

Projectplan RAAK PRO “Meer Waarde met Mosselen”



Innovatie: aanleg van litorale mosselbanken in de Oosterschelde gebruikmakend van broed van MZI's. Onderzocht wordt hoe een mosselbank op het litoraal kan worden aangelegd en welke (on)mogelijkheden actief langdurig beheer biedt om een meerwaarde te hebben én voor commerciële productie én voor de plaatstabiliteit én voor de natuur.

Projectplan RAAK PRO “Meer Waarde met Mosselen”

Penvoerder: HZ University of Applied Sciences

Consortium

HZ University of Applied Sciences
Roem van Yerseke B.V.
De Ronde Beheer B.V.
Rijkswaterstaat Dienst Zee en Delta
Natuurmonumenten
ARK Natuurontwikkeling
Wereldnatuurfonds
NIOZ
IMARES
Deltares

Deelnemers

Ecoshape
Blueport Oosterschelde
PO Mosselcultuur
Nederlandse Oestervereniging
Provincie Zeeland

*HZ University of Applied Sciences
Delta Applied Research Centre
Vlissingen, december 2014*

Inhoudsopgave

SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
1.1 INNOVATIE: AANLEG EN BEHEER VAN LITORALE MOSSELBANKEN	4
1.2 AANLEIDING EN CONTEXT: ONTWIKKELINGEN IN DE OOSTERSCHELDE	4
1.3 DOELSTELLING EN RESULTATEN	5
2. VRAAGARTICULATIE	6
2.1 PROCES VAN VRAAGARTICULATIE	6
2.2 VRAAGSTELLING PRAKTIJK.....	6
3. NETWERKVORMING	7
3.1 CONSORTIUM EN DEELNEMERS: SAMENSTELLING, AMBITIES, BELANGEN.....	7
3.2 BIJDRAGE AAN DE STRATEGISCHE DOELSTELLINGEN VAN HZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES.....	8
3.3 IN TE ZETTEN ONDERZOEKERS EN INBRENG EXPERTISE	9
3.4 BORGING VAN DE DUURZAAMHEID VAN NETWERKVORMING.....	10
4. ONDERZOEKSPLAN	11
4.1 WEERGAVE STATE OF THE ART KENNIS IN ONDERZOEK EN PRAKTIJK	11
4.2 ONDERZOEKSVRAGEN, NIEUWE KENNIS EN INZET ONDERZOEKERS	15
4.3 DEELONDERZOEK 1 - AANLEG LITORALE MOSSELBANK.....	16
4.4 DEELONDERZOEK 2 – WAARDE VAN EEN LITORALE MOSSELBANK	19
4.5 DEELONDERZOEK 3 – ACTIEF BEHEER	22
4.6 RESULTATEN, BORGING KWALITEIT EN VRAAGSTURING	23
4.7 OVERIGE PROJECTACTIVITEITEN.....	24
5. PROJECTORGANISATIE EN MANAGEMENT	26
5.1 PROJECTMANAGEMENT IS PROFESSIONEEL VORMGEGEVEN.....	26
5.2 PROJECTPLANNING.....	27
5.3 PROJECTADMINISTRATIE	27
5.4 GEBRUIK BESTAANDE STRUCTUREN.....	28
5.5 SWOT-ANALYSE EN MAATREGELEN.....	28
REFERENTIES	29
BIJLAGE 1 CV'S	31
BIJLAGE 2 TABEL PRESTATIE-INDICATOREN RAAK PRO	32
BIJLAGE 3 MILESTONEPLAN	33
BIJLAGE 4 TOELICHTING BEGROTING	34

Samenvatting

Het samenwerkingsverband van HZ University of Applied Sciences, mosselkwekers, Rijkswaterstaat, natuurorganisaties, NIOZ, IMARES en Deltares en een aantal netwerkpartners, onderzoekt in dit project de mogelijkheden om litorale mosselbanken in de Oosterschelde aan te leggen en middels een vorm van actief beheer langdurig in stand te houden. De werkveldpartijen wensen deze innovatie, opdat:

- nieuwe, rendabele productielocaties voor de schelpdiersector ontstaan;
- er (alternatieve) methodes beschikbaar komen om (randen van) intergetijdengebieden (het litoraal) te stabiliseren voor zandhonger;
- de natuurwaarde van intertidale gebieden wordt verhoogd en wordt bijgedragen aan het voldoen aan Natura-2000 doelstellingen.

Er wordt in een groot experimenteel en vergelijkend onderzoek nieuwe kennis opgedaan over een reeks aan factoren die een rol spelen bij de aanleg van litorale mosselbanken en over de waarde van een aangelegde mosselbank voor de verschillende functies - (potentiële) economische waarde, de natuurwaarde en bijdrage aan plaatstabiliteit. Ook worden de (on)mogelijkheden onderzocht om deze verschillende doelstellingen/functies middels een vorm van actief langdurig beheer te verenigen. De belangrijkste resultaten zijn een beproefde methode voor de aanleg van een litorale mosselbank en een waardenmodel voor inzicht in actief beheer en balanceren van de waardes. De nieuwe kennis, inzichten en producten worden in de Delta Expertise Site geïncorporeerd en zo breed ontsloten. Over de nieuwe kennis wordt gepubliceerd en de kennis en producten worden gebruikt in het onderwijs en de nascholing van HZ University of Applied Sciences.

1. Inleiding

1.1 Innovatie: aanleg en beheer van litorale mosselbanken

In dit RAAK PRO voorstel wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om litorale mosselbanken in de Oosterschelde aan te leggen en middels een vorm van actief beheer langdurig in stand te houden.

Het onderzoek en de innovatie is een gezamenlijke vraag van de schelpdiersector, Rijkswaterstaat en natuurorganisaties (zie hoofdstuk 2). Deze partijen uit het werkveld hebben verschillende doelen, namelijk dat:

- nieuwe, rendabele productielocaties voor de schelpdiersector ontstaan;
- er (alternatieve) methodes beschikbaar komen om (randen van) intergetijdengebieden (het litoraal) te stabiliseren voor zandhonger;
- de natuurwaarde van intertidale gebieden wordt verhoogd en wordt bijgedragen aan het voldoen aan Natura-2000 doelstellingen.

Onderzoek in dit project levert inzicht in hoe een litorale mosselbank kan worden aangelegd, wat het gemeenschappelijke doel van de betrokken partijen is. Ook levert het onderzoek meer inzicht in de mate waarin specifieke doelen van de verschillende vragen partijen, die ogenschijnlijk deels tegengesteld lijken te zijn, kunnen worden verenigd.

1.2 Aanleiding en context: ontwikkelingen in de Oosterschelde

Een aantal ontwikkelingen in de Oosterschelde vormt de aanleiding voor dit project:

- schelpdierkwekers willen de productie van mossels en oesterbroed verhogen. De sector is een belangrijke economische drijver in de Zuidwestelijke Delta. De totale omzet van mosselen en oesters is meer dan 100 miljoen Euro per jaar. Omdat de vraag naar mosselen in het afzetgebied van de kwekers groter is dan de Nederlandse productie, vindt aanvoer vanuit het buitenland plaats om de markt te kunnen bedienen. De import bedraagt ongeveer de helft van de binnenlandse productie. Er zijn economische en ecologische nadelen verbonden aan deze import. Schelpdierkwekers benutten vooral het sublitorale zone van de Oosterschelde als locatie voor mossel- en oesterkweek. Dit is niet altijd het geval geweest. Voordat de mechanisatie van de visserij in de vorige eeuw intrad, werden de teelten vooral in het litoraal gerealiseerd. Momenteel zijn er alleen in de Zandkreek (beschut gebied) enkele litorale commerciële mosselbanken. Rendementen zijn echter een stuk lager dan van sublitorale percelen. Kweek in het litoraal lijkt met de huidige methoden commercieel niet haalbaar (teveel uitgangsmateriaal gaat verloren);
- sinds de aanleg van deltawerken is het evenwicht tussen aangroei en afkalving van de intergetijdengebieden van de Oosterschelde uit balans. De stroming in de grote geulen heeft sindsdien minder kracht om sediment de platen en slikken op te transporteren terwijl de afbraak door golven tijdens storm niet is veranderd. Een doorlopende erosie is het resultaat. Zonder ingrijpen verdwijnt op de lange termijn het gehele litoraal van de Oosterschelde onder de golven. De zeespiegelstijging versnelt de verdrinking. Dit proces staat bekend als de zandhonger. Rond 2050 is het litoraal in de Oosterschelde naar verwachting min of meer gehalveerd¹. Zandhonger heeft gevolgen voor de natuur. De landschappelijke kwaliteit, belangrijke habitattypen en natuurwaarden worden bedreigd. Steltlopers en andere vogels hebben steeds minder gelegenheid om voedsel te zoeken tijdens laagwater en zeehonden verliezen hun leefgebied. Ter illustratie: voor de meer dan 100.000 steltlopers rest in 2060 nog maar 33% van het nu beschikbare voedsel habitat². Ook uit recreatief oogpunt wordt het gebied minder waardevol. Daarnaast heeft zandhonger gevolgen voor de veiligheid, doordat de

¹ Verminderd getij, Rijkswaterstaat, 2008

² MIRT verkenning zandhonger. Milieueffectrapportage. Witteveen en Bos (2013). Kenmerk RW1809-28

golfbrekende platen en slikken afnemen. Golven worden niet meer geremd en slaan met meer geweld op de achterliggende dijken. De kosten voor nieuwe dijkversterkingen worden geschat op tot 250 miljoen Euro. De verkenning zandhonger wijst uit dat de effecten van de zandhonger kunnen worden bestreden met zandsuppleties, mogelijk ondersteund door erosiewerende structuren. De kosten voor herstel van al het litoraal middels zandsuppleties worden op 150 miljoen Euro geschat. Het rijk heeft (met een aanzienlijke regionale bijdrage) besloten eerst om de Roggenplaat te suppleren in 2017/2018. Litorale mosselbanken kunnen hier en op andere platen mogelijk erosieremmend werken door golven te breken en sediment te stabiliseren en zo bij te dragen aan de stabiliteit van de plaat;

- het kabinet heeft vrijdag 10 oktober besloten het Volkerak-Zoommeer te verzilten en eb en vloed terug te laten keren op het Grevelingenmeer en het Volkerak-Zoommeer. Dit water moet uit de Oosterschelde komen. Naar verwachting vergroot dit de problemen van de zandhonger;
- de Oosterschelde is sinds 2009 een Natura-2000 gebied. Er liggen verbeterdoelstellingen voor de biodiversiteit en kwaliteit in het gebied, waaronder voor het areaal van litorale mosselbanken en bescherming van de bijzondere getijdennatuur. Nederland moet ervoor zorgen dat de populaties van vijftien slikgebonden wadvogels en de zeehond in stand blijven. Deze beschermde soorten zijn afhankelijk van het litoraal. Er zijn op dit moment geen natuurlijke mosselbanken in het litoraal van de Oosterschelde, terwijl die er in het verleden wel waren. Ook de Kaderrichtlijn Water (KRW) speelt hierbij een rol. Herstel van litorale mosselbanken is gewenst.

1.3 Doelstelling en resultaten

Het samenwerkingsverband van HZ University of Applied Sciences (hierna: HZ), schelpdierkwekers, Rijkswaterstaat, natuurorganisaties en kennis- en netwerkpartners (zie hoofdstuk 3) beoogt in een 4-jarig onderzoeksproject nieuwe kennis op te doen over de aanleg van litorale mosselbanken, over de (potentiële) economische waarde, de natuurwaarde en bijdrage aan plaatstabiliteit. Ook worden de (on)mogelijkheden onderzocht om deze verschillende doelstellingen middels een vorm van actief langdurig beheer te verenigen. Het belangrijkste concrete resultaat is een beproefde methode, met guidelines en protocollen, voor de aanleg van litorale mosselbanken. Inzicht in duurzaam beheer wordt verkregen met een waardenmodel. De nieuwe kennis, inzichten en producten worden in het bestaande kennis management systeem van de Delta Academy, de Delta Expertise Site (Wiki), geïncorporeerd en zo breed ontsloten. Over de nieuwe kennis wordt gepubliceerd en de kennis en producten worden gebruikt in het onderwijs en de nascholing van HZ.

2. Vraagarticulatie

2.1 Proces van vraagarticulatie

HZ University onderhoudt intensief contact met de relevante actoren in de regio. De eerste vragen op het vlak van litorale mosselbanken kwamen naar voren in bijeenkomsten van verschillende projecten die de lectoraten Building with Nature en Aquacultuur in Deltagebieden met werkveldpartners uitvoeren. Het betreft o.a. de RAAK PRO projecten Building with Living Nature, Building for Nature en Zilte Productie en het RAAK MKB project Zilte Parel. Vervolgens zijn enkele bijeenkomsten georganiseerd met het werkveld, specifiek bedoeld om de vragen over litorale mosselbanken scherp te krijgen:

1. op 2 juli is gesproken met Rijkswaterstaat, natuurorganisaties en vertegenwoordigers van de schelpdiersector;
2. in augustus zijn telefonisch en per e-mail nadere vragen gesteld aan enkele betrokkenen;
3. vervolgens is het resultaat van de vraagarticulatie voor indiening van de vooraanmelding aan alle betrokkenen voorgelegd;
4. op 31 oktober is nader gesproken met de schelpdiersector om hun vraagstelling te verdiepen. Dit is opgevolgd in november met gesprekken met enkele schelpdierkwekers;
5. de aangescherpte vraagarticulatie is wederom voor commentaar aan alle betrokkenen voorgelegd, evenals het (concept) projectplan en begroting.

