


Economische en ecologische perspectieven van een dubbele dijk langs de Eems-Dollard



Waarderen en verzilveren van ecosystemendiensten en
versterken van biodiversiteit bij een multifunctionele dubbele
keringzone voor de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl

Een studie voor het programma TEEB Waterveiligheid
Deltaprogramma, in opdracht van het Planbureau voor
de Leefomgeving

Economische en ecologische perspectieven van een dubbele dijk langs de Eems-Dollard

**Waarderen en verzilveren van ecosysteemdiensten en
versterken van biodiversiteit bij een Multifunctionele Dubbele
Keringzone voor de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl**

**Een studie voor het programma TEEB Waterveiligheid
Deltaprogramma, in opdracht van het Planbureau voor de
Leefomgeving**

**Cees Kwakernaak (Wageningen UR / Alterra)
Gerda Lenselink (Deltares)**

Met bijdragen van:

Dirk-Jan van der Hoek (PBL)

Maurice Paulissen (Wageningen UR / Alterra)

Henrice Jansen, Pauline Kamermans en Marnix Poelman (IMARES)

Femke Schasfoort, Suzanne van der Meulen, Thijs van Kessel, Remco van Ek (Deltares)

Alterra-rapport 2635

Deltares-rapport 1209046.000.BGS.0009

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond project	5
1.2 Over de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl	6
1.3 Doel van de studie	7
1.4 Werkwijze	8
2 Herkennen en karteren van ecosysteemdiensten	11
2.1 Van beleidsintenties naar een integrale opgave	11
2.2 Multifunctionele dubbele keringzone als alternatief	13
2.3 Ecosysteemdiensten en biodiversiteit in beeld	15
2.4 Conclusies	17
3 Waarderen van ecosysteemdiensten	19
3.1 Waardering dubbele keringzone voor biodiversiteit	19
3.1.1 <i>Hoe werkt het systeem? Wat zijn de huidige natuurwaarden?</i>	19
3.1.2 <i>Wat is de ecologische meerwaarde?</i>	20
3.1.3 <i>Welke randvoorwaarden en welke risico's gelden?</i>	20
3.1.4 <i>Wat zijn de kansen en belemmeringen vanuit beleid en beheer?</i>	21
3.1.5 <i>Wat zijn kennisleemten?</i>	21
3.2 Waardering multifunctionele dubbele keringzone als productiesysteem voor aquacultuur en zilte landbouw	21
3.2.1 <i>Hoe werkt het?</i>	21
3.2.2 <i>Perspectieven voor aquacultuur</i>	22
3.2.3 <i>Wat zijn kosten en baten?</i>	23
3.2.4 <i>Welke kansen en belemmeringen?</i>	23
3.3 Waardering dubbele keringzone als slibmotor	24
3.3.1 <i>Hoe werkt een slibmotor? Hoe snel gaat de opslibbing?</i>	24
3.3.2 <i>Randvoorwaarden voor ontwerp: Hoe werkt een efficiënte slibmotor? Welke afwegingen?</i>	25
3.3.3 <i>Wat is de meerwaarde?</i>	26
3.3.4 <i>Wat zijn de kansen en belemmeringen in relatie tot belanghebbenden?</i>	27
3.3.5 <i>Wat zijn de kansen en belemmeringen in juridische zin?</i>	28
3.3.6 <i>Wat zijn de kansen en belemmeringen in relatie tot beheer?</i>	28
3.3.7 <i>Welke mogelijkheden zijn er voor financiering?</i>	28
3.4 Waardering biodiversiteit van een rijke dijk	29
3.4.1 <i>Wat is een rijke dijk?</i>	29
3.4.2 <i>Hoe werkt een rijke dijk?</i>	30
3.4.3 <i>Wat is de meerwaarde?</i>	30
3.4.4 <i>Wat zijn de belemmeringen en kansen?</i>	33
3.4.5 <i>Wat zijn de financieringsmogelijkheden?</i>	33
3.5 Conclusies	33
4 Verzilveren van ecosysteemdiensten en versterken van biodiversiteit	37
4.1 Overzicht van procesfactoren bij het benutten van meekoppelkansen	38
4.2 Opgaven bij de planvoorbereiding	38

4.3	Procesfactoren in planuitwerking en besluitvorming	39
4.4	Conclusies	42
5	Conclusies	45
	Literatuurlijst	47
	Bijlage(n)	
A	Kaart en toelichting bij het ontwerp Dubbele Keringzone: karakteristiek en functies in de 3 deelgebieden	A-1
B	Rapport Ecologische perspectieven van een parallelle kering met brakwaterzone in de Eemdelta	B-1
C	Rapport Kansen voor aquacultuur binnen het ‘dubbele dijken concept’ langs de Eems-Dollard	C-1
D	Rapport Kansen voor zilte teelten Eemdelta	D-1

Samenvatting

Dit rapport gaat in op het waarderen en verzilveren van ecosysteemdiensten en biodiversiteit in de verkenning van de haalbaarheid van een Multifunctionele Dubbele Keringzone als alternatief bij de Dijkversterking Eemshaven – Delfzijl. Deze verkenning is door Deltares en Alterra uitgevoerd in de periode augustus 2014 tot en met januari 2015. De verkenning is gericht op één van de twee planvormingstrajecten die zijn geanalyseerd in opdracht van het PlanBureau voor de Leefomgeving in het kader van TEEB Deltaprogramma Waterveiligheid. Doel is om hieruit lessen te kunnen trekken voor toepassing van de TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) benadering in planvormingstrajecten voor waterveiligheidsopgaven in het kader van het Deltaprogramma.

De werkwijze in TEEB-projecten onderscheidt drie fasen: het herkennen en karteren, het waarderen en het verzilveren van ecosysteemdiensten en versterken van biodiversiteit. De eerste stap in de TEEB-benadering, *het herkennen en karteren*, was reeds uitgevoerd en resulteerde in een breed gedragen Intentieverklaring. Hierin stellen waterschap, provincie, ministeries, gemeenten en maatschappelijke organisaties zich tot doel om bij het zoeken naar een aanpak van het veiligheidsprobleem ook de haalbaarheid van meekoppelkansen te verkennen. Ons project richt zich op het waarderen van ecosysteemdiensten die worden geleverd door de voorgestelde een 'natuurinclusieve' dijk en de meerwaarde hiervan in termen van biodiversiteit. Daarnaast hebben we gekeken naar de kansen om de waarden te verzilveren. In dit project is een checklist ontwikkeld voor het herkennen en karteren, waarderen en verzilveren van ecosysteemdiensten en het creëren van biodiversiteit in (waterveiligheids)projecten. Aan de hand van deze checklist kan generiek worden beoordeeld in hoeverre ecosysteemdiensten succesvol zijn geïmplementeerd en blokkades kunnen worden geïdentificeerd.

De hierboven genoemde intentieverklaring bouwt voort op o.a. het Deltaprogramma Waddengebied en de Ontwikkelingsvisie Eemsdelta 2030. Waterschap Noorderzijlvest staat aan de lat voor het verbeteren van de primaire kering. Complicerende factor hierbij is dat de primaire kering zo snel als mogelijk aardbevingproof moet worden gemaakt. Dit heeft als consequentie dat procedures versneld worden doorlopen. Het uitwerken van meekoppelkansen valt onder de verantwoordelijkheid van provincie Groningen. Als vervolg op de Intentieverklaring is ervoor gekozen om de haalbaarheid van een 'multifunctionele dubbele keringzone' te verkennen, als alternatief voor een traditionele dijkversterking. In deze keringzone is plaats voor ecosysteemdiensten en het versterken van biodiversiteit.

De multifunctionele keringzone gaat uit van twee achter elkaar liggende dijken, die samen minstens zo robuust zijn als één primaire kering. De 'tussenruimte' tussen de dijken is toegankelijk voor getijdeninvloeden en biedt tal van kansen voor de ontwikkeling van maatschappelijke (economische en ecologische) waarden. Daarnaast is de 'rijke dijk' geselecteerd als variant voor het ecologisch optimaliseren van harde structuren van een dijklichaam, het afsluiten van kribben en de aanleg van een vogeleiland. Als resultaat van stap 1 is samen met actoren uit de regio (grondeigenaren, vertegenwoordigers van beleid en beheer, maatschappelijke organisaties en bedrijfsleven) een breed gedragen inrichtingsschets gemaakt van een multifunctionele dubbele keringzone voor het noordelijk deel van het dijktracé Eemshaven – Delfzijl. Hierin zijn naast versterking van de biodiversiteit ook kansen voor ecosysteemdiensten voorzien, gericht op productie (aquacultuur en zilte landbouw; slibwinning) en op regulatie (toename van veiligheid door natuurlijke ophoging van

de kust). In het ontwerp van de multifunctionele dubbele keringzone ligt het accent in het meest noordelijke deelgebied (A) op het versterken van de biodiversiteit, in het middengebied (B) op kokkelteelt en zilte landbouw, en in het zuidelijk deelgebied (C) op het realiseren van een slibmotor waarmee een veiligheidszone kan worden opgebouwd tussen de twee dijken of waarmee een kleiwinningslocatie kan worden gerealiseerd.

De tweede stap in de TEEB-benadering is het *waarderen* van de ecologische en economische perspectieven voor ecosysteemdiensten en biodiversiteit die kunnen ontstaan in en rond het nieuwe brakwatergebied tussen de twee dijken. Deze waardering is uitgevoerd met bestaande kennis, die is samengevat in thematische fact sheets (hoofdstuk 3 van dit rapport) en rapportages (bijlagen 2, 3 en 4). De belangrijkste meerwaarde voor de biodiversiteit vormt de ontwikkeling van een geleidelijke overgang van zoet – brak – zout, die kansen biedt voor de migratie van diadrome trekvis, waarbij gebruik kan worden gemaakt van de vispassage bij gemaal Spijksterpompen. Ook vormt de brakwaterzone een belangrijke functie voor wadvogels als broed-, foerageer- en hoogwatervluchtgebied. Bovendien kan worden aangesloten bij de ontwikkeling van een binnendijks brakwatergebied in de Eemshaven-Zuidoost.

In het middengebied ontstaan goede perspectieven voor de teelt van met name kokkels, waarvan de geschatte jaarlijkse opbrengst veel groter zal zijn dan de opbrengst van het huidige akkerbouwgebied. Daarnaast biedt het gebied ook goede economische mogelijkheden voor de teelt van zilte gewassen, en daarnaast is er ook ruimte voor soortenrijke zoet- en brakwatervegetaties.

Het zuidelijk deel is in het inrichtingsontwerp ingericht als 'slibmotor', waarin slib uit de Eems-Dollard met gemiddeld 6 cm/jaar kan sedimenteren, ter waarde van € 88.000 per jaar. Het slib kan worden benut als materiaal voor de dijkversterking, waardoor kosten voor aanschaf en transport kunnen worden vermeden. Door periodieke winning van slib ontstaat een variatie in ruimte en tijd (vegetatiesuccessie), die zal bijdragen aan de soortenrijkdom. Wanneer het slib niet wordt gewonnen draagt deze natuurlijke slibsedimentatie bij aan de veiligheid doordat de kust dan zal meegroeien met de zeespiegelstijging. De slibmotor zal ook een (geringe) bijdrage leveren aan de vermindering van de problematiek van het zeer hoge slibgehalte van het Eems-Dollard estuarium.

In deze verkenningsfase was nog geen duidelijkheid over de kosten en baten van de multifunctionele dubbele keringzone. Ook was de berekening van kosten van een traditionele dijkversterking nog niet afgerond. Verder was het nog onduidelijk waaraan een dijk moet voldoen om beschouwd te worden als aardbevingsbestendig.

De rijke dijk variant biedt o.a. door de keuze van ruwe verhardingsmaterialen een extra ecologische winst door meer aanhechtingsmogelijkheden voor zeedieren en –planten en door meer schuilplekken en voedsel voor vis. Naar verwachting zijn de meerkosten voor deze variant gering.

In onderstaand tekstkader zijn de belangrijkste waarderingen van ecosysteemdiensten en meerwaarde voor de biodiversiteit bij inrichting van een multifunctionele dubbele dijkzone in de Eemsdelta samengebracht.

Onderbouwing van de waardering van ecosysteemdiensten

Versterken biodiversiteit bij multifunctionele dubbele keringzone

- De natuurwaarde wordt vooral versterkt doordat er een waardevolle brakwaterzone ontstaat in deelgebied A. Door de geleidelijke overgang van zoet naar brak naar zout kunnen diadrome trekvissen weer migreren. Herstel van dit habitat heeft een positief effect voor wadvogels, omdat deze dient als broed- en foerageergebied en als vluchtplaats.
- De biodiversiteit in deelgebied B en C neemt toe, omdat daar lokaal soortenrijke zoetwater- en brakwatervegetaties kunnen gedijen.
- De slibmotor zorgt voor een verlaging van de slibconcentratie in het Eems-estuarium. Omdat de vertroebeling van dit systeem de primaire productie en daarmee ook de draagkracht van het systeem onder druk zet, is een verlaging van deze vertroebeling positief voor de natuurwaarde.

Meerwaarde ecosysteemdiensten bij multifunctionele dubbele keringzone

- Economisch gezien biedt deelgebied B veel perspectief met kokkelteelt met opbrengsten tussen 6.5 en 32k€/ha en zilte landbouw met 3.5 – 6.5 k€/ha.
- De slibmotor in deelgebied C levert ook een aantrekkelijk verdienmodel. Bij een berekende gemiddelde opslibbing van 6 cm/jr kan een opbrengst aan klei van 88k€ per jaar (oftewel 3k€/ha) worden gerealiseerd. Deelgebied A is ook een potentiële slibmotor; de klei vertegenwoordigt daar een waarde van 65k€ per jaar bij een opslibbing van 1.5cm.
- De opslibbing kan worden versneld door havenslib te storten voor de getijdenopening.
- Het bijkomend voordeel is dat de footprint voor kleitransport verminderd; momenteel wordt de klei aangevoerd uit Estland. Tevens leidt een slibmotor tot verminderde baggerkosten.
- Als de slibmotor niet wordt afgegraven, kan dit deel van de keringzone ook worden gezien als onderdeel van het waterveiligheidslichaam. De keringen en de zone ertussen vormen samen het lichaam. En dit lichaam groeit mee met de zee. Dit levert mogelijk een bijdrage aan het denken over nieuwe, robuuste, toekomstbestendige keringszones voor waterveiligheid.

Versterken biodiversiteit bij variant rijke dijk

- Deze variant biedt meer diversiteit in habitat voor zeedieren en –planten, en meer schuilplekken en voedsel voor vis. Ook draagt deze bij aan een grotere biologische filtercapaciteit.

De derde stap in een TEEB-verkenning is het *verzilveren* van de waarde van ecosysteemdiensten. Dit betekent dat het gebied zodanig wordt ingericht (in dit geval met een dubbele kering) dat de gewenste ecosysteemdiensten geleverd kunnen worden en belanghebbenden de vruchten hiervan kunnen plukken. Omdat het planproces in het gebied nog niet is afgerond, kan nog niet worden vastgesteld of het verzilveren daadwerkelijk zal plaatsvinden. Wel kon worden vastgesteld dat de in dit project uitgevoerde waardering van biodiversiteit en ecosysteemdiensten als bouwsteen van het haalbaarheidsonderzoek een belangrijke basis vormde voor de bestuurlijke keuze voor de dubbele keringzone als voorkeursalternatief voor de dijkversterking. In de daaropvolgende planvormings- en realisatiefase zal opnieuw aandacht voor het waarderen en verzilveren van ecosysteemdiensten nodig zijn. Het gaat dan bijvoorbeeld om uitwerking in ontwerp, maatschappelijke kosten-batenanalyses, en het ontwikkelen van governance arrangementen waarin duidelijk wordt wie waarvoor verantwoordelijk zal zijn. Hieronder worden een aantal aspecten besproken die van invloed zullen zijn op het besluit over de te realiseren dubbele kering.

In december 2014 is in de Stuurgroep Dijkversterking Eemshaven – Delfzijl besloten dat de multifunctionele dubbele keringzone het voorkeursalternatief zal worden. De haalbaarheid en het draagvlak voor het 'natuurinclusieve' voorkeursalternatief is sterk bepaald geweest door de bereidheid om agrarische grond beschikbaar te stellen voor deze dijkversterking. Daarbij wil de grondeigenaar gebruik maken van de vergroeningsregeling in het nieuwe Europese Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB).

Dit alternatief biedt ruimte voor nieuwe ecosysteemdiensten met een productie- en regulatiefunctie, en ook voor toename van de biodiversiteit langs de kust. Er is gekozen om eerst praktijkervaringen op te doen met dit nieuwe dijkenconcept in de vorm van een pilot in de noordelijke helft van het dijkracé Eemshaven - Delfzijl. In de pilot kunnen de onzekerheden omtrent de uitwerking voor veiligheid, economie en ecologie worden opgelost waardoor opschaling op termijn mogelijk wordt.

Bij de direct belanghebbende partijen (provincie, waterschap, gemeenten, landbouw, natuur, bedrijfsleven) was bij aanvang van het TEEB-project reeds draagvlak voor een integrale aanpak, ook voor een natuurgerichte benadering van de dijkversterking. Dit brede draagvlak voor een integrale aanpak van deze dijkversterking werkte positief door in het proces van de ontwerpateliers voor de haalbaarheidsverkenning. Bij het bestuursbesluit over het voorkeursalternatief bleken alle partijen voldoende vertrouwen te hebben in de haalbaarheid van een multifunctionele dubbele dijkzone. Wel moet toetsing van elk alternatief nog op veiligheid worden uitgevoerd, en zullen de economische perspectieven nog nader worden uitgewerkt in verdienmodellen.

Over financiering en verdeling van kosten is nog geen besluit genomen, omdat de kosten zowel van het alternatief als van een traditionele dijkversterking die voldoende aardbevingsbestendig is, nog nader berekend moeten worden. Wel is een inventarisatie uitgevoerd van financieringsmogelijkheden die voor verschillende onderdelen van het multifunctionele dijkconcept ingezet kunnen worden. De aspecten van beheer en onderhoud van de multifunctionele dubbele keringzone zijn nog niet expliciet aan de orde geweest in de fase van haalbaarheidsverkenning, waarin de TEEB-studie is uitgevoerd. Een veiligheidszone met medegebruik vergroot de complexiteit van beheer en onderhoud, en vraagt om goede afstemming.

In de haalbaarheidsverkenning is wel verkend of dit dijkconcept in principe realiseerbaar is binnen de wet- en regelgeving, met name voor N2000 en het nieuwe GLB en de vergroeningsregeling daarbinnen. Dit dijkconcept lijkt, op basis van de perspectieven voor natuur en biodiversiteit, wel realiseerbaar binnen deze beleidskaders. Maar een definitieve juridische toetsing van deze inpasbaarheid zal nog moeten worden uitgevoerd.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond project

Het kabinet heeft met 'natuurlijk kapitaal' een beleidsconcept geïntroduceerd waarin de baten van natuur centraal staan. Het stelt als doel dat in 2020 het natuurlijk kapitaal is behouden en duurzaam wordt benut in verschillende ecosysteemdiensten. In het programma Natuurlijk Kapitaal Nederland (NKN) onderzoekt het PBL waar natuur en economie elkaar kunnen versterken en op welke manier ondernemers en overheden daar concreet mee aan de slag kunnen (Oosterhuis & Ruijs, 2015).

Het programma Natuurlijk Kapitaal Nederland - Handelingsperspectief wil bewerkstelligen dat in de besluitvorming beter rekening gehouden wordt met economische en maatschappelijke belang van ecosysteemdiensten en biodiversiteit. De benadering komt voort uit diverse TEEB-studies (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). Deze studies geven geen blauwdruk, maar bieden een denkkader waarin integratie van functies op basis van ecosysteemdiensten kan worden nagestreefd en tegelijk biodiversiteit kan worden versterkt.

Voorals klimaatverandering maakt dat de vraag naar ecosysteemdiensten sneller toeneemt dan het aanbod. Dit speelt o.a. bij de vraag naar waterberging, kustbescherming, erosiebescherming, koolstofvastlegging en verkoeling in de stad (PBL, 2014: Natuurlijk kapitaal: toestand, trends en perspectief). In de studie TEEB Deltaprogramma Waterveiligheid wordt ingezoomd op welke aspecten van het natuurlijk kapitaal een rol kunnen spelen bij de oplossing van lange termijn waterveiligheidsopgaven langs de kust en de grote rivieren, die in het kader van het Deltaprogramma zijn vastgesteld. Twee cases worden uitgewerkt in dit kader, een case in het Rivierengebied en de voorliggende case bij de dijkversterking Eemshaven-Delfzijl.

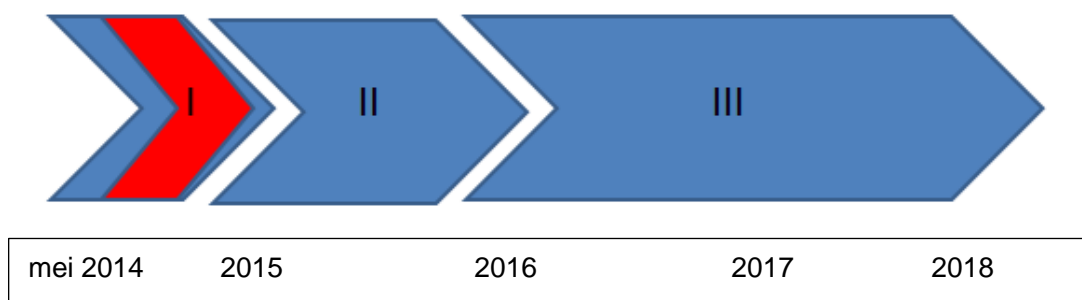
De werkwijze in TEEB-projecten onderscheidt 3 fasen:

1. Herkennen en karteren van ecosysteemdiensten
2. Waarderen van ecosysteemdiensten
3. Verzilveren van ecosysteemdiensten en creëren van biodiversiteit

Onze studie richt zich op fasen 2 en 3, het waarderen en verzilveren van ecosysteemdiensten. Waterschap Noorderzijlvest en provincie Groningen willen graag de waardering van ecosysteemdiensten en de natuurwaardering actief betrekken in het plan- en besluitvormingsproces voor de dijkversterking in het traject Eemshaven – Delfzijl. De verwachting is dat daarmee naast traditionele dijkversterking ook innovatieve dijkconcepten volwaardig mee kunnen worden genomen in de besluitvorming. Voor de opdrachtgever Planbureau van de Leefomgeving (PBL) en het ministerie van Economische Zaken is het ook van belang te leren hoe alternatieve oplossingen, die ecosysteemdiensten verzilveren en bijdragen aan biodiversiteit, meegaan in de besluitvorming en (mogelijk) tot handelingsperspectief leiden. Centraal staat de vraag of kennis over de waardering van ecosysteemdiensten en biodiversiteit, die door een natuurinclusieve oplossing worden gegenereerd, ertoe bijdraagt dat die oplossing ook volwaardig wordt meegenomen in de besluitvorming. De studie kent de volgende sub-vragen:

1. Leidt het vroegtijdig identificeren en waarderen van ‘natuur inclusieve’ oplossingen bij een integrale benadering tot andere uitkomsten?
2. Hoe kunnen barrières voor ‘natuurinclusieve’ oplossingen met een hoger maatschappelijke rendement overwonnen worden?
3. Welke aanvullende financiering is nodig, welke mogelijkheden zijn er voor aanvullende financiering?

Door aan te sluiten bij lopende planprocessen in de regio werd het mogelijk om de relevante ecosysteemdiensten in materiële dan wel immateriële waarden te kwantificeren. Op deze wijze is inhoudelijk bijgedragen aan het planproces, en kon met de regionale actoren worden geëvalueerd in hoeverre deze informatie over ecosysteemdiensten en biodiversiteit een rol heeft gespeeld in het plan- en besluitvormingsproces. Concreet is met de TEEB-studie bijgedragen aan de verkenningsfase (zie figuur 1). In de daaropvolgende planvormings- en realisatiefase zal opnieuw aandacht voor het waarderen en verzilveren van ecosysteemdiensten nodig zijn. Het gaat dan bijvoorbeeld om uitwerking in ontwerp, maatschappelijke kosten-batenanalyses, en het ontwikkelen van governance arrangementen waarin duidelijk wordt wie waarvoor verantwoordelijk zal zijn.



Figuur 1. Besluitvormingsproces met in rood de TEEB-studie (I. Verkenningsfase, II. Planvormingsfase, III. Realisatiefase)

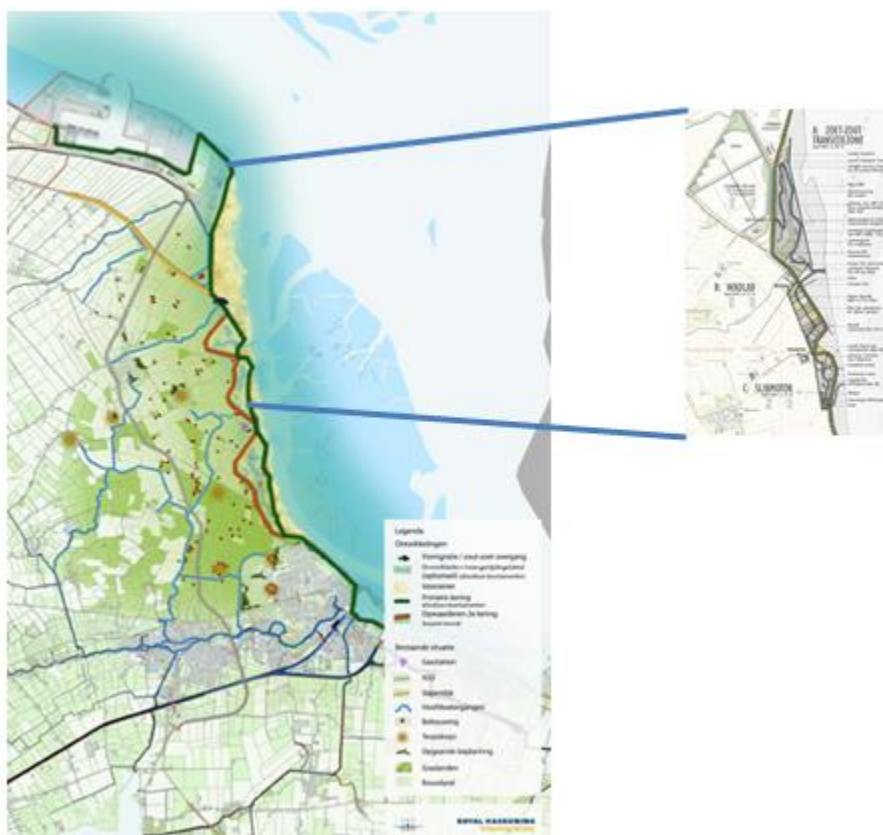
1.2 Over de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl

De huidige dijk langs de Waddenkust tussen de Eemshaven en Delfzijl voldoet niet meer aan de veiligheidsnormen. De dijk is onlangs afgekeurd op een aantal onderdelen (instabiliteit binnenzijde en voor delen ook steenbekleding buitenkant) en ligt bovendien in een aardbevingsgevoelig gebied dat ook onderhevig is aan bodemdaling. Het Waterschap Noorderzijlvest staat aan de lat om de komende jaren, in het kader van het HoogWaterBescherminingsProgramma (HWBP), de kustverdediging tussen Eemshaven en Delfzijl te versterken en aardbevingsbestendig te maken (zie figuur 2).

Voor de Eemsdelta is door een breed samengestelde stuurgroep (provincie, gemeenten, waterschappen, belangenorganisaties en bedrijfsleven) een ontwikkelingsvisie voor 2030 vastgesteld (Stuurgroep Ontwikkelingsvisie Eemsdelta, 2012). Doel is een duurzame economische ontwikkeling, die in balans is met de belangrijke natuurwaarden in de Waddenzee en Eems-Dollard. Daarom is de Eemsdelta een interessant gebied voor innovatieve veiligheidsoplossingen, die tevens meerwaarde bieden voor economische en ecologische ontwikkelingen in het gebied. Na een eerste haalbaarheidsverkenning van mogelijke innovatieve dijkconcepten vielen op basis van de kustmorfologie de buitendijks gerichte oplossingen zoals kwelderontwikkeling af. Als belangrijkste alternatief voor een traditionele dijkversterking bleef het concept van een ‘multifunctionele dubbele keringzone’ over. Als variant voor zowel een traditionele dijk als een multifunctionele dubbele keringzone fungeert het concept van een ‘rijke dijk’, die vooral door materiaalkeuze extra kansen biedt voor de natuur. De planning voor het plan- en besluitvormingsproces was heel strak. De

bevindingen dienden te worden betrokken bij het principebesluit over de dijkversterking in de Stuurgroep Dijkversterking Eemshaven - Delfzijl in december 2014.

Het concept 'multifunctionele dubbele keringzone' bestaat uit twee achter elkaar liggende dijken, die samen minstens zo robuust zijn als één primaire kering. De 'tussenruimte' tussen de dijken is toegankelijk voor getijdeninvloeden en biedt tal van meekoppelkansen voor functies in een brakwatersysteem. In deze studie zijn naast de perspectieven voor natuur de kansen en opbrengsten van de brakwater-ecosysteemdiensten zilte landbouw en aquacultuur, en slibwinning nader verkend.



Figuur 2. Dijktracé Eemshaven – Delfzijl met pilot 'Dubbele keringzone'

1.3 Doel van de studie

De studie kent de volgende doelstelling:

Generieke lessen trekken voor toepassing van de TEEB-benadering in planvormingstrajecten voor waterveiligheidsopgaven in het kader van het Deltaprogramma, op basis van ervaringen bij het 'hands on' werken en kennis inbrengen over ecosysteemdiensten en biodiversiteit in de verkenning van het concept dubbele keringzone bij de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl.

In deze verkenningsfase is met name de haalbaarheid en financierbaarheid aan de orde. Daarom is dan ook snel gefocust op kansrijke productie- en regulatiegerichte ecosysteemdiensten; zij vormen de dragers binnen het concept dubbele keringzone.

In de planvormingsfase kunnen ook nog andere ecosysteemdiensten worden meegenomen, zoals natuurgebonden recreatie. Ook kunnen nog verschillende opties of inrichtingsalternatieven worden vergeleken. Dan zal ook een vergelijkende kosten-batenanalyse worden uitgevoerd.

1.4 Werkwijze

Als leidraad voor de werkwijze in dit project is een concept-checklist opgesteld voor het herkennen en karteren, waarderen en verzilveren van ecosysteemdiensten en het creëren van biodiversiteit in een (waterveiligheids)project. Deze checklist is gaande het project aangevuld op basis van praktijkervaringen (zie figuur 3) Met deze checklist kan gekeken worden in hoeverre ecosysteemdiensten succesvol zijn geïmplementeerd en kunnen blokkades worden geïdentificeerd.

In het kader van het project Verkenningfase voor TEEB-casus Deltaprogramma Waterveiligheid was reeds in juni 2014, in overleg met het Waterschap Noorderzijlvest, de Provincie Groningen en het Programma Rijke Waddenzee, gekozen voor het dijktracé Eemshaven – Delfzijl als casus. Op dat moment waren ook reeds de buitendijkse varianten van mogelijke innovatieve dijkconcepten al afgevallen. De werkzaamheden voor voorliggend rapport vonden plaats in de periode augustus 2014 – januari 2015.

In augustus en september 2014 zijn gegevens verzameld over de fysieke gesteldheid (bodem- en watersystemen) van het plangebied en de bestaande natuur en landgebruiksvormen in de Eemsdelta (land en water). Ook is een beleidsanalyse uitgevoerd naar beleidstekorten en beleidsdoelen in de regio. Aanvullend is een analyse uitgevoerd van mogelijke ecosysteemdiensten die ontwikkeld kunnen worden met het concept van een multifunctionele dubbele keringzone.

In oktober is deelgenomen aan twee ontwerpateliers, die georganiseerd werden in het kader van een ontwerpstudie voor een multifunctionele dubbele keringzone Eemsdelta, uitgevoerd door Bosch Slabbers Landschapsarchitecten en Alterra, in opdracht van de provincie Groningen. In deze werkbijeenkomsten is vanuit dit TEEB-project inhoudelijke input geleverd over biodiversiteit en mogelijke ecosysteemdiensten. Het eerste atelier (2 oktober 2014) had als doel om samen met grondeigenaren, potentiële marktpartijen/investeerders, beleidsinstanties en kennisinstellingen zoveel mogelijk ideeën voor de (programmatische) invulling van het concept dubbele keringzone te verzamelen. Dit atelier heeft bijgedragen aan een eerste prioritering van ecosysteemdiensten op basis van ingeschatte meerwaarde.

Het tweede atelier (20 oktober 2014) had als doel de oogst uit het 1^e atelier te vertalen naar een zoveel mogelijk gedragen concreet ontwerp voor een multifunctionele dubbele kering met brakwaterzone tussen de Eemshaven en Delfzijl. Unaniem is toen in het atelier besloten om in te zetten op een proefproject met een multifunctionele dubbele keringzone, over een dijktraject van 5,5 km vanaf de zuidoosthoek van het Eemshaventerrein tot net onder Laag-Watum (zie figuur 2). Deze afbakening had te maken met een verkenning van de provincie naar welke grondeigenaren zouden willen meedenken over de ontwikkeling van een multifunctionele dubbele keringzone. In het noordelijk deel van het tracé bleek bij een grondeigenaar welwillend tegenover het voorstel te staan en in principe bereid op basis van de vergroeningsregeling van het nieuwe Europees Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) om grond af te staan. Tijdens de workshop was duidelijk dat in het korte tijdbestek van de planvoorbereiding het niet mogelijk zou zijn om alle vragen over veiligheid, kosten en baten en juridische mogelijkheden van een multifunctionele dubbele keringzone voldoende beantwoord te hebben. In een proefproject kan de benodigde kennis wel worden opgebouwd.

De resultaten van dit 2^e atelier zijn in kaartbeelden en beschrijvingen uitgewerkt en vormden de basis voor het vervolgtraject waarin de 'business opportunities' verder zijn verkend, om goed onderbouwd en gekwantificeerd zicht te krijgen op de economische en ecologische perspectieven en haalbaarheid van een multifunctionele dubbele keringzone. De resultaten van de uitwerking en het haalbaarheidsonderzoek zijn eind november teruggelegd aan de deelnemers van de eerdere ateliers.

Na het tweede ontwerpatelier is de vorm en begrenzing van een dubbele dijk met brakwaterzone met verschillende functies uitgewerkt tot het dijkversterkingsalternatief van een multifunctionele dubbele keringzone voor het noordelijk deel van het dijktracé tussen Eemshaven en Delfzijl (van Loon et al., 2015). Dit alternatief wordt ook aangehaald als 'pilot dubbele dijk' waar in drie compartimenten drie verschillende ecosysteemdiensten kunnen worden uitgetest.

