

**Buitendelta's: samenvatting  
bestaande kennis en opties  
voor zandsuppletie-pilots**





**Buitendelta's: samenvatting  
bestaande kennis en opties voor  
zandsuppletie-pilots**

Edwin Elias  
Albert Oost  
Ankie Bruens  
Jan Mulder  
Ad van der Spek  
John de Ronde  
Zheng Wang  
Joost Stronkhorst

1206188-000



**Titel**

Buitendelta's: samenvatting bestaande kennis en opties voor zandsuppletie-pilots

<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
1206188-000	1206188-000-VEB-0007	11

**Trefwoorden**

buitendelta, morfologie, zandsuppletie

**Samenvatting**

Deze notitie geeft een beknopte samenvatting over buitendelta's: wat weten we, wat weten we nog niet? En wat zijn de opties om buitendelta's te beïnvloeden met zandsuppleties?

<b>Versie</b>	<b>Datum</b>	<b>Auteur</b>	<b>Paraaf</b>	<b>Review</b>	<b>Paraaf</b>	<b>Goedkeuring</b>	<b>Paraaf</b>
	jun. 2012	E. Elias e.a.		R. Vis		H. Vissers	

**Status**

definitief



## Voorwoord

Buitendelta's: tot voor kort vooral vakjargon van kustmorfologen. Maar thans een begrip dat voortdurend opduikt in discussies en publicaties over de kust. De aanleiding voor deze aandacht is dat de buitendelta's van de Nederlandse Waddenzee aan het krimpen zijn. Deze ontwikkeling is onderdeel van veranderingen in de sedimenthuishouding van het kuststelsel en kan gevolgen hebben voor de veiligheid van de eilandkusten en de Kop van Noord-Holland. Het kan bovendien van invloed zijn op de vraag of de Waddenzee bij een toenemende zeespiegelstijging verdrinkt of niet. Daarom is de vraag actueel hoe buitendelta's zich ontwikkelen, wat de gevolgen hiervan precies zijn en welke invloed eventuele suppleties kunnen hebben.

Om deze vraag te beantwoorden, kunnen we voortbouwen op een schat aan kennis die in de loop der jaren is ontwikkeld. Er is veel onderzoek gedaan naar de werking van het kuststelsel. Maar hoewel we al veel weten, weten we nog lang niet alles en is de kennis gefragmenteerd. Het is de uitdaging om nieuw onderzoek of een pilot zo in te richten, dat het een stukje kennis bijdraagt aan de puzzel van het complete kuststelsel.





## Inhoud

<b>1 Samenvatting van bestaande kennis</b>	<b>1</b>
1.1 Wat zijn buitendelta's	1
1.2 Wisselwerking met andere elementen	1
1.3 Functies van buitendelta's	3
1.4 Veranderingen in de buitendelta's	3
1.5 Betekenis van de veranderingen in buitendelta's	4
1.6 Zandvoorraad in het systeem op peil houden	5
1.6.1 Doelstellingen	5
1.6.2 Suppletie opties in het zeegatsysteem	5
<b>2 Kennisopbouw</b>	<b>9</b>
2.1 Leemtes	9
2.2 Lopende onderzoeksprogramma's	9
2.3 Pilots zandsuppleties buitendelta's	9
2.3.1 Learning by doing	9
2.3.2 Voorstel	10
<b>3 Bronnen</b>	<b>11</b>



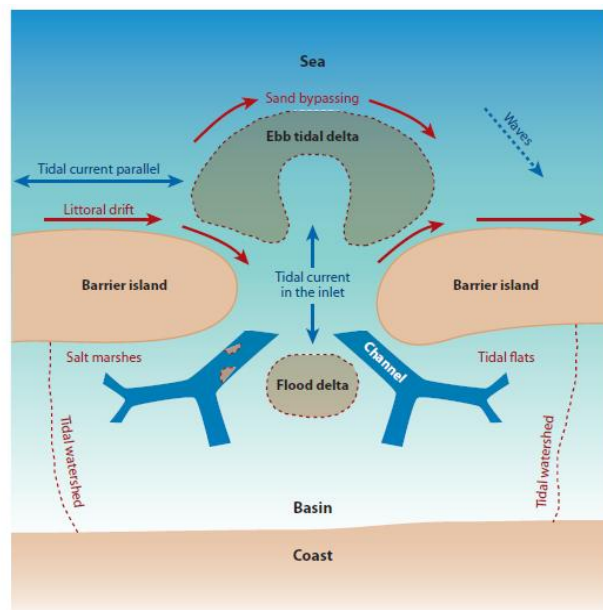
# 1 Samenvatting van bestaande kennis

## 1.1 Wat zijn buitendelta's

Buitendelta's (of ebdelta's) zijn zandlobben die aan de Noordzezijde van de zeegaten liggen. Het zijn dynamische gebieden met krullende en migrerende getijdegeulen en verschuivende zandbanken. Soms liggen er droogvallende zandplaten, zoals de Razende Bol.