2.2 Vraagstelling praktijk

De centrale vraagstelling vanuit de praktijk is hoe litorale mosselbanken in de Oosterschelde kunnen worden aangelegd, welke waarde dit oplevert en of en hoe de verschillende functies zijn te verenigen. Meer specifieke vragen die de verschillende partijen uit het werkveld hebben gesteld:

- schelpdierkwekers in de Oosterschelde gebruiken het litoraal nu beperkt als kweeklocatie, het rendement is te laag, met name door grote verliestermen. In het Zandkreekgebied worden in beschut litoraal gebied voor één seizoen mossels gekweekt (afharden). Meer dynamische delen van de litorale Oosterschelde worden niet benut en langere kweekperiodes (behoud mosselbank) worden nog niet gerealiseerd. Vragen zijn o.a. hoe kan een productieve mosselbank op een zandplaat in het litoraal worden aangelegd? Of en hoe is een combinatie te maken met (bestaande) oesters? Hoe kan het rendement worden verbeterd? Welke beschermende maatregelen kunnen worden genomen, met name tegen vraat door vogels? Wat is het effect van het oogsten op de productie en stabiliteit van de aan te leggen schelpdierbanken? Welke oogstmethode zorgt voor behoud van de stabiliteit van de bank?
- Rijkswaterstaat streeft naar zo stabiel mogelijke platen i.v.m. de veiligheidsfunctie, met een zo laag mogelijke zandhonger, die een bijdrage leveren aan biodiversiteit en natuurwaarden in het gebied. Rijkswaterstaat heeft vanuit haar beheerfunctie een duidelijk belang bij nieuwe/alternatieve manieren om platen te stabiliseren en de zandhonger te reduceren. Dit voorkomt suppletie en bijkomende kosten c.q. verlengt de levensduur van suppleties. Vragen van professionals zijn o.a. hoeveel een mosselbank kan bijdragen aan de stabiliteit van de plaat? Welke biodiversiteit en natuurwaarden zullen ontstaan? Hoe mosselbanken met bestaande oesterbanken kunnen worden gecombineerd? Welke impact suppletie zal hebben op de schelpdierbanken en –percelen en het herstel daarvan?, etc.;
- natuurorganisaties zien graag dat de (natuur)kwaliteit van de Oosterschelde wordt vergroot. Behoud van areaal en behoud/toename van de kwaliteit van het litoraal staan hierbij centraal. Vragen zijn o.a. welke natuurwaarde leveren litorale mosselbanken (in vergelijking tot natuurlijke oesterbanken)? Hoeveel vogels maken gebruik van de banken en in welke dichtheden? Hoeveel mosselen komen er in de banken voor? Hoe stabiel zijn de aangelegde schelpdierbanken, wat is de levensduur? Vangen schelpdieren alleen slib in, of ook zand? Is beheer noodzakelijk en wat is het effect van oogsten op de kwaliteit van de mosselbanken? Dragen mosselbanken evenveel bij aan het behoud van het litoraal als oesterriffen?

3. Netwerkvorming

3.1 Consortium en deelnemers: samenstelling, ambities, belangen

Het consortium wordt gevormd door HZ, het werkveld en kennisinstellingen NIOZ, IMARES en Deltares.

HZ University of Applied Sciences

Penvoerder is HZ University of Applied Sciences. In 3.2 wordt het strategisch belang van HZ nader toegelicht. HZ heeft met de verschillende partijen uit het netwerk al (intensieve) samenwerking.

Werkveld (belangen, zie hoofdstuk 2)

- Mosselkwekers Roem van Yerseke en De Ronde hebben een belangrijke rol in het consortium door mosselzaad afkomstig van MZI's (Mosselzaad-Invanginstallaties) te leveren en kennis en ervaring in te brengen in het onderzoek naar de commerciële waarde en actief beheer. BluePort Oosterschelde (een samenwerkingsverband van innovatieve schelpdierkwekers), PO Mosselcultuur en de Nederlandse Oestervereniging zijn als deelnemer betrokken. Zij vertegenwoordigen de gehele schelpdiersector en zorgen voor praktijkkennis in het onderzoek, kenniscirculatie, kennisdeling en stimuleren implementatie;
- Rijkswaterstaat Dienst Zee en Delta brengt praktijkkennis en -ervaring in over zandhonger, plaatstabiliteit en het beheer van platen. De nieuwe kennis die zij opdoet in dit project wordt gedeeld met de andere Diensten van Rijkswaterstaat via hun Corporate Innovatie Programma;
- Natuurorganisaties Natuurmonumenten, ARK Natuurontwikkeling (met het initiatief DeltaTalent) en het Wereldnatuurfonds brengen in het consortium kennis in over de natuur in het gebied, Natura2000 richtlijnen en natuurbeheer. Zij dragen met name bij aan het onderzoek naar de natuurwaarde van de litorale mosselbanken.

Kennisinstellingen

- het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) is het oceanografische instituut voor Nederland. NIOZ verricht zowel fundamenteel als toegepast wetenschappelijk onderzoek om kennis te verzamelen over estuaria, zeeën en oceanen. Betrokken is de werkgroep Ruimtelijke Ecologie. NIOZ is recent als waardevolle kennispartner structureel aan het netwerk van HZ toegevoegd en brengt kennis in over biofysische interacties, ecosysteem stabiliteit, ecosysteem restauratie en ecologische kustverdediging. Het project levert voor NIOZ nieuwe kennis op over interactie tussen schelpdieren en de omgeving (zand, slib) en de relatie met andere organismen (natuurwaarden). Dit sluit aan bij het onderzoek van de werkgroep die de tweezijdige interactie bestudeert tussen organismen, die hun landschap vormgeven en de landschappen, die bepalen onder welke condities organismen leven;
- het Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies (IMARES) is het Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek. Het maakt deel uit van Wageningen Universiteit en Research Centre (WUR) en heeft als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden. Bij het project is de afdeling Delta in Yerseke betrokken. IMARES brengt kennis in van deltatechnologie, rol van biobouwers voor kustverdediging en biodiversiteit, ecologische draagkracht en schelpdierkweek. Daarnaast brengt IMARES samen met NIOZ kennis in van experimenten in de Waddenzee met de aanleg van schelpdierbanken. Het project levert IMARES kennis op over mogelijkheden voor het bouwen van kustverdediging met de natuur en van plaatstabiliteit.
- Deltares is een onafhankelijk toegepast kennisinstituut op het gebied van water, ondergrond en infrastructuur dat zich voornamelijk richt op delta's, kustregio's en riviergebieden. In dit project wordt kennis ingebracht door de unit Kust & Zee, kennis van het hydraulisch, morfologisch en ecologisch functioneren van ecosystemen in relatie tot het ingrijpen, menselijk gebruik en gebiedsbeheer. Voor Deltares levert het project nieuwe kennis over plaatstabiliteit en natuurwaarden, dat aansluit bij het eigen eco-engineering onderzoeksprogramma.

Overige partijen

Ecoshape en de Provincie Zeeland zijn eveneens bij het project betrokken. Via Ecoshape wordt een verbinding gemaakt met een groot onderzoeksprogramma (omvang ruim 30 miljoen) naar ecodynamisch ontwikkelen en ontwerpen van waterbouwkundige infrastructuur (Building with Nature). HZ en Rijkswaterstaat werken in de Oosterschelde rond aanleg van kunstmatige oesterriffen en zandsuppleties al met hen samen. De Provincie Zeeland is aangehaakt voor de kennisdeling en verspreiding in de regio en ondersteunt de aanvraag voor een MZI-locatie voor de experimenten.

3.2 Bijdrage aan de strategische doelstellingen van HZ University of Applied Sciences

HZ heeft gekozen voor een profiel dat volledig aansluit bij het DNA van Zuidwest Nederland (Prestatieafspraken OCW, juni 2012). Gekozen is voor de profielthema's Delta/Water&Land, Delta/Toerisme en Delta/Industrie die een cruciale rol spelen in de Zuidwestelijke delta evenals in alle andere delta's op de wereld. Het projectvoorstel is onderdeel het profiel Delta/Water&Land.

Het onderzoek is ingebed in het Delta Academy Applied Research Centre, het onderzoekscentrum van de Delta Academy. Hier werken 4 lectoren en meer dan 30 onderzoekers/docenten (15 FTE) aan praktijkgerichte onderzoeksprojecten. Bij ieder van de betrokken onderzoeksgroepen Building with Nature en Aquacultuur in Deltagebieden werkt circa 5 FTE, waarvan een deel fulltime en met een vaste aanstelling, op academisch niveau. Dit project bevindt zich op het snijvlak van 3 onderzoeksthema's de 'Productieve', de 'Veilige' en de 'Veerkrachtige' Delta. HZ is tevens penvoerder van het Centre of Expertise Deltatechnologie, waarin met Hogeschool Rotterdam en Hogeschool Van Hall Larenstein wordt samengewerkt. Genoemde drie onderzoeksthema's zijn tevens CoE thema's. Het project is dan ook direct verbonden aan de doelstellingen van het CoE gericht op praktijkgerichte kennisontwikkeling en valorisatie in onderwijs en de markt. Het CoE levert een financiële bijdrage aan het project.

Het project is een samenwerking van de lectoraten Building with Nature en Aquacultuur in Deltagebieden, en sluit aan op hun onderzoeklijnen en doelstellingen:

- Building with Nature: onderzoek naar de mogelijkheden van bouwen met levende natuur, i.e. in de kustversterking veel meer gebruik maken van natuurlijke processen en levende bouwstenen, dan alleen duinen en helmgras. Het gebruik van natuurlijke bouwstenen zoals schelpdierriffen en vegetatie in de kustverdediging heeft toekomst. Dat besef zit nu nog vooral bij wetenschappers. De onderzoeksgroep wil Building with Nature meer in praktijk gaan brengen;
- Aquacultuur in Deltagebieden: focus op een gecontroleerde productie van (zout)water gebonden organismen. Belangrijke onderzoeksthema's: binnendijkse en buitendijkse schelpdierteelt, algenkweek, gebruik van reststromen en het ontwikkelen van innovatieve kweeksystemen. Ook is en wordt expertise opgebouwd in gebruik van zout grondwater, wierenteelt, rendementsverbetering van mosselkweek, kweek van kreeft, slim ruimtegebruik, het kweken van nieuwe soorten en product en proces optimalisatie.

Het project sluit aan op de RAAK-projecten Building with Living Nature en Building for Nature. Het eerste project is gericht op de optimale benutting van levende natuur, zoals riffen, schorren, bossen, als 'bouwsteen' van veilige waterkeringen. De natuur biedt hier dus meerwaarde voor de primaire functie. In het Building for Nature project wordt juist getracht vanuit de harde natte infrastructuurwerken bepaalde flora en fauna te creëren: meerwaarde voor natuur en waar mogelijk medegebruik. Het project Meer Waarde met Mosselen is complementair en probeert voor het eerst de mogelijkheden voor meerwaarde op economisch, ecologische en waterbouwkundig (veiligheid) gebied als centrale doelstelling te combineren. Ook sluit het project aan op het RAAK PRO project Zilte Productie. In dat project wordt kennis opgedaan van scheldierkweek in het sublitoraal, in dit project wordt kennis over het litoraal ontwikkeld, wat complementair is. Mosselkwekers, Rijkswaterstaat, natuurorganisaties, IMARES en Deltares zijn eveneens in (enkele van) deze projecten betrokken.

Het project sluit direct aan op enkele CoE-projecten waar de onderzoeksgroepen van HZ bij zijn betrokken, zoals een recente studie naar nieuwe locaties voor schelpdierkweek in de Zuidwestelijke Delta (project Ruimte voor Kweek) en op projecten Oesterdam en Schelphoek. In het CoE-project PROFMOS wordt met de schelpdiersector gewerkt aan optimalisatie van het rendement van de mosselkweek: studie naar de effecten van off-bottom kweek op morfologie.

Het project verbindt de netwerken van de betrokken onderzoeksgroepen met elkaar, verstrekt die netwerken en levert nieuwe kennis en inzichten die relevant zijn voor het onderwijs binnen de Delta Academy. Binnen de Delta Academy wordt op dit moment gewerkt aan een curriculumvernieuwing. De in het onderzoeksprogramma ontwikkelde kennis zal reeds gedurende de looptijd worden omgezet in aanpassing van en inpassing in cursussen van het vernieuwde curriculum van de opleidingen van de Delta Academy. De Academie kent 2 opleidingen, namelijk:

1. Water Management, bestaand uit de afstudeerrichtingen Aquatische Ecotechnologie (ontwerpen/beheren kwetsbare natuurgebieden, kustverdediging o.b.v. natuurlijke processen) en Delta Management (gebiedsontwikkeling in delta's);
2. Civiele Techniek (kustveiligheid in deltagebieden)

Het project is relevant voor de vernieuwing alle opleidingen, zoals tussen haakjes aangegeven. Met name de onderdelen Hydrodynamica en Sedimentdynamiek/morfologie zullen in het vernieuwde curriculum een duidelijker plaats krijgen. Andere onderwerpen, zoals de rol van biobouwers, voedselwebben en met name de rol van predatoren, zijn een focus in veldstudieweken. Practica over deze onderwerpen worden vernieuwd.

Het project sluit aan op regionale en nationale aandachtspunten als Oosterschelde Natura 2000 gebied, bestrijden van de zandhonger in de Oosterschelde, waterveiligheid en een regionale economisch stuwende sector, namelijk de schelpdiersector. Aquacultuur is een speerpuntsector in de economische agenda van de Provincie Zeeland. Het project sluit tevens aan bij de landelijke topsector Water, meer specifiek het cluster Deltatechnologie. In het Innovatiecontract Deltatechnologie 2.0 zijn o.a. de thema's ecologisch ontwerpen (waterbouw met behulp van de natuur), waterveiligheid en waterbeheer (duurzame inrichting en duurzaam beheer) genoemd, die in dit project worden gecombineerd.

3.3 In te zetten onderzoekers en inbreng expertise

Het consortium bestaat uit de partijen in Nederland die kennis hebben van waterbouw en ecologie. Daarnaast beschikt het consortium over kennis van monitoring en heeft het de faciliteiten om veldonderzoek te kunnen uitvoeren. De volgende onderzoekers worden ingezet en brengen expertise in:

- Prof. Dr. Tjeerd Bouma, lector Building with Nature van HZ en onderzoeker bij NIOZ. Expertise: ecologische restauratie, building with nature, kustbescherming, golfdemping, biofysische interacties, biogeomorfologie, biobouwers (zoals mosselen);
- Dr. Joost Stronkhorst, lector Building with Nature van HZ (binnenkort te benoemen) en onderzoeker bij Deltares. Expertise: coastal zone management, sediment stabiliteit, building with nature, infrastructuur en bufferzones in deltagebieden;
- Dr. Ir. Jeroen Wijsman, lector Aquacultuur in Deltagebieden van HZ en onderzoeker bij IMARES. Hij heeft kennis van en ervaring met o.a. ecosystemen, mariene ecologie, aquacultuur en visserij, biologische monitoring en ecologische modellering;
- Prof. Dr. Johan van de Koppel, onderzoeker bij NIOZ. Kernexpertise: spatial ecology, ruimtelijke complexiteit in de vorm van patronen in het litoraal, met een focus op patronen en andere ruimtelijke structuren die voortvloeien uit de interacties tussen organismen, of tussen organismen en hun fysieke omgeving. Mosselbanken zijn een voorbeelden van systemen die dergelijke patronen hebben;
- Dr. Tom Ysebaert, onderzoeker bij IMARES. Expertise: interacties tussen fysische en ecologische processen in delta's, voorspellende (statistische) modellering van macrobenthische fauna in delta's, biofysische interacties;

- Drs. Mindert de Vries, onderzoeker bij Deltares, tot december 2014 leading lector binnen de Delta Academy Applied Research Centre. Expertise: building with nature, integrated coastal zone management, natuurrestauratie, morfodynamica in kust en deltagebieden;
- Dr. Jebbe van der Werf, onderzoeker bij Deltares. Expertise: sediment transport en morfologie;
- Ir. Joao Salvador de Paiva, onderzoeker bij HZ, groep Building with Nature. Expertise: sediment stabiliteit, tevens betrokken in RAAK PRO Building for Nature en Oesterdam project;
- Ir. Jacob Capelle, onderzoeker bij HZ, groep Aquacultuur in Deltagebieden. Hij heeft zijn promotie bij IMARES vrijwel afgerond. Expertise: rendement mosselpercelen, ecologisch onderzoek, predator-prooi verhoudingen, ruimtelijke ontwikkeling van mosselbanken, effect van kwekershandelingen, effect van mosselkweek op ecosysteem;
- Dr. Anneke van den Brink, onderzoeker bij HZ, groep Building with Nature. Expertise: marine ecologie, ecologie van oesterriffen, schelpdierkweek;
- Drs. Ageeth van Maldegem, onderzoeker HZ. Expertise: Value Management, (radicale) innovatieprocessen. Zij promoveert in Bristol en is tevens betrokken bij het HZ project Off-bottom oesterkweek.

