de
doorbraak in 1475

In figuur 1 is de Eemsmonding aangegeven. Een stippellijn vormt de grenzen van de Dollard na de doorbraken rond 1500. Sinds die tijd heeft een voortdurende verlanding van de Dollard plaats gevonden (Figuur 2). Deze verlanding vormt een subsysteem van het totale Nederlandse kustsysteem. De hierboven geformuleerde causale relatie is in figuur 3 weergegeven.

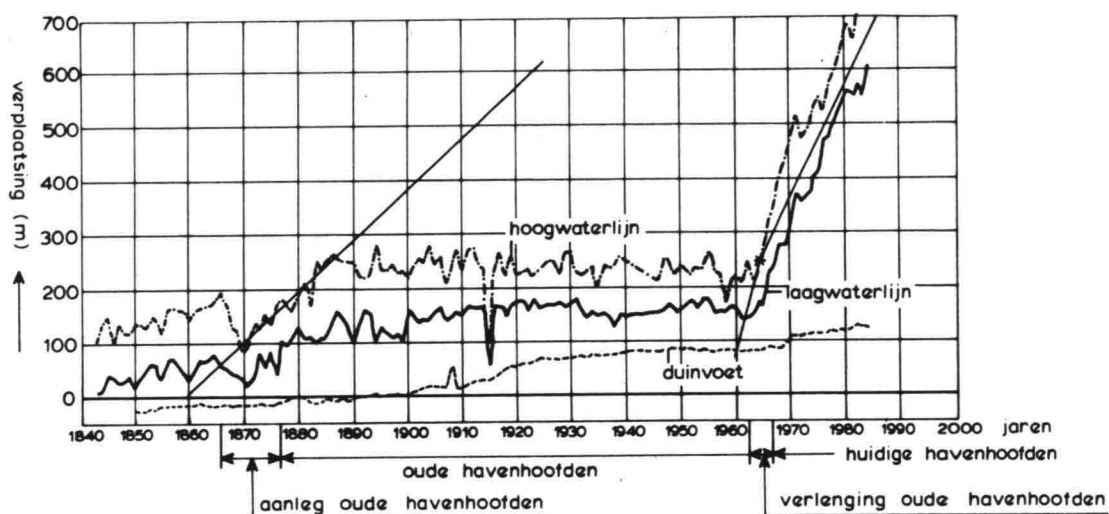


Figuur 2 De verlanding van de Dollard



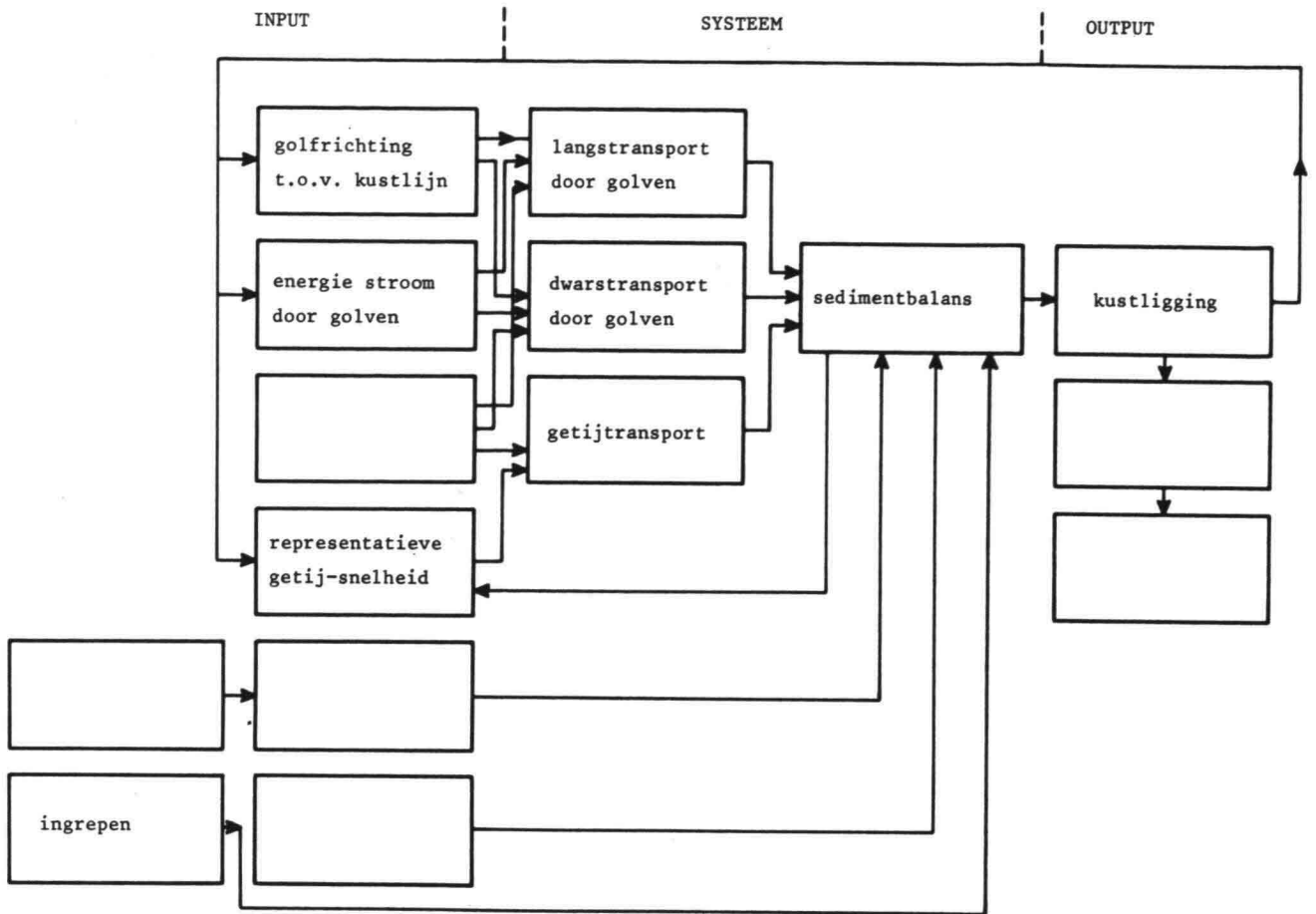
Figuur 3 Structuurschema van de verlanding van de Dollard

Als tweede voorbeeld is de kustaangroei ten zuiden van de haven van IJmuiden gekozen. De ontwikkeling van de hoogwaterlijn is in Figuur 4 weergegeven. Het sedimenttransport langs de kust vindt plaats onder invloed van golven en getij. Het is interessant om te zien dat de kustaangroei in de periode 1860-1870, na de eerste bouw van de havendammen minder snel ging, dan na de uitbouw van dammen van IJmuiden tussen 1960-1970. Dit punt is nog maar ten dele verklaard.