De buitendelta's worden vooral gevormd door de ebstroming. Om die reden worden ze ook wel ebdelta's genoemd. Gedurende eb stroomt het water vanuit de Waddenzee naar de Noordzee en neemt zand met zich mee. Als de ebstroom de wijde Noordzee instroomt, verliest zij haar snelheid en het meegevoerde zand bezinkt. Golven die vanuit de Noordzee komen proberen het zand weer richting de kust en Waddenzee te verplaatsen. Op deze manier ontstaat een zandlob zeewaarts van het zeegat.

Niet alle zeegaten hebben een buitendelta. Zo ontbreken zij langs de Amerikaanse kust en langs de Nederlandse kust zijn er aanwijzingen dat het Eijerlandse gat in de 17e eeuw geen buitendelta had.



*Het zanddelende systeem van het kustfundament en de Waddenzee. Binnen het kustfundament onderscheiden we eilandkusten bestaande uit duin, strand en vooroever, en een buitendelta, bestaande uit een kegelvormig zandlichaam en getijdegeulen.*

## 1.2 Wisselwerking met andere elementen

Buitendelta's kunnen niet los worden gezien van andere elementen in (en buiten) het waddengebied. Buitendelta's vormen een samenhangend, zanddelend systeem met de Waddenzee en haar zeegaten en kombergingsgebieden (met getijdegeulen en getijdeplaten), en het kustfundament met de kusten van Noord Holland en de Waddeneilanden.

**Zanddelend systeem.** De morfologische ontwikkeling van dit systeem wordt bepaald door de balans tussen vraag en aanbod van sediment. De vraag wordt bepaald door de bergingsruimte voor sediment die ontstaat door relatieve zeespiegelstijging of door een ingreep van de mens. Bodemdaling door gaswinning, afsluiting van IJsselmeer en Lauwerszee, en zandwinning zijn voorbeelden van menselijke ingrepen die de bergingsruimte voor sediment vergroten, en daarmee de sedimentvraag. Het aanbod aan sediment wordt bepaald door de beschikbare sedimentbronnen en de transportcapaciteit van het systeem. Alle elementen bestaan uit zand en slib. Als het water snel genoeg beweegt door stroming of golven wordt het sediment in beweging gezet en tussen de verschillende elementen vervoerd. Als ergens in dit systeem veranderingen optreden door een ingreep van de mens of door de natuur zelf dan worden alle onderdelen beïnvloed. In de getijdebekkens van de (westelijke) Waddenzee is de sedimentvraag groot. Dat zorgt voor een grote afvoer van sediment uit het kustfundament. Zonder aanvulling van deze verliezen door suppleties zouden grote delen van de kust structureel achteruit gaan.

**Zeegat.** Tussen de koppen van twee eilanden ligt een zeegat: de verbinding tussen de open zee en de Waddenzee. Tweemaal daags stroomt via het zeegat en het achterliggende geulensysteem water het getijbekken binnen. Bij vloed stromen de ondiepe wadplaten onder water. Tijdens eb gebeurt het omgekeerde. Door de geulen stroomt het water via het zeegat weer terug de Noordzee in. Het wad valt geleidelijk droog en de wadplaten en de vertakkingen van het geulensysteem worden weer zichtbaar.