Naast voornoemde onderzoekers worden studenten en docenten van HZ ingezet en wordt een promovendus aangesteld voor de uitvoering van een deel van onderzoeksactiviteiten. Prof. dr. Johan van de Koppel treedt op als promotor, lector Tjeerd Bouma en Mindert de Vries treden op als copromotoren. Daarnaast zijn onderzoekers/adviseurs van de werkveldpartners betrokken, o.a. Cees de Koeijer en Adrie de Jonge (Roem van Yerseke), Andre de Ronde (De Ronde Beheer), Eric van Zanten (Rijkswaterstaat) en Gijs van Zonneveld (Stichting ARK). Er wordt gebruik gemaakt van een stroomgoot en mesocosms (experimenteerfaciliteit) van NIOZ en NIOZ en IMARES leveren technische ondersteuning voor het experimentele onderzoek. De CV's van de kernonderzoekers zijn als bijlage 1 bijgevoegd.

3.4 Borging van de duurzaamheid van netwerkvorming

Dit RAAK-programma is ingebed in een aantal bestaande netwerken, namelijk:

- het netwerk van de RAAK PRO projecten Building with Nature en Building for Nature;
- het netwerk van het RAAK PRO project Zilte Productie en RAAK MKB project Zilte Parel;
- het netwerk van HZ met IMARES en aquacultuurondernemers zoals vormgegeven is in o.a. verschillende RAAK projecten (PRO en MKB);
- het CoE Deltatechnologie, waarin partijen in diverse projecten samenwerken;
- het netwerk van de Stichting Ecoshape met haar samenwerkingspartners, het netwerk van de trekkers van het Innovatiecontract Deltatechnologie 2.0 (o.a. Deltares en Ecoshape) en het netwerk deltatechnologie vanuit Netherlands Water Partnership dat bestaat uit vertegenwoordigers van overheden, kennisinstellingen en private partijen.

De samenwerking wordt na afloop gecontinueerd, o.a. gericht op vervolgmonitoring van natuurwaarden, sedimentstabiliteit en economische waarden, aanleg grote percelen en vervolgonderzoek naar actief langdurig beheer, o.a. naar langere termijn effecten van beheer (oogsten en zaaien) op natuur en sedimentstabiliteit. Ook wordt onderzoek voorzien naar effecten van zandsuppleties en ontwikkeling nieuwe kweeklocaties. In de laatste twee projectbijeenkomsten worden nadere/nieuwe kennisvragen vanuit de praktijk geïnventariseerd en worden mogelijkheden verkend voor verdiepend onderzoek of onderzoek op aanpalende thema's. Op basis hiervan worden vervolgprojecten geïnitieerd. Projectresultaten worden geborgd in het Delta Academy Applied Research Centre van HZ en breder in het Centre of Expertise Deltatechnologie. Resultaten worden opgenomen in de Delta Expertise Site, waaraan een Community of Practise is gekoppeld. De tool wordt duurzaam gebruikt in het onderwijs aan HZ, in structurele samenwerking met de praktijk. Hierdoor is de tool een "automatische" bron voor vervolgonderzoek, samenwerking en kennisdeling. Tot slot dragen de activiteiten gericht op implementatie (in de beroepspraktijk en het onderwijs) bij aan de duurzame netwerkvorming en wordt met de disseminatie activiteiten (communicatie) beoogd het netwerk nog te vergroten.

4. Onderzoeksplan

4.1 Weergave state of the art kennis in onderzoek en praktijk

De aanleg en het actieve beheer van litorale mosselbanken in de Oosterschelde wordt onderzocht. Beoogd wordt hiermee langdurig bij te dragen aan plastrand stabilisatie en verbeterde natuurwaarde. Commerciële exploitatie kan langdurig beheer mogelijk maken (business case). Het onderzoek is gericht op de aanlegfase en op de analyse van de verschillende kosten en baten (waardes) van beheer. Onderstaand wordt de relevante state-of-the-art kennis op dit vlak kort geschetst. Ook in hoofdstukken 1 en 3 genoemde documenten en projecten behoren daartoe. Belangrijk is op te merken dat met name wordt voortgebouwd op kennis die recent is ontwikkeld in de mosselbed restauratie projecten Mosselwad en Waddensleutels (zie onderstaand).

Mosselen en mosselbanken

De mossel *Mytilus edulis* is een sessiel levende tweekleppig schelpdier, dat wordt aangetroffen van de hoge litorale tot in de sublitorale zone. Deze habitats kunnen dynamisch zijn door aanwezigheid van (brekende) golven en stroming (Friedland en Denny, 1995). Mossels binden zich actief aan hun substraat door vorming van byssus draden. De substraatkeuze is variabel, van rotsen tot sediment. Op de dynamische sedimentaire substraten kunnen mossels banken vormen tot een grootte van meerdere hectares (Commito en Dankers, 2001). De mossel is een biobouwer en kan daardoor effect hebben op zijn fysische (stroming, golven, sediment samenstelling) en biologische omgeving (aantal en verspreiding van soorten), zowel in de tijd als in de ruimte.

Kennis over aanleg van litorale mosselbanken

In de Oosterschelde is in het afgelopen decennium een aantal litorale mosselpercelen in de Zandkreek in gebruik genomen. In jaren waarin veel zaad beschikbaar is, zijn percelen ingezaaid met mosselzaad. De Zandkreek is een (relatief) beschermt gebied. De meer energierijke delen van de Oosterschelde zijn veel meer open. Dit zijn ook de gebieden waar de zandhonger het grootst is en vanuit de doelen stabiliteit en natuur ingrepen zijn gewenst. In die gebieden zijn nog geen litorale mosselbanken aangelegd.

In de Zandkreek zijn enkele experimenten uitgevoerd, waarbij IMARES of HZ zijn betrokken. Er is een uitzaaioproef experiment uitgevoerd met mosselzaad afkomstig van MZI's, waarbij op een commercieel litoraal mosselperceel verschillende dichtheden van mosselzaad zijn uitgezaaid en gevolgd gedurende 2,5 maanden. De processen zijn gekwantificeerd die effect hebben op het verlies: 45% van het verlies werd hier veroorzaakt als achtergrond sterfte o.a. door stress (fysieke beschadiging) tijdens het kweekproces, 18% door voedselcompetitie en 33% door krabbenpredatie (Capelle, *et al.*, in prep).

De afgelopen jaren (2009-2015) zijn de Waddenzee twee projecten uitgevoerd die als doel hadden de mogelijkheden voor het herstel van mosselbanken in de Waddenzee te onderzoeken, en een eerste stap in dit herstel te realiseren: Waddensleutels (<http://www.waddensleutels.nl>) en Mosselwad (<http://www.mosselwad.nl>). NIOZ en IMARES waren bij beide projecten betrokken. Onafhankelijk van elkaar kwamen de beide projecten tot de conclusie dat herstel van mosselbedden - uitgaande van uit subtidale gebieden opgeviste mossels – niet mogelijk was. De experimenten benadrukten het belang van golfslag als beperkende factor voor het herstel, de bedden vertoonden de typische symptomen van golfschade, en werden van de rand af afgebroken. Ondanks de beperkte mogelijkheden voor herstel in het uitgestrekte waddengebied geven de projecten een duidelijk perspectief op het mogelijk herstel van mosselbedden in meer beschutte gebieden zoals gevonden kunnen worden in de Oosterschelde. Hiervoor moeten echter wel een aantal belangrijke “bottlenecks” geadresseerd worden, met name omtrent geschikt aanvangsmateriaal (e.g. jonge mossels), goede omstandigheden (natuurlijke of kunstmatige beschutting tegen golfslag), en (tijdelijke) bescherming tegen predatie van jonge mossels door vogels en krabben.

Op basis van constatering uit de experimenten in de Waddenzee en de Zandkreek, zijn de volgende keuzes gemaakt voor dit RAAK PRO project:

- **broed van MZI's als uitgangsmateriaal**, zodat mosselen zich zo snel mogelijk aan litorale omstandigheden kunnen aanpassen. Sublitorale mosselen die op het litoraal worden aangebracht hebben een zwakkere en lichtere schelp, waarschijnlijk door een snellere groei, zijn veel gevoeliger voor vraat door krabben en zeesterren en hechten zich minder sterk vast en spoelen dus makkelijker weg dan de mosselen die zich op litorale gebieden hebben ontwikkeld. In kleinschalige experimenten werd aangetoond dat de overleving verdubbelt als er wordt uitgegaan van litorale mosselen i.p.v. sublitorale mosselen. In Waddensleutels is hier kennis over opgedaan (De Paoli, *et al.*, in prep). Daarbij is een mogelijk voordeel van het zaaien van mosselzaad op litorale percelen dat de mosselen schelpkarakteristieken ontwikkelen die ze in latere stadia meer bescherming biedt tegen predatie (Beadman, *et al.*, 2003);
- **onderzoek naar een goede zaaidichtheid**. Uit de eerdere onderzoeken blijkt dat de dichtheid de overleving beïnvloedt. Recent onderzoek op een litoraal perceel in de Zandkreek laat zien dat een meer homogene verspreiding van het mosselzaad en het zaaien in een relatief lage dichtheid de overleving ten goede komt (Capelle, *et al.*, 2014c). Optimale dichtheid van mosselzaad zat tussen 2,5 en 5 kg per m², bij homogene verspreiding van mosselen. Mortaliteit nam sterk toe vanaf 5 kg/m² (Capelle *et al.*, 2014). De Zandkreek is een erg luw gebied. De ideale dichtheid in geëxponeerd gebied in de Oosterschelde is niet onderzocht. In het project Waddensleutels was een zaaidichtheid van circa 6,5 kg/m² nodig in geëxponeerd gebied (De Paoli, *et al.*, in prep);
- **experimenteren met verschillende stabiele substraten als "ondergrond", waaronder oesterbanken en een net met ideaal patroon**. Voor de aanleg van een litorale mosselbank lijkt een stabiel substraat waarop de mosselen zich kunnen vestigen beter dan het zand. Daarom worden verschillende substraattypen onderzocht: (geprepareerde) oesterbanken, meezaaien van schelpen en gebruik van netten. In het kader van het Programma Naar een Rijke Waddenzee is een ecologische analyse uitgevoerd waaruit blijkt dat in de Waddenzee mosselen op aanwezige oesterriffen zijn gaan groeien, waardoor er nu gemengde oester/mosselbanken voorkomen op plaatsen waar eerst alleen een kale zandbodem aanwezig was. Het lijkt er dus op dat oesterriffen geschikt zijn als vestigingslocatie voor mosselen (en wellicht ook andersom), terwijl in geëxponeerde gebieden de zandbodems dit mogelijk niet zijn. Ook in de Oosterschelde hebben zich oesterriffen gevormd en lijken mosselen op de oesterbanken op bescheiden schaal terug te keren naar het litoraal (Troost, 2009). Uit het project Waddensleutels blijkt dat kokosmatten niet werken en dat gebruik van grof schelpmateriaal, deels met het sediment vermengd, mogelijk wel positief kan werken. HZ onderzoekt in de Zandkreek de hypothese of het mee-zaaien van schelpen als extra substraat de overleving verbetert. Deze resultaten worden in dit RAAK PRO project betrokken. Uit de kleinschalige experimenten in de Waddenzee is ook gebleken dat de overleving van mosselbanken kan worden verhoogd door de mosselen in specifieke patronen aan te brengen (De Paoli, *et al.*, in prep). De korte termijn overleving is een factor 10 hoger. Dit is echter niet beproefd op de grote schaal. De gebruikte handmatige plaatsingsmethoden waren te arbeidsintensief. In dit RAAK PRO project wordt daarom onderzocht of met een net een vestigingssubstraat in een ideaal patroon kan worden aangebracht;
- **experimenteren met verschillende structuren die golven (tijdelijk) dempen**. De experimenten van Waddensleutels en Mosselwad benadrukten het belang van golfslag als beperkende factor voor het herstel, de bedden vertoonden de typische symptomen van golf-schade, en werden van de rand af afgebroken (Donker, *et al.*, 2013). Bij de aanleg van litorale mosselbanken zijn geen experimenten gedaan waarbij de kracht van de golven tijdelijk werd verminderd, terwijl dit zeer wel mogelijk is. In dit RAAK PRO project worden verschillende structuren onderzocht die de golven (tijdelijk) dempen (zandzakken, kunstmatige oesterriffen, oesterteelt installaties);
- **experimenteren met (tijdelijke) maatregelen tegen predatie**. Het gaat om vogel afschrikkende en krab-werende maatregelen. Deze zijn nodig omdat predatie een significante verliesterm

veroorzaakt. In het litoraal zijn de belangrijkste predators op mosselen vogels tijdens laagwater en krabben tijdens hoog water. Predatie door krabben bleek aanzienlijk (ca. 1/3) en lijkt af te hangen van de grootte van de mossels. Bij vogels gaat het met name om zilvermeeuwen die het kleine mosselzaad consumeren (ca. 20 mm) (Meire and Ervynck, 1986) en scholeksters die de grotere mosselen consumeren (30-45 mm) (Hilgerloh, *et al.*, 1997). In het Oosterschelde experiment werd predatie door vogels op het net verzaaide mosselzaad verhinderd door het weggagen van de vogels. Momenteel wordt door HZ een kleinschalig experiment op een droogvallend perceel in de Zandkreek uitgevoerd waarbij met een omheining wordt gewerkt om vraat door krabben te reduceren. De eerste resultaten zijn hoopgevend: de vraat door krabben wordt significant gereduceerd. In Engeland zijn eerder succesvolle grootschalige experimenten met een omheining als krabwerende maatregel uitgevoerd (Davies *et al.*, 1980).

