



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

RWS INFORMATIE -

Meetstrategie T-nulmeting Ecologie Pilotsuppletie Buitendelta Amelander Zeegat (Deel 1)

Meetprogramma Ecologie Buitendelta Ameland

Datum 23 april 2017

Colofon

Uitgegeven door
Informatie
Telefoon

Cor Schipper
Cor Schipper
0653794288

Uitgevoerd door

Cor Schipper & Jan van Dalen

Datum
Review
Status

23 april 2017
Arjen Boon (Deltares)
Definitief

Inhoud

1. Inleiding
 - 1.1 Beleid inzake zandsuppletie strategie
 - 1.2 Leemten in systeemkennis Buitendelta
 - 1.3 Doel ecologische T-Nulmeting Buitendelta Amelander Zeegat
 - 1.4 Koppeling met lopende programma's
 - 1.5 Leeswijzer

2. DEEL 1 Meetstrategie T-nulmeting Ecologie Amelander Zeegat
 - 2.1 Buitendelta's van de Waddenzee
 - 2.2 Het Amelander Zeegat
 - 2.3 Suppletiegeschiedenis
 - 2.4 Quick scan op basis van de bathymetrie
 - 2.5 De benthosgemeenschap van het Amelander Zeegat
 - 2.5.1 Benthos onderzoeksvragen en hypotheses T-nulmeting Amelander Zeegat
 - 2.6 Vissen
 - 2.6.1 Vis onderzoeksvragen en hypotheses T-nulmeting Amelander Zeegat
 - 2.7 Vogels
 - 2.7.1 Vogel onderzoeksvragen en hypotheses T-nulmeting Amelander Zeegat
 - 2.8 Zeezoogdieren
 - 2.8.1 Zeezoogdier onderzoeksvragen en hypotheses T-nulmeting Amelander Zeegat

- 3.0 Aansluiting bij andere programma's in de Buitendelta
 - 3.1 Het Morfologisch Meetprogramma Kustgenese-2.0
 - 3.1.1 Pilotsuppletie Amelander Zeegat
 - 3.2 Ecologisch Gericht Suppleren II (EGS-2).
 - 3.3 SEAWAD
 - 3.4 EZ Meetprogramma Noordzeekustzone/Wadden
 - 3.5 Overig onderzoek
- 4.0 Aanpak keuze onderzoeksvragen en methodiek
 - 4.1 Criteria onderzoeksvragen T-nulmeting
 - 4.2 Afwegingskader voor benthosonderzoek
 - 4.3 Afwegingskader voor visonderzoek
 - 4.4 Afwegingskader voor vogelonderzoek
 - 4.5 Afwegingskader voor zeezoogdieronderzoek
 - 4.6 Afwegingskader voor plankton-onderzoek
 - 4.7 Samenvatting van de Meetstrategie

1. Inleiding

Om de kustveiligheid ook in de toekomst te kunnen waarborgen ontwikkelt Rijkswaterstaat een suppletiestrategie welke zorg draagt voor de veiligheidsopgave waarbij suppleties worden uitgevoerd om de basiskustlijn te handhaven en om het kustfundament te laten meestijgen met de zeespiegelstijging. Daarbij zal rekening moeten worden gehouden met de gestelde doelen ten aanzien van natuurbehoud en -ontwikkeling van de Nederlandse kust, maar ook met recreatie en andere functies. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu wil in 2020 een besluit nemen over de zandige strategie t.b.v. het duurzaam meegroeien van het kustfundament. Daarbij kan de hoeveelheid en locatie van het te suppleren zand anders worden dan nu gebruikelijk is. De buitendelta is een van de mogelijk nieuwe locaties om zand te suppleren.

Zonder kennis van het systeem is het niet goed mogelijk om effecten van ingrepen zoals zandsuppleties op de buitendelta's te kunnen beoordelen en de gevolgen op de instandhoudingsdoelstellingen (Vogel- en Habitatrichtlijnen) voor de Noordzeekustzone te bepalen. Systeemkennis is noodzakelijk om enerzijds de effectiviteit van een suppletie te kunnen voorspellen en anderzijds de effecten hiervan op de natuur te kunnen schatten. Dit is belangrijk om maatregelen te kunnen nemen die mogelijke negatieve gevolgen op het functioneren kunnen beperken en eventuele positieve effecten voor de natuur kunnen versterken.

Dit document omvat een Meetstrategie (Deel A) en Meetplan (Deel B) T-nulmeting Ecologie voor een Pilotsuppletie Buitendelta Amelanders Zeegat. Voor de Morfologie van de Buitendelta is een aparte Meetstrategie en Meetplan in ontwikkeling.

1.1 Beleid inzake zandsuppletie strategie

Volgend op de beleidsvoorstellen uit het NWP staat RWS in 2021 gesteld voor het nemen van beleidsbeslissingen ten aanzien van de suppletiebehoefte voor structureel en duurzaam evenwicht in de Nederlandse kustzone en van het eventueel toepassen van grootschalige suppleties. Met het oog op een veranderende suppletiestrategie komen ook de buitendelta's van het Waddengebied in beeld als toekomstige locaties voor suppleties. De buitendelta's zijn onderdeel van het Natura2000 gebied Noordzeekustzone en van het Waddengebied welke zijn aangewezen als speciale beschermingszones. Deze worden als zodanig beschermd door de Natura2000 wet- en regelgeving. Voor het Natura2000 gebied Noordzeekustzone zijn verschillende instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd (Min. I&M 2015).

Er zijn verschillende vormen van suppleties: strandsuppleties, vooroeversuppleties, geulwandsuppleties welke vaak relatief beperkt van omvang zijn en een beperkte levensduur hebben, en megasuppletie zoals de Zandmotor, welke als doel heeft de

kust voor vele jaren van zand te voorzien. Deze suppletievormen kunnen worden afhankelijk van de locaties en de situatie worden ingezet.

Er wordt al jaren gesproken over de mogelijkheid om op de buitendelta's tussen de Waddeneilanden te suppleren en er zijn diverse studies verricht om de kansen en de effecten hiervan in beeld te brengen. Rijkswaterstaat heeft besloten om de kennis over de uitvoerbaarheid en de effectiviteit van een grootschalige suppletie op een buitendelta vergroten. De buitendelta van het Amelander Zeegat is daarbij gekozen als locatie voor een pilotsuppletie die gepland zal worden uitgevoerd in 2018.

De pilotsuppletie op de Buitendelta Amelander Zeegat heeft tot doel kennis op te leveren over de manier waarop suppleties in de buitendelta's het beste kunnen plaatsvinden met oog op kustonderhoud, kustveiligheid en behoud van waardevolle natuur. De keuze voor de locatie van de pilot op de Buitendelta van het Amelander Zeegat wordt mede bepaald door de (kosten)effectiviteit van suppleren in relatie tot de veiligheidsopgave en de daarbij mogelijke ongewenste, maar misschien ook gewenste ecologische effecten. De kosteneffectiviteit en het effectenbeeld zullen per locatie verschillen. Dit betekent dat er sprake is van een inherente spanning tussen op "safe" spelen, wat betreft de vergunningen met het risico dat vooral een al bekende wijze van suppleren wordt bestudeerd, of een pilot met maximale effecten en daardoor met veel "leerpotentie".

1.2 Leemten in systeemkennis Buitendelta

Rijkswaterstaat heeft in 2016 een inventarisatie laten uitvoeren met als doel inzicht te krijgen in de kennis van de natuurwaarden van de diepere vooroever van de Noordzeekustzone en die van de buitendelta's (Van Dalfsen, 2016). Deze inventarisatie was vooral ingegeven door de vraag of de huidige kennis van de buitendelta's van de Waddenzee voldoende was om ecologische effectbeoordelingen te kunnen uitvoeren van ingrepen, zoals bijvoorbeeld zandsuppleties op een buitendelta. Het Ministerie van Economische Zaken heeft in 2016 een QuickScan laten uitvoeren naar het (ecologisch) functioneren van de buitendelta's (Leopold en Baptist, 2016).

Beide studies maken duidelijk dat de huidige kennis over het functioneren van de buitendelta's van het waddengebied zeer gering is. Op de zeer dynamische buitendelta's heeft weinig tot geen onderzoek plaatsgevonden (Van Dalfsen, 2016; Leopold en Baptist, 2016). Er vindt geen reguliere monitoring plaats op de buitendelta's en metingen aan fysische parameters zoals golfwerking, stroming en sedimentsamenstelling zijn schaars.

Informatie over de ruimtelijke en temporele variatie in het benthos en het voorkomen van vissen op de buitendelta's is vrijwel afwezig. De jaarlijkse monitoringprogramma's voor vogels en zeezoogdieren leveren weliswaar kennis over de verspreiding van en trends in deze diergroepen langs de kust, maar de resultaten van deze studies geven geen eenduidig beeld van belang van de buitendelta's voor deze groepen. Vanwege het mogelijk belang vanuit de voedselketen bezien van de

buitendelta's voor beschermde soorten vogels, vissen en zeezoogdieren, is het belangrijk om kennis te hebben van het ecologisch functioneren van het gebied.

Een grotere kennisbasis over de buitendelta's zal bijdragen aan een beter begrip van het functioneren van de kustzone als geheel, maar ook van de wisselwerking tussen de Natura 2000 gebieden Noordzeekustzone en Waddenzee. Centraal in het ecologisch onderzoek van de pilot Buitendelta Amelanders Zeegat staat het beter kunnen beoordelen van effecten van ingrepen zoals suppleties op deze natuurgebieden.

1.3 Doel ecologische T-nulmeting buitendelta Amelanders Zeegat

Om eventuele effecten van de suppletie te kunnen vaststellen, is het nodig om de uitgangssituatie (T-nul) voorafgaand aan de suppletie te bepalen. Om dit nog tijdig te kunnen doen en de informatie nog te kunnen gebruiken voor het opstellen van een meetplan voor vervolgmetingen in 2018, is gekozen voor een gecombineerde fysische en ecologische T-nulmeting die zal worden uitgevoerd in september 2017. De daarin verkregen informatie kan vervolgens worden gebruikt bij het opstellen van een meetplan voor de opvolging van de T-nulmeting in 2018, het jaar waarin wanneer de pilotsuppletie zal worden uitgevoerd.

Voor het onderzoek op de buitendelta van het Amelanders Zeegat zijn enkele voorkeursvarianten voor de pilotsuppletie ontwikkeld op basis van een aantal criteria.

Naast de hier voorliggende ecologische meetstrategie en meetplan Ecologie T-nulmeting van de pilotsuppletie Buitendelta Amelanders Zeegat is er een meetstrategie en meetplan Morfologie in ontwikkeling.

De meetstrategie voor de T-nulmeting Ecologie pilotsuppletie Buitendelta Amelanders Zeegat heeft de volgende doelen:

- A. Het vaststellen van de uitgangssituatie voor het bepalen van de effecten van de geplande suppletie op de ecologie van de buitendelta van het Amelanders Zeegat. Met de T-nulmeting wordt een basis gelegd voor het kunnen bepalen van het effect van de suppletie op de ecologie van de buitendelta van het Amelanders Zeegat. De T-nulmeting zal tevens bijdragen aan het begrijpen en voorspellen van effecten van ingrepen op het ecosysteem van de kust als geheel.
- B. Het vergroten van de ecologische kennis van buitendelta's.
- C. Kennis te verzamelen die noodzakelijk is vanuit het perspectief van de vergunningverlening in het kader van de Natura 2000 wetgeving.

Vanuit oogpunt van de vergunningverlening dient het inzicht in het functioneren van de buitendelta's vergroot te worden waarbij kennis over het gebruik door doelsoorten als sommige vogels en zeezoogdieren belangrijk is. Dit betekent een vergroting van het inzicht in de voedselrelaties en het habitatgebruik (rust en foerageergebied, kraamkamerfunctie en voorkomen van schelpdierbanken).

Een bredere kennisbasis zal bijdragen aan de verdere ontwikkeling van het beleid en beheer van de Nederlandse kust. Deze kennis zal RWS helpen in de vorming van een visie over de toekomstige suppletie strategie om de kustveiligheid te realiseren in samenhang met natuurbehoud en –ontwikkeling.

De overkoepelende onderzoeksvraag voor de T-nulmeting Ecologie luidt:

“Wat zijn de kenmerken en natuurwaarden van het (ecos)stelsel van de buitendelta’s van de waddenkust en wat zijn mogelijke effecten van suppleties op dit ecosysteem”.

1.4. Koppeling met lopende programma’s

In het kader van het beleid en het beheer van de Nederlandse kust voert het Ministerie van Infrastructuur en Milieu diverse projecten en programma’s uit (figuur 1). Het project T-nulmeting Ecologie buitendelta Amelandse Zeegat is er een van. Dit ecologisch Meetprogramma is een onderdeel van het morfologisch Meetprogramma Kustgenese 2 Pilotsuppletie buitendelta Amelandse Zeegat. Dit laatste onderzoek richt zich op de fysische systeemkennis over zeegaten en de factoren die daarbij van belang zijn voor buitendelta’s. Een van de doelen is het vergroten van het inzicht in ontwerp, schaalbaarheid en uitvoerbaarheid van grootschalige suppleties op een buitendelta. Beide studies hebben aansluiting bij de programma’s en projecten die in hoofdstuk 3 verder zijn uitgewerkt.



Figuur 1. Relaties van verschillende programma’s en projecten die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu in de kust worden uitgevoerd

In het programma Kennis voor Primaire Processen Beheer & Onderhoud Kust is Rijkswaterstaat opdrachtgever voor een meerjarig onderzoeksprogramma Ecologisch Gericht Suppleren II (EGS-2) dat een vervolg is op het programma “Ecologisch gericht

suppleren, nu en in de toekomst". Binnen het programma EGS-2 wordt een studie uitgevoerd naar de lange termijn effecten van suppleren en maatregelen voor kustveiligheid op de ecologie van de Nederlandse kust.