**Kombergingsgebied.** Een kombergingsgebied is een compartiment (getijbekken) in de Waddenzee, waarin het getijdewater dat via een zeegat naar binnen stroomt geborgen wordt. Bij vloed rukt het water aan weerszijden van een eiland op, waarbij de vloedstromen elkaar aan de Waddenzeezijde ontmoeten. Daar komt het water min of meer tot stilstand en kan slib en zand bezinken tot een rug: het wantij. De ruggen verdelen de Waddenzee in min of meer gescheiden compartimenten: kombergingsgebieden. In deze gebieden liggen platen en zich vertakkende getijdegeulen, die in het zeegat samenkomen. Hoeveel getijdewater er in en uitstroomt (het getijdvolume of getijprisma), hangt af van het oppervlak van het gebied, het getijverschil en van het oppervlak en de hoogteligging van de platen. In een natuurlijke situatie en bij voldoende sediment bepaalt dat weer de grootte van de buitendelta. Dat is gemakkelijk voor te stellen: naarmate het getijdvolume dat door een zeegat naar buiten stroomt groter is, zal ook de hoeveelheid zand dat meegevoerd wordt en uitzinkt groter zijn. Daardoor zal ook het zandvolume van de buitendelta groter zijn.

Door menselijke ingrepen geldt de relatie tussen getijprisma en omvang van de buitendelta niet in alle situaties. Bij Texel weten we bijvoorbeeld dat het getijprisma weliswaar met 10% is toegenomen, maar dat het volume van de buitendelta sterk is afgenomen. De evenwichtsrelatie voldoet hier dus niet omdat er niet voldoende sediment in het systeem beschikbaar is. In de oostelijke Waddenzee, waar het systeem meer in evenwicht is, is de relatie beter toepasbaar.

**Getijdegeulen.** Je zou verwachten: hoe meer getijdewater de geulen vervoeren, hoe harder het water gaat stromen. Toch is dat niet zo. Er is een dynamisch evenwicht tussen de dwarsdoorsnede van de geul en de hoeveelheid water die er doorheen stroomt. Als het water hard stroomt, pikt het zandkorrels op en voert deze weg. De geul wordt geleidelijk dieper. Het omgekeerde gebeurt ook: in een te diepe geul gaat het water langzamer stromen waardoor de zandkorrels bezinken. Net zolang tot er een nieuw evenwicht is bereikt. Voorbeeld is de opvulling van geulen na afsluiting van het Lauwersmeer (waardoor het getijdvolume afnam); een proces dat nog steeds aan de gang is. Ook de vertakkingen van het geulensysteem komen op die manier tot stand: het water stroomt uit in alle richtingen over het hele kombergingsgebied, maar zolang de snelheden hoog genoeg zijn ontstaan er geulen.

Het volume van de geulen is dan ook nauw afgestemd op het getijdvolume wat erdoorheen wordt geperst: hoe groter het getijdvolume dat heen en weer beweegt, hoe groter ook het watervolume van de geulen.

*Kusten van Noord Holland en de eilanden.* Het gedrag van de Noordzeekusten wordt sterk bepaald door de interactie met de buitendelta's. Onder invloed van golven en stromingen 'draaien' de zandplaten en geulen op de buitendelta met de klok mee naar de kust van het stroomafwaartse eiland. Op kleine schaal gezien, is dit een cyclisch proces, dat leidt tot het aanlanden van zandplaten op het 'stroomafwaartse' eiland. Dit zand wordt na verloop van tijd 'uitgesmeerd' tot horizontale zandgolven langs de eilandkust. Het aanlanden van zandplaten vindt elke paar decennia plaats bij kleine zeegaten, maar kan tot wel anderhalve eeuw duren bij grotere zeegaten, zoals het Marsdiep bij Texel. Per eiland verschilt het hoe lang een cyclische verandering duurt.

### 1.3 Functies van buitendelta's

- Ze bieden luwte. De buitendelta's bieden luwte aan de aanliggende kust en verminderen de golfwerking; zo dragen ze bij aan de kustveiligheid. Bovendien bieden ze samen met de Waddeneilanden én de wadplaten in de Waddenzee een 'beschermend schild' voor het vasteland van Friesland en Groningen: zij breken de machtige stormgolven, van soms wel 13 meter hoog, die vanuit de Noordzee aan komen rollen. Dat draagt bij aan de veiligheid van de vastelandskust.
- Doorgeefluik van zand. Buitendelta's vormen een doorgeefluik van zand naar de kusten van de Waddeneilanden en naar de Waddenzee. De eilanden zijn voor hun bestaan voor een deel zelfs afhankelijk van de buitendelta's.
- Ecologie. Buitendelta's hebben een ecologische functie: ze vormen een habitat voor diverse vissoorten, foerageergebied voor vogels en rustgebied voor zeehonden en vogels.