In november 2014 heeft de analyse plaats gevonden van de waardering van de natuureffecten en ecosysteemdiensten die in het nieuwe brakwatersysteem ontwikkeld kunnen worden. Zij zijn vergeleken met de huidige waarden van natuur en ecosysteemdiensten in het gebied. De waarderingen zijn grotendeels gebaseerd op expert judgement en in kwalitatieve zin beschreven. Waar mogelijk zijn uitkomsten gekwantificeerd. De waarderingen zijn opgenomen in uitgebreide fact sheets en in dit rapport verwerkt in hoofdstuk 3. In deze fact sheets komen naast de waardering ook de werking en de randvoorwaarden, en de kansen en belemmeringen van de ecosysteemdienst aan de orde. Deze laatste bepalen in hoge mate de doelmatigheid of effectiviteit en haalbaarheid van een dienst. En zijn dus van belang bij een integrale afweging. Begin december zijn de waarderingsresultaten als kansen voor meekoppeling van economie en ecologie met waterveiligheid aangeboden aan de Stuurgroep Dijkversterking Eemshaven – Delfzijl. Deze vormden bouwstenen voor het principebesluit over de dijkversterking, dat is genomen op 8 december 2014.

In enkele achtergrondrapporten zijn de ecologische en economische perspectieven voor natuur en aquacultuur en zilte teelten nader beschreven. Deze rapporten zijn opgenomen als bijlagen 2, 3 en 4. De informatie uit de fact sheets vormde directe input voor de haalbaarheidsstudie WadLAB voor een multifunctionele dubbele keringzone Eemshaven-Delfzijl (van Loon et al., 2015).

In januari 2015 zijn in het kader van deze studie twee interviews gehouden op ambtelijk en bestuurlijk niveau van het waterschap en de provincie over de procesfactoren die van belang zijn geweest bij de planvorming en besluitvorming over de dijkversterking in de periode juni 2014 tot januari 2015. Hierbij is speciale aandacht geschonken aan de rol die de waardering van de baten van natuur en ecosysteemdiensten in de besluitvorming heeft gespeeld.

Op basis van de checklist (figuur 3) is een vragenlijst voor de interviews opgesteld. Ook geldt de checklist als leidraad in dit rapport. De in de checklist genoemde aspecten zijn de basis voor de conclusies in de afsluitende paragrafen van hoofdstukken 2, 3 en 4.

1. ESD zijn herkend en gekarteerd
 - Project kent helder kader, visie of scope-beschrijving dat (naast mogelijke andere alternatieven) vraagt om een natuurinclusief ontwerp waarin ecosysteemdiensten een plek krijgen vanaf de start
 - ESD zijn geïdentificeerd
 - Er ontstaan opties, varianten of alternatieven waarin ESD zijn meegenomen
 - ESD zijn meegenomen/in beeld:
 - Er zijn nieuwe maatschappelijke waarden ontstaan die bijdragen aan oplossing of
 - Er ontstaan nieuwe maatschappelijke waarden die gebruik maken van/voortkomen uit een natuurinclusieve aanpak, of doordat er naast het eigenlijke projectdoel ook natuurdoelen worden gerealiseerd (meekoppeling)
2. ESD zijn gewaardeerd
 - Kwalitatief (soms is vertrouwen/ambitie voldoende, soms meer nodig) of kwantitatief (waardoor alternatieven eenvoudiger vergelijkbaar worden)
 - Uitspraken over doelmatigheid/effectiviteit en schaal
 - Basis voor integrale afweging over haalbaarheid en betaalbaarheid (bv met instrumenten als (M)KBA, watertoets)
3. ESD zijn verzilverd, want zij zijn meegenomen in de besluitvorming
 - Kansen zijn gepakt en belemmeringen het hoofd geboden:
 - Institutioneel: politiek-bestuurlijke besluitvorming en
 - Institutioneel: draagvlak bij belanghebbenden
 - Financiering en verdelingsmechanismen
 - Wet- en regelgeving/toetsing
 - Beheer en onderhoud
 - Kansen voor ESD zijn in de besluitvorming serieus meegewogen, maar er is beargumenteerd niet voor gekozen

Figuur 3. Checklist voor het succesvol implementeren van 'kansen voor ecosysteemdiensten en het versterken van biodiversiteit' in een project op basis van TEEB fasen.

2 Herkennen en karteren van ecosysteemdiensten

De eerste stap in de TEEB-benadering is gericht op het herkennen en karteren van ecosysteemdiensten. Conform de checklist (figuur 3) is nagegaan of het project een helder kader, visie of scope-beschrijving kent, dat vraagt om een natuurinclusief ontwerp, uitgewerkt in opties, varianten of alternatieven waarin ecosysteemdiensten zijn meegenomen die perspectieven bieden voor nieuwe maatschappelijke waarden, die bijdragen aan oplossing voor waterveiligheid, of die voortkomen uit een natuurinclusieve aanpak.

Over het algemeen is de opgave bij waterveiligheid gericht op het sober en doelmatig versterken. Vaak is de aanpak sectoraal. In dit hoofdstuk staan aspecten beschreven die bepalend zijn voor het meewegen van ecosysteemdiensten en het creëren van biodiversiteit in de plan- en besluitvorming bij de dijkversterking Eemshaven - Delfzijl.

2.1 Van beleidsintenties naar een integrale opgave

Voorafgaand aan het besluitvormingsproces over de dijkversterking in de Eemsdelta speelden twee belangrijke beleidsprocessen in de regio: het Deltaprogramma Waddengebied (Deltaprogramma, 2014) en de Ontwikkelingsvisie Eemsdelta 2030 (Stuurgroep Ontwikkelingsvisie Eemsdelta 2030, 2012). Daarnaast spelen de aardbevings- en bodemdalingsproblematiek, de opstelling van het N2000 beheerplan voor het Eems-Dollard estuarium, en ook de introductie van het nieuwe Europees Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) een belangrijke rol bij de regionale ontwikkeling.

Het Deltaprogramma Kust gaat bij de voorkeursstrategie uit van het principe 'meegroei met de zeespiegelstijging' (Deltaprogramma 2014). Dit principe komt voort uit het Nationaal Kader Kust (Deltaprogramma 2011). Dit principe is erop gericht om de natuurlijk demping van de golfslag op de kust te behouden.

Passage uit Deltaprogramma 2015 over de voorkeursstrategie Deltaprogramma Waddengebied

"In de Eemsdelta (Noordoost-Groningen) ligt veel vitale infrastructuur (energyport) in een laag gelegen gebied zonder compartimenteringen (geen slaperdijken). Bij dijkfalen tussen Eemshaven en Termunten inundeert dit gebied tot in de stad Groningen met overstromingsdiepten van meer dan 2 meter. Voor dit kwetsbare gebied zijn, naast het versterken van de primaire kering, vanwege gunstige kosten-baten-ratio's en meekoppeldoelen, het aanleggen van een secundaire kering nabij de stad Groningen en het omkaden van individuele gasinstallaties haalbare oplossingen. Door toepassing van andere dijkconcepten kan de versterking van de primaire kering tussen Eemshaven en Delfzijl worden gecombineerd met ambities voor natuur en economie, welke in de ontwikkelingsvisie Eemsdelta zijn opgenomen."

Voor versterking van de primaire keringen kiest deze strategie ervoor om zo mogelijk deze aan te laten sluiten bij gebiedsontwikkelingen en om met de dijkversterking ook meerwaarde te creëren voor natuur en regionale economie (zie kader). De Ontwikkelingsvisie Eemsdelta 2030 zet in op vergroening van de economie die meer in balans is met de natuur, met name in de N2000 gebieden Wadden en het Eems-Dollard estuarium. In deze visie schakelt de landbouw geleidelijk steeds meer over van voedselproductie naar de productie van groene grondstoffen en duurzame energievoorziening.

Het dijktracé Eemshaven – Delfzijl ligt binnen het risicogebied voor aardbevingen en bodemdaling als gevolg van de gaswinning in Groningen. Dit stelt specifieke eisen aan een toekomstbestendige zeewering. Voor het N2000 gebied Eems-Dollard estuarium geldt de diagnose dat het ecologisch systeem er niet goed voor staat. Het nieuwe GLB leidt tot andere subsidieregelingen voor de landbouw, die meer gericht zijn op versterking van de kwaliteit van het landelijk gebied en minder op inkomensondersteuning. Onderdeel van het GLB is een vergroeningsregeling, waarmee akkerbouwers naast een basispremie ook een vergroeningspremie kunnen ontvangen wanneer zij 5% van het landbouwareaal onttrekken aan agrarische productie.

Om deze beleidsambities en –opgaven voor de Eemsdelta in onderlinge samenhang te realiseren is een Intentieverklaring Dijkverbetering Eemshaven – Delfzijl ondertekend door rijk, provincie, waterschap, gemeenten, natuurorganisaties en bedrijfsleven. Deze Intentieverklaring vormde de beleidsmatige basis voor bestuurlijke samenwerking bij integrale planvorming en beleidskeuze rond deze dijkversterking (zie kader).

Intentieverklaring Verkenningfase Dijkverbetering Eemshaven – Delfzijl (2014)

Het Waterschap Noorderzijlvest, de Provincie Groningen, de Gemeenten Delfzijl en Eemsmond, de Ministeries van EZ en van I&M / Programmabureau HWBP, en het Groninger Landschap spreken over en weer de intentie uit dat:

- Partijen elkaar bestuurlijk en ambtelijk vasthouden tijdens de Verkenningfase waarin de koppelkansen met de versterking van de primaire zeewering tussen de Eemshaven en Delfzijl worden onderzocht op technische en financiële haalbaarheid;
- Partijen zorgvuldig kansen in overweging nemen om ‘werk met werk te maken’;
- Partijen zich gezamenlijk inspannen voor het behouden en bevorderen van maatschappelijk en bestuurlijk draagvlak;
- Partijen streven naar het borgen van integraliteit van de gebiedsontwikkeling;
- Partijen erkennen dat de versterkingsopgave kansen biedt om de ecologische kwaliteit van de Eems te versterken. De concepten van de dubbele keringzone en de Rijke Dijk kunnen bijdragen aan de ecologische kwaliteit van het Eems-estuarium;
- Partijen elkaar ondersteunen met hun kennis en ervaring bij het voorbereiden en uitvoeren van de uitzoek- en onderzoeksvragen;
- Partijen elkaar inzage geven in de onderzoeksvragen ten aanzien van de haalbaarheidsonderzoeken;
- Partijen uiterlijk 31 december 2014 de uitvoeringstechnische en financiële haalbaarheid opleveren van de haalbaarheidsonderzoeken en andere verplichtingen.

2.2 Multifunctionele dubbele keringzone als alternatief

In het kader van het Deltaprogramma Waddengebied is verkend welke innovatieve dijkconcepten het meest kansrijk zijn langs de Waddenkust (van Loon-Steensma en Schelfhout, 2013). Voor het tracé Eemshaven – Delfzijl bleken alleen de concepten dubbele dijk en de robuuste kering (Deltadijk) kansrijk. Zeewaarts gerichte dijkconcepten vielen af vanwege de ligging van een geul dicht langs de kust. In een vroeg stadium is alleen de multifunctionele dubbele keringzone door het waterschap als kansrijk alternatief voor een traditionele dijkversterking beschouwd. De Deltadijk is niet door de provincie en het waterschap meegenomen in het haalbaarheidsonderzoek naar innovatieve dijkconcepten voor dit tracé. Als inrichtingsvariant voor een dubbele dijk of voor een traditionele zeedijk is het concept ‘rijke dijk’ meegenomen in de verkenning. Deze variant biedt vooral door de materiaalkeuze extra kansen voor natuur.

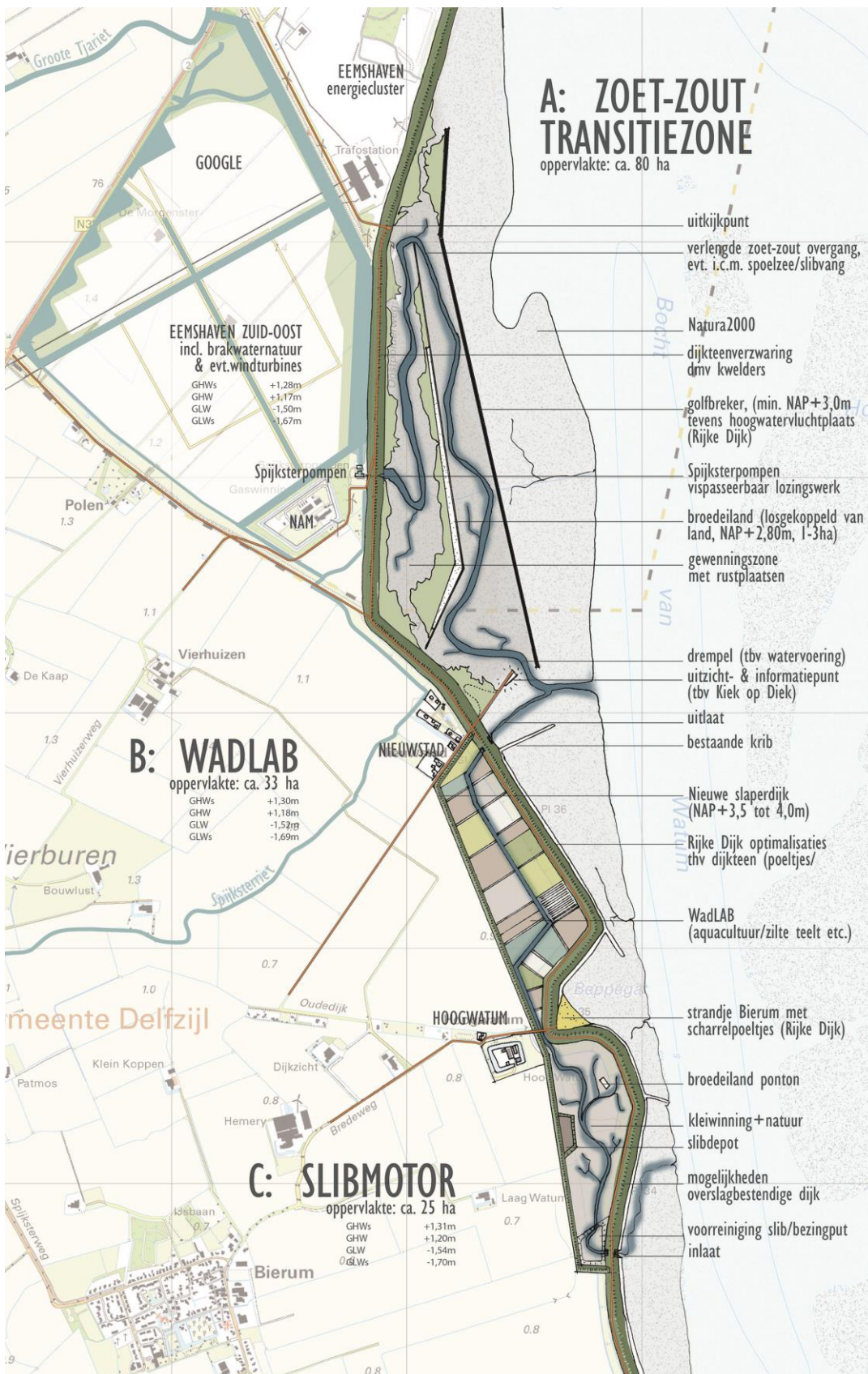
Het innovatieve dijkconcept van een multifunctionele dubbele keringzone bestaat uit twee achter elkaar liggende dijken, die samen minstens zo robuust zijn als één primaire kering. De ‘tussenruimte’ tussen de dijken is toegankelijk voor getijdeninvloeden. In de loop der jaren komt deze ‘tussenruimte’ door opslibbing steeds hoger te liggen en ontstaat op den duur een steeds robuustere kering die het dalende aardbevingsgevoelige achterland beschermt.

De veronderstelling is dat een brakke tussenruimte tussen de dijken tal van meekoppelkansen biedt, niet alleen voor natuur en biodiversiteit, maar ook voor ecosysteemdiensten met een bepaalde economische en maatschappelijke waarde. Hierop wordt later in deze rapportage nader ingegaan. Daarmee kan het concept van de multifunctionele dubbele keringzone een impuls geven aan de maatschappelijke, economische en ecologische vitaliteit van het gebied.

Nadat in een eerste ontwerpatelier een serie mogelijke ontwerpen voor een dubbele keringzone waren geschetst, is tijdens het tweede atelier gekozen voor de ontwerpvariant ‘Geven en nemen’. Deze variant is gelokaliseerd in het noordelijk deel van het dijktracé Eemshaven - Delfzijl. Dit ontwerp onderscheidt een drietal deelgebieden, waarvan het noordelijk gebied buitendijks is geprojecteerd, dus op de huidige wadplaat langs de kust bij de Eemshaven-Zuidoost, en de twee andere gebieden binnendijks. Daarmee leveren zowel de landbouw als de natuur areaal dat voor dit dijkversterkingsalternatief een transformatie zal ondergaan.

In het noordelijk deel (gebied A) blijft natuur de primaire functie en ontstaat een geleidelijke gradiënt van zoet – brak – zout, in plaats van de huidige scherpe overgang zoet – zout bij de zeedijk. In het middelste deel (gebied B) zal de huidige landbouw een transitie ondergaan naar aquacultuur en zilte teelt. In het zuidelijk deel (gebied C) is als primaire functie de sedimentatie en winning van slib voorzien. In alle gebieden zal er ruimte zijn voor brakwater afhankelijke natuur. In bijlage 1 is informatie opgenomen over de ruimtelijke en functionele aspecten voor de drie deelgebieden die onderscheiden zijn in dit gekozen ontwerp.

De ontworpen multifunctionele dubbele keringzone omvat de noordelijke helft van het dijktracé Eemshaven – Delfzijl (zie figuur 4 en 5). Dit gebied zal fungeren als pilot in het kader van de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl.



Figuur 4. Inrichtingsschets 'Geven en nemen' voor een multifunctionele dubbele keringzone in het noordelijk deel van het dijktracé Eemshaven – Delfzijl. Bron: WadLAB (van Loon et al., 2015).



Figuur 5. Vogelvluchtperspectief multifunctionele dubbele keringzone vanaf Eemshaven naar het zuiden. Bron: WadLAB (van Loon et al., 2015).

2.3 Ecosysteemdiensten en biodiversiteit in beeld

Partijen die bestuurlijk betrokken waren bij de voorbereidingen voor de dijkverbetering in de Eemsdelta hadden reeds vastgesteld dat de veiligheidsopgave gerealiseerd zou moeten worden in samenhang met opgaven voor ruimtelijke kwaliteit, leefbaarheid en ecologische en economische ontwikkeling van het gebied. In de Intentieverklaring Dijkverbetering Eemshaven – Delfzijl (augustus 2014) hebben zij de volgende potentiële meekoppelkansen met waterveiligheid genoemd, die ontleend zijn aan de Ontwikkelingsvisie Eemsdelta 2030:

- Nieuwe vormen van primaire productie in plaats van de huidige akkerbouw
- Industriële toepassingen, zoals benutting van restwarmte uit de energiecentrale en andere bedrijven voor algenteelt
- Natuurontwikkeling en versterking van de biodiversiteit
- Realisatie van windturbines op de Oostpolderdijk
- Recreatieve voorzieningen, met name de ontwikkeling van een stadsstrand bij Delfzijl.

In het haalbaarheidsonderzoek voor een multifunctionele dubbele dijkzone zijn ook nog andere ecosysteemdiensten genoemd, behorend bij verschillende mogelijke ontwerpen die tijdens ontwerpateliers zijn besproken (zie van Loon et al., 2015). Nadat tijdens het laatste ontwerpatelier was gekozen voor het verder uit te werken inrichtingsontwerp bleven een beperkt aantal, kansrijk ingeschatte, ecosysteemdiensten in het verdere proces in beeld. Deze meekoppelkansen zijn door de provincie en het waterschap vertaald in vijf opgaven voor de haalbaarheidsverkenning Multifunctionele dubbele keringzone Eemsdelta:

- Waterveiligheid: doel is om op een natuurlijker wijze de kustverdediging mee te laten groeien met de zeespiegel (conform het Deltaprogramma). De concepten van een dubbele dijk en van een rijke dijk passen daarin. Daarnaast kan slib uit de Eems worden afgevangen en benut voor dijkverbetering.
- Invulling nieuwe 5% vergroeningsregeling door de landbouwsector: toepassing van de nieuwe subsidieregeling in het Europees Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) voor realisatie van de natuuropgave in de multifunctionele dubbele keringzone.
- Innovatie landbouw: kansen voor schelpdierteelt en zilte landbouw in een multifunctionele dubbele keringzone.
- Brakwaternatuur i.v.m. zoetwaterconvenant: benutting van de multifunctionele dubbele keringzone voor brakwaternatuur ter compensatie van doorspoeling tegen verbrakking van landbouwgronden.
- Natura2000 opgave: herstel van gradiënt zoet – brak – zout en aanleg van broed- en hoogwatervluchtplaatsen voor wadvogels.

De uitwerking van deze opgaven in het haalbaarheidsonderzoek en de TEEB-studie is uitgevoerd voor het noordelijk deel van het dijkracé Eemshaven – Delfzijl. Voor deze geografische inperking is gekozen om praktische redenen. In dit gebied is de benodigde landbouwgrond voor dit dijkconcept in principe verkrijgbaar, mits daarmee wordt voldaan aan de voorwaarden voor de vergroeningsregeling uit het GLB. Ook was duidelijk dat eerst op kleinere schaal ervaring zal moeten worden opgedaan met het concept van een multifunctionele dubbele keringzone, en dat pas na zo'n experimentele proeffase op grotere schaal een dergelijk innovatief dijkconcept kan worden gerealiseerd.

Parallel aan de TEEB-studie en het haalbaarheidsonderzoek zijn ook andere projecten uitgevoerd bij de voorbereiding van de besluitvorming over de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl. De projecten staan vermeld in de tabel 1. De waardering van ecosysteemdiensten en biodiversiteit vormde ten tijde van het eerste overleg over de pilotkeuze voor TEEB Waterveiligheid – Waddenkust nog geen object van uitgezet onderzoek. Toen is besloten om deze inhoudelijke waarderingsslag via de PBL-opdracht voor het TEEB-project Waterveiligheid Eemsdelta mee te nemen in de planning voor de besluitvorming, en de resultaten uit deze studie te benutten voor het haalbaarheidsonderzoek, in samenhang met de opdracht aan Bosch Slabbers en Alterra voor een Inrichtingsschets Multifunctionele dubbele keringzone. Bij de uitvoering van het TEEB-project is intensief samengewerkt met dit ontwerpproject door deelname aan ontwerpateliers en bij de uitwerking van de resultaten ervan. Daarnaast is gebruik gemaakt van een aantal andere studies voor deze dijkversterking, die in onderstaande tabel zijn genoemd.

Opdrachtnemer	Omschrijving opdracht
Grontmij	Geotechnisch grond- en laboratoriumonderzoek
Deltares	Beoordeling toetsbaarheid van dubbele dijk
Deltares	Aanpassingen DAM aardbevingentoets
Deltares	Uitwerking concept Rijke dijk
Arcadis	Verdiepingslag studie invloed aardbevingen
DLG	Inventarisatie grondposities en benaderen bedrijven en grondeigenaren over bereidheid tot medewerking
Groninger Landschap	Effecten van wisselpolders / evaluatie polder Breebaart

Tabel 1. Studies in het kader van Dijkversterking Eemshaven - Delfzijl

2.4 Conclusies

Hoofdstuk 2 geeft voor de casus TEEB Waterveiligheid Eemsdelta een beschrijving van de wijze waarop de eerste fase uit de TEEB-methodiek (herkennen en karteren van ecosysteemdiensten) is uitgevoerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de checklist die in paragraaf 1.4 in dit rapport is opgenomen, en de daarin opgenomen criteria onder stap 1: ecosysteemdiensten zijn herkend en gekarteerd.

Scope:

- Het project Dijkversterking Eemshaven – Delfzijl kent een helder en breed beleidskader, dat betrekking heeft op waterveiligheid, economische ontwikkeling en versterking van de biodiversiteit. Deze beleidsdoelen zijn voor de Eemsdelta actueel en in onderlinge samenhang beschreven in beleidsplannen als de Ontwikkelingsvisie Eemsdelta 2030 en het Deltaprogramma Waddengebied. Zij leggen de basis voor een integrale bestuurlijke Intentieverklaring Dijkverbetering Eemshaven – Delfzijl (augustus 2014).
- De intentieverklaring geeft aan dat koppelkansen met de versterking van de dijk worden onderzocht, dat partijen streven naar de integraliteit van de gebiedsontwikkeling, en dat partijen erkennen dat de versterkingsopgave kansen biedt om de ecologische kwaliteit van het Eems-estuarium te vergroten.
- In de Intentieverklaring is onderkend dat voor de realisatie een aantal aspecten rondom samenwerking cruciaal zijn: vertrouwen tussen betrokken partijen, bestuurlijk commitment, tijdige afstemming over meekoppelkansen en resultaten van onderzoeken inclusief vertaling naar kansrijke alternatieven.
- De intentieverklaring zorgt ook voor een heldere verantwoordelijkheidsverdeling. De verantwoordelijkheid voor de dijkversterking ligt bij het waterschap Noorderzijlvest. De opdracht van waterschap Noorderzijlvest is het verbeteren van de primaire kering op een sobere en doelmatige wijze. Verder is de ambitie uitgesproken om dit traject van de primaire kering zo snel als mogelijk aardbevingproof te maken. Voor het uitwerken van meekoppelkansen wordt een haalbaarheidsverkenning naar een multifunctionele dubbele keringzone gestart, vinden gesprekken met grondeigenaren in het gebied plaats onder verantwoordelijkheid van provincie Groningen.

Meenemen van ecosysteemdiensten in alternatief en variant:

- In een vroeg stadium is gekozen voor de multifunctionele dubbele keringzone als kansrijk alternatief voor de traditionele dijkversterking. De Deltadijk is niet in beschouwing genomen door de provincie en het waterschap in het haalbaarheidsonderzoek.
- In de haalbaarheidsverkenning van de dubbele keringzone is een alternatief voor een traditionele dijkversterking geselecteerd die perspectieven biedt voor de ontwikkeling van ecosysteemdiensten en versterking van de biodiversiteit. In het proces is ook ruimte gegeven voor de uitwerking van de rijke dijk als inrichtingsvariant, die meerwaarde kan opleveren voor de natuur. De rijke dijk is zowel variant voor een multifunctionele dubbele keringzone als voor de traditionele zeedijk.
- Het ontwerp voor een multifunctionele dubbele keringzone biedt goede perspectieven voor de ontwikkeling van maatschappelijke, economische en ecologische waarden die voortkomen uit een natuurinclusieve oplossing voor de veiligheidsopgave.

3 Waarderen van ecosysteemdiensten

De tweede stap in de TEEB-benadering is gericht op het waarderen van ecosysteemdiensten bij de multifunctionele dubbele keringzone Eemshaven – Delfzijl ten opzichte van een traditionele dijkversterking. De volgende ecosysteemdiensten komen in dit hoofdstuk aan de orde: de productiediensten aquacultuur en zilte landbouw, de productie- en regulerende dienst van de slibvang of -motor en het versterken van de biodiversiteit in de dubbele keringzone en door toepassing van de variant 'rijke dijk'. De kwalitatieve en waar mogelijk kwantitatieve ecologische en sociaal-economische meerwaarde van deze ecosysteemdiensten zijn beschreven. Dit was gericht op het aantonen van de haalbaarheid en mogelijke financierbaarheid van de ecosysteemdienst; een volledige maatschappelijke kostenbatenanalyse is in deze verkenningsfase niet aan de orde. Aandacht is besteed aan de werking van zo'n ecosysteemdienst, de huidige natuurwaarden, randvoorwaarden en risico's, en kansen en belemmeringen die zijn verbonden aan de implementatie ervan. Dit helpt om een indruk te krijgen over de risico's en omtrent de haalbaarheid. Het is nadrukkelijk de bedoeling om in het toekomstige proefgebied te leren door te experimenteren. Daarom zijn ook kennisleemten benoemd.

In november 2014 is in dit TEEB-project de waardering van biodiversiteit en ecosysteemdiensten bij een multifunctionele dubbele keringzone uitgevoerd, en vergeleken met de huidige situatie. De resultaten van deze waarderingen zijn als fact sheets gepresenteerd in de Stuurgroep Dijkversterking Eemshaven – Delfzijl op 8 december 2014. Deze fact sheets zijn in dit rapport opgenomen als paragrafen 3.1 t/m 3.4.

3.1 Waardering dubbele keringzone voor biodiversiteit

Over de ecologische perspectieven en meerwaarde van een dubbele kering met brakwaterzone voor natuur en biodiversiteit is in het kader van deze studie een verkennende studie uitgebracht, die is opgenomen als Bijlage 2. Dit rapport vormt de basis voor de informatie in deze paragraaf.

3.1.1 *Hoe werkt het systeem? Wat zijn de huidige natuurwaarden?*

Langs de gehele Nederlandse kust zijn in de afgelopen eeuw de meeste natuurlijke overgangen van zoet-brak-zout verloren gegaan door aanleg van dammen, bedijkingen en inpolderingen. Deze overgangen zijn ecologisch van groot belang omdat deze veel gradiënten kennen in hoogte, bodemeigenschappen, zoutgehalte en dynamiek. Door o.a. geulverdieping in de Eems verandert het stromings- en sedimentatiepatroon in de Eemsdelta waardoor platen en slikken steeds hoger komen te liggen en kwelders verruigen en verouderen (Bos et al., 2012).

Het gebied A vervult met de aanwezige schelpenbanken een belangrijke functie als foerageergebied voor vogels zoals Noordse stern en Visdief. Het aantal Noordse sterns in het Waddengebied is de laatste 10 jaar gehalveerd. Waarschijnlijk is frequente overstroming van broedgebieden (kleine eilandjes in een dynamisch milieu) een belangrijke oorzaak.

Op de wadplaat Voolhok, aangrenzend aan het gebied A, bevindt zich een veld Groot zee gras. Dit is een van de weinige nog resterende plekken waar deze vegetatie in het Waddengebied nog voorkomt. Bij de uitwerking van dit dijkconcept is het van belang dat het zee grasveld niet nadelig beïnvloed wordt door een dijkconcept met dubbele kering. In de thans binnendijks gelegen gebieden B en C is de biodiversiteit laag.

3.1.2 *Wat is de ecologische meerwaarde?*

De belangrijkste ecologische winst van een parallelle kering met brakwaterzone is dat hierin een groot aantal fysieke gradiënten worden hersteld en de diversiteit aan successiestadia zal toenemen. Dat zal bijdragen aan herstel en versterking van het estuarium als natuurgebied van groot internationaal belang. Door een toename van gradiënten (hoog – laag; zoet – brak - zout; hoogdynamisch – laagdynamisch) neemt de waarde van gebied A als broedgebied, foerageergebied en hoogwatervluchtplaats voor tal van wadvogels toe. Bovendien kenmerken geleidelijke zoet-zout overgangen zich door een hoge productiviteit.

Voor diadrome trekvisen zoals Zeeprík, Rivierprík en Fint biedt een meer geleidelijke overgang van zoet-brak-zout water nieuwe kansen voor vistrek tussen zoet binnendijks en zout buitendijks water. Deze overgang wordt in het ontwerp voor gebied A gerealiseerd door de aanleg van een geul die het uitgeslagen zoete binnenwater via een verlengde route tussen dammen afvoert naar de Eems. Mede doordat gemaal Spijksterpompen passeerbaar is gemaakt voor vis ontstaan hier nieuwe migratiemogelijkheden voor trekvisen.

Met de autonome ontwikkeling van extra oppervlaktewater en moeras met brakwater in het gebied Eemshaven-Zuidoost, aansluitend aan de brakwaterzone in gebied A, ontstaat een omvangrijk samenhangend binnen- en buitendijks brakwatergebied. Hierdoor wordt de ontwikkelingsperspectieven voor trekvisen en vogels nog verder versterkt.

Hoewel natuur geen primaire functie is in de thans binnendijks gelegen gebieden B en C zijn ook hier goede perspectieven voor natuurontwikkeling in combinatie met aquacultuur resp. slibsedimentatie en –winning. Vergelijkbare gebieden in de Zuidwestelijke delta herbergen soortenrijke plantengemeenschappen met een afwisseling van zouttolerante flora en zoetwater-afhankelijke schraallandvegetaties.

Door sedimentatie van slib in gebied C ontstaan hier geleidelijke overgangen in ruimte en in de tijd van zouttolerante naar zoetwatergebonden levensgemeenschappen. Een goede ecologische referentie hiervoor vormen de ontwikkelingen in polder Breebaart. Door periodieke winning van slib wordt de successiereeks weer opnieuw gestart, waardoor ook variatie in de tijd wordt geïntroduceerd, vergelijkbaar met het systeem van petgaten in veengebieden. Beide processen dragen bij aan de biodiversiteit.

3.1.3 *Welke randvoorwaarden en welke risico's gelden?*

Voor een goede trekmogelijkheid voor diadrome trekvisen naar de binnendijkse wateren is het nodig dat de waterkwaliteit in deze waterlopen verbeterd wordt. Belangrijke knelpunten zijn nu nog het geringe doorzicht en de zeer hoge fosfaatgehalten.

Een gecombineerde ontwikkeling van brakwatergebieden binnen- en buitendijks bij gebied A zal naar verwachting leiden tot grotere aantallen vliegbewegingen van vogels (o.a. meeuwen en sterns) tussen land en zee. Door plaatsing van windturbines op de Oostpolderdijk kan dit evenwel leiden tot een grotere mortaliteit van vogels.

Door de gedempte getijwerking en het hoge slibgehalte van het water in de Eems zal tussen de dubbele kering ca. 1,5 cm slib per jaar sedimenteren in gebied A. Om de ecologische waarde van deze geleidelijke overgangszone van zoet – brak – zout water te behouden zouden de geulen in dit gebied regelmatig moeten worden doorgespoeld om het slib te verwijderen. Hiervoor zou gebruik gemaakt kunnen worden van het systeem van een spoelzee, die in de inrichting van het gebied ingepast zou moeten worden.

3.1.4 *Wat zijn de kansen en belemmeringen vanuit beleid en beheer?*

Herstel van geleidelijke overgangen en meer ruimte voor natuurlijke processen en patronen in de Eemsdelta wordt beleidsmatig breed gedragen. Ook wordt ecologisch herstel van gradiënten en brakwatergebieden in de Eemsdelta op rijksniveau gedragen door de Natuurambitie Grote Wateren. Deze ontwikkeling past in de strategie van randverzachting in het Programma Rijke Waddenzee. Ook in de beleidsvisie van het Groninger Landschap voor de Eems-Dollard heeft de ontwikkeling van geleidelijke overgangen van zoet – brak – zout water prioriteit. Ook heeft deze beheerorganisatie behoefte aan meer wisselpolders, als polder Breebaart, omdat deze bijdragen aan de biodiversiteit en aan de oplossing van de slibproblematiek in de Eems-Dollard. Het concept wisselpolder gaat uit van een cyclisch opslibben van laaggelegen, ingeklonken binnendijkse gebieden en tegelijkertijd indijken van hooggelegen buitendijkse gebieden en deze zo beschikbaar te stellen voor traditionele landbouw. Het verwachte resultaat is een brede relatief hoog gelegen bufferrand langs estuaria, dat het achterliggende land beter helpt beschermen tegen calamiteiten dan de huidige strategie van steeds verder verhogen van de dijken.

