



De buitengewone biologie van de buitendelta's van de Nederlandse Waddenzee

M.F. Leopold & M.J. Baptist

IMARES rapport C076/16

De buitengewone biologie van de buitendelta's van de Nederlandse Waddenzee

Auteur(s): M.F. Leopold & M.J. Baptist

Publicatiedatum: 27 juli 2016

Dit onderzoek is uitgevoerd door IMARES Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek Natuurambitie Grote Wateren (projectnummer BO-11-018.01-007).

IMARES Wageningen UR
Den Helder, juli 2016

IMARES rapport C076/16

M.F. Leopold & M.J. Baptist, 2016. . Den Helder, IMARES Wageningen UR (University & Research centre), IMARES rapport C076/16. 28 p.

Keywords: Waddenzee, buitendelta

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken
T.a.v.: mr. M. Datema
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BAS code BO-11-018.01-007

IMARES Wageningen UR is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2016 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1 V23

Inhoud

Samenvatting	4	
1	Introductie	5
1.1	Probleemstelling	5
1.2	Doelstelling	7
2	Buitendelta's: unieke habitats binnen de Noordzeekustzone	8
2.1	Een veranderlijk en verraderlijk landschap	8
2.2	Sedimentkarakteristieken van buitendelta's	11
2.3	Onmisbare verbindingen tussen Noordzee en Waddenzee	12
2.4	Bodemdieren	12
2.5	Vis	18
2.6	Vogels	19
2.7	Zeehonden	22
2.8	Bruinvissen	23
3	Aanbevelingen voor onderzoek	24
3.1	Inleiding	24
3.2	Grote stern	24
3.2.1	Zwarte zee-eend	25
3.2.2	Zeehonden	25
3.2.3	Zandspiering	25
	Literatuur	26
	Verantwoording	27

Samenvatting

Over de buitendelta's van de Waddenzee is morfologisch veel bekend, maar ecologisch veel minder. De doelstelling van deze quick scan is om door middel van literatuurstudie een overzicht te geven van het functioneren van de buitendelta's, met een nadruk op het biologische systeem, en om kennisvragen over het ecosysteem van de buitendelta's te formuleren in relatie tot plannen voor zandsuppleties.

Buitendelta's worden gekenmerkt door grote waterverplaatsingen door eb en vloed, grote hoogteverschillen in de zeebodem (geulen, platen onder én boven water) en, op plaatsen met hoge stroomsnelheden, relatief grove sedimenten. Daarbij zijn de buitendelta's plaatselijk zeer ondiep, wat tijdens storm een zware branding oplevert. Door de hoge dynamiek van golven en getijdestromingen verandert het onderwaterlandschap van de buitendelta's voortdurend en vormen ze veelal een gevaarlijk gebied voor de scheepvaart. In de zeegaten en in de buitendelta's is er een afwisseling van meer en minder grofkorrelige sedimenten, onder invloed van de verschillen in stroomsnelheden. Hierdoor ontstaat een verscheidenheid aan sedimenten met een "binnenring" van grove zanden en een "buitenring" van fijner sediment.

Goede surveygegevens voor bodemdieren ontbreken grotendeels vanwege de verraderlijke omstandigheden in de buitendelta's. Habitatmodellering laat zien dat de buitendelta's relatief ongeschikt (zouden moeten) zijn voor de grote tweekleppigen die talrijk in de Noordzeekustzone en aan de randen van de buitendelta's voorkomen.

Voor tarbot en griet zouden de buitendelta's een belangrijk leefgebied kunnen zijn, maar surveys in deze delen van de Noordzeekustzone worden niet standaard gedaan. Zandspieren prefereren bodems van grof zand met veel zuurstof en voor hen lijken de buitendelta's een ideaal habitat. Een andere groep vissen waarvoor de buitendelta's mogelijk belangrijk zijn, is die van de haaien, met name gevlekte gladde haai en ruwe haai.

Voor verschillende soorten visetende zeevogels is wel gesuggereerd dat ze, binnen de Noordzeekustzone, een voorkeur zouden hebben voor de zeegaten. Er zijn geen zeevogelsoorten die exclusief voorkomen in de zeegaten, maar er lijkt een tendens te zijn dat duikers en grote stern wel een voorkeur hebben voor de zeegaten. Buitendelta's met een vermoedelijk goed aanbod aan zandspieren lijken voor grote stern en dwergstern van levensbelang in het Waddengebied.

Zeehonden rusten op hoge zandplaten in de Waddenzee of in de buitendelta's en moeten dus voor hun foerageertochten een zeegat door zwemmen en een buitendelta passeren (of juist opzoeken). Gezien de vermoede relatieve talrijkheid van zandspieren in de buitendelta's zouden deze een belangrijk foerageerhabitat voor zeehonden kunnen vormen. Directe observaties aan bruinvissen in andere gebieden met een sterke getijdestroming hebben laten zien dat deze dieren gebruik maken van dit type habitat. Zeegaten, inclusief buitendelta's zijn daarom in potentie belangrijke foerageergebieden voor bruinvissen.