### 1.4 Veranderingen in de buitendelta's

Het hoofdpatroon van buitendelta's is stabiel, wel verplaatsen kleine geulen en zandplaten zich min of meer cyclisch. Uit onderzoek blijkt echter ook de volgende ontwikkelingen:

- Vrijwel alle buitendelta's van de Nederlandse Waddenzee verliezen zand. Alleen in het Amelanden Zeegat volgt uit metingen dat de sedimentbalans toeneemt; bij de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van deze metingen worden echter vraagtekens gezet. Hier geldt bovendien de vraag of het zand uit de bank die verheelt met het eiland tot de buitendelta moet worden gerekend, of niet.
- Er erodeert zand van de buitenkant van een buitendelta en dat gaat naar de landzijde van de buitendelta. Het buitendeltafront wordt als het ware naar de kust toegeschoven. De buitendelta's veranderen enigszins van vorm: ze worden iets langgerechter en de landwaartse zijde wordt iets hoger. Dat betekent dat afname van het volume van een buitendelta niet direct betekent dat deze lager wordt.

De erosie van buitendelta's heeft te maken met de volgende factoren:

- Zeespiegelstijging. Bij een (sneller) stijgende zeespiegel zal het systeem zoeken naar een nieuw evenwicht. Naarmate de zeespiegelstijging sneller verloopt, zal de vraag naar sediment (ook bekend als de zandhonger) van de Waddenzee toenemen. Uit onderzoek volgt dat bij de huidige snelheid van zeespiegelstijging, de Waddenzee meer sediment kan importeren dan nodig is om alleen zeespiegelrijzing bij te houden. Dit zand wordt vooral geleverd door de buitendelta's en aangrenzende kust. Klaarblijkelijk is in de huidige situatie de lokaal beschikbare zandvoorraad en transportcapaciteit voldoende. Gegeven de grote zandvoorraad in het kustfundament, zal bij een sneller stijgende zeespiegel uiteindelijk de import van sediment worden gelimiteerd door transportcapaciteit door de zeegaten.
- Afsluitingen uit het verleden. Een deel van de grote sedimentimport in de Waddenzee kan worden verklaard door menselijke ingrepen in het verleden. Het waddensysteem is sterk beïnvloed door ingrepen, zoals de aanleg van de Afsluitdijk, de afsluiting van de Lauwersmeer, de aanleg van de Eierlandse Dam, het op zijn plek houden van de Waddeneilanden en de aanleg van havens. Sommige ingrepen lijken klein, maar hebben toch veel effect op het systeem. De hydrodynamische condities veranderden en het 'sedimentdelend' systeem is uit evenwicht geraakt. De geulen, die vroeger naar de Zuiderzee leidden, verloren door de afsluiting hun functie en veranderden in 'sedimentvallen'. Sediment dat met de stroming ernaar toe werd gevoerd bezonk daar voorgoed. Het systeem is nog niet in evenwicht en vraagt om zand om in evenwicht te raken. Wat de uiteindelijke evenwichtssituatie is en of deze ooit wordt bereikt, is niet bekend. Dat hangt onder andere samen met de hoeveelheid beschikbaar zand en slib en de mate van relatieve zeespiegelstijging.

### 1.5 Betekenis van de veranderingen in buitendelta's

In eerste instantie zou je zeggen dat door erosie van buitendelta's de golfwerking en erosie langs de aanliggende eilandkusten toenemen. Maar uit voorgaande paragraaf blijkt dat de buitendelta's niet alleen eroderen, maar ook veranderen van vorm: ze worden langgerechter en de landwaartse zijde wordt hoger. Daardoor leidt de erosie niet direct tot verminderde golfafscherming van de eilandkusten. Modelberekeningen onderbouwen dit. Het terugtrekken van de rand van de buitendelta blijkt vooralsnog niet te leiden tot hogere golven op de kust. Wel ontstaan er verschillen in het lokale golfveld. Zo kan de ligging van een geul, vlak voor de kust, lokaal tot hogere golven leiden. Of omgekeerd: de ligging van een plaat vlak voor de kust, tot verlaging van de golven.

Het zandvolume dat uiteindelijk in de Waddenzee belandt, is afkomstig van buitendelta's en aangrenzende kuststroken (eiland en vasteland). De buitendelta is een zanddepot in de hele keten dat de verliezen van de kustzone deels en op termijn weer aanvult. Als het volume van een buitendelta afneemt kan hij in potentie minder zand aan de aangrenzende kustzone doorgeven. Dus ook bij een buitendelta in volle omvang zal er altijd onderhoud aan de aangrenzende kustvakken zijn.