In het door STW gefinancierd programma SEAWAD richt het onderdeel "Environmental parameters steering benthic infauna in a dynamic coastal environment" zich op de interactie tussen abiotiek en biotiek in kustgebieden waaronder die van de buitendelta van het Amelanders Zeegat. Andere onderdelen van SEAWAD richten zich op de geofysische aspecten van een buitendelta (sedimentsamenstelling en -transport, stroming en bodemvormen). De metingen hiervoor worden verricht binnen het meetprogramma van Kustgenese 2 dat zich richt op de fysische kant van het beschrijven en modeleren van de buitendelta van het Amelanders Zeegat.

1.5 Leeswijzer

Deel 1 beschrijft de Meetstrategie T-nulmeting Ecologie van de pilotsuppletie Buitendelta Amelanders Zeegat en legt de relatie met de andere onderzoeksprogramma's.

1. Allereerst wordt een korte beschrijving gegeven van het functioneren van de buitendelta's. (Deel 1: hoofdstuk paragraaf 2.1 – 2.4).
2. Vervolgens worden in de paragrafen 2.5 – 2.8 voor verschillende diergroepen (benthos, vissen, vogels en zeezoogdieren) kennisvragen uitgewerkt en aanbevelingen gedaan voor een ecologisch onderzoeksopzet met daarbij behorende onderzoekshypotheses .
3. De aansluiting bij en afstemming met lopende programma's in de Buitendelta Amelanders Zeegat wordt aangegeven in Deel 1: hoofdstuk 3.
4. Vanwege een aantal randvoorwaarden die aan het project zijn verbonden moet er een selectie plaatsvinden van onderwerpen en vragen die in de T-nulmeting 2017 kunnen worden uitgevoerd. Er worden criteria opgesteld op basis waarvan een selectie plaats vindt. (Deel 1: hoofdstuk 4).

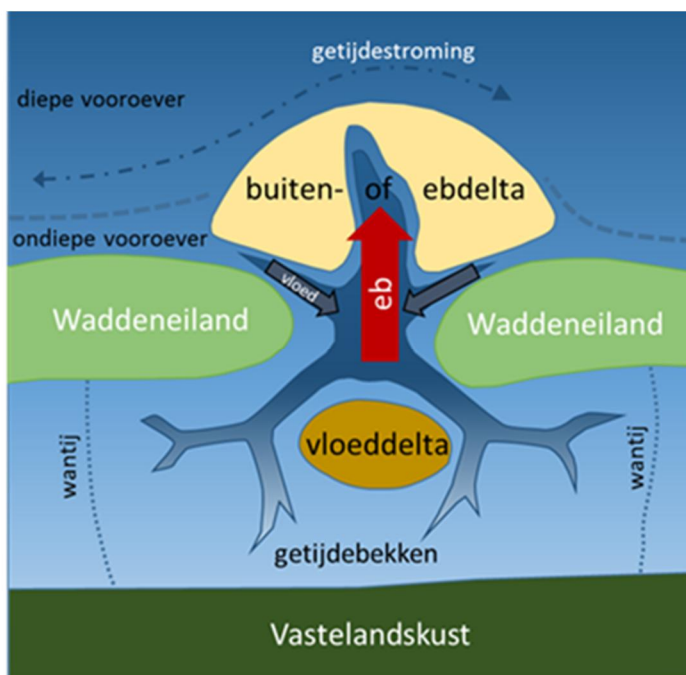
Deel 2 van dit document bevat het Meetplan waarin de monsterlocaties, wijze van bemonstering, de meetmethoden, de te meten variabelen (en de vereiste analyses zijn beschreven voor een T-nulmeting Ecologie in de buitendelta van het Amelanders Zeegat in 2017.

Dit meetplan vormt de basis waarop een uitvraag tot aanbesteding kan plaatsvinden naar markt- of contractpartijen die moet resulteren in een daadwerkelijke uitvoering van de metingen.

2. DEEL 1: Meetstrategie T-nulmeting Ecologie Amelanders Zeegat

2.1 Buitendelta's van de Waddeneilanden

De buitendelta's van het waddengebied zijn ontstaan door de uitwisseling van water en sediment via de zeegaten van de Noordzeekustzone, de Waddeneilanden en het bekken van de Waddenzee (figuur 2.1.1).



Figuur 2.1.1. Het zanddelend systeem van de Noordzeekustzone met de Waddenzee met eb- en vloeddelta en getijdegeulen (naar: Elias & Bruens 2012).

Tijdens vloed worden grote hoeveelheden water en sediment van de Noordzeekust via een zeegat naar het achterliggende getijdebekken getransporteerd. Een deel van het sediment blijft in het getijdebekken achter maar het merendeel wordt met de ebstroom via de hoofdgeul weer naar buiten getransporteerd. Doordat de stroomsnelheid aan de Noordzezijde afneemt bezinkt het sediment en vormt grote zandplaten, de buitendelta. Door de golfwerking en de stroming wordt een deel van het sediment langs de Waddenkust verplaatst. Hierdoor ontstaat er een systeem van diepe en ondiepere geulen en ondieptes met soms droogvallende platen zeewaarts van het zeegat, de buitendelta. De diepe geul wordt gekarakteriseerd door eb-gedomineerde stromingen (de maximum stroomsnelheid tijdens eb is groter dan tijdens vloed). Aan beide zijkanten van de buitendelta liggen vaak twee vloed gedomineerde geulen. De diepte van deze geulen is kleiner dan die van de eb-gedomineerde geul.

Verschillen in afmetingen van verschillende buitendelta's worden veroorzaakt door lokale verschillen in variabelen zoals de getijslag, grootte van het achterliggende

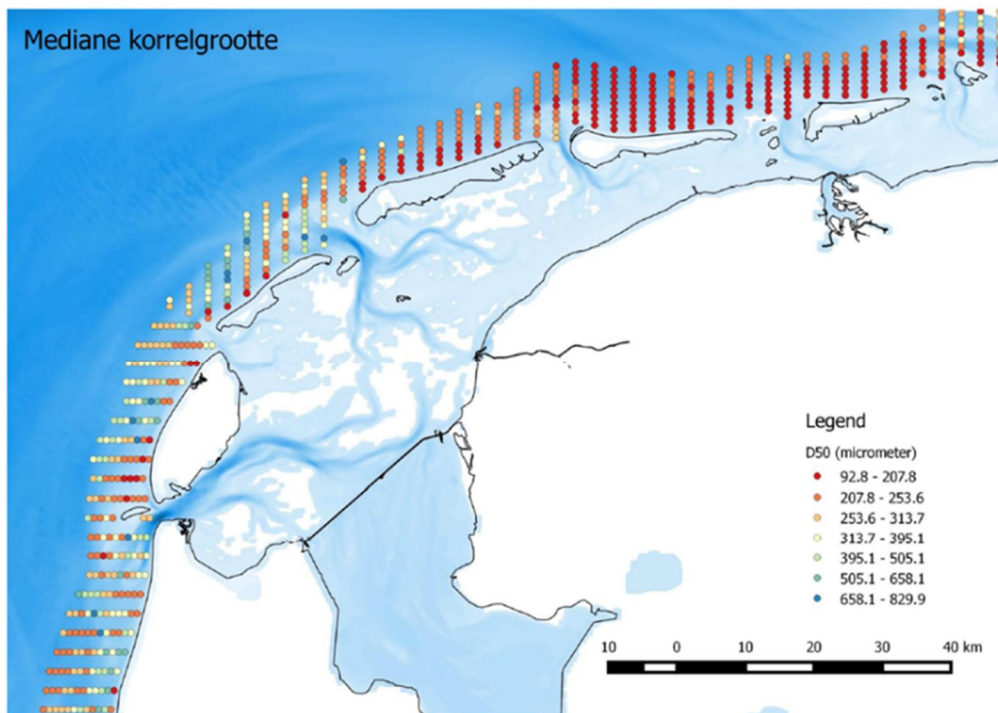
bekken en golfcondities. De omvang van de buitendelta is gerelateerd aan getijdegebied en het getijdvolume dat bij het zeegat hoort, waarbij de getijdestromingen en de golfwerking bepalend zijn voor de vorm en ook de dynamiek van de buitendelta's (Ping, 1990; Ridderinkhof, 2016).

De platen en geulen zijn continu aan verandering onderhevig en variëren daardoor sterk in de tijd, zowel wat betreft de locatie als in diepte en hoogte (Wang et al., 2011). De zandplaten groeien en migreren door golf-gedreven sedimenttransport, terwijl de getijdestromingen de migratie van zandplaten remmen (Ridderinkhof, 2016).

Door het verschil in diepte, stromingen en golfwerking ontstaat er een dynamische gebied dat zich kenmerkt door een grote van variatie aan fysische factoren. Geulen kunnen steile wanden hebben en kennen grote stroomsnelheden terwijl groeiende platen voor erg flauwe hellingprofielen kunnen zorgen die wat betreft ligging enigszins stroming- en golf-luw zijn. Dit alles kan resulteren in een variatie aan oppervlakesedimenten. In 2011 is het oppervlakesediment van de Noordzeekustzone systematisch bemonsterd tot circa 10 km uit de kust met raaien dwars op de kust. Een aantal van de meetpunten bevinden zich in de zeegaten en op de buitendelta's (www.dinoloket.nl). Voor het Amelander zeegat is te zien dat hier fijne tot medium zanden (93 – 314 μm) worden gevonden.

Hoewel duidelijk is dat de buitendelta's een grote variatie in geomorfologie en stroming kennen is de precieze aard hiervan nog onduidelijk. Zo zijn er nog weinig meetdata die inzicht geven in de omvang en de variatie in tijd en ruimte van het sedimenttransport dat plaatsvindt over de buitendelta's. Binnen het programma Kustgenese-2 is dit een belangrijk thema. Het KG2 dient in de komende jaren meer kennis hierover te genereren waarmee ook het modelinstrumentarium kan worden verbeterd.

Stroming en golfwerking bepalen het transport van sediment en daarmee de processen van sedimentatie en erosie. Daarmee zijn ze verantwoordelijk voor de geomorfologie en de dynamiek van de bodem. Tevens zijn stroming en golfwerking ook belangrijk voor de waterkwaliteit waaronder doorzicht en temperatuur, en voor het transport van (voeding)stoffen en de verplaatsing van eieren, larven en grotere dieren. De hydrodynamische condities zijn van grote invloed op de leefomgeving van veel organismen in de kustzone. De relatief hoge dynamiek op de buitendelta als gevolg van de getijstrooming en de golfwerking maakt dat een buitendelta eigenlijk onder alle weercondities een uitermate uitdagende omgeving vormt voor veel organismen. Vanwege de continue veranderingen in golfwerking, stroming en getij zal de dynamiek van de bodem niet homogeen verdeeld zijn over het gebied.



Figuur 2.1.2. Mediane korrelgrootte oppervlaktesediment in 2010 (Leopold & Baptist 2016. Data TNO: www.dinoloket.nl)

Aangenomen wordt dat de variatie aan fysische factoren binnen een buitendelta zich zal vertalen in een gradiënt in natuurlijke stress die als zodanig een sterk structurerende factor vormt voor de samenstelling van en het gebruik door verschillende groepen organismen die op de buitendelta voorkomen, zoals de benthische- en de visgemeenschap, vogels en zeezoogdieren. De weinige beschikbare (meet)data zijn onvoldoende om deze aanname te kunnen onderbouwen. De vraag doet zich dan ook voor op welke wijze de variatie in fysische omgevingsfactoren op de buitendelta zich vertaalt naar een variatie in gemeenschappen van verschillende organismen.

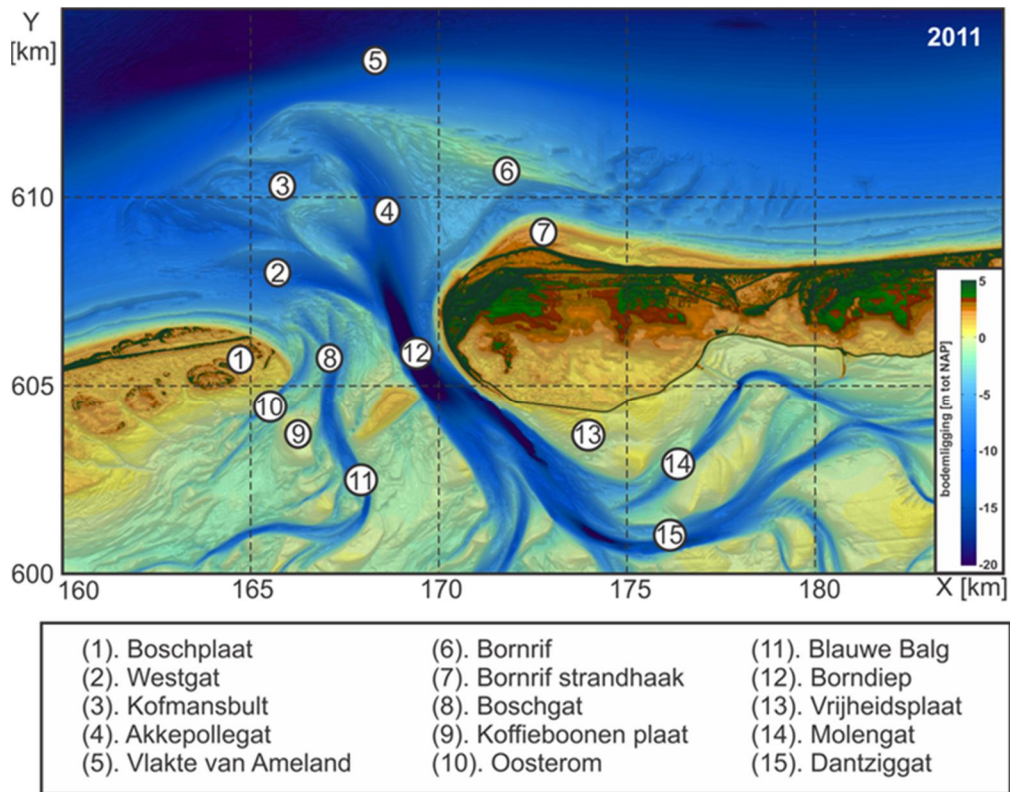
Voor de ondiepe kustzone van het waddegebied is er algemeen patroon waarin de soortdiversiteit toeneemt met de diepte en afstand tot de kust (Janssen & Mulder, 2004; Van Dalftsen, 2006; Holzhauser et al., 2014; Vergouwen & Holzhauser, 2015). De bodemfauna van de ondiepe kustzone wordt vooral gevormd door wormen, kreeftachtigen, schelpdieren en stekelhuidigen. De brandingszone kenmerkt zich door lage dichtheden en een geringe soortenrijkdom. De bodemgemeenschap in deze zone wordt vooral gevormd door kortlevende en snel reproducerende dieren en kenmerkt zich door het vermogen om zich na een verstoring snel in de oorspronkelijke vorm en omvang te herstellen dankzij hun snelle reproductie. Buiten de brekerzone na de laatste brekerbank neemt het aantal soorten geleidelijk toe tot ongeveer de -20 m dieptelij. In dit diepere en relatief laag dynamische deel van de vooroever worden meer langlevende, langzaam groeiende soorten aangetroffen waaronder meer schelpdiersoorten.