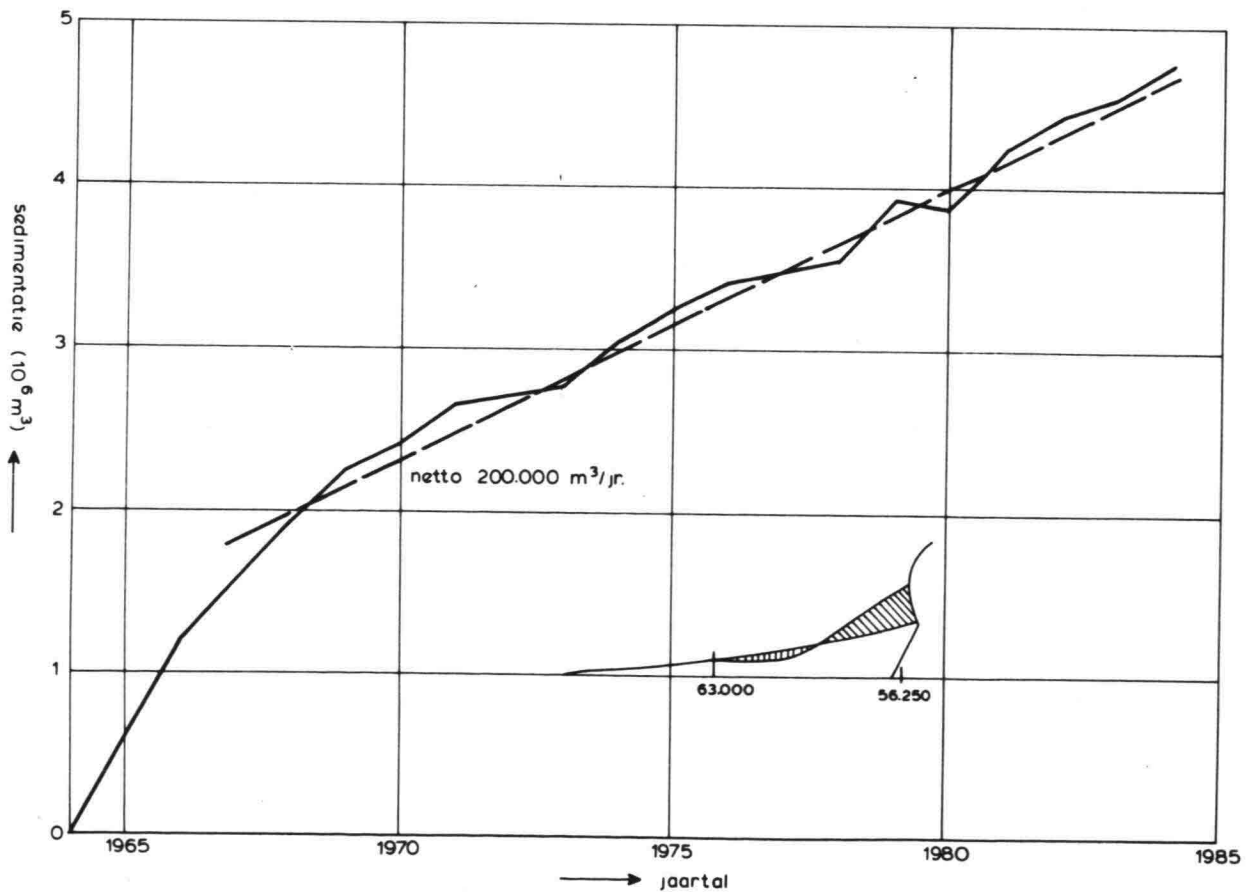


Figuur 4 Kustlijnverandering ten zuiden van IJmuiden

Het structuurschema voor de sedimentatie van de havendammen van IJmuiden is te vinden in Figuur 5. De totale jaarlijkse aanzanding is gegeven in figuur 6 en bedraagt $200.000 \text{ m}^3 / \text{jr}$. Het is te verwachten dat deze aanzanding nog tientallen jaren door zal gaan.