Kennis over actief beheer en (meer)waarde van litorale mosselbanken

Een litorale mosselbank heeft een bepaalde waarde voor de maatschappij. Met dit RAAK PRO project wordt deze waarde in termen van ecologie, bijdrage aan plaatstabiliteit en mogelijkheden voor commerciële benutting (mosselkweek), onderzocht. De mogelijkheid om deze ogenschijnlijk deels tegengestelde doelen middels actief beheer zoveel mogelijk te verenigen wordt verkend. Onderstaand wordt de relevante state-of-the-art kennis op dit vlak kort geschetst.

Natuurwaarde van litorale mosselbanken

Mosselbanken hebben evenals oesterbanken een natuurwaarde. Beide soorten zijn biobouwers die driedimensionale structuren vormen (banken, riffen) waardoor ze een habitat bieden aan allerlei organismen (biocoenosis), en waarmee ze sediment vastleggen. Deze effecten zijn niet alleen binnen in de mosselbank waarneembaar, maar ook in een gebied daaromheen, waar de gemeenschap van bodemdieren en daarmee van foeragerende vogels sterk kan worden bevorderd (Donadi *et al.*, 2013a, 2013b, van der Zee *et al.*, 2012). Mosselbanken en oesterriffen verschaffen hard substraat voor sessiele organismen, mobiele organismen vinden een schuilplaats en foerageermogelijkheden tussen de matrix van mosselen of oesters, en de biodeposits verrijken het sediment met organisch materiaal waar bepaalde bodembewonende soorten van kunnen profiteren (bijv. wormen). De mossel en de geassocieerde soorten dragen bij aan realisatie van natuurdoelen, zoals geformuleerd in de Vogel- en Habitatrichtlijn en de Kader Richtlijn Water (van der Zee, 2014). Uit PRODUS onderzoek uitgevoerd in de Waddenzee blijkt dat mosselpercelen hotspots zijn van biodiversiteit (Drent en Dekker, 2013). In dit RAAK PRO project wordt de natuurwaarde van litorale mosselbanken in de Oosterschelde onderzocht.

Litorale mosselbanken en sediment stabiliteit

De oorzaak van de erosieproblemen in de Oosterschelde is gelegen in de zandhonger, zoals in hoofdstuk 1 is beschreven. Herstel van het morfologisch evenwicht in de Oosterschelde zou de meest duurzame oplossing zijn om het probleem aan te pakken³. Dit is echter op korte termijn niet haalbaar. Kleinschalige aanpassingen aan de kering of aan het sluitregiem van de kering blijken nauwelijks bij te dragen aan het tegengaan van de erosie van de platen en slikken. Om de natuurdoelen veilig te stellen en de draagkracht voor vogels in de Oosterschelde te behouden, zijn maatregelen nodig. Omdat de oorzaak van de problemen vooral ligt in een verstoring van de sedimentkringloop, zijn kostbare zandsuppleties een aangewezen oplossing. Hiervoor worden dan ook plannen gemaakt en diverse suppleties zijn voorzien.

Een mogelijke maatregel in aanvulling op zandsuppleties, is de aanleg van erosieremmende maatregelen, om de levensduur van suppleties te verlengen⁴. Bij erosieremmers kan worden gedacht aan biobouwers zoals oesterriffen. In de Schelphoek zijn experimentele oesterriffen aangelegd en proeven gedaan met cascades. Deze proeven tonen de mogelijkheden. Oesters zijn zogenaamde

³ Eindadvies ANT Oosterschelde. De Ronde, J.G, Mulder, J.P.M, van Duren, L.A, Ysebaert, T. Deltares 2013-B, rapportnummer 12077-000.

⁴ MIRT verkenning zandhonger. Milieueffectrapportage. Witteveen en Bos (2013). Kenmerk RW1809-28

'ecosystem engineers' of biobouwers die door hun structuur en activiteit een sterke invloed uitoefenen op hun omgeving. Oesters vormen rifvormende structuren in het intergetijdengebied die lokaal de stroming en golven beïnvloeden. Door hun 3D-structuur die boven de bodem uitsteekt dempen ze golven. Daardoor kunnen ze sedimenttransport beïnvloeden en is vaak de bodem in de luwte van een rif verhoogd (Van Leeuwen *et al.*, 2009). Dit is aangetoond voor natuurlijke oesterriffen in de Oosterschelde (Wallis *et al.*, 2014), en in het kader van het project Building with Nature zijn proeven gedaan met kunstmatige oesterriffen om na te gaan of hiermee de erosie van platen en slikken in de Oosterschelde kan worden tegengegaan. Er zijn in 2010 drie grote riffen (200x10*0.2 m) neergelegd bij Viane en De Val. Het effect van de riffen op de omringende morfologie is verschillend van rif tot rif en hangt af van de lokale condities. Op Viane, waar erosie het grootst is, is een duidelijk positief effect te zien met een verminderde erosie achter de riffen, en wordt veel zand ingevangen door het rif. Op de Val wordt geen effect op de morfologie aangetoond. De proeven tonen aan dat het inzetten van oesterriffen als erosie-beperkende maatregel potenties biedt, maar dat meer onderzoek nodig is. Om het gebruik van oesterriffen als erosieremmende maatregel nader te bestuderen wordt in de Veiligheidsbuffer Oesterdam geëxperimenteerd met de aanleg van oesterriffen in combinatie met een suppletie.

Mosselbanken zijn eveneens biobouwers, met deels vergelijkbare karakteristieken als oesters. Ook mosselbanken beïnvloeden bodemsamenstelling tot op honderden meters van de bank en lijken bij te kunnen dragen aan de stabiliteit van platen en plaatranden (Donadi *et al.*, 2013, Van de Koppel *et al.*, in press). Deze stabiliserende processen zijn bij nieuw aangelegde litorale mosselbanken nog niet onderzocht.

Litorale mosselpercelen en commerciële waarde

De mosselsector bevindt zich in een transitie periode waarbij de afhankelijkheid van bodemzaad wordt afgebouwd en geleidelijk wordt overgegaan op MZI zaad. De kostprijs van MZI zaad, geraamd op 0,87 Euro per kilo, ligt een stuk hoger dan voor bodemzaad, geraamd op 0,10 Euro (Taal and Turenhout, 2013). MZI zaad moet dus een beter rendement geven dan bodemzaad. Litoraal zaaien lijkt mogelijkheden te bieden: het zaad is gemakkelijk toegankelijk, kan worden beschermd, kan mogelijk in ideale patronen worden neergelegd, etc. In de Oosterschelde zijn alleen in de Zandkreek (beschut gebied) enkele litorale commerciële mosselpercelen. Rendementen van deze litorale kweek zijn in de regel nu (nog) een stuk lager dan van sublitorale percelen. Uit gesprekken met mosselkwekers blijkt het rendement in het litoraal circa 1 kg van 1 kg gezaaid versus circa 2,5 kg van 1 kg gezaaid sublitoraal. De groei in het litoraal is minder dan in het sublitoraal. Voor een hoog rendement is het dus extra van belang dat de overleving in het litoraal beter is. Hiertoe moeten de verliestermen fors worden gereduceerd. Daarbij is de verwachting dat het product litorale mosselen na 1 jaar kweek op het litoraal een beter secundair rendement geeft in het vervolgjaar uitgroei in het sublitoraal. Dit is nog niet onderzocht.

Balanceren van (meer)waardes – actief beheer

Er is geen onderzoek bekend naar de mogelijkheden om doelstellingen met betrekking tot natuurwaarde, bijdrage aan plaatstabiliteit en mogelijkheden voor commerciële exploitatie via actief beheer zoveel mogelijk in balans te brengen. In dit RAAK PRO project worden deze mogelijkheden verkend (zie werkpakket 2D). In de Oosterschelde zijn natuurlijke litorale mosselbanken, die de vorige eeuw voorkwamen, vrijwel volledig verdwenen. Omdat litorale mosselbanken niet op een natuurlijke manier lijken terug te komen lijkt een vorm van actief beheer nodig om tot duurzaam herstel te komen. Onderzoek in de Waddenzee bevestigt deze aanname (Van der Heide *et al.*, 2014). Dit lijkt aanknopingspunten te bieden om de gewenste (meer)waardes te balanceren.

Er wordt gebruik gemaakt van de methodiek van value management: het definiëren en kwantificeren van waardemodellen. De werkwijze is ingericht op meerdere stakeholders en verschillende (multidisciplinaire) perspectieven en sluit dus goed aan bij het vraagstuk in dit project. Meerdere doelstellingen en hun onderlinge verbanden kunnen op een eenduidige wijze worden gemodelleerd en

er wordt draagvlak gecreëerd voor de uitvoering. HZ heeft recent goede ervaringen opgedaan met deze methodiek in een duurzaamheidsstraject van 13 gemeentes in Zeeland en in een Off-Bottom project binnen de Delta Academy.

4.2 Onderzoeksvragen, nieuwe kennis en inzet onderzoekers

Vanuit de vragen uit de praktijk en de door hen gewenste innovatie (zie hoofdstuk 1 en 2), is een analyse gemaakt van de kennis die nodig is, de kennis die er is (de vorige paragraaf) en het onderzoek dat in dit project dient te worden verricht. De centrale onderzoeksvraag is:

Hoe kan een litorale mosselbank worden aangelegd in de Oosterschelde, uitgaande van broed van MZI's, en is middels actief langdurig beheer een meerwaarde mogelijk voor zowel commerciële productie als voor plaatstabiliteit en voor natuur?

Het onderzoek is gericht op methoden en (rand)voorwaarden voor het construeren van een litorale mosselbank, op factoren in aanleg en actief langdurig beheer die meerwaarde voor commerciële productie, plaatstabiliteit en natuur van de schelpdierbank leveren en op mogelijkheden om deze meerwaarde te balanceren en te optimaliseren.

Het project kent drie deelonderzoeken:

1. Onderzoek naar de aanleg van een litorale mosselbank
2. Onderzoek naar een waarde van een litorale mosselbank voor verschillende functies
3. Onderzoek naar de mogelijkheden om met actief beheer deze waarden in balans te brengen

In de volgende paragrafen worden de deelonderzoeken nader toegelicht: deelvragen en de activiteiten. Daarbij staat aangegeven welke data wordt verzameld en met welke methodieken/instrumenten.

Het onderzoek levert nieuwe kennis op over:

- methoden om litorale mosselbanken aan te leggen, uitgaand van broed van MZI's, met kennis over:
 - aanlegparameters als substraat, dichtheid, zoning, patroon en techniek;
 - dynamische verliestermen en het effect van (tijdelijke) beschermende maatregelen;
 - verlies als gevolg van predatie en het effect van (tijdelijke) beschermende maatregelen;
- relatie litorale mosselbanken en de sediment stabiliteit van de plaat;
- (relatieve) natuurwaarden van litorale mosselbanken;
- mogelijke commerciële waarde van litorale mosselbanken (rendement);
- mogelijkheden en onmogelijkheden om middels actief langdurig beheer commerciële exploitatie, natuurwaarde en plaatstabiliserende functie van een litorale mosselbank in balans te brengen.

De totale begrote inzet voor het project is ongeveer 10 fte. De personele inzet per partner:

Personele inzet project	Projectactiviteiten - Werkpakketten								Communicatie & Implementatie	Projectmanagement	Totaal		
	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	3			Dagen	fte	fte/jaar
HZ, University of Applied Sciences	180	215	215	60	190	225	90	90	200	86	1551	7,755	1,94
Roem van Yerseke	1	3	3	5	0	0	8	6	7	4	36	0,18	0,05
De Ronde Beheer	2	12	12	10	0	0	8	6	7	1	58	0,29	0,07
Rijkswaterstaat	2	18	2	6	30	10	3	9	17	4	100	0,50	0,13
Natuurmonumenten	1	0	2	3	0	8	0	6	10	4	33	0,17	0,04
Stichting ARK / Wereldnatuurfonds	1	0	2	3	0	9	0	6	6	1	27	0,13	0,03
NIOZ	27	2	2	2	2	6	0	2	6	4	52	0,26	0,07
IMARES	4	3	5	4	1	7	6	4	7	4	44	0,22	0,06
Deltares	3	20	1	3	22	2	0	2	7	1	60	0,30	0,08
Totaal in dagen	220	273	244	96	245	267	115	130	267	107	1960,625	9,80	2,45
Totaal in fte	1,10	1,36	1,22	0,48	1,23	1,34	0,58	0,65	1,33	0,53			

Uit de tabel blijkt aan welke delen van het onderzoek de verschillende partijen met name bijdragen. Deze inzet is in lijn met hun expertise en belangen. In de SIA RAAK begroting is de inzet per partij op persoonsniveau weergegeven. Ter toelichting daarbij: de promovendus wordt ingezet op de

experimenten en de analyses van de sediment stabiliteit en natuurwaarde (werkpakketen 1A t/m C, 2A en 2B, zie de volgende paragrafen). Dit is een duidelijk afgebakend en qua omvang reëel deel van het onderzoek, waarover de AIO kan publiceren.

Er worden jaarlijks 8 studenten ingezet bij de dataverzameling in het kader van de onderzoekstage die studenten van de Delta Academie minimaal 6 maanden voltijds in één van de onderzoeksgroepen dienen uit te voeren. Dat betekent een additionele jaarlijkse onderzoekscapaciteit van 4 fte.

Voor de uitvoering van het project is een zogenoemd milestoneplan opgesteld, volgens de methodiek van “Doeltreffend Projectmanagement” (DPM). Dit plan is als bijlage 3 bijgevoegd. Alle uit te voeren activiteiten staan hierin vermeld, met de tijdsinspanning per partner. Hierin is tevens de volledige projectplanning opgenomen. De planning van het onderzoek is in de volgende paragrafen weergegeven.

4.3 Deelonderzoek 1 - aanleg litorale mosselbank

Dit deelonderzoek geeft antwoord op de vraag: *hoe kan een litorale mosselbank worden aangelegd in de Oosterschelde, uitgaande van broed van MZI's?*

Er kunnen geen bestaande initiatieven in geëxponeerd gebied worden onderzocht, daarom wordt experimenteel onderzoek verricht. De ervaringen op litorale kweekpercelen in de Zandkreek worden wel als referentie onderzocht (luw gebied en op die manier commercieel niet op grote schaal haalbaar).