De Eemsdelta is thans nog niet formeel aangewezen als Natura 2000. Toch is reeds geanticipeerd op deze toekomstige status door rekening te houden met de inhoud van het Beheerplan N2000 voor de Waddenzee. De voorgestelde ontwikkeling van een parallelle kering met brakwaterzone in de Eemsdelta draagt positief bij aan de N2000 doelstellingen uit het beheerplan Waddenzee. De geleidelijke overgangszone tussen zoet en zout bij het gemaal Spijksterpompen is één van de belangrijkste opgaven in het Waddengebied. Ten opzichte van de huidige status van gebied A (droogvallende slikken en platen) zal dit veel ecologische meerwaarde opleveren voor het Waddengebied.

Groninger Landschap streeft de inrichting van meerdere zogenaamde wisselpolders langs de Groningse kust na. Dit is een stelsel van polders die om de beurt worden afgegraven, waardoor verschillende polders met elk een eigen successiestadium en bijbehorende biodiversiteit, met ruimte voor dynamische natuur. Inmiddels heeft het Groninger Landschap hiermee enige ervaring opgedaan in polder Breebaart, een buitendijkse polder ten oosten van Delfzijl. Ook gebied C kan zo'n wisselpolder worden.

3.1.5 *Wat zijn kennisleemten?*

Er is nog heel weinig bekend over de daadwerkelijke ecologische effecten van nieuwe brakwaterzones als geleidelijke overgang tussen land en zee. Bij uitvoering ervan is monitoring van ecologische processen en ontwikkelingen van het grootste belang om in deze kennisleemte te kunnen voorzien.

3.2 Waardering multifunctionele dubbele keringzone als productiesysteem voor aquacultuur en zilte landbouw

Over de economische perspectieven van een dubbele kering met brakwaterzone voor aquacultuur en zilte landbouw is in het kader van deze studie een verkennende studie uitgebracht, die is opgenomen als Bijlage 3. Aanvullend is praktijkkennis over zilte landbouw beschikbaar gesteld door het Zilt Proefbedrijf Texel, zie bijlage 4. Dit rapport vormt de basis voor de informatie in deze paragraaf.

3.2.1 *Hoe werkt het?*

De opgave is om nader te verkennen wat de perspectieven zijn voor brakwater-gebonden productiesystemen. Hoe kan deze aquacultuur worden ingepast in een dubbele kering met brakwaterzone? Ook de impact voor de bestaande landbouw komt aan de orde.

Onder aquacultuur wordt verstaan het proces waarbij vissen, schaal- en schelpdieren worden gekweekt om deze vervolgens te kunnen verhandelen. Meestal vindt aquacultuur plaats in aangelegde bassins; hiervoor zal moeten worden afgegraven en ingericht. De haalbaarheidsanalyse voor aquacultuur is uitgevoerd voor gebied B. In het ontwerp is aan dit gebied aquacultuur als hoofdfunctie toegekend.

Uitgangspunten bij deze verkenning van perspectieven voor aquacultuur zijn:

- Duurzame aquacultuur waarin natuur zoveel mogelijk meelift.
- Bedrijfsvoering vindt plaats in een gebied onder invloed van een getijdensysteem met hoog slibgehalte (open doorstroom systeem); overigens is nog onduidelijk hoeveel slib in gebied C zal sedimenteren voordat het water doorstroomt van gebied C naar gebied B.
- De aquacultuur-activiteit is rendabel (geldt in deelgebied B).

3.2.2 *Perspectieven voor aquacultuur*

Een eerste verkenning van perspectieven voor aquacultuur in de Eemsdelta, voor dit project uitgevoerd door IMARES, betrof de kweek van de volgende soorten: kokkel, mossel, Japanse oester, platte oester, strandgaper, zager, strandgaper en wolhandkrab.

De kweek van kokkel biedt de beste perspectieven omdat de soort goed gedijt in water met hoge slibgehalten en het intergetijdengebied zijn natuurlijke habitat is. Ook is er een goede afzetmarkt aanwezig en is bekend dat gecontroleerde reproductie goed mogelijk is, hoewel ervaring met kweek van kokkels nog gering is. De marktwaarde van de kokkel is wat hoger dan van de mossel.

De *mossel* is een robuuste soort, die zowel op de bodem als in water gekweekt kan worden. Er is een goede afzetmarkt aanwezig voor deze soort, maar de waarde in €/kg is relatief laag.

De *Japanse oester* is een robuuste soort, maar wel gevoelig voor het Herpes virus. De soort kan goed gekweekt worden en er is een afzetmarkt aanwezig. Japanse oester is geen inheemse soort maar komt inmiddels wel veel voor in het Waddengebied.

De *platte oester* kwam tot voor kort veel voor in de Waddenzee en de Eems-Dollard, maar komt niet van nature voor in een intergetijdengebied. De kweek van deze soort (zeker als het lukt om een *Bonamia* resistente soort te kweken) kan bijdragen aan herstel van deze oesterpopulatie in het Waddengebied. Er is een goede afzetmarkt voor de soort, en de mogelijkheden voor gecontroleerde reproductie zijn bekend. Een belangrijk nadeel is dat de soort gevoelig is voor hoge slibgehalten zoals in de Eems-Dollard. De waarde van de soort is hoog.

De *wolhandkrab* heeft eveneens een hoge marktwaarde. Echter de kweekpotentie in zoutwater is nog onbekend. Jonge wolhandkrabben graven holen tot 50 centimeter diep in riviermondingen die onder invloed staan van getijdenwater, tussen de hoog- en laagwaterlijn. De holen liggen vaak dicht opeen, waardoor deze kunnen leiden tot verzwakking van dijken. Hierdoor is de wolhandkrab niet geschikt als kweeksoort in een gebied met een veiligheidsopgave.

De *zager* heeft een hoge marktprijs en een korte reproductiecyclus. De productiemogelijkheden in getijdenvijvers zijn echter onbekend. Om een hoge productie te halen is bijvoeren noodzakelijk.

De teelt van *strandgaper* is niet geschikt in dit systeem omdat een nabijgelegen afzetmarkt afwezig is en de soort een lage marktwaarde heeft.

Het Zilt Proefbedrijf Texel ziet daarnaast nog mogelijkheden voor de teelt van zee kraal en zeeaster in de zone die alleen bij hoogwater net onder water staat, zoals grotendeels het geval is in gebied B.

3.2.3 *Wat zijn kosten en baten?*

Kosten

Kosten bestaan uit inrichtingskosten. Voor aquacultuur zal het gebied moeten worden afgegraven en ingericht.

Baten – Economische waarde

Op basis van bovenstaande overwegingen lijkt de kokkel de meest kansrijke soort voor economische teelt in deelgebied B. De geschatte jaarlijkse opbrengst uit teelt van de kokkel heeft IMARES berekend op € 6.400/ha. Hierbij zijn de volgende aannames gedaan:

- Het systeem staat bij vloed, gedurende 4 uur per dag, onder water.
- Het water heeft een chlorofylgehalte van 5 µg/l.

De opbrengst neemt toe tot ruim € 25.000/ha wanneer het water een chlorofylgehalte heeft van 10 µg/l. Op dit moment is nog niet goed bekend hoeveel het chlorofylgehalte in het water de Eemsdelta bedraagt.

Het Zilt Proefbedrijf Texel is nog wat optimistischer over de verwachte opbrengsten uit de teelt van kokkels. Deze schattingen zijn gebaseerd op eigen ervaringen, modelberekeningen en de actuele marktprijs. De omzet uit kokkelteelt wordt geraamd op € 40.000/ha. Van deze opbrengst moeten nog wel ca. € 8.000 aan bedrijfskosten worden afgetrokken.

Het Zilt Proefbedrijf Texel geeft voor de teelt van zeekraal en zeeaster in de zone die alleen bij hoogwater net onder water staat, een jaarlijkse opbrengstverwachting voor zeekraal van € 20.000/ha en voor zeeaster € 40.000/ha. Daarmee is deze teelt een alternatieve mogelijkheid voor een renderende transitie van akkerbouw naar brakwatersteelt.

3.2.4 *Welke kansen en belemmeringen?*

De gronden in de gebieden B en C worden thans gebruikt voor de akkerbouw, voornamelijk verbouw van (poot)aardappelen, granen, maïs en bieten. Het opbrengstsaldo (de jaarlijkse opbrengst minus kosten) in dit akkerbouwgebied varieert sterk, afhankelijk van de marktprijzen, en ligt tussen € 3.500 en € 6.000.

Beleid: vergroeningsregeling is kans

Het toekomstperspectief voor de korte termijn van deze landbouwsector in Noord Groningen is positief, maar de sector heeft de komende jaren wel te maken met een aantal autonome ontwikkelingen, met name door de invoering in 2015 van het nieuwe Gemeenschappelijk Landbouw Beleid in Europa (GLB). Hoewel nog niet alle GLB-regelingen volledig zijn vastgesteld is wel zeker dat de inkomenssteun aan boeren lager wordt en bovendien meer afhankelijk van de prestaties op het gebied van milieu, landschap, natuur, voedselkwaliteit en dierenwelzijn.

Een van de belangrijke veranderingen is dat agrariërs met meer dan 15 ha bouwland 5% moeten 'vergroenen' wanneer zij in aanmerking willen komen voor subsidie. Dan ontvangen zij, naast de 70% basispremie, ook 30% extra vergroeningspremie. Dit zal neerkomen op een bedrag van ongeveer 400 euro per hectare. Het vergroeningsareaal wordt dus onttrokken aan de agrarische productie. De vergroeningsregeling moet er voor zorgen dat de biodiversiteit wordt verhoogd, gepaard gaande met een toename van de diversiteit in het agrarisch cultuurlandschap.

In de huidige regeling is opgenomen dat van de 5% minimaal de helft (2,5%) van de vergroening gerealiseerd moet worden binnen de eigen perceelgrenzen, en de andere helft mag buiten de perceelgrens (collectief) ingezet worden in bestaande landbouwgrond. Dit is in dit geval niet van belang omdat de gebieden B en C eigendom zijn van 1 agrariër, die in totaal ongeveer 700 ha landbouwgrond in bezit heeft. Deze eigenaar heeft dus 35 ha vergroening nodig om aan de 5% norm te voldoen. Dit areaal zou via transitie van de huidige akkerbouw in de brakwaterzone gerealiseerd kunnen worden. Er is voor dat areaal dus in

feite geen sprake van opbrengstverlies als gevolg van omzetting van akkerland in een brakwaterzone.

Meebewegen met mogelijke verzilting is een kans

De landbouw in dit gebied is sterk afhankelijk van het zoete water dat over een traject van 100 km wordt aangevoerd vanuit het IJsselmeer. Van nature is het water in dit gebied licht brak. Als gevolg van doorspoeling met IJsselmeerwater zijn de condities nu zoet. Het is de vraag of op de lange termijn de zoetwatervoorziening vanuit het IJsselmeer gegarandeerd blijft om de toenemende verzilting door zeespiegelstijging te bestrijden. Verkenningen die gericht zijn op het landbouw onder ziltere condities dragen bij aan transitie die inspelen op veranderende natuurlijke condities.

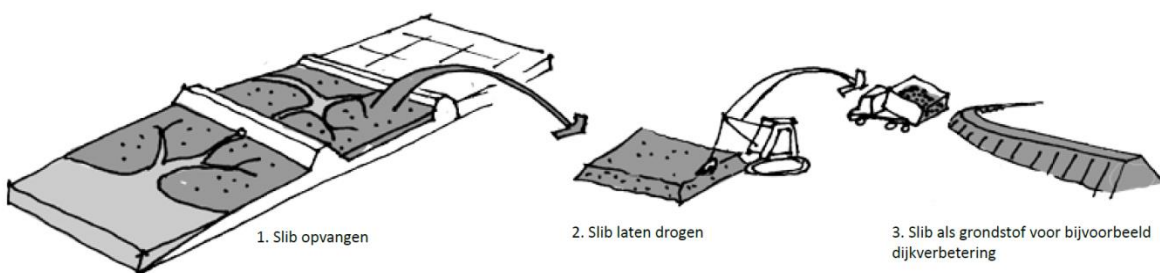
Belemmering: daling van de grondprijzen

De vrees bestaat dat de grondprijzen zal dalen bij omzetting van huidige landbouwgrond in grond voor zilte landbouw en aquacultuur. Daarover bestaat echter geen zekerheid. Deze vrees kan een belemmering zijn voor deze transitie in de landbouw.

3.3 Waardering dubbele keringzone als slibmotor

3.3.1 Hoe werkt een slibmotor? Hoe snel gaat de opslibbing?

Slib invangen, laten drogen en vervolgens als grondstof gebruiken bij dijkversterking: dat is het idee achter de slibmotor (zie figuur 6 en 7). Deze motor, voorzien in gebied C¹, vormt een belangrijk onderdeel van de dubbele kering met brakwaterzone Eemsdelta. De slibmotor kent verschillende doelen. Het draagt bij aan de waterveiligheid, doordat de brakwaterzone tussen de dijken door de natuurlijke opslibbing geleidelijk hoger komt te liggen. De natuurwaarde ter plekke neemt toe, want de dynamiek van water en sediment zorgt voor gradiënten waardoor de biodiversiteit versterkt. Bij voldoende opslibbing kan worden afgegraven; dit leidt tot regeneratie van natuur en draagt op deze manier bij aan variatie in tijd en ruimte en daarmee tot hogere biodiversiteit en natuurwaarde. Bovendien wordt het slib dan gebruikt als grondstof die kan worden gebruikt voor dijkversteving. Tot slot verbetert de natuurwaarde van de Eems-Dollard doordat het slibgehalte van de Eems-Dollard daalt door het wegvangen van slib. De schaal van gebied C is weliswaar beperkt en de effecten zullen amper meetbaar zijn in de Eems-Dollard, maar experimenten als deze zijn belangrijk, want zij dragen bij aan het 'lerend vermogen' en maken toepassing elders mogelijk.



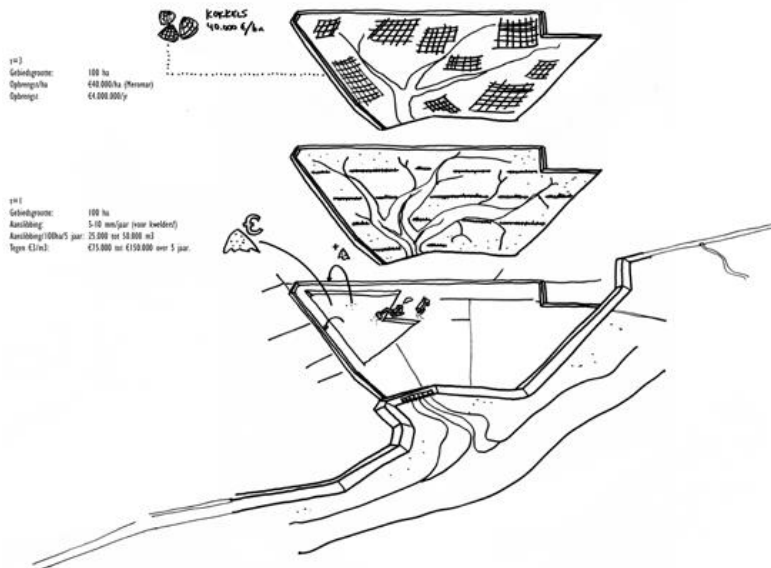
Figuur 6. Concept van een slibmotor (van Loon et al., 2015)

De opslibbing in gebied C is berekend op circa 6 cm per jaar². Door de hoge slibconcentratie en de relatief lage ligging van gebied C zijn de opslibbingssnelheden in gebied C minimaal 1 cm en maximaal 25 cm. De opslibbingssnelheid zal in de loop van de tijd afnemen, doordat

¹ Ook gebied A zou dienst kunnen doen als slibmotor.

² De opslibbing in gebied A is berekend op gemiddeld 1,5 cm per jaar (met een bandbreedte van 0,5 - 6 cm maximaal in de eerste jaren). Echter dit gebied heeft een primaire natuurfunctie; het is niet de bedoeling om af te graven.

het kombergingsvolume³ afneemt als gevolg van de opslibbing. Dit gebeurt sneller wanneer de aanslibbingssnelheden hoog zijn.



Figuur 7. Model van een slibwinpolder in gebied C (van Loon et al., 2015)

In de berekeningen is aangenomen is dat het getij volledig doordringt in gebied C. Dit hangt af van de grootte van de inlaat. Een smallere inlaat resulteert in een opslibbingssnelheid kleiner dan 6 cm per jaar. Waarschijnlijk is de dichtheid van het afgezette slib ongeveer 800 kg/m³ oftewel 8kg/m² aanslibbing bij een laagdikte van 1 cm. De slibconcentratie van het instromende water is ongeveer 100 mg/l gebaseerd op metingen in de periode 1990-2010 bij station S8 wat ter hoogte ligt van gebied C. De concentratie van het uitstromende water is ongeveer 50 mg/l, hiervoor is dus een slibinvangefficiëntie van 50% aangehouden.

De gemiddelde aanslibbingssnelheden zijn iets lager dan gemeten in polder Breebaart. Daar is in de eerste twee jaar zo'n 30 cm opgeslibd en op de hoger gelegen delen 10 cm.

3.3.2 Randvoorwaarden voor ontwerp: Hoe werkt een efficiënte slibmotor? Welke afwegingen?

De opslibbingssnelheid hangt af van de:

- aanvoer van water
- slibconcentratie in het water
- het kombergingsvolume
- de efficiëntie van de slibvang (wordt verhoogd door lage stroomsnelheid, voldoende verblijftijd, (golf)luwte en vegetatieontwikkeling)
- dichtheid van het slib

De slibinvangefficiëntie is afhankelijk van de eigenschappen van het aangevoerde sediment en de verblijftijd van het water in het gebied (wat beïnvloed wordt door het ontwerp van het gebied en de afvoer). Hoe langer de verblijftijd en bijvoorbeeld hoe zwaarder het sediment, hoe meer aanslibbing. De dichtheid bepaalt mede hoeveel cm de opslibbing bedraagt, bij een lage dichtheid zal het slib meer inklinken dan bij een hoge dichtheid.

³ Het kombergingsgebied is een gebied dat via een zeegat vol- en leegstroomt. Het kombergingsvolume is het watervolume dat dit gebied vult.

Bij verschillende pilotprojecten in Duitsland, België, Polen en de Verenigd Koninkrijk is onderzoek gedaan naar het gebruik van geconsolideerd en versterkt bagger in dijken. Over het algemeen is het resultaat van deze onderzoeken positief. De waterdoorlaatbaarheid, erosieklassen stabiliteit van het slib vallen binnen de toepassingsnormen, de draagkracht van de grond is echter niet altijd voldoende voor bebouwing van de dijk (Feijen, 2014).

Waterveiligheid garanderen in relatie tot de grootte van de getijdenduiker

Over het algemeen geldt hoe meer aanvoer van water, hoe hoger de slibconcentratie en hoe hoger het kombergingsvolume, hoe meer opslibbing. De aanvoer van water is afhankelijk van de mate waarin getij kan doordringen tot een gebied, dit is weer afhankelijk van de grootte van de getijdenduiker. De grootte van de getijdenduikers bepaalt in hoge mate hoeveel slib hier kan sedimenteren. Hoe groter de duiker, hoe meer het getij waardoor het slibrijke water naar binnen kan stromen. Maar hoe groter de getijdenduikers, des te lastiger is het om de waterveiligheid te garanderen en aan de normen te voldoen. Hier zal een goede afweging moeten plaats vinden.

Fasere van aanleg dubbele kering met brakwaterzone voor optimaal gebruik van slibmotor

Mocht de aanleg van een dubbele kering op korte termijn niet mogelijk zijn, dan kan in overweging worden gegeven om deze gefaseerd aan te leggen. De voorliggende kering wordt dan versterkt voor een kortere periode dan 50 jaar⁴. Vervolgens worden getijdenduikers aangelegd in de primaire kering en een dubbele kering wordt gemaakt om water onder gemiddelde omstandigheden te keren. In de loop van de tijd zal het tussengebied opslibben en de achterliggende kering kan eventueel verder versterkt worden.

Gebied C afgraven bij start?

De slibconcentratie in de Eems-Dollard is vrij hoog, waardoor gebied C een geschikte locatie voor slibvang is. Het kombergingsvolume is afhankelijk van de diepte en oppervlakte van een gebied. Overwogen kan worden om het gebied af te graven, alvorens het in te zetten als slibmotor.

Versneld aanslibben gebied C?

Gebied C slibt nu gemiddeld 6 centimeter per jaar aan. Om dit te versnellen kan bagger vanuit nabijgelegen havens voor de inlaat van gebied C worden gelegd. Bijkomend voordeel is dat havens hun slib kwijt kunnen en meer slib uit de Eems wordt afgevangen.

Versneld rijpen van het slib

Momenteel is nog onbekend hoe snel het slib verder rijpt en hoe de samenstelling hierdoor verandert. Mogelijkheden om rijpen te versnellen zijn toevoeging van hydraulische bindmiddelen en gebruik van geotextiel buizen (Le Buern et al., 2014; Wortelboer, 2014).

3.3.3 *Wat is de meerwaarde?*

Kosten

De kosten van de slibmotor hangen samen met de het ontwerp van de dubbele kering met afsluitbare getijdenduiker. Met name de grootte van de getijdenduiker is relevant voor de efficiëntie van de slibmotor; zo'n duiker is een kostbaar kunstwerk. Verder gaat het om maatregelen voor veiligheid waar de slibmotor op meelift. Voor de dubbele kering en de getijdenduiker moeten aparte berekeningen worden gemaakt.

Baten - Ecologische waarde

Het inzetten van de slibmotor in gebied C zal zorgen voor dynamische condities. Zowel tijdens het proces van opslibbing, als bij het vergraven ontstaat variatie in ruimte en variatie in

⁴ Ook is het mogelijkheid gebied A als slibmotor in te zetten,

de tijd. Dit draagt bij aan de biodiversiteit en versterkt de natuurwaarde ten opzichte van de huidige situatie.

De Eems-Dollard kent een groot slibprobleem. Onder andere door de bedijking kan het systeem het slib niet meer kwijt. Forse baggerinspanningen zijn nodig om de havens bereikbaarheid te houden. De slibmotor zorgt potentieel voor een verlaging van de slibconcentratie in het estuarium. De voorgestelde slibmotor vangt ongeveer 10 kton slib per jaar in. Dit is relatief beperkt, daarom verwachten we op de schaal van het estuarium geen meetbaar concentratieverlagend effect (ongeveer 0,5%, dit is onmeetbaar gegeven de sterke natuurlijke variatie van de slibconcentratie). Lokaal in de geul voor de slibvangst zal het concentratieverlagende effect wel wat groter zijn, maar wederom wordt geen groot verschil verwacht. De slibmotor zorgt dus niet voor significante baten door verlaging van de slibconcentratie. Indien op meerdere plaatsen in het Eems-Dollard estuarium dit soort slibmotoren worden ingezet, kan het effect uiteindelijk wel significant worden.

Baten – Economische waarde als winbare grondstof

De slibmotor genereert klei voor dijkversterking. Bij dijkversterkingen wordt uitgegaan van 18,12 euro/m³⁵ inclusief BTW voor de kosten, verwerking en aanvoer van klei. Dit kan worden uitgesplitst in 5,50 euro voor de verwerking en ongeveer 7 euro voor de aanvoer van klei. Met de slibmotor wordt dus ongeveer 5,50 euro/m³ inclusief BTW bespaard. Als de klei niet getransporteerd hoeft te worden kan de besparing oplopen tot ongeveer 12,50 euro/m³⁶. Bij 1,5 cm opslibbing per jaar in gebied A kan ongeveer 65.000 euro per jaar verdiend of bespaard worden. In gebied C is dit bij 6 cm opslibbing ongeveer 88.000 euro per jaar. Het optimale moment van afgraven zal moeten worden bepaald door de mate van opslibbing (dat met de jaren afneemt) en de kosten van afgraven te optimaliseren.

De baten lopen op als het winbare slib niet getransporteerd hoeft te worden. Timing van de slibmotor is dus van groot belang. Het uitgangspunt is dat er genoeg gerijpt klei aanwezig is als de nabijgelegen dijken verhoogd moeten worden. Hoe beter de timing hoe hoger de baten zullen uitvallen. Een mogelijkheid is om een dubbele dijk gefaseerd aan te leggen, met de slibmotor uit de eerste fase kan de dubbele kering in de tweede fase worden aangelegd.

Baten – Verminderde footprint

Een bijkomende baat is dat klei voor een dijk niet meer geïmporteerd hoeft te worden uit bijvoorbeeld Litouwen of Estland. De slibmotor reduceert de externe effecten van de transport, zoals CO₂-uitstoot.

3.3.4 *Wat zijn de kansen en belemmeringen in relatie tot belanghebbenden?*

Er moet een geschikte locatie beschikbaar zijn; de beheerder of eigenaar zal deze ter beschikking moeten stellen. Dit zal deze beheerder of eigenaar niet zomaar doen, dus er zal vaak wat tegenover moeten staan. Kansen zijn aanwezig indien inzet van akkerland voor gebruik als slibmotor gerealiseerd zou kunnen worden via de 5% GLB-vergroeningsregeling.

De havenbedrijven Delfzijl en Groninger Seaport storten nu hun bagger in het Eems-estuarium. Het kan aantrekkelijk zijn om de bagger voor de instroomopening van de getijdenduiker te storten. Hierdoor wordt de slibconcentratie ter plekke hoger en het proces van opslibbing versterkt. De bereikbaarheid van de instroomopening bepaalt of het storten goedkoper, danwel duurder wordt.

⁵ Prijspeil 2013

⁶ We nemen aan dat in een situatie zonder en met de slibmotor de opslagfactoren gelijk zijn, daarom worden deze niet meegenomen.

3.3.5 *Wat zijn de kansen en belemmeringen in juridische zin?*

Nieuwe systematiek nodig voor toetsing waterveiligheid

De slibmotor is onderdeel van de dubbele kering met brakwaterzone met een getijdenduiker in de voorliggende waterkering. Dit andere dijkontwerp vraagt om een aangepaste toetsing van waterkeringen. Aanpassing van of een uitzondering in het wettelijk toetsingsinstrumentarium (WTI) is noodzakelijk. Uit studie volgt dat het mogelijk is om een beoordeling voor de waterveiligheid van dit type kering op te stellen. Bij de beoordeling dient rekening te worden gehouden met het effect van de reststerkte indien de voorliggende kering faalt en het effect van het tussengebied, de brakwaterzone waarin de slibmotor een rol speelt, op de hydraulische randvoorwaarden en de golfoploop. Redeneerlijnen hiervoor zijn beschikbaar (zie van Meurs & Kieftenburg, 2014).

Richtlijnen voor ontgraving nodig

Slibwinning zal effect hebben op stabiliteit, er zijn richtlijnen voor ontgraving nodig.

Verwerken van zoute en vervuilde klei

Na invang moet het slib rijpen om uiteindelijk als klei te gebruiken bij dijkversterking. Een complicatie is dat de Nederlandse normen niet toestaan om klei met een hoger percentage dan 4% natriumchloride per gram bodemvocht op een dijk te leggen. Het is nu nog onbekend hoe hoog dit percentage zal zijn. Het is nog niet bekend hoe veel tijd de klei nodig heeft om aan de normen te voldoen en wat dan de kwaliteit van de klei is na rijping. Dit zal moeten worden onderzocht (Böhm, 2014). In Duitsland zijn de normen voor verwerking van mariene klei voor dijkversterking minder streng.

Het slib uit Delfzijl en de Eemshaven is getoetst aan de strengste norm voor hergebruik van het slib voor de functies wonen en landbouw. Hoewel het kwikgehalte te hoog is, voldoen de overige chemische stoffen wel aan de norm. Voor de hoeveelheid kwik zal een oplossing moeten worden gezocht (Feijen, 2014).

3.3.6 *Wat zijn de kansen en belemmeringen in relatie tot beheer?*

Er is bij de dubbele keringzone geen sprake van één dijk die voor waterveiligheid moet zorgen, maar van een veiligheidszone die bestaat uit twee dijklichamen en een tussengebied. Zo'n grotere zone zorgt ervoor dat de complexiteit en omvang van beheer en onderhoud voor het waterschap toeneemt. Ook zal er meer moeten worden samengewerkt en afgestemd. De eigendomsrechten van het opgeslibde sediment in de gebieden A en C moeten worden geregeld, evenals het beheer en onderhoud van de gehele waterveiligheidszone in gebieden A, B en C. Er komt waarschijnlijk een extra partij om het tussengelegen gebied te beheren (bijvoorbeeld het Groninger Landschap). Deze natuurbeheerder moet geïnstrueerd worden over het beheer om waterveiligheid te waarborgen. (Gedeeld) beheer vraagt waarschijnlijk ook om afspraken over gedeelde kosten en/of baten. De wettelijke verantwoordelijkheid voor de waterveiligheid blijft bij het waterschap en kan niet worden overgedragen.

3.3.7 *Welke mogelijkheden zijn er voor financiering?*

Financiering van de multifunctionele dubbele kering en van de slibmotor zijn sterk verweven met elkaar. Zonder dubbele kering geen of veel minder opslibbing en dus geen slibmotor. De dubbele kering zal aan een aantal veiligheidseisen moeten voldoen. Zo zal de getijdenduiker afsluitbaar moeten zijn. Deze extra investeringskosten moeten opwegen tegen de baten van de slibmotor en de baten voor de natuurwaarde. Financieringsmogelijkheden zijn vaak afhankelijk van de baten van een project en de terugverdienmogelijkheden. Dit zal verder onderzocht moeten worden. Mogelijke financieringsbronnen voor de dubbele kering met brakwaterzone zijn:

- HoogWaterBeschermingsProgramma, dat ruimte biedt voor innovatieve oplossingen
- Aardbevingsgelden i.v.m. een aardbevingsbestendige waterveiligheidsoplossing (ministerie van Economische Zaken)
- Compensatie in verband met havenontwikkeling in Natura2000 gebied (havenbedrijf Groningen Seaport): 0,5 Miljoen Euro
- Provincie Groningen: budget voor natuurbeleid in het kader van het Natuurpact
- Innovatiegelden
- Waddenfonds

3.4 Waardering biodiversiteit van een rijke dijk

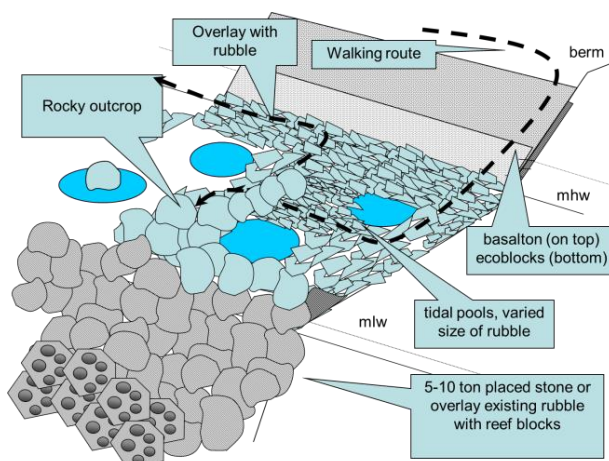
De rijke dijk is een variant voor zowel een multifunctionele dubbele keringzone, als een traditionele dijkversterking. Bij Eemshaven – Delfzijl gaat het bij de variant rijke dijk om het optimaliseren van harde structuren van het dijklichaam, het afsluiten van kribben en het aanleg van een vogeleiland.

3.4.1 Wat is een rijke dijk?

De harde structuren van een Nederlandse dijk hebben een functie voor de ecologie, ze kunnen bijvoorbeeld dienen als kraamkamer of voedselbron voor grotere ecosystemen. Met het rijke dijk concept wordt een dijk niet alleen voor de veiligheid ontworpen, maar wordt ook gedimensioneerd op meerwaarde voor de ecologie en andere functies zoals recreatie. Een rijke dijk is dus niet veel anders dan een geoptimaliseerd traditioneel dijkconcept. De veiligheid van een rijke dijk komt daardoor ongeveer overeen met de veiligheid van een traditionele variant. Benodigde aanpassingen van een traditionele dijk voor de realisatie van een rijke dijk zijn bijvoorbeeld (Baptist et al., 2007, zie ook figuur 8):

- Flauw talud (vergroting intergetijdengebied)
- Onderbreking in het profiel (getijdepoeltjes)
- Materiaalkeuze, voorkeur voor poreus, ruw materiaal met een goed watervasthoudend vermogen (vergroting vestigingsmogelijkheden)
- Steenzetting niet te netjes (kleine poeltjes)
- Brede sortering gestort materiaal (grotere diversiteit holtes, vergroting vestigingsmogelijkheden)

Voorgesteld wordt om over het hele onderzochte dijktracé de bekleding van de traditionele kering te optimaliseren. Dit kan o.a. door het neerleggen van stortsteen of keileem in een open steenstructuur. In gebied B ligt een krib die losgekoppeld kan worden en zo kan dienen als hoogwatervluchtplaats. Ook deze toevoeging past binnen het rijke dijk concept.



Figuur 8: Mogelijk ontwerp van een rijke dijk (De Vries et al., 2014)

3.4.2 Hoe werkt een rijke dijk?

Onderdeel 1: Optimaliseren harde structuren

Een rijke dijk kan worden aangelegd op locaties waar al harde structuren liggen (bijvoorbeeld een kering met stenig afdek materiaal). In plaats van een dijkbekleding van betonzuiltjes of basalt kan op deze plaatsen een bekleding van grof breuksteen of zwavelbeton worden neergelegd. Studies hebben aangetoond dat deze materialen een veel grotere ecologische potentie hebben dan bijvoorbeeld betonzuiltjes (van Duren *et al.*, 2014).

Onderdeel 2: Afsluiten kribben

Het afsluiten en inrichten van de kribvakken kan worden gedaan met (breuk)steen, keileem of koperslakblokken. De lengtes tussen de kribben zijn relatief groot (tussen de 250 en 500 meter), om ze af te sluiten is dus een grote hoeveelheid materiaal nodig. Door het verbinden van de kribben ontstaan verschillende soorten 'zachte' en 'harde' getijdenpoelen. De zachte poelen zullen vooral worden gecreëerd uit keileem, deze gebieden staan langer onder water en kunnen eigenschappen van een subgetijdegebied vertonen. Een harde poel wordt aangelegd in de dijkteen en kan onafhankelijk van de kribben worden aangelegd. De dijk wordt diverser, waardoor ecologische meerwaarde wordt gecreëerd (de Vries *et al.*, 2014).

Onderdeel 3: Vogeleiland

Aan de Waddenzeekust liggen veel lange kribben zonder dat deze een functie hebben. Door de kribben los te koppelen van het vaste land kunnen landpredatoren de kribben niet meer bereiken en kunnen hoogwatervluchtplaatsen en broedplaatsen voor de Noordse Stern en Scholekster worden gecreëerd.

De meeste onderdelen die in de vorige paragraaf genoemd werden zijn getest in een pilot en daarin is aangetoond dat deze bijdragen aan de ecologische meerwaarde van de kering (zie ook onder baten).