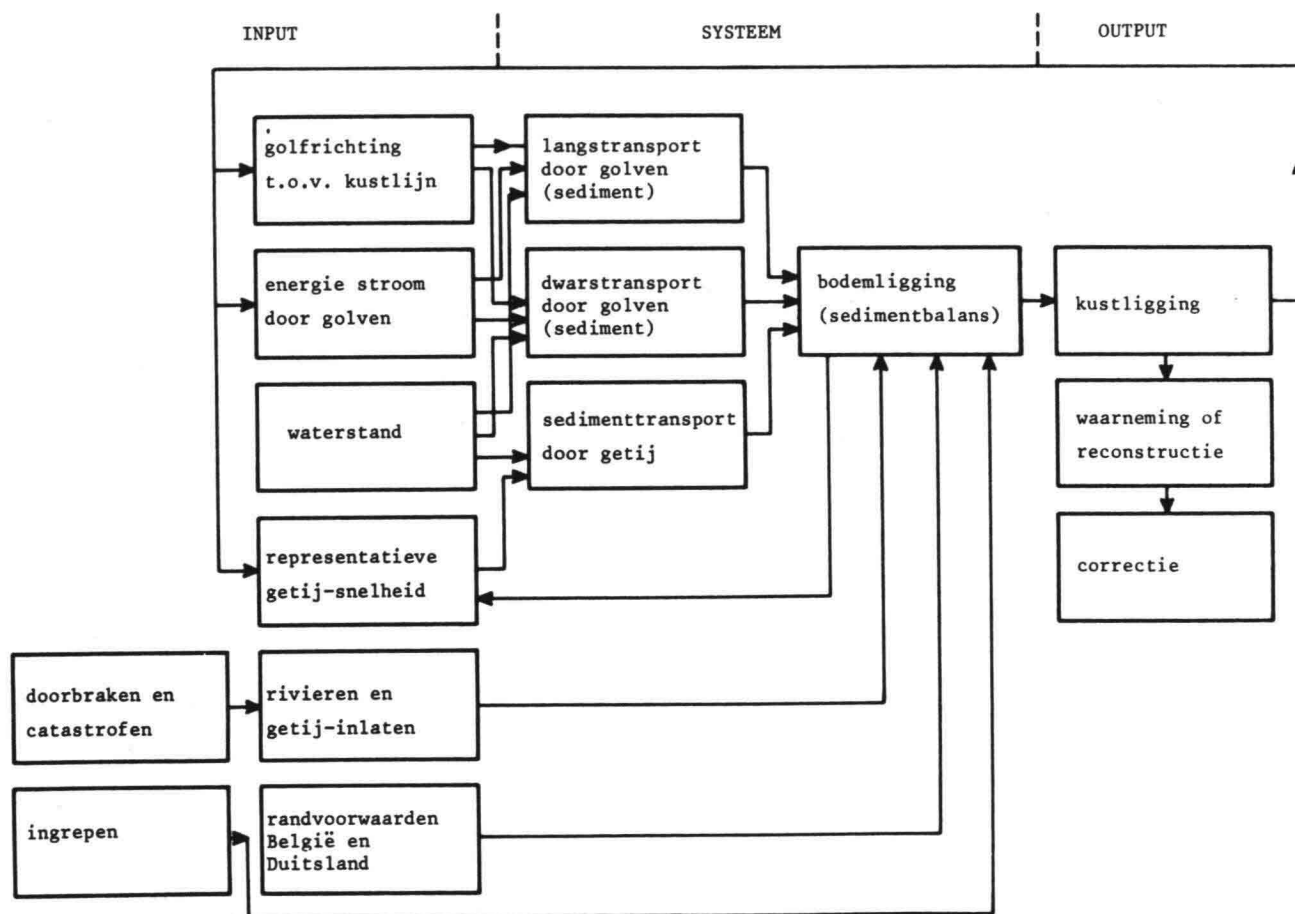


Figuur 5 Structuurschema van de aanzanding bij IJmuiden



Figuur 6 Aanzanding ten zuiden van IJmuiden (56.250 - 63.000)

In figuur 7 zijn de structuurschema's van de Dollard en IJmuiden samengevoegd. Dit totale structuurschema is een eerste opzet voor een structuurschema voor de Nederlandse kust. Overigens zal niet iedere deskundige exact hetzelfde structuurschema maken. Over de juistheid van een gekozen structuurschema kan worden besloten na vergelijking van de systeemresultaten met de waargenomen kustontwikkeling.

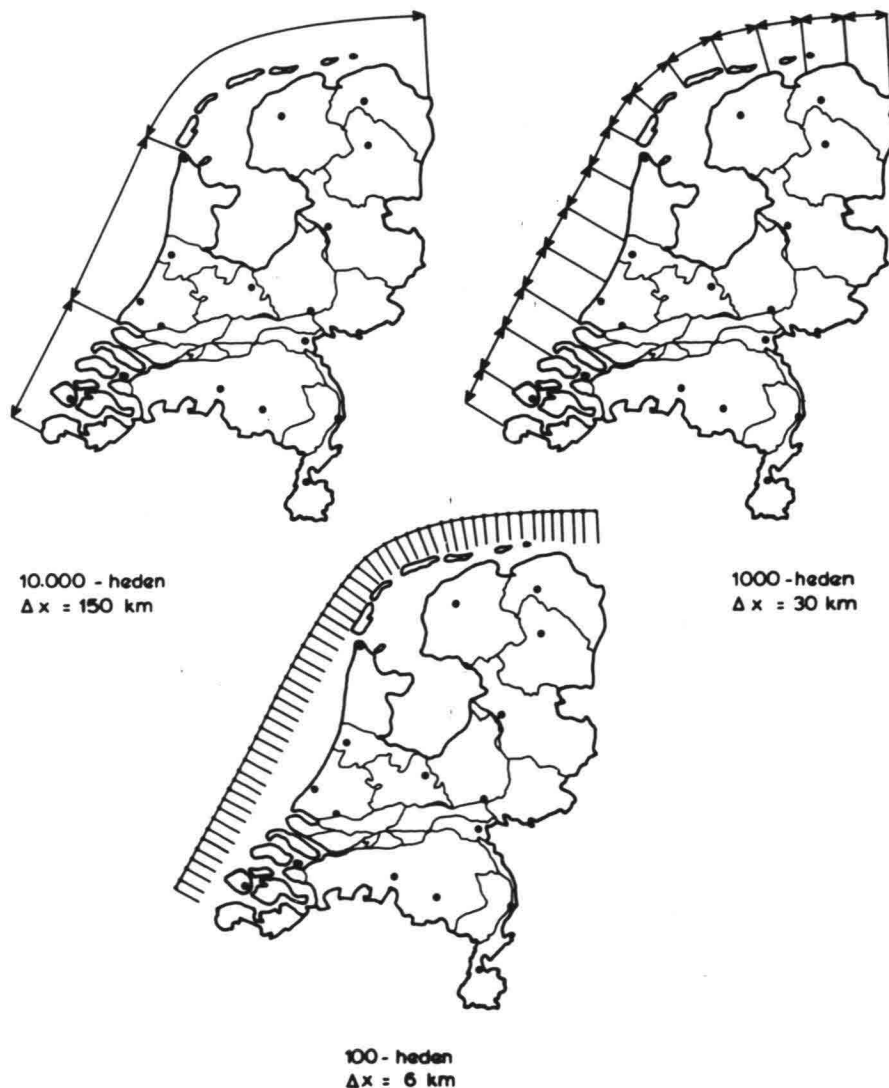


Figuur 7 Structuurschema van de grootschalige morfologische ontwikkeling

De opzet voor een meer compleet structuurschema voor de Nederlandse kust zal in samenwerking met de verschillende disciplines moeten gebeuren. Dit deel van het onderzoek kan binnen enkele maanden afgerond zijn en vormt als zodanig een belangrijke bijdrage in de structurering van Kustgenese.

3.3 Selectie gegevens materiaal

De systeemtheorie werkt van grof naar fijn. Voor reconstructie perioden waarin gegevens schaars en onnauwkeurig zijn, kan dit tot gevolg hebben dat de weergave van de kust in het systeem een sterk geschematiseerd karakter zal hebben. Voor de periode 10.000-heden is dit in figuur 8 aangegeven. Voor de huidige periode van 100-heden zijn er veel meer gegevens beschikbaar en is de nauwkeurigheid hoger. In dat geval is het ook zinvol om de schematisatie fijner te maken. In figuur 8 is een schematisatie van 6 km. aangegeven voor de actueelomorfologie. Veel fijner dan deze verdeling, lijkt in eerste instantie niet zo zinvol, omdat kustgenese zich richt op de grootschalige kustvormende processen. In de details zijn deze vanwege de optredende ruis, niet te onderkennen.



Figuur 8 Modelopzet en nauwkeurigheid van de gegevens (voorbeeld)

Bij de selectie van de gegevens zal aan de hand van het structuurschema worden nagegaan welke gegevens essentieel zijn. Op basis van een eerste schatting van de beschikbaarheid van de gegevens en de nauwkeurigheid van die gegevens zal nauwkeuriger kunnen worden aangegeven, welke gegevens voor de eerste modellering van het systeem zullen worden gebruikt. Met behulp van dit model kan dan een eerste reconstructie en zelfs een voorspelling van de ligging van de kustlijn en het bijbehorende sediment transport systeem worden gemaakt. Om tot een verbetering van de voorspelling van de kustligging te komen zullen aanvullende gegevens verzameld moeten worden. Bijvoorbeeld uit boringen, uit historisch geografische studies, uit golf- en stroomberekeningen, uit geologische analyses etc. Het onderzoeksprogramma voor deze aanvullende gegevens moet worden opgezet op basis van een gevoeligheidsonderzoek met behulp van het gebouwde model.