Verschillende studies bij Ameland en Schiermonnikoog laten een zeewaartse gradiënt in de benthische gemeenschap zien waarbij tot circa -12 m diepte grofweg drie zones onderscheiden kunnen worden: een ondiepe zone, een midden gelegen zone en een diepere zone. Elke zone kent een verschil in de soortensamenstelling van het benthos. Diepte en korrelgrootte waren in de meeste gevallen de best verklarende abiotische variabelen voor de gevonden overeenkomsten en verschillen in bodemdiersamenstelling (Vergouwen & Holzhauer, 2015). Vanaf grofweg de -20m dieptelijn wordt de soortdiversiteit opnieuw lager. De relatie tussen de diepte en de soortensamenstelling reflecteert daarmee duidelijk de gradiënt in fysische stress.

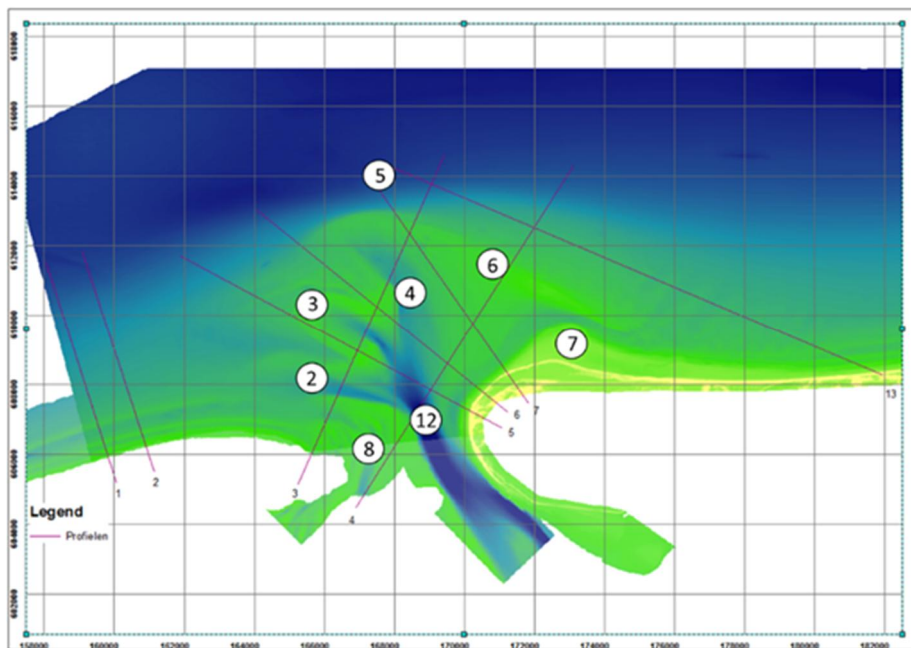
De benthische gemeenschap in de kustzone vormt een belangrijke schakel in de voedselketen, vooral als prooi voor vogels als duikeenden en (juvenile) vissen. De laatste vormen weer prooien voor andere en grotere vissen, vogels als futen, sterns en visdieven, en voor de toppredatoren als de grijze en de gewone zeehond en de bruinvis (en de mens). Veel van deze soorten zijn beschermd onder N2000. De buitendelta's zijn met hun ondiepten en geulen mogelijk belangrijke schakels tussen de systemen van de Noordzeekustzone en de Waddenzee. Het is daarom essentieel om een beter inzicht te krijgen in bijdrage van de buitendelta's aan deze systemen.

2.2 Het Amelander Zeegat

Het Amelander Zeegat ligt tussen Terschelling en Ameland. In figuur 2.2.1 zijn de onderdelen weergegeven van het Zeegat van Ameland in de situatie in 2011. Door de morfologische dynamiek in het gebied is de ligging hiervan deels inmiddels gewijzigd. De morfologische onderdelen zijn echter nog steeds te herkennen (zie figuur 2.2.1 en 2.2.2).



Figuur 2.2.1 Bathymetrie Amelander Zeegat in 2011.



Figuur 2.2.2. Bathymetrie Amelander Zeegat in 2014 met daarop aangegeven een aantal genummerde profieltransecten. Legenda zie figuur 2.2.1. Bron: Jarcus data.

2.3. Suppletiegeschiedenis

In het Amelander Zeegat zijn in het verleden een aantal geulwandsuppleties uitgevoerd. De suppleties zijn uitgevoerd langs de oostelijke rand van het Borndiep. Op de buitendelta zelf zijn geen suppleties uitgevoerd. Wel is er gesuppleerd in de vooroever en op de stranden van Terschelling en Ameland.

Gezien het moment van suppleren en de locaties van de suppleties in het verleden is een nu nog merkbaar effect op de morfologie, het sedimenttransport en de sedimentsamenstelling van de buitendelta niet geheel uit te sluiten maar verwacht kan worden dat deze klein is REF?. Vanwege de natuurlijke transportprocessen is het ook niet te verwachten dat deze suppleties nog van directe invloed zullen zijn op de fauna van de buitendelta REF?.

2.4 Quick scan op basis van de bathymetrie

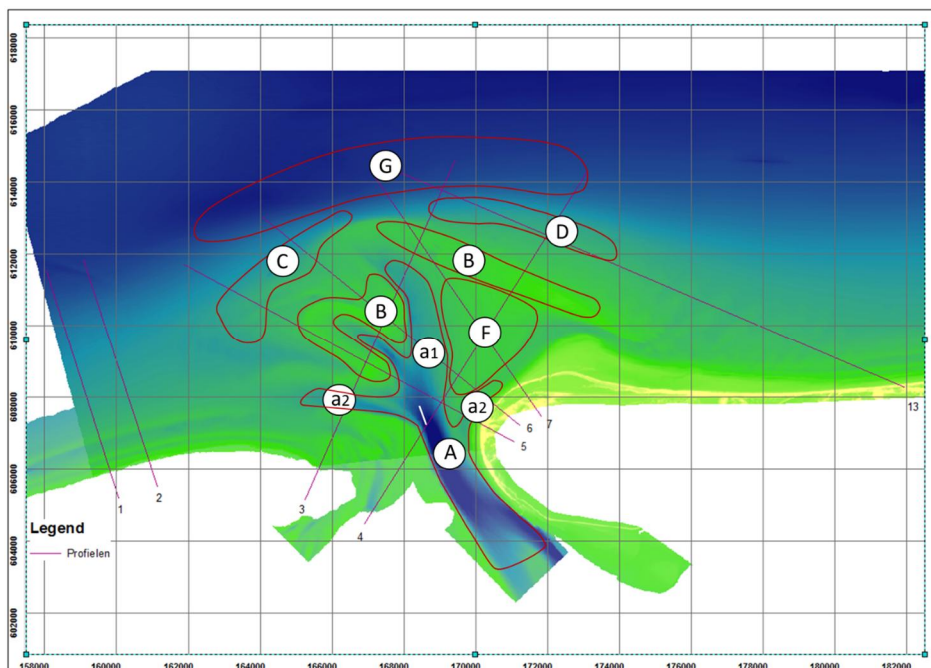
Op basis van de bathymetrische gegevens van 2009 tot en met 2016 zijn een aantal dwarsprofielen gemaakt (zie figuur 2.2.1 en de profielen in Bijlage 1).

Profiel 3 loopt vanaf de Boschplaat door het Westgat de geul van de Korfmansbult en het Akkermansgat in noordoostelijke richting naar het verste punt van de buitendelta, de Vlake van Ameland. Uit dit profiel blijkt dat de ligging van de geulwand van het Westgat stabiel is over de periode 2012- 2016, dan wel dat er geen netto sedimentatie of erosie plaatsvindt tussen de opnames. Verder is te zien dat de zuidwand hiervan steil is. Mogelijk is hier sprake van een relatief harde ondergrond.

Profiel 4 ligt iets ten zuiden van profiel drie en loopt vanaf de Boschplaat door het Borndiep naar het Bornrif. Uit dit profiel blijkt dat de ligging van het Borndiep over deze periode vrijwel onveranderd is.

De verschillende bathymetrische opnames en profielen geven aan dat de er grote variatie is in de hoogteligging van de zandplaten aan de noord- en noordoostzijde van de buitendelta. Tussen jaren treden verschillen op van meerdere meters. Een dergelijk fenomeen is ook geconstateerd in de studie bij Ameland (Holzhauer et al., 2014). Opvallend is tevens dat er ook gebieden zijn aan te wijzen die relatief stabiel zijn wat betreft hun bathymetrie.

Op basis van de dieptekaart en de profielen is een indeling gemaakt van de buitendelta van het Amelander Zeegat in een aantal subgebieden met mogelijke "eigen karakteristieke kenmerken" (Figuur 2.2.3). De T-nul meting zal moeten uitwijzen of er op de buitendelta deelgebieden kunnen worden onderscheiden.



Figuur 2.2.3. Onderscheiden subgebieden op de buitendelta van het Amelander Zeegat op basis van een aantal gemeten en verwachte fysische kenmerken

Geulen: (A). Kenmerken relatief grote waterdiepte, relatief grote stroomsnelheden, soms met sterke golfwerking, waarschijnlijk voedselrijk water, stevige ondergrond (klei of grof zandig, schelpmateriaal). Verwacht wordt dat weinig bodemleven zich hier kan handhaven. Mogelijk komen verspreid vasthechtende en filtrerende diersoorten voor als oesters, mosselen, anemonen en hydropoliepen. Vanwege de waterdiepte worden de geulen gebruikt door verschillende vissoorten en zeezoogdieren (die met het getij) migreren tussen de kustzone en de Waddenzee. Mogelijk onderscheiden de eb- en vloedgeulen (a1, a2) zich van elkaar vanwege de stroomsnelheid of is er een verschil in geulhabitat gerelateerd aan de diepte. Door een geleidelijke afsluiting van a2 voor de kop van Ameland is het mogelijk dat zich hier slibrijker sediment heeft afgezet. Dit zou dan kunnen leiden tot een relatief soortenrijke bodemfauna.

Hoogdynamisch ondiep (B): Dit gebied staat voortdurend onder invloed van golfwerking en dus regelmatige opwerveling en een hoog sedimentatietransport. Verwacht wordt dat vanwege deze hoge dynamiek het gebied gekenmerkt wordt door grof tot middelfijn sediment, met een benthosgemeenschap die relatief soortenarm is.

Hoogdynamisch diep (C, D): Dit gebied laat een sterke zeewaartse helling zien. Golfwerking, opwerveling en sedimenttransport zullen vooral onder aan de helling lager zijn dan in gebied B en voornamelijk bij slechtere weersomstandigheden optreden. Verwacht wordt dat deze gebieden gekenmerkt worden door grof tot middelfijn sediment, en fijner sediment aan de voet van de helling. Verwacht wordt dat de benthosgemeenschap hier ook nog relatief soortenarm is maar een toename in

soorten zal laten zien met de diepte . Mogelijk een geschikte habitat voor Zandspiering.

Laagdynamisch ondiepgebied (F): Dit gebied wordt enigszins afgeschermd van golfwerking door het Bornrif en de hogere delen van B waardoor er mogelijk een licht lagere dynamiek aanwezig is. Verwacht wordt een middel tot fijnzandig sediment. Mogelijk is dit gebied rijker aan bodemdieren dan de hoogdynamische ondiepe gebieden B.

Laagdynamisch diep (G): Dit gebied omvat de vlakte van Ameland. Verwacht wordt een middel tot fijnzandig sediment. Relatief soortenrijk aan bodemdieren en demersale vissen.

2.5 De benthogemeenschap van het Amelanders Zeegat

De verspreiding van bodemdieren langs de Nederlandse kust is niet homogeen. De dichtheid en soortensamenstelling van het benthos wordt vooral bepaald door de mate waarin een organisme zich kan vestigen en kan overleven. Belangrijke sturende factoren hierbij zijn de heersende hydrodynamiek (stroming en golfwerking), de kwaliteit en aanbod van sediment en de voedselrijkdom. Daarnaast spelen tevens interacties tussen benthische soorten als onderlinge concurrentie om ruimte en voedsel en predatie een rol. De stabiliteit van de bodem zal van belang zijn voor de kans dat een organisme zijn positie kan handhaven en of het een groot risico loopt om uitgespoeld of bedolven te worden, waardoor beschadiging of verstikking van organismen kan optreden. Een hoog transport van sediment kan resulteren in een schurende werking ? en een vermindering van de effectiviteit van de voedselopname. Om deze redenen bepaalt de variatie en de dynamiek van sediment in combinatie met andere abiotische factoren in hoge mate de kwetsbaarheid en stabiliteit van een biotoop. Seizoensfluctuaties en veranderingen in benthische gemeenschappen over langere perioden zijn vaak sterk gekoppeld aan de variatie in de fysische factoren (Dippner et al 2010).