3.4.3 Wat is de meerwaarde?

Kosten onderdeel 1: Optimaliseren harde structuren

Geschat wordt dat de kosten van een normale rijke dijk niet veel hoger zijn dan de kosten voor een traditionele dijk. In vele gevallen hoeft immers alleen de dijkbekleding te worden aangepast. Soms is voor de dijkbekleding van een rijke dijk meer materiaal nodig om aan de veiligheidsnorm te voldoen dan voor een traditionele variant. Potentieel zorgt dit voor hogere kosten. De kosten zijn echter sterk afhankelijk van het gebruikte materiaal, deze kosten verschillen onderling sterk. Bijvoorbeeld, eenheidsprijzen voor breuksteen zijn ongeveer 45 euro/m², voor staalslakken is dit ongeveer 30 euro/m², terwijl betonzuilen ongeveer 80 euro/m² kosten. Het vervangen van een betonzuilen dijkbekleding met een breukstenen variant kan in kosten dus positief uitvallen. Een mogelijke meekoppelkans is het gebruik van materiaal van de functieloze kribben langs de Waddenkust voor het rijke dijk concept. Dit kan kosten besparen.

Kosten onderdeel 2: Afsluiten kribben

De kosten voor het afsluiten van kribvakken zijn waarschijnlijk hoger dan de kosten voor een traditioneel dijkconcept of een normale rijke dijk. Dit komt doordat er een grotere hoeveelheid materiaal moet worden neergelegd om de kribvakken af te sluiten. Een groot deel van het materiaal moet worden ingekocht, aangegeven is wel dat er koperslakblokken beschikbaar zijn in het gebied (de Vries *et al.*, 2014).

Kosten onderdeel 3: Vogeleiland

Voor het loskoppelen van een krib om een vogeleiland als broedplaats te creëren is ongeveer 50.000 m³ aan materiaal nodig. Hier is uitgegaan van een minimaal oppervlak van 1 hectare en een hoogte van 0,5 meter boven maatgevend zomerpeil. Dit zal dus een forse investering vragen (de Vries *et al.*, 2014).

Baten – Ecologische waarde

De rijke dijk biedt vooral meerwaarde op het gebied van de ecologie⁷. De rijke dijk vergroot vanaf het voorland tot aan de hoogwaterlijn de diversiteit van habitat, waardoor de kwaliteit van habitat toeneemt. Pilots hebben aangetoond dat na aanleg van een rijke dijk het aantal aanwezige soorten kan verviervoudigen (van der Veen, 2013). Voor het project 'natuurcompensatie Perkpolder' is het ecologisch potentieel van breuksteen versus betonzuiltjes onderzocht. Tabel 2 laat zien dat het potentieel van breuksteen hoger is dan het potentieel van betonzuiltjes voor vrijwel alle soortengroepen (van Duren et al., 2014).

	Potentieel	Risico	Opmerkingen
habitat	+	0	Meer oppervlak, meer diversiteit
vaatplanten	n.v.t.	n.v.t.	De litorale zone is voor vaatplanten die op dijken kunnen groeien weinig interessant
macroalgen	+	?	moeilijk in te schatten of zuiltjes + ecotoplaag andere soorten bevordert dan breuksteen
benthos	+	0	Meer oppervlak en meer diversiteit in habitat zal meer diversiteit in soorten en meer biomassa opleveren
vissen	+	0	Meer en diverser benthos levert meer voedsel, 3D habitat levert tevens beschutting
vogels	+	0	Wegens verstoring wordt aangenomen dat de kruin van de dijk geen goed broedgebied is voor vogels en technische mitigatie is mogelijk
zoogdieren	0	0	Geen effecten verwacht

Tabel 2 . Impact van rijke dijk op habitat (Baptist et al., 2007)

Baptist et al. (2007) stelt dat rijke dijken een rol kunnen vervullen in het bevorderen van de ecologische kwaliteit van een gebied, zoals voor de Europese Kaderrichtlijn Water wordt vereist. De biologische waterkwaliteit kan verbeteren door het vergroten van de diversiteit en het creëren van een ecologisch evenwichtige soortensamenstelling, terwijl de chemische waterkwaliteit mogelijk wordt verbeterd door een toegenomen filtreercapaciteit van schelpdieren en de zuurstofproductie door wieren. Dit sluit aan bij de opgave vanuit de KRW.

In dezelfde studie wordt aangenomen dat door het verbeteren van de vestigingsmogelijkheden voor zeedieren en -planten zoals mosselen, oesters, zeepokken, bruinwieren en anemonen, de ecologische functie van harde substraten kan verbeteren. Soorten uit aangrenzende ecosystemen zoals vissen benutten door verbeterde schuilmogelijkheden en voedselaanbod de harde substraten potentieel meer dan voorheen. Deze verbetering sluit aan bij de opgave op het gebied van macrofauna en vissen in het gebied. De precieze effecten op de ecologie in het gebied ten zuiden van de Eemshaven zijn afhankelijk van het ontwerp.

Het transformeren van een krib tot hoogwatervluchtplaats en broedplaats voor o.a. de Noordse Stern en de Scholekster sluit aan bij de opgave uit de vogel- en habitatrichtlijn om de leefomstandigheden van de te beschermen soorten en habitat te verbeteren.

⁷ De baten voor recreatie zijn waarschijnlijk erg klein, daarom gaan we hier verder niet op in.

In de studie rijke dijk ontwerpen dijktraject Eemshaven – Delfzijl zijn de onderdelen kwalitatief gescoord⁸ door experts op een zevental aspecten. De scores zijn in onderstaande tabel naast elkaar gezet (de Vries et al., 2014).

	Onderdeel 1: Optimaliseren harde structuren	Onderdeel 2: Afsluiten kribben	Onderdeel 3: Vogeleiland
<i>Waterveiligheid</i>	+ Ruwheid draagt bij aan reductie golfoploop, macrostabiliteit buitenwaarts wordt vergroot	0/+ Weinig effect, wel beperkte invloed door reductie golfoploop	0
<i>Verrijking Ecologie</i>	+ Aanhechtingsoppervlak organismen wordt vergroot, schuilplekken nemen toe.	+ Poelen zorgen voor grote diversiteit	+ Hoogwatervluchtplaats en broedplaats voor de stern
<i>Verrijking Landschap</i>	+ Diversiteit neemt toe	+	?
<i>Verrijking Actieve recreatie/educatie</i>	0	0/+	0
<i>Gevolgen voor beheer</i>	0/- Indien goed ontworpen weinig onderhoud; inspectie lastiger.	0	0
<i>Hergebruik en gebruik van materiaal</i>	Variabel, bv. stortsteen of keileem	Breuksteen, keileem en koperslakblokken	Materiaal van aanwezige kribben, breuksteen, materiaal uit verdieping vaargeul
<i>Kosten en financiering</i>	0 Wanneer al nieuwe bekleding moet worden aangebracht (bijna) geen meerkosten	- Meer materiaal nodig	-- Veel materiaal nodig

Tabel 3. Kwalitatieve beoordeling van de variant rijke dijk bij Dijkversterking Eemshaven-Delfzijl op meerwaarde, beheer en materiaalgebruik, en kosten (De Vries et al., 2014)

NB: Het is nog niet duidelijk in welke mate verruwing van het talud een daadwerkelijk golfreducerend effect heeft onder maatgevend omstandigheden. De + bij waterveiligheid is dus nog onzeker. Ook de andere scores zijn gebaseerd op een eerste inschatting en niet op uitvoerig onderzoek.

Baten – Eco-engineering showcase

Aanleg van een rijke dijk is een ‘eco-engineering voorbeeldproject’⁹ voor Nederland, maar ook internationaal is het een potentiële ‘showcase’. Dit draagt uiteindelijk bij aan de kennispositie van Nederland in de wereld.

⁸ Het is niet duidelijk ten opzichte van welke situatie ze zijn gescoord. We verwachten in vergelijking met de huidige situatie.

⁹ Dit geldt niet alleen voor de rijke dijk, maar ook (misschien nog meer) voor de dubbele kering.

3.4.4 Wat zijn de belemmeringen en kansen?

Juridische belemmeringen

De juridische haalbaarheid en onzekerheid rondom het kunnen voldaan aan de veiligheidsopgave kunnen belangrijke belemmeringen zijn. In 2007 bleek uit een haalbaarheidsstudie voor het rijke dijk-concept echter dat rijke dijken met ecologische meerwaarde kunnen worden gerealiseerd, binnen de beperkingen van de primaire functie en van wet- en regelgeving (Baptist et al., 2007). Uit het civieltechnisch onderzoek uit dezelfde studie bleek dat veiligheid ook geen belemmering is:

'Bij het ontwerpen van dijken en zeekeringen is de hoogte belangrijk en de bekleding op het buitentalud. Het onderste gedeelte, een deel van het benedentalud en de teen, is veel minder belangrijk en dit is juist de zone waar het getij en dus de ecologie een rol speelt. Vaak worden deze onderdelen traditioneel ontworpen, maar vanuit de Rijke Dijk gedachte is er heel veel vrijheid. Ecologie en veiligheid, of biologen en civielen, bijten elkaar niet. Integendeel, er is alle ruimte voor samenwerking.'

Financiële belemmeringen

Dan blijven voornamelijk de eventuele meerkosten over als belangrijke belemmering. Er is nog onzekerheid over de (meer)kosten van een rijke dijk concept (investeringskosten en kosten voor beheer en onderhoud). Ingeschat wordt dat het optimaliseren van harde structuren iets duurder is dan een traditioneel dijkconcept. De kosten van onderdelen 2 en 3 zijn beide meerkosten. Afgewogen moet worden of deze kosten opwegen tegen de baten van deze rijke dijk concepten.

Kansen als natuurcompensatiemaatregel

De rijke dijk biedt ook kansen, bijvoorbeeld om ingezet te worden als natuurcompensatiemaatregel.

3.4.5 Wat zijn de financieringsmogelijkheden?

Voor onderdeel 1 is de financiële haalbaarheid naar verwachting goed, aangezien de potentiële meerkosten naar verwachting klein zijn. Materiaal voor aanleg van de rijke dijk kan mogelijk worden gehaald uit de functieloze kribben langs de Waddenzeekust.

Voor meerkosten zal extra financiering moeten worden gezocht. Allereerst kan worden gekeken naar het HWBP. Alternatieven kunnen worden gezocht bij partijen en fondsen die zich inzetten voor de ecologie/natuur, zoals het Waddenfonds, Europese fondsen en de provincie Groningen. Een andere mogelijke financier is Groningen Seaports in het kader van natuurcompensatie.

3.5 Conclusies

Hoofdstuk 3 geeft voor de casus TEEB Waterveiligheid Eemsdelta een beschrijving van de wijze waarop de tweede fase uit de TEEB-methodiek (waarderen van ecosysteemdiensten) is uitgevoerd. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de checklist die in paragraaf 1.4 in dit rapport is opgenomen, en de daarin opgenomen criteria onder stap 2: Ecosysteemdiensten zijn gewaardeerd.

- Het alternatief multifunctionele dubbele keringzone is uitgewerkt naar een pilot met drie deelgebieden met verschillende accenten voor het noordelijke deel van het dijktracé Eemshaven-Delfzijl. De stap om over de gehele lengte van het tracé over te gaan op dit alternatief is op dit moment nog te groot. Men wil eerst leren van ervaringen met het realiseren van deze verschillende ecosysteemdiensten. Vervolgens kan het concept worden toegepast op andere locaties en worden opgeschaald.

- In deelgebied A ligt het accent op het versterken van de biodiversiteit, in deelgebied B ligt het hoofddaccent op aquacultuur in de vorm van kokkelteelt, in deelgebied C op het realiseren van een slibmotor waarmee ter plekke een veiligheidszone kan worden opgebouwd tussen de twee dijken of waarmee een kleiwinningslocatie kan worden gerealiseerd en tegelijk ook de slibconcentratie in de Eems-Dollard wordt verlaagd.
- Aquacultuur, zilte landbouw, opslibbing van land, verbetering van waterkwaliteit en kleiwinning door inzet van een slibmotor zijn de meest relevante ecosysteemdiensten in de verkenning van de multifunctionele keringzone op basis van maatschappelijke en financiële haalbaarheid. Deze diensten zijn gewaardeerd. Het gaat hier om productiediensten en regulerende diensten. Tabel 4. laat zien hoe de onderscheiden ecosysteemdiensten zijn te classificeren volgens de TEEB en CICES-systematiek.

Ecosysteemdiensten	Typering van dienst	TEEB	CICES
1. aquacultuur (kokkels, mosselen, oesters, wolhandkrab en zagers)	productiedienst	Provisioning > food	Provisioning > nutrition > biomass > cultivated crops
2. zilte landbouw (zeekraal, zeeaster, zilte pootaardappelen)	productiedienst	Provisioning > food	Provisioning > nutrition > biomass > cultivated crops animals from in situ aquaculture
3. opslibbing van land, waardoor bijdrage wordt geleverd aan de waterveiligheid	regulerende dienst	Regulation >	Regulation & Maintenance> ediation of flows > flood protection
4. verbetering waterkwaliteit door afname slibconcentratie en waarschijnlijk lichte toename van de primaire productie (en daarmee versterkt het de biodiversiteit) van de Eems-Dollard door inzet 'slibmotor' en wegvangen slib	regulerende dienst	Regulation >	Regulation & Maintenance> Maintenance of physical, chemical, biological and water conditions
5. kleiwinning door inzet 'slibmotor'	productiedienst	Provisioning > raw materials*	Abiotic Provisioning > Abiotic materials > Non-metallic

Tabel 4. Ecosysteemdiensten zoals verwoord in de multifunctionele dubbele keringzone en de relatie met de internationaal gehanteerde TEEB (De Groot et al., 2010) en CICES (CICES, 2013) classificaties van ecosysteemdiensten (weergave: hoofdcategorie > subcategorieën).

Versterken van biodiversiteit

- De multifunctionele dubbele keringzone versterkt de biodiversiteit met name doordat er in deelgebied A een waardevolle brakwaterzone ontstaat met een geleidelijke overgang van

- zoet naar brak naar zout. Deze ecologische meerwaarde is versterkt de bestaande natuurwaarden in deelgebied A. Herstel van een brakwaterhabitat heeft een positief effect voor wadvogels omdat het dient als broed- en foerageergebied en als vluchtplaats. Door het herstel van een geleidelijke zoet-zout overgang kunnen diadrome trekvisseren weer migreren. Ook kan de verbinding met het nieuw te ontwikkelen brakwatergebied Eemshaven-Zuidoost nog extra ecologische meerwaarde opleveren.
- Deelgebied B en C dragen ook bij aan versterken van de biodiversiteit omdat daar soortenrijke zoetwater- en brakwatervegetaties lokaal kunnen gedijen (deelgebied B) en door de variatie in successiefase van de vegetatie (in tijd en ruimte) in de potentiële 'petgaten' (deelgebied C). Op dit moment zijn de natuurwaarden zeer gering in de huidige akkerbouwgebieden B en C.
 - De slibmotor zorgt voor een geringe verlaging van de slibconcentratie in het Eems-estuarium. Omdat de vertroebeling van dit systeem de primaire productie en daarmee ook de draagkracht van het systeem onder druk zet, is een verlaging van deze vertroebeling positief voor de natuurwaarde. De grootte van deelgebied C bepaalt hoe substantieel deze bijdrage is.
 - De rijke dijk-variant bestaat uit drie onderdelen: het optimaliseren van harde structuren, het afsluiten van kribben en het realiseren van een vogeleiland. De Rijke Dijk biedt meer diversiteit in habitat voor zeedieren en –planten, en meer schuilplekken en voedsel voor vis. Ook draagt het bij aan een grotere biologische filtercapaciteit.

Kwantificering van ecosystemendiensten: Economische meerwaarde

- Deelgebied B biedt kansen voor de teelt van kokkels, mosselen, oesters, wolhandkrab en zagers. In het bijzonder de netto opbrengst van kokkels per hectare maakt deze soort commercieel aantrekkelijk voor een experiment. De jaarlijkse opbrengst wordt ingeschat tussen € 6.500 en €25.000 per hectare (door IMARES) en op € 32.000 door het Zilt Proefbedrijf op Texel. Op de hogere delen van deelgebied B bieden zilte teelten perspectief. De opbrengst hiervan wordt geschat tussen € 3.500 en €6.000.
- In deelgebied C biedt de slibmotor een aantrekkelijk verdienmodel. De berekende gemiddelde opslibbing van 6 cm/jr (1 – 25 cm) levert een opbrengst aan klei op ter waarde van 88 k€ per jaar (C; oftewel 3 k€/ha). Ook deelgebied A is een potentiële slibmotor; de klei vertegenwoordigt daar een waarde van 65 k€ per jaar bij een opslibbing van 1.5 cm. Deze klei kan onder bepaalde voorwaarden gebruikt worden voor dijkversterkingen.
- De opslibbing in deelgebied A en C kan worden versneld door havenslib te storten voor de getijdenopeningen.
- Het bijkomend voordeel is dat de footprint voor kleitransport verminderd; momenteel wordt de klei aangevoerd uit Estland. Tevens leidt een slibmotor tot verminderde baggerkosten.
- Als de slibmotor niet wordt afgegraven, kan dit deel van de keringzone ook worden gezien als onderdeel van het waterveiligheidslichaam. De keringen en de zone ertussen vormen samen het lichaam. En dit lichaam groeit mee met de zee. Dit levert mogelijk een bijdrage aan het denken over nieuwe, robuuste, toekomstbestendige keringszones voor waterveiligheid. (nb De kosten van de keringzone zijn buiten de beschouwing van deze studie gebleven).

De waardering van de ecosysteemdiensten hangt in hoge mate af van hoe doelmatig en effectief de gebieden zijn ingericht. In de haalbaarheidsstudie zijn schetsen gemaakt van de drie gebieden en tal van aannames gedaan over het ontwerp. Echter, er is nog niet sprake van een vastgesteld functioneel ontwerp. Dit vraagt om nadere uitwerking, met name voor de aspecten:

- nieuwe systematiek voor toetsing waterveiligheid,
- (juridische en technische aspecten van) het verwerken van zoute en vervuilde klei,
- de complexiteit en omvang van beheer en onderhoud; immers het gaat over een veiligheidszone i.p.v. een kering en daarnaast om medegebruik.

De haalbaarheid van de ecosysteemdiensten lijkt gunstig omdat:

- aangesloten wordt bij de N2000-doelstelling voor een geleidelijke zoet-zout-overgang bij Spijksterpompen, als belangrijke opgave in Waddengebied.
- een nieuwe brakwaterzone een belangrijke meerwaarde zal opleveren aan de biodiversiteitsdoelen in het N2000-beleid.
- mogelijk gebruik kan worden gemaakt van de GLB vergroeningsregeling, die stelt dat elke akkerbouwer 5% van zijn areaal in natuur moet omzetten om extra EU-subsidie te kunnen behouden.
- een akkerbouwer langs het noordelijk deel van het dijktracé interesse heeft om benodigde landbouwgrond voor een proefgebied beschikbaar te stellen in het kader van de GLB vergroeningsregeling.
- een slibmotor voor een aanzienlijke opslibbing per jaar zal zorgen en dus 'werkt'.

De financierbaarheid van ecosysteemdiensten

- Financiering van het alternatief 'multifunctionele dubbele keringzone' vraagt om extra investeringen ten opzichte van een traditionele dijk. Het lijkt mogelijk dat de kosten voor de tweede dijk, strekdam en afsluitbare getijdenduikers zullen kunnen worden toegeschreven aan de veiligheidsopgave en zullen worden neergelegd bij het waterschap. Impliciet wordt er vanuit gegaan dat de extra inrichtingskosten in de deelgebieden voor de economische exploitatie van ecosysteemdiensten door betreffende partijen samen zullen worden gedragen. Hierbij zal ook gekeken worden naar de baten van ecosysteemdiensten en de ingeschatte terugverdienmogelijkheden. Dit moet verder worden onderzocht.
- Mogelijke financieringsbronnen zijn het HoogWaterBescherminsProgramma (dat ook innovatieve oplossingen verkent), Aardbevingsgelden i.v.m. een toekomst-robuste waterveiligheidsoplossing (ministerie van Economische Zaken), mitigatie in verband met Natura2000 (havenbedrijf Groningen Seaport), natuurgelden (Provincie Groningen), innovatiegelden en het Waddenfonds.
- De Rijke dijk-variant bestaat uit drie onderdelen: het optimaliseren van harde structuren, het afsluiten van kribben en het realiseren van een vogeleiland. Geschat wordt dat de kosten van het optimaliseren van harde structuren niet veel hoger zijn dan de kosten voor een traditionele dijk. Het afsluiten van kribben en aanleggen van een nieuw vogeleiland vraagt om een forse extra investering.

4 Verzilveren van ecosysteemdiensten en versterken van biodiversiteit

Het proces rond dijkversterking tussen de Eemshaven en Delfzijl heeft het karakter van integrale gebiedsontwikkeling, dat een groot aantal regionale beleidsopgaven omvat. Het gaat daarbij om lange termijn veiligheid en aardbevingsbestendigheid, economische vitaliteit, landbouwtransitie en versterking van de biodiversiteit, die in onderlinge samenhang uitgewerkt worden. De analyse hoe ecosysteemdiensten in dat proces zijn verzilverd en de biodiversiteit versterkt kan niet worden uitgevoerd zonder eerste alle procesfactoren te hebben geanalyseerd.

De komende jaren zijn met de uitvoering van het Deltaprogramma, de nieuwe KRW-stroomgebiedsbeheerplannen en het Natuurpact, de Rijksnatuurvisie en Natura2000 beheerplannen heel veel wateropgaven en natuurdoelen te realiseren. Het Deltaprogramma geeft aan dat voor een doelmatige uitvoering van de onlangs vastgestelde deltabeslissingen een integrale aanpak zeer gewenst is (Ministerie van Infrastructuur & Milieu, 2014). Opgaven voor waterveiligheid en zoetwater moeten waar mogelijk verbonden worden met de ambities en doelstellingen van andere partijen en sectoren, om een zo groot mogelijk maatschappelijk rendement te halen.

Voor de versterking van dijken langs de Waddenkust kan de multifunctionele dubbele keringzone, als alternatief voor een traditionele dijkversterking, met succes worden toegepast voor dijktracé's waar geen sprake is van natuurlijke kweldervorming. Op dijktracé's met kweldervorming kan beter gebruik worden gemaakt van alternatieven als een groene dijk, die geleidelijk overgaat in de kwelder. De kansen voor een multifunctionele dubbele keringzone langs de Waddenkust zijn gelegen in blauw en rood gekleurde dijktracé's (zie figuur 9).



Figuur 9. Kansrijke strategieën Deelprogramma Waddengebied (Deltaprogramma 2015, 2014)

4.1 Overzicht van procesfactoren bij het benutten van meekoppelkansen

Kansen voor het realiseren van waterveiligheidsopgaven via natuurinclusieve oplossingen zijn er volop, maar deze worden nog maar heel beperkt benut. Bij natuurinclusieve oplossingen wordt gebruik gemaakt van natuurlijk kapitaal (natuurlijke processen en eigenschappen) voor het realiseren van waterveiligheidsopgaven (b.v. kustversterking met behulp van de Zandmotor) of voor het realiseren van nieuwe economische functies of biodiversiteit, in samenhang met waterveiligheid. De vraag is hoe deze kansen verzilverd kunnen worden. In het rapport Water en Natuur – een mooi koppel (Hattum, T. van et al., 2014) worden op basis van in Nederland opgedane ervaringen een reeks factoren genoemd die een rol spelen bij het verzilveren van dergelijke meekoppelkansen. Deze factoren zijn:

1. Urgentie van de opgaven en gemeenschappelijk belang voor realisatie
2. Samenwerking en onderling vertrouwen die vooral gebaat zijn bij zo vroeg mogelijke betrokkenheid in het proces
3. Flexibiliteit in planning en uitvoering om verschillen in timing en fasering van investeringen binnen het project op te vangen
4. Sterk bestuurlijk leiderschap is cruciaal voor een breed gedragen commitment
5. Slim koppelen van budgetten vraagt de nodige creativiteit
6. Kennis en ruimte voor innovatie is nodig voor een goede onderbouwing van de haalbaarheid en effectiviteit van de maatregelen, waarmee betrokken partijen overtuigd kunnen worden van de voordelen van natuurinclusieve oplossingen.

In hoofdstuk 4.4 zal worden beschreven in hoeverre deze meekoppelkansen ook een rol hebben gespeeld als procesfactoren bij de keuze voor het voorkeursalternatief voor de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl. Eerst volgt een toelichting op de beleidsopgaven die in dit proces gerealiseerd moesten worden.

4.2 Opgaven bij de planvoorbereiding

De hoofdoopgave was om in een half jaar te verkennen of een integrale aanpak van de dijkversterking, met ruimte voor de economische en ecologische ontwikkelingen, mogelijk was. Daarbij uitgaande van het voor dit tracé als enig overgebleven innovatieve dijkconcept van een multifunctionele dubbele keringzone, met een rijke dijk als mogelijke inrichtingsvariant. Een randvoorwaarde voor de haalbaarheid van een multifunctionele dubbele dijkzone was of de hiervoor benodigde landbouwgrond langs de dijk in principe beschikbaar was. Dit bleek bij consultatie van de grondeigenaren het geval te zijn. Mede met het oog op deze randvoorwaarde is gekozen voor beperking van het zoekgebied voor dit dijkconcept tot het noordelijk deel van het dijktracé. Dit traject heeft voldoende omvang voor een proef waarin ervaring wordt opgedaan met de werking van dit dijkconcept en effecten voor ecologie en economie.

Nadat duidelijk werd dat benodigde medewerking vanuit de landbouw in principe verkregen zou kunnen worden, dienden nog de volgende opgaven voor dit plangebied te worden verkend:

- Is de veiligheid van een multifunctionele dubbele keringzone toetsbaar en aan welke extra eisen moet een dijk voldoen om aardbevingsbestendig te zijn?
- Wat levert een dubbele keringzone met tussenliggend brakwatergebied op aan economische en ecologische baten? Zo goed mogelijk onderbouwde kwantificering van ecosysteemdiensten.

- Wat zijn de aanlegkosten van een dubbele keringzone met brakwatergebied, in vergelijking met een traditionele dijkversterking, uitgaande van het criterium van aardbevingsbestendigheid?
- Wat zijn de financieringsmogelijkheden hiervoor?

Het TEEB-project richtte zich op de tweede opgave, terwijl de beoordeling op toetsbaarheid van de veiligheid is in een parallel project onderzocht door Deltares (van Meurs & Kieftenburg, 2014)

4.3 Procesfactoren in planuitwerking en besluitvorming

Aan de hand van de door van Hattum et al. (2014) beschreven succesfactoren bij meekoppeling van water- en natuuropgaven wordt per factor beschreven of en zo ja hoe deze een rol heeft gespeeld in het proces voor dijkversterking Eemshaven – Delfzijl. Deze informatie is verkregen uit interviews die in het kader van dit project zijn gehouden met een drietal personen die bestuurlijk of ambtelijk nauw betrokken zijn bij de beleidsvoorbereiding en besluitvorming over deze dijkversterking. De interviews zijn gehouden met de heren:

- J. Lindenbergh (loco dijkgraaf Waterschap Noorderzijlvest; voorzitter van de Stuurgroep HWBP Dijkversterking Eemshaven – Delfzijl)
- P. van Dijken (als omgevingsmanager van het Waterschap Noorderzijlvest betrokken bij de beleidsvoorbereiding)
- M. Buurman (projectleider gebiedsontwikkeling Eemsdelta bij de provincie Groningen).

Succesfactor 1: Urgentie van de opgaven en gemeenschappelijk belang voor realisatie

Dijkversterking was een urgente opgave, omdat de huidige dijk is afgekeurd op stabiliteit terwijl bovendien extra veiligheidsrisico's zijn ontstaan als gevolg van de optredende aardbevingen. Ook een economische impuls voor de regio was een urgente opgave omdat de Eemsdelta een krimpregio is waar ook de leefbaarheid in de kernen sterk achteruit gaat. Ook herstel en ontwikkeling van natuur, met name de gradiënt zoet – brak – zout, werd gezien als een belangrijke opgave voor het N2000 gebied Eems-Dollard estuarium.

De urgentie van dijkversterking is dus zeer hoog, en de wens om deze voor het Waddengebied op een integrale manier wordt breed gedragen in de regio. Dit heeft ertoe geleid dat in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) 2014-2019 de projectoverstijgende verkenning (POV) Waddenzeedijken is opgenomen. Een dergelijke verkenning heeft een breder karakter dan alleen het specifieke en urgente veiligheidsproject, en richt zich met name op innovatieve oplossingen voor dijkversterking. De overige belangen en doelen worden in een POV al direct in de verkenning meegenomen.

In de voorbereiding van het proces was in de bestuurlijke Intentieverklaring over de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl reeds vastgelegd dat een integrale aanpak van veiligheid, economie en ecologie in de Eemsdelta een gemeenschappelijk belang dient voor alle betrokken partijen. Het wordt als een groot bestuurlijk succes ervaren dat op 8 december 2014, bij de besluitvorming over het voorkeursalternatief in de Stuurgroep Dijkversterking Eemshaven – Delfzijl, alle koppelkansen in de lucht zijn gebleven.

Succesfactor 2: Samenwerking en onderling vertrouwen die vooral gebaat zijn bij zo vroeg mogelijke betrokkenheid in het proces

Vanaf de start van het voorbereidingsproces voor de dijkversterking heeft het waterschap andere regionale partijen geïnformeerd over het specifieke integrale en innoverende karakter van de projectoverstijgende verkenning voor dit HWBP-project. Provincie, gemeenten, bedrijfsleven (o.a. Groningen Seaports), natuurorganisaties, de landbouwsector en de recreatiesector zijn in een heel vroeg stadium geconsulteerd. Het waterschap heeft voor dit proces ook een omgevingsmanager aangetrokken. Het Ministerie van EZ is ook vroeg bij dit proces betrokken vanwege de bestuurlijke verantwoordelijkheid voor de aardbevingsrisico's door gaswinning. Uit deze consultaties vloeide de bestuurlijke Intentieverklaring over deze dijkversterking voort.

In dit proces stonden vanaf het begin de partijen bestuurlijk en ambtelijk op één lijn. Dit was voor het proces van eminent belang, omdat de veiligheidsopgave mede door de aardbevingsrisico's zeer urgent is. De overtuiging werd breed gedeeld dat de planning voor het dijkversterkingsproces gehaald moet worden, ook al is de realisatietijd ongekend kort, en dat de doelen voor veiligheid, ecologie en economie gerealiseerd moeten worden.

De vroegtijdige betrokkenheid in het proces werkte positief door in de verkenning van de haalbaarheid van kansrijke innovatieve dijkconcepten die in het tweede half jaar van 2014 is uitgevoerd. Partijen stonden in het algemeen welwillend in het proces, hoewel de houding altijd ook persoonsgebonden is.

Belangrijk voor het brede draagvlak in dit proces was dat er geen uitgewerkt ontwerp op tafel lag waarop partijen konden reageren, maar dat het een gezamenlijk zoekproces was. Eveneens van groot belang was dat deelname in het proces geschiedde op basis van vrijwilligheid. Benodigde grond zou niet onteigend worden; als grondeigenaren niet zouden willen meewerken en er geen grond beschikbaar zou komen, dan zou men noodgedwongen afstappen van het concept van een multifunctionele dubbele keringzone. De afwezigheid van dreiging van onteigening is als positief ervaren en heeft eraan bijgedragen dat benodigde grond beschikbaar kwam.

Er was een brede consensus dat een innovatieve oplossing voor de kustveiligheid kansen kan opleveren voor de eigen belangen, maar dat het daarvoor belangrijk is om ook oog te hebben voor elkaars belangen. Dit werkte o.a. door in de keuze van het ontwerp voor een dubbele keringzone (als proefgebied) waarbij zowel de landbouw als de natuur areaal zal inbrengen om tot realisatie te komen. Dit werd geïllustreerd door de naam van de gekozen ontwerpvariant: 'Geven en nemen'. Zo ontstond het beeld dat er in dit proces geen sprake is van winnaars en verliezers.

Succesfactor 3: Flexibiliteit in planning en uitvoering om verschillen in timing en fasering van investeringen binnen het project op te vangen

Deze succesfactor bij meekoppelingsprojecten speelde hier maar heel beperkt een rol. De dijkversterking is dermate urgent dat er hoegenaamd geen speelruimte zit in de planning. Hiervoor is bij alle partijen begrip omdat het over veiligheid van de regio gaat. Deze unaniem erkende noodzaak om de planning voor de dijkversterking te halen werd in dit proces ervaren als een voordeel, waardoor geen tijd verloren is gegaan aan minder kansrijke doelen, en men kon focussen op haalbare kansen waarvoor partijen zich (bestuurlijk en zakelijk) ook verantwoordelijk verklaren.

Wel is in het proces belangrijk geweest om meerdere opties voor een multifunctionele dubbele keringzone open te houden, en om dat ook uit te dragen. Er lag geen blauwdruk voor dit dijkconcept. Ook het huidig ontwerp voor het voorkeursalternatief kan zo nodig alsnog worden aangepast, mits wordt vastgehouden aan de beleidsopgaven.

In de Stuurgroep voor deze dijkversterking is besloten om in principe de voorgestelde pilot voor een multifunctionele dubbele keringzone te gaan uitvoeren. Wel moet helderheid ontstaan over de eisen aan het dijkontwerp voor voldoende veiligheid en aardbevingsbestendigheid, en over de aanlegkosten ervan. Ook zullen de komende periode de overige betrokken belangen en perspectieven nader uitgewerkt moeten worden, zoals de (juridische) inpasbaarheid van het ontwerp in N2000 doelen voor het Eems-Dollard estuarium, uitgewerkte verdienmodellen zoals voor aquacultuur en zilte landbouw, en uitwerking van de vergroeningsregeling bij de transitie van benodigd akkerland.

Succesfactor 4: Sterk bestuurlijk leiderschap is cruciaal voor een breed gedragen commitment

Waterschap en provincie hebben zich gezamenlijk sterk gemaakt om dit proces in korte tijd tot een goed einde te brengen. Ook was van groot belang dat de vertegenwoordiger van natuurorganisaties in de Stuurgroep bereid was tot een flexibele invulling van het beschikbare areaal aan natuurcompensatie in de Eemdelta. Bij de Stuurgroepvergadering over het voorkeursalternatief heeft de vertegenwoordiger van het waterschap alle bestuurders gecompimenteerd met hun bijdrage aan dit proces, met als resultaat dat geen enkel belang als meekoppelkans uit de boot is gevallen.

Succesfactor 5: Slim koppelen van budgetten; dit vraagt de nodige creativiteit

Bij de verkenning van de haalbaarheid voor een dubbele keringzone waren 5 opgaven geformuleerd voor de aspecten waterveiligheid inclusief slibwinning, toepassing GLB vergroeningsregeling, brakwater natuur, transitie landbouw naar aquacultuur en Natura2000 opgave. Voor dit haalbaarheidsonderzoek zijn verschillende opdrachten verstrekt vanuit verschillende budgetten (provincie, EZ, PBL, waterschap) voor studies en verkenningen die parallel en zoveel mogelijk in onderlinge samenwerking in korte tijd zijn uitgevoerd. Dit vereiste enerzijds een goede coördinatie bij de opdrachtverstrekkingen, en anderzijds een flexibele houding van onderzoeksinstellingen om samen te werken en tijdig informatie uit te wisselen.