De eerste reconstructies van de kustligging kunnen ongeveer een jaar na het begin van de studie verwacht worden.

Bij het opstellen van het onderzoeksplan voor aanvullende gegevens moeten een paar kanttekeningen worden geplaatst. Ten eerste leveren lopende onderzoeksprogramma's ook toe aan Kustgenese. Het uitwerken van de relatie van deze programma's met Kustgenese kan pas gebeuren nadat het bovengenoemde onderzoek is afgerond.

Ten tweede kan uit de analyse van het parameterverloop worden nagegaan of er parameters vergeten zijn, dan wel of de procesbeschrijving onvoldoende is. Dit leidt tot het verder uitbouwen van het systeem.

Ten derde kan, bijvoorbeeld uit gaten in het structuurschema, het nu al duidelijk zijn dat voor sommige parameters aanvullende gegevens nodig zijn. Als op andere gronden dan kan worden aangegeven, welke parameters wanneer en waar moeten worden verzameld, dan kan de verzameling van die gegevens nu reeds vanuit Kustgenese geïnitieerd worden.

Het structuurschema tezamen met het onderzoeksplan vormen een overzichtelijk beeld van het uit te voeren onderzoek. Deze informatie is voor de sturing van het onderzoek van groot belang.

3.4 Parameterisatie van de input-output relatie

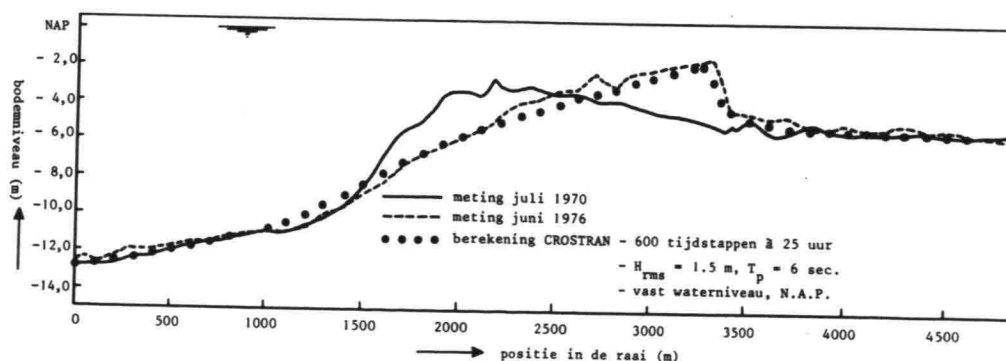
Om tot reconstructie en voorspelling van de Nederlandse kust te komen moet een relatie worden gelegd tussen input en output. In het verleden is dit in beschrijvende zin al wel gebeurt, maar in verklarende zin neemt Kustgenese hierin het voortouw.

Er zijn diverse methoden om de input-output relatie te schatten. Voorbeelden hiervan zijn:

- parameterisatie resultaten van het kustonderzoek van het Toegepast Onderzoek Waterstaat (T.O.W.)
- gebruik maken van bekende empirische relaties voor subsystemen
- methoden voor parameter schatting

Op deze methoden zal kort worden ingegaan.

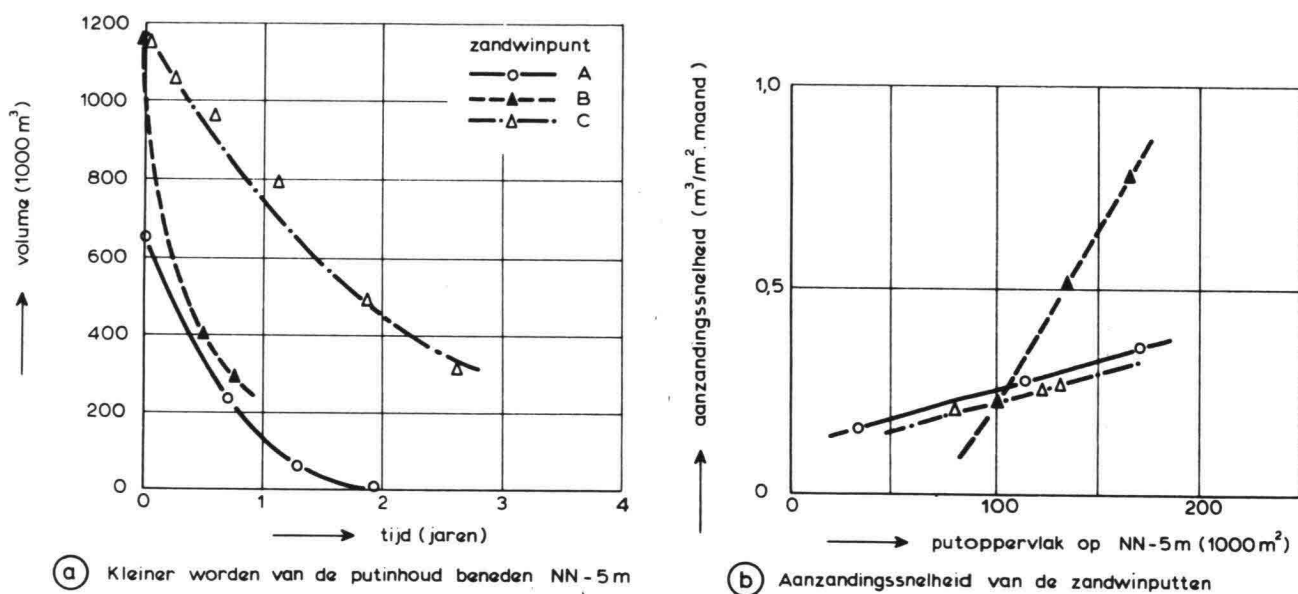
In figuur 9 is een vergelijking gemaakt tussen het berekende en waargenomen bankontwikkeling in de voordelta. Voor de berekeningen door ir. M.J.F. Stive is hierbij gebruik gemaakt van het model Unibest. De berekende resultaten in figuur 9 vormen een reconstructie en hebben dan ook nog niet een echt voorspellend karakter. Wel is duidelijk, dat de belangrijkste processen zijn gemodelleerd, maar dat hun onderlinge afhankelijkheid nog moet worden afgeregeld op natuurwaarnemingen. Het is mogelijk om dit resultaat van het T.O.W. onderzoek te parameteriseren en in het systeem in te bouwen.



Figuur 9 Bankontwikkeling in de voordelta

Empirische relaties zijn in het verleden afgeleid voor deelsystemen, omdat deze zich nogal onafhankelijk van het totale kust systeem leken te gedragen. Een voorbeeld van een dergelijke empirische relatie is voor de Dollard in figuur 2 aangegeven. In dat geval is aangenomen dat de verlanding rechtevenredig is met het getijdebiet. Vervolgens zijn twee meetpunten voldoende om de kromme te construeren.