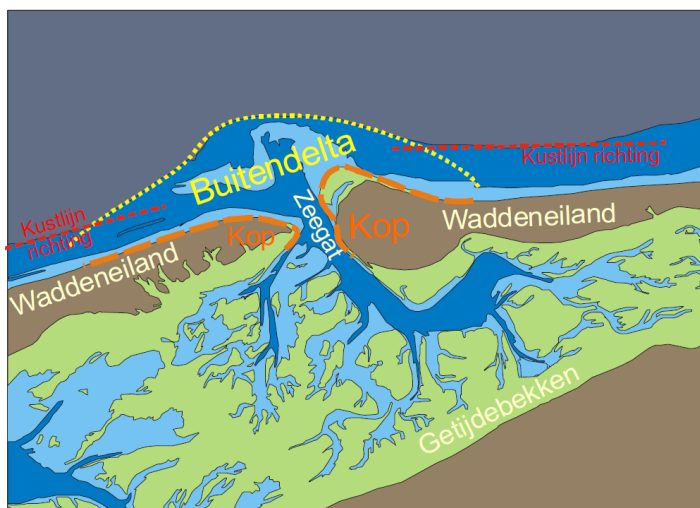
Om meer te weten over de ecologische effecten van zandsuppletie op de ecologische waarden van de buitendelta's zijn vier onderzoeken geïdentificeerd. Deze onderzoeken geven een top-down invulling op de voedselpiramide van de buitendelta's en zijn gericht op de sleutelsoort zandspieren. De onderzoeken zijn aanvullend op ander onderzoek zoals naar morfologie, schelpdieren en vis.

1. Onderzoek naar het gebruik van de buitendelta's door de grote stern;
2. Data-analyse naar gebruik van buitendelta's door de zwarte zee-eend;
3. Data-analyse naar het gebruik van de buitendelta's door de gewone zeehond;
4. Onderzoek naar haalbaarheid en een pilot onderzoek naar de dichtheden van zandspieren en bodemdieren in de buitendelta.

1 Introductie

1.1 Probleemstelling

De Waddenzee is verbonden met de Noordzee via de zeegaten tussen de Waddeneilanden en volkomen afhankelijk van deze verbindingen voor de aan- en afvoer van water, nutriënten, plankton en dierlijk leven (van groot tot klein). Aan de buitenzijde van de zeegaten liggen de zogenaamde buitendelta's of ebdelta's (Van Alphen & Damoiseaux 1988; Cleveringa *et al.* 2004; Elias *et al.* 2012; Oost *et al.* 2015), zie Figuur 1.

