

Visieontwikkeling Regionale Adaptatie Strategie Hotspot Waddenzee

Nederlandstalige samenvatting van het rapport

Natural solutions to cope with accelerated sea level rise in the Wadden Sea region

Towards an integrated long term adaptation strategy framework (Baarse, 2014), uitgevoerd binnen het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (project HSWZ3.2), in samenwerking met het Deltadeelprogramma Waddengebied, Programma naar een Rijke Waddenzee en de Waddenacademie

1. Inleiding

De Waddenzee wordt beschouwd als een gebied van groot ecologisch belang. Bovendien speelt het Waddenzee-systeem een sleutelrol in de bescherming tegen overstroming van het aangrenzend land. De gevolgen van klimaatverandering, met name versnelde zeespiegelstijging, maken het onzeker of de unieke karakteristieken van het gebied op de lange termijn behouden kunnen blijven. Dit hangt vooral af van de vraag of natuurlijke sedimentaanvoer naar de Waddenzee in staat zal zijn gelijke tred te houden met versnelde zeespiegelstijging. De verwachting is dat, als die stijging kritische waarden overschrijdt, de Waddenzee 'verdrinkt' en het intergetijdengebied langzaam verdwijnt.

Het belang van het behoud van de Waddenzee, zoals wij die kennen, wordt allerwegen onderschreven. Extra sedimenttoevoer door de mens wordt in het algemeen beschouwd als een aantrekkelijke manier om te voorkomen dat de wadden verdrinken.

Het nationale onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat heeft een verkenning uitgevoerd naar de mogelijkheden van een adaptatiestrategie, waarbij sediment de basis vormt. Deze verkenning is verwoord in het rapport *Natural solutions to cope with accelerated sea level rise in the Wadden Sea region* van juni 2014. Centraal hierin staat het behoud van het Waddenzee-systeem en alle daaraan verbonden ecologische en economische waarden. De kernvraag van deze verkenning is: 'Hoe kunnen we de Waddenzee klimaatbestendig maken met een sedimentsuppletie adaptatiestrategie?' Anders gezegd: kan het sedimentsysteem behouden blijven door een zachte adaptatiestrategie toe te passen (gebaseerd op sedimentsuppletie), gelet op de lange termijn effecten van versnelde zeespiegelstijging?

De studie levert een raamwerk op voor een adaptatiestrategie voor de Waddenzee. Gebruik is gemaakt van bestaande kennis uit de literatuur en consultatie met deskundigen. Identificatie en selectie van haalbare maatregelen die passen in een zachte adaptatiestrategie, krijgen in deze verkenning bijzondere aandacht. Beoordeling van deze adaptatiestrategie is uitgevoerd in de periode april 2013 – maart 2014. De studie heeft zich gericht op het Nederlandse deel van de Waddenzee.

2. Raamwerk voor de adaptatiestrategie

Om de verkenning handen en voeten te geven is een raamwerk voor de adaptatiestrategie ontwikkeld. Dit raamwerk kan helpen bij besluitvormingsprocessen door verduidelijking van de invloed van potentiële maatregelen op de sedimentbalans en op de wisselwerking tussen (menselijke) ingrepen en veranderingen in diverse waarden en functies. Daarnaast is het raamwerk bedoeld om discussie uit te lokken en te faciliteren. Tenslotte helpt het raamwerk om de adaptatiestrategie te ontwikkelen en om onderzoeksvragen in beeld te krijgen.

Het raamwerk kan bijdragen aan het behoud van het sedimentsysteem van de Waddenzee, waarbij de belangrijkste functies van het waddensysteem in stand blijven. Deze functies zijn: bescherming tegen overstromingen, economische en ecologische functies, en landschappelijke functies. De tijdshorizon van het raamwerk is 100-200 jaar; in deze periode kan de zeespiegelstijging één tot twee meter bedragen.

De onzekerheden over de ontwikkeling van het sedimentsysteem in de komende 100-200 jaar zijn groot. Daarom is het verre van zeker of de Waddenzee inderdaad zal 'verdrinken'. Op dit moment is er geen dringende aanpak nodig, maar het is wel belangrijk om voorbereid te zijn, zodat er op tijd actie ondernomen kan worden als dat nodig is.