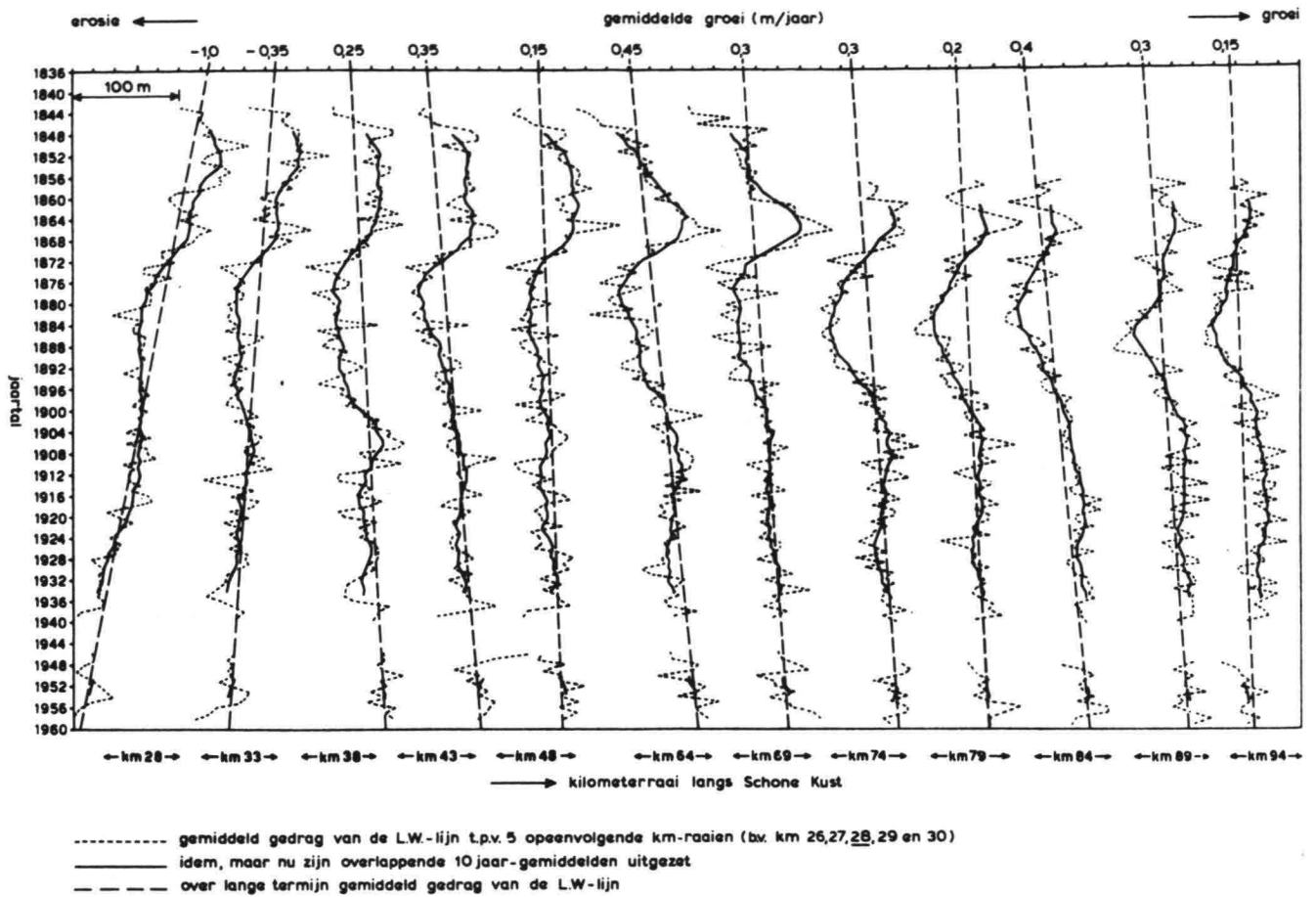
Een soortgelijk voorbeeld op zeer kleine schaal is de aanzanding van zandwinputten uit de Eider in figuur 10. Ook hier is het e-macht achtige karakter fraai zichtbaar.



Figuur 10 Aanzanding van zandwinputten in de Buiten Eider

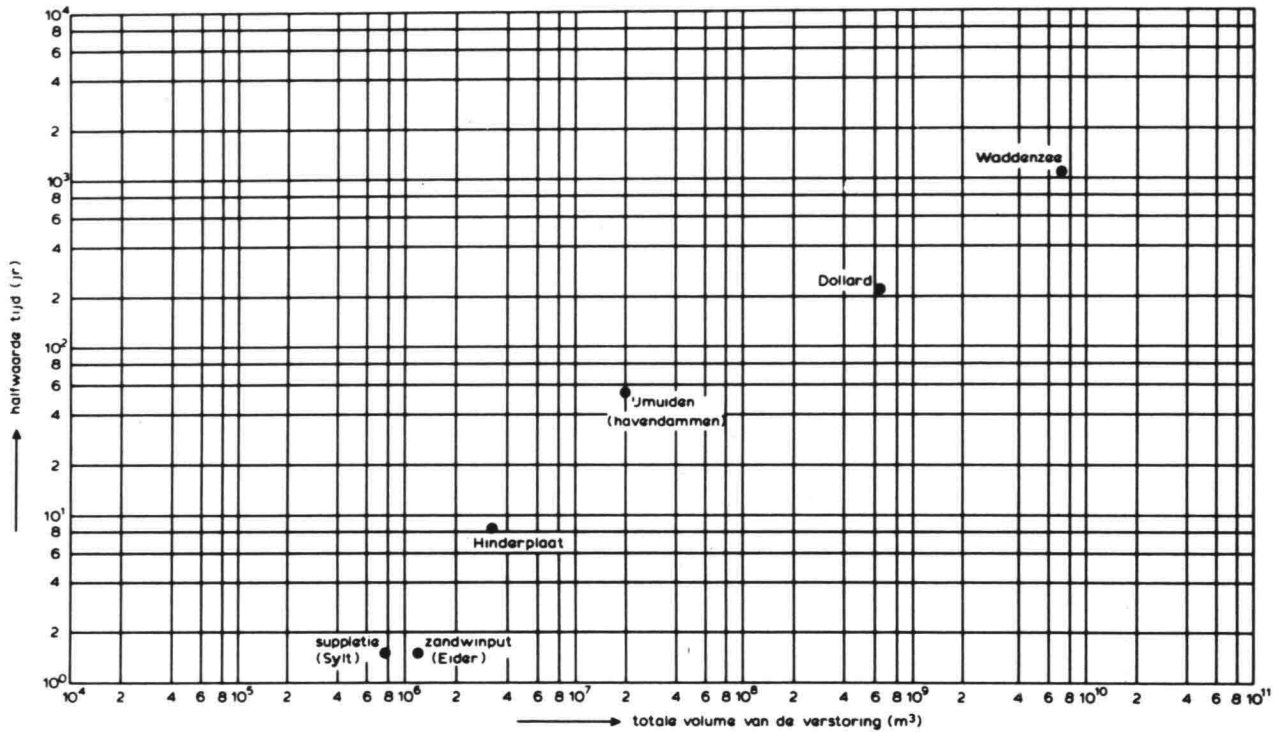
Een voorbeeld voor de invloed van de verandering van golfklimaat op de kustligging volgt uit het werk van Prof. van Straaten (Figuur 11). Daarin wordt een voorbeeld van een kust transgressie en regressie tussen 1850 en 1880 gegeven. In dit geval is nauwelijks meer sprake van een subsysteem, maar van de hele schone kust.