Naar analogie van de ondiepe kustzone kunnen vergelijkbare patronen en habitats worden verwacht op de buitendelta van het Amelanders Zeegat. Verwacht wordt een beperkt aantal benthosoorten en relatief lage aantallen in de ondiepe en hoog dynamische delen en een hogere soortenrijkdom en hogere aantallen in de meer beschutte en diepere delen. Geulen ontbreken voor de eilandenkust. Het is te verwachten dat de benthische gemeenschap van de geulen een sterke overeenkomst heeft met die in de diepere geulen in de Waddenzee.

Veel benthische soorten zijn voor hun voedselvoorziening afhankelijk van de primaire productie in de waterkolom, van organische detritus die op en in de zeebodem terecht komt en van de primaire productie door benthische microalgen. Zelf vormt de bodemfauna een belangrijke rol in de voedselketen voor hogere trofische niveaus, waaronder vissen en vogels. Informatie over veranderingen in bodemfauna geeft daardoor ook informatie over veranderingen in de voedselsituatie voor andere dieren die de bodemfauna als voedsel benutten.

Uit verschillende studies zijn variabelen bekend die belangrijk zijn voor de voorspelling van de samenstelling van de benthosgemeenschap (Dippner & Kröncke 2003, Kröncke et al 2001; Speybroeck et al. 2006). Deze spelen mogelijk ook een rol in de verspreiding van demersale vis (Rogers 1992, Jager et al. 1993, Post et al. 2017).

Voor het ontwikkelen van habitatmodellen zijn deze variabelen dan ook van belang. Dit betreft onder meer de sedimentsamenstelling (korrelgrootte, sortering, doorlaatbaarheid, organisch stof gehalte), bodemschuifspanning, O₂ gehalte, diepte, stroming, golfwerking, vertroebeling, en de beschikbaarheid van voedsel (planktonsamenstelling en Chlorofyl A gehalte).

Een suppletie kan invloed hebben op de vestigings- en overlevingskansen van het benthos op de buitendelta. Een bedekking van de bodem door een suppletie zal lokaal kunnen leiden tot een (tijdelijke) afname. Ook de habitatgeschiktheid kan door een suppletie veranderen. Beide zullen mede bepaald worden door de grootte, de locatie, de wijze van uitvoering en het tijdstip van aanleg.

2.5.1 Benthos onderzoeksvraag en hypotheses T-nulmeting Amelander Zeegat

De benthische gemeenschap vormt een belangrijke schakel in de voedselketen, vooral als prooi voor (juvenile) vissen en sommige vogelsoorten waaronder duikeenden. Gezien de zeer beperkte informatie over de soortenrijkdom, biomassa en abundantie van benthos op de buitendelta's kan de volgende onderzoeksvraag worden geformuleerd:

“In hoeverre is de verspreiding van benthische habitats en de soortensamenstelling over het Amelander Zeegat vergelijkbaar met het patroon dat is gevonden is voor de ondiepe kustzone van de Waddeneilanden, en is een suppletie daarop van invloed?”

Deze onderzoeksvraag komt ook terug in het onderdeel ecologie van het SEAWAD programma.

Voor de ecologische T-nulmeting pilotsuppletie leiden de inhoudelijke doelen tot aantal hypotheses.

Ten aanzien van het beschrijven van de benthische gemeenschap van de buitendelta:

- De hydrodynamische omstandigheden en de geomorfologie van de buitendelta van het Amelander Zeegat vertaalt zich naar een ruimtelijk patroon in dichtheid, biomassa en soortensamenstelling van het benthos op de buitendelta van het Amelander zeegat.
- De aanwezige habitats en de daarbij behorende benthische gemeenschappen op de buitendelta van het Amelander zeegat zijn, uitgezonderd de geulen, vergelijkbaar met die welke voorkomen langs de ondiepe kustzone van de Waddeneilanden. De geulhabitat van het buitendelta-systeem is vergelijkbaar met die van de geulen in de Waddenzee.

Ten aanzien van het verzamelen van data van relevant geachte fysische parameters die de verspreiding van deze soorten kunnen verklaren.

- Een aanpassing van abiotische factoren als diepte, golfwerking, stroming, doorzicht en sedimentsamenstelling door een suppletie van 5 tot 6 Mm³ op de buitendelta van het Amelander Zeegat leidt niet tot significante veranderingen in de samenstelling van de bodemdierengemeenschap voor een periode van 3 tot 5 jaar.

2.6 Vissen

Vissen vormen een belangrijk onderdeel van de voedselketen. Enerzijds foerageren de verschillende soorten op een breed palet aan prooien waaronder plankton en bodemdieren, anderzijds vormen ze een bron van voedsel voor andere vissen, vogels, zeezoogdieren. Daarnaast zijn sommige soorten van economisch belang. De verspreiding van vissen zal vooral gedomineerd worden door voedselaanbod in relatie tot energieverbruik voor handhaven van de positie en de mogelijkheid tot het verkleinen van de predatiekans door vogels, zeezoogdieren of andere vissen.

De buitendelta's kunnen mogelijk een goed leefgebied vormen voor verschillende vissoorten. Een van deze soorten is de Zandspiering, die een belangrijke prooi-soort is voor grote vissen, verschillende vogels en zeezoogdieren. Zandspiering is vooral overdag actief en leeft 's nachts en in perioden met weinig voedsel ingegraven in het zand (Van der Kooij 2008). Afhankelijk van het voedselaanbod in het water blijven ze langer actief (Van Deurs et al 2011). Zandspiering heeft een sterke voorkeur voor middel tot grofzandige zand (≥ 0.25 to < 2 mm) met een laag silt percentage ($< 4\%$), in combinatie met relatief hoge stroomsnelheden die zorgen voor een interstitiële waterdoorstroming met voldoende zuurstof (Holland et al. 2005). Het kan zijn dat een dergelijke combinatie van factoren voorkomt op de buitendelta's, waardoor deze een geschikte habitat vormen voor Zandspiering. Een goed aanbod aan Zandspiering op relatief korte afstand van de broedplaatsen op de eilanden zou voor populaties van sterns en visdieven van belang kunnen zijn en zeker tijdens het broedseizoen.

Het is te verwachten dat de randen van de buitendelta's waar deze overgaan in de Noordzeekustzone ook een rol spelen als kinderkamer voor juveniele vis.

Een suppletie kan aanleiding zijn tot veranderingen in de fysische karakteristieken van een buitendelta en daarmee de habitatgeschiktheid van het gebied voor vissen wijzigen. Dit is mogelijk afhankelijk van de omvang, de locatie, de wijze van uitvoering en het tijdstip van aanleg van de suppletie. Mogelijk gaat een deel van het gebied (tijdelijk) verloren als geschikte habitat om op te groeien of te fourageren. Vanwege de mogelijk aanwezigheid van voor de Zandspiering specifieke habitatkenmerken zouden veranderingen hierin door een suppletie aanleiding kunnen zijn voor veranderingen in het aanbod van deze belangrijk geachte prooidiersoort.

2.6.1 Vis onderzoeksvragen en hypothesen T-nulmeting Amelander Zeegat

Het ontbreekt aan data over de verspreiding van de verschillende vissoorten over de buitendelta's omdat vanwege de toegankelijkheid alleen de diepere delen in de verschillende monitoringsprogramma's worden bevestigd. Het vrijwel ontbreken van deze data roept de volgende onderzoeksvragen op:

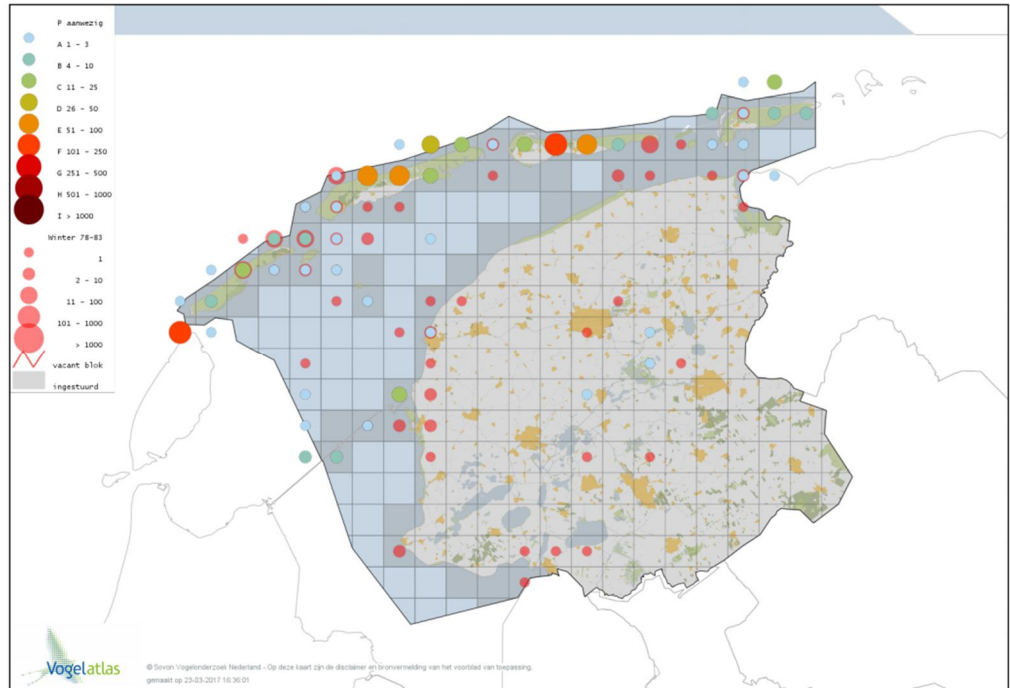
“Wat is de samenstelling van de visgemeenschap in tijd en ruimte in het gebied van de buitendelta van het Amelander Zeegat en is een suppletie van 5 tot 6 Mm³ hierop van invloed?”

Deze onderzoeksvragen kunnen worden uitgewerkt in de volgende hypothesen:

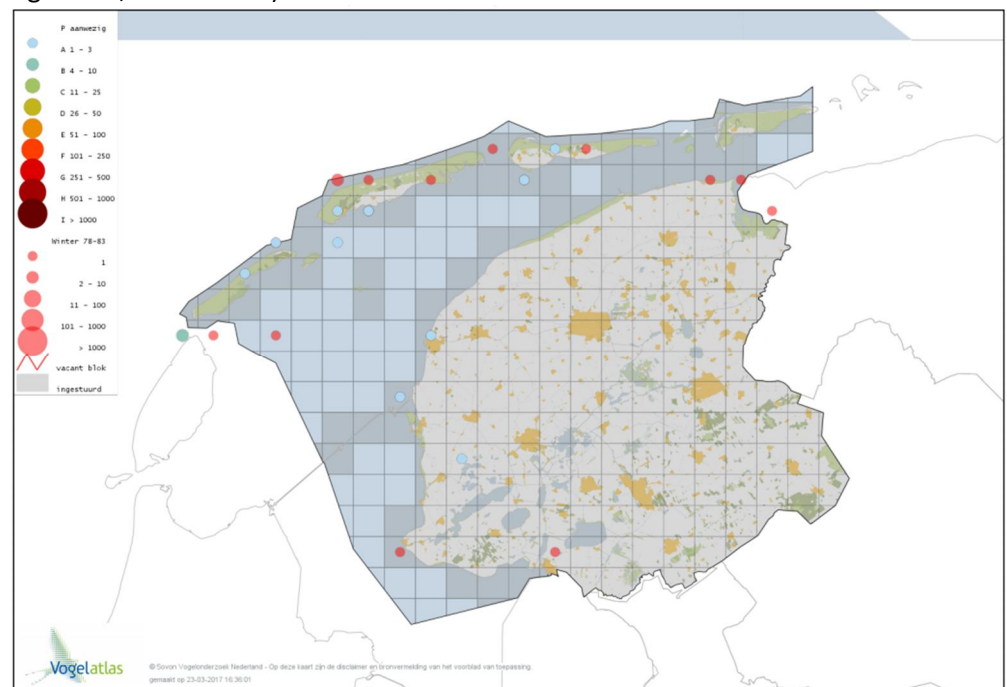
- De verspreiding van vissoorten over de buitendelta van het Amelander Zeegat is niet gerelateerd aan de variatie in fysische en biologische kenmerken.
- Door een specifieke combinatie van fysische factoren vormen de buitendelta's speciale habitats voor Zandspiering die als een belangrijke prooi wordt gezien voor sommige vogelsoorten en zeezoogdieren.
- Een suppletie van 5 tot 6 Mm³ op de buitendelta van het Amelander Zeegat leidt tot significante veranderingen in specifieke habitatkarakteristieken voor Zandspiering en heeft daarmee significante gevolgen voor de populatie voor een periode van 3 tot 5 jaar.

2.7 Vogels

De geulen en de kustzone zijn foerageergebied voor verschillende vogelsoorten waaronder zichtjagers als sterns en de visdieven die zich richten op pelagische vis en duikeenden als de zwarte zee-eend die vooral op schelpdieren foerageren. Het gebruik van buitendelta's waaronder het Amelander Zeegat door vogels (zichtjagers en schelpdiereters) zal in sterke mate samenhangen met de beschikbaarheid van deze voedselbronnen en de nabijheid van rust- en broedgebieden. Er zijn geen zeevogelsoorten die exclusief voorkomen in de zeegaten. Leopold & Baptist (2016) schrijven dat er een tendens lijkt te zijn dat duikers en grote sterns een voorkeur hebben voor de buitendelta zeegaten. De figuren 2.8.1 en 2.8.2 laten verspreidingskaarten zien van de Roodkeelduiker en de Parelduiker in de winter.



Figuur 2.8.1. Voorlopige verspreidingskaart van de Roodkeelduiker in de winter (Bron: Vogelatlas, Sovon 2017).