3. Beleidsmatige setting

In het nationale kustbeschermingsbeleid staat het principe van 'dynamisch behoud' van de basiskustlijn centraal. Dit krijgt gestalte door zandsuppletie toe te passen. De basiskustlijn drukt de gewenste staat en positie van onze zanderige kust uit. Geconcludeerd kan worden dat het Nederlandse beleid van 'dynamisch behoud' de laatste



20 jaar succesvol is geweest. In het laatste decennium is de basiskustlijn behouden in meer dan 90% van alle kustsecties. Het jaarlijkse volume benodigd voor zandsuppletie is de afgelopen 30 jaar wel flink toegenomen.

De meest relevante rijksprogramma's voor de Waddenzee zijn het Deltaprogramma (in het bijzonder de deelprogramma's Wadden en Kust) en het programma 'Rijke Waddenzee'. Het Deltaprogramma Wadden richt zich op de ontwikkeling van een kustbeschermingsstrategie voor het Waddenzee-systeem en het programma 'Rijke Waddenzee' bevat maatregelen en projecten gericht op natuurherstel en ontwikkeling van ecologische/economische waarden.

Onderwerpen die te maken hebben met kustbescherming worden ook uitgewerkt via het nieuwe Hoogwaterbeschermingsprogramma (nHWBP). Beleidskeuzen moeten in overeenstemming zijn met het nationale beleid van kustverdediging.

4. Beschrijving Waddenzee

De Waddenzee is een sterk dynamisch getijdebassin met een goed ontwikkeld systeem van waterstromen en intergetijde-gebieden, dat de basis biedt voor een rijk ontwikkeld ecosysteem. De Waddenzee omvat 's werelds grootste systeem van slikken en barrière-eilanden.

De Waddenzee, zoals we die nu kennen, bestaat ongeveer 6000 jaar. In deze periode zijn de voorwaarden die bepalend zijn voor het Waddensysteem, herhaaldelijk en duidelijk gewijzigd. Ondanks deze veranderingen is de Waddenzee altijd in staat geweest om z'n karakteristieken te behouden. Toch is het nog maar de vraag of deze robuustheid en veerkracht voldoende zijn opgewassen tegen de verwachte veranderingen. In de komende eeuwen kan de zeespiegelstijging de waarden overschrijden van de afgelopen 6000 jaar. Omdat de geometrie en dimensies van het bassin behoorlijk vastgelegd zijn door het kustbeschermingssysteem, is de reactie van het natuurlijke adaptatiesysteem beperkt. Daarom is het onzeker hoe de Waddenzee zal reageren op de gevolgen van klimaatverandering die de komende eeuwen zal optreden.

Het Waddenzee-sedimentsysteem bestaat uit de natuurlijke uitwisseling van sediment bij eb en vloed tussen het externe sedimentsysteem (aan de zeekant van de Wadden) en het interne sedimentsysteem (tussen de Wadden en het vaste land). Van groot belang is de natuurlijke capaciteit aan sedimenttransport en -distributie van het



interne sedimentsysteem en de netto sediment-import die daarvan het gevolg is. Dit bepaalt voor een groot deel of de Waddenzee bestand is tegen de verwachte zeespiegelstijging.

4.1 Functies en waarden van de Waddenzee

De belangrijkste functies en belangen gekoppeld aan de Waddenzee, hebben te maken met:

- het kustbeschermingssysteem (hard en zacht systeem)
- het sedimentsysteem
- ecologische en landschappelijke waarden
- een aantal economische functies

De sleutel van het huidige en toekomstige functioneren van de Waddenzee ligt in de karakteristieken en het behoud van haar sedimentsysteem.

4.1.1 Het kustbeschermingssysteem

De kustbescherming bestaat uit een zacht systeem - bestaande uit een natuurlijke vooroever, strand en duinen aan de zee kant - en uit een hard kustbeschermingssysteem -dijken en andere kunstwerken die door de mens gemaakt zijn. Het harde kustbeschermingssysteem zal in de toekomst verder aangepast moeten worden om de toenemende hydraulische krachten als gevolg van klimaatverandering en de daaraan gekoppelde versnelde zeespiegelstijging het hoofd te kunnen bieden. Het nieuwe Hoogwaterbeschermingsprogramma (nHWBP) kijkt nadrukkelijk naar de staat van dit systeem, gelet op de diverse scenario's waarin de klimaatverandering zich kan manifesteren.

Het externe sedimentsysteem van de Waddenzee heeft directe invloed op het zachte kustbeschermingssysteem aan de Noordzeekant van de Waddeneilanden. Zowel het externe als het interne sedimentsysteem zijn van invloed op de hydraulische krachten op het harde kustbeschermingssysteem.