Een nog grotere tijdschaal volgt uit de zeespiegelrijzing. Uit het werk van Jelgersma kan een halfwaarde tijd van 1200 jaar voor deze zeespiegelrijzing worden afgeleid. Deze zeespiegelrijzing en de verlanding van de Waddenzee worden in [1] met elkaar in verband gebracht.



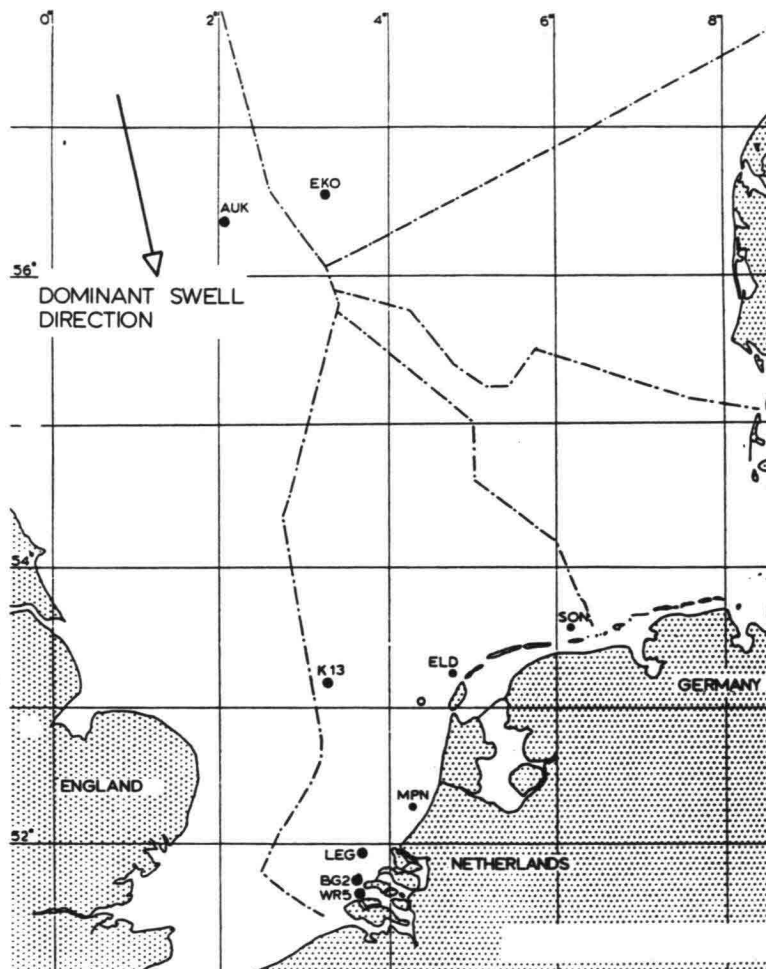
Figuur 11 Gedrag L.W.-lijn tussen Kamperduin en Scheveningen van 1843 tot 1958

In de voorbeelden van de zandwinputten, de havendammen van IJmuiden, de Dollard, de schone kust en de Waddenzee is er schijnbaar sprake van simpele kustsystemen. In feite lopen de processen in toenemende tijd en lengteschalen door elkaar heen en beïnvloeden elkaar (figuur 12).



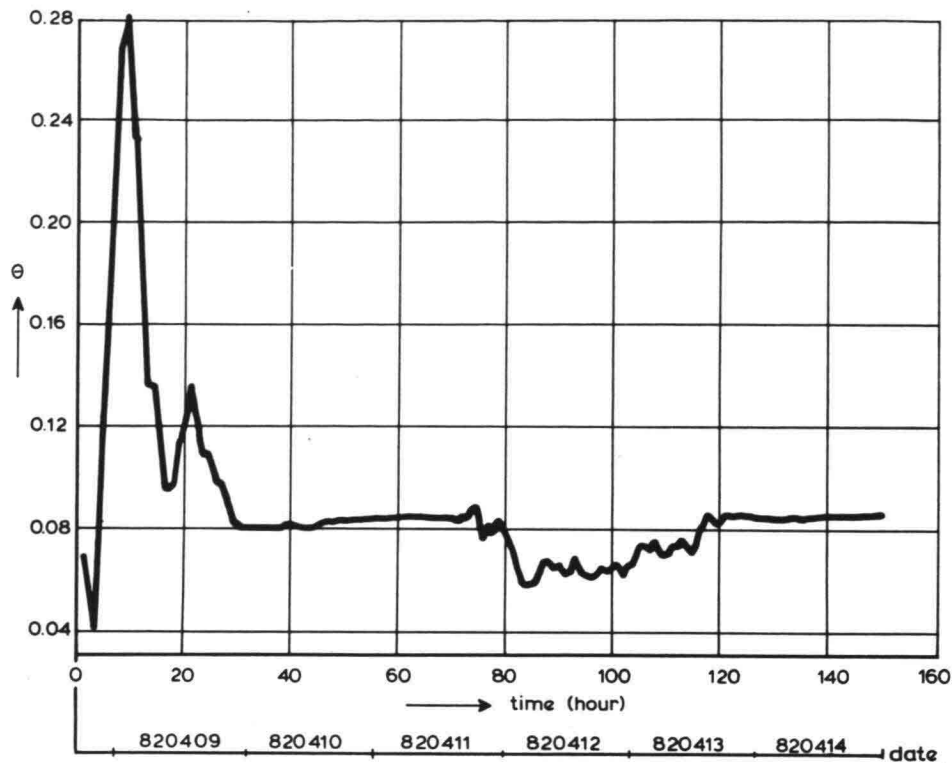
Figuur 12 Tijd- en lengteschalen

Een eenvoudige analyse met behulp van subsystemen is dan niet meer mogelijk en moet de systeemtheorie te hulp worden geroepen om de systeem parameters te schatten. Voor de kustontwikkeling bestaan van de toepassing van deze methode nog geen voorbeelden, vandaar dat een voorbeeld uit de golfvoorspelling is gekozen. Dit betreft een adaptief model voor de lange golfvoorspelling in de Eurogeul (figuur 13).