Financiering van de aanleg van een dubbele kering met brakwaterzone en van een slibmotor zijn sterk verweven met elkaar. Zonder dubbele kering is er geen of veel minder opslibbing en dus geen slibmotor. De dubbele kering zal aan een aantal veiligheidseisen moeten voldoen; de getijdenduiker moet bijvoorbeeld afsluitbaar zijn. Deze extra investeringskosten moeten opwegen tegen de baten van de slibmotor en van aquacultuur en zilte teelten, en de baten voor natuur en biodiversiteit. Financieringsmogelijkheden zijn vaak afhankelijk van de baten van een project en de terugverdienmogelijkheden. Dit zal verder onderzocht moeten worden. Mogelijke financieringsbronnen voor de dubbele kering met brakwaterzone zijn:

- Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), die ruimte biedt voor innovatieve oplossingen
- Aardbevingsgelden i.v.m. een toekomstbestendige waterveiligheidsoplossing (Ministerie van Economische Zaken)
- Natuurcompensatie in verband met havenontwikkeling in Natura2000 gebied (havenbedrijf Groningen Seaport)
- Provincie Groningen: natuurontwikkeling EHS
- Kaderrichtlijn Water (Stroomgebiedbeheerplan Eems)
- Innovatiegelden
- Waddenfonds

Succesfactor 6: Kennis en ruimte voor innovatie is nodig voor een goede onderbouwing van de haalbaarheid en effectiviteit van de maatregelen, waarmee betrokken partijen overtuigd kunnen worden van de kansrijkdom en voordelen van natuurinclusieve oplossingen.

In korte tijd moest de haalbaarheid van een multifunctionele dubbele keringzone als natuurinclusief alternatief voor een traditionele dijkversterking verkend en aangetoond worden. Deze haalbaarheid was deels gebaseerd op aanwezigheid van voldoende draagvlak (medewerking van grondeigenaren; bestuurlijke en maatschappelijke participatie en onderling vertrouwen) en deels op kennis over veiligheid en meekoppelkansen. Daarbij heeft ook de waardering van ecosysteemdiensten en versterking van de biodiversiteit uit het TEEB-project Waterveiligheid een belangrijke rol gespeeld. In het TEEB-project zijn de perspectieven voor deze diensten en het natuurlijk kapitaal bij een multifunctionele dubbele kering met brakwatergebied zo goed mogelijk gekwantificeerd en waar relevant vergeleken met diensten en natuurlijk kapitaal in de huidige situatie. De resultaten van deze waarderingen voor natuur (biodiversiteit), economie (aquacultuur en zilte teelten) en veiligheid (slibmotor), die beschreven zijn in hoofdstuk 3, bleken voor de besluitvorming over het voorkeursalternatief voldoende uitgewerkt en onderbouwd voor de Stuurgroep om vast te stellen dat deze meekoppelkansen voldoende perspectief bieden om in het vervolgtraject verder uitgewerkt te worden. De focus bij deze uitwerkingen zal liggen op een nadere specificatie kosten en kostendragers, en van baten en verdienmodellen.

4.4 Conclusies

Als we de resultaten van deze procesanalyse samenvatten volgens de criteria voor stap 3 van de TEEB-methodiek (zie checklist hoofdstuk 1), komen we tot de volgende conclusies ten aanzien van het verzilveren van ecosysteemdiensten en biodiversiteit in dit integrale dijkversterkingsproces.

- Kansen zijn gepakt en belemmeringen het hoofd geboden. Zowel in de beleidsvoorbereiding (de uitvoering van de haalbaarheidsverkenning) als in de bestuurlijke besluitvorming zijn geselecteerde mogelijkheden voor nieuwe functies binnen het concept van een dubbele dijk, inclusief toename van biodiversiteit en ecosysteemdiensten, overleefd. Er is in dit proces gekozen voor een voorkeursalternatief waarin alle ruimte is voor ecosysteemdiensten en voor versterking van de biodiversiteit. Wel is om pragmatische redenen gekozen voor een geografische beperking wat betreft het zoekgebied voor een multifunctionele keringzone, omdat in dat gebied kansen lagen voor het verwerven van benodigde landbouwgrond. Daarmee is vermeden dat elders in het gebied, waar mogelijk deze beschikbaarheid niet op korte termijn duidelijk zou worden, belemmeringen zouden ontstaan voor de besluitvorming over dit concept.
- Bij de direct belanghebbende partijen (provincie, waterschap, gemeenten, landbouw, natuur, bedrijfsleven) was bij aanvang van het TEEB-project reeds draagvlak voor een integrale aanpak, ook voor een natuurgerichte benadering van de dijkversterking. Dit draagvlak is geformaliseerd in de bestuurlijke Intentieverklaring over integrale aanpak van deze dijkversterking, en werkte ook positief door in het proces van de ontwerpdeliers voor de haalbaarheidsverkenning.
- Over financiering en verdeling van kosten is nog geen besluit genomen, omdat de kosten van het alternatief, en ook van een traditionele dijkversterking, nog nader berekend moeten worden. Ook moet nog worden bepaald wat het kost om de dijk 'aardbevingproof' te maken. Wel is een inventarisatie uitgevoerd van financieringsmogelijkheden die voor verschillende onderdelen van het multifunctionele dijkconcept ingezet kunnen worden.

- In de haalbaarheidsverkenning is wel verkend of dit dijkconcept in principe realiseerbaar is binnen de wet- en regelgeving, met name voor N2000 en het nieuwe GLB en de vergroeningsregeling daarbinnen. Dit dijkconcept lijkt, op basis van de perspectieven voor natuur en biodiversiteit, wel realiseerbaar binnen deze beleidskaders. Maar een definitieve juridische toetsing van deze inpasbaarheid zal nog moeten worden uitgevoerd.
- Uit de beoordeling toetsing van dubbele dijk blijkt dat de toetsing weliswaar complexer wordt, maar wel mogelijk is.
- De aspecten van beheer en onderhoud van de multifunctionele dijkzone zijn nog niet expliciet aan de orde geweest in de fase van haalbaarheidsverkenning, waarin de TEEB-studie is uitgevoerd. Deze zullen nader worden uitgewerkt in de planfase 2015.

5 Conclusies

In een zeer hoog tempo is bij de Verkenning van Dijkversterking Eemshaven-Delfzijl in een aantal parallelle trajecten informatie verzameld, die geleid heeft tot het besluit om in de planvormingsfase de multifunctionele dubbele keringzone als voorkeursalternatief mee te nemen. De TEEB-studie, uitgevoerd in de periode van augustus 2014 - januari 2015, heeft aan dit plan- en besluitvormingsproces bijgedragen door het waarderen van de perspectieven van een multifunctionele dubbele keringzone voor de biodiversiteit en voor ecosysteemdiensten. Door gebruik te maken van bestaande informatie, aansluiting te zoeken met de andere lopende trajecten en door een aantal berekeningen te laten uitvoeren kon deze relatief kleine TEEB-opdracht voldoende 'body' krijgen om een volwaardige rol te spelen in de besluitvorming. De economische en ecologische perspectieven voor een multifunctionele keringzone bleken voldoende uitgewerkt, onderbouwd en gekwantificeerd om in de besluitvorming over de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl voor dit alternatief te kiezen als voorkeursalternatief. Dit voorkeursalternatief wordt in 2015 nader uitgewerkt. In de fase van planuitwerking van het voorkeursalternatief zullen de kosten en baten van een multifunctionele dubbele dijkzone nader worden uitgewerkt. Daartoe zullen voor de verschillende functies verdienmodellen worden opgesteld, samen met geïnteresseerde exploitanten.

Lessen uit deze pilot zijn:

1. De TEEB-methodiek met de stappen herkennen, waarderen en verzilveren van ecosysteemdiensten en meerwaarde voor biodiversiteit is goed toepasbaar in integrale gebiedsontwikkelingsprocessen. De methodiek kan iteratief worden toegepast, b.v. bij nadere aanscherping en verfijning van de alternatieven.
2. Een helder (regionaal) beleidskader of –visie op natuur en duurzame economische ontwikkeling is essentieel om een natuurinclusief alternatief voor een standaard oplossing succesvol met vertegenwoordigers uit de regio te bespreken en uit te werken in een breed gedragen ontwerp.
3. Een bestuurlijke intentieverklaring hierover is van groot belang om tot een snelle en breed gedragen besluitvorming te komen, waarin kansen voor natuur en ecosysteemdiensten volwaardig worden meegenomen.
4. Een goede kennis over de fysieke gebiedseigenschappen en -processen (land en water) is cruciaal om een passend alternatief, zoals een dubbele dijk voor het tracé Eemshaven-Delfzijl, te kiezen en om de ervaringen bij uitvoering van dat alternatief goed te kunnen extrapoleren naar andere kansrijke gebieden.
5. De fase van verkenning van de haalbaarheid van een multifunctionele dubbele dijkzone voor dit dijktracé heeft geleerd dat het beschermend karakter van N2000 niet belemmerend hoeft te zijn voor een oplossing die weliswaar veranderingen zal veroorzaken in een N2000 gebied, maar op systeemniveau een ecologische meerwaarde zal opleveren. Het conserverend karakter van N2000 hoeft dus niet een obstakel te betekenen voor het ontwikkelingsgerichte karakter van veel Deltaprogramma projecten.

Bij de opdrachtverlening voor dit TEEB-project stonden vragen stonden centraal.

- Leidt het vroegtijdig identificeren en waarderen van 'natuurinclusieve' oplossingen bij een integrale benadering tot andere uitkomsten?
- Hoe kunnen barrières voor 'natuurinclusieve' oplossingen met een hoger maatschappelijk rendement overwonnen worden?
- Welke aanvullende financiering is nodig, welke mogelijkheden zijn er voor aanvullende financiering?

Op basis van de resultaten van het onderzoek voor de dijkversterking Eemshaven-Delfzijl kunnen deze vragen als volgt beantwoord worden.

1. Voor de Eemsdelta waren nog voorafgaand aan de verkenningsfase voor de dijkversterking verschillende ambities voor natuur en duurzame economische ontwikkeling geformuleerd in de Ontwikkelingsvisie Eemsdelta 2030. Deze economische en ecologische doelstellingen zijn in een bestuurlijke Intentieverklaring in relatie gebracht met innovatieve oplossingen voor de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl. Deze integrale aanpak is ook opgenomen in het Deltaprogramma Waddengebied als kansrijke innovatieve oplossing voor de waterveiligheid. Door deze vroegtijdige identificatie van koppelingkansen met natuur en duurzame economische ontwikkeling werd besloten tot een haalbaarheidsverkenning van dijkconcepten die ruimte zouden bieden voor versterking van de biodiversiteit (met name in relatie tot het N2000 gebied van het Eems-Dollard estuarium) en voor nieuwe productie- en regulatiediensten die inspelen op herstel van natuurlijke processen.
2. In de haalbaarheidsanalyse zijn kansen voor versterking van de biodiversiteit en voor nieuwe economische dragers door herstel van natuurlijke processen zoveel mogelijk gekwantificeerd, zodat een voldoende onderbouwd besluit genomen kon worden over de haalbaarheid van een multifunctionele dubbele dijkzone. Met deze kwantificering is een eerste mogelijke bestuurlijke barrière voor de selectie van de multifunctionele dubbele dijk als voorkeursalternatief genomen. Belangrijk was ook om de haalbaarheid van een dubbele dijkzone als natuurinclusieve oplossing te beperken tot het deel van het dijktracé, waarvoor het benodigd areaal hiervoor beschikbaar bleek, en om voor dat gedeelte te kiezen voor de uitvoering van een praktijkexperiment. Daarmee ontstond ruimte en tijd om benodigde ervaring op te doen met de diverse functies van een dubbele dijkzone.

Literatuurlijst

Baptist, M., van der Meer, J., de Vries, M., 2007. De rijke dijk: Ontwerp en benutting van harde infrastructuur in de getijzone voor ecologische en recreatieve waarden. TU Delft, Delft; Port Research Centre Rotterdam.

Böhm, C., 2014. A wide green dike in the Dutch Eems-Dollard: A feasibility study [Bachelor's thesis]. Van Hall Larenstein Hogeschool, Leeuwarden.

Bos, D., Büttger., H., Esselink, P., Jager, Z., de Jonge, V., Kruckenberg, H., van Maren, B., Schuchardt, B., 2012. De ecologische toestand van het Eems-estuarium en mogelijkheden voor herstel. Programma Naar Een Rijke Waddenzee, Altenburg & Wymenga, Leeuwarden/Veenwouden.

CICES, 2013. Common International Classification of Ecosystem Services, version 4.3 (www.cices.eu)

Deltaprogramma 2014. Werk aan de delta. Kansrijke oplossingen voor opgaven en ambities.

De Groot et al., 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations; Chapter 1 Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation

Duren, L.A. van, Wortelboer, F.G., Ysebaert, T.J., van Ryckegem, G., de Vries, M.B., 2014. Beoordeling ecologisch potentieel van alternatieve dijkbekledingen in project 'Natuurcompensatie Perkpolder'. Deltares, Delft.

Feijen, R., 2014. Factsheet: Baggerspecie Eemshaven en Delfzijl. Groningen Seaport

Hattum, T. van, Kwakernaak, C., Tol-Leenders, T.P. van, Roelsma, J., Broekmeyer, M.E.A., Schmidt, A.M., Hartgers, E.M., Nysingh, S.L., 2014. Water en natuur: een mooi koppel! : onderzoek naar de succesfactoren, belemmeringen en kansen voor het meekoppelen van water- en natuuropgaven. Alterra-rapport 2533, Wageningen.

Jansen, H., Kamermans, P., Poelman, M., 2014. Kansen voor aquacultuur binnen het 'dubbele dijken concept' langs de Eems-Dollard (bijlage 3 bij dit rapport).

Kwakernaak, C., van der Hoek, D-J., Paulissen, M., 2014. Ecologische perspectieven van een parallele kering met brakwaterzone in de Eemsdelta (bijlage 2 bij dit rapport).

Le Buern, M., Boutouil, M., Saussaye, L. Lescarmontier, D. 2014. Geotechnical and Mechanical Characterisation of three marine dredged sediments treated with hydraulic binders. Université de Cean Basse-Normandie. Caen France.

Loon, T. van, Officer, I., Slabbers, S., Spijkerman, A., 2015. WadLAB: Haalbaarheidsstudie multifunctionele dubbele keringzone Eemshaven Delfzijl. Bosch Slabbers Landschapsarchitecten, Den Haag.

Loon-Steensma, J.M. van, de Groot, A.V., van Duin, W.E., van Wesenbeeck, B.K., Smale, A.J., 2012. Zoekkaart kwelders en waterveiligheid waddengebied: Een verkenning naar locaties in het Waddengebied waar bestaande kwelders of kwelderontwikkeling mogelijk kunnen bijdragen aan waterveiligheid. Alterra, Alterra-rapport 2391, Wageningen.

Loon-Steensma, J.M. van, Schelfhout, H.A., 2013. Gevoeligheidsanalyse Innovatieve Dijken Waddengebied: Een verkenning naar de meest kansrijke dijkconcepten voor de Waddenkust. Alterra, Alterra-rapport 2483, Wageningen.

Loon-Steensma, J.M. van, Schelfhout, H.A., van Hattum, T., Smale, A., Gözüberk, I., 2014. Innovatieve dijken als strategie voor een veilig en aantrekkelijk Waddengebied: Samenvatting van het Deltaprogramma Waddengebied onderzoek naar innovatieve dijken. Ministerie van Infrastructuur en Milieu; Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.

Meurs, G. van, Kieftenburg, A., 2014. Dubbele dijken, een verkenning voor Eemshaven-Delfzijl: Beoordeling van de toetsbaarheid. Deltares, 1209152-003, Delft.

Ministerie van Infrastructuur & Milieu, 2014. Deltaprogramma 2015. Werk aan de Delta. De beslissing om Nederland veilig en leefbaar te houden. Den Haag.

Oosterhuis F, Ruijs, A., 2015. Natuurlijk Kapitaal Nederland, Een conceptuele verkenning en afbakening van het TEEB-kader, PBL, Bilthoven.

Stuurgroep Ontwikkelingsvisie Eemsdelta, 2012. Ontwikkelingsvisie Eemsdelta 2030. Groningen. Samen denken, samen doen.

Veen, J. van der, 2013. Klimaatadaptatie deel 5: Noordzeekust [online]. <http://www.duurzaamgebouwd.nl/overheid/20130927-klimaatadaptatie-deel-5-noordzeekust>

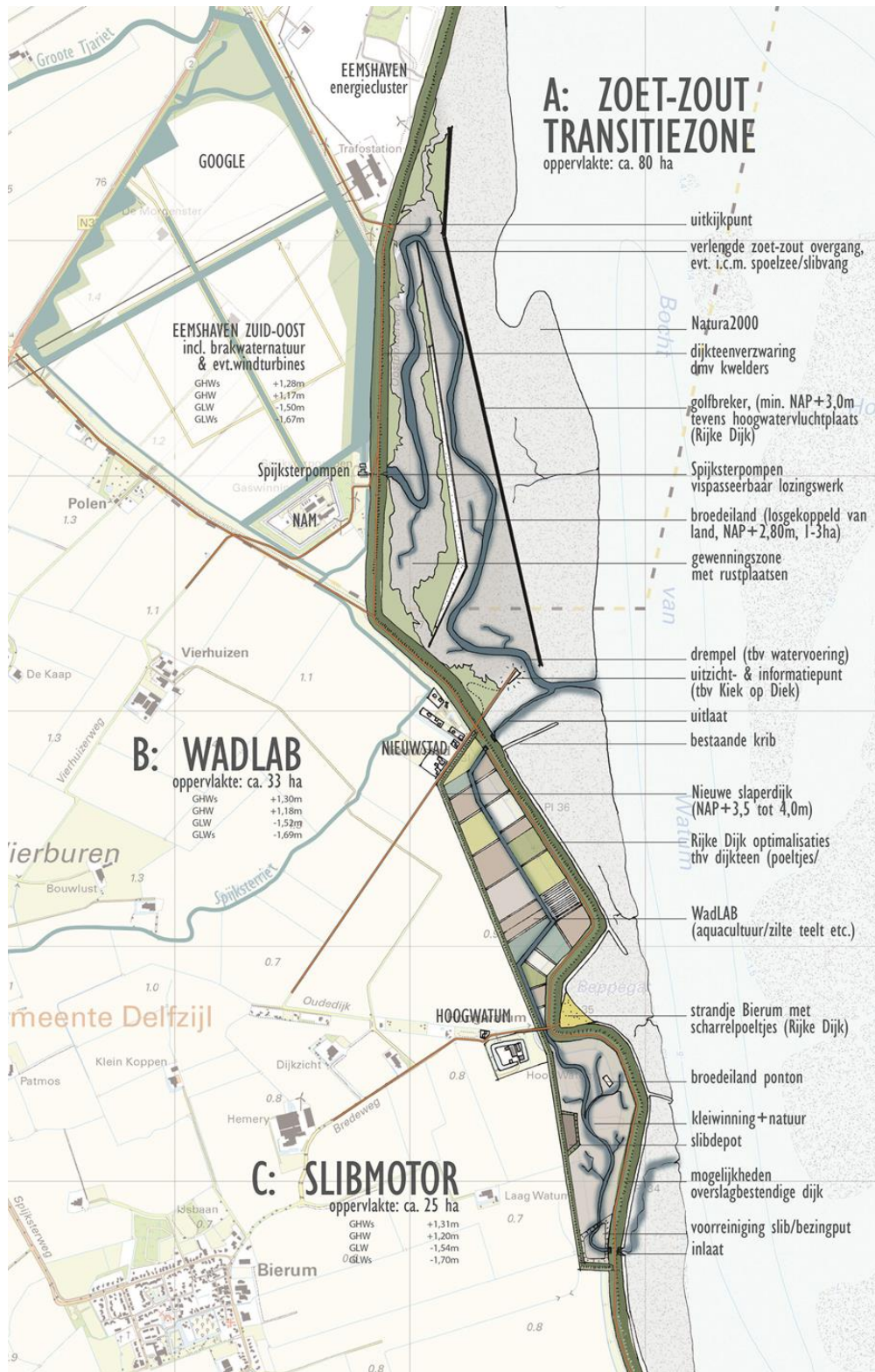
Visschedijk, M. et al., 2015. in prep. Berekening veiligheid van traditionele dijkversterking Eemshaven – Delfzijl, Deltares, Delft.

Vries, M.B. de, Drost, M.L., Spaargaren, G.R., 2014. Rijke Dijk ontwerpen Dijk traject Eemshaven – Delfzijl: Bouwen aan meerwaarde voor natuur en recreatie. Deltares, 1210733-000, Delft.

Waterschap Noorderzijlvest, 2014. Intentieverklaring dijkverbetering Eemshaven-Delfzijl. Verkenningsfase.

Wortelboer, J.M.R., 2014. Beneficial use of dredged sediments using geotextile tube technology. TenCate Geotube®. Nijverdal, Nederland.

A Kaart en toelichting bij het ontwerp Dubbele Keringzone: karakteristiek en functies in de 3 deelgebieden



Deel A: Zoetzouttransitie Spijkerpompen

Omschrijving: vooroeverversterking en golfbreker ontworpen als zoetzouttransitiezone met broedeiland en hoogwatervluchtplaats.

Data

Oppervlakte:	ca. 80 ha
GHWspringtij:	NAP +1,28m
GHW:	NAP +1,17m
GLW:	NAP -1,50m
GLWspringtij:	NAP -1,67m
Maaiveldhoogte buitendijks:	NAP -0,2m tot +0,3m (AHN2)
Maaiveldhoogte binnendijks:	NAP +0,5m tot +1,3m (ca. NAP +1,2m in noord en +0,6m zuidelijker)
Dijkhoogte:	NAP +7,20m tot +7,85m
Maalcapaciteit Spijkerpompen:	11 m ³ /sec (670 m ³ /min)

Veiligheid

De dijk is afgekeurd op de macrostabiliteit van de binnen- en buitenzijde. Aanwezige waterlopen en kabel/gasleidingtracé's maken binnendijkse versterking zeer kostbaar. Buitendijks (in Natura2000 gebied) is enige oplossing. Door nieuwe kwelderontwikkeling op de dijkteen en tussen golfbreker en huidige dijk wordt de macrostabiliteit aan de buitenzijde vergroot (meer massa op de dijkteen). Door de golfbreker voor de kust wordt de golfkracht en –oploop flink gereduceerd, met verwachte positieve effecten op de binnendijkse macrostabiliteit. De opening t.b.v. de migratierivier komt aan de zuidzijde, beschermt ten opzichte van de noorderstormen.

De golfbreker dient beheersvrij te worden ontworpen. Ze is geen 'bouwwerk', dit is immers moeilijk te realiseren in het Natura2000 gebied. Er geldt: hoe hoger en ruwer, hoe meer golfbreking. Er wordt ingezet op een breker van minimaal NAP +3,0m. De buitenzijde bestaat uit breuksteen/puin/koperslakken, de binnenzijde kan uit vrijkomend keileem worden opgetrokken. Bij materiaalkeuze dient te worden gekeken naar aangroeibaarheid van het materiaal, materiaalsortering en ruwheid (holtes). Benodigde steen kan worden verkregen door verwijdering van de bestaande kribben langs het dijktracé Eemshaven-Delfzijl, deze kribben leveren nauwelijks tot geen bijdrage aan de kustveiligheid.

Natuur

Door aanleg van harde structuren parallel aan de dijk ontstaat een verlengde zoet-zout overgang met een diversiteit aan gradiënten en een gewinningszone. De aanleg van een drempel bij de uitstroom thv de golfbreker voorkomt de droogval van de geul bij laagwater. Ten behoeve van de vismigratie dient deze immers watervoerend te blijven.

Broedeilanden en hoogwatervluchtplaatsen worden 'los' van het land aangelegd – hierdoor is er nagenoeg geen verstoring door predatoren (vossen) en mensen of honden. Bestaande kolonies in de Eemshaven (o.a. Noorse Stern & Kokmeeuw) kunnen 'begeleid verhuizen' naar de nieuwe geschikte locatie.

De aan de buitenzijde gelegen golfbreker fungeert als hoogwatervluchtplaats, de beoogde minimale hoogte van NAP +3m is hiervoor goed geschikt. Het broedeiland komt tussen de huidige dijk en de golfbreker te liggen langs de waterscheiding van de migratierivier en omvat een strook ca. 3,5 hectare (dit ligt boven de minimale maat van 1-3ha). De hoogte komt te liggen boven het hoogste zomerpeil, maar onder het hoogste winterpeil, op NAP +2,8m. Hierdoor is het broedeiland in het broedseizoen droog, maar overstroomt ze in de winter enkele keren: Hierdoor wordt verruiging tegengehouden en spoelt het eiland elke winter weer schoon.

Parallel aan deze ontwikkeling kan het visintrekgebied worden vergroot door een vispasseerbare verbinding te maken met het Spijksterriet. Hierbij kunnen de oevers van de Groote Tjariet & Spijksterriet ecologisch worden ontwikkeld. Eventueel dichtslibben van de watergang kan worden voorkomen door de aanleg van een spoelzee, maar door de uitstroom vanaf de Spijksterpompen lijkt dit niet nodig.

Recreatie

Als onderdeel van het 'Kiek over Diek' waddenfietspad wordt hier een fietspad op de kruin van de bestaande dijk voorgesteld. Gekoppeld aan dit fietspad komt er ter hoogte van het bordes boven de uitstroom van de Spijksterpompen een informatiebord. Tevens wordt er in het verlengde van de weg (Boerenlaan) naar Nieuwstad op de nieuw aan te leggen buitendijkse krib een pad voorgesteld met op de kop een uitzicht- en vogelkijkhut.

Deel B: WadLAB Aquacultuur

Omschrijving: dubbele keringszone met aquacultuur en/of saline teelten in de tussenruimte.

Data

Oppervlakte:	ca. 33 ha
GHW springtij:	NAP +1,30m
GHW:	NAP +1,18m
GLW:	NAP -1,52m
GLW springtij:	NAP -1,69m
Maaiveldhoogte buitendijks:	NAP -0,4m tot +0,6m (AHN2)
Maaiveldhoogte binnendijks:	NAP -0,3m tot +1,3m (gemiddeld ca. NAP +0,6m)
Dijkhoogte:	NAP +7,20m tot +7,70m

Veiligheid

De dijk is afgekeurd op de macrostabiliteit aan de binnenzijde, hiertoe is mogelijk een steunberm nodig. De buitenzijde is stevig door de aanwezigheid van een oude kleidijk in het dijkprofiel van de huidige dijk. Ten zuiden van Nieuwstad is geen slaperdijk aanwezig (zoals de Middendijk) en stroomt het zeewater bij doorbraak het binnenland in tot aan Groningen. Veiligheid wordt hier verkregen door een slaperdijk op de tweede lijn te creëren. De primaire kering zou hierbij overslagbestendig kunnen worden gemaakt. De slaperdijk wordt bij voorkeur opgetrokken uit lokaal materiaal dat vrijkomt bij de inrichting van de WadLABpolder, of met materiaal vrijkomend bij de vaargeulverruiming.

Landbouw

Het WadLAB biedt mogelijkheid om te experimenteren met aquaculturen en deze commercieel te gaan verbouwen. Te denken valt aan kokkelteelt en teelt van zilte groenten op hogere delen.

Recreatie

Als onderdeel van het 'Kiek over Diek' waddenfietspad wordt hier een fietspad aan de binnenzijde van de bestaande dijk voorgesteld. Gekoppeld aan dit fietspad komt er ter hoogte van Hoogwatum een recreatief punt. Het strandje Hoogwatum wordt flink opgespoten met zand dat vrijkomt bij de vaargeulverruiming (RWS), waarbij ook zand op de buitenzijde van de dijk wordt geplaatst tbv toegankelijke taluds, dit komt de macrostabiliteit van de dijk ten goede. Tevens wordt hier een kleine golfbreker aangelegd om het strandje te beschermen tegen erosie, deze golfbreker wordt volgens Rijke Dijk principes ingericht tot scharreldijk met poeltjes. Ook ligt er een mooie kans op hier aan de dijk gekoppeld een uitzichttoren of kunstwerk te maken dat refereert naar het dorpje Hoogwatum, dat door overstromingen en dijkverzwaring verdwenen is. Een mooie referentie hierbij is Uniastate te Bears (FR), waar een stalen geraamte refereert naar het verdwenen kasteeltje.

Natuur

Aan de buitenzijde wordt de huidige dijk geoptimaliseerd met Rijke Dijkoplossingen, zoals verruwing van de dijkteen en poeltjes.

Deel C: Slibmotor

Omschrijving: dubbele keringszone met een slibvang en brakke natuurzone in de tussenruimte.

Data

Oppervlakte:	ca. 25 ha
GHW springtij:	NAP +1,31m
GHW:	NAP +1,20m
GLW:	NAP -1,54m
GLW springtij:	NAP -1,70m
Maaiveldhoogte buitendijks:	NAP -0,3m tot +0,3m (AHN2)
Maaiveldhoogte binnendijks:	NAP -0,7m tot +0,5m (gemiddeld ca. NAP -0,3m)
Dijkhoogte:	NAP +7,20m tot +7,85m

Veiligheid

De dijk is afgekeurd op de macrostabiliteit aan de binnenzijde, hiertoe is mogelijk een steunberm nodig. De buitenzijde is stevig door de aanwezigheid van een oude kleidijk in het dijkprofiel van de huidige dijk. Ten zuiden van Nieuwstad is geen slaperdijk aanwezig (zoals de Middendijk) en stroomt het zeewater bij doorbraak het binnenland in tot aan Groningen. Veiligheid wordt hier verkregen door een slaperdijk op de tweede lijn te creëren, in lijn met de ligging van een verdwenen historische dijk. De primaire kering zou hierbij overslagbestendig kunnen worden gemaakt.

De slaperdijk wordt bij voorkeur opgetrokken uit lokaal materiaal dat vrijkomt bij de inrichting van de slibvangpolder, of met materiaal vrijkomend bij de vaargeulverruiming.

Gebied 'C' leent zich uitstekend om te experimenteren met een overslagbestendige dijk, waar waarschijnlijk lagere kosten aan verbonden zijn dan bij een reguliere versterking.

Slibwinning

De slibmotor wordt zodanig ingericht dat de slibwinning optimaal is. De inlaat valt samen met een buitendijks geultje. Eenmaal door de inlaat stroomt het slibrijke water eerst door een diepere bezinkput. Door de daling in stroomsnelheid bezinkt hier de eerste hoeveelheid slib. Vervolgens wordt het water door de slibwinpolder geleid, waar dwarsstructuren zorgen voor lage stroomsnelheden en vastlegging van het sediment. Ter hoogte van Hoogwatum is het water slibarm en voorgereinigd en kan nu overstromen in de noordelijk gelegen WadLAB polder ten behoeve van de aquaculturen. Binnen de slibwinningspolder wordt tevens ruimte gereserveerd voor een slibdepot, waar slib kan ontwateren en gereedgemaakt voor transport.

Natuur

De slibvang krijgt een dubbelfunctie als brakwater natuurgebied. Tevens wordt een drijvend broedeiland voorgesteld (ponton), zoals al in de haven van Delfzijl is ontwikkeld. Het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (5% vergroeningsareaal per bedrijf gebundeld inzetten) biedt mogelijkheden voor transitie van bestaande akkerbouw naar gebied met een natuurfunctie.

Landbouw

De slibwinpolder biedt goede kansen om tevens ingezet te worden t.b.v. de kokkelteelt of andere commerciële soorten.

B Rapport Ecologische perspectieven van een parallelle kering met brakwaterzone in de Eemsdelta

Ecologische perspectieven van een parallelle kering met brakwaterzone in de Eemsdelta

december 2014

Cees Kwakernaak*, Dirk-Jan van der Hoek** en Maurice Paulissen*

* Alterra Wageningen UR

** Planbureau voor de Leefomgeving

Het ontwerp voor een parallelle kering in de Eemsdelta met daartussen de ontwikkeling van een brakwaterzone voor natuur en andere functies wordt hier beoordeeld op mogelijke ecologische perspectieven. De beoordeling van ecologische winst en verliezen berust op uitspraken van ecologische deskundigheid (expert oordeel) bij Wageningen UR (Alterra, IMARES) en Planbureau voor de Leefomgeving.

Natuur in de Eemsdelta

Systemeigenschappen van het estuarium

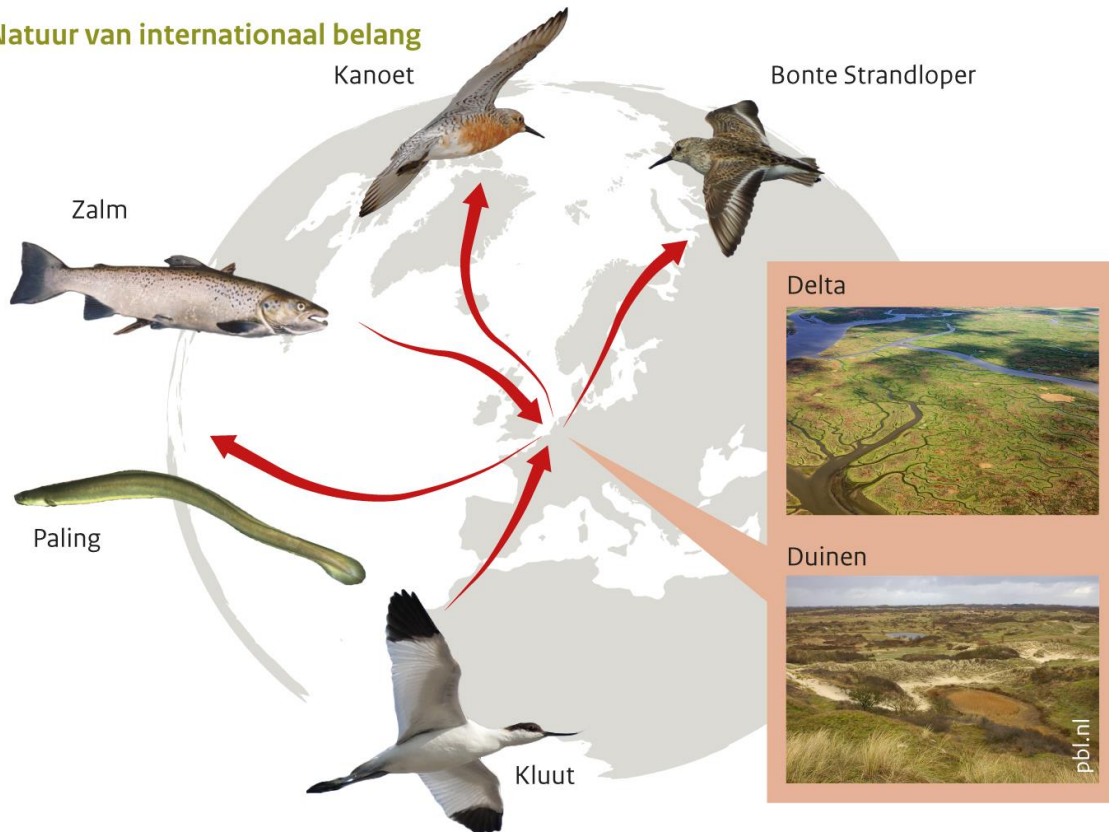
Hét kenmerk van een getijdenwater of estuarium is dynamiek en continue veranderingen op zowel de korte als de lange termijn, zoals eb en vloed, een veranderend geulenpatroon en variërende zoutconcentraties en hoogteligging. Het is een gebied met tal van natuurlijke overgangen: van droog naar nat, van zoet naar zout en van een stabiele naar een instabiele bodem. Door al deze overgangen komen er verschillende habitats (zoals kwelders en wadplaten, ondiep getijdenwater en diep getijdenwater) met daarbij behorende soorten voor. Er zijn in Nederland nog slechts twee open estuaria over: de Westerschelde en de Eems-Dollard of ook wel genoemd de Eemsdelta. Andere voormalige getijdengebieden zijn door bedijkingen in de afgelopen eeuw verloren gegaan.