4.1.2 Ecologische en landschappelijke waarden

De Waddenzee herbergt een rijk gevarieerd ecosysteem. Vanwege de grote ecologische en landschappelijke waarden staat de Waddenzee sinds 2009 op de Werelderfgoedlijst van UNESCO. Maar als de zee 'verdrinkt' als gevolg van zeespiegelstijging, mogelijk in samenhang met bodemdaling, zullen veel of zelfs de meeste van deze waarden verdwijnen.

Het behoud van het interne sedimentsysteem is cruciaal om deze waarden te behouden. Ofwel, het ontwikkelingspotentieel van de ecologische en landschappelijke waarden is afhankelijk van



het interne Waddenzee-sedimentsysteem. Gelet op dit systeem zijn er diverse opties om de ecologische en landschappelijke waarden te versterken. Sommige daarvan worden opgepakt binnen het programma 'Rijke Waddenzee'. Enkele voorbeelden daarvan zijn:

- herstel en uitbreiding van zeegrasvelden
- herstel en uitbreiding van mosselbanken en oesterriffen
- uitbreiding van zoutmoerasgebieden.

4.1.3 Economische functies

De belangrijkste economische functies gerelateerd aan het Waddenzee-systeem zijn:

- De winning van gas, zout en zand
- Transport van mensen en goederen
- Commerciële visserij
- Toerisme/recreatie.

Deze functies kunnen op verschillende manieren het Waddenzeesysteem beïnvloeden. Bijvoorbeeld via ecologische en landschappelijke processen, die vooral het interne Waddenzee-sedimentsysteem beïnvloeden. Dit gebeurt door gas- en zoutwinning (bodemdaling) en door baggeractiviteiten voor de scheepvaart. Bodemdaling resulteert in een grotere behoefte aan sediment. Door de huidige gaswinning wordt een maximale (lokale) bodemdaling geschat van 40 tot 50 cm. Tot nu toe kon de bodemdaling bij de oudere velden rondom Ameland gecompenseerd worden door natuurlijke sedimentatie.

Vanuit het programma 'Rijke Waddenzee' zijn diverse acties en projecten opgestart om de ongewenste effecten van economische functies tegen te gaan.

5. Zeespiegelstijging

Een karakteristiek van de Waddenzee is het droogvallen van grote delen van het gebied tijdens eb. Als de zeespiegel stijgt, ontstaat er een sterke vraag naar sediment. In de laatste 70 jaar was het Nederlandse deel van de Waddenzee in staat met de historische zeespiegelstijging (ongeveer 20 cm per eeuw) gelijke tred te houden. Verondersteld wordt dat natuurlijke sedimentatieprocessen in staat kunnen zijn om 'mee te groeien' met sterkere zeespiegelstijging (tot 50 of 60 cm per eeuw). Bij een nog sterkere zeespiegelstijging bestaat de kans dat de Waddenzee kan 'verdrinken'. Het kenmerkende droogvallen en de karakteristieke ecologische en landschappelijke waarden zijn dan verleden tijd.

In de toekomstscenarios voor de ontwikkeling van de zeespiegelstijging worden altijd absolute waarden van de zeespiegelstijging gehanteerd voor een bepaald jaar (vaak het jaar 2100). Zo gaan het lage, midden en hoge scenario van het KNMI uit van een absolute zeespiegelstijging in 2100 van respectievelijk 0,35, 0,60 en 0,85 meter. Deze berekeningen gaan uit van een lineaire toename van de zeespiegelstijging over de periode tot 2100. Maar als we uitgaan van de stijging van de zeespiegel op dit moment, namelijk ongeveer 0,2 cm per jaar, en als we willen komen tot die 60 cm in 2100, dan betekent dit dat de jaarlijkse zeespiegelstijging flink moet toenemen, zelfs met een factor 5. Een enorme versnelling dus. Immers als de jaarlijkse zeespiegelstijging 0,2 cm per jaar blijft, zal de absolute stijging in 2100 slechts ongeveer 20 cm zijn.

Zulke grote versnellingen, gaan de natuurlijke netto sediment importcapaciteit van het Waddenzee systeem te boven. Dit betekent dat als het midden- of hoge scenario van het KNMI werkelijkheid wordt, het begin van het 'verdrinken' van de Waddenzee kan optreden in de tweede helft van deze eeuw.