Het belangrijkste zorgpunt van erosie van buitendelta's is dat de rol als 'zandbron' op de lange duur afneemt. Als de buitendelta's geen zand meer kunnen leveren, zal meer zand uit de kuststrook worden aangesproken en dat zal effect hebben op het onderhoud van de kust. Daar zal extra zand nodig zijn: hoeveel, is nu nog niet aan te geven.

Het terugtrekken van de buitendelta's zal doorgaan totdat zich een nieuw evenwicht heeft ingesteld. De huidige kennis schiet te kort om met zekerheid dit proces te kwantificeren en aan te geven met welke maatregelen het proces effectief kan worden beïnvloed.

Er is echter nog tijd: een eerste ruwe schatting wijst uit dat bij een extreem hoge zandhonger het grofweg een eeuw gaat duren voordat een buitendelta geheel is opgeruimd. In de praktijk duurt het waarschijnlijk nog langer, doordat er langs de kust zand wordt aangevoerd. Deze schatting is gebaseerd op analyse van de ontwikkeling van buitendelta's in de afgelopen 80 jaar. Daaruit volgt dat er een bovengrens is aan de snelheid waarmee buitendelta's zich kunnen terugtrekken. Reden voor deze bovengrens is dat de zeegaten een maximum hoeveelheid zand kunnen transporteren (ordegrootte enkele miljoenen kuubs/jaar).

## 1.6 Zandvoorraad in het systeem op peil houden

### 1.6.1 Doelstellingen

Om de kustlijn op haar plek te houden en de zandvoorraad in het kustfundament op peil te houden, wordt er zand gesuppleerd langs de Nederlandse kust. De hoeveelheid zand die nodig is om het zandtekort van het kuststelsel door zeespiegelstijging aan te vullen, neemt komende eeuw toe. Centrale vraag daarbij is: welke suppletie strategieën zijn het meest effectief voor de toekomst? Ofwel: wat willen we bereiken met de suppletie, hoeveel zand suppleren we, waar leggen we dat neer, wanneer en met welke frequentie. In menig rapport en visie komen suppleties op de buitendelta naar voren. Daarbij worden verschillende doelen genoemd, voor verschillende tijd- en ruimteschalen.

Op de grootste schaal gaat het om:

- Het behoud van de zandvoorraad, oftewel het op peil houden van de zandbron van waaruit het kustfundament en de Waddenzee kunnen meegroeien met de zeespiegel.

Op kleinere schaal gelden meer specifieke doelen zoals:

- Het handhaven van de kustveiligheidsnorm (voorkomen dat de norm-afslaglijn landwaarts verschuift).
- Het handhaven van de basiskustlijn.
- Het optimaliseren van ecologische effecten en van het sedimenttransport richting Waddenzee.
- Het optimaliseren van mogelijkheden voor economische (kust)ontwikkeling.
- Het vergroten van onze kennis over de werking van het systeem en over de optimale beheersmethode.

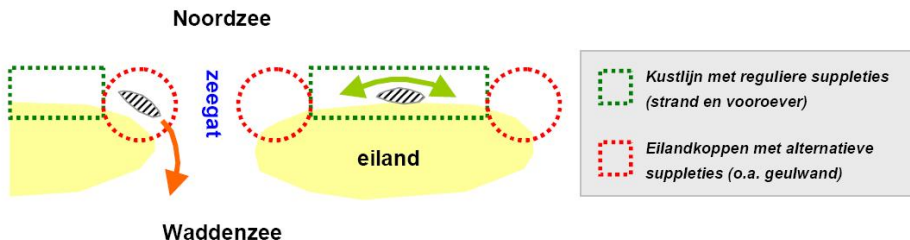
Gekoppeld aan deze doelen zijn verschillende uitvoeringsopties voor zandsuppleties mogelijk. Verschillende locaties binnen het zeegatsysteem bieden hierbij verschillende mogelijkheden.

### 1.6.2 Suppletie opties in het zeegatsysteem

Hier volgen 7 opties voor zandsuppleties zeegatsystemen.