Uit de state-of-the-art kennis en ervaring blijkt dat vele factoren een rol spelen in de aanlegfase: substraat, golfslag en wel/geen bescherming daartegen, predatie door vogels en krabben en wel/geen beschermende maatregelen daartegen, dichtheid en aanlegtechnieken. Ook de zonering in het litoraal lijkt een factor, evenals het gebied (luw of geëxponeerd). Er is een design gemaakt van een reeks van lab- en veldexperimenten, waarbij in voornoemde factoren wordt gedifferentieerd. Labexperimenten worden uitgevoerd in experimenteerfaciliteiten bij NIOZ. Ieder veldexperiment betreft een “mosselbank” van tien bij tien meter en wordt in viervoud gedaan (betrouwbaarheid resultaten). Gedurende het project wordt zo kennis opgebouwd over de aanleg van een litorale mosselbank. Gekozen is om op kleine schaal te experimenteren en met veel plots, om veel verschillende aanlegaspecten te kunnen beproeven. Aanname is dat als het op kleine schaal lukt, het op grote schaal ook (en waarschijnlijk beter) lukt. In het laatste jaar, wordt dit nog eens getoetst door de aanleg van een grotere mosselbank, namelijk van vijftig bij dertig meter (1500 m²), ook weer in viervoud.

Dit deelonderzoek bestaat uit 4 werkpakketen:

- a) onderzoek van ontwikkeling en verliestermen in relatie tot de grootte van MZI-zaad;
- b) onderzoek aanlegtechnieken en hydrodynamische verliestermen;
- c) onderzoek aanlegtechnieken, zonering en predatie verliestermen;
- d) onderzoek aanleg litorale mosselbank op semi-productie schaal.

Werkpakket 1A - ontwikkeling en verliestermen in relatie tot de grootte van MZI-zaad

De subvraag is: *hoe hangen mossel verliestermen door hydrodynamica en predatie door krabben samen met het moment van oogsten van MZI-materiaal en groeicondities na het moment van oogsten (hangend of op de bodem aangebracht, met of zonder golven)?*

Methodiek: laboratoriumexperimenten

Kernpartijen: HZ en NIOZ

Ten behoeve van de laboratoriumexperimenten wordt broed van MZI's geoogst en overgebracht naar mesocosms⁵ bij NIOZ. In deze “klimaatkamers” wordt het zaad op 3 manier aangebracht (groeicondities):

⁵ Een mesocosm is een faciliteit waarin experimenten met een natuurlijke omgeving onder gecontroleerde condities kunnen worden uitgevoerd.

- a) in hangkweek (wat representatief is voor de verdere kweek in een MZI installatie);
- b) bodemkweek zonder golven;
- c) bodemkweek met golven.

Op 4 verschillende tijdstippen (voorbehandelingstijd, representatief voor het moment van oogsten) wordt telkens een deel van het materiaal van ieder van de 3 groeicondities gebruikt om mee te experimenteren. De rest blijft in de mesocosms in de 3 condities voor de volgende tijdstippen.

De volgende experimenten worden gedaan:

1. hoe de wegspoeling door stroming met of zonder golven afhangt van de voorbehandelingstijd en groeicondities. Dit wordt gedaan in een op het NIOZ aanwezige stroomgoot, waar stroming en golven kunnen worden gecombineerd (cf. Chang *et al.* 2008);
2. hoe de mechanische sterkte en de predatie door krabben afhangt van voorbehandelingstijd en groeicondities en van de grootte van de krabben. Dit wordt gedaan in andere op het NIOZ aanwezige mesocosms, waarin droogvalduur kan worden geregeld en krabben aanwezig kunnen zijn (La Nafie *et al.*, 2012).

In de experimenten wordt de overleving van mossel(zaad) gemeten, evenals de verankering sterkte (met het substraat) en de mechanische sterkte van het zaad / de schelpen (als maat voor stabiliteit), gebruik makend van de in 2014 door het NIOZ aangeschafte INSTRON universal testing machine (cf. La Nafie *et al.* 2012, 2013). Hiermee wordt inzicht gekregen in:

- de hydrodynamische verliestermen in de tijd en het verlies door predatie door krabben in de tijd en daarmee in de benodigde duur van tijdelijke beschermingsmaatregelen bij de aanleg. Dit wordt gebruikt in de veldexperimenten in fase 2 en 3;
- de rol die de dichtheid speelt bij de aanleg. Op basis hiervan wordt de variatie in dichtheid bepaald waarmee in fase 2 wordt geëxperimenteerd in het veld.

Werkpakket 1B – hydrodynamisch verlies

De subvraag is: *hoe kunnen hydrodynamische verliestermen middels verbeterde aanleg technieken worden geminimaliseerd?*

Methodiek: veldexperimenten

Kernpartijen: HZ, De Ronde Beheer, Rijkswaterstaat, Deltares

In deze fase wordt onderzoek verricht naar substraat en wel/geen bescherming tegen golfslag. Er worden experimenten gedaan op vier substraten:

- 1) geprepareerde oesterbanken als *stabiel substraat* (d.w.z. *beperkte morfologische sediment dynamiek*). De bovenste laag van levende oesters is verwijderd en het stabiele substraat blijft aanwezig. Dit is niet eerder onderzocht;
- 2) met netten het aanbrengen van een vestigingssubstraat in een *ideaal patroon* op een zandig substraat. Het patroon zal worden gebaseerd op recent afgerond onderzoek (Van de Koppel *et al.*, 2005, Liu *et al.*, 2012, 2014);
- 3) het mee-zaaien van grote schelpen in het sediment om zo een bijdrage te leveren aan een stabiel substraat (NB. indien uit experimenten van HZ University of Sciences in de Zandkreek blijkt dat dit de overleving verbetert – zie 4.1);
- 4) direct op het zandig substraat van de plaat (referentie).

Deze experimenten worden gedaan in luw gebied en in geëxponeerd gebied. In de tweede projectmeeting wordt deze locaties in samenspraak met alle betrokkenen bepaald. In het geëxponeerde gebied wordt tevens onderzocht of de hydrodynamische verliestermen met (tijdelijk) aan te leggen structuren kunnen worden gereduceerd. Hiertoe worden de experimenten uitgevoerd met en zonder een beschermende maatregel die goed de golven dempt.

Voorafgaand aan deze experimenten worden verschillende beschermende maatregelen onderzocht op de mate waarin zij de golfslag dempen. De volgende maatregelen worden onderzocht:

- a) lokaal gevulde zandzakken (cf. Christianen *et al.*, 2013, Christianen *et al.*, 2014);
- b) kunstmatige oesterriffen in de vorm van kooien met oesterschelpen (Wallis, *et al.*, 2014);
- c) oesterteelt installaties (Off-bottom project HZ, work in progress);
- d) geen (referentiesituatie).

Bij bestaande maatregelen worden metingen gedaan, zoals in het Off-bottom project van HZ waar oesterteelt installaties staan opgesteld. Deze metingen worden gecombineerd met kennis uit modellen. Op basis van de resultaten wordt bepaald welke maatregel in de veldexperimenten wordt gebruikt.

In het geëxponeerde gebied worden 4x2 experimenten uitgevoerd (met en zonder bescherming), in luw gebied 4, totaal 12 experimenten. Van ieder experiment worden 4 replica's aangelegd, ieder met een oppervlak van 10 bij 10 meter. Dit geeft dus een totaal van 400 m² per experiment. Met 12 experimenten betekent dit een totaal experiment oppervlak van 4800 m². Gemeten wordt de overleving als maat voor succesvolle aanleg. De meetperiode is ongeveer een jaar. In de eerste week wordt dagelijks gemeten. Vervolgens wordt de meetfrequentie geleidelijk verlaagd. Het meetprogramma wordt na een maand op basis van de waarnemingen die tot dan toe zijn gedaan voor de rest van de periode definitief bepaald.

Broed van MZI's ten behoeve van de experimenten

Ten behoeve van het onderzoek wordt een nieuwe MZI-locatie in gebruik genomen door De Ronde. Zij leggen op deze locatie 5 MZI-systemen aan, onderhouden die, verrichten handelingen voor kweek, "oogsten" het zaad en transporteren dit naar de experimentlocaties. Voor de experimenten worden 2 systemen gebruikt. Het zaad van een 3^e systeem wordt indien nodig ook (deels) voor de experimenten gebruikt, bijvoorbeeld als in een jaar blijkt dat de oogst van 2 systemen onvoldoende is. De overige systemen zijn voor eigen gebruik van De Ronde. Eén systeem bestaat uit een net van 100x3 meter en is goed voor 15.000 kg mosselzaad. Met 2 netten is er dus jaarlijks 30.000 kg mosselzaad beschikbaar voor experimenten. Uitgaand van een verwachte dichtheid van circa 5 kg / m² betekent dat zo'n 6.000 m².

Werkpakket 1C – predatie verlies

De subvraag is: *hoe kan predatie tijdens de initiële aanleg fase tijdelijk worden gelimiteerd?*

Methodiek: veldexperimenten

Kernpartijen: HZ, De Ronde Beheer, IMARES

In deze fase wordt onderzoek gedaan naar wel/geen beschermende maatregelen tegen vraat door krabben en wel/geen beschermende maatregelen tegen vraat door vogels en naar de verschillen in de zone op het litoraal (hoog/laag). Op basis van de resultaten van de vorige fase, worden de experimenten in geëxponeerd gebied uitgevoerd met de twee meest succesvolle substraten en met (tijdelijke) bescherming tegen golfslag (tenzij blijkt dat deze bescherming een te verwaarlozen effect heeft op het verlies).

Voorafgaand aan deze experimenten worden verschillende beschermende maatregelen bedacht en in het veld verkend in studentenprojecten. Het gaat om vogel afschrikkende structuren zoals (combinaties van) licht, geluid, beweging en om afscherming tegen krabben. De bevindingen worden besproken in een sessie met het volledige samenwerkingsverband. Ook de resultaten van HZ University of Sciences in de Zandkreek met experimenten met een omheining om krabben te weren, worden hierin betrokken. De omheining wordt aangebracht bij volledige droogval, zodat op dat moment weinig/geen krabben aanwezig zijn. Het hekwerk weert de grotere krabben. De eerste resultaten van deze experimenten

stemmen hoopvol. Op basis hiervan worden keuzes gemaakt voor de beschermende maatregelen die in de veldexperimenten worden beproefd.

Er wordt geëxperimenteerd met beschermende maatregelen tegen vogels of tegen krabben en met beiden gecombineerd. Ieder experiment wordt voor beide substraten gedaan en in 2 zones (hoog/laag) en bestaat weer uit 4 replica's van 10x10 meter oppervlak. In totaal zijn dat 12 experimenten in deze fase (3x2x2). De verliestermen (c.q. overleving) zullen worden vergeleken met die van de plots zonder bescherming uit fase 2 (die allen laag liggen). De meetperiode is ongeveer een jaar. In de eerste week wordt dagelijks gemeten. Vervolgens wordt de meetfrequentie geleidelijk verlaagd. Het meetprogramma wordt na een maand op basis van de waarnemingen die tot dan toe zijn gedaan voor de rest van de periode definitief bepaald.

Werkpakket 1D – aanleg op grotere schaal

De subvraag is: *hoe kan een litorale mosselbank worden aangelegd op grotere schaal?*

Methodiek: veldexperimenten

Kernpartijen: HZ, De Ronde Beheer, Rijkswaterstaat, IMARES

Met de inzichten uit de eerste drie werkpakketten wordt een experiment gedaan op semi-productie schaal om aan de bevindingen met betrekking tot de aanleg van een litorale mosselbank nog eens te toetsen. In een projectmeeting met alle partijen wordt de configuratie en locatie bepaald: de meest kansrijke aanlegtechniek, gebied, optimale bescherming, e.d.. Het betreft een veld van 50 bij 30 meter, met weer 4 replica's. Totaal is dat 6.000 m² (4x1500m²).

Planning deelonderzoek 1	2015	2016	2017	2018	2019
Werkpakket 1A					
Voorbereiding labexperimenten	■				
Uitvoering labexperimenten		■			
Analyse en conclusies			■		
Werkpakket 1B					
Aanleg MZI, inhangen netten en onderhoud		■			
Onderzoek beschermende maatregelen		■			
Voorbereidingen op experimentlocaties			■		
MZI zaad oogsten en transport			■		
Uitvoeren veldexperimenten			■		
Analyse en conclusies				■	
Werkpakket 1C					
Inhangen netten en onderhoud MZI			■		
Onderzoek beschermende maatregelen			■		
Voorbereidingen op experimentlocaties				■	
MZI zaad oogsten en transport				■	
Uitvoeren veldexperimenten				■	
Analyse en conclusies					■
Werkpakket 1D					
Inhangen netten en onderhoud MZI				■	
Voorbereidingen op experimentlocatie					■
MZI zaad oogsten en transport					■
Uitvoeren veldexperiment					■
Analyse en conclusies					■

4.4 Deelonderzoek 2 – waarde van een litorale mosselbank

De banken die worden aangelegd in de experimenten worden geëvalueerd op de (meer)waarde m.b.t. plaatstabiliteit, natuur en commerciële potentie. De waarden worden vergeleken met die in een aantal referentiesituaties (vergelijkend onderzoek).

Dit deelonderzoek bestaat uit 3 werkpakketten:

- a) onderzoek bijdrage aan sediment stabiliteit;
- b) onderzoek natuurwaarde;
- c) onderzoek potentiële economische waarde;

Werkpakket 2A - bijdrage aan sediment stabiliteit

Subvragen zijn:

- 1) *wat is de sediment stabiliteit binnen en in de directe omgeving van de mosselbank in de experimentgebieden in vergelijking met referentiegebieden met en zonder schelpdierbanken?*
- 2) *hoe ontwikkelt de sediment stabiliteit in de tijd?*

Methodiek: vergelijkend veldonderzoek

Kernpartijen: HZ, Rijkswaterstaat, Deltares

In dit werkpakket wordt de bijdrage van litorale mosselbanken aan het stabiliseren van het sediment op de plaat onderzocht en daarmee de bijdrage aan de plaatstabiliteit. Dit onderzoek wordt verricht bij:

1. de in deelonderzoek 1 aangelegde plots;
2. een commercieel bewerkt litoraal mosselperceel (mede als back-up);
3. een onverstoord gebied zonder schelpdierbank (referentie).

Er wordt jaarlijks gemeten aan de plots. In projectjaar 2 aan de plots uit werkpakket 1B, in projectjaar 3 aan de plots uit werkpakket 1C en in het laatste jaar aan de grotere plots uit werkpakket 1D. Alle metingen worden gedaan in de bank en in een gebied rondom de bank. In dit zelfde gebied wordt ook de natuurwaarde bepaald (zie werkpakket 2B). Metingen worden gedaan na 4, 8 en 12 maanden. De metingen aan de grotere plots uit werkpakket 1D worden na 4 en 8 maanden gedaan (i.v.m. de beschikbare tijd).