De meeste geconsulteerde experts benadrukken dat het onzeker is of en wanneer het Waddenzeesysteem zal 'verdrinken'. Dit heeft niet alleen te maken met de onzekerheden in klimaatverandering en de mate van zeespiegelstijging, maar ook omdat het moeilijk is te voorspellen hoe de Waddenzee reageert op versnelde zeespiegelstijging. Ook de behoefte aan sediment door bodemdaling als gevolg van mijnbouwactiviteiten is moeilijk in te schatten. Wel is duidelijk dat het aanpassingsvermogen van de Waddenzee beperkt is door de gerealiseerde kustbeschermingssystemen. Dit bemoeilijkt de Waddenzee om de versnelde zeespiegelstijging 'bij te houden'. Duidelijk is dat het 'verdrinken' alleen maar voorkomen kan worden door te zorgen dat er meer sediment in de Waddenzee stroomt dan er uitstroomt. Dit zal vooral bereikt moeten worden door zandsuppletie.

5.1 Wad onder water?

Op dit moment is er ruim voldoende sediment aanwezig in de Waddenzee, maar daar kan op termijn een einde aan komen door versnelde zeespiegelstijging en het daaraan gekoppelde sedimenttekort. Die situatie markeert het begin van het 'verdrinken' van de Waddenzee.

Eén en ander kan versterkt worden door bodemdaling als gevolg van voortgaande gaswinning en toekomstige winning van zout en zand in de Waddenzee en daaromheen. Het is niet te verwachten dat een sedimenttekort en het definitief verdwijnen van zandbanken binnen afzienbare tijd zullen optreden.

Hoewel de huidige klimaatscenario's weinig zekerheid bieden over de relatieve zeespiegelstijging in 2100, is duidelijk dat de jaarlijkse zeespiegelstijging in de tweede helft van deze eeuw hoger is dan de huidige stijging. Dat betekent een grote kans op een sedimenttekort. Volgens het midden of hoge klimaatscenario van het KNMI kan het begin van het 'verdrinken' optreden in de tweede helft van deze eeuw.

Tabel 1

Sedimentbalans component (miljoen m ³ /jr)	mate van zeespiegelstijging					
	0,2 cm/jr	0,3 cm/jr	0,5 cm/jr	0,6 cm/jr	1,0 cm/jr	1,5 cm/jr
In stand houden Waddenzee -sedimentbalans	5.0	7.5	12.5	15.0	25.0	37.5

Tabel 1: Schatting van de sedimentbehoefte (miljoen m³/jr) om het aan de basiskustlijn gekoppelde sedimentsysteem te behouden onder diverse waarden van zeespiegelstijging (cm/jr).



De indicatieve getallen van Tabel 1 maken duidelijk dat, volgens de huidige scenario's voor zeespiegelstijging, de sedimentbehoefte de komende 100 jaar substantieel kan toenemen om het aan de basiskustlijn gekoppelde sedimentsysteem te handhaven.

Zeespiegelstijging vergroot de sedimentbehoefte om het interne sedimentsysteem van de Waddenzee in stand te houden. De totale sedimentbehoefte kan uiteindelijk groter zijn dan de natuurlijke sedimentatiecapaciteit. De door mijnbouw veroorzaakte bodemdaling vergroot zowel het risico dat dit optreedt als het risico dat het tijdstip waarop dit kan gebeuren, sneller nadert. Daarom is het belangrijk modellen te verbeteren om de door mijnbouw veroorzaakte bodemdaling te beoordelen en de daaraan gekoppelde benodigde hoeveelheden sediment te berekenen.

6. Waddenzee -systeemdiagram

In de Waddenzee heeft alles met alles te maken. Een verandering of ingreep in de ene functie of waarde of subsysteem is direct van invloed op een ander kenmerk van de Waddenzee. Figuur 1 biedt een integraal overzicht van alle causale verban-