Ecologische betekenis Eemsdelta als estuarium

De estuaria van de Eemsdelta en de Zuidwestelijke Delta herbergen een natuurlijk ecosysteem van Europees belang, het intergetijdengebied. Dit systeem, dat bestaat uit slib- of zandhoudende wadplaten en kwelders, herbergt een zeer rijk bodemdieren- en plantenleven en is een belangrijk foerageergebied voor vogels en vissen, maar ook een rust- en zooggebied voor zeehonden. Internationaal gezien zijn deze systemen bovendien van groot belang voor trekvogels (figuur 1). Door de ligging in met gematigde winters en een voedselrijke delta van rivieren trekt een groot aantal vogels naar Nederland om te overwinteren. Sommige soorten komen hier foerageren gedurende hun trektocht of brengen hun ruiperiode in de delta's door, weer andere soorten komen daar overwinteren of broeden. Voor de meeste steltlopers zijn de Wadden en Eemsdelta en de

Zuidwestelijke Delta van groot internationaal belang als overwinteringsgebied. De Nederlandse kwelders, wateren, moerassen en graslanden zijn internationaal gezien bovendien van groot belang voor broedvogels.

Natuur van internationaal belang



Bron: PBL; Imares

Figuur 1. Nederland is met de Waddenzee, Eemsdelta en de Zuidwestelijke Delta een belangrijk knooppunt op de trekroute van veel watervogels en vissen. Meer dan 10 procent van de Europese duinen-, getijdenwateren- en kwelder-habitats ligt in Nederland.

Ook vanwege de zoet-brak-zoutovergangen is de Eemsdelta van groot internationaal belang. In de overgang van zoet naar zout komen verschillende zoneringen van soortengemeenschappen voor. Als gevolg van de hoge dynamiek en fluctuaties in zoutgehalte in de brakwaterzone kunnen alleen enkele gespecialiseerde soorten overleven in dit dynamische milieu. De brakwaterzone kent daardoor weliswaar een relatief lage biodiversiteit, maar een hoge uniciteit (Tangelder et al. 2012). De uniciteit en het internationaal belang van brakwaterzones is verder versterkt door de afsluiting van voormalige zee-armen in de afgelopen eeuw. Natuurlijke estuaria bestaan uit zeer dynamische zoet-, brak- en zoutwatermilieus met vele geleidelijke overgangen en herbergen daardoor een grote verscheidenheid aan habitats en soorten (Leeuw & Backx 2001). Het samen voorkomen van zoute, brakke en zoete habitats in verschillende overgangszones en de mogelijke uitwisseling van kenmerkende soorten leidt tot een hoge natuurkwaliteit.

Een estuarium met geleidelijke zoet-brak-zoutovergangen fungeert eveneens als paai gebied en kraamkamer voor veel (commerciële) vissoorten in de Noordzee en de Atlantische Oceaan. Daarnaast kent een estuarium een hoge productiviteit, is het rijk aan schelpdieren, vormt het een

belangrijk voedselgebied voor miljoenen trekvogels, en is het van belang voor migratie van trekvissen (Ysebaert et al. 2013; zie ook figuur 1).

In het Eems-Dollard estuarium komen circa 50 vissoorten voor (Grontmij, 2011). Het estuarium vervult een functie als leefgebied voor zoet- en zoutwatervissen en een bijzondere functie als doortrekgebied voor beschermde trekvissen als Zeeprik, Rivierprik en Fint, die in zoetwater worden geboren en vervolgens naar zee trekken. Vissen zoals paling, zalm, forel en steur migreren via het estuarium en verblijven er korte tijd om te acclimatiseren.

Een estuarium als overgangsgebied tussen rivier en zee en tussen land en water vervult ook een filterfunctie: het zorgt voor omzetting en transport van (een teveel aan) voedingsstoffen zoals stikstof in het water.

Ecologische eigenschappen van het plangebied in de Eemdelta

Het gebied waarvoor in het kader van de dijkversterking Eemshaven – Delfzijl een brakwaterzone tussen twee parallelle keringen is geschetst, is gesplitst in 3 deelgebieden. Het noordelijk gebied A is met 79,3 ha het grootste deelgebied van de geschetste brakwaterzone. Het beslaat een deel van de huidige wadplaat Voolhok tot aan Nieuwstad. Zuidelijk van Nieuwstad gaat de brakwaterzone bij Nieuwstad over in het gebied B (31,3 ha), dat thans een binnendijs gelegen gebied is. Ten zuiden daarvan gaat de brakwaterzone bij Hoogwatum over in het eveneens binnendijs gelegen gebied C (26,8 ha), waarvan het huidig maaiveld lager ligt dan gebied B.

Natuur in gebied A

Het noordelijke deel van het nieuwe brakwatersysteem is thans een wadplaat (buitendijks slikgebied) en ligt ongeveer op NAP. Op deze wadplaat bevinden zich kokkel- en oesterbanken en een veld met Groot zeegras (Voolhok). De wadplaat langs de dijk is door de geul Watum gescheiden van de zandplaat Hond en Paap. Het noordelijk deel van de wadplaat (Voolhok) herbergt een van de laatste groeiplaatsen van Groot zeegras in het Waddengebied (Tolman en v.d. Berg, 2011; v.d. Valk et al., 1999). Zeegrasvegetaties vervulden van oudsher een belangrijke functie als kraamkamer voor vis, maar zijn na een epidemie van een slijmzwamachtige in de jaren dertig zeer zeldzaam geworden in het Waddengebied.

Voor het voorkomen van beschermde trekvissen als Zeeprik, Rivierprik en Fint, die in zoetwater worden geboren en vervolgens naar zee trekken, heeft dit gebied potenties als doortrekgebied tussen de Groninger binnenwateren en de Eems-Dollard. Hiervoor is het van groot belang dat het gemaal Spijksterpompen enkele jaren geleden passeerbaar is gemaakt voor vis.

Uit recent onderzoek van Hut et al. (2014) naar het voorkomen van Scholekster, Kluut, Noordse Stern en Visdief langs de kustlijn van de Waddenzee en Eems-Dollard komt naar voren dat het dijktracé tussen de Eemshaven en Delfzijl relatief goed foerageergebied is voor Noordse Stern en Visdief, en minder goed voor Kluut en Scholekster. Er is daarentegen een tekort aan predatorvrij broedhabitat voor Noordse Stern en Visdief in dit gebied. De Hond en Paap en de kustzone tussen Oosterhorn en

de Eemshaven vormen een belangrijk rust- en foerageergebied voor Eidereenden. Uit de meest recente tellingen (De Boer, 2003) blijkt dat 200-250 Eidereenden vrijwel jaarrond gebruik maken van de Hond en Paap en de kuststrook tussen Oosterhorn en de Eemshaven. Ze foerageren op de schelpenbanken die hier aanwezig zijn.

Bij de huidige dijk ter hoogte van de wadplaat Voolhok ligt een hoogwatervluchtplaats voor de Scholekster. Deze is van groot belang omdat sinds het einde van de jaren tachtig er sprake is van een grote afname van de populatie Scholeksters. Het gebied is zowel als foerageergebied als hoogwatervluchtplaats van belang voor de Scholeksterpopulatie.

De aanwezige mosselbanken zijn van groot belang als habitat en voedselbron voor diverse soorten en levensgemeenschappen, terwijl ze ook een functie vervullen in de nutriëntencyclus via waterfiltering en verrijking van de bodem met hoog organisch slib (RWS Waterdienst, 2013). Voorheen kwamen ook veel mosselbanken voor op de zandplaat Hond en Paap, maar deze zijn thans in slechte staat en overwoekerd door de Japanse oester.

Natuur in gebied B

Het gebied helt van west naar oost (tot de dijk) van NAP +1,30 m naar NAP. Het wordt gebruikt als akkerland en kent geen beschermde soorten of habitats. De bodem van dit gebied bestaat uit jonge zeekleigronden met een samenstelling van kalkrijke lichte en zware zavel (Grontmij, 2011). In het gebied is sprake van brakke kwel, die waarschijnlijk grotendeels wordt opgevangen in een kwelsloot langs de dijk.

Natuur in gebied C

Dit gebied ligt lager dan gebied B en varieert van NAP + 0,50 tot NAP-hoogte nabij de dijk. Net als gebied B wordt gebied C gebruikt voor de teelt van akkerbouwgewassen (aardappel, granen, suikerbieten). De bodem van dit gebied bestaat uit een rug uit een oud kweldergebied, met een samenstelling van lichte zavel. In het gebied is sprake van brakke kwel, die ook grotendeels in een kwelsloot wordt afgevangen.

Ecologische knelpunten

Door eeuwen van inpoldering en bedijking en afsluiting van zee-armen en estuaria zijn de meeste natuurlijke zoet-brak-zout overgangen langs de Nederlandse kust verloren gegaan. Hierdoor zijn brak- en zoetwater getijdengebieden zeldzaam geworden. Behalve de mondingen van de Eems en de Schelde zijn alle estuaria langs de Nederlandse kust verdwenen. Natuurlijke zoet-brak-zout overgangen kenmerken zich door dynamiek en diversiteit. Hierdoor hebben dergelijke overgangen een heterogeen milieu met gradiënten tussen zout, brak en zoet, hoog en laag, nat en droog, en tussen zand en slib.

De Eemsdelta is een meergeulensysteem, dat bestaat uit een stelsel van vloed- en ebgeulen en kortsluitgeulen dat een complex van droogvallende zandbanken, wadplaten en kwelders doorsnijdt. De natuurlijke overgang van zout via brak naar zoet, de variatie in waterdynamiek en het verschil in hoogteligging en bodemopbouw maken dat de Eemsdelta van nature een grote rijkdom kent in

habitats en soorten. Het functioneren van dit systeem is dus in grote mate bepalend voor de diversiteit en de waarde van de natuur. Door de verdiepingen in de Eems tot een kunstmatige hoofdgeul en het intensieve bagger- en stortbeleid in de Eems ten behoeve van de scheepvaart zijn veranderingen in het morfologische systeem opgetreden waarbij zand uit de geulen op de wadplaten belandt en het doorstroomoppervlak toeneemt. Het gevolg hiervan is dat wadplaten steeds hoger komen te liggen en ook dat de getijdengolf dieper in het estuarium doordringt. Er ontstaat een hoog-dynamisch intergetijdengebied daar waar laag-dynamische gebieden aanwezig waren. Op sommige platen treedt veel sedimentatie op en ontstaan pionierkwelders. De kwelders langs de randen worden ook hoger, waardoor verruiging ontstaat. Doordat de bestaande kwelders verruigen als gevolg van de vegetatiesuccessie en opslibbing en er weinig nieuwe kwelders ontstaan, wordt het aandeel van de jongere kwelderfasen steeds kleiner. De kwelders verouderen en hun ecologische kwaliteit neemt af.

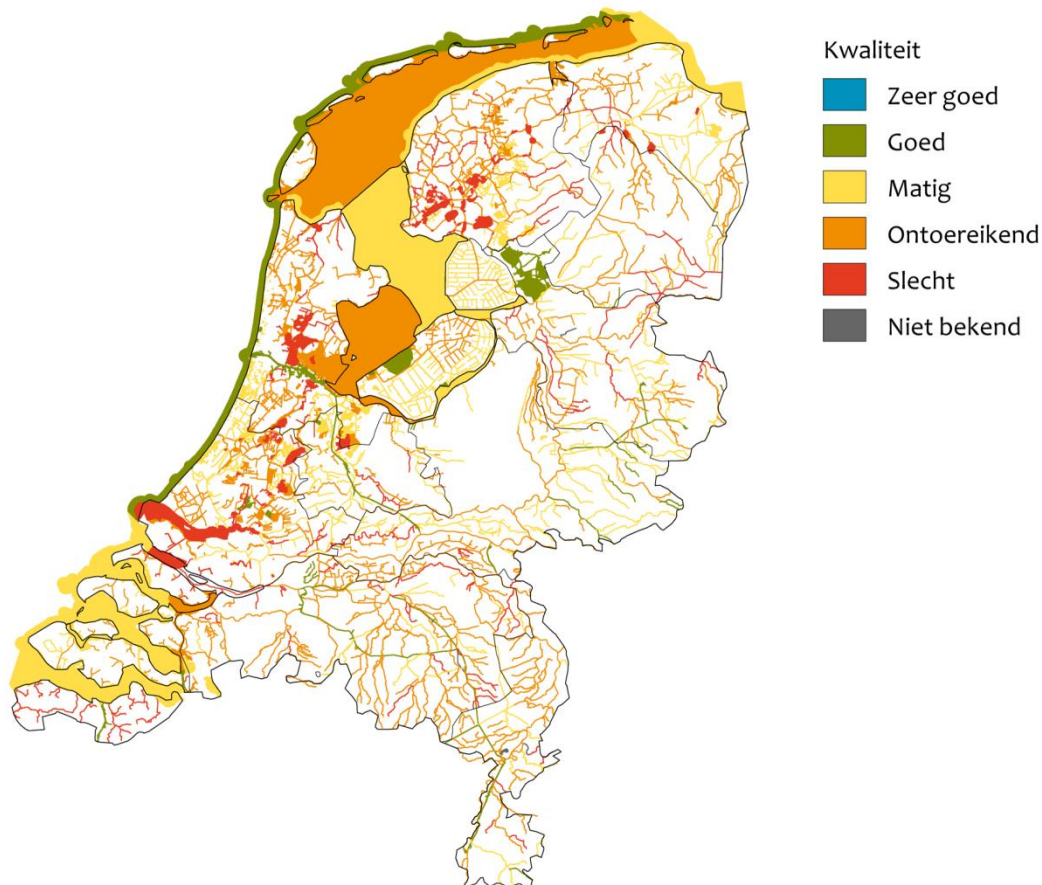
De hier geschetste processen leiden tot een minder robuust wordend ecosysteem in de Eemdelta. Behalve verlies van natuurlijke schelpdierproductie en van foerageergebied voor vogels, leiden deze morfologische ontwikkelingen tot een verminderde demping van vloedgolven en minder slibafzetting langs de kust, waardoor de kust niet kan meegroeien met de stijging van de zeespiegel.

Voor diadrome trekvis (vissen die worden geboren in zoetwater en later naar zee trekken, zoals Zeepril, Rivierpril en Fint) geldt dat deze afhankelijk zijn van onbelemmerde en geleidelijke zoet-brak-zout overgangen. Door verlies van dergelijke gradiënten tussen zoet, brak en zout water, o.a. als gevolg van bedijking, zijn de mogelijkheden voor vismigratie sterk afgenomen. Ook nu het gemaal Spijksterpompen passeerbaar is geworden voor vissen worden de kansen voor trekvis tussen zoet en zout nog sterk beperkt door de abrupte overgang tussen zoet en zout bij het gemaal.

Verder voldoet de huidige waterkwaliteit met de kwalificatie 'matig' nog niet aan de gewenste biologische kwaliteit volgens de Kaderrichtlijn Water (KRW). Het beperkte doorzicht en de hoge gehalten fosfor en gewasbeschermingsmiddelen in de binnenwateren vormen nog belangrijke knelpunten. Ook de Eems-Dollard voldoet nog niet aan de gewenste biologische kwaliteit in de KRW beoordeling (figuur 2). De biologische kwaliteit is 'matig' en wordt beoordeeld met de maatlaten voor algen ('goed'), waterplanten ('goed'), vissen ('matig') en macrofauna ('matig') (CBS et al., 2014).

Eveneens staan habitats, beschermd onder de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen, onder druk. Zo wordt de ecologische toestand van het habitatype H1140 (slikken en zandplaten), dat aanwezig is in het plangebied voor de parallelle kering, beoordeeld als matig ongunstig (CBS et al., 2014). Ook de Stand Van Instandhouding (SVI) van de habitatsoorten is in het rapport van RWS (2013) als matig ongunstig tot zeer ongunstig. De SVI van de vogelrichtlijnsoorten varieert. Eidereend, Scholekster en Visdief hebben een ongunstige SVI. Als kanttekening hierbij geldt dat het concept beheerplan Waddenzee (Rijkswaterstaat Noord-Nederland, 2014) niet de Eemdelta omvat. De Eemdelta is formeel nog niet aangewezen als Natura 2000-gebied.

Beoordeling biologische kwaliteit, Kaderrichtlijn Water, 2013



Bron: IHW, bewerkt door PBL.

PBL/aug14
www.clo.nl/nl142002

Figuur 2. Beoordeling biologische kwaliteit van Nederlandse kust- en binnenwateren conform CBS et al. (2014).

Beleidsopgaven voor natuur in Eemsdelta

Voor de natuur in de Eemsdelta is het van groot belang om waar mogelijk de geleidelijke overgangen van zoet – brak – zout te herstellen. Dit zal leiden tot een verbetering van de leefomgeving van veel kustbroedvogels en wadvogels die deze gebieden gebruiken om te foerageren, te rusten en te broeden. Ook voor andere organismen (o.a. trekvis) is herstel van geleidelijke zoet-brak-zout overgangen zeer gewenst.

Beleidsmatig wordt herstel van geleidelijke overgangen en meer ruimte voor natuurlijke processen en patronen in de Eemsdelta breed gedragen. De *Natuurambitie Grote Wateren 2050 en verder* (Ministerie van EZ, 2015) zet hier sterk op in. Het *Programma Rijke Waddenzee* zet in op een strategie van randverzachting: van harde overgangen naar zachte overgangen zoals geleidelijk oplopende oeverzones en brakwaterzones, inclusief hoogwatervluchtplaatsen voor wadvogels. De *Samenwerkingsovereenkomst voor natuurverbetering en verbetering bereikbaarheid Eems-estuarium* onderstreept het belang van ecologisch herstel en natuurlijke processen in de Eemsdelta, mede om

meer slib uit het watersysteem te laten bezinken langs de kust. De *Gebiedsvisie Groninger Noordkust* van Het Groninger Landschap (2014) pleit voor herstel van kwelders en de ontwikkeling van een parelsnoer van brakwatergebieden langs de Waddenkust.

De beleidsopgaven voor natuur in de Eemsdelta zijn vooral bepaald door de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen. Voor de Eemsdelta geldt het behoud van de oppervlakte en de kwaliteit van het estuarium als doelstelling (Ministerie van LNV, 2006). Het gaat daarbij om ca. 20 vogelrichtlijnsoorten (Eidereend, Kluut, Bontbekplevier, Visdief, Noorse stern, Fuut, Aalscholver, Bergeend, Smient, Wilde eend, Middelste zaagbek, Scholekster, Bontbekplevier, Zilverplevier, Krombekstrandloper, Bonte strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Tureluur, Groenpootruiter), vijf habitatrichtlijnsoorten (Zeeprk, Rivierprk, Fint (trek, kraamkamer en paaigebied), Griuze zeehond en Gewone Zeehond (rust, voortplanting en zooggebied)) en een tweetal habitats (H1110A permanent overstromde zandbanken en H1140A slikken en zandplaten). Voor beide habitats geldt een verbeterdoelstelling van de kwaliteit. Voor de habitatsoorten geldt een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit. Voor de meeste habitatsoorten geldt als doelstelling een uitbreiding van de populatie. Voor de vogelrichtlijnsoorten geldt een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit van leefgebied. Voor enkele soorten zoals Eidereend, Kluut en Scholekster geldt een verbeterdoelstelling van de kwaliteit.

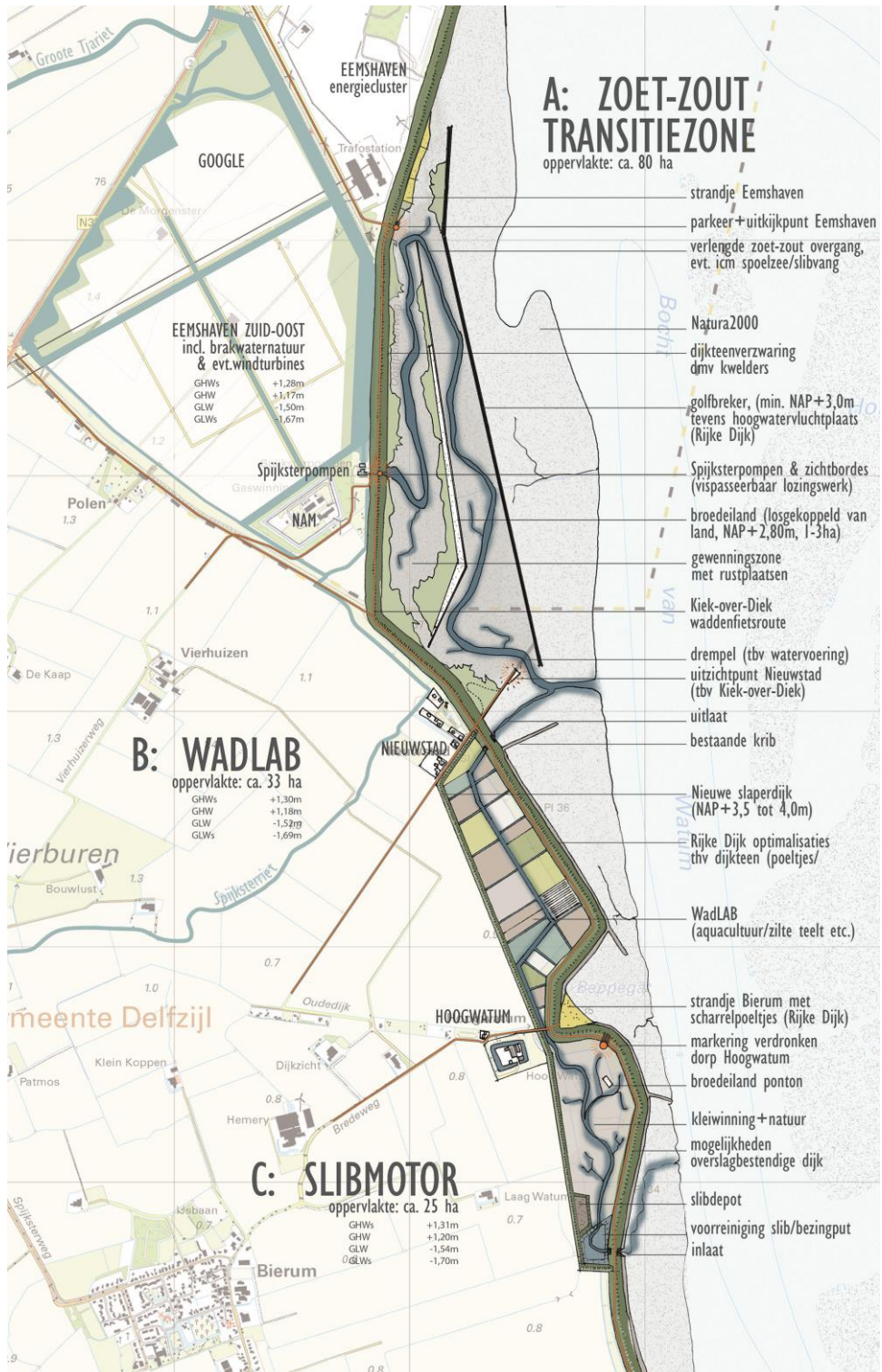
Ecologische perspectieven van een parallelle kering met brakwaterzone

Planschets

Bij omvorming van een enkelvoudige dijk naar een parallelle kering in de Eemsdelta ontstaat tussen de dijken een brakwaterzone die via een nader te bepalen route in contact staat met het estuarium van de Eems-Dollard, en tevens in verbinding staat met het binnendijks aanwezige brakke tot zoete oppervlaktewatersysteem. De planschets (figuur 3) voor een dergelijke parallelle kering met brakwaterzone voor het noordelijk deel van de dijk tussen Delfzijl en de Eemshaven bestaat uit drie deelgebieden.

Inrichtingsschets gebied A

Door de aan te leggen damconstructie wordt het (zoete) lozingswater vanaf het gemaal over een verlengde route geleid naar het Eems-Dollard estuarium. Hierdoor ontstaat een geleidelijke overgang van zoet – brak – zout water, die in de plaats komt van de huidige abrupte overgang van zoet – zout ter weerszijden van de dijk. Aansluitend aan de uiteinden van de damconstructies worden voorzieningen gerealiseerd voor broedgebied en hoogwatervluchtplaatsen van wadvogels. Als primaire functie voor dit gebied is 'natuur' voorzien, met ruimte voor schelpdierteelt in een vorm die de primaire natuurfunctie niet nadelig beïnvloedt. Waarschijnlijk zal een voorziening nodig zijn om de geul vanaf het lozingspunt Spijksterpompen naar zee niet te laten dichtslibben. Een optie is om daarvoor in dit deelgebied een 'spoelzee' in te richten, waarin water wordt opgespaard om het geulsysteem in deze brakwaterzone periodiek door te spoelen.



Figuur 3. Ontwerp voor een dubbele dijkenconcept met brakwaterzone voor het noordelijk deel van het dijkracé Eemshaven – Delfzijl.

Een belangrijke autonome ontwikkeling nabij dit gebied is de ontwikkeling van extra oppervlaktewater met brakwaternatuur in het gebied Eemshaven-Zuidoost. Dit gebied sluit aan op de brakwaterzone die buitendijks zal ontstaan tussen de parallelle kering. Daarmee ontstaat een samenhangend brakwatergebied westelijk en oostelijk van de huidige zeedijk langs het industriegebied van de zuidelijke Eemshaven, met goede ecologische perspectieven voor trekvis en vogels.

Een speciaal aandachtspunt in verband met eventuele risico's voor vogels in dit gebied vormt de mogelijke plaatsing van windturbines op de Oostpolderdijk.

Samenvattend mag worden verwacht dat de inrichting van gebied A belangrijk zal bijdragen aan de beleidsopgaven voor natuur in de Eemsdelta, zoals die hierboven zijn geschetst.

Inrichtingsschets gebied B

Het middelste gebied, tussen Nieuwstad en Hoogwatum, is thans binnendijks gebied. De maaiveldhoogte is thans gemiddeld +1,0 m NAP, maar loopt in het oosten naar de dijk af tot NAP-hoogte. Met een getij van GLW -1,52 m NAP en een GHW +1,18 zal dit gebied, bij het doorlaatbaar maken van de zeedijk, bij vloed grotendeels net onderlopen. In het schetsontwerp wordt gebied B via een inlaatpunt in het zuidelijk gelegen gebied C voorzien van water uit de Eems-Dollard, dat ter hoogte van Nieuwstad wordt uitgelaten, ten noorden van de bestaande krib. In het hoger gelegen deel van dit gebied zal naar verwachting een zoetwaterlens aanwezig blijven op brak grondwater, als gevolg van een jaarlijks neerslagoverschot en infiltratie en toestroom vanaf hogere gronden. In het lager gelegen deel in het oosten zullen waarschijnlijk brakke condities heersen, evenals in de sloten.

Gebied B heeft een primaire productiefunctie van zilte teelten (schelpdieren en/of zouttolerante planten als Zeekraal en Zeeaster). Voor schelpdierteelt zal het gebied afgegraven moeten worden. Ook wordt in dit gebied ruimte gereserveerd voor natuur.

Inrichtingsschets gebied C

Vanaf Hoogwatum begint het zuidelijk gelegen gebied C, net als gebied B een huidig binnendijks gebied. Gebied C ligt lager dan gebied B; de maaiveldhoogte varieert hier van + 0,50 tot - 0,50 m NAP. Ook dit gebied valt droog bij eb, maar staat bij vloed gemiddeld 1,5 m onder water. In het schetsontwerp is voor dit gebied als primaire functie opslibbing en kleiwinning voorzien. In samenhang hiermee kan ook brakwaternatuur zich in dit gebied verder ontwikkelen. De condities in dit gebied zijn dynamisch: door opslibbing zal het gebied geleidelijk ophogen, waardoor het droger en zoeter zal worden. Na afgraving voor slibwinning keert dan de oude situatie van nat en brak gebied weer terug.

Waardering van natuur in samenhang met mogelijkheden voor medegebruik

Ecologische winst op ecosysteemniveau

De belangrijkste ecologische winst ligt op niveau van het estuarium als ecosysteem. Het ontworpen systeem langs de kust van de Eemsdelta zorgt voor een groot aantal fysieke gradiënten (zoet-zout; nat-droog; zandig-kleiig; hoogdynamisch-laagdynamisch). Deze ontwikkeling voor een belangrijke ecologische winst als estuarium en is van internationaal belang vanwege de toename van geleidelijke zoet-brak-zoutovergangen en intergetijdengebieden. Realisatie van de brakwaterzone leidt tot een completer en robuuster systeem.

De Eemsdelta zal bij inrichting van een brakwaterzone ook een betere rol kunnen gaan vervullen voor trekvogels als gevolg een grotere biotische en abiotische diversiteit. Dit is van belang omdat de Eemsdelta onderdeel uitmaakt van een internationaal belangrijke vogeltrekroute.

Met de ontwikkeling van de brakwaterzone in gebied A als geleidelijke overgang van zoet naar zout ontstaat een ecosysteemtype dat in Nederland en omgeving in de afgelopen eeuw zeer zeldzaam is geworden. Als aquatisch ecosysteem is dit weliswaar een relatief soortenarm systeemtype, maar het herbergt wel karakteristieke soorten. Verder is het van groot belang voor migratiemogelijkheden van trekvisserij. Deze vissoorten krijgen de gelegenheid om er korte tijd te verblijven om te acclimatiseren. Wel is er voor trekvisserij nog een opgave in het binnendijkse gebied (optimalisering waterkwaliteit). Ook zal het areaal aan intergetijdengebied toenemen en wellicht in kwaliteit verbeteren. Deze ontwikkelingen dragen bij aan de realisatie van de beleidsopgaven voor natuur in de Eemsdelta.

Het systeem van parallelle keringen met brakwaterzone kan ook een bijdrage leveren aan de regionale economie en de waterveiligheid. De maatregelen uit het planontwerp voor de Eemsdelta leveren een, weliswaar bescheiden, bijdrage aan de oplossing van het probleem van teveel slib in het water. Er ontstaan ook nieuwe kansen voor schelpdierteelt en visserij door een verwacht beter doorzicht in het water en toename van de primaire productie van o.a. schelpdieren. Ook bevordert een dergelijk systeem de slibsedimentatie langs de kust, waardoor de kust mee kan groeien met de zeespiegelstijging. Verder werkt de geleidelijk aflopende overgang tussen zee en land ook als een golfdempend systeem.

Als de gebieden B en C niet als productiesystemen voor schelpdierteelt en slibwinning zouden worden ingericht, maar een natuurfunctie zouden krijgen zullen de milieucondities daarvoor als volgt zijn. De hoger gelegen delen van deze gebieden B zullen overwegend zoet zijn. Er is sprake van een neerslagoverschot, dus er is aanvoer van neerslag, dat infiltreert in het gebied. Dat overschot zorgt voor een zoetwaterlenzen op (waarschijnlijk brak) grondwater. Bovendien is er sprake van een hoog gelegen achterliggend gebied van waaruit zoetwater naar het lager gelegen deel stroomt. Bij hoog water kan via het drainagesysteem zoutwater aangevoerd worden. In het lager gelegen deel in het oosten heersen waarschijnlijk brakke condities, hoogstwaarschijnlijk ook in de sloten.

Ecologische winst als plangebied binnen de Eemsdelta

De ecologische winst als plangebied wordt vooral bepaald door de omvang van de ontworpen brakwaterzone met differentiatie in de drie deelgebieden. Door deze differentiatie kunnen vogels gemakkelijk uitwijken naar een ander deel van de brakwaterzone, wanneer in een bepaald

deelgebied een versturende menselijke activiteit plaats vindt (zoals oogst van kokkels of slibwinning), of predatoren gesignaleerd worden. Er ontstaat zo een robuust ecosysteem aan de rand van het Eems-estuarium.

Gebied A biedt perspectief voor de ontwikkeling van intergetijdengebied. Het oppervlak zal netto toenemen en ook de kwaliteit zal verbeteren. De kwaliteit neemt toe omdat bijvoorbeeld diversiteit van verschillende successiestadia zal toenemen. Hierbij geldt als belangrijke randvoorwaarde dat er voldoende natuurlijke dynamiek is of een optimaal beheer plaatsvindt. Als ecologische referentie kunnen de zilte overgangsgebieden in Zeeland fungeren: het systeem van inlagen en karrevelden (Kuiper & Jacobusse, 1998). De natuurlijke peilfluctuaties en gradiënten zijn gunstig voor tal van foeragerende en broedende vogels. De inrichting van hoogwatervluchtplaatsen in het planontwerp vult een tekort hieraan in voor o.a. de Scholekster (zie beleidsopgaven).

In de Zeeuwse referentiegebieden komen in de hydrologisch meer geïsoleerde delen bijzondere soortenrijke plantengemeenschappen voor zoals kranswieren, Ruppia-velden en orchideevelden. Verwacht wordt dat in de brakwaterzone van de Eemsdelta zowel kansen ontstaan voor karakteristieke zouttolerante flora als voor bijzondere zoetwaterafhankelijke schraallandvegetaties. De brakwaterzone biedt mogelijkheden voor de volgende zouttolerante levensgemeenschappen:

- Vloedmerkgemeenschap: in luwtezones met bij voorkeur onregelmatige kustlijn en aanvoer van vloedmerkmateriaal; deze gemeenschap kan soortenrijk zijn.
- Slijkgrasgemeenschap: op natte zoute gronden op de overgang van wadplaat naar kwelder; deze gemeenschap is een efficiënte slibvanger en vormt een erosiebestendige vegetatie.
- Zeekraalgemeenschap: een soortenarme gemeenschap op buiten- of binnendijkse zoute gronden.
- Zeeastergemeenschap: komt voor in vergelijkbare milieus als zeekraal.
- Zeevetmuurgemeenschap: komt voor in contactmilieus met zoet-zout en nat-droog gradiënten.

Voorts zijn vissen en macrofauna gebaat bij langere zoet-brak-zout gradiënten met verschillen in dynamiek. In gebied A ontstaan vooral voor diadrome trekvisseren (Zeepril, Rivierpril en Fint) veel gunstiger omstandigheden hierdoor.

Ook in de gebieden B en C ontstaan goede kansen voor natuurontwikkeling, waar thans nog sprake is van bouwland zonder waardevolle natuur. Voor gebied C, waar slibsedimentatie zal plaatsvinden en op termijn ook slibwinning, ontstaan vergelijkbare ecologische condities als in polder Breebaart. Natuurwaarden in zilte omstandigheden plegen zich heel snel te ontwikkelen. Ook in gebied B, met accent op zilte teelten, ontstaan goede perspectieven voor deels brakke natuurwaarden en op de hogere delen ook voor natuur die afhankelijk is van schoon zoet water. Er kan een spanning ontstaan tussen schelpdierteelt en vogels, die eventueel kan worden opgelost door plaatsing van (lage) netten over de schelpdierpercelen.