Voor het bepalen van de bijdrage aan de sediment stabiliteit, zijn de experimenten idealiter groter dan in werkpakket 1B en 1C het geval is, om rand en schaal effecten te minimaliseren. In het proces van het toewerken naar een litorale mosselbank, geven metingen aan de kleinere banken wel indicaties voor welke configuratie het meeste bijdraagt aan de sediment stabiliteit, zeker aangezien de 4 replica's samen een groter plot in een patroon vormen. In het grootschaliger experiment (deelonderzoek 1D) zal de omvang van de bijdrage aan de sediment stabiliteit met meer zekerheid kunnen worden bepaald.

De sediment stabiliteit wordt bepaald met de volgende metingen:

- i. korrelgrootte & morfologie verandering
- ii. sedimenttransport
- iii. bodemschuifspanningen

Ad i.

De bathymetrie wordt gedetailleerd in kaart gebracht door met een dGPS een gedetailleerde hoogte kaart te maken. Daarna worden de sediment karakteristieken bepaald door het nemen van sediment monsters voor korrelgrote analyse. Door beide metingen (dGPS en sediment bemonstering) over de seizoenen te herhalen, kan morfologische verandering worden gekwantificeerd.

Ad ii.

Het sedimenttransport wordt gemeten door het aanbrengen van kleine sediment hopen en te kijken hoe hun vorm verandert. Tevens wordt gebruik gemaakt van met fluorescerende verf gecoat sediment (luminoforen) om sediment verplaatsing te kwantificeren. Gezien de hoge kosten van luminoforen, zal dit kleinschalig gebeuren, waarbij er vooral wordt gekeken naar hoeveel er vanaf een bepaalde locatie verdwijnt, en of dit in de directe omgeving is terug te vinden. Voor dit laatste is het noodzakelijk met luminoforen te werken, omdat deze – dankzij hun fluoriserende eigenschappen – goed zijn terug te vinden, ook al zijn ze in extreem lage hoeveelheden aanwezig.

Ad iii.

De bodemschuifspanning wordt ruimtelijk gemeten op de punten waar de sediment monsters worden genomen. Shear Vane en Cohesive Strength Measurement (CSM) worden gebruikt. Beide meetmethodes zijn aanwezig op het NIOZ (cf. Montserrat *et al.* 2011).

Werkpakket 2B - natuurwaarde

Subvragen zijn:

- 1) *wat is de natuurwaarde van de nieuw aangelegde mosselbank in de experimentgebieden in vergelijking met de oorspronkelijke natuurlijke gemeenschap en referentiegebieden met en zonder schelpdierbanken?*
- 2) *hoe ontwikkelt de natuurwaarde in de tijd?*

Methodiek: vergelijkend veldonderzoek

Kernpartijen: HZ, Rijkswaterstaat, Natuurmonumenten, Ark, Wereldnatuurfonds, NIOZ, IMARES

De natuurwaarde van de mosselbanken in de experimenten wordt onderzocht en vergeleken met de natuurwaarde in de gebieden die ook in deelonderzoek 2A worden onderzocht. Ook worden metingen naast het bed gedaan ter vergelijking (oorspronkelijke natuurlijke gemeenschap als referentie). Metingen worden gedaan na 4, 8 en 12 maanden en worden ook hier gedaan in de bank en in de omgeving van de bank en in dezelfde jaren als bij deelonderzoek 2A is aangegeven.

De natuurwaarde wordt bepaald met de volgende metingen:

- i. benthos (levende organismen) in de bodem
- ii. benthos op de bodem
- iii. benutting door vogels binnen en buiten de mosselbank

Ad i.

Benthos in de bodem wordt bepaald door monsternamen met een streekbuis, uitspoeling over een 1 mm zeef, en uitsorteren op soort niveau. Deze monsternaming zal 2 x per seizoen plaatsvinden: 1 x aan het begin van het zomerseizoen (mei) en 1 x aan het eind van het zomerseizoen (september).

Ad ii.

Benthos die op de bodem leeft wordt bepaald door een 15 minuten visuele inspectie van een vast oppervlak (1 m²), gevolgd door het "stofzuigen" van dit oppervlak met een zuiginstallatie (i.e., omgedraaide bladblazer). Deze methode is beproefd op rotsige bodems in Singapore (Bouma, T.J., personal communication).

Ad iii.

Het gebruik van vogels van de diverse gebieden zal worden bepaald door regelmatige vogeltellingen. Deze monsternaming zal gebeuren langs transecten, om zo ook de gebieden rond het schelpdier riffen mee te nemen, omdat deze extra rijk kunnen zijn aan bodemdieren, en daarmee extra waardevol kunnen zijn als foerageergebied voor vogels (cf. Donadi *et al.*, 2013a, 2013b; van der Zee *et al.*, 2013). De resultaten zullen worden geanalyseerd in termen van biodiversiteit en geschikt habitat voor doel(vogel)soorten. Qua methode wordt hier aangesloten bij eerder onderzoek aan natuurlijke en kunstmatige oesterriffen in de Oosterschelde (Wallace, *et al.*, 2014), zodat vergelijking met deze resultaten mogelijk is.

Werkpakket 2C – potentiële commerciële waarde

Subvragen zijn:

- 1) *hoe veel mosselen van welke omvang bevatten de aangelegde litorale mosselbanken (biomassa)?*

2) hoe ontwikkelt dit in de tijd?

Methodiek: vergelijkend veldonderzoek

Kernpartijen: HZ, Roem van Yerseke, De Ronde Beheer, IMARES

Van ieder aangelegd veld in deelonderzoek 1, wordt het mogelijke rendement bepaald. Dit rendement wordt bepaald door de verhouding biomassa in de bank versus biomassa gezaaid. Het rendement wordt vergeleken met rendementen op litorale percelen in de Zandkreek en met rendementen op sublitorale percelen. Metingen worden gedaan na 4, 8 en 12 maanden en worden ook hier gedaan in dezelfde jaren als bij deelonderzoek 2A is aangegeven.

Planning deelonderzoek 2	2015	2016	2017	2018	2019
Werkpakket 2A					
Voorbereiding metingen					
Metingen plots WP 1B + locaties vergelijking					
Metingen plots WP 1C + locaties vergelijking					
Metingen praktijkexperiment					
Analyse en conclusies					
Werkpakket 2B					
Voorbereiding metingen					
Metingen plots WP 1B + locaties vergelijking					
Metingen plots WP 1C + locaties vergelijking					
Metingen praktijkexperiment					
Analyse en conclusies					
Werkpakket 2C					
Voorbereiding metingen					
Metingen plots WP 1B + referenties					
Metingen plots WP 1C + referenties					
Metingen praktijkexperiment + referenties					
Analyse en conclusies					

4.5 Deelonderzoek 3 – actief beheer

In dit deelonderzoek wordt antwoord gezocht op de vraag: *(hoe) kan een litorale mosselbank middels actief langdurig beheer een meerwaarde hebben voor commerciële productie, plaatstabiliteit en natuur?*

Aanname is dat een vorm van actief beheer nodig is als basis voor langdurige plaatrand stabilisatie en verbeterde natuurwaarde, waarbij dat beheer langdurig kan plaatsvinden door middel van commerciële exploitatie. Anderzijds is een commercieel te gebruiken litorale mosselbank maatschappelijk alleen haalbaar als dit in balans is met de natuur en stabiliteit functies. Het idee is dat een deel van de mosselen jaarlijks kan worden geoogst en dat een basisdeel als vast substraat dient te blijven liggen.

Subvragen zijn:

- 1) hoeveel kan worden geoogst?
- 2) hoeveel moet dan worden gezaaid?
- 3) wat zijn de gevolgen van dit beheer voor natuur en stabiliteit?
- 4) is duurzaam beheer mogelijk om meerwaarden te balanceren?

Methodiek: modelontwikkeling, interviews, workshops, documentenanalyse

Kernpartijen: HZ, Roem van Yerseke, De Ronde Beheer, Rijkswaterstaat, Natuurmonumenten, Ark, Wereldnatuurfonds

Voor actief langdurig beheer wordt een waardenmodel opgesteld, waarin de verschillende doelstellingen, - de (potentiële) economische waarde, de natuurwaarde en bijdrage aan plaatstabiliteit – in relatie tot elkaar gedefinieerd en gekwantificeerd zijn. Dit model wordt in het derde projectjaar van het project in samenwerking met alle stakeholders ontwikkeld en vastgelegd, mede op basis van alle resultaten van de experimenten uit de eerste 2 projectjaren. Gegevens van de experimenten daarna

worden gebruikt om het model nader te preciseren. Tevens worden workshops en interviews met verschillende stakeholders gehouden om nadere gegevens in te brengen, zoals oogstmethoden, oogsthoeveelheid, zaaihoeveelheid, onderhoud (beheer), uitgroei in het sublitoraal en commerciële potentie. Uiteindelijk leidt dit tot een “totaalplaatje” waarin aanlegkosten, beheerkosten en de verschillende opbrengsten en waardes zijn opgenomen. Deze kennis en het waardenmodel worden in de Delta Expertise Site ingebracht.

Planning deelonderzoek 3	2015	2016	2017	2018	2019
Opstellen 1e versie waardemodel					
Nadere precisering model					
Workshops en interviews stakeholders					
Ingevuld waardemodel en mogelijkheid actief beheer	<i>Fase 1</i>			<i>Fase 2</i>	

4.6 Resultaten, borging kwaliteit en vraagsturing

Een belangrijke opbrengst is de nieuwe kennis, zie 4.2. Voor de schelpdiersector levert het project inzicht in de mogelijkheden voor mosselteelt in het litoraal in de Oosterschelde, vergroten rendement van MZI-zaad en hoe een veld mogelijk duurzaam commercieel kan worden geëxploiteerd. Het project biedt inzicht in de bijdrage aan natuurwaarden en plaatstabiliteit van een litorale mosselbank. De nieuwe kennis kan door Rijkswaterstaat ook worden gebruikt bij zandsuppletie opgaven voor zowel bestaande als nieuwe zandplaten door suppletie en versterking met mosselbanken mogelijk te combineren.

De nieuwe kennis en inzichten komen o.a. in de volgende producten en resultaten beschikbaar:

- een methode, guidelines, protocollen voor de aanleg van litorale mosselbanken. Hierbij wordt een handboek litorale banken dat IMARES gaat uitbrengen gecombineerd (toegevoegde waarde: ander systeem (Oosterschelde), geëxponeerd gebied, uitgaan van broed van MZI's, rendement voor commerciële functie);
- een waardenmodel met een eerste verkenning van actief langdurig beheer om de verschillende doelstellingen te verenigen;
- een uitgewerkte businesscase voor de schelpdiersector;
- een factsheet over consequenties en mogelijkheden van de aanleg van litorale mosselbanken voor het ontwerp van nieuwe suppleties en het beheer van bestaande litorale gebieden;
- een factsheet over de natuurwaarde van litorale mosselbanken;
- incorporatie in de Delta Expertise Site;
- ontwikkeling van een cursus (nascholing);
- integratie in het onderwijs in de vorm van modules in verschillende opleidingen (zie 3.2).

De kwaliteit van het onderzoek is geborgd door:

- 1) de onderzoeksopzet en de daarin opgenomen maatregelen zoals het doen van ieder experiment in viervoud;
- 2) de inzet van onderzoekers van HZ, NIOZ, IMARES en Deltares, met veel onderzoekservaring;
- 3) de betrokkenheid van een expertgroep met specialisten, die het onderzoek ieder half jaar zal toetsen, zowel de opzet, aanpak als de resultaten en conclusies;
- 4) het opnemen van het project in het onderzoeksprogramma van het Delta Applied Research Center, waarop het Kwaliteitszorgstelsel Onderzoek van toepassing is, dat door de Validatiecommissie Kwaliteitszorg Onderzoek (VKO) (voorzitter de heer F. van Vught) in april 2012 is gevalideerd. Het meten van de prestaties/voortgang op de gemaakte afspraken op het gebied van onderzoek maakt deel uit van de Bestuur Management Overleg cyclus tussen CvB & Academiedirecteuren en tussen Academiedirecteuren & lectoren.

Het onderzoek wordt gedurende 4 jaar met de praktijkpartijen uitgevoerd. Vraagsturing is geborgd doordat:

1. ieder half jaar (semester) een projectmeeting wordt gehouden, waarin de (tussen-)resultaten van het onderzoek worden gepresenteerd aan en door het betrokken werkveld. Tijdens deze bijeenkomsten wordt het werkveld (schelpdiersector, RWS, natuurorganisaties) expliciet gevraagd hun eigen praktijkervaringen en praktijkkennis in te brengen om praktische toepasbaarheid van de onderzoeksresultaten te waarborgen. Deze werkwijze is succesvol gebleken in andere/eerdere RAAK projecten van HZ;
2. in de projectmeetings worden de keuzes voor aanlegtechnieken e.d. samen gemaakt;
3. belemmeringen in aanleg en gevolgen voor natuur, plaatstabiliteit en de business case worden samen met het werkveld geanalyseerd en aangepakt;
4. het werkveld is betrokken bij het incorporeren van kennis en ervaringen in de Delta Wiki;
5. in alle projectgeledingen, waaronder de stuurgroep, is de praktijk vertegenwoordigd (zie de projectorganisatie in hoofdstuk 5).

4.7 Overige projectactiviteiten

Naast voornoemde onderzoeksactiviteiten, worden communicatie- en implementatieactiviteiten voorzien, evenals activiteiten gericht op monitoring en evaluatie. Deze worden navolgend beschreven.

Communicatie en implementatie

Onderstaand worden de voorlopig voorziene communicatie- en implementatieactiviteiten geschetst. In het tweede projectjaar wordt een volledig communicatie- en implementatieplan opgesteld en aan SIA voorgelegd. Dit plan omvat de communicatie- en implementatieactiviteiten die in fase 2 van het project worden uitgevoerd. Het zwaartepunt van deze activiteiten ligt in fase 2, in de eerste fase van het project wordt een aantal van deze (met name communicatie) activiteiten al gestart.