Figuur 13 Overzichtskaart

De vraag, in dat geval, was hoe groot een parameter θ_4 in het systeem moest zijn om een goede voorspelling van de lange golven in de Eurogeul te krijgen op basis van de windmetingen in K 13 en de golfmetingen in EKO. Het verloop θ_4 is gegeven in figuur 14. Na een inschakel verschijnsel wordt θ_4 vrijwel constant op een waarde 0.08. De ruis wijst op een nog niet helemaal perfect zijn van de voorgestelde input-output relatie.



Figuur 14 Parameterverloop

4.4 Samenvatting

Alhoewel de kustontwikkeling van Nederland zeer complex is, is in de afgelopen decennia veel kennis verzameld door de diverse disciplines. Voorgesteld is om deze kennis te bundelen om daarmee een verbeterde reconstructie en zelfs een voorspelling van de Nederlandse kustontwikkeling te geven. De systeemtheorie is daarvoor als methode aangereikt. Er is aangegeven dat deze methode in de diverse fasen van Kustgenese van groot belang kan zijn. In de beginfase om daar mee een samenbindend en richtinggevend element in Kustgenese te krijgen. Vervolgens speelt de systeemtheorie een belangrijke rol in de selectie van de gegevens. De input-output relatie kan geformuleerd worden met behulp van resultaten van het T.O.W.-D, empirische informatie of met behulp van systeemtheorie. Het resultaat van deze studie zal tweeledig zijn. Ten eerste zal een reconstructie van de ontwikkeling van de Nederlandse kust worden gegeven. Ten tweede zal worden aangegeven waar de zwakke punten in de kennisontwikkeling van het grootschalige kustmorfologische systeem liggen.

LITERATUUR

1. Eysink, W.
Morfologie van de Waddenzee
Waterloopkundig Laboratorium, rapport R 1336, 1979
2. Wiersma, H.
Kustgenese
Rijkswaterstaat, District Kust en Zee, 1985
3. Nota WWKZ-85.H003
Kustontwikkeling Noord-Holland bezuiden IJmuiden (concept)
Rijkswaterstaat, adviesdienst Hoorn, 1985
4. Kniess, H.G.
Eiderdam, Wiederauffüllung von Baggerlöchern im Watt
Mitt. d. B.A.W., Nr. 40, 1976
5. Van Straaten, L.M.J.U.
Rhythmic patterns on Dutch North Sea beaches
Geologie en Mijnbouw, 2-15, pp.31-43, 1953.

9. DYNAMISCH KUSTBEHEER, DE UITDAGING OM VERSTANDIG OM TE GAAN MET HET
FUNDAMENT VAN NEDERLAND.

Ir. J. van Dixhoorn

Rijkwaterstaat, Den Haag.

In één van de voorbereidende stukken voor dit colloquium ik vond het begrip "fundament" van Nederland. Inderdaad, dat is de kust.

Want, eerst ontstond de strandwal waaruit onze kustlijn voort kwam. Daarachter vormde zich een moeras. En toen gingen onze voorouders daar wonen. Waarom? Waarschijnlijk waren de jacht en de visvangst er goed en waarschijnlijk was het er vruchtbaar. Ze kwamen er tenslotte ook steeds weer terug als de zee ze uit dat land had gejaagd. Later kwamen daar via de bodemvruchtbaarheid een hoogwaardigde landbouw en via de centrale ligging van ons land de handel en het transport bij. Al met al heeft ons dat geen windeieren gelegd. De kust is dus niet alleen het fundament van ons grondgebied, maar ook van onze welvaart. Net als de welvaart is ook het fundament flexibel. Een actueel voorbeeld: deze week een oeverval bij Schelphoek op Schouwen. Om met prof. Borger te spreken: de zee komt terug.

De laatste 1000 jaar hebben we onze samenleving kwetsbaarder gemaakt voor het water. We zijn het moeras gaan bedijken en vervolgens ontwateren. En nu ligt ongeveer de helft onder de zeespiegel, soms ettelijke meters. Ik verwijs wat dat betreft naar het artikel "Zakkend Nederland" dat Wesdorp in I² van januari schreef. Het zakken gaat door en de zee wordt steeds hoger. Zonder ingrepen kan dat op den duur niet goed gaan. We hebben de opdracht dit land in stand te houden, dus ingrepen zijn onontkoombaar.

En dat is niet alleen een emotionele stelling. Want laten we maar even een gedachten experiment uitvoeren. Stel dat we in '53 uit de ramp hadden geconcludeerd: het wordt hier te gevaarlijk, we gaan verhuizen. Dat had ons aan Delta-plan en rivierdijkversterkingen zo'n F 12 à F 15 miljard bespaard in de jaren '56-'90. Wetend dat er van de 14 miljoen Nederlanders zo'n 8 miljoen in over-

stromingsgevoelig gebied wonen, dan zijn die miljarden voor hen F 1700 per hoofd of zo'n F 4200 per gezin. Daar kunnen we ze al niet voor verhuizen, laat staan de woningen, de bedrijven en de infrastructuur meegeven. Het is dus ruimschoots lonend dit land in stand te houden.

Onder in stand houden versta ik in dit verband:

1^e Droog houden.

2^e In vorm houden.

1^e Droog houden, de kans klein genoeg maken dat delen van ons land onderlopen.

We zijn daar tussen '56 en '90 met het Deltaplan druk mee doende. Dat kan omdat de ramp van '53 een harde les was, die een draagvlak bij ons volk achterliet om fors in veiligheid te investeren. Soms lijkt het draagvlak wel eens wat versleten. De ramp lijkt dan wat vergeten.

2^e In vorm houden. Dan bedoel ik het globaal op z'n plaats houden van de zandige kust. Dat is een flexibel spel van hier eens geven en daar eens nemen. Afwisselend defensie (strategische terugtocht zou je kunnen zeggen) en expansie dus. Wat opvalt is dat vooral de terugtocht aandacht trekt bij het publiek en dat is ook niet zo'n wonder. Ik herinner u aan enkele punten:

- Op een aantal plaatsen is de veiligheid te gering. Sprekend is wat dat betreft bijv. Callantsoog.
- Vaak liggen er belangen in de duinen die bij kust achteruitgang in gevaar komen.
 - Een heel rijtje dorpen ligt gedeeltelijk in het afslagprofiel: Bergen, Egmond, Noordwijk, Katwijk, Scheveningen, Ter Heijden.
 - Drinkwater- en recreatiebelangen die op diverse plaatsen in de duinen aanwezig zijn.
 - Vrijwel alle duingebied is als natuurgebied van belang.

In het expansieve vlak komen er nog wel eens ideeën om wat aan de kust te ondernemen. Ik noem een Slufterplan, plan Waterman en een recent idee om op de Razende Bol een energiespaarbekken neer te leggen.