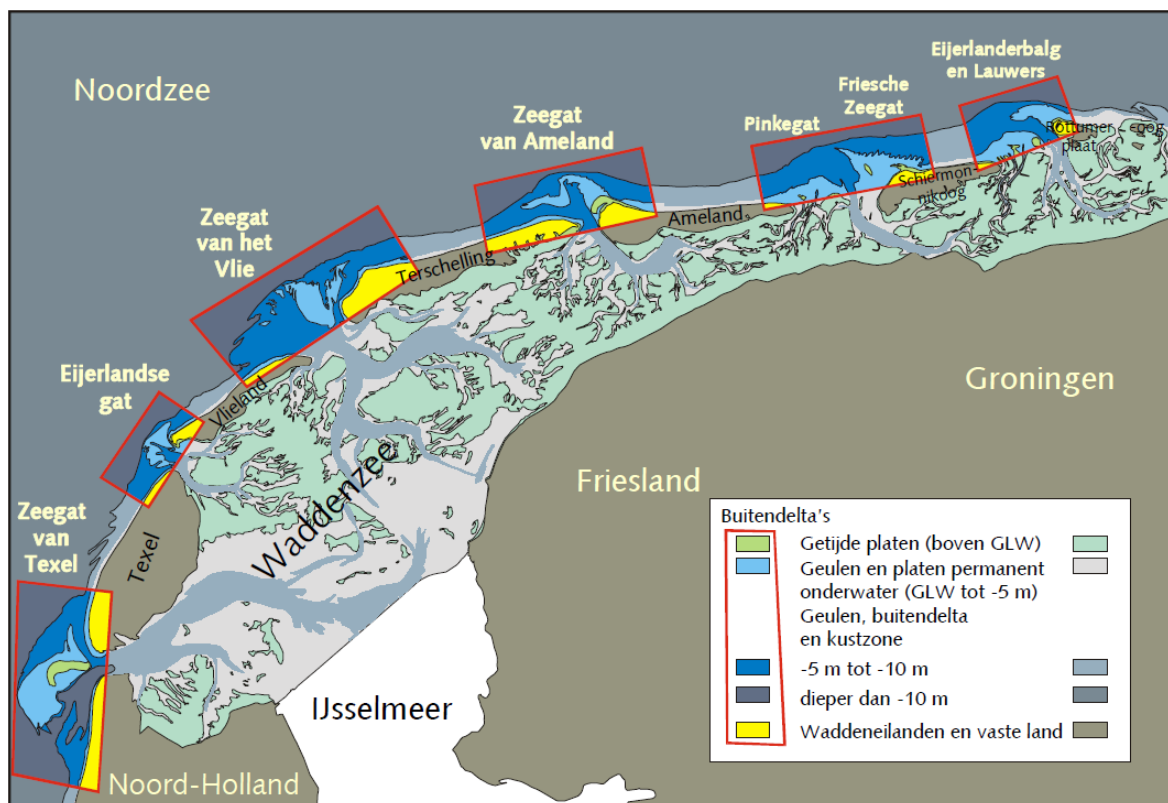


Figuur 1. De ligging van een buitendelta ten opzichte van de Waddeneilanden. Bron: Cleveringa *et al.* (2004).

De buitendelta's zijn als volgt beschreven door Van Alphen & Damoiseaux (1988):

"min of meer concentrische vorm[en] welke zeewaarts van een zeegat liggen. De bovenkant van de delta is vrij vlak, met een gemiddelde helling kleiner dan 1:1000. Dit gebied wordt doorsneden met geulen, waardoor een ingewikkeld patroon met ondiepten en platen ontstaat. De steilere deltarand, met hellingen van 1:1000 tot 1:100 en steiler dan 1:100 kan beschouwd worden als een voortzetting van de onderzeese oever langs de delta. De buitengrens van de delta ligt – net als bij de onderzeese oever – daar waar de helling van de zeebodem kleiner dan 1:1000 wordt."

Buitendelta's van de Waddenzee worden vooral opgebouwd door de bezinking van zand dat meegevoerd wordt door de ebstroom vanuit het achterliggende kombergingsgebied en de daar tegeninwerkende golven. De grootte van de buitendelta is gerelateerd aan de grootte van het getijdegebied en het getijdvolume dat bij het zeegat hoort (Cleveringa *et al.* 2004) alsmede de golfwerking (Oost *et al.* 2015). Op de Noordzee langs de Waddenzee loopt het getij grofweg van west naar oost. De vloedgeulen hebben doorgaans een westelijke oriëntatie, terwijl de ebgeulen onder invloed van de traagheid van het uitstromende ebwater een noordwaartse oriëntatie kiezen (Oost *et al.* 2015). Het gevolg is een morfodynamisch proces waarbij de geulen de neiging hebben om met de klok mee te draaien. In de buitendelta van het Marsdiep leidt dit tot cyclische plaatvorming (Noorderhaaks, Razende Bol) gevolgd door verhelung met Texel met een frequentie van 100-150 jaar.



Figuur 2. De buitendelta's van de Waddenzee. Bron: Cleveringa et al. (2004).

Tussen alle Waddeneilanden (en tussen Texel en de kop van Noord-Holland) liggen buitendelta's, Figuur 2. De buitendelta's van de Waddenzee zijn afhankelijk van de debieten aan vloed- en ebwater en deze debieten zijn geslonken sinds de afsluitingen van de voormalige Zuiderzee en Lauwerszee, waardoor grote volumina aan zoutwater-getijdengebieden verloren zijn gegaan. Het volume van de buitendelta's van de Waddenzee is mede hierdoor aan het teruglopen (Elias et al. 2012). Langs de Noordzeekust van (onder andere) de Waddeneilanden vindt erosie plaats die wordt gecompenseerd door zandsuppleties, op de stranden en vóór de stranden in de Noordzee, op de vooroever. Een mogelijkheid die wordt overwogen is om zand te suppleren in de buitendelta's. Cleveringa et al. (2004) ontwikkelden reeds voorstellen voor zandbuffers en zandsluitingen in de buitendelta's en Elias et al. (2012) doen een voorstel voor een megasuppletie op de buitendelta. Een mega-suppletie op de buitendelta kan worden ingezet om een complete aanlandingscyclus van een zandplaat aan de stroomafwaartse kust te initiëren. Een mogelijk voordeel van deze werkwijze zou een 'natuurlijke' aanvoer van zand op de Noordzeekust en vooroever kunnen zijn, dan dat het geval zou zijn bij suppleties elders. Echter, een mogelijk nadeel zou een aantasting kunnen zijn van de buitendelta waar de suppletie plaatsvindt. Hierbij gaat het ook om het ecologische systeem van de buitendelta's, waarover slechts weinig bekend is, zie tekstbox **Kennislacune ecologie van buitendelta's**. Dit roept de vraag op wat er eigenlijk wel bekend is van het ecologisch functioneren van de buitendelta's.