- 1 *Suppleren op de vooroever of het strand langs de 'open' kust.* Dit is de meest toegepaste en uitvoeringstechnisch aantrekkelijke methode, omdat het middendeel van de eilandkusten relatief eenvoudig gesuppleerd kan worden (redelijk bereikbaar met schepen). Doelen die hiermee worden gediend zijn handhaving van kustveiligheid en basiskustlijn. Afhankelijk van de uitvoeringsvorm kan meer of minder worden bijgedragen aan ecologische optimalisatie (duinontwikkeling) en economische ontwikkeling.

De bijdrage aan transport richting Waddenzee is niet indirect en beperkt zich tot de bijdrage aan het op peil houden van de zandbron. Een meer directe bijdrage aan het transport richting Waddenzee kan worden geleverd door een suppletie op de eilandkoppen.



- 2 *Suppleren op de stranden van de eilandkoppen, aangrenzend aan buitendelta's.* Doel van deze suppletie kan in ieder geval zijn de handhaving van kustveiligheid en basiskustlijn. De noodzaak van deze suppletievorm is veelal gelegen in het relatief steile korte profiel waardoor de beheerder zijn zand niet 'kwijt' kan in het bestaande profiel. Dit is vaak, maar niet altijd, gerelateerd aan geulen voor de kust. Als het suppletiezand weer afslaat, wordt verwacht dat dit richting Waddenzee wordt getransporteerd en op die manier bijdraagt aan het doel de Waddenzee te voeden. Voor de eilandkoppen is het uitvoeringstechnisch, relatief moeilijk om reguliere strandsuppleties aan te brengen, in verband met diepe geulen/steile taluds met hoge stroomsnelheden en soms een moeilijke bereikbaarheid voor baggerschepen. Voor deze locaties is het daarom waarschijnlijk kosteneffectiever om alternatieve suppleties toe te passen om de beheerde kustlijn te handhaven. Er kan daarbij gedacht worden aan geulwandsuppleties of ingrijpendere maatregelen die de ligging van getijgeulen en platen beïnvloeden.
- 3 *Interventie door geulwandsuppleties.* Als geulen te dicht onder de kust komen te liggen, kan dat leiden tot overschrijding van de basiskustlijn en instabiliteit van de primaire kering. Het gedrag van de geulen kan worden beïnvloed door een geulwandsuppletie. Hiermee is de laatste jaren al veel ervaring opgedaan in het reguliere Kustlijn­zorg programma. Doelen die daarmee rechtstreeks gediend worden zijn het handhaven van de veiligheid en de basiskustlijn, waarmee gelijktijdig wordt bijgedragen aan een basis voor economische kustontwikkeling ter plekke. De slijtage die optreedt aan de geulwandsuppleties draagt direct bij aan de sedimentuitwisseling met de Waddenzee. Een variant hierop is een geulwandsuppletie in combinatie van het verwijderen van zand van de tegenoverliggende geulwand. Doel hiervan is het in stand houden van het doorstroomprofiel van de geul. Met dit zogenaamde morfologisch baggeren is enige ervaring opgedaan bij Walcheren, maar vooralsnog met wisselend succes.
- 4 *Interventie door geulafsluitingen.* Om op iets grotere schaal en meer indirect, een bijdrage te leveren aan de kustveiligheid en handhaving van de kustlijn, kan gedacht worden aan het geheel afsluiten van een opdringende geul, waardoor het cyclische proces van het aanlanden van een plaat versneld wordt. Een eventuele mogelijkheid is het stimuleren van de aangroei van Noorderhaaks, die naar de kust van Texel toewandelt. Dit kan eventueel door de aanleg van een zanddam: dan initieer je een 'natuurlijke' megasuppletie van het eiland, door een relatief beperkte ingreep. Het komt neer op een buitendeltasuppletie, die beheersbaar is. En zo zijn er best meer locaties waar je dit principe kan proberen. Met zandsluitingen is veel ervaring opgedaan tijdens de deltawerken.