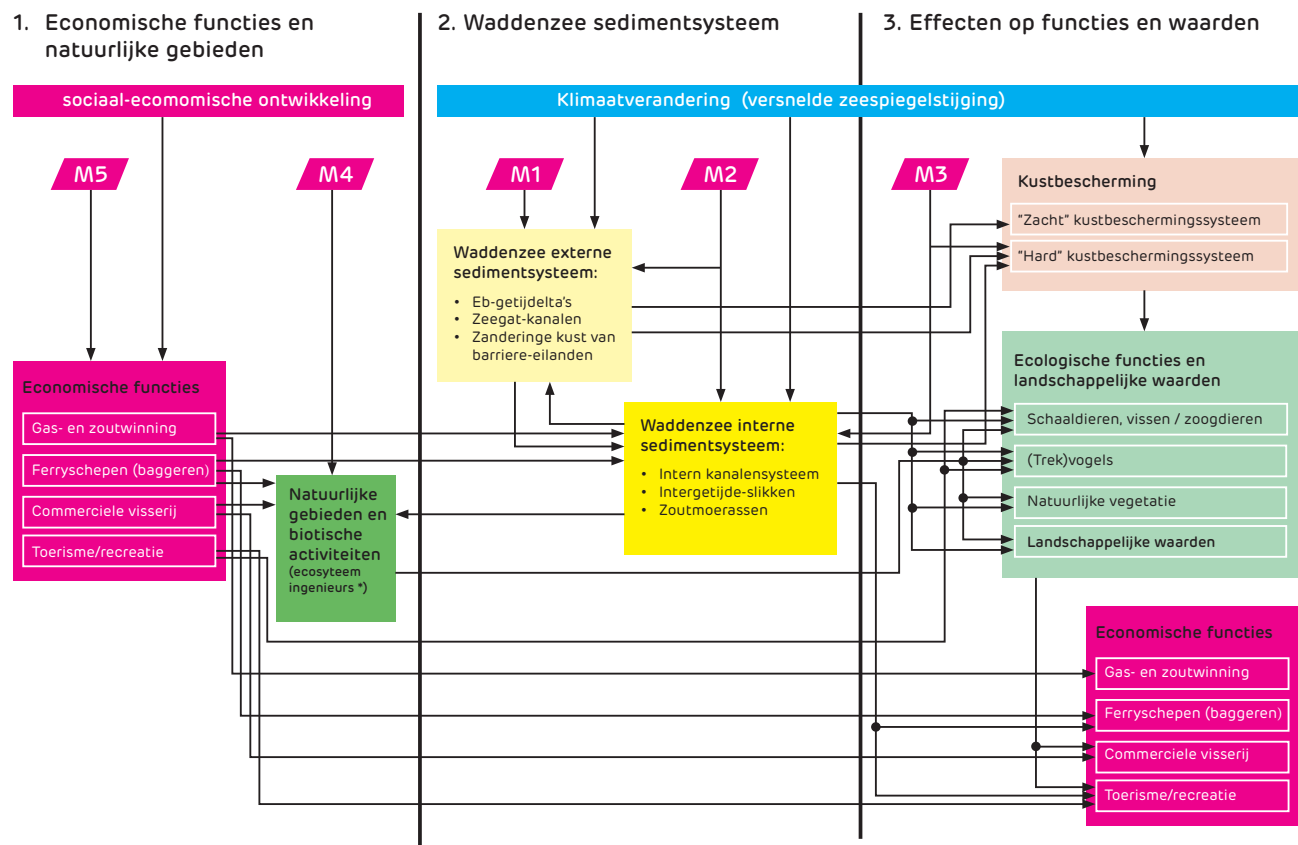
den tussen de voornaamste functies, waarden en subsystemen. De figuur onderscheidt drie hoofdonderdelen:

1. Economische functies en natuurlijke gebieden
2. Het Waddenzee -sedimentsysteem
3. Effecten op functies en waarden.

Figuur 1 maakt duidelijk dat de Waddenzee beschouwd moet worden als een complex systeem bestaande uit elkaar beïnvloedende subsystemen en processen, die een groot aantal functies en waarden mogelijk maken.

De figuur maakt ook duidelijk dat de functies en waarden belangrijke effecten kunnen hebben op het sedimentsysteem van de Waddenzee, en in het bijzonder op het interne sedimentsysteem. De ontwikkeling van het externe Waddenzee-sedimentsysteem vormt een belangrijk randvoorwaarde voor het interne Waddenzee-sedimentsysteem. De balans tussen de aan- en uitvoer van sediment in en uit de Waddenzee is van zeer grote betekenis om het karakteristieke van de Waddenzee te behouden. Vooral het optreden van een sediment-tekort kan ertoe leiden dat de Waddenzee permanent onder water komt te staan.

Figuur 1



* Meest belangrijke ecosysteem ingenieurs zijn: mossel- en kokkel-bedden, oesterriffen, zeegrasvelden en zoutmoerasvegetatie

7. Categorieën van maatregelen

Om de functies en waarden van de Waddenzee te behouden, kunnen veel maatregelen worden genomen. Echter, veel van die maatregelen zijn op één of andere manier van invloed op de sedimentbalans.