Kennislacune ecologie van buitendelta's

Cleveringa et al. (2004) schreven in hun rapport "Kustverdediging van de koppen van de Waddeneilanden; De dynamiek van de kust nabij buitendelta's en passende maatregelen voor het kustbeheer" in paragraaf **3.5 Leven op de buitendelta?** het volgende:

"In dit rapport wordt uitgebreid stilgestaan bij de rol van de buitendelta's in het zanddelende systeem, terwijl een hoofdstuk over de ecologie van buitendelta's ontbreekt. Het ontbreken van een ecologisch hoofdstuk is niet ingegeven door het beperkte belang van ecologie, maar er is zo weinig bekend over de ecologie van buitendelta's, dat een heel hoofdstuk niet gerechtvaardigd is. Dat de ecologie van de buitendelta wel degelijk van belang lijkt te zijn, blijkt uit het feit dat het gebied onderdeel uitmaakt van een speciale beschermingszone in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn.

De droogvallende zandplaten op de buitendelta's worden door zeehonden gebruikt als rustplaats. Ook verschillende vogelsoorten, zoals zee-eenden, duikers en strandlopers maken gebruik van de buitendelta's, bijvoorbeeld als hoogwatervluchtplaats en foerageergebied. Met name over de bodemfauna en het voorkomen van vissen op de buitendelta is heel weinig bekend, aangezien de meeste biologische monitoringsprogramma's de buitendelta's overslaan. Er zijn wel enkele eenmalige metingen uitgevoerd in het kader van andere projecten (schelpdieren meting in 1994 door Alterra en benthos meting in 1995 door het NIOZ). Hieruit blijkt dat er verschillende soorten wormen, schelpdieren, krabben en platvissen voorkomen. De buitenste zone van de buitendelta doet ook dienst als kinderkamer voor jonge vis, net als de Waddenzee en de ondiepe kustzone (van Leeuwen e.a., 1994, Lindeboom e.a., 1996).

De verschillende morfologische onderdelen van de buitendelta zijn enigszins te vergelijken met de morfologische onderdelen in de ondiepe kustzone en de Waddenzee. De droogvallende zandplaten kunnen vergeleken worden met het intergetijde gebied van het natte strand en met platen in de Waddenzee, de ondieptes waarop golven breken met de brandingszone op het strand en de vooroever en de geulen met geulen in de Waddenzee. Dit lijkt, na een vergelijking van de beperkte informatie die beschikbaar is over de buitendelta en de ondiepe kustzone, ook voor de ecologie te gelden. Het verdient aanbeveling om te controleren of dit inderdaad het geval is."

1.2 Doelstelling

De doelstelling van deze quick scan is om door middel van literatuurstudie een overzicht te geven van het functioneren van de buitendelta's, met een nadruk op het biologische systeem, en om kennisvragen over het ecosysteem van de buitendelta's te formuleren in relatie tot plannen voor zandsuppleties.

2 Buitendelta's: unieke habitats binnen de Noordzeekustzone

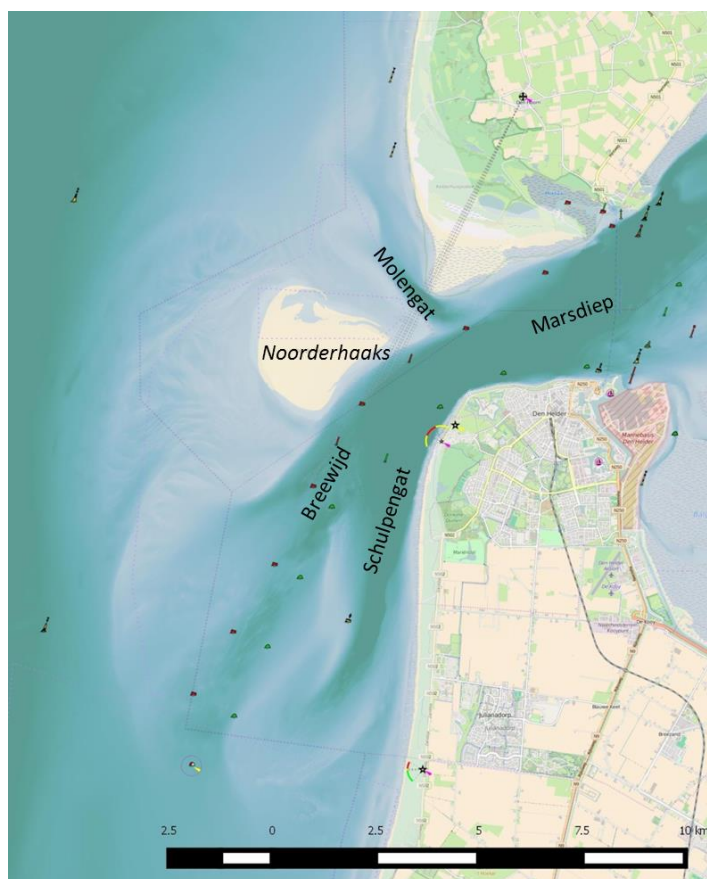
2.1 Een veranderlijk en verraderlijk landschap