Communicatie

De volgende activiteiten worden voorlopig voorzien:

- a. halfjaarlijkse projectbijeenkomsten (zie voorgaande omschrijving);
- b. andere bijeenkomsten in het kader van het project (m.n. voor kenniscirculatie tussen partijen);
- c. gebruik van de fysieke experimenteelocaties: excursies, foto- en videomateriaal;
- d. website en koppeling met de Delta Expertise Site (beeldmateriaal wordt hier ook op geplaatst);
- e. halfjaarlijkse digitale nieuwsbrieven;
- f. artikelen in vakbladen (voorzien in bijv. H2O, Technisch Weekblad);
- g. tenminste 4 wetenschappelijke publicaties (voorzien in bijv. Limnology Oceanography, Marine Ecology Progress Series, Ecological Application, Applied Ecology, Ecological Engineering, Journal of Sea Research, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology). De promovendus krijgt binnen het project de tijd voor het schrijfwerk;
- h. excursie naar de locatie van het grotere praktijkexperiment;
- i. presentaties in het werkveld, presentaties op conferenties;
- j. midterm publieke bijeenkomst met workshops en een slotconferentie.

Implementatie

De volgende activiteiten worden voorlopig voorzien:

- a. beschikbaar maken van producten voor het werkveld (beschrijving methodiek, handleiding, factsheets voor verschillende doelgroepen) via de kanalen van het Delta Applied Research Centre van HZ en breder in het Centre of Expertise Deltatechnologie;
- b. incorporatie van alle resultaten in de Delta Expertise Site die zowel door het werkveld als in het onderwijs wordt gebruikt. De gekoppelde Community of Practice vormt tevens een vraagbaak voor het werkveld;
- c. incorporatie in het Corporate Innovatie Programma van Rijkswaterstaat;
- d. ervaring opdoen door het werkveld al tijdens het project door hun directe betrokkenheid in en bij het onderzoek;
- e. ontwikkeling masterclass litorale mosselbanken voor het werkveld;

- f. afspraken over gastcolleges;
- g. maken afspraken over voortzetting onderzoek en netwerk (zie ook 3.4);
- h. onderwijsinnovatie en gebruik daarbij van de kennis en producten bij HZ (zie ook 3.2). Resultaten worden tevens gebruikt in onderwijsmodules die betrokken onderzoekers (mede) verzorgen: zoals een 2-jaarlijkse cursus “Biogeoecology and management of tidal ecosystems” dat in het kader van de summer school van de Netherlands Centre for Coastal Research wordt verzorgd (via NIOZ) en in het DeltaTalent programma van de natuurorganisaties.

NB. de communicatieactiviteiten vergroten het bereik van het project en dragen zo indirect ook bij aan implementatie.

Monitoring en evaluatie

De monitoring en evaluatieactiviteiten in dit RAAK PRO project:

1. inhoudelijke evaluatie van aanleg van schelpdierbanken in intergetijdengebied vindt plaats in het onderzoek, zie voorgaand;
2. interne monitoring via HZ Kwaliteitszorgstelsel Onderzoek;
3. evaluatie verbonden aan het RAAK-programma: nulmeting, 1^ejaarsmeting, 2^ejaarsmeting, 3^ejaarsmeting, en eind-/effectmeting. Daarnaast deelname aan SIA reflectiebijeenkomsten en eventueel werkbezoeken van de Auditcommissie;
4. interne evaluatie met alle betrokkenen, i.c. alle betrokkenen uit het werkveld, onderzoekers, docenten, studenten (samenwerking, proces, bereik);
5. monitoring door de projectleiding (resultaten, financiën, zie hoofdstuk 5).

Ad. 2

Binnen de Balanced Score Card Onderzoek, die deel uit maakt van het jaarverslag van de lectoraten, worden de volgende indicatoren op projectniveau bepaald: Samenwerkingsverbanden*, Betekenis voor onderwijs en scholing*, Kennisontwikkeling binnen onderzoekdomein*, Valorisatie naar beroepspraktijk & maatschappij*, Onderzoeksportfolio, Management van middelen*, Management van projectmedewerkers, Management van kwaliteit van processen*.

*De met * aangemerkte indicatoren komen tevens terug in de evaluatie verbonden aan het RAAK programma.*

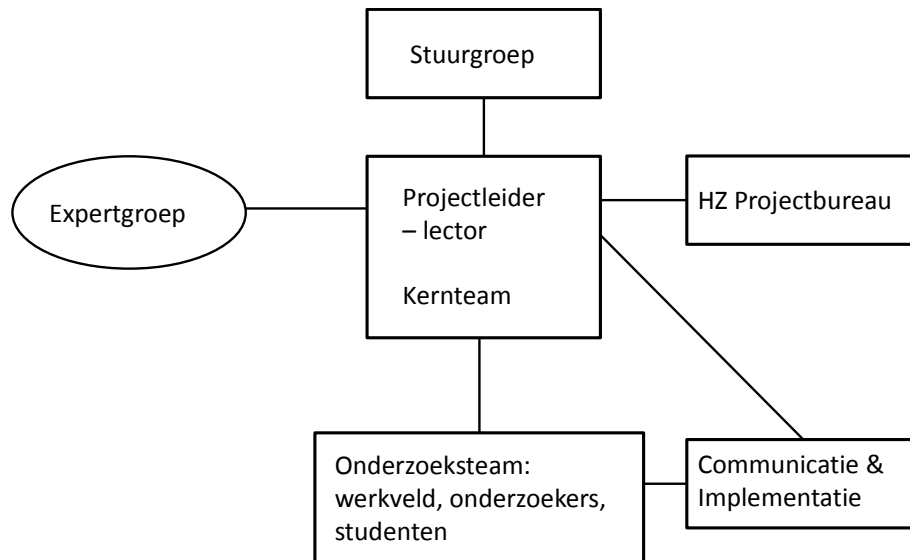
Ad. 4

Deze toetsing/afstemming vindt plaats in de halfjaarlijkse projectmeetings. In eerdere RAAK projecten van de Delta Academy is gebleken dat het mondeling bevragen naar feedback aan de partners tijdens bijeenkomsten waar de (tussen)resultaten werden gepresenteerd succesvol is en past bij de cultuur/communicatiewijze van met name het MKB. In lijn met het BKO is een protocol ontwikkeld om deze feedback meer formeel te kunnen vastleggen en zo nodig verbeterpunten voor te stellen. Mogelijke indicatoren kunnen zijn tevredenheid betrokkenen, aantal meetings en professionals present, aantal publicaties, groei netwerk, aantal knelpunten, e.d..

5. Projectorganisatie en management

5.1 Projectmanagement is professioneel vormgegeven

In onderstaande figuur staat de organisatiestructuur weergegeven.



De stuurgroep vertegenwoordigt het ‘bestuurlijk niveau’ en stuurt op het behalen van de doelstellingen en resultaten. De stuurgroep stuurt niet op activiteitsniveau. De stuurgroep bestaat uit een afvaardiging van de verschillende partijen (hogeschool, werkveld, kennisinstellingen):

- Willem den Ouden, Directeur Delta Academy, HZ University of Applied Sciences
- Huub Lacor, Directeur Roem van Yerseke
- Leo Adriaanse, Senior Adviseur Waterbeheer, Rijkswaterstaat
- Bjørn van den Boom, Belangenbehartiger Zuidwestelijke Delta, Natuurmonumenten
- Peter Herman, Vestigingsdirecteur Yerseke, NIOZ
- Robert Trouwborst, Vestigingsmanager IMARES

Projectleider

Lector Tjeerd Bouma is de projectleider. Hij heeft de dagelijkse leiding en coördineert de uitvoering van het project. Hij wordt ondersteund door het HZ projectbureau (zie 5.4). De belangrijkste taken van de projectleider zijn:

- het realiseren van de projectdoelstellingen;
- oplossen van knelpunten / problemen die eindresultaten in de weg staan;
- de voortgangsbewaking van het project;
- aansturen van teams;
- het (laten) zorgen voor een adequate administratieve organisatie en het tijdig voldoen aan alle rapportageverplichtingen.

Kernteam en onderzoeksteam

Voor de uitvoering is een kernteam geformeerd van senior onderzoekers die het onderzoek begeleiden en bewaken:

- Prof. Dr. Tjeerd Bouma, lector HZ
- Dr. Joost Stronkhorst, lector HZ (binnenkort te benoemen)
- Dr. Ir. Jeroen Wijsman, onderzoeker IMARES en lector HZ
- Prof. Dr. Johan van de Koppel, NIOZ
- Dr. Tom Ysebaert, IMARES

- Drs. Mindert de Vries, Deltares
- Dr. Jebbe van der Werf, Deltares

Zij voeren het onderzoek uit, samen met een groep onderzoekers (het onderzoeksteam), in ieder geval bestaande uit:

- Onderzoekers HZ: Jacob Capelle, Joao Salvador de Paiva, Anneke van den Brink, Ageeth van Maldegem en een nog aan te stellen promovendus
- Onderzoekers/adviseurs van de werkveldpartners, o.a. Cees de Koeijer en Adrie de Jonge (Roem van Yerseke), Andre de Ronde (De Ronde Beheer), Eric van Zanten (Rijkswaterstaat) en Gijs van Zonneveld (Stichting ARK)
- Studenten HZ

Vanwege het integrale, multidisciplinaire karakter van het vraagstuk en de grote samenhang in het onderzoek, is bewust gekozen om geen werkgroepen/subteams te maken. Het gehele onderzoek wordt centraal gecoördineerd en uitgevoerd. Kernteam en onderzoeksteam hebben (digitaal) op regelmatige basis overleg (indicatief 2-maandelijks). Per werkpakket is een aantal partijen primair betrokken (zie hoofdstuk 4): zij stemmen de betreffende onderzoeksactiviteiten op wekelijkse basis af.

Communicatie en Implementatie

Voor communicatie en implementatie wordt een aparte werkgroep geformeerd, die verantwoordelijk is voor het de uitvoering van het (nog op te stellen) communicatie- en implementatieplan in fase 2 van het project. Vanuit HZ nemen hierin in ieder geval zitting:

- Tjeerd Bouma, als projectleider en trekkend lector
- Carla Pesch, coördinator onderzoek en verbinding met het onderwijs
- Evy van der Wees, communicatie medewerker onderzoek en valorisatie

Andere medewerkers voeren specifieke taken uit, zoals docenten voor onderwijsontwikkeling en PR-medewerkers voor disseminatie, organisatie van bijeenkomsten, conferenties, e.d..

Expertgroep

De expertgroep komt twee keer per jaar bijeen en heeft als rol om kennis in te brengen en te delen, resultaten en conclusies te toetsen en de kwaliteit van het onderzoek (mede) te bewaken. In de expertgroep nemen in ieder geval plaats:

- Dr. Ankie Bruens, expert sediment dynamica (Deltares)
- Prof. Dr. Peter Herman, expert estuarine ecologie (NIOZ en Radboud Universiteit)
- Prof. Dr. Aad Smaal, expert duurzame schelpdiercultuur (IMARES, WUR)

5.2 Projectplanning

In de bijgevoegde begroting en het bijgevoegde milestoneplan staan alle activiteiten benoemd en welke organisaties bij welke activiteit zijn betrokken. In de RAAK-begroting staan tevens de belangrijkste te betrekken medewerkers vermeld. In de figuur in paragraaf 4.4 is de planning voor het gehele project opgenomen (onderdeel van het milestoneplan).

5.3 Projectadministratie

Het HZ-projectbureau werkt de administratiecriteria en procedures en de rapportagecriteria nog nader uit, mede aan de hand van de te ontvangen subsidiebeschikking, en legt deze vast in een projectspecifieke AO/IC (administratieve organisatie en maatregelen voor interne controle). Er worden in ieder geval aparte projectspecifieke kostenposten aangemaakt en een (integrale) urenregistratie gevoerd. Het project wordt financieel gemonitord: na 1 jaar en vervolgens elk half jaar. De activiteiten in het projectvoorstel en daarbij opgegeven planning vormen hiervoor de basis: uitgevoerde taken, voortgang conform planning, realisatie versus begroting, e.d.. Monitoring wordt uitgevoerd door een medewerker van de Financieel Economische Dienst die speciaal belast is met de financiële

verantwoording van subsidieprojecten, een medewerker van het Projectbureau en de projectleider. De projectleider legt hierover verantwoording af aan de Academiedirecteur en de stuurgroep.

5.4 Gebruik bestaande structuren

Het HZ-projectbureau ondersteunt het project en neemt zowel voortgangsbewaking als projectadministratie voor haar rekening. Ook de evaluaties horen tot de werkzaamheden van dit bureau. Het HZ-projectbureau heeft ervaring met de ondersteuning van projecten, het was en is eerder ook betrokken bij andere/lopende RAAK projecten. Er wordt daarnaast gebruik gemaakt van de beschikbare secretariële, administratieve en financiële systemen van HZ en van de Delta Expertise Site.

Voor de relatie met het onderwijs is de coördinator van de onderzoeksgroep, Carla Pesch, betrokken (zie 5.1), zoals in de bestaande structuur van HZ gebruikelijk. Binnen de Delta Academy wordt onderzoek als onderdeel van het onderwijs mede geborgd doordat studenten minimaal 6 maanden voltijds participeren in een onderzoeksgroep van de Delta Academy. Dit beleid is eerder ingezet met diverse RAAK en andere projecten en heeft inmiddels zijn vruchten afgeworpen. Jaarlijks wordt een inzet van minimaal 8 studenten voorzien in stage en afstuderen (2), onderzoeksminder (2) en lectorenopdrachten (4). Dat correspondeert met een totaal van 4200 studiebelastinguren (sbu) per jaar. Tot slot wordt gebruik gemaakt van bestaande communicatiekanalen en middelen van alle consortiumpartners en deelnemers.

5.5 SWOT-analyse en maatregelen

<p>Sterktes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sterk samenwerkingsverband en commitment van werkveld en kennisinstellingen - Veel eerdere samenwerking - Experimenteerfaciliteiten aanwezig 	<p>Zwaktes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Omvang experimenten: alle experimenten op grote schaal niet haalbaar
<p>Kansen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Behoeftte werkveld, samenbrengen ogenschijnlijk verschillende doelstellingen - Actueel onderwerp en impact - Gebruik actueel onderzoek Waddenzee 	<p>Bedreigingen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beschikbaarheid voldoende MZI-materiaal - Partijen verliezen gezamenlijke doelstelling uit het oog - Hoog ambitieniveau

Onderstaand worden de belangrijkste risico's voor een succesvolle uitvoering van het project benoemd, met daarbij de maatregelen om deze risico's te beheersen.