- 5 *Megasuppletie op stroomafwaartse rand van buitendelta.* Op nog grotere schaal zou een mega-suppletie op de buitendelta kunnen worden ingezet om een complete aanlandingscyclus van een zandplaat aan de stroomafwaartse kust te initiëren. Door deze aanlanding wordt bijgedragen aan kustveiligheid en kustlijnhandhaving van dat eiland. En omdat de aanlanding op een 'natuurlijke' wijze plaats heeft, zou dit kunnen bijdragen aan het doel om te komen tot ecologische optimalisatie van de suppleties. Om daar een uitspraak over doen zouden de effecten op het eiland moeten worden afgewogen tegen de effecten op de buitendelta zelf. Onderzoek naar de effecten kan onze kennis over het kuststelsel vergroten. Voordeel voor het onderzoek van een dergelijke grootschalige ingreep op de buitendelta is dat de verstoring en de effecten goed waarneembaar zijn. Nadeel is dat het creëren van een morfologische reactie op deze grote schaal nadelige effecten kan hebben en niet controleerbaar is. Er zijn voorbeelden die ons hierover extra informatie kunnen opleveren. Een voorbeeld van hoe een megasuppletie kan werken is het (natuurlijke) aanlanden van Onrust en de vorming van De Hors.



- 6 *(Willekeurige) suppletie op de buitendelta.* Elke willekeurige suppletie op de buitendelta zorgt dat het zandvolume wordt vergroot. Door te suppleren op relatief diep water, kan met relatief 'goedkope' kuubs worden bijgedragen aan het lange termijn doel om de zandvoorraad op peil te houden. Zolang de suppletievolumes klein zijn ten opzichte van het aanwezige zandvolume in de buitendelta, staat daar tegenover dat de effecten van dergelijke (willekeurige) suppleties nauwelijks waarneembaar zijn. Het aangebrachte zand is moeilijk te volgen en verdwijnt in de ruis van de metingen. Enig effecten op de eilanden (of in het bekken) gerelateerd aan specifieke doelstellingen – die wel degelijk aanwezig zullen zijn - lijken daarmee niet causaal aan te tonen.
- 7 *Suppleren in de Waddenzee.* Blijft over de (theoretische) mogelijkheid om rechtstreeks te suppleren in het kombergingsgebied van de Waddenzee. Hoewel dat binnen de huidige regelgeving niet wordt toegestaan, zijn er wel argumenten om in ieder geval de theoretische mogelijkheden van suppleren in de Waddenzee te verkennen. Vragen die daarbij spelen zijn bijvoorbeeld: een voorlandssuppletie bij dijken in de Waddenzee kan bijdragen aan de stabiliteit en veiligheid van de dijk. Kan een dergelijke voorlandssuppletie bijdragen aan reductie van de zandhonger in de Wadden en daarmee aan het terugdringen van het zandtekort in het kustfundament?



## 2 Kennisopbouw

### 2.1 Leemtes

Een buitendelta is dus een depot waarin zand wordt neergelegd door o.a. de ebstroming uit het zeegat en waaruit weer zand wordt afgevoerd door bijv. golven en vloedstroom, naar resp. aangrenzende kusten en terug het bekken in. Hoewel we al veel weten over buitendelta's, zijn er nog vele onderzoeksvragen onbeantwoord. Antwoorden op deze vragen zijn belangrijk, gezien het belang van buitendelta's voor de sedimenthuishouding van het kuststelsel en de veiligheid van de Waddeneilanden. Prangende vragen zijn onder andere:

- Wat zijn de oorzaken van het krimpen van de buitendelta's?
- Hoe zal de ontwikkeling verder doorzetten (wat is het nieuwe evenwicht)? Hoe lang kan het huidige landwaarts terugtrekken van de buitendelta's nog doorgaan?
- Wat zijn de gevolgen van het terugtrekken/ontbreken van een buitendelta voor de eilanden en het achterliggende wad, de biota en de veiligheid?
- Wat is de invloed van suppleties op de buitendelta voor de eilandkusten en de Waddenzee?

### 2.2 Lopende onderzoeksprogramma's

Er lopen (of starten binnenkort) diverse onderzoeken waarin deze onderzoeksvragen centraal staan. Dit onderzoek is er zoveel mogelijk op gericht om het inzicht te vergroten in het zeegatsysteem en de wisselwerking met andere onderdelen in het systeem. Alleen met systeemkennis kunnen onderbouwde keuzen worden gemaakt voor toekomstig beleid en beheer. De kennisopbouw wordt opgepakt in verschillende kaders zoals:

- Het project Beheer & Onderhoud Kust, een samenwerking tussen Deltares en Rijkswaterstaat Waterdienst, draagt bij aan het optimaliseren van de suppletie-strategie. Relevant voor de buitendelta's is onder andere onderzoek naar het transport van suppletie- en ander zand in het Marsdiep (gaat dit richting zeegat of richting buitendelta's en kustlangs?). In een ander deelonderzoek wordt het gevolg van de structurele erosie van de buitendelta van het Vlie op de golfaanval en kusterosie onderzocht. Ook worden er conceptuele modellen opgesteld voor a) de uitwisseling van zand tussen kust, buitendelta en getijdebekken en b) de ontwikkeling van zeegaten, buitendelta's en eilanden in samenhang. Deze modellen vormen een hulpmiddel voor het begrip van het systeem en voor het ontwerpen van eventuele maatregelen.
- Het Deltaprogramma Wadden. Daarin wordt onderzoek voorgesteld naar de grootschalige systeemontwikkeling (buitendeltaproblematiek) op twee verschillende schalen: a) zeegatsysteem-onderdelen eiland & buitendelta, en b) morfo-ecologische onderdelen van een eiland. De precieze opzet van het onderzoek moet nog worden uitgewerkt.

### 2.3 Pilots zandsuppleties buitendelta's

#### 2.3.1 Learning by doing

Het Nederlandse kustbeleid is een schoolvoorbeeld van adaptief deltamanagement. In de afgelopen twee decennia zijn bij het beheer van onze zandige kust innovatieve werkwijzen met zandsuppleties uitgetoetst en geïmplementeerd.

Dat alles onder het motto 'learning by doing' en met intensieve monitoring. Een pilotstudie naar de doorwerking van een zandsuppletie bij een buitendelta zou een volgende stap in die traditie zijn.

Bij het eventueel uitvoeren van pilotprojecten met zandsuppleties bij buitendelta's gaat het om de vraag of a) dergelijke suppleties goede bijdragen kunnen leveren aan duurzaam kustbeheer en b) de pilot een bijdraagt aan kennisopbouw. Duidelijk moet zijn wat het doel van de pilot is en welke kennis de pilot kan gaan opleveren.

Pilots zullen vaak informatie geven over ontwikkelingen op kleinere tijd- en ruimteschalen, bijvoorbeeld over technische uitvoerbaarheid, maatschappelijk draagvlak of effecten op ecologie. Het is de uitdaging de pilot zo in te richten dat de resultaten bijdragen aan het 'grotere verhaal' over de werking van het waddensysteem. Dat zal soms lastig zijn, want bij de keuze voor een pilot spelen meer factoren dan morfologie een rol, zoals draagvlak en natuurwetgeving. De keuze voor een pilot wordt met name ingegeven door de condities waar veel geleerd kan worden van de doorwerking van een suppletie-experiment.

## 2.3.2 Voorstel

Voorgesteld wordt om:

- 1 In samenwerking met Deltaprogramma en Rijkswaterstaat (ondermeer Kustlijnzorg, CIP) een meerjarenavoorstel uit te werken gericht op het realiseren van een innovatief pilotproject met zandsuppleties in buitendelta's in 2014-15. Deltares pleit ervoor om de keuze voor een pilotproject met zandsuppleties in buitendelta's niet te forceren, maar te baseren op een parallelproces waarin participatie van kustbeheerders en andere stakeholders samen op loopt met de ontwikkeling van nieuwe systeemkennis die voortbouwt op lopende onderzoeken.
- 2 Als eerste stap in dat proces zou een waardescan uitgewerkt kunnen worden van de suppletie-opties uit paragraaf 1.6 en een verkenning naar geschikte locaties.

### 3 Bronnen

- Deltares, 2011. Verslag Workshop suppletie strategieën Waddenzone.
- Cleveringa, J., 2011. Presentatie buitendelta's.
- Deltaprogramma Waddengebied, projectplan 2012.
- Rijksoverheid, Doelmatiger waterbeheer voor kustveiligheid.
- Oost A., Werners, S., Wang, Z.B., Jeuken, C., van der Valk, B., Mulder J., 2012. Hoe werkt het Wad (2e concept)? Oost A. en A. Bruens, 2012. Kennisopbouw, beheersrisico's en afbreukrisico's van zandsuppleties in buitendelta's (1e concept).
- Stronkhorst J. en Oost A., 2012. Suggesties Deltares m.b.t. pilot zandsuppelties in buitendelta's.
- Deltares, 2012, projectplan KPP-B&O Kust.
- Van der Spek A. en Oost A., Deltares 2011. Presentaties tijdens symposium Sandy Solutions.
- Presentatie Edwin Elias Deltares, 9 mei 2012.