Zowel de Nederlandse Waddenzee als de aangrenzende Noordzeekustzone is aangewezen als Natura 2000-gebied. De buitendelta's liggen binnen het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. De Noordzeekustzone is morfologisch verre van uniform. Buiten de eilanden is er een afwisseling van tamelijk uniforme onderzeese oevers, gelegen voor de eilanden zelf, en buitendelta's tussen de eilanden in. De buitendelta's zijn veel heterogener van karakter, met relatief grote waterverplaatsingen door eb en vloed, grote hoogteverschillen in de zeebodem (geulen, platen onder én boven water) en, op plaatsen met hoge stroomsnelheden, relatief grove sedimenten. Daarbij zijn de buitendelta's plaatselijk zeer ondiep, wat tijdens storm een zware branding oplevert. Door de hoge dynamiek van golven en getijdestromingen verandert het onderwaterlandschap van de buitendelta's voortdurend en vormen ze veelal een gevaarlijk gebied voor de scheepvaart. Geulen door de buitendelta's veranderen van ligging, waardoor de betonning voor de scheepvaart herhaaldelijk moet worden aangepast of zelfs moet worden weggenomen, zoals recentelijk het geval in het Molengat, de noordelijke (voormalige) doorvaart door het zeegat tussen Den Helder en Texel. Door het veranderlijke karakter van de buitendelta's en de verraderlijke bevaarbaarheid zijn opnames van abiotiek (diepte, sedimentsamenstelling) en van biota ter plaatse niet eenvoudig te verzamelen. Dit heeft er mede voor gezorgd dat er nog maar weinig bekend is over de buitendelta's.

De diepte (bathymetrie) wordt bijgehouden ten behoeve van de zeekaarten van het gebied. Enkele zeegaten kennen min of meer vaste doorvaarten, voor de (kleine) scheepvaart. Grotere schepen (grote Noordzeekotters en groter) kunnen alleen de zeegaten tussen Den Helder en Texel (via het zuidelijke Schulpengat) en het zeegat van de Eems op de grens van Nederland en Duitsland passeren. De overige zeegaten zijn minder goed bevaarbaar. Van west naar oost:

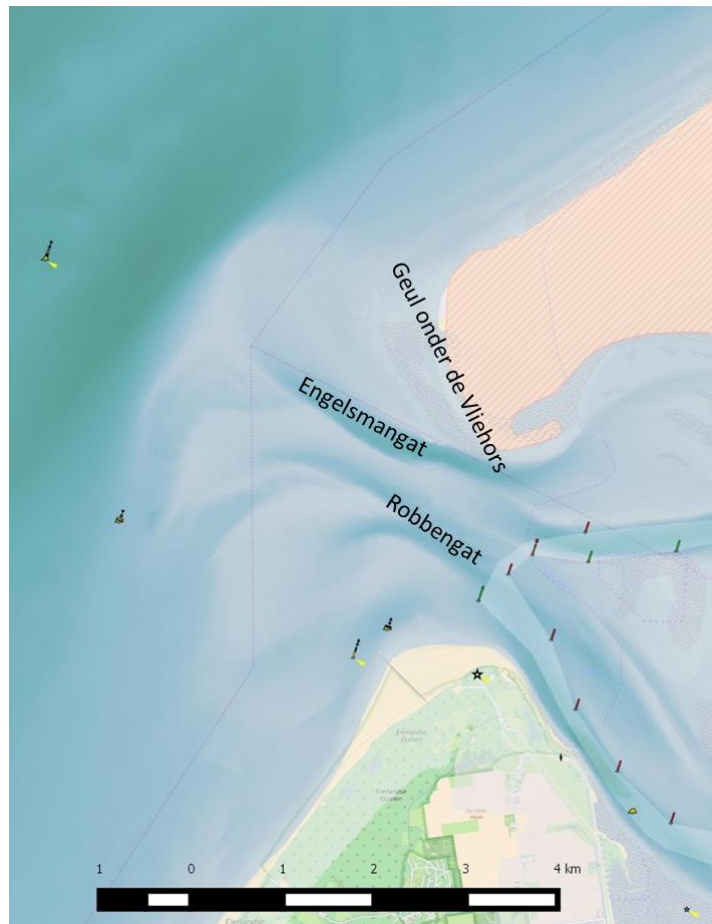
Marsdiep / Zeegat van Texel

Tussen Den Helder en Texel splitst het Marsdiep zich in twee zuidtakken (Breewijd / Schulpengat) en een noordtak (Molengat). Het Molengat is aan het verzanden doordat de grote zandplaat Noorderhaaks (Razende Bol) naar de Hors van Texel beweegt en op termijn zal verhelen. Het Molengat is inmiddels zo ondiep geworden dat de betonning is weggenomen.