Buiten de gesloten kust zijn er dan nog vragen als:

- Ontstaat er nou echt een soort Waddenzee in de Voordelta die de eilanden in het Zuid-Westen op den duur een beschutte ligging geeft.
- Waar komen onze Waddeneilanden op den duur terecht.

Al die zaken bekijken we in Nederland veelal op zichzelf en soms is dat al moeilijk genoeg.

Toch moeten al die kleine vraagstukken passen in de algehele ontwikkeling van onze hele kust die op zich weer een deel is van de hele kustboog tussen Calais en Helgoland. Als we ze daar eens wat meer in zouden plaatsen dan we, met uitzondering van Coastal Engineers als Van Veen en Edelman, tot nu toe deden, zou het geven én nemen ook meer uit de verf komen tegenover het publiek. Overigens is de hoofdlijn van die ontwikkeling dat de kustlijn langzaam maar zeker oostwaarts schuift.

En als ik de deskundigen vraag hoe die ontwikkeling verloopt en wat te doen dan krijg ik verschillende antwoorden. Dat is ook vandaag wel weer gebleken.

Dan tekenen zich twee problemen af:

- 1^e Er kan geen éénduidig verhaal op tafel worden gelegd waaruit blijkt dat in vorm houden van ons land een grootschalig probleem is en geen verzameling ad-hoc beslissingen, dat daar de punten zus tot en met zo bij spelen en dat we er dit of dat aan zouden doen.
- 2^e De ontwikkeling gaat langzaam. We moeten denken in generaties. Wie doet dat, behalve mevrouw Jelgersma, nog vandaag de dag, vandaag telt succes op korte termijn. Het besef dat kustbeheer tegen de achtergrond van die grootschalige langlopende ontwikkeling, werken voor generaties na ons is, maar tevens onontkoombaar is, dat besef ontbreekt.

Naast de problematiek in eigen land tekent zich nog een probleem af: we hebben in het buitenland altijd bewondering afgedwongen door de manier waarop we met de zee omgingen. Daar hebben we zelfs de waterbouw als exportbranche aan overgehouden. Als we de kust problematiek op den duur niet echt onder de knie zouden krijgen, dat zou niet verkoopbaar zijn en uiteindelijk afbreuk doen aan de naam die Nederland heeft op waterbouwkundig gebied.

Het zal u duidelijk zijn dat ik een dag als vandaag als zeer positief ervaar. Civieltechnicus, morfoloog, hydraulicus, fysisch geograaf, historisch geograaf, geoloog gezamenlijk bezig met de grootschalige ontwikkeling van onze kust. Waar waren overigens de klimatologen?

Ik denk dat dat multidisciplinair bezig zijn, elkaar kritisch aan de tand voelend en vooruit helpend, dat dat voorwaarde is om meer greep te krijgen op de grootschalige ontwikkeling van de kust. Ik denk dat inzetten van moderne werkwijzen zoals systeembenadering en probabilistisch denken waarvan Wind ons wat liet zien, dat dat denken van groot belang is. Ik denk dat een gezamenlijke aanpak van kustgenese een must is. We zullen daar als Rijkswaterstaat aan meedoen: we steken er studiec capaciteit in, onze meetgegevens staan ter beschikking en zonodig meten we nog meer. We zullen er het voortouw bij nemen.

We zullen aan dit onderzoek prioriteit aan geven, ook in de praktijk zoals bijvoorbeeld de suppletie op Texel. Wellicht moeten we ook omzien naar andere sponsors. Wetenschapsbeleid, Economische Zaken?

Ik denk overigens niet dat geld het belangrijkste is. Het belangrijkste is samen multidisciplinair aanpakken, eerst maar eens van wat ieder voor zich inmiddels al weet, zodat dat gezamenlijk weten wordt, dat we nu nog ontberen. Een bundeling van krachten waarbij ik ook denk aan het bedrijfsleven, is een voorwaarde voor welslagen van dit onderzoek.

Ik wil afsluiten door er op te wijzen dat we met z'n alleen voor een drieledige uitdaging staan:

- 1^e We moeten het probleem van de zachte kust hard maken, er greep op krijgen. Er moet een duidelijk verhaal komen niet alleen kwalitatief, maar ook kwantitatief. De constatering dat de kust lek is daar hebben we bij beleidsvorming niet zoveel aan als er geen kwantitatieve onderbouwing bij is.
- 2^e We moeten het besef uitdragen dat we er niet onderuit kunnen verstandig met die bewegende kust om te gaan en dat dat ook een plicht is tegenover de generaties na ons. Daar moeten wij vanuit ons ministerie mee bezig zijn maar ik denk ook aan diegenen onder u die bij het onderwijs op de Universiteiten betrokken zijn.

3^e We moeten onze reputatie als zijnde in dialoog met de zee ook aan de zachte kust waarmaken.

Het onderzoeken naar de kustdefensie zal offensief moeten worden aangepakt. Immers geen betere defensie dan het offensief. Dynamisch kustbeleid een uitdaging, integraal en multifunctioneel, een opdracht.



aan de deelnemers volgens de adreslijst
exclusief de auteurs

afdeling: Havens, Kusten en Offshore

onderwerp: bundel bijdragen "Kustontwikkeling"

in behandeling bij: dr. ir. H.G. Wind

uw brief:

ons kenmerk:

datum:

H3449/LV2031/HW/IM

20 juni 1985

L.S.,

Hierbij ontvangt u de samenvatting van de bijdragen aan het colloquium "Kustontwikkeling, verleden, heden, toekomst" dat op 9 mei 1985 gehouden is.

Tijdens het eerste deel van het colloquium zijn de morfologische ontwikkelingen rond Texel, de voordelta en het slufsterplan aan de orde geweest. Het tweede deel van het colloquium is gericht geweest op de morfologische ontwikkeling van de Nederlandse kust op geologische, historisch geografische en actuo morfologische schaal. Een uitbreiding van dit onderwerp naar het Noordzeebekken en daarmee naar onze buurlanden, lijkt zeer reëel.

Het is de verwachting, dat door integratie en uitbouw van deze kennis voorspelling van natuurlijke morfologische kustontwikkelingen mogelijk wordt.

Deze bundel vormt een overzicht van de vorderingen die in het kustonderzoek in diverse disciplines zijn gemaakt. Verder kan deze bundel als inspiratiebron voor verder kustonderzoek dienen.

De organisatoren,

Dr. ir. H.G. Wind

Dr. J. Wiersma

bijlagen: 1

Adres
Voorsterweg 28
8316 PT Marknesse
Noordoostpolder

Postadres
Postbus 152
8300 AD
Emmeloord

Telefoon
Vollenhove
(05274)
2922

Telegrammen
Hydrovoorst
Emmeloord

Bank
Amro Bank
Delft

Telex
42290
Hylv -nl