Figuur 1 toont tevens vijf verschillende categorieën van maatregelen (M1 - M5) die van toepassing zijn op de diverse deelsystemen van de Waddenzee:

- M1: Het in stand houden van het externe Waddenzee-sedimentsysteem
- M2: Behoud van het interne Waddenzee-sedimentsysteem
- M3: Verbeteren van het harde kustbeschermingssysteem
- M4: Versterken van natuurlijke gebieden en/of van biotisch potentieel
- M5: Verminderen van nadelige effecten van economische functies.

Alle of de meeste van deze maatregelen zijn in beeld bij de bestaande programma's, zoals de deelprogramma's Kust en Wadden van het Delta-programma en het programma 'Rijke Waddenzee'.

Iedere categorie van maatregelen bevat meerdere varianten die het effect van een maatregel kunnen versterken of verzwakken. Zo zijn er vele varianten van zandsuppletie die indirect van invloed zijn op *de kosten van de harde kustbescherming*, maar ook op het *Waddenzee interne sediment-systeem*. De (sub)maatregelen zijn ook beoordeeld op kosten, en op de invloed op ecologische en economische functies. Sommige maatregelen uit de ene categorie leiden tot ongewenste effecten op maatregelen in een andere categorie.

8. Strategieontwikkeling

Bij de ontwikkeling van een strategie moet bij potentiële maatregelen en combinaties daarvan gelet worden op de kosten en baten, en op de samenwerking tussen effecten en maatregelen.

Omdat functies, processen en (sub)systemen elkaar beïnvloeden en omdat de mate van klimaatverandering onzeker is (en de daarbij behorende gevolgen), is het niet duidelijk hoe de sedimentbalans zich zal ontwikkelen. Cruciaal voor de strategieontwikkeling is het gedrag van het interne sedimentsysteem van de Waddenzee onder verschillende scenario's van versnelde zeespiegelstijging. De hamvraag is: 'Is het interne sedimentsysteem van de Waddenzee in staat gelijke voet te houden met de zeespiegelstijging vanuit z'n natuurlijke transport- en distributiecapaciteit

van sediment?' Zolang het antwoord op deze vraag 'ja' is, zijn extra maatregelen niet nodig.

Als het antwoord 'nee' is, duiken de volgende vragen op:

- a) Welke aanvullende maatregelen zijn het meest geschikt om de interne sedimentbalans van de Waddenzee in stand te houden?
- b) Zullen deze maatregelen het verdrinken van de Waddenzee effectief voorkomen?

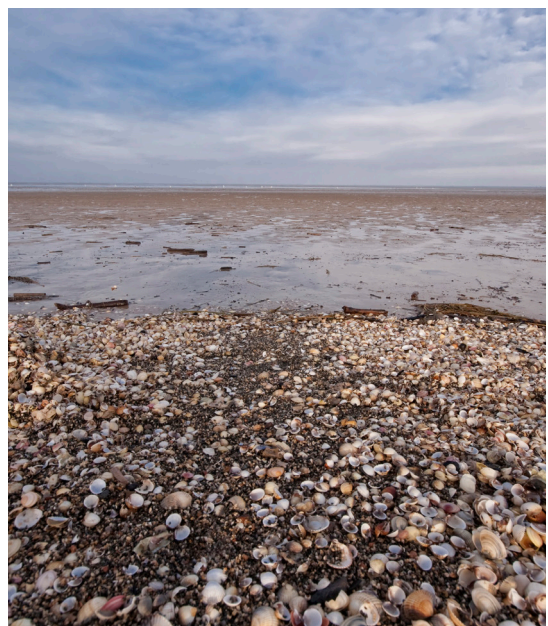
9. Onderzoek en monitoring

Zoals gesteld, zijn er nog veel onzekerheden om betrouwbare uitspraken te doen over toekomstige ontwikkelingen. Daarom is er een grote behoefte aan verder onderzoek en monitoring. Dat geldt bijvoorbeeld voor:

- 1) Het externe en interne sedimentsysteem van de Waddenzee
- 2) Het harde Waddenzee kustbeschermingssysteem
- 3) Natuurlijke gebieden en biotisch potentieel
- 4) Effecten van economische functies.

De belangrijkste onderzoeksvragen gaan over de sedimenttransportprocessen en de daaruit voortvloeiende sedimentbalans van het externe Waddenzee-sedimentsysteem, gekoppeld aan versnelde zeespiegelstijging en besluitvorming om de kust te beschermen. Een meer gedetailleerd begrip hiervoor is nodig.