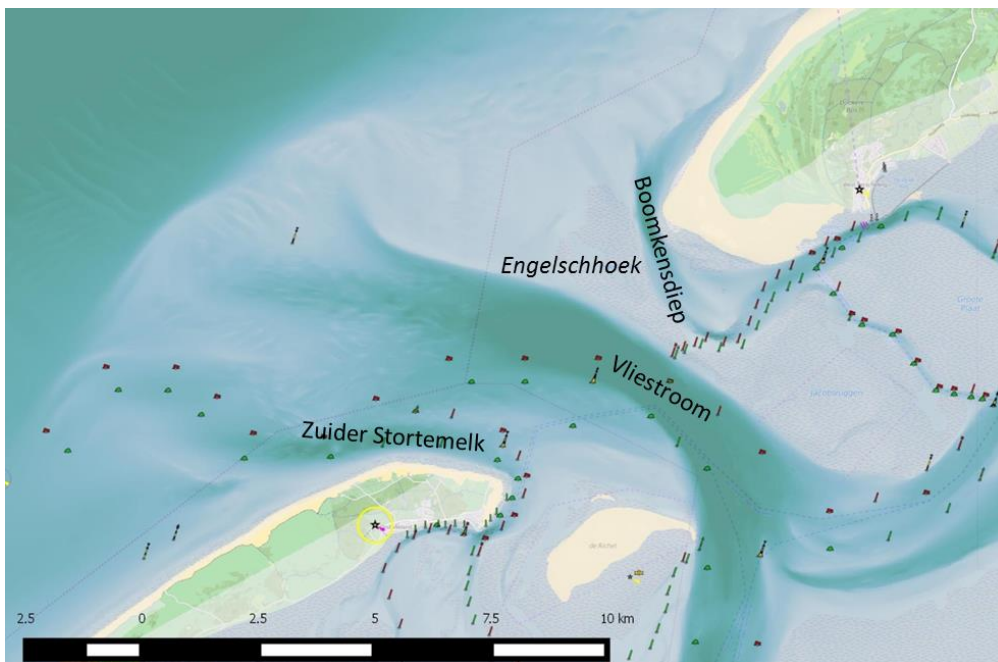
Eierlandse Gat

Het Eierlandse Gat, tussen Texel en Vlieland, is een relatief klein zeegat met een ondiepe Waddenzee achter zich en relatief weinig waterverplaatsing, zeker gezien de grootte van het achterland in termen van oppervlakte. De buitendelta heeft twee geulen, het Robbengat en het Engelsmangat, die ongeschikt zijn voor reguliere scheepvaart en niet zijn betond. Rond de Vliehors loopt nog een derde, ondiepe geul (de Geul onder de Vliehors) die ongeschikt is voor reguliere scheepvaart.



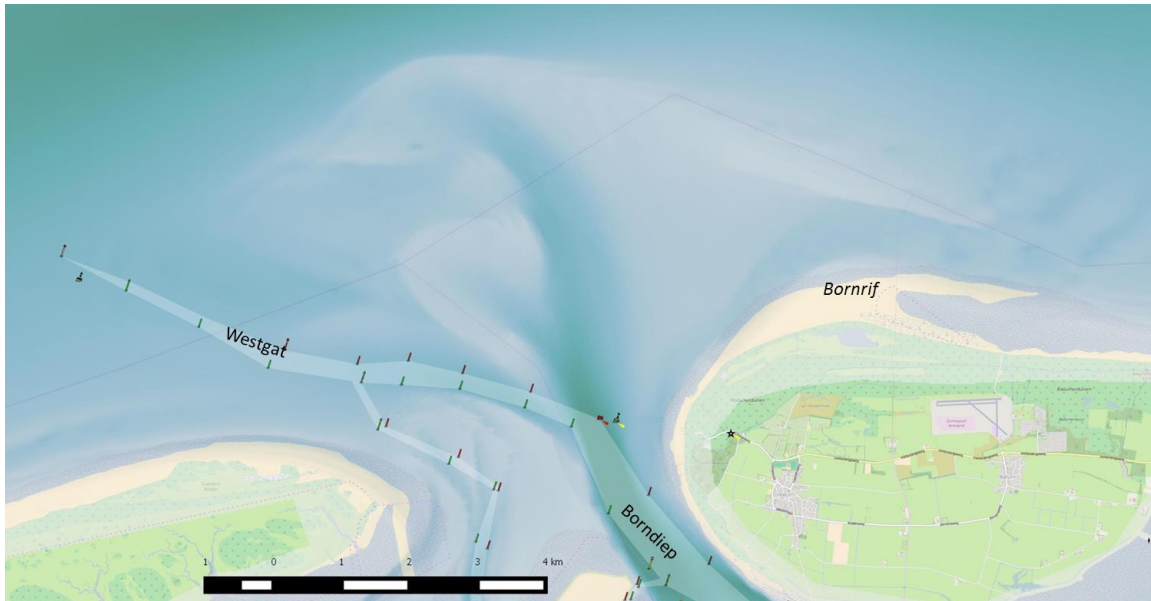
Vliestroom / Zeegat van het Vlie

De Vliestroom, tussen Vlieland en Terschelling heeft ook een brede, betonde, zuidelijke tak naar de Noordzee, de Zuider Stortemelk. Rond de Noordsvaarder (westelijk Terschelling) loopt een smalle, ondiepe geul, het Boomkensdiep, die niet is betond. Er ligt een zandplaat die boven water uit steekt tussen beide geulen in, de Engelschhoek.