Risico	Beheersmaatregel
Onvoldoende MZI-materiaal beschikbaar	Aanleg project specifieke MZI-locatie. De Ronde oogst en transporteert het materiaal. Er worden 5 systemen aangelegd, 1 is extra om slechte oogsten te kunnen opvangen. Noodscenario: budget vrijmaken voor kopen MZI-materiaal.
Verliestermen kunnen onvoldoende worden gereduceerd	Koppeling met ander recent onderzoek Ruimte creëren voor extra experimenten met extra/andere (tijdelijke) beschermingsmaatregelen
Doelstellingen lijken (toch) niet verenigbaar	Start met onderzoek aanleg van een litorale mosselbank = gezamenlijk belang. Daarna aandacht voor alle meerwaardes, balanceren daarvan middels actief beheer en uitwerking gezamenlijke business case
Hoog ambitieniveau	HZ maakt structureel onderzoekscapaciteit van hoge kwaliteit vrij voor dit onderzoek, gekoppeld aan significante inbreng kennispartners en werkveld. Gestructureerde aanpak biedt mogelijkheden om uitvoering bij te sturen en ambities (evt. deels) te verwezenlijken
Planningsproblemen of vertraging	Het opgestelde Milestoneplan en gebruik kwaliteitssystemen geeft de projectleiding de mogelijkheid om afwijkingen snel te signaleren en tijdig maatregelen te treffen

Referenties

- Beadman, H.A., Caldwell, R.W.G., Kaiser, M.J., Willows, R.I., 2003. How to toughen up your mussels: Using mussel shell morphological plasticity to reduce predation losses. *Marine Biology* 142, 487-494.
- Capelle, J.J., Scheiberlich, G., Wijsman, J.W.M., Smaal, A.C., 2014a. Shore crab (*Carcinus maenas* L.) predation on commercial mussel plots after seeding. In prep.
- Capelle, J.J., Wijsman, J.W.M., Van Stralen, M.R., Herman, P.M., Smaal, A.C., 2014b. Yield of on-bottom mussel culture. In prep.
- Capelle, J.J., Wijsman, J.W.M., Schellekens, T., van Stralen, M.R., Herman, P.M.J., Smaal, A.C., 2014. Spatial organisation and biomass development after relaying of mussel seed. *Journal of Sea Research* 85, 395-403.
- Chang E.R., Veeneklaas R.M., Buitenwerf R., Bakker J.P., Bouma T.J., 2008. To move or not to move: determinants of seed retention in a tidal marsh. *Functional Ecology* 22: 720–727.
- Christianen, M.J.A., van Belzen, J., Herman, P.M.J., van Katwijk, M.M., Lamers, L.P.M., van Leent, P.J.M., Bouma, T.J., 2013. Low-Canopy Seagrass Beds Still Provide Important Coastal Protection Services. *PLoS ONE* 8(5): e62413. doi:10.1371/journal.pone.0062413
- Christianen, M.J.A., Herman, P.M.J., Bouma, T.J., Lamers, L.P.M., van Katwijk, M.M., van der Heide, T., Mumby, P.J., Silliman, B.R., Engelhard, S.L., van de Kerk, M., Kiswara, W., van de Koppel, J., 2014. Habitat collapse due to overgrazing threatens turtle conservation in marine protected areas. *Proc. R. Soc. B* 281: 20132890. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2890>
- Comitato, J.A., Dankers, N.M.J.A., 2001. Dynamics of spatial and temporal complexity in European and North American soft-bottom mussel beds. *Ecological Comparisons of Sedimentary Shores*, 39-59.
- Davies, G.P., Dare, P.J., Edwards, D.B., 1980. Fenced enclosures for the protection of seed mussels (*Mytilus edulis* L.) from predation by shore crabs (*Carcinus maenas* L.). Fisheries Research Technical Report 56.
- De Paoli, *et al.*, The challenge of mussel bed restoration. PhD thesis of Helene de Paoli – in preparation
- Donadi, S., T. Van der Heide, E. Van der Zee, J. S. Eklöf, J. Van de Koppel, 7, Ellen J., E. J. Weerman, T. Piersma, H. Olf and B. K. Eriksson, 2013. Cross-habitat interactions among bivalves species control community structure on intertidal flats. *Ecology* 94(2): 489-498
- Donker, J.J.A., van der Vegt, M., Hoekstra, P., 2013. Wave forcing over an intertidal mussel bed. *Journal of Sea Research*. 82, 54-66.
- Drent, J., Dekker, R., 2013. Macrofauna associated with mussels, *Mytilus edulis* L., in the subtidal of the western Dutch Wadden Sea. NIOZ-Report 2013-7, Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Texel
- Friedland, M.T. and Denny, M.W., 1995. Surviving hydrodynamic forces in a wave-swept environment: Consequences of morphology in the feather boa kelp, *Egregia menziesii* (Turner). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 190 (1995): 109-133
- Hilgerloh, G., Herlyn, M., Michaelis, H., 1997. The influence of predation by herring gulls *Larus argentatus* and oystercatchers *Haematopus ostralegus* on a newly established mussel *Mytilus edulis* bed in autumn and winter. *Helgoland Marine Research* 51, 173-189.
- La Nafie, Y.A., Santos, C.B. de los, Brun, F.G., Katwijk, M.M. van, Bouma, T.J., 2012. Waves and high nutrient loads jointly decrease survival and separately affect morphological and biomechanical properties in the seagrass *Zostera noltii*. *Limnology and Oceanography*, vol. 57, iss. 6, (2012), pp. 1664-1672

- La Nafie Y.A., de los Santos C.B., Brun F.G., Mashoreng S., van Katwijk M.M., Bouma T.J., 2013. Biomechanical response of two fast-growing tropical seagrass species subjected to in situ shading and sediment fertilization. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 446 (2013) 186–193
- Liu, Q.X., Weerman, E.J., Herman, P.M.J., Olf, H. and van de Koppel, J., 2012. "Alternative mechanisms alter the emergent properties of self-organization in mussel beds." *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* **279**(1739): 2744-2753.
- Liu, Q.X., Herman, P.M.J., Mooij, W.M., Huisman, J., Scheffer, M., Olf, H. and Van de Koppel, J., 2014. "Pattern formation at multiple spatial scales drives the resilience of mussel bed ecosystems." *Nature communications* **5**.
- Meire, P.M., Ervynck, A., 1986. Are oystercatchers (*Haematopus ostralegus*) selecting the most profitable mussels (*Mytilus edulis*)? *Animal Behaviour* 34(5), 1427-1435.
- Montserrat F., Suykerbuyk W., Al-Busaidi R., Bouma, T.J., Wal, D. van der & Herman P.M.J., 2011. Effects of mud sedimentation on lugworm ecosystem engineering. *Journal of Sea Research* 65: 170-181. DOI 10.1016/j.seares.2010.09.003
- Taal, K., Turenhout, M., 2013. Notitie Quick scan Mosselsector (Quick scan mussel culture sector - report in Dutch). LEI Wageningen UR, Den Haag.
- Troost, K., 2009. Pacific Oysters in Dutch Estuaries, Causes of Success and Consequences for Native Bivalves. PhD Thesis, IMARES, University of Groningen, ISBN 978-90-367-4034-0
- Van de Koppel, J., Rietkerk, M., Dankers, N. and Herman, P.M.J., 2005. Scale-dependent feedback and regular spatial patterns in young mussel beds. *American Naturalist* **165**(3): E66-E77.
- Van de Koppel J., Van der Heide T., Altieri A.H., Eriksson B.K., Bouma T.J., Olf H., Silliman B.R., 2015. Long-distance interactions regulate the structure and resilience of coastal ecosystems. *Annual Review of Marine Science* 7: in press
- Van der Heide, T., Tielens, E., van der Zee, E.M., Weerman, E.J., Holthuijsen, S., Eriksson, B.K., Piersma, T., van de Koppel, J. and Olf, H., 2014. Predation and habitat modification synergistically interact to control bivalve recruitment on intertidal mudflats. *Biological Conservation* 172: 163-169.
- Van der Zee, E.M., 2014. Soft-bottom intertidal ecosystems shaped by ecosystem engineers: consequences for trophic structure. PhD Thesis, University of Groningen, Groningen, The Netherlands. ISBN 978-90-367-6773-6
- Van Leeuwen, B., Augustijn, D.C.M., van Wesenbeeck, B.K., Hulscher, S.J.M.H., de Vries, M.B., 2009. Modeling the influence of a young mussel bed on fine sediment dynamics on an intertidal flat in the Wadden Sea. Accepted 24 January, *Ecological Engineering*.
- Wallis, B., Salvador de Paiva, J., van Prooijen, B., Ysebaert, T., Smaal, A., 2014. The Ecosystem Engineer *Crassostrea gigas* Affects Tidal Flat Morphology Beyond the Boundary of Their Reef Structures. *Est. Coast. not yet published*: 10 pp. [dx.doi.org/10.1007/s12237-014-9860-z](https://doi.org/10.1007/s12237-014-9860-z)

Bijlage 1 CV's

Bijgevoegd zijn de CV's en publicatie overzichten van de hoofdonderzoekers en betrokken experts:

- Tjeerd Bouma
- Joost Stronckhorst
- Jeroen Wijsman
- Johan van de Koppel
- Tom Ysebaert
- Mindert de Vries
- Jebbe van der Werf

Tevens is bijgevoegd het CV van Carla Pesch, coördinator van de onderzoeksgroep Building with Nature en eerste aanspreekpunt vanuit HZ voor onderwijszaken gerelateerd aan dit project. Het verbinden van onderwijs en onderzoek behoort tot het takenpakket van de coördinator van een onderzoeksgroep.

Tot slot zijn ook de CV's bijgevoegd van de HZ onderzoekers die naast de lectoren bij dit onderzoek worden betrokken:

- Joao Salvador De Paiva
- Jacob Capelle
- Anneke van den Brink
- Ageeth van Maldegem

Bijlage 2 Tabel prestatie-indicatoren RAAK PRO

PRESTATIE-INDICATOREN		
Omschrijving	aanvang	afloop
Beroepspraktijk (voor alle regelingen):		
Het aantal publieke organisaties dat actief deelneemt	1	
Het aantal overige semi-publieke en private instellingen dat actief deelneemt in het project		
Het aantal professionals werkzaam bij publieke instellingen dat actief deelneemt in het project	6	
Aantal mkb-bedrijven dat actief deelneemt	2 MKB + 3 Natuur-organisaties	
Onderwijs (voor alle regelingen):		
Het aantal docenten dat bij het project betrokken is	5	
Het aantal studenten dat bij het project betrokken is	8	
Praktijgericht onderzoek (voor alle regelingen):		
Aantal onderzoeksgroepen van projectpartners (buiten de eigen hogeschool om) met actieve deelname van onderzoekers/medewerkers/studenten in het project	3	
Aantal betrokken lectoren (binnen de eigen hogeschool)	4	
Aantal betrokken lectoren (werkend bij een van de projectpartners)	0	
Aantal betrokken onderzoekers (binnen eigen hogeschool)	5	
Duurzame samenwerking		
Aantal samenwerkingsrelaties op dit onderwerp (nationaal en internationaal)	3	
Cofinanciering (voor alle regelingen)		
Bedrag (cash + in kind) dat door hogescholen beschikbaar wordt gesteld voor de uitvoering van het project bovenop de RAAK subsidiebijdrage	€ 313.280,-*	
Bedrag (cash + in kind) dat door externe partners beschikbaar wordt gesteld voor de uitvoering van het project bovenop de RAAK subsidiebijdrage	€ 233.244,-	

* Hierin is € 120.000,- bijdrage van het Center of Expertise Deltatechnologie inbegrepen.

Bijlage 3 Milestoneplan

In bijgevoegd milestoneplan staan alle activiteiten aangegeven, met de inzet per partner en de bijbehorende kosten. Het milestoneplan is opgesteld volgens de methodiek van “Doeltreffend Projectmanagement” (DPM). In essentie is deze methode gestoeld op het scheiden van wat moet worden bereikt (mijlpalen) en hoe het moet worden bereikt (activiteitenplanning per partner, kostenraming).

Bijlage 4 Toelichting begroting

De begroting in het format van SIA is bijgevoegd bij de aanvraag (spreadsheet). In de begroting is per type activiteit/projectfase de koppeling met het milestoneplan aangegeven. In het milestoneplan zijn de projectactiviteiten meer gedetailleerd weergegeven.

Onderstaande uitgangspunten zijn gehanteerd bij het opstellen van de begroting.

Kosten

- de uurlonen van de medewerkers (lectoren, onderzoekers, docenten) van HZ University of Applied Sciences zijn bepaald conform de berekeningsystematiek die de RAAK-regeling voorschrijft, i.c. op basis van de geaccordeerde integrale kostensystematiek (IKS);
- inzet van studenten is niet als kosten begroot, het betreft een eigen inbreng in tijd van HZ;
- het door alle andere partijen gehanteerde uurtarief is gebaseerd op integrale tarieven;
- er is een budget opgenomen voor materiaalkosten voor de labexperimenten en voor de aanleg in veldexperimenten (MZI-systemen, onderhoud, transport), voor gebruik van faciliteiten, voor monitoring op locatie (camera's e.d.) en voor gebruik van boten voor transport mosselzaad en vervoer van onderzoekers. Tevens is een (beperkt) budget opgenomen voor mogelijk aan te schaffen (extra) mosselzaad om alle beoogde experimenten te kunnen uitvoeren. Tot slot is een budget opgenomen voor reiskosten, de Delta Expertise Site, de website, PR-materiaal, publicaties, ruimtes voor conferenties, e.d..

Financiering

- naast de RAAK-subsidie, is een bijdrage vanuit het Center of Expertise Deltatechnologie toegezegd (cash) van € 120.000,- (ongeveer 22% van de cofinanciering);
- HZ heeft een eigen bijdrage in uren van ongeveer 27% van de eigen begrote loonkosten;
- alle overige kosten (materiële kosten) worden uit de subsidie betaald, uitgezonderd de kosten van Roem van Yerseke die zij als cofinanciering inbrengen;
- werkveldpartijen ontvangen geen subsidie. De begrote loonkosten betreft een eigen inbreng. Uitzondering is De Ronde Beheer die een deels van de tijd en het materieel dat nodig is om de nieuwe MZI locatie in bedrijf te stellen, MZI zaad te vissen en naar de experimentlocaties te transporteren, uit de subsidie ontvangt;
- de kennisinstellingen brengen ieder een deel van de eigen loonkosten in als cofinanciering. De overige inzet wordt uit de subsidie bekostigd.

Het consortium vraagt een subsidie aan voor een bedrag van € 700.000,-. De studenturen en de faciliteiten van diverse partijen zijn niet/beperkt tot de programmakosten gerekend (onderzoeksfaciliteiten, experimenteerfaciliteiten, computers, vergaderruimtes, et cetera).

De cofinanciering is redelijk evenwichtig verdeeld tussen "kennis" en "werkveld":

- € 238.280,- door "kennis" (HZ University of Applied Sciences, NIOZ, IMARES, Deltares), i.c. ongeveer 44% van de cofinanciering;
- € 188.244,- door "werkveld" (Schelpdiersector, Rijkswaterstaat en natuurorganisaties), i.c. ongeveer 34% van de cofinanciering.