Als optie kan voor gebied B tevens de inrichting van een halofytenfilter van zouttolerante planten zoals Zeeaster en Engels slijkgras worden overwogen. Deze vorm van functionele natuur verlaagt het gehalte aan voedingsstoffen uit de schelpdierteelt voordat deze worden afgevoerd naar zee. Daarmee dragen deze biologische zuiveringssystemen bij aan de nutriëntenkringloop, terwijl ze ook bijdragen aan de zilte natuurwaarden. De zuiverende werking van halofytenfilters is in kleinschalige

experimenten inmiddels aangetoond (De Lange & Paulissen, 2014). Gebied B biedt de mogelijkheid voor een innovatieve halofytenfilter-pilot op veldschaal.

Naast winst ook mogelijke verliezen

Naast potenties voor ecologische winst kunnen ook verliezen van natuurwaarden optreden bij inrichting van een parallelle kering volgens het schetsontwerp. Zo dient op basis van de Flora- en Faunawet bij de inrichting van de golfdempers in gebied A rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van een belangrijk veld Groot zee gras, een Rode lijstsoort. Zeegrasvelden in de zone van wad naar de kwelderrand dragen bij aan kwelderbehoud en –vorming (invangen slib). Ze fungeren als kraamkamer van en schuilplaats voor zeepaardjes, haring, schol en tong en nog veel meer vis- en schelpdiersoorten op de Nederlandse Wadden. Daarnaast kunnen ook bestaande kokkel- en oesterbanken verloren gaan, maar verwacht wordt dat er in de nieuwe brakwaterzone ook weer nieuwe banken zullen ontstaan.

In de gebieden B en C is thans sprake van een akkerbouwgebied met lage biodiversiteit. Deze zal bij inrichting als parallelle kering met respectievelijk aquacultuur en slibsedimentatie en -winning toenemen, vooral door het ontstaan van nieuwe gradiënten tussen hoog en laag, nat en droog en brak en zoet.

Herstel van geleidelijke overgangen en meer ruimte voor natuurlijke processen en patronen in de Eemsdelta wordt beleidsmatig breed gedragen. Ook wordt ecologisch herstel van gradiënten en brakwatergebieden in de Eemsdelta op rijksniveau gedragen door de Natuurambitie Grote Wateren. Deze ontwikkeling past in de strategie van randverzachting in het Programma Rijke Waddenzee. Ook in de beleidsvisie van het Groninger Landschap voor de Eems-Dollard heeft de ontwikkeling van geleidelijke overgangen van zoet – brak – zout water prioriteit. Ook heeft deze beheerorganisatie behoefte aan meer wisselpolders, als polder Breebaart, omdat deze bijdragen aan de biodiversiteit en aan de oplossing van de slibproblematiek in de Eems-Dollard.

Literatuur

Boer, K. de, W.J. Wolff, 1996. Tussen zilt en zoet. Voorstudie naar de betekenis van estuariene gradienten in het Waddengebied. RU Groningen.

Bos, D., H. Bttger, P. Esselink, Z. Jager, V. de Jonge, H. Kruckenberg, H. van Maren, B. Schuchardt, 2012. De ecologische toestand van het Eems-estuarium en mogelijkheden voor herstel. Programma naar een rijke Waddenzee.

CBS, PBL, Wageningen UR (2014). Biologische kwaliteit oppervlaktewater, 2013 (indicator 1420, versie 02, 9 september 2014). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

Deltares, 2013. Samenhang in de Zuidwestelijke Delta. Integrale beschouwing en kwantificering van estuariene dynamiek. Delft.

Eemsdelta, 2014. Samenwerkingsovereenkomst natuurverbetering en verbetering bereikbaarheid Eems-estuarium. Afspraken tussen partners Ecologie en Economie in Balans.

Firet, M., D. Bos, R. Postma, L. van Duren, 2012. Een Eemsdelta vol leven. De Levende Natuur 113/3: 138-142.

Grontmij, 2011. MER Buizenzone Eemsdelta. Hoofdrapport. Grontmij Nederland B.V., Assen.

Grontmij, 2014. MER Aanvulling MER Buizenzone Eemsdelta. Grontmij Nederland B.V., Assen.

Het Groninger Landschap, 2014. Gebiedsvisie Groninger Noordkust. Stichting Het Groninger Landschap

Hut, R.M.G. van der, E.O. Folmer, K. Koffijberg, M. van Roomen, E. van der Zee, J. Stahl, T.J. Boudewijn, 2014. Vogels langs de randen van het wad. Verkenning van knelpunten en kansen op broedlocaties en hoogwatervluchtplaatsen. A&W-rapport 1982.

Klop, E., A. Brenninkmeijer, E. van der Heijden, 2014. Ecologische beoordeling uitbreiding opgave windenergie provincie Groningen. A&W rapport 2020.

Klostermann, J. A. Spijkerman, H.Vreugdenhil, H. Massop, J.Timmerman, F. Jaspers en B. Maaskant, 2014. Meerlaagsveiligheid in het Waddengebied; Mogelijke maatregelen in ruimtelijke inrichting en rampenbestrijding met het oog op klimaatverandering. Alterra-rapport 2541, Wageningen.

Kuiper, J. & C. Jacobusse, 1998. Inlagen en karrevelden. 'Het Zeeuwse Monument'. Goes: De Koperen Tuin.

Lange, M. de & M. Paulissen, 2014. Zilte zuiverende moerassen in Nederland. Verkenning toepassingsmogelijkheden zouttolerante planten. Landschap 2014/3: 160-163. URL: http://www.landschap.nl/images/stories/landschap/2014/editie3/2014-3_160-163.pdf.

Leeuw, C.C. de & J.J.G.M. Backx, 2001. Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland. Een literatuurstudie naar de algemene ecologische principes van estuariene gradiënten, ten behoeve van herstelmaatregelen voor de Nederlandse kust, RIKZ/RIZA.

Loon-Steensma, J. van, R.J.H.G. Henkens en A.V. de Groot, 2014. Baten innovatieve dijkconcepten Waddengebied; Een overzicht van de generieke baten voor natuur en recreatie & toerisme van innovatieve dijkconcepten. Alterra-rapport 2529, Wageningen.

Mesel, I. de. ; T. Ysebaert en P.Kamermans, 2013. Klimaatbestendige dijken : het concept wisselpolders. Rapport C072/13, IMARES Wageningen UR.

Ministerie van EZ, 2015. Beleidsverkenning Natuurambitie Grote Wateren 2050 en verder. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

Ministerie van LNV, 2006. Natura 2000 doelendocument. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.

PBL, 2013a. Samenhang in de Zuidwestelijke Delta. Naar een vitale, veerkrachtige en veilige Zuidwestelijke Delta. PBL (Planbureau voor de Leefomgeving), Den Haag.

PBL, 2013b. Samenhang in de Zuidwestelijke Delta. Naar een vitale, veerkrachtige en veilige Zuidwestelijke Delta – Achtergrondrapport. PBL (Planbureau voor de Leefomgeving), Den Haag.

Programma naar een rijke Waddenzee, 2012. Spelen met de gulden snede in het Eems-estuarium. Kompas voor natuurlijke verhoudingen.

Programma naar een rijke Waddenzee, 2014. Kansenskaart natuurwaarden langs de Randen van de Waddenzee

Rijkswaterstaat Waterdienst, 2013. Beoordeling status van het Eems-Dollard gebied. Rapport BA4800-115-104.

Rijkswaterstaat Noord-Nederland, 2014. Beheerplan Waddenzee Natura 2000, concept Ontwerpplan. Periode 2015 – 2020 (versie 7.0).

Spiteri, C. et al., 2011. Mud dynamics in the Eems-Dollard, research phase 1. Literature review mud and primary production Deltares rapport 1204891-000.

Tangelder-Ysebaert, 2012. Alternatieve waterkeringen; een verkenning naar nieuwe concepten - Imares C069_12.

Tangelder, M., A.M.E. Groot, C.J. van Sluis, J.M. van Loon-Steensma, G. van Meurs, H. Schelfhout, T.J.W. Ysebaert, J. Luttik, G. Ellen & N.M.L. Eernink, 2013. Innovatieve dijkconcepten in de Zuidwestelijke Delta. Kansen voor toepassing en meerwaarde ten opzichte van traditionele dijken in het kader van Beleidsondersteuning voor het Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta. Imares Wageningen UR, IJmuiden/Yerseke/Den Helder/Den Burg.

Tolman, M.E., G. van den Berg, 2012: Zeegraskartering Waddenzee 2011.

Wannink, J.H., A.J. van der Graaf, 2008. Zeegras in de Waddenzee. Rol in de Waddenzee en in Nederland. Kansen in de toekomst en wettelijk kader. Koeman & Bijkerk Advies, Haren.

Winkelman, J.E., F. Kistenkas, m.j. Epe, 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra rapport 1780, Wageningen..

Ysebaert, T.J.W., M. Tangelder, J.W.M. Wijsman & K. Troost, 2013. Samenhang in de Delta, ontwikkelingsvarianten voor de Zuidwestelijke Delta. Ecologische onderbouwing (deel 1 en 2). Imares Wageningen UR, IJmuiden/Yerseke/Den Helder/Den Burg.

C Rapport Kansen voor aquacultuur binnen het 'dubbele dijken concept' langs de Eems-Dollard

Inrichting dubbele dijkzone: Kansen voor aquacultuur binnen het 'dubbele dijken concept' langs de Eems-Dollard

Henrice Jansen, Pauline Kamermans, Marnix Poelman
IMARES
Dec 2014

Inhoudsopgave

1. Introductie	2
2. Gekweekte soorten die in aanmerking komen voor teelt in het Eems-Dollard gebied	4
3. Randvoorwaarden voor extensieve aquacultuur in een dubbele dijken concept	6
3.1 Verwachte waterkwaliteit in Deelgebied B	6
3.2 Ecologische randvoorwaarden en kweekconcepten	7
3.2.1 Schelpdieren	7
3.2.2 Wolhandkrab.....	9
3.2.3 Zagers	9
3.3 Kansen voor kweeksoorten op basis van ecologische randvoorwaarden.....	10
4. Economische kentallen	11
5. Productie van schelpdieren in gebied B.....	11
6. Conclusies en enkele overwegingen voor inrichting van gebied B	13
7. Integratie aquacultuur in natuurdoelstellingsgebied (gebied A).....	15

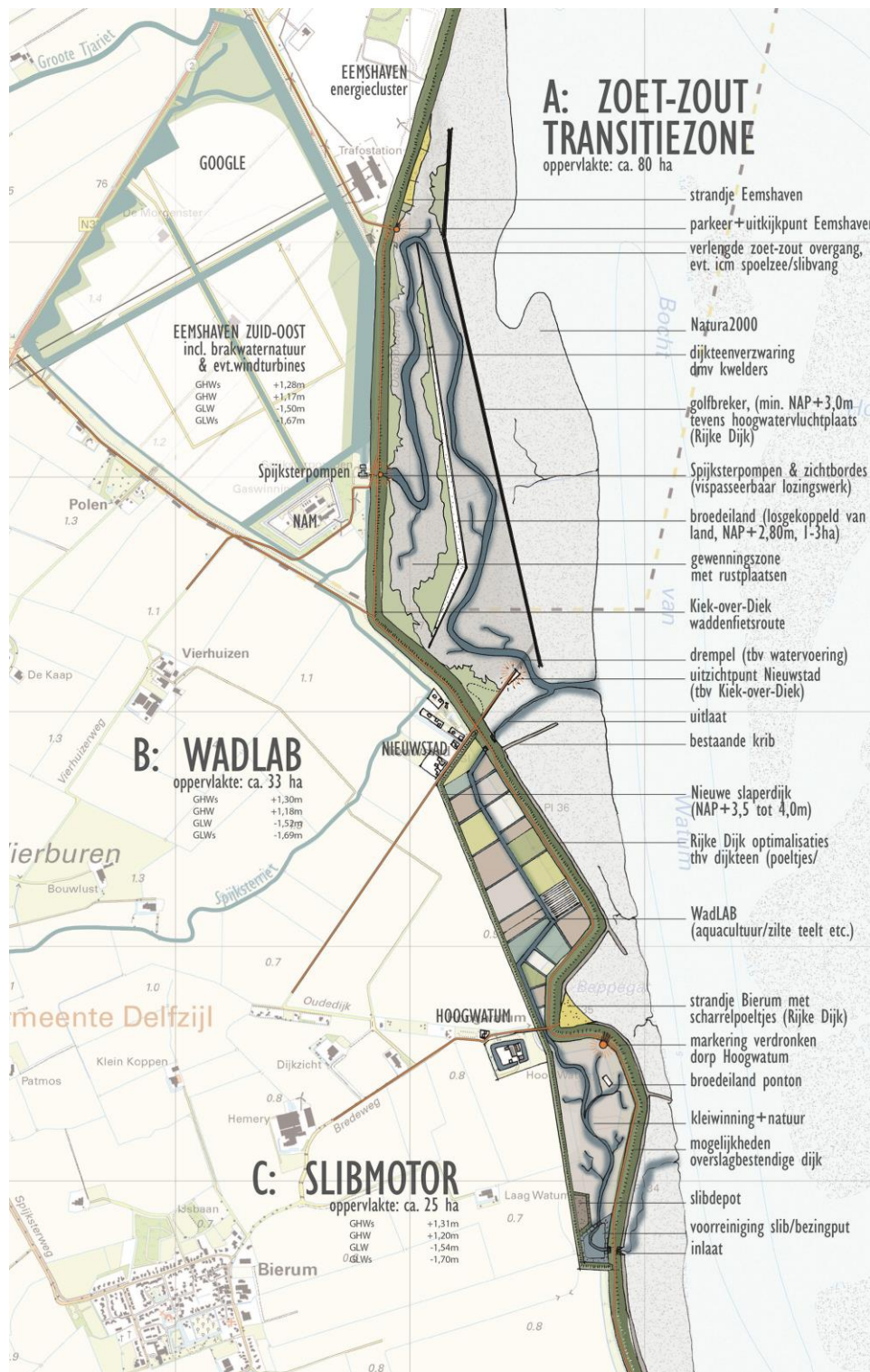
1. Introductie

Voor het noordelijk deel van het dijktraject Eemshaven – Delfzijl is een ontwerp gemaakt van een nieuw dijkenconcept bestaande uit een dubbele kering met een tussenliggende zone die onder getijdeninvloed staat (zie figuur 1). De intergetijden natuur die zo ontstaat kan in de deelgebieden B en C in dit ontwerp gecombineerd worden met vormen van aquacultuur.

Uitgangspunten bij aquacultuur in het dubbele dijkenconcept zijn dat:

- (1) de natuurontwikkeling niet belemmerd wordt
 - de te kweken soorten komen van nature voor in het gebied (tapijtschelpen vallen daarom bijvoorbeeld af als potentieel kansrijke soort) (gebied A en B)
 - het kweken en oogsten heeft minimaal effect op het ecosysteem (met name gebied A)
- (2) de natuurontwikkeling het dubbele dijkenconcept mogelijk bevordert wordt (gebied A)
 - de te kweken organismen spelen een rol in de biologische processen van de ontwikkeling
- (3) de aquacultuur activiteit is rendabel (met name gebied B)
 - de soort levert voldoende op per ha
 - de soort is te kweken onder de omstandigheden in het dijkconcept
 - de teelt brengt een meerwaarde mee die opweegt tegen een lagere productie in een extensief systeem.

In de volgende paragrafen wordt geïnventariseerd welke soorten voor kweek in het Eems-Dollardgebied in aanmerking komen. Vervolgens wordt bepaald wat de ecologische randvoorwaarden zijn en worden voorbeelden van teeltconcepten en -technieken aangeven voor de verschillende soorten. Ten slotte wordt een overzicht gegeven van economische kentallen en productieschattingen voor kweek van schelpdieren gegeven. Hieruit volgt een selectie van soorten die mogelijk in aanmerking komen voor kweek in een dubbele dijkenconcept.



Figuur 1. Ontwerp voor een dubbele dijkenzone met tussenliggende brakwatergebieden voor het noordelijk deel van het dijktracé Eemshaven – Delfzijl.

2. Gekweekte soorten die in aanmerking komen voor teelt in het Eems-Dollard gebied

Er worden wereldwijd circa 445 aquatische soorten gekweekt (Tabel 1). Het betreft zeewieren, kreeftachtigen, vissen, schelpdieren, kikkers, kwallen, zakpijpen, zee-egels, zeekomkommers en schildpadden. Een grootdeel van deze soorten komt niet in aanmerking voor kweek in het Eems-Dollard gebied op basis van de restrictie vanuit natuurdoelstellingen dat er slechts inheemse soorten gekweekt dienen te worden. Er zijn 20 soorten geïdentificeerd die voor kweek in het Eems-Dollard gebied in aanmerking zouden kunnen komen (Tabel 2). Voor het verkrijgen van een rendabele aquacultuur activiteit is de teelt van de duurdere soorten aan te bevelen. Soorten met een hoge marktwaarde zijn de vissen zoals Tong, Tarbot en Zeebaars, maar ook Zeekraal, Zager en Platte oesters hebben een hoge marktwaarde (De Mesel et al. 2013). Daarnaast is belangrijk hoeveel ervaring is opgedaan met de kweek van een bepaalde soort. Het is raadzaam een soort te kiezen waarvan de teelt zich al heeft bewezen, en waarvan de belangrijkste productie knelpunten (voer, zaad, groei, markt) al deels in gelijke omstandigheden gerealiseerd zijn.

De keuze voor de soort is bepalend voor het type systeem dat gerealiseerd moet worden, en *vice versa* (Tabel 3). Vissen en schaaldieren worden gekweekt in afgebakende vijversystemen die niet droog komen te liggen, terwijl schelpdieren prima gedijen in zowel vijversystemen als getijden gebieden. Aangezien er in het huidige concept voor de herinrichting van de dubbele dijkzone tussen de Eemshaven en Delfzijl gekozen is voor een systeem waarbij getijdeninvloeden aanwezig zijn, wordt de keuze voor meest kansrijke soorten teruggebracht tot teelt van zilte gewassen en zeewieren (niet meegenomen in de huidige rapportage) en kweek van schelpdieren. Kansen voor de kweek van zilte gewassen en zeewieren zijn door het Zilt Proefbedrijf Texel verkend (Zilt Proefbedrijf Texel, 2014). Ook is er interesse voor de kweek van wolhandkrabben. Deze soort kan ook goed omgaan met een dergelijke droogvalperiode, het trekgedrag van deze soort maakt het wel noodzakelijk om adequate maatregelen tegen ontsnapping (en vernieling) te nemen.

Tabel 1. Overzicht van gekweekte aquatische soorten wereldwijd (www.fao.org)

groep	aantal soorten	groep	aantal soorten
zeewieren		schelpdieren	
bruine zeewieren	6	zeeoeren	12
groene zeewieren	6	ingegraven schelpdieren	35
rode zeewieren	12	mosselen	13
andere wieren	5	oesters	15
		st jacobs schelpen	8
kreeftachtigen		inktvisen	3
krabben	9	zoetwater mollusken	3
kreeften	6		
zoetwater kreeftachtigen	18	divers	
garnalen	27	kikkers	2
		kwallen	2
vissen		zakpijpen	2
diadrome vissen	42	zee-egels	2
zoetwater vissen	103	zeekomkommers	2
zoutwater vissen	109	schildpadden	3
		totaal	445

Tabel 2. Gekweekte zoutwater soorten die voorkomen in het Eems-Dollard gebied (De Mesel et al. 2013 op basis van www.fao.org, Brandenburg et al., 2004; Reith et al., 2005)

Naam	Latijnse naam	Naam	Latijnse naam
Vissen		Wieren	
Tong	<i>Solea solea</i>	Viltwier	<i>Codium fragile</i>
Tarbot	<i>Psetta maxima</i>	Suikervier (Kombu)	<i>Laminaria saccharina</i>
Zeebaars	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Purperwier (Nori)	<i>Porphyra umbelicalis</i>
Pollak (witte koolvis)	<i>Pollachius pollachius</i>	Knoopwier	<i>Gracilaria verrucosa</i>
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	(Wakame)	<i>Undaria pinnatifida</i>
Kabeljauw	<i>Gadus morhua</i>		
		Zilte teelten	
Schelpdieren		Zeekraal	<i>Salicornia europaea</i>
Platte oester	<i>Ostrea edulis</i>	Lamsoor	<i>Aster triplolium</i>
Wijde mantel (Queen)	<i>Aequipecten opercularis</i>		
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Overig	
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Zager	<i>Nereis virens</i>
Japanse oester	<i>Crassostrea gigas</i>		
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>		

Tabel 3 Indicatie kweeksystemen voor potentieel kansrijke soorten in het Eems-Dollard gebied

Type	Soort	Kweek mogelijkheid
Schaaldieren	Wolhandkrab	Afgebakend (vijver) systeem
Vissen	Diklipharder	Afgebakend (vijver) systeem
Vissen	Tarbot (gevoelige soort)	Afgebakend (vijver) systeem
Vissen	Tong (gevoelige soort)	Afgebakend (vijver) systeem
Schelpdieren	Kokkel	Open doorstroom systeem Afgebakend (vijver) systeem
Schelpdieren	Japanse oester	Open doorstroom systeem Afgebakend (vijver) systeem
Schelpdieren	Platte oester	Open systeem Afgebakend (vijver) systeem
Schelpdieren	Mossel	Open systeem Afgebakend (vijver) systeem

3. Randvoorwaarden voor extensieve aquacultuur in een dubbele dijken concept

Daarnaast hangt het kweekpotentieel van een soort af van de grenzen waarbinnen omgevingsparameters mogen fluctueren of de soort ook gekweekt kan worden in het parallelle dijkconcept. Dit betreft bijv. temperatuur, zoutgehalte, zuurstofgehalte, voedselaanbod, maximale duur van droogstand per getij en zwevend stof gehalte van het water.

3.1 Verwachte waterkwaliteit in gebied B

Er zijn geen modelberekeningen beschikbaar over de verwachte abiotische en biotische water kwaliteitsparameters in gebied B. Een algemeen overzicht is daarom verkregen uit de gestandaardiseerde monitoring in de omgeving van de Eems-Dollard zoals opgenomen in de waterbase database.

Het slibgehalte in het Eems-Dollard gebied is hoog wat wordt gereflecteerd in een hoog zwevend stof gehalte; jaargemiddelde liggen rond de 91 mg/l (Tabel 4) met hoge waarden in de winter en lagere waarden in de maanden Mei-Juli. Het slibgehalte varieert aanzienlijk per meetlocatie, en exacte gehalten bij de inlaat van de vijvers kan afwijken van gemiddelden hier gepresenteerd. Daarnaast is het onbekend hoeveel slib zal bezinken in gebied C voordat het de schelpdijviervers (gebied B) instroomt.

De wintertemperatuur kan tot het nulpunt zakken, en in de zomer worden zelden waarden hoger dan 20°C gemeten. Bij de temperatuur moet aangemerkt worden dat deze in de relatief ondiepe vijversystemen meer zullen variëren door relatief snellere opwarming en afkoeling.

Tabel 4 Waterkwaliteitsparameters

Parameter	Jaarlijks gemiddelde	Minimum	Maximum	Bron
Temperatuur (°C)	11.4 ± 1.0	Gem: 1.8 Absoluut: -1.1	Gem: 20.9 Absoluut: 24.4	Waterbase*
Saliniteit (ppt)	22.3 ± 3.3	Gem: 14.7 Abs: 5.4	Gem: 29.6 Abs: 35.5	Waterbase**
Zwevend stof (mg/l)	91 ± 22	Gem: 31 Abs: 1	Gem: 217 Abs: 579	Waterbase*
Chlorofyl a (µg/l)	8.3 ± 3.9	Gem: 1.7 Abs: 0.06	Gem: 26.7 Abs: 183.3	Waterbase*
Chlorofyl a (µg/l)	5	0.5	20	Brinkman et al., 2014
Primaire productie (g C/m ² ,y)	125			Brinkman et al., 2014

* locaties Bocht v Watum, GrootGND, Huigbot. Gemiddeldes over meetreeksen 1990-2013

* locaties Bocht v Watum, GrootGND, Huigbot. Gemiddeldes over meetreeksen 2005-2013

3.2 Ecologische randvoorwaarden en kweekconcepten

Hieronder wordt een overzicht geven van de condities die nodig zijn voor de kweek van een bepaalde soort. We richten ons hierbij enkel op de meest kansrijke soorten (zie paragraaf 2): schelpdieren, zagers en wolhandkrab. Tabel 5 geef een samenvatting van de belangrijkste ecologische randvoorwaarden voor deze soorten. Voor een overzicht van randvoorwaarden van vissen en wieren verwijzen we naar De Mesel et al. (2013).

Tabel 5. Randvoorwaarden voor teelt van schelpdieren, wolhandkrabben en zagers. Minimale (min), maximale (max) en optimale (opt) waarden zijn weergegeven. Referenties zijn aangegeven met letters. ? betekent dat er geen informatie over is gevonden.

parameter → soort ↓	zoutgehalte (‰)			droogstandduur (h per getij)			zwevend stof gehalte (mg/l)		
	min	max	opt	min	max	opt	min	max	opt
Platte oester	11 ^b	40 ^c	32-34 ^d	0	lower intertidal ^c	0	0	> 88 ^e	?
Mossel	4-5 ^f	40 ^c	?	0	upper intertidal ^g	0	0	300 ^h	90 ^h
Kokkel	12	38	?	8	Middle intertidal	0	30	400	250
Japane oester	10 ⁱ	35 ⁱ	20-25 ⁱ	0	lower intertidal ^j	0	0	300 ^h	90 ^h
Strandgaper	5		25-35 ^q		upper intertidal ^q		?	?	?
Zager	8 ^a	> 33 ^a	33 ^a	0	?	0	0	?	?
Wolhandkrab			14-20: repro 20-25: larvae ?: grow out ^p	?	?	?			

a Oglesby 1982; b Korringa 1976; c www.marlin.ac.uk/biotic; d Walne 1974; e Utting 1988; f Kautsky 1982; g Seed & Suchanek 1992; h Hawkins et al., 1998; i <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies>; j Troost 2009; k Egan & Ungar 1999; p Zeng et al 2012; q <http://www.issg.org/database/species>

3.2.1 Schelpdieren¹

Schelpdieren komen zowel voor in sublitorale als litorale gebieden. De kokkel en standgaper leven ingegraven in het sediment, terwijl de platte oester, wijde mantel, japanse oester en mossel op het substraat leven. De platte oester en japanse oester zetten zich eenmalig vast op b.v. een klein stukje schelp en kunnen zich daarna niet meer zelfstandig verplaatsen. De mossel kan zich steeds opnieuw vasthechten en voortbewegen met behulp van byssus draden. En de wijde mantel kan zwemmen door middel van *jet propulsion*. Belangrijke parameters die de groei en overleving van schelpdieren bepalen zijn maximale duur van droogstand per getij, zoutgehalte, temperatuur, voedselaanbod en zwevend stof gehalte van het water. Schelpdieren eten voornamelijk eencellige algen. Schelpdieren nemen voedsel op door deeltjes uit het water te zeven met hun kieuwen. Deze deeltjes worden vervolgens naar de mond getransporteerd. Bij een hoog zwevend stof gehalte is het aanbod van partikels te hoog voor de schelpdieren. Ze reageren hierop door ofwel minder te filtreren, ofwel pseudofeces te produceren (Foster Smith, 1975). Pseudofeces is dat deel van de partikels dat niet naar de mond wordt getransporteerd, maar via de kieuwen weer naar buiten wordt gebracht. Minder filtratie en productie van pseudofeces zorgt voor groeivertraging (Frechette & Grant, 1991).

¹ Bron de Mesel et al. 2013

Platte oester

Platte oesters (*Ostrea edulis*) worden gekweekt in de Grevelingen. Jonge oesters worden verkregen door vestiging van larven op uitgezaaide mosselschelpen. Verdere opkweek vindt plaats op percelen waar de oesters op de bodem liggen. Opgroei tot consumptie formaat duurt 3-5 jaar. De kweek kampt met enkele specifieke problemen zoals besmetting door de *Bonamia ostrea* parasiet en concurrentie met de Japanse oester. *Bonamia ostreae* is een protozo van 2-4 µm. Deze intracellulaire parasiet komt voor in de bloedcellen en vermenigvuldigt zich daar, de dood van de gastheer veroorzakend door lyse van het celplasma (Dijkema 1990). Sterfte vindt vooral plaats in de maanden na de voortplanting in de tweede zomer. Daarnaast is de infectiegraad hoger in gebieden die met laagwater droogvallen. (Dijkema, 1990; van Banning 1991). Kweek onder meer gecontroleerde omstandigheden kan gunstig zijn bij het voorkomen van besmetting met *Bonamia*. Op het gebied van de oesterkweek is al veel mogelijk. Oesterbroed kan worden gekweekt in hatcheries (broedhuizen). Broed kan verder worden opgekweekt tot zaai-oesters in nurseries (kinderkamers). In een hatchery kan met behulp van selectie van ouderdieren een ras worden geproduceerd dat minder gevoelig is voor *Bonamia*. Sinds 2009 wordt platte oesterbroed in de hatchery van de Roem van Yerseke gekweekt uit oude platte oesters afkomstig van de Oosterschelde. Verdere opkweek van de oesters vindt plaats in mandjes aan touwen (zie figuur 2a). Deze oesters zijn mogelijk tolerant voor *Bonamia*. In andere landen, zoals Engeland en Frankrijk worden de oesters ook gekweekt in zakken op tafels in droogvallende gebieden (zie figuur 2b).

Kokkel

In jaren dat het bestand groot genoeg is wordt de kokkel *Cerastoderma edule* mechanisch gevist in de Wester- en Oosterschelde en handmatig in de Oosterschelde en Waddenzee (LNV, 2004). De kokkels zijn dan gemiddeld 2 jaar oud (Kamermans et al, 2003). Kokkels zitten ingegraven in de bodem en komen voornamelijk op droogvallende zandplaten voor. De kokkel heeft een vrij groot verspreidingsgebied. Zijn habitat wordt voornamelijk bepaald door de hydrodynamische condities, in relatie met de soort sedimentatie (Voorkeur modderig-zand, korrelgrootte 2,75-3,30 0 en 5% slib-klei) (Wolff, 1973). In het kader van het proefproject Zeeuwse Tong zijn proeven gedaan met de teelt van kokkels in bassins op het land (Stichting Zeeuwse Tong, 2014). Kokkels worden hiervoor in de hatchery van de Roem van Yerseke geproduceerd. Berekeningen laten zien dat broed van 5 mm in 7.5 maanden tot een marktwaardig product van 10 gram vers-gewicht kan worden gekweekt, mist er voldoende voedsel beschikbaar is (Kamermans et al., 2009b). De opgedane ervaringen laten zien dat kokkelkweek in bassins en vijversystemen mogelijk is.

Mossel

De mossel (*Mytilus edulis*) wordt in de Oosterschelde gekweekt. Jonge mosselen (mossel zaad) worden gevist van wilde banken of ingevangen met collectoren. De wilde banken bestaan uit mosselen die aan elkaar vastgehecht op de bodem liggen. De banken bevinden zich voornamelijk in de Waddenzee, en in bepaalde jaren ook in de Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta. Het mosselzaad wordt uitgezaaid op bodempercelen waar het opgroeit tot commercieel formaat in 1-3 jaar. In andere landen, zoals Frankrijk, worden mosselen ook gekweekt op palen (Bouchot) of in zakken op tafels (zie figuur 2). In het kader van het proefproject Zeeuwse Tong zijn proeven gedaan met de teelt van mosselen in bassins op het land (Stichting Zeeuwse Tong, 2014). De mossel komt zowel in het litoraal als in het sublitoraal voor.

Japanse oester

Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) worden gekweekt in de Oosterschelde en Grevelingen. Jonge oesters worden verkregen door vestiging van larven op uitgezaaide mosselschelpen. Verdere opkweek vindt plaats op bodempercelen. Daar liggen de oesters los op de bodem. Opgroei tot consumptie formaat duurt 3 jaar. Daarnaast worden oesters op experimentele schaal in de Oosterschelde ook gekweekt in zakken op tafels zoals gebruikelijk in Frankrijk (zie figuur 2b).

Strandgaper

Strandgapers (*Mya arenaria*) worden niet gevestigd of gekweekt in Nederland. De soort leeft ingegraven in de bodem en komt voornamelijk in het litoraal voor. In Amerika is het een bekende commerciële soort die handmatig in het wild wordt verzameld vanaf de kust of gekweekt vanuit broed dat is geproduceerd in een hatchery (Beal et al., 1995). De teelt vindt plaats in de bodem waarbij de plots worden afgedekt met een net.

3.2.2 Wolhandkrab²

De wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*) is een katadrome diersoort. Dit betekent dat de voortplanting in zoute wateren plaatsvindt en de opgroei tot volwassen krab in zoet water. Volwassen dieren (leeftijd 3-5 jaar) migreren eenmaal in hun leven naar zee om te paren en eieren af te zetten, waarbij de dieren per dag 8 tot 12 km kunnen afleggen (Panning, 1939). In Nederland vindt deze massale trek in het najaar plaats, met name in september en oktober, vooral 's nachts. De mannetjes vormen in de mondingen van rivieren een soort 'drempel' die door de iets later komende wijfjes moet worden overgestoken. Hierdoor wordt verzekerd dat elk wijfje tijdens de 'oversteek' wordt bevrucht (Panning, 1939).

De Chinese wolhandkrab tolereert een breed bereik aan abiotische factoren. Wereldwijd is het dier verspreid binnen een gematigd klimaat, waarbinnen de temperatuurverschillen groot zijn. Laboratoriumexperimenten bevestigen dat de wolhandkrab tolerant is voor grote temperatuurverschillen (Anger 1991), maar over het algemeen wordt aangenomen dat de krabben benden de 5C niet meer eten. Daarnaast kan het dier overleven in gebieden die sterk onder invloed staan van menselijke activiteiten en veranderingen (Hoestlandt 1948; Ingle 1986; Nichols, Cloern et al. 1986; Hymanson, Wang et al. 1999). Juvenile wolhandkrabben graven holen tot 50 centimeter diep in de riviermondingen die onder invloed staan van getijdenwater, in banken tussen de hoog en laag water lijn. In gebieden waar de krab talrijk is, zijn de holen dicht opeen gepakt en vaak onderling verbonden (Rudnick, Halat et al. 2000). Hoge dichtheden van holen kan leiden tot een verzwakking van dijken en dammen (Panning 1939; Dutton and Conroy 1998). Volwassen krabben zijn ongeveer 100 tot 200 gram, maar er zijn uitschieters bekend van krabben van 400 tot 500 gram (www.fao.org). In Nederland zijn de 'maatse' krabben ongeveer 80 gram en zwaarder (Barelds, pers. inf.). Kweek kan gebeuren door ondermaatse krabben door te kweken naar een grotere maat, waardoor de marktwaarde verhoogd wordt.