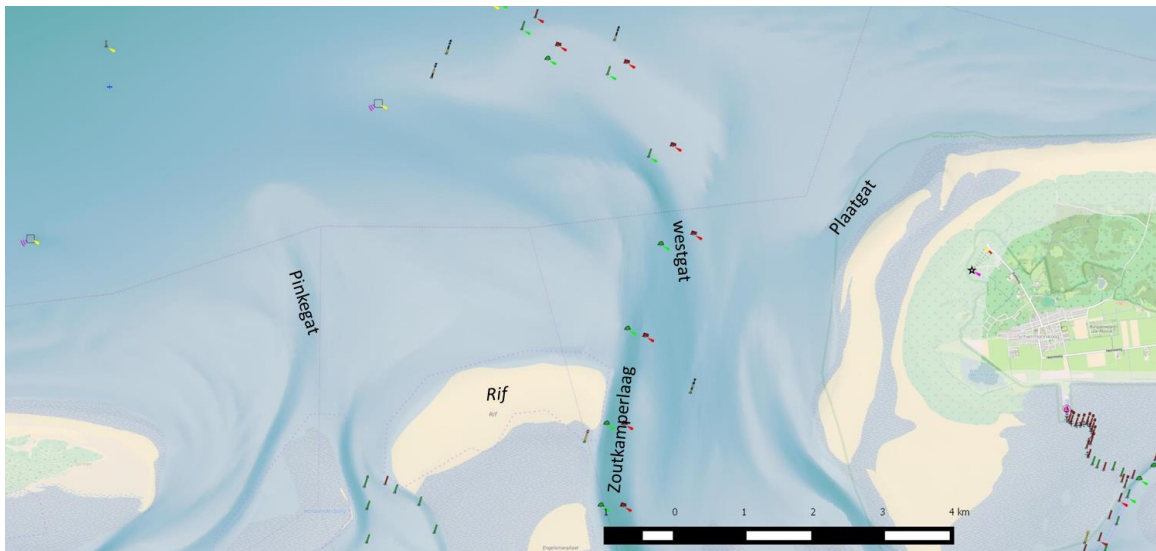
Zeegat van Ameland

Tussen Terschelling en Ameland is er één betonde geul, aan de westkant van de buitendelta, het Westgat. Aan de oostkant loopt een ondiepe (bijna) geul rond de kop van Ameland, die niet is betond. Het meest ondiepe deel van de buitendelta, het Bornrif, steekt boven water uit.



Pinkegat / Zoutkamperlaag

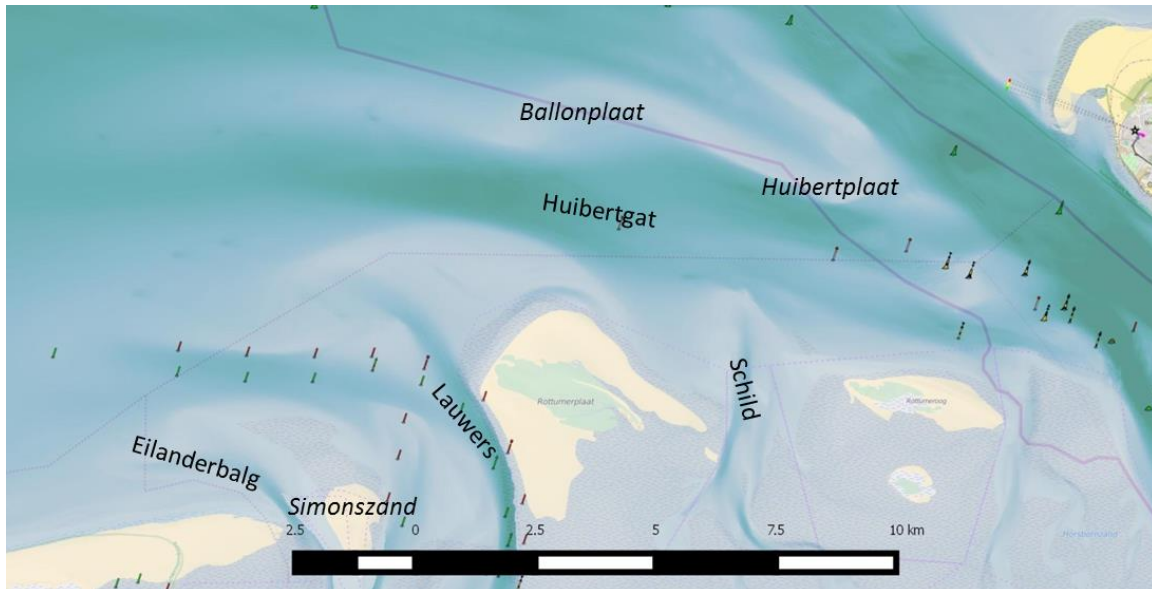
Het zeegat tussen Ameland en Schiermonnikoog heeft aan de westzijde, tussen Ameland en Het Rif, een ondiep, vertakt, onbetond geulensysteem (Pinkegat) en tussen het Rif en Schiermonnikoog een zich in tweeën vertakkend geulensysteem van Zoutkamperlaag. De westelijke tak hiervan is betond: het Westgat ten westen van de Gronden van het Plaatgat (met een deel droogvallend bij laagwater). De oostelijke tak, het Plaatgat is niet betond.