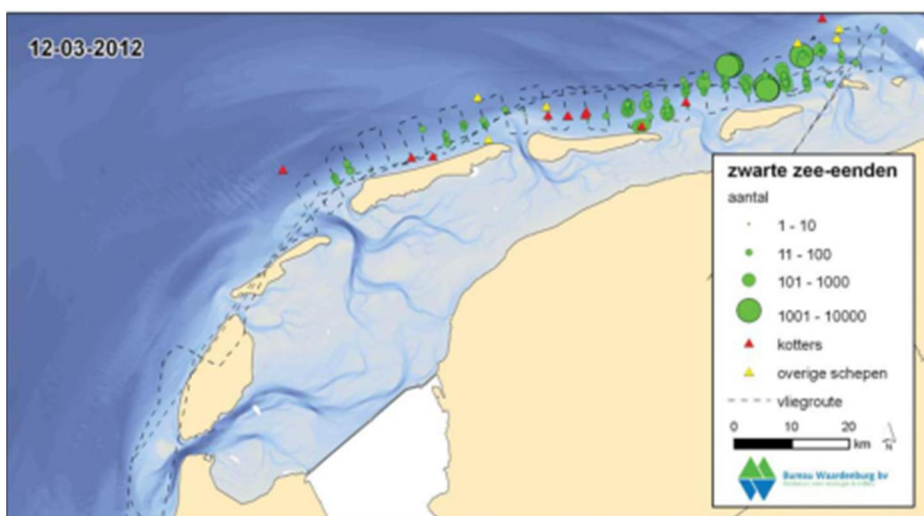
Figuur 2.7.2. Voorlopige verspreidingskaart van de Parelduiker in de winter (Bron: Vogelatlas, Sovon 2017).

Vanwege de sterke getijstrooming en het ontbreken van droogvallende platen zal de buitendelta van het Amelander Zeegat mogelijk voor veel vogels niet een gebied zijn dat geschikt is om te rusten. Veelvuldige vaarbewegingen van schepen door het zeegat kunnen daarbij een bron van verstoring vormen. Er zijn wel broedgebieden van duikers op de eilanden.

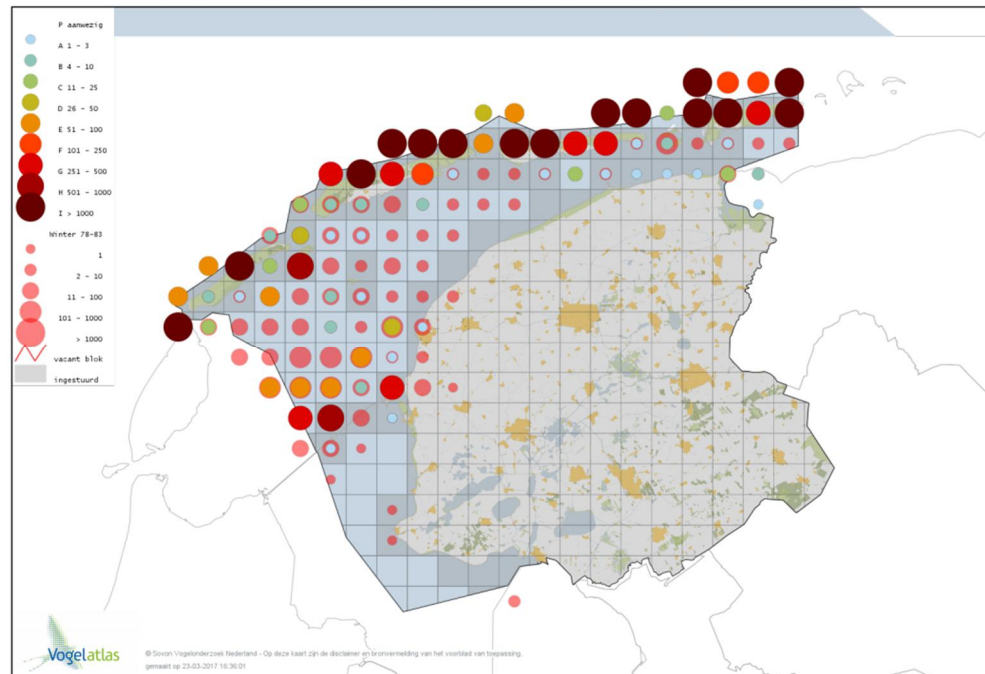
Sterns en visdieven komen in grotere aantallen (5 tot 10 per? Km²/2013) in de periode april – september voor in het Waddengebied. Buiten deze periode zijn de aantallen van deze vogelsoorten lager. Beide soorten benutten de kustzone vanaf de branding tot ver uit de kust om te foerageren (Deltares 2014). Daarbij blijven visdieven meestal dicht bij de kust dan grote sterns. Beide sternsoorten eten vooral pelagische vis, die vlak onder het wateroppervlak tijdens een stootduik wordt gevangen. Ze kunnen grote afstanden afleggen tijdens hun foerageertochten, met name in de periode dat kuikens gevoerd worden. Sterns zijn single-load foerageerders, hetgeen betekent dat de vissen voor de kuikens één voor één in de bek worden aangevoerd vanuit zee. Hierdoor is de voedselkeuze en aanvoer goed te volgen.

Het belang van de buitendelta's voor de Dwergstern is onduidelijk. De dwergstern heeft een beperkte radius om voedsel te zoeken en foerageert bij voorkeur op kleinere vissoorten in helder, ondiep, voedselrijk en niet te snel stromend water (Beijersbergen 2016; Cramp 1985), omstandigheden die misschien niet vaak voorkomen in de zeegaten.

Voor de N2000 doelstellingssoort zwarte zee-eend geeft een verspreidingskaart uit 2012 (figuur 2.7.1) aan dat deze soort zich niet specifiek bij de buitendelta's van de Noordzeekustzone ophoudt (zie fig 2.7.2 en 2.8.4) . Deze soort werd in 2012 vooral in het oostelijk deel van de Kustzone voor de eilander kusten op dieper water waargenomen en in het buiten het Friesche Zeegat tussen Ameland en Schiermonnikoog.

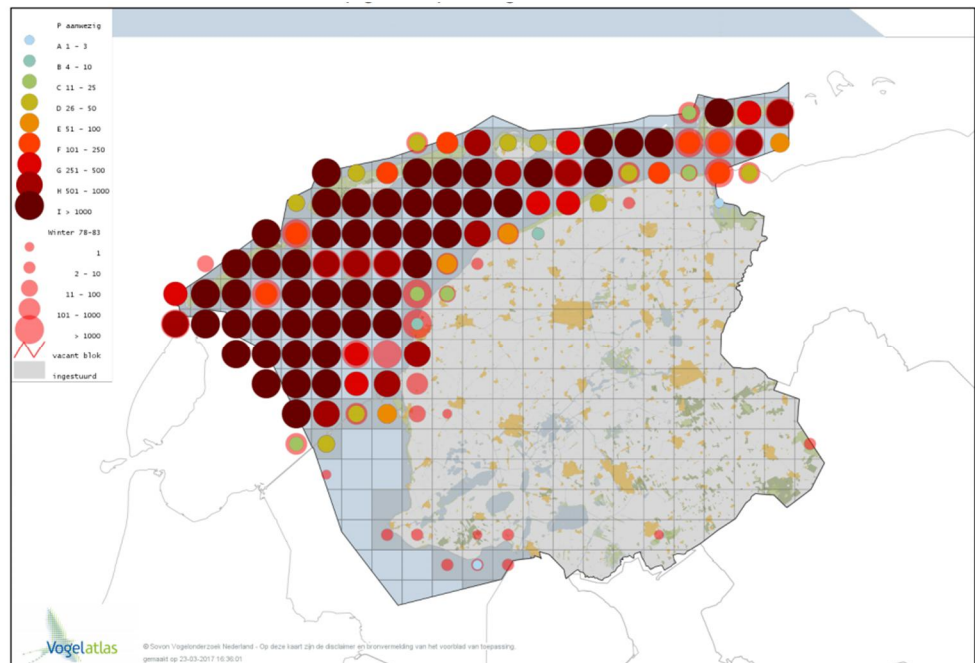


Figuur 2.7.3. Verspreiding van Zwarte Zee-eenden (en schepen) boven de Waddeneilanden in maart 2012. Bron: Leopold et al. (2013).



Figuur 2.7.4. Voorlopige verspreidingskaart van de Zwarte Zee-eend in de winter (Bron: Vogelatlas, Sovon 2017).

De Eider wordt vooral in de Waddenzee aangetroffen maar komt ook voor langs de eilandenkust (Figuur 2.7.5.)



Figuur 2.7.5. Voorlopige verspreidingskaart van de Eider in de winter (Bron: Vogelatlas, Sovon 2017).

Het is niet uit te sluiten dat een suppletie invloed heeft op de leef- en foerageerfunctie van de buitendelta voor vogels. Afhankelijk van de omvang, de locatie, de wijze van uitvoering en het tijdstip van aanleg van de suppletie gaat mogelijk (en tijdelijk) een deel van het foerageerfunctie verloren. Voor vogels die op vis jagen zal een verlaagd doorzicht als gevolg van extra sediment in het water door suppletieactiviteiten kunnen leiden tot een verminderd vangstsucces. Een bedekking van de bodem door de suppletie zal kunnen leiden tot een lokale afname van de hoeveelheid schelpdieren voor duikeenden.

Om het belang van buitendelta's voor vogels te kunnen vaststellen en een eventuele verandering in het gebruik van het gebied te kunnen constateren tijdens of na de suppletiewerkzaamheden, dient een eenduidig beeld te worden verkregen van de verspreiding in tijd en ruimte van deze vogels in het gebied, zowel voor als na de suppletie.

2.7.1 Vogels onderzoeksvragen en hypothesen T-nulmeting Amelander Zeegat

Ten aanzien van de relatie van vogels met de buitendelta's en die van het Amelander Zeegat in het bijzonder, kunnen de volgende vragen gesteld worden:

“Zijn er vogelsoorten waarvoor de buitendelta van het Amelander Zeegat een belangrijk rust- en of foerageergebied vormt en zo ja, is er een relatie tussen de verspreiding over en het gebruik door vogels van deze buitendelta en specifieke onderdelen van de buitendelta en is een suppletie van 5 tot 6 Mm³ hierop van invloed?”

Hierbij kunnen de volgende hypothesen geformuleerd kunnen worden:

- De verspreiding van vogels als sterns, visdieven of duikeenden is gerelateerd aan specifieke fysische kenmerken van de buitendelta van het Amelander Zeegat.
- De verspreiding van vogels als sterns, visdieven of duikeenden is gerelateerd aan de voedselsituatie in het water of op de bodem van de buitendelta van het Amelander Zeegat.
- Een suppletie van 5 tot 6 Mm³ op de buitendelta van het Amelander Zeegat zal vanwege de omvang leiden aanpassingen van de fysische en biologische kenmerken van het gebied en daarmee tot een verstoring van de functie als foerageergebied voor vogels als sterns, visdieven en-of duikeenden.

2.8 Zeezoogdieren

In de Noordzeekustzone komen de gewone zeehond, de grijze zeehond en de bruinvis veelvuldig voor. De gewone en grijze zeehond besteden hun tijd afwisselend tussen foerageren in de wateren van de Noordzee en Waddenzee en uitrusten op de droogliggende platen in de Waddenzee en van enkele buitendelta's. Bruinvisseren

worden steeds vaker waargenomen in de zeegaten sinds de toename van de populatie bruinvissen vanaf de 90'er jaren REF?

De populaties van de gewone en de grijze zeehond in de Waddenzee worden sinds 1960 jaarlijks gemonitord in opdracht van het ministerie van Economische Zaken. De verspreiding van bruinvissen wordt gemonitord in het kader van internationaal gecoördineerde metingen, zoals die door het programma Small Cetacean Abundance survey in the North Sea and adjacent waters (SCANS).

Zenderdata, aangevuld met zandplaatmetingen bij laagwater vanuit de lucht (EZ monitoring), leveren veel informatie over de populatieontwikkeling, de verspreiding en de verplaatsingen van zeehonden. Deze data leveren deels ook informatie over het (foerageer)gedrag van de gewone zeehond en grijze zeehond in de Noordzeekustzone (Brasseur et al. 2013, 2015). Zenderdata zijn vooral verzameld rondom Texel en in het Eems-Dollard gebied.

Gewone en grijze zeehonden halen hun meeste voedsel uit de Noordzee en rusten op droogliggende zandplaten in de Waddenzee of in de kustzone. Het dieet van beide soorten zeehonden bestaat voor een groot deel uit demersale vissoorten in de grootteklasse van 10 – 20 cm. Voor grijze zeehonden is zandspiering ook een belangrijke prooi (Brasseur et al. 2004). Het uitgevoerde onderzoek aan zeehonden heeft zich niet specifiek gericht op de buitendelta's. Het is dan ook niet duidelijk in hoeverre de dieren de zeegaten als foerageergebied gebruiken wanneer zij tussen de Noordzee en de rustplaatsen heen en weer pendelen. Ook voor de bruinvis ontbreekt kennis over het belang van de buitendelta's zijn als specifiek foerageergebied.

Het is niet uit te sluiten dat een suppletie invloed heeft op gebruik van de buitendelta door zeezoogdieren. Mogelijk treedt er tijdens de suppletiewerkzaamheden verstoring op en wordt de mogelijke functie van de buitendelta als foerageergebied door een verlaagd doorzicht en effecten op prooidieren (tijdelijk) verminderd. Dit is mogelijk afhankelijk van de omvang, de locatie, de wijze van uitvoering en het tijdstip van aanleg van de suppletie.

2.8.1 Zeezoogdieren onderzoeksvragen en hypotheses T-nulmeting Amelanders Zeegat

Ten aanzien van de zeezoogdieren kunnen de volgende vragen gesteld worden:

“Vormen de buitendelta's belangrijke foerageergebieden voor de grijze zeehond, de gewone zeehond en de bruinvis en zo ja, is er dan een relatie tussen het gebruik als foerageergebied en specifieke onderdelen van de buitendelta en is een suppletie van 5 tot 6 Mm3 hierop van invloed?”