Het trek gedrag van de Wolhandkrab maakt het noodzakelijk om adequate maatregelen tegen ontsnapping (en vernieling) te nemen. De wolhandkrab lijkt gegeven de holvormende eigenschappen niet voor de hand liggend in een "natuurlijk" systeem, hier zullen speciale bassins voor toegepast moeten worden.

3.2.3 Zagers³

Zagers (*Nereis virens*) zijn omnivoren, ze eten mossel vlees, groene macroalgen, zoals zeesla en darmwier, Engels slijkgras, (pseudo)faeces van oesters en detritus (Tenore & Gopalan, 1974; Lehmann, 1980; Olivier et al., 1996). *N. virens* komt zowel in het litoraal als het sublitoraal voor (Reise, 1978). De wormen leven ingegraven in de bodem in U-vormige buizen. Bij hele hoge slijbgehalten van het sediment komt de wadpier niet meer voor omdat hij zijn buis niet meer open kan houden (Dankers & Beukema, 1983). Zagers worden gespit in droogvallende delen van de Ooster- en Westerschelde en gebruikt als aas in de sportvisserij. Daarnaast worden ze commercieel gekweekt in Wales en in Zeeland met een productiviteit van ongeveer 1kg/m² per jaar (www.topsybaits.nl). Ze worden gevoerd met visvoer (pellets). Doordat kweekervaring aanwezig is met de soort en de omstandigheden waaronder de soort kan leven overeenkomen met

² Bron IMARES, T.B. Leijzer, 2007

³ Bron de Mesel et al. 2013

de omstandigheden die zullen gaan ontstaan bij het parallelle dijkconcept, lijkt de soort geschikt voor teelt in een parallel dijkconcept. Voorwaarde is wel dat bijvoeren niet nodig is.

3.3 Kansen voor kweeksoorten op basis van ecologische randvoorwaarden

Een analyse van de randvoorwaarden (tabellen 4 en 5) van gekweekte zoutwater soorten die voorkomen in het gebied rondom de Eems-Dollard laat zien dat vrijwel alle soorten om kunnen gaan met de variatie in omgevingsvariabelen.

Het feit dat de groei van schelpdieren geremd kan worden door (te) hoge slibgehalten in het water is mogelijk een belangrijk punt voor de ontwikkeling van schelpdierkweek in Deelgebied B van de dubbeldijken zone voor de dijk langs de Eems-Dollard. De hoge slibgehalten in de Eems-Dollard zullen gedeeltelijk opgevangen worden door Deelgebied C waar slib bezinking plaats vindt. Het is op dit moment echter niet duidelijk hoe de ratio slib:chla zich zal verhouden in gebied B. Zagers kunnen goed omgaan met hoge slibgehalten, maar te hoge gehalten kunnen ook een probleem vormen voor de kweek van zagers.

Zoutgehalten in de Eems-Dollard kunnen periodiek vrij laag zijn door invloed van zoetwaterafvoer. De minimum saliniteit voor kokkels en Japanse oesters is 10-12 ppt (Tabel 5) wat lager ligt dan het gemiddelde minimum zoutgehalte, echter, er zijn jaren waarin het zoutgehalte soms lager is dan 10ppt. Wanneer dit voor een langere periode aanhoudt kan dit een probleem vormen voor de overleving van deze soorten. De mossel is zeer robuust en kan gedurende een bepaalde periode omgaan met lage zoutgehalten. De optimum zoutgehalten voor de kweek van wolhandkrabben zijn niet bekend, maar aangezien dit een soort is waarvan de volwassen stadia opgroeien in zoetwater is een zoutwater getijdensysteem wellicht niet de meest ideale conditie voor kweek van deze soort.



Figuur 2. Oesters in hangende mandjes (a) of zakken op tafels (b) en mosselen op Bouchot palen (c).

4. Economische kentallen

Van de geselecteerde schelpdiersoorten is de wereldproductie van de Japanse oester de hoogste, in Nederland is de aanvoer van mosselen echter de belangrijkste. Voor alle schelpdiersoorten betreffen de productiegetallen visserij in het buitenwater al dan niet door uitzaaiing en herverdeling van opgevisste exemplaren op elders gelegen percelen. De waarde (in € per kg product) verschilt sterk. Van de schelpdieren heeft de platte oester de hoogste marktwaarde. De strandgaper kent een lage productie, en de productie/afzet is zelfs afwezig in Nederland. Hoekstra et al (2005) rapporteert een marktwaarde van 5 € per kg voor zagers. Het is echter bekend dat de productiekosten van zagers 3-5 € per kg zijn (Zeeuwse Tong) en dat de marktwaarde, afhankelijk van het type markt en seizoen, vele malen hoger ligt. De waarde weergegeven in Tabel 6 zal naar alle waarschijnlijkheid enkele malen hoger liggen, maar de absolute waarde is niet beschikbaar via openbare bronnen.

Tabel 6. Productie van schelpdieren, zagers en wolhandkrabben in Nederland en de wereld

	Wereld productie	Europese productie		Nederlandse productie		
	Productie (ton)	Productie (ton)	Opbrengst (x1000 \$)	Productie (ton)	Opbrengst (x1000 \$)	Waarde (€ per kg)
Kokkel	7.621 ^b	1.826 ^a	6.357 ^a			1.95 ^b
Mossel	184.430 ^a	153.098 ^a	310.465 ^a	40.000 ^a	88.653 ^a	1.77 ^a
Japanse oester	608.688 ^a	92.013 ^a	541.239 ^a	2.400 ^e		*
Platte oester	2.215 ^a	2.202 ^a	17.390 ^a	212 ^a	1.267 [*]	4.78 ^a
Strandgaper	440 ^b					0.53 ^b
Zager						5 ^c
Wolhandkrab						10-12 ^d

a Data uit 2012, FAO database FIGIS (waarde bepaling op basis van gegevens NL markt)

b Data uit 2008, FAO statistisch jaarboek (waarde bepaling op basis van wereldwijde markt)

c Data uit 2005, Hoekstra et al 2005

d Data uit 2012, Leeuwen et al 2013

e Data uit 2012, CBS

** Op basis van FAO data (b) is de wereldwijde marktprijs voor Japanse oesters 1.00€/kg. Door het wegvallen van P-Vis zijn de gegevens voor de Nederlandse markt momenteel niet te achterhalen. De prijs ligt naar verwachting een stuk hoger, en er wordt over het algemeen aangenomen dat de Japanse oester een hogere marktwaarde heeft dan de mossel.*

5. Productie van schelpdieren in gebied B

De productie van kweeksoorten in de vijversystemen is afhankelijk van de voedseltoevoer. Omdat er gekozen is voor semi-intensieve/extensieve schelpdierkweek is de voedseltoevoer afhankelijk van wat er met het getijden water ingevoerd wordt. Bij zagers (en wolhandkrabben) kan er gekozen worden om bij te voeren om de productie te verhogen.

Hoekstra et al. (2005) geeft aan dat een productie van 15.000 kg zagers per hectare per jaar haalbaar is. De productiecyclus van zagers is 1 jaar, wat resulteert in een geschatte opbrengst van 75.000 €/ha/jaar (bij een marktprijs van 5€/kg, tabel 6). De productie in getijden vijvers zal waarschijnlijk lager zijn omdat een deel van de tijd geen water in de vijver aanwezig is. De marktprijs is echter naar verwachting wel enkele malen hoger dan aangegeven door Hoekstra et al. (2005).

Over de productie van wolhandkrabben is weinig bekend. In China kan men tot een opbrengst van 1000kg/ha komen in polyculture-zoetwater vijvers (Zeng et al. 2012), al zijn de mogelijkheden voor zoutwater intergetijdensystemen in Nederland onbekend.

Zoals aangegeven is de productie van schelpdieren sterk afhankelijk van de voedseltoevoer van fytoplankton en ander organisch materiaal met het getijden water. De totale voedseltoevoer wordt

bepaald door de concentratie voedsel (uitgedrukt als Chla of ZS) en van de verversingstijd van het bassin (totale water toevoer gedurende 1 getijdencyclus). In tabel 7 is berekend hoeveel kokkels gekweekt kunnen worden bij een bepaald debiet. Hierbij is uitgegaan van een stroomsnelheid van 0.5 m/sec en een opening van de inlaat van 100 m². Daarnaast is de diepte van de kweekbassins gesteld op 0.5 m. Schelpdieren kunnen aanzienlijke hoeveelheden water filtreren, en het is dan ook niet onwaarschijnlijk dat hoge schelpdierdichtheden zullen leiden tot uitputting van het voedselaanbod in de waterkolom. Dit is niet meegenomen in de berekeningen. Omdat inschatting van de voedselconcentraties in gebied B onbekend zijn worden in tabel 7 twee scenario's geschetst voor maximale schelpdierproductie op basis van aannames over de voedseltoevoer:

- Scenario 1: er is 24 uur per dag water beschikbaar met een chlorofylgehalte gelijk aan het buitenwater in dit gebied (5 µg/l, Brinkman et al., 2014)
- Scenario 2: het bassin wordt 2 maal gevuld tijdens vloed en er is 4 uur per dag water beschikbaar met een chlorofylgehalte gelijk aan het buitenwater in dit gebied (5 µg/l, Brinkman et al., 2014)
- Scenario 3: het bassin wordt 2 maal gevuld tijdens vloed en er is 4 uur per dag water beschikbaar met een chlorofylgehalte hoger dan het buitenwater in dit gebied (10 µg/l).

Tabel 7. Opbrengst van kokkels in gebied B bij drie verschillende scenario's: (1) 24 uur per dag water met een chlorofylgehalte van 5 µg/l, (2) 4 uur per dag water met een chlorofylgehalte van 5 µg/l en (3) 4 uur per dag water met een chlorofylgehalte van 10 µg/l.

scenario	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	opmerkingen
grootte gebied (m ²)	280.000	280.000	280.000	
stroomsnelheid door getij (m/sec)	0.5	0.5	0.5	aanname
opening doorlaat (m ²)	100	100	100	aanname
debiet (m ³ /h)	<i>180.000</i>	180.000	180.000	
aantal uur per dag onder water	24	4	4	aanname
debiet per dag (m ³ /dag)	4.320.000	720.000	720.000	
diepte kweekgebied (m)	0.5	0.5	0.5	aanname
volume kweekgebied (m ³)	140.000	140.000	140.000	
gemiddeld chlorofyl gehalte (µg/l)	5	5	10	aanname
POC gehalte (mg/l)	0.5	0.5	1	
hoeveelheid POC (g/dag)	2.160.000	360.000	720.000	
hoeveelheid POC (g/dag/m ²)	8	1	3	
filtratie kokkels (l/h)	1	1	1	
groei kokkels (mg DW/h)	0.1	0.1	0.2	
dichtheid te kweken kokkels per m ²	1851	51	51	
benodigde debiet bij gegeven dichtheid (m ³ /h)	<i>518.400</i>	14.400	14.400	
aantal dagen groei kokkels tot 500 mg DW	<i>209</i>	1.249	625	
eindformaat kokkels (mg DW)	<i>500</i>	500	500	
eindformaat kokkels (g)	<i>88</i>	87	88	aanname DW/WW=0.028, %vlees=16%
kokkelvlees bij oogst (kg/m ²)	<i>162.1</i>	4.5	4.5	
waarde kokkels (euro/kg natgewicht incl schelp)	<i>1.95</i>	1.95	1.95	waarde in 2008, zie tabel 6
opbrengst in euro per m ²	<i>316</i>	8.77	8.78	
opbrengst totale gebied in euro per ha per jaar	<i>3.161.527</i>	6406	25623	

Scenario 1 (schuingedrukte waarden): benodigde debiet komt niet overeen met geschatte debiet waardoor uitputting van voedsel verwacht mag worden. De waarden hieruit resulterend (schuingedrukte waarden in de tabel) zijn daarom niet realistisch en kunnen naar alle waarschijnlijkheid niet gehaald worden.

Op basis van de beschikbare hoeveelheid voedsel is de te behalen dichtheid van kokkels per m² berekend. Dit is 1851 per m² bij 24 uur water en 71 per m² bij 4 uur water. De teelt periode wordt gehalveerd als het chlorofylgehalte verdubbeld. Bij de hoge dichtheid aan kokkels is de filtratie meer dan het debiet (518.400 m³/h versus 180.000 m³/h). Hierdoor zal uitputting van het voedsel aan de orde zijn en de opbrengst navenant minder.

De opbrengsten in tabel 7 zijn niet gecorrigeerd voor productiekosten, en betreffen dus bruto opbrengst.

6. Conclusies en enkele overwegingen voor inrichting van gebied B

Tabel 8 geeft een opsomming van de haalbaarheid van schelpdieren, zagers en wolhandkrabben binnen het dubbele dijken concept waarbij de focus op gebied B ligt.

Tabel 8 Conclusies over de haalbaarheid voor kweek van zoutwater soorten in een intergetijden bassin zoals voorzien in het dubbele dijken concept voor de dijk langs de Eems-Dollard (in volgorde van potentieel: hoog - > laag op basis van expert judgement)

Soort	Overwegingen voor productie in dubbele dijken zone Eemsdelta
Zager	<ul style="list-style-type: none"> + Hoge marktprijs, korte productiecycclus ± Productie in getijdenvijvers onbekend, maar verwacht wordt dat dit mogelijk is. Wel zal de productie lager zijn dan in vijvers met continue waterdoorstroming - Bijvoeren noodzakelijk om hoge productie te halen - Effect en maatregelen om uitspoeling voer en afvalstoffen te voorkomen onbekend
Kokkel	<ul style="list-style-type: none"> + Kan relatief goed omgaan met hoge slib gehalten + Intergetijde gebied is natuurlijk habitat + Afzetmarkt aanwezig + Hatchery en gecontroleerde reproductie mogelijkheden bekend + Relatief hoge waarde - Kweek is nog niet bewezen
Japanse oester	<ul style="list-style-type: none"> ± Robuuste soort, maar gevoelig voor Herpes virus + Bewezen kweek, maar op tafels of in mandjes vraagt hoge waterstand + Afzetmarkt aanwezig
Mossel	<ul style="list-style-type: none"> + Robuuste soort + Kan zowel op bodem als in waterkolom gekweekt ± Opkweek van kwetsbaar MZI zaad voor uitzaaien op perceel, al is locatie Eems delta ver verwijderd van bodempercelen + Afzetmarkt aanwezig - Lage waarde
Platte oester	<ul style="list-style-type: none"> - Gevoelig voor hoge slibgehalten + Afzetmarkt aanwezig + Hatchery en gecontroleerde reproductie mogelijkheden bekend + Wellicht mogelijk <i>Bonamia</i> resistente soort te kweken (genetica) + Kan bijdragen aan herstel Platte oesterpopulatie in Waddenzee
Wolhandkrab	<ul style="list-style-type: none"> + Kweek van ondermaatse krabben naar een grotere maat, waardoor de marktwaarde verhoogd wordt. + Hoge marktprijs - Volwassen stadia groeien van nature op in zoetwater gebieden. Kweekpotentie in zoutwatersystemen onbekend - Adequate maatregelen om ontsnapping (en vernieling) tegen te gaan zijn noodzakelijk (=afgebakend vijver bassin) - Vanwege deze holvormende eigenschappen lijkt deze soort niet voor de hand liggend in een "natuurlijk" systeem - Wolhandkrab is een niet inheemse soort
Strandgaper	<ul style="list-style-type: none"> - Het ontbreken van een nabijgelegen afzetmarkt en een lage marktwaarde maken deze de soort niet geschikt voor teelt in een parallel dijkconcept.

Enkele algemene overwegingen voor de inrichting van gebied B:

- Het is ook mogelijk een gebied in te richten waarbij verschillende soorten tegelijkertijd gekweekt worden. Productie van schelpdieren met zagers is bijvoorbeeld een logische keuze. In het Zeeuwse Tong project werden bijvoorbeeld zagers ingezaaid in de schelpdiervijvers om de groei van benthische macro-algen tegen te gaan. In droogvallende vijvers zal naar verwachting echter minder groei van benthische macro-algen optreden.
- Omdat de vijvers in open verbinding met het buiten water staan kan de vestiging van andere organismen niet worden uitgesloten. Dit kan effect hebben op de totale productie.
- Het systeem is nu beoogd als één aaneengesloten systeem wat risico's met zich meebrengt tov water circulatie (voedseltoevoer) op alle plekken in het bassin, ziekte en predator beheersing, etc. Een groot systeem is over het algemeen moeilijker beheersbaar dan meerdere onafhankelijke systemen.
- Vijversystemen zijn gevoelig voor invasie van ongewenste macroalgen (Zeeuwse Tong, 2014). In een getijdensysteem dat iedere dag 2 keer droog komt te liggen zal dit mogelijk minder zijn dan in vijversystemen die continue onder water staan.
- Wanneer wordt besloten om producten te kweken voor consumptie moet er rekening mee worden gehouden dat deze producten aan bepaalde eisen moeten voldoen. Stoffen als PCB's, zware metalen en PAK's zijn schadelijk voor het milieu, maar ook voor de gezondheid van mensen.
- In het dubbele dijkenconcept wordt gebruik gemaakt van natuurlijk zeewater en dus niet bijgemest met nutriënten om de groei van algen te stimuleren. In de huidige schets van het dubbele dijken systeem kan het slibwingebied (Deelgebied C) fungeren als een bassin waar algen groei op natuurlijke wijze gestimuleerd wordt. In dergelijke situaties (op andere locaties, bijv Zeeuwse tong of in het buitenland) is het gebied waar algen groeien vaak veel groter dan het gebied waar schelpdieren geproduceerd worden. Een voorbeeld hiervan zijn schelpdier-hatcheries waar een vijver/kreken systeem de buiten-nursery van voedsel voorzien. Vaak is de nursery een klein gebied dat gekoppeld is aan een krekensysteem waar het water doorheen stroomt met een pomp of door middel van getijdenbeweging (Fig. 3). Echter, de afmetingen van de schelpdiervijver (B) zijn vele malen groter dan het slibwingebied (C) en de positieve spin-off van verhoogde algengroei op productie van schelpdieren zal daarom naar verwachting gering zijn.



Figuur 3. Seawater hatchery in het Thames estuarium. In het midden van de linker foto zijn de gebouwen van de hatchery te zien. Onderdeel daarvan is de buiten-nursery (rechter foto). Het totale krekengebied (rechter foto) wordt gebruikt om de nursery te voeden.

7. Integratie aquacultuur in natuurdoelstellingsgebied (gebied A)

De aanwezigheid van organismen die worden gekweekt heeft effect op het functioneren van de polder in het dubbele dijken concept. Bovenstaande paragrafen richtten zich met name op de haalbaarheid van kweek van zoutwaterorganismen in gebied B. Al heeft ook gebied B secundaire natuurdoelstellingen, is binnen het huidige ontwerp met name gebied A primair aangewezen als natuurontwikkelingsgebied, wellicht met mogelijkheden voor extensieve aquacultuur. Bij het combineren van aquacultuur en natuurdoelstellingen moet echter wel rekening gehouden worden met de effecten van aquacultuur op natuur.

Bij kweek is het aantal individuen per m² vaak hoger dan in een natuurlijk systeem. Bij de extensieve teelt die hier wordt voorgesteld zal dit echter niet veel hoger zijn. De aanwezigheid van de dieren en planten beïnvloedt de hydrodynamiek. Daarnaast kunnen structuren zoals palen en rekken met zakken, zoals getoond in figuur 2, de stroming beïnvloeden. Veranderende stroomsnelheden kunnen weer effect hebben op de sedimentatiesnelheid van gesuspenseerd materiaal. Hierdoor kan mogelijk het ophogen van de polder worden versneld.

Schelpdieren voeden zich met eencellige algen die aanwezig zijn in het water. Onverteerd materiaal wordt uitgescheiden als feces. Daarnaast produceren schelpdieren pseudofeces. Dit is materiaal dat weer wordt uitgescheiden voordat het in de mond komt. Zowel feces als pseudofeces zinkt uit naar de bodem en kan op die manier bijdragen aan de verhoging van de wisselpolder. Voor de Japanse oester is beschreven dat deze soort tot 8.9 mg/1/g DW kan produceren (Deslous-Paoli et al., 1992). Metingen bij een oesterkwekerij in Japan, waar de Japanse oester in hangcultuur aan vloten werd gekweekt, liet uitzinking zien van 23 g/m²/d (Hayakawa et al., 2001).

Een belangrijk verschil tussen aquacultuur en een natuurlijk systeem is de oogst. Op een bepaald moment in het jaar wordt de biomassa verwijderd uit het systeem en dus verdwijnen nutriënten. In een nutriëntrijke omgeving zoals de Eems-Dollard lijkt dit geen probleem. De introductie van extra organismen kan door de voortplanting een bron van nieuwe individuen zijn. Hierdoor kunnen soorten die zijn verdwenen, zoals de platte oester, geherintroduceerd worden.

Aquacultuur gaat gepaard met menselijke activiteiten zoals het plaatsen van de organismen in de polder, onderhoud aan de kweekopstelling (voor schelpdieren) en het oogsten. Deze activiteiten kunnen verstoring van bijvoorbeeld vogels veroorzaken. Een goede afstemming van de activiteiten met de aanwezigheid van vogels is daarom noodzakelijk.

8. Literatuur

- Beal BF, Craig D. Lithgow, Dwayne P. Shaw, Shane Renshaw and David Ouellette 1995. Overwintering hatchery-reared individuals of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L.: a field test of site, clam size, and intraspecific density. *Aquaculture* 130: 145-158
- Boorman L.A., J. Hazelden, M. Boorman (2001) The effect of rates of sedimentation and tidal submersion regimes on the growth of salt marsh plants. *Continental Shelf Research* 21 2155–2165
- Brandenburg, W.A., P. Kamermans, J. Steenbergen, M.C.J. Verdegem en J.M.D.D. Baars (2004). Mogelijkheden voor zeecultuur in nieuwe getijdennatuur langs de Westerschelde. RIVO Rapport C027/04.
- Brinkman AG, R Riegman, P Jacobs, S Kuhn & A. Meijboom (2014) Ems-Dollard primary roduction research Full data report
- De Mesel I, Ysebaert T, Kamermans P, 2013. Klimaatbestendige dijken – Het concept wisselpolders. IMARES rapport C072/13
- Dankers, N. & J.J. Beukema (1983). Distributional patterns of macrozoobenthic species in relation to some environmental factors. In: W.J. Wolff. *Ecology of the Wadden Sea*. Balkema, Rotterdam. 1 (4): 69-103.
- Deslous-Paoli JM, AM. Lannou, P. Geairon, S. Bougrier, O. Raillard, M. Heral 1992. Effects of the feeding behaviour of *Crassostrea gigas* (Bivalve Molluscs) on biosedimentation of natural particulate matter. *Hydrobiologia* 231 : 85-91.
- Dijkema, R. (1990). Balans van de activiteiten om de cultuur van de platte oester in Bretagne weer op gang te krijgen, einde 1989. Vertaling van Equinoxe 30.
- Frechette M & J Grant (1991) An in situ estimation of the effect of wind-driven resuspension on the growth of the mussel *Mytilus edulis* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 148: 201-213
- Foster-Smith, R.L. (1975) The effect of concentration of suspension on the filtration rates and pseudofaecal production for *Mytilus edulis* L., *Cerastoderma edule* L. and *Venerupis pullastra* (Montagu). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol. 17, pp. 1–22.
- Hawkins, A. J. S., Bayne, B. L., Bougrier, S., Héral, M., Iglesias, J. I. P., Navarro, E., Smith, R. F. M. and Urrutia, M. B. (1998). "Some general relationships in comparing the feeding physiology of suspension-feeding bivalve molluscs." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 219(1-2): 87-103.
- Hayakawa Y., M. Kobayashi, and M. Izawa. 2001. Sedimentation flux from mariculture of oyster (*Crassostrea gigas*) in Ofunato estuary, Japan, *ICES Journal of Marine Science*, 58: 435–444.
- Hoekstra et al., (2005) De kweek van zagers op landbouwbedrijven in Zeeland. Innovatie Netwerk, rapportnummer 05.2.104
- Kamermans, P., J. Kesteloo & D. Baars (2003). Evaluatie van de geschatte omvang en ligging van kokkelbestanden in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde. RIVO Rapport C054/03.
- Kamermans P, M Poelman, A Kole, R van Veggel (2009a) Haalbaarheidsstudie Biologische Aquacultuur in de Nederlandse mosselsector. IMARES Rapport C071/09
- Kamermans, P., A. Blanco, E. Brummelhuis, A. Smaal (2009b). Zeeuwse Tong Deelproject 8: Binnendijkse schelpdierkweek. IMARES Rapport C043/09
- Kautsky, N. 1982. Growth and size structure in a Baltic *Mytilus edulis* population., *Marine Biology*, 68, 117-133.
- Korringa, P. 1976. Farming the flat oysters of genus *Ostrea*. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science* (3). Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Leeuwen SPJ, P Stouten, BW Zaalink & LAP Hoogenboom 2013. Consumptie van Chinese wolhandcrab in Nederland. RIKILT-rapport 2013.018
- Lehmann, M. (1980). Künstliche Aufzucht des Köderwurms *Nereis virens*. Untersuchung an einer niederländische Population. DIHO Rapporten en verslagen. VIII/3083.
- Leizer TB, Arrts GM, Kampen J, 2008. Gerichte visserij op wolhandkrab in het ijsmeer, een onderzoek naar vangstmethode en bijvangst. IMARES rapport C088/08
- LNV (2004). Ruimte voor een zilte oogst. Naar een omslag in de Nederlandse schelpdiercultuur. Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005-2020.

- Oglesby, L.C., C.P. Mangum, A.E. Heacox, N.E. Ready (1982). Salt and water balance in the polychaete *Nereis virens*. *Comp. Biochem. Physiol.* 73a: 15-19.
- Olivier, M., G. Desrosiers, A. Caron, C. Retiere (1996). Juvenile growth of the polychaete *Nereis virens* feeding on a range of marine vascular and macroalgal plant sources. *Mar. Biol.* 125: 693-699.
- Reith, J.H., E.P. Deurwaarder, K. Hemmes, A.P.W.M. Curvers, P. Kamermans, W. Brandenburg, G. Zeeman (2005). BIO_OFFSHORE, grootschalige teelt van zeewieren in combinatie met offshore windparken in de Noordzee. ECN rapport C-05-008.
- Seed, R. & Suchanek, T.H., (1992). Population and community ecology of *Mytilus*. In *The mussel Mytilus: ecology, physiology, genetics and culture*, (ed. E.M. Gosling), pp. 87-169. Amsterdam: Elsevier Science Publ. [Developments in Aquaculture and Fisheries Science, no. 25.]
- Stichting Zeeuwse Tong (2009). Proefproject Zeeuwse Tong.
- Tenore K.R. & U.K.Gopalan (1974). Feeding efficiencies of the polychaete *Nereis virens* cultured on hard-clam tissue and oyster detritus. *Dep. Biol.* 31: 1675-1678.
- Troost K 2009. Pacific oysters in Dutch estuaries, causes of succes and consequences for native bivalves. PhD thesis Groningen University, 255 pp.
- Utting, S. D. (1988). The growth and survival of hatchery-reared *Ostrea edulis* L. spat in relation to environmental conditions at the on-growing site. *Aquaculture*, Amsterdam 69:27-38
- van Banning, P (1991). Observations on Bonamiasis in the stock of the European flat oyster, *Ostrea edulis*, in the Netherlands, with special reference to recent developments in Lake Grevelingen. *Aquaculture* 93: 205-211.
- Walne, P.R. (1974). Culture of bivalve molluscs; 50 years of experience at Conwy. Fishing News Books Ltd, Farnham-Surrey-England, 189 pp.
- Zeng C, Cheng Y Lucas JS & Southgate PC, 2012. Chapter 22 (Other Decapod Crustaceans. Page 514) in: *Aquaculture - Farming Aquatic Animals and Plants (Second Edition)*. Editors: John S. Lucas and Paul C. Southgate. See also <https://www.shrimpnews.com/FreeReportsFolder/CrabFolder/MittenCrabFarmingInChina.html>
- Zilt Proefbedrijf Texel, 2014. Kansen voor zilte teelten Eemsdelta. Notitie t.b.v. het project TEEB Waterveiligheid pilot Eemsdelta.

D Rapport Kansen voor zilte teelten Eemsdelta



Kansen voor zilte teelten Eemsdelta

De kansen voor zilte teelten in de Eemsdelta kunnen, naar het inzicht van het Zilt Proefbedrijf, onderverdeeld worden in 4 zones, namelijk de waterzone, de laagwaterzone, de hoogwaterzone en de brakke zone. Elke zone kent zijn eigen kenmerken en de daarbij behorende zilte teelten. Hieronder wordt dieper ingegaan op deze verschillende zones.

Waterzone

De waterzone wordt gezien als de strook langs de kust die bij laag water niet droog komt te liggen. Deze zone is met name geschikt voor de teelt van zeewier. De cultivatie technieken en de selectie van soorten en variëteiten gaat de laatste jaren snel in Nederland. Een (grootschalig) teeltgebied is echter nog niet voorhanden, alhoewel er wel projecten zijn die de teelt op volle zee verder aan het ontwikkelen zijn. Deze teelt kent wel vele uitdagingen waarbij een meer beschutte locatie als in de Eemsdelta meer praktische en kostenbesparende eigenschappen heeft. Zeewier heeft vele toepassingen, van voedsel tot hoogwaardige inhoudsstoffen. De omzetberekening in Tabel 1 is gebaseerd op de toepassing van voedsel, bij de toepassing van inhoudsstoffen ligt de omzet hoger.

Laagwaterzone

De laagwaterzone wordt gezien als de zone die bij laag water net aan droog komt te liggen. Deze zone is vooral interessant voor de teelt van schelpdieren. Er is een marktvrage naar gebieden of percelen die gebruikt kunnen worden als teeltgebied voor met name kokkels. In een eb en vloed systeem kunnen deze kokkels worden opgekweekt tot de maat die geschikt is voor de markt.

Hoogwaterzone

Met deze zone wordt het gebied langs de kust bedoeld die bij hoog water net onder water komt te staan of gebieden met een (zeer) hoge grondwaterstand langs de kust. Door deze eigenschappen van hoge bodemzoutconcentratie, een (continue) verzadigde wortelzone, en de beperking voor grootschalige machinale bewerking, is deze zone vooral geschikt voor de teelt van halofyten of zoutplanten. De meest geschikte soorten zijn zeekraal en zeeaster. De teelt en afzet van deze soorten wordt al meerdere jaren op Texel uitgevoerd.

Brakke zone

De brakke zone is de overgangszone tussen de hoogwaterzone en de gangbare landbouw. In deze zone kan het zout nog steeds een rol spelen, waardoor gangbare teelten niet geschikt zijn. Deze zone is vooral geschikt voor de teelt van zilte aardappelen en andere zouttolerante gewassen. Op Texel wordt de zilte aardappel al

geteeld voor de markt, waarbij duidelijk is dat de brakke omstandigheden zorgen voor een meerwaarde van het eindproduct. Het zout zorgt voor vele veranderingen in de smaak van de aardappel en deze veranderingen worden als zeer positief beoordeeld.

Vooraf in deze zone zijn er nog vele andere kansen, met name ten aanzien van gangbare landbouwgewassen waarvan de zouttolerantie van bepaalde variëteiten vele malen hoger ligt dan tot nu toe werd aangenomen. Zo heeft Zilt Proefbedrijf in 2014 zouttolerantie proeven gedaan met gerst, wortelen, uien, kolen, koolzaad, siergewassen en groenbemesters, waarbij er meerdere gewassen en variëteiten zijn die zeer interessante resultaten laten zien onder (sterk) brakke omstandigheden. Als voorbeeld kan genoemd worden dat wortels en ook aardbeien onder zilte condities bij een eerste verkenning een zoetere en meer uitgesproken smaak kregen dan hetzelfde ras onder geheel zoete condities.

Deze data is nu gebaseerd op een enkel proefjaar en met een beperkt aantal variëteiten. Zilt Proefbedrijf is nu op zoek naar partners en financieringsmogelijkheden om deze proeven ook in 2015 weer uit te voeren en uit te breiden. Aan de hand van deze proeven in 2015 kan bepaald worden welke gewassen en rassen geschikt zijn voor de zilte teelten, waarbij niet alleen de opbrengst van belang is maar ook de potentiële meerwaarde van de zilte condities, zoals is aangetoond voor de zilte aardappel.

Tabel 1. Overzicht van de verschillende zones langs de kust die geschikt zijn voor verschillende typen zilte teelten en de omzet per hectare. Deze berekening van de omzet per hectare is gebaseerd op eigen ervaring, op haalbaarheidsstudies uitgevoerd door of in opdracht van Zilt Proefbedrijf, op modellen, en op de hedendaagse marktprijs van de diverse producten.

zone	Type teelt	Omzet per hectare (in euro's)
Water zone	zeewier (voor consumptie)	40.000
Laagwater zone	kokkels	40.000
Hoogwater zone	zeekraal, zeeaster	20.000 (zeekraal)- 40.000 (zeeaster)
Brakke zone	Zilte Aardappel	15.000

De data in Tabel 1 is gebaseerd op eigen ervaring met daadwerkelijk marktafzet (zeekraal, zeeaster, zilte aardappels), op haalbaarheidsstudies die specifiek gericht waren op het onderwerp (kokkels) en op kleinschalige metingen en modellen, gekoppeld aan de marktprijs van vandaag de dag (zeewier, in dit geval Ulva of zeesla). Dit overzicht dient als een eerste indicatie van de mogelijkheden voor de zilte teelten in de Eemdelta. Uiteraard zijn wij in een volgende fase meer dan bereid om deze teelten en de daarbij behorende verdienmodellen en onderbouwingen van de omzet verder toe te lichten.

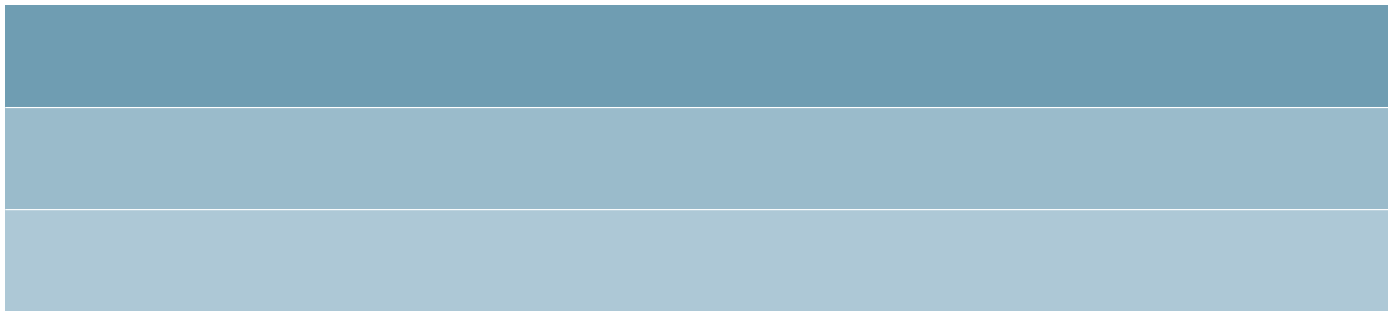


Foto: Herman Verheij

Deltares