Gelet op de complexiteit van de systemen en processen in de Waddenzee is de uitvoering van veldexperimenten op grote schaal (pilots) de meest aangewezen weg om meer zekerheid te krijgen over toekomstige ontwikkelingen.





10. Conclusies en aanbevelingen

10.1 Conclusies

Dit rapport heeft zich vooral gericht op het verkennen van de noodzaak en mogelijkheden van een adaptatiestrategie gebaseerd op natuurlijke oplossingen voor het geval het Waddenzee-sedimentsysteem de versnelde zeespiegelstijging niet 'bij kan houden'. Dit leidt tot de volgende conclusies.

10.1.2 Langetermijnontwikkeling van de Waddenzee sedimentbalans

- De relatieve zeespiegelstijging (inclusief bodemdaling) is de belangrijkste factor voor de sedimentbehoefte van het Waddenzee-sedimentsysteem
- Momenteel wordt verondersteld dat natuurlijke sedimentatieprocessen in staat kunnen zijn om 'mee te groeien' met sterkere zeespiegelstijging (tot 50 of 60 cm per eeuw). Bij een nog sterkere zeespiegelstijging bestaat de kans dat de Waddenzee kan 'verdrinken'
- Vanuit de huidige beschikbare kennis en data is het fundamenteel onzeker of en wanneer het Waddenzee-systeem inderdaad zal 'verdrinken'
- Veranderingen in toekomstige sedimentbehoefte zijn direct gekoppeld aan veranderingen in de *snellheid* van zeespiegelstijging. De huidige scenario's voor zeespiegelstijging bieden geen expliciete informatie over de ontwikkeling hiervan (alleen voor gefixeerde jaartallen zoals 2100)
- Als de in de beleidsvorming gehanteerde scenario's werkelijkheid worden, zal de Waddenzee-sedimentbehoefte sterk stijgen in de tweede helft van deze eeuw, omdat de jaarlijkse zeespiegelstijging flink zal toenemen. Onder deze omstandigheden is het aannemelijk dat het Waddenzee-sedimentsysteem onvoldoende in staat is om het 'verdrinken' van de Waddenzee te voorkomen.

10.1.3 Opties voor maatregelen om de Waddenzee sedimentbalans te verbeteren

Het huidige kustbeschermingsbeleid gaat ervan uit dat de sedimentbalans voor de gedefinieerde kustlijn grotendeels in tact blijft. De netto sediment-importcapaciteit van de Waddenzee hangt af van een aantal complexe processen en is onderhevig aan grote onzekerheden over de invloed en ontwikkeling van de karakteristieken van het getijdebassin. Opties om de natuurlijke sediment-importcapaciteit van de Waddenzee te

verbeteren, liggen wellicht in het veranderen van de zandsuppletieschema's in het kader van het behoud van de basiskustlijn. Daarnaast kunnen er suppletiemaatregelen genomen worden die direct gericht zijn op het interne Waddenzee-sedimentsysteem, bijvoorbeeld sedimentsuppletie bij de hoofdkanalen van het interne sediment distributiesysteem of bij meer specifieke locaties. Maatregelen vanuit het gedachtegoed 'building with nature' kunnen een positief effect hebben op de Waddenzee-sedimentbalans.

10.1.4 Tijdbepaling en fasering van een mogelijke strategie

- Niets wijst er op dat het verdrinkingsgevaar de eerstkomende decennia zal optreden. Bovendien is er bij de eerste aanwijzingen van dat gevaar voldoende tijd om in actie te komen
- De huidige beleidsontwikkeling is grotendeels in lijn met het concept van het toepassen van natuurlijke oplossingen voor het behoud van de kust. Daarom is het binnen afzienbare tijd niet nodig om extra maatregelen in ogenschouw te nemen voor het behoud van het Waddenzee-sedimentsysteem
- Om het Waddenzee-sedimentsysteem te ondersteunen kunnen er op de langere termijn extra maatregelen nodig zijn die verder gaan dan de maatregelen die logischerwijs voortvloeien uit de huidige beleidsontwikkeling
- De beschikbare tijd moet aangewend worden om te anticiperen op verdere maatregelen. Dit vereist vooral actie op het gebied van onderzoek en monitoring en voorbereiding op de uitvoering van maatregelen
- De fasering van toekomstige acties krijgt vorm door de volgende vragen te stellen in deze volgorde:
 - zal het Waddenzee-sedimentsysteem, gelet op het huidige en te verwachten beleid, in staat zijn gelijke tred te houden met versnelde zeespiegelstijging?
 - Zo niet, welke additionele maatregelen zouden het meest geschikt zijn om de Waddenzee-sedimentbalans in stand te houden?
 - zal een 'zachte' adaptatiestrategie effectief zijn om het sedimentsysteem op de lange termijn te behouden?
 - Zo niet, welke andere haalbare opties blijven dan nog over?
- Er zijn drie belangrijke fases in de lange termijnontwikkeling en invoering van de Waddenzee-adaptatiestrategie:

Fase 1: periode om te beoordelen of het Waddenzee-systeem zal 'verdrinken'

Fase 2: periode om te beoordelen of een zachte adaptatiestrategie voldoende effect sorteert

Fase 3: transitieperiode van een zachte adaptatiestrategie naar een alternatieve strategie

- Voor nu moet de focus voor de ontwikkeling van de adaptatiestrategie vooral gericht zijn op de eerste fase. In dat licht zijn de belangrijkste acties:
 1. De sedimentbalans en sediment transportprocessen beter begrijpen via algemene onderzoek- en monitoringprogramma's
 2. Haalbare maatregelen vaststellen via specifieke onderzoeken en/of uitvoering van pilots die gericht zijn op suppletie-opties van het Waddenzee-sedimentsysteem. Additieuwe maatregelen om het Waddenzee-sedimentsysteem te versterken moeten bekeken worden in relatie tot andere doeleinden, zoals het versterken van het harde kustbeschermingssysteem en het versterken van ecologische waarden en functies.
 3. Selectieve implementatie van maatregelen zoals de benodigde maatregelen voor kustbescherming in het kader van het nHWBP (hoge prioriteit); en andere aantrekkelijke maatregelen om bijvoorbeeld verschillende doeleinden te combineren (win-win); of no regret-maatregelen.

11. Aanbevelingen

Gezien het huidige beleid is er geen reden om onmiddellijk in actie te komen om het Waddenzee-sedimentsysteem te behouden. Maar op de langere termijn kan de noodzaak tot extra maatregelen niet uitgesloten worden. Het valt aan te raden om de beschikbare tijd te gebruiken om verdere stappen voor te bereiden. Acties om een adaptatiestrategie op te stellen, vallen uiteen in de volgende categorieën:

- Onderzoek- en monitoringprogramma's
- Ontwikkeling van een evaluatieraamwerk
- Institutionele arrangementen met het oog op beleidsontwikkeling en uitvoering.

11.1 Onderzoek- en monitoringprogramma's

De ontwikkeling van deze programma's zou gericht moeten zijn op:

- algemeen onderzoek gerelateerd aan de processen van het Waddenzee-systeem
- onderzoek gericht op de ontwikkeling van maatregelen en pilots.

Additioneel onderzoek, gericht op de ontwikkeling van een adaptatiestrategie, moet opgenomen worden in de bestaande nationale en internationale onderzoekagenda's.

11.2 Ontwikkeling van een evaluatieraamwerk

Aanbevolen wordt om een evaluatie-raamwerk te creëren dat de ontwikkeling van een adaptatiestrategie ondersteunt. Dat raamwerk kan gebaseerd zijn op de opzet in het rapport *Natural solutions to cope with accelerated sea level rise in the Wadden Sea region* van juni 2014. Het evaluatie-raamwerk moet een integrale kijk bieden op de effecten van een grote variëteit aan maatregelen gericht op de processen en balansen van sedimenttransport in de Waddenzee. Verder moet het raamwerk helpen bij het in beeld brengen van de raakvlakken van en wisselwerking tussen verschillende doeleinden.

11.3 Institutionele arrangementen met het oog op beleidsontwikkeling en -uitvoering

De opzet van het evaluatie-raamwerk in dit rapport maakt duidelijk dat verschillende maatregelen en beleidslijnen kunnen leiden tot vele fysieke interacties en wisselwerkingen daartussen. Samenhangende beleidsvorming voor de komende decennia is nodig. Dat vereist institutionele arrangementen, die voorzien in een duidelijke organisatiestructuur om beleidsontwikkeling en de uitvoering van daaraan gerelateerde taken tot stand te brengen. Daarbij kan gedacht worden aan analyse en evaluatie; besluitvorming; financiering; de uitvoering van maatregelen en handhaving; management; en onderhoud.