Hierbij kunnen de volgende hypotheses geformuleerd kunnen worden:

- De buitendelta van het Amelanders Zeegat vormt vanwege de specifieke fysische en biologische kenmerken en de ligging tussen de Waddenzee en de

Noordzee een aantrekkelijk foerageergebied voor zeezoogdieren als de grijze zeehond, de gewone zeehond en de bruinvis.

- Veranderingen in de fysische en biologische kenmerken van buitendelta door een suppletie leiden tot wijzigingen in de functie als foerageergebied voor zeezoogdieren als de grijze zeehond, de gewone zeehond en de bruinvis.

3. Aansluiting bij andere programma's in de Buitendelta

Het project T-nulmeting Ecologie buitendelta Amelanders Zeegat is een van de studies die zich richt op het vergroten van de kennis van de kust met als doel een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van een suppletie strategie.

In dit hoofdstuk wordt kort de aansluiting bij de verschillende projecten beschreven.

3.1 Het Morfologisch Meetprogramma Kustgenese-2.0

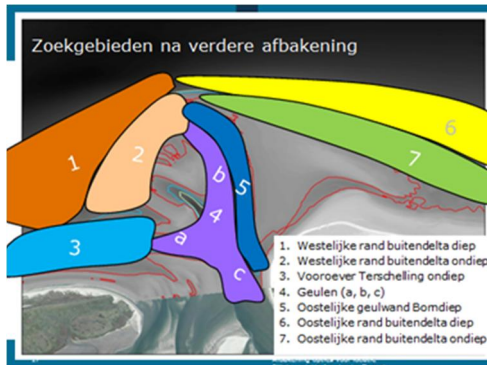
Het project T-nulmeting Ecologie buitendelta Amelanders Zeegat is een onderdeel van het morfologisch Meetprogramma Kustgenese 2 (KG-2) Pilotsuppletie buitendelta Amelanders Zeegat. Binnen dit KG-2 programma wordt vooral onderzoek uitgevoerd naar de morfologische systeemkennis over zeegaten en de factoren die daarbij van belang zijn voor buitendelta's. Een van de doelen is het vergroten van het inzicht in ontwerp, schaalbaarheid en uitvoerbaarheid van grootschalige suppleties op een buitendelta. Voor dit meetprogramma is het Amelanders Zeegat als studiegebied gekozen. Het Morfologisch Meetprogramma KG-2 vormt daarmee een zuster project van de Ecologisch Meetprogramma Buitendelta Ameland. Metingen aan de geomorfo- en hydrodynamiek in het gebied zijn gepland om te worden uitgevoerd in september 2017. Hiervoor zal een scala aan meetinstrumenten en methoden worden ingezet. De metingen worden zoveel mogelijk afgestemd met het SEAWAD programma dat zelf weinig mogelijkheden heeft tot het uitvoeren van veldmetingen (zie meetplan KG-2, De Looff & Tonnon 2017).

Het programma draagt bij aan een onderbouwing van de suppletiebehoefte en de uitvoeringsstrategie voor een duurzaam en structureel evenwicht in het Kustfundament door antwoord te geven op de vragen als: Hoeveel, waar, wanneer en hoe? De laatste gaat in op het zo het zo effectief mogelijk aanbrengen van een hoeveelheid zand in de kustzone waarbij de mogelijkheid en wenselijkheid om dit te doen in de vorm van grootschalige systeem suppleties wordt onderzocht. Hiertoe zal een pilot suppletie op de buitendelta suppletie van het Amelanders worden uitgevoerd. Deze zal een omvang hebben van 5 tot 6 Mm³ is en is gepland om te worden uitgevoerd in 2018.

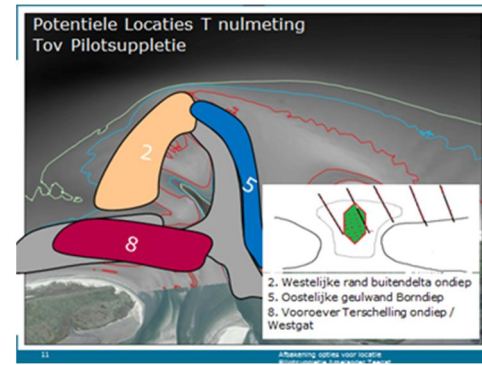
De pilotsuppletie draagt onder andere bij aan het verbeteren van het inzicht in de interactie getijdebekkens – zandige kust door model ontwikkeling en aan het leren door te doen in pilots die voorbereiden op een eventuele lange termijn pilot na 2020.

3.1.1 Pilotsuppletie Amelanders Zeegat

Voor het onderzoek op de buitendelta van het Amelanders Zeegat zijn enkele voorkeursvarianten voor een pilotsuppletie ontwikkeld op basis van een aantal criteria (figuur 1; De Looff & Tonnon 2017). Uit deze varianten is een definitieve keuze gemaakt voor variant 2, een suppletie op de ondiepe Westelijke rand van de buitendelta.



Figuur 3.1.2. Potentiele (grootschalige) suppletie bij Amelander Zeegat (a variant 1 t/m7; b variant 2, 5 en 8) die een effect kan hebben op de aanwezige soorten vanwege de grote aanpassing van abiotische omstandigheden (Ref.



RWS/WVL, 2017).

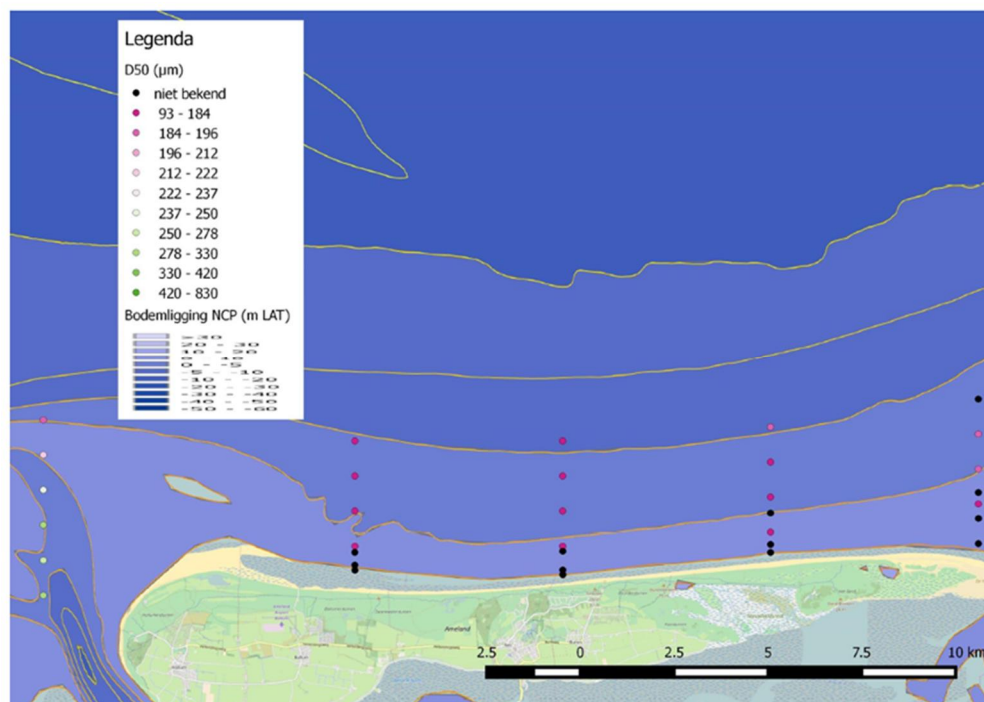
3.2 Ecologisch Gericht Suppleren II (EGS-2)

Binnen het programma Ecologisch Gericht Suppleren II (EGS-2) wordt een studie uitgevoerd naar de lange termijn effecten van suppleren en maatregelen voor kustveiligheid op de ecologie van de Nederlandse kust. Het onderzoekprogramma richt zich op de relatie tussen vis en abiotische (diepte, sediment, doorzicht, temperatuur, etc.) en biotische (voedsel) factoren met als doel habitatmodellen te ontwikkelen waarmee ook de effecten van suppleties in de tijd kunnen worden aangegeven.

Binnen dit programma wordt informatie verzameld over bodemdieren, vissen en sediment, zij het dat het zwaartepunt van het programma ligt bij de kraamkamerfunctie van de ondiepe kustzone voor juveniele vis.

Ook bij Ameland zullen metingen worden uitgevoerd. Op een viertal raaien in de vooroever van de eilanderkust zullen verschillende metingen worden verricht. Er is één meetraai voorzien op de buitendelta van het Amelander Zeegat (Figuur 3.1.1 en Meetplan (Baptist et al, 2017).

De locatie van de T-nulmetingen Ecologie Buitendelta Amelander Zeegat sluit daarmee aan op die van EGS-2. Alleen de onderzoeksperiode van EGS-2(juni/juli) verschilt met die van de T-nulmeting die is gepland te worden uitgevoerd in september.



Figuur 3.1.1. Ecologisch Gericht Suppleren-II. Overzicht van de geplande meetlocaties bij Ameland in 2017 Posities van raaien en stations in het kustvak Ameland (Baptist et al. 2017).

3.3 SEAWAD:

Een door STW-gefinancierd programma waarin vier promovendi werken aan het Amelander Zeegat. Voor de T-nulmeting ecologie is vooral de relatie met het vierde deelonderzoek uit het SEAWAD programma, onderdeel ecologie van belang. Dit is de PhD studie met als titel: “Environmental parameters steering benthic infauna in a dynamic coastal environment” waarop Harriëtte Holzhauer werkt.

De andere onderdelen van SEAWAD richten zich op de geofysische aspecten (sedimentsamenstelling en -transport, stroming en bodemvormen) en worden afgedekt door het meetprogramma van Kustgenese 2 dat zich richt op de fysische kant van het beschrijven en modelleren van de buitendelta van het Amelander Zeegat. Het SEAWAD programma heeft beperkte middelen om veldmetingen te verrichten en is dan ook grotendeels afhankelijk van de informatie die wordt ingewonnen tijdens de fysische en ecologische metingen van de pilot zandsuppletie in het Amelander Zeegat.

Het deelonderzoek 4 van SEAWAD richt zich op het verder verfijnen en doorontwikkelen van de relatie tussen het voorkomen van bodemdieren en sturende omgevingsvariabelen onder gemiddelde (dagelijkse condities gedurende een jaar), extreme (stormen) en door de mens aangepaste omstandigheden. Deze relatie wordt vervolgens toegepast in een modelomgeving om zo een voorspelling te kunnen maken van het effect van een suppletie op de bodemdiergemeenschap in de ondiepe kustzone. Dit sluit zeer goed aan op de doelstelling van de T-nul-meting Ecologie.

3.4 EZ Meetprogramma Noordzeekustzone/Wadden

Het Ministerie van Economische Zaken heeft in het kader van het ecologisch onderzoek en monitoring dat zij uitvoert Wageningen Marine Research (WMR) gevraagd een onderzoek uit te voeren naar het gebruik van de Buitendelta's door visetende vogels. Doel is te achterhalen in hoeverre veranderingen in de buitendelta's door bijvoorbeeld suppleties kunnen leiden tot effecten op populaties van visetende vogels. Het onderzoek richt zich op de Grote Stern als voorbeeldsoort. Onder andere door het gebruik van GPS zenders in combinatie met veldobservaties zal getracht worden een beter inzicht te krijgen in het belang van de Buitendelta's voor broedkolonies van deze soort.

De doelstelling van EZ Meetprogramma sluit goed aan bij de doelen en vragen die in de meetstrategie voor het Ecologisch Meetprogramma Pilotsuppletie buitendelta Amelander Zeegat zijn gesteld.

3.5 Overig onderzoek

Demersal Fish Survey (DSF)

De T-nulmeting pilot buitendelta heeft in ruimte en tijd aansluiting bij de Demersal Fish Survey (DSF). Tijdens de DFS worden jaarlijks met behulp van een kleine boomkor demersale vissen gevangen. De DFS komt tot een diepte van minimaal 6-8 meter en vindt plaats in het najaar (september).

Wettelijke Onderzoekstaken (WOT): schelpdieren

De T-nulmeting sluit in ruimte aan bij het monitoringsprogramma WOT schelpdieren. Hierbij wordt jaarlijks op vaste locaties met behulp van een bodemschaaf schelpdieren en epibenthos bemonsterd. Dit WOT programma wordt echter in het voorjaar uitgevoerd (april- juli) voor de Noordzeekustzone van het Waddengebied.

Voordelta onderzoek

Er is enige aansluiting bij onderzoek dat wordt uitgevoerd in de Voordelta. De Voordelta ligt weliswaar anders georiënteerd maar kan als een buitendelta beschouwd worden. In het kader van het monitoringsprogramma Mainportontwikkeling Rotterdam is over dit gebied in de afgelopen jaren veel informatie verkregen over bodemdieren, vogels, vissen, verschillende fysische parameters en het gebruik van het gebied.

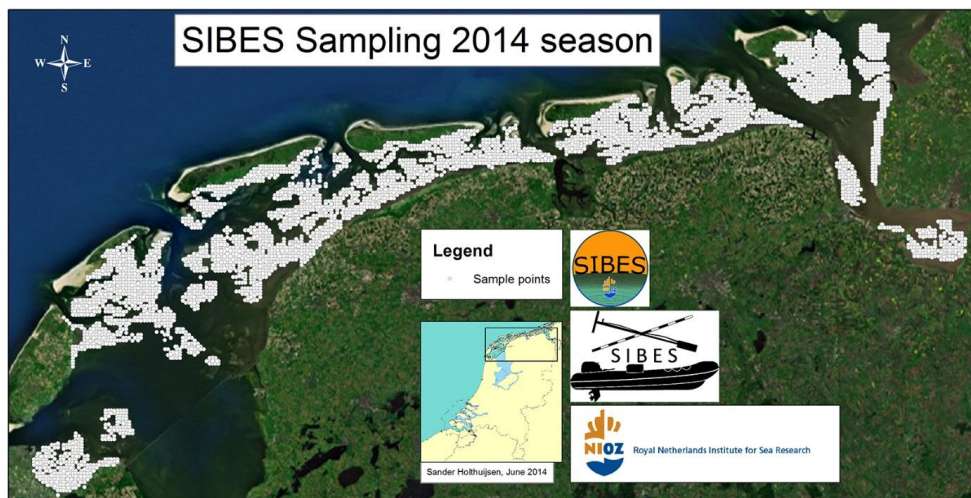
MWTL vogelonderzoek

Om de verspreiding van vogels langs de kust en dus ook boven de eilanden in kaart te brengen worden gedurende het jaar regelmatig vogelwaarnemingen uitgevoerd vanuit vliegtuigen. Hierbij worden alle vogelsoorten die voorkomen in kaart gebracht. Daarnaast wordt er ook vanaf het land geteld.

Dit onderzoek kan toeleveren aan de vraag over het belang van de buitendelta's voor duikeenden en visetende vogels. Data zijn beschikbaar via de Rijkswaterstaat MWTL database. Dit geeft een inzicht in het gebruik gedurende het jaar van de kustzone en daarmee ook van de aanwezigheid van specifieke soorten als duikeenden en visetende vogels op de buitendelta's.

NIOZ SIBES (Synoptic Intertidal Benthic) Survey

Sinds 2008 wordt jaarlijks de macrobenthos van de intergetijdse platen van de Waddenzee bemonsterd in het kader van onderzoek naar de gevolgen van aardgaswinning. Data worden verzameld over aantal soorten en aantal individuen per soort en de biomassa en worden bodemonsters verzameld ter bepaling van de sedimentsamenstelling. In het SIBES onderzoek worden echter geen monsters genomen op de buitendelta van het Amelander Zeegat (zie figuur 3.1.3). Het SIBES onderzoek heeft dan ook weinig overlap met de T-nulmeting maar vindt plaats in een aanpalend gebied.



Figuur 3.1.3. SIBES onderzoek. Ligging van de monsterstation in 2014 (bron: <https://retired.nioz.nl/wsrc-sibes>)

4. Aanpak keuze onderzoeksvragen en methodiek

4.1 Criteria onderzoeksvragen T-nulmeting

Zoals in 3.1 is aangegeven zal er in het kader van het meetprogramma Ecologie Buitendelta Ameland een T-nulmeting plaatsvinden in september 2017. Vanwege (financiële) restricties voor deze meting zal er een keuze gemaakt moeten worden in de onderwerpen die binnen de T-nulmeting kunnen worden uitgevoerd. Om te komen tot een selectie van onderzoeksvragen die in de T-nulmeting Ecologisch onderzoek Buitendelta Amelander Zeegat zullen worden opgepakt is een aantal criteria opgesteld. Dit op basis van de financiële (omvang beschikbaar budget) en tijdsgebonden (uitvoering september 2017) beperkingen en de samenhang met andere programma's: In hoeverre worden onderzoeksvragen al opgepakt (in ruimte en tijd) binnen andere lopende of geplande studies.

De volgende criteria voor de keuzes voor het onderzoek zijn gedefinieerd:

- **Haalbaarheid tijd**

De T0-survey dient uitgevoerd te worden in 2017 zodat de verkregen informatie nog gebruikt kan worden in het opstellen van een T1-meetplan voor de opvolging van de T-nulmeting in 2018, het jaar waarin wanneer de pilotsuppletie zal worden uitgevoerd. Dit betekent onder meer dat in de keuze voor een bepaald onderzoek het belangrijk is dat de informatie die hierin verkregen wordt zo snel mogelijk beschikbaar moet zijn. Richtperiode voor de beschikbaarheid van de informatie is januari 2018.
- **Haalbaarheid uitvoering**

Gezien de hydrodynamiek en de aard van de buitendelta (ondiep) is het uitvoeren van veldwerk in het gebied sterk weersafhankelijk. Ook de verschillende onderzoeksmethoden zullen in meer of mindere mate weersafhankelijk zijn. Het is daarom wenselijk om bij de keuze voor de te beantwoorden onderzoeksvragen de haalbaarheid van de verschillende methodieken die nodig zijn voor de uitvoering hiervan tegen het licht te houden. Zo zal de beschikbare tijd die nodig is om een bepaald type survey of onderzoek uit te voeren mede de haalbaarheid binnen de beperkingen van de T-nulmeting bepalen.
- **Informatie-efficiëntie.**

Om antwoord te geven op de vragen van de verschillende deelonderwerpen zullen metingen nodig zijn met elk een specifieke meetstrategie. Het kan zijn dat bijvoorbeeld bepaalde perioden in het jaar meer geschikt zijn dan andere om onderzoek te verrichten, of dat één of een heel beperkte meetperiode een onvoldoende meetresolutie in tijd en of ruimte oplevert voor een aanzet tot het beantwoorden van de gestelde vragen. De te verwachten informatie-efficiëntie dient meegewogen te worden in de keuze voor het onderzoek binnen de T-nulmeting die gepland wordt uitgevoerd in september 2017.
- **Budget**

Het budget is voor de T-nulmeting gelimiteerd. De kosten voor bijeenkomsten, de uitvoering van het veldwerk, analyse van monsters in laboratoria, de analyse van de verkregen data en rapportage zullen alle binnen dit budget moeten vallen. Het budget dat nodig is voor de uitvoering van een meting is daarmee een belangrijke factor in de keuze voor het onderzoek kan worden uitgevoerd binnen de T-nulmeting.

- **Overlap met ander onderzoek.**

De T-nulmeting ecologisch onderzoek buitendelta Ameland is niet het enige onderzoeksprogramma dat op of in de omgeving van de buitendelta van het Amelanders Zeegat wordt uitgevoerd. Door zoveel mogelijk aansluiting te zoeken bij de meetcampagnes van de verschillende lopende en geplande programma's wordt gestreefd naar optimalisatie in het verzamelen van fysische als ook biologische informatie. Uitwisseling van informatie uit deze programma's zal bijdragen aan het zo efficiënt mogelijk vergroten van de kennis van het systeem van de buitendelta's van het Waddengebied en bij het beantwoorden van de vraag in hoeverre suppleties hierop van invloed zijn. In de keuze voor de metingen die in de T-nul survey zullen worden uitgevoerd wordt daarom ook meegewogen welke vragen mogelijk al beantwoord kunnen worden met het onderzoek dat plaatsvindt in de andere programma's (tabellen 4.1.1 en 4.1.2). Ook wordt meegewogen of de T-nulmeting een bijdrage kan leveren aan het beantwoorden van vragen van deze andere programma's.

Tabel 4.1.1. Overzicht van parameters die gemeten worden, aansluiting in gebied en onderzoeksperiode van de verschillende programma's met de onderwerpen per programma.

	Abiotische parameters			Biotische parameters				Gebied	Periode	Aanvullend op T0	T0 draagt bij aan
	Waterkwaliteit	Sediment	Hydrodynamiek	Benthos	Vissen	Vogels	Zeezoogdieren				
KG-2	x	x	x					zelfde gebied	september	x	
EGS-2		x		x	x			grenst aan	juni	x	x
EZ vogels	+/-				x	x		?	?	x	x
SEAWAD ecologie	x	x	x	x				zelfde gebied	september	x	x
WOT schelpdieren		x		x				kleine overlap	voorjaar	x	
DFS					x			kleine overlap	september	x	
MWTL vogels						x		overlap	maandelijks*	x	
NIOZ-SIBES		x		x				grenst aan	zomer	(x)	

Tabel 4.1.2. Bijdrage van de verschillende programma aan de onderwerpen van belang voor beschrijving van de ecologie van de buitendelta van het Amelanders Zeegat.

	KG-2	EGS-2	EZ vogels	SEAWAD ecologie	WOT schelpdieren	DFS	MWTL vogels	NIOZ-SIBES
Verspreiding benthos		(X)		X	(X)			(X)
relatie met abiotische factoren	X			X	(X)			(X)
dichtheid en soortensamenstelling		X		X	(X)			(X)
overeenkomsten met ondiepe kustzone		X		X	(X)			
effecten buitendeltasuppletie		(X)		X				
Verspreiding vissen								
relatie met abiotische factoren	X	X	X					
dichtheid en soortensamenstelling		X	X			(X)		
habitat voor Zandspiering								
overeenkomsten met ondiepe kustzone		X				(X)		
effecten buitendeltasuppletie		(X)						
Verspreiding van en gebruik door vogels							X	
relatie met abiotische factoren	X		X					
relatie met voedselsituatie			X					
effecten buitendeltasuppletie								
Foerageerfunctie voor zeezoogdieren								
relatie met fysische en biologische kenmerken	X							
relatie met voedselsituatie								
effecten buitendeltasuppletie op foerageerfunctie								

4.2 Afwegingkader voor het benthosonderzoek

Het benthos is een belangrijk onderdeel van de voedselketen. Het kennen van de samenstelling van het benthos op de buitendelta is een basisvoorwaarde om het inzicht in het functioneren van de buitendelta te vergroten, één van de doelen van het onderzoek. Een suppletie van 6-8 Mm³ zal direct (lokaal) van invloed zijn op de benthische gemeenschap door begraving en de mogelijk (tijdelijk) aantasting van de habitatomstandigheden.

Gericht onderzoek naar de verspreiding en samenstelling van het benthos over de buitendelta van het Amelanders Zeegat in combinatie met het verzamelen van informatie over abiotische factoren draagt bij aan de inschatting van de mogelijke effecten van suppleties en de mogelijkheid tot het nemen van mitigerende maatregelen om deze effecten te verminderen.

Onderzoek aan de benthosgemeenschap specifiek op de buitendelta wordt niet binnen een ander programma uitgevoerd. De uitvoering en de uitwerking van een benthosstudie kan afhankelijk van de omvang binnen de gewenste tijdsperiode en voor een redelijk budget worden uitgevoerd en levert een direct bruikbare informatie. Eerder onderzoek laat zien dat benthosonderzoek ook in september kan worden uitgevoerd.

Een beschrijving van de benthosgemeenschap op de buitendelta van het Amelanders Zeegat levert informatie die kan bijdragen aan het opstellen van habitatmodellen (binnen SEAWAD) en geeft tevens inzicht in het belang van de buitendelta als foerageergebied voor duikeenden.

Het KG-2 onderzoek sluit direct aan bij het benthosonderzoek omdat dit in hetzelfde gebied en in dezelfde periode plaatsvindt. De nadruk van KG-2 ligt op het verzamelen van data die de fysische processen op de dezelfde buitendelta beschrijven. Het KG-2 onderzoek kan daarmee de interpretatiemogelijkheid van de resultaten van de T0-meting voor ecologie versterken.

Ten aanzien van de gevolgen van een suppletie op de ecologie van de buitendelta is er wederzijds aansluiting bij het EGS-2 onderzoek dat zich richt op de middellange en lange termijn effecten van suppleties op de ecologie van de vooroever. In dit programma wordt ook de koppeling tussen fysische en ecologische processen en voedselwebrelaties onderzocht. De focus van de metingen ligt echter op (juvenile) vis, en minder op benthos. Er is een overeenkomst in een aantal meetvariabelen en er is mogelijk een kleine overlap met het onderzoeksgebied van EGS-2, maar niet in de onderzoeksperiode (juni-juli 2017).

4.3 Afwegingskader voor visonderzoek

Naast het benthos vormen vissen een belangrijk onderdeel in de voedselketen. Een suppletie op de buitendelta kan mogelijk de fysische karakteristieken veranderen waardoor een deel van het gebied (tijdelijk) minder geschikt wordt als habitat voor vissen. Habitatveranderingen door een suppletie kunnen aanleiding zijn voor veranderingen in het aanbod van Zandspiering die voor verschillende zichtjagende vogelsoorten en voor grijze zeehonden als een belangrijke prooi wordt gezien.

Vragen gerelateerd aan het belang van specifiek de buitendelta voor vissen worden niet direct in andere programma's opgepakt. Visonderzoek is afhankelijk van de omvang binnen een redelijk budget uitvoerbaar en levert directe informatie op. Het is echter niet geheel duidelijk in hoeverre een meting in september nog bijdraagt aan een goede informatievoorziening. Vanwege de mobiliteit van vissen is er sprake van duidelijke seizoensfluctuaties in de aanwezigheid en van veel juveniele vissen wordt verwacht dat deze zich al deels naar dieper water hebben verplaatst.

Een deel van de vragen wordt opgepakt in het EGS2, zij het dat het onderzoeksgebied maar zeer ten dele aansluit bij het onderzoeksgebied van de T-nulmeting. De relatie tussen (juvenile) vissen en omgevingsvariabelen is echter wel een speerpunt in het EGS-2 onderzoek zij het dat de focus ligt bij de ondiepe vooroever.

Zandspiering graaft zich in het zand in gedurende de winterperiode waardoor ook een meting in september kan bijdragen aan het inzicht in de aan- of afwezigheid van geschikte leefgebieden voor Zandspiering op de buitendelta. De aan- of afwezigheid van hoge concentraties Zandspiering zou bijdragen aan de beantwoording of de buitendelta een belangrijke functie kan hebben als fourageergebied voor vogels en zeezoogdieren. Indien gebieden met hoge concentraties aan Zandspiering gevonden

worden kan dit eventueel meegenomen worden in de uiteindelijke keuze voor een suppletielocatie. Specifiek onderzoek naar deze als belangrijke prooi aangemerkte vissoort wordt niet verricht in ander onderzoek.

4.4 Afwegingskader voor het vogelonderzoek

Vogelonderzoek is vaak gebaat bij langere perioden van observatie. Voor populatieonderzoek wordt naast onderzoek naar voedselgebieden ook vaak de broedperiode gebruikt. De beperkte periode voor de uitvoer van metingen binnen de T-nulmeting en de maand september waarin deze kunnen plaatsvinden sluit hier niet bij aan.

Het EZ programma richt zich al op het belang van de buitendelta's als foerageergebied voor de Grote stern. Door middel van zenders en veldobservaties worden data verzameld die van voldoende aard zouden moeten zijn om de vragen ten aanzien van het belang van de buitendelta voor de Grote Stern en visdieven te beantwoorden.

Het onderzoek aan dat de Grote stern geeft mogelijk informatie over het belang van het gebied voor andere zichtjagende vogelsoorten waaronder de visdief en de Kleine stern. Echter, de Grote stern heeft een redelijk grote foerageerradius en is daarmee niet exclusief van de buitendelta afhankelijk. Een soort als de Visdief blijft meestal dicht bij de kust dan Grote sterns.

Een eenmalige meting in september aan vogels heeft weinig tot geen toegevoegde waarde.

4.5 Afwegingskader voor het zeezoogdierenonderzoek

Zeezoogdieren gebruiken de buitendelta's, onduidelijk is of dit alleen als transfeergebied wordt gebruikt of dat de buitendelta's ook specifieke foerageergebieden vormen. Dit wordt niet in lopende programma's onderzocht maar informatie hierover zou mogelijk uit bestaande data kunnen worden gehaald. In hoeverre de beschikbare informatie al een antwoord kan geven zou eerst onderzocht kunnen worden voordat er eventuele aanvullende metingen worden ingezet. Voor een eventuele aanvulling op de bestaande data zou metingen over een lange periode moeten plaatsvinden waardoor een dergelijk onderzoek niet aansluit bij de beschikbare periode voor de T-nulmeting.

4.6 Samenvatting van de Meetstrategie

Het Meetprogramma Ecologie Buitendelta Ameland heeft als doel om aan te tonen wat het ecologische effect is van de suppletie op de buitendelta. Daarnaast helpt het om de ecologische kennis van de buitendelta's te vergroten en draagt hiermee bij aan het begrijpen en voorspellen van effecten van veranderingen.

Het is gebleken dat er weinig tot geen kennis is over de ruimtelijke en temporele variatie in de aanwezigheid op en het gebruik van de buitendelta door verschillende diergroepen. Dit kan door een suppletie van 6-8 Mm³ mogelijk veranderen. Echter zonder kennis over de verspreiding is het niet mogelijk eventuele effecten van een dergelijke suppletie vast te stellen.

Het speerpunt van de T-nulmeting Ecologie pilotsuppletie Amelanders Zeegat Ameland wordt daarom gelegd op het beschrijven van de aanwezige gemeenschappen op de buitendelta in combinatie met het verzamelen van data van relevant geachte fysische parameters die de verspreiding van de verschillende soorten kunnen verklaren. De T-nulmeting legt daarmee een kennisbasis voor het kunnen bepalen van effecten van de suppletie op verschillende onderdelen van het systeem van de buitendelta van het Amelanders Zeegat.

Voor de onderzoeksvragen die in hoofdstuk 2 zijn geformuleerd voor de verschillende diergroepen wordt hierna een conclusie getrokken ten aanzien van het onderzoek dat zal worden uitgevoerd binnen de T-nulmeting. Dit onderzoek wordt in het Meetplan T-nulmeting Amelanders Zeegat (Deel 2) verder uitgewerkt.

Benthos: De benthische gemeenschap in de kustzone vormt een belangrijke schakel in de voedselketen en het vergroten van de kennis over het benthos wordt dan ook als essentieel gezien voor de T-nulmeting Amelanders Zeegat. Vanwege de in het afwegingskader genoemde argumenten wordt gekozen om als zwaartepunt van de T-nulmeting te kiezen voor onderzoek naar de verspreiding van het benthos over de buitendelta en dit in combinatie met metingen van verschillende abiotische factoren.

Vissen: De verschillende redenen in het afwegingskader voor vissen hebben geleid tot de keuze om voor wat betreft de vissen gericht informatie te verzamelen over het belang van de buitendelta voor een belangrijke prooi-soort als de Zandspiering. Hiermee wordt informatie verkregen over de voedselketen (zandspiering- vogels en zeezoogdieren) van de buitendelta van het Amelanders Zeegat. De bemonstering van de Zandspiering in combinatie met de fysische metingen die binnen de T-nulmeting worden uitgevoerd geven inzicht in habitatomstandigheden die bepalend zijn voor de verspreiding van deze belangrijke prooi-soort.

Vogels en zeezoogdieren: Het gebruik van de buitendelta door vogels en zeezoogdieren is nog onduidelijk maar de vragen hierover kunnen mogelijk al deels worden beantwoord door gebruik te maken van bestaande data en deels door de resultaten van andere meetprogramma's. Om deze reden is gekozen om binnen de T-nulmeting in september geen studie te verrichten naar vogels en zeezoogdieren.

14. Literatuur

- Beijersbergen R. (2016). Reizen langs de waterkant. De ecologie van de dwergstern *Sterna albifrons* op de Hooge Platen. Uitg. Eburon, Delft, 195p.
- Brasseur, S.M.J.M., J.S.M. Cremer, E.M. Dijkman & J.P. Verdaat (2013). Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee 2002-2012. WOt-Werkdocument 352.
- Brasseur S.M.J.M., T.D. van Polanen Petel, T. Gerrodette, E.H.W.G. Meesters, P.J.H. Reijnders, G. Aarts (2015). Rapid recovery of Dutch gray seal colonies fueled by immigration. *Marine Mammal Science* 31, pp. 405-426.
- Brown & May Marine Ltd. (2012). Dogger Bank Creyke Beck Environmental Statement Chapter 13. Appendix E - Dogger Bank Sandeel Survey Reports. Document F-ONC-CH-013 Appendix E.
- Couperus, B., M. Baptist, D. Burggraaf, A. Dijkman-Dulkes, J. Perdon, M. Post, H. Verdaat (2017). Ecologisch Gericht Suppleren. Verslag pilot multi-method survey 2016. Wageningen University & Research rapport C007/17.
- Cramp, S. (ed.). (1985). Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic. Volume IV. Terns to Woodpeckers. Oxford University Press, Oxford.
- De Loeff H., PK Tonnon (2017). Meetprogramma (nog niet beschikbaar)
- Deltares 2014. PMR monitoring natuurcompensatie Voordelta. Eindrapport 1e fase 2009-2013 Deel B. Rapport 1200672-000.
- Dippner, J.W., K. Junker, I. Kröncke (2010). Biological regime shifts and changes in predictability. *Geophys. Res. Lett.* 37, L24701. doi: 10.1029/2010GL045696.
- Dippner, J.W., I. Kröncke (2003). Forecast of climate-induced change in macrozoobenthos in the southern North Sea in spring. *Clim. Res.* 25, pp. 179–182.
- Elias, E., A. Bruens (2012). Een quickscan van de morfologische ontwikkelingen op de buitendelta van het Vlieland en Noordoost Vlieland. Deltares rapport 1206171-001.
- Herman, P., H. Meijer-Holzhauser, S. Vergouwen, J. Wijsman, M. Baptist (2016). Ecologische effecten van kustsuppleties. Systeembeschrijving (deel A), onderzoeksprioriteiten (deel B) en ontwerp uitvoeringsplan (deel C). Deltares rapport (in prep)

Holland, G.J., S.P.R. Greenstreet, I.M. Gibb, H.M. Fraser, M.R. Robertson (2005). Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat preferences in the marine environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 303, pp. 269–282.

Holzhauser H., T. Vanagt, K. Lock, M.C. van Oeveren, A. de Backer, K. Hostens, J. van Dalen, J. Reinders (2014). Ecologische effecten suppletie Ameland 2009-2012. Interim rapportage in het kader van KPP B&O Kust Ecologie. Deltares Rapport 1207723.

Jager Z, Kleef L, Tydeman P (1993) The distribution of 0-group flatfish in relation to abiotic factors on the tidal flats in the brackish Dollard (Ems Estuary, Wadden Sea). *J Fish Biol* 43:31-43.

Janssen, G. M., S. Mulder (2004). De ecologie van de zandige kust van Nederland. Inventarisatie van het macrobenthos van strand en brandingszone. Haren, RWS RIKZ / 2004.033.

Kröncke I., B. Zeiss, C. Rensing (2001). Long-term variability in macrofauna species composition off the island of Norderney (East Frisia, Germany) in relation to changes in climatic and environmental condition. *Senckenbergiana Maritima* 31, pp. 65-82.

Leopold M.F., M.J. Baptist (2016). De buitengewone biologie van de Buitendelta's van de Nederlandse Waddenzee. *Imares Wageningenrapport C076.16*.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2015). Natura 2000-beheerplan Noordzeekustzone. Ontwerpplan. 230 pp.

Ping S.L. (1990). Sedimentological studies of the ebb-tidal deltas along the West Frisian Islands, the Netherlands. Proefschrift. Instituut voor Aardwetenschappen der Rijksuniversiteit Utrecht. (Geologica Ultraiectina no. 64).

Post MHM, Blom E, Chen C, Bolle LJ, Baptist MJ (2017) Habitat Selection of Juvenile Sole (*Solea solea* L.): Consequences for Shoreface Nourishment. *Journal of Sea Research* 122: 19-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2017.02.011>

Ridderinkhof W. (2016). Morphodynamics of ebb-tidal deltas. PhD thesis. IMAU Utrecht.

Rogers SI (1992) Environmental factors affecting the distribution of sole (*Solea solea* L) within a nursery area. *Neth J Sea Res* 29 (1-3): 153-161.

Speybroeck, J., D. Bonte, W. Courtens, T. Gheschiere, P. Grootaert, J.P. Maelfait, M. Mathys, S. Provoost, K. Sabbe, E. Stienen, V. Van Lancker, M. Vincx, S. Degraer. (2006) Studie over de impact van zandsuppleties op het ecosysteem. Dossiernr. 202.165.

Vanagt, T., L. Van de Moortel, J. Heusinkveld, S. Vanden Eede, L. van Steenbrugge, G. Van Hoey, M. Vincx (2011). Veldcampagne ecologie Ameland 2010. Oostende, eCOAST.

Van Dalfsen, J.A. (2006). Inventarisatie brandingszone zandige kust. TNO-rapport B&O-DH-R2005/251.

Van Dalfsen, J.A. (2016). Inventarisatie natuurwaarden Noordzeekustzone. NatureBased, projectnr. NB2016-004

Van Damme C, Bakker K, Bolle L, de Boois I, Couperus B, van Hal R, Hoek R, Fässler S (2016). Handboek bestandsopnamen en routinematige bemonsteringen op het water. Versie 10, december 2015. CVO rapport 16.001.

Van der Kooij, J., Scott, B.E., S. Mackinson (2008) The effects of environmental factors on daytime sandeel distribution and abundance on the Dogger Bank. Journal of Sea Research 60 (2008) 201–209.

Vergouwen, S.A., H. Holzhauer (2016). Ontwikkeling van het bodemleven in de vooroever na aanleg van een onderwatersuppletie van het bodemleven in de vooroever na aanleg van een onderwatersuppletie. Case studie Ameland en Schiermonnikoog 2009-2014. Delft, Deltares rapport 1220040-008.

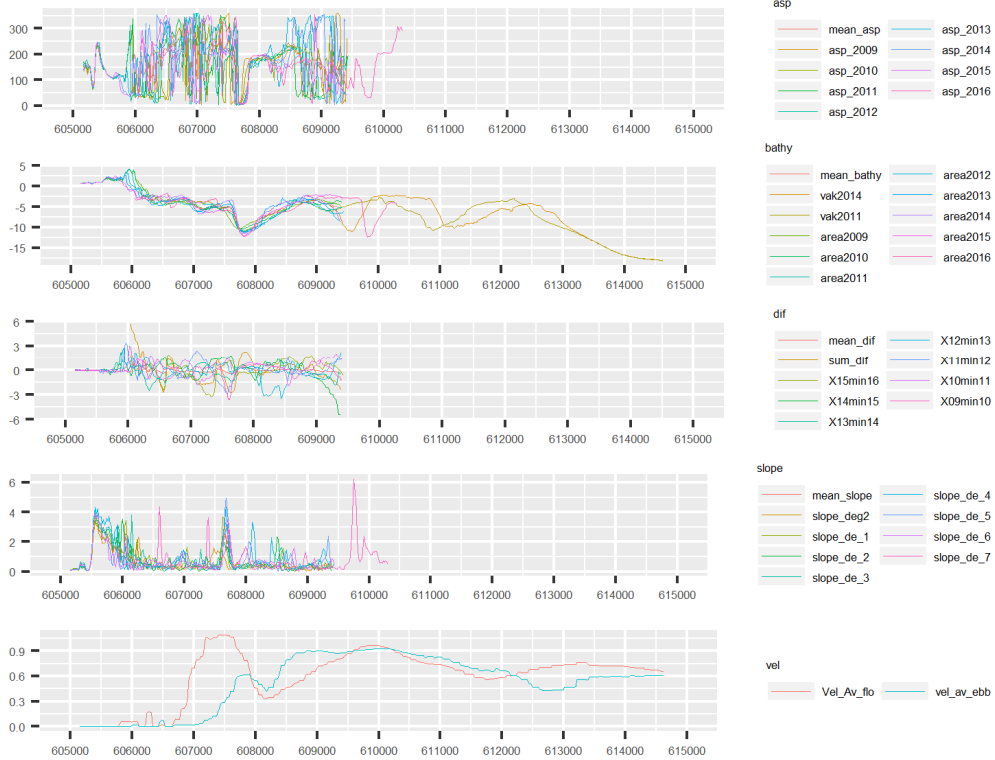
Wang, Z.B. Wang, A.P. Oost (2011). Morphological development of the Rif and the Engelsmanplaat: An intertidal flat complex in the Frisian inlet, Dutch Wadden Sea. Coastal Engineering Proceedings.

Bijlagen (Nog verder aanvullen)

Bijlage 1

Profielen Amelander Zeegat voor de periode 2009 -2016 (Aspect, bathymetry, slope en velocity (flood & ebb))

Profiel 3



Profiel 4