Eilanderbalg en Lauwers

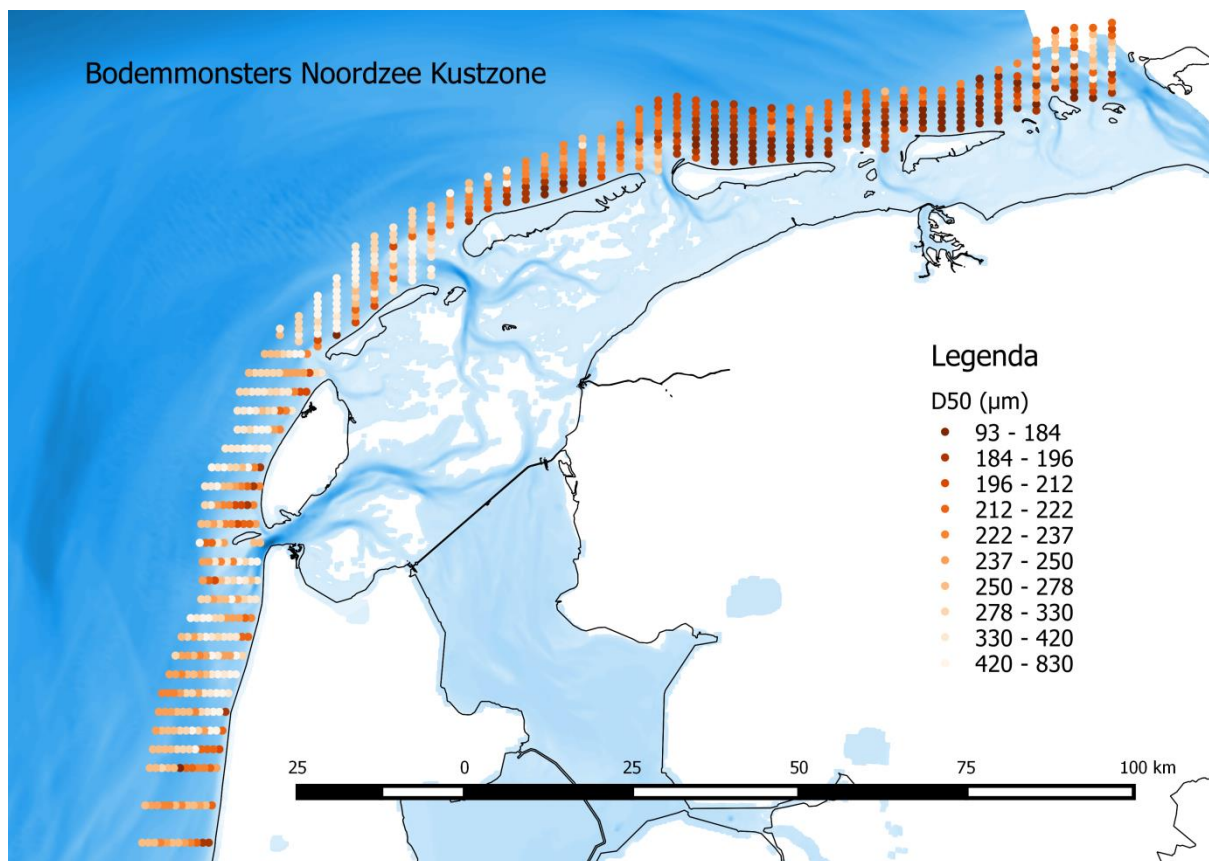
De situatie tussen Schiermonnikoog en Rottumerplaat lijkt op de voorgaande, met een hoge zandplaat tussen beide eilanden in (Simonszand), met ten westen hiervan een onbetond geultje (Eilanderbalg) en tussen Simonszand en Rottumerplaat de betonde Lauwers.

Tussen Rottumerplaat en Rottumeroog ligt de onbetonde getijgeul Schild. De eigenlijke buitendelta in dit zeegebied is onderdeel van de Eems, met de zuidelijke uitloper het Huibertgat. Ten noorden van het Huibertgat ligt een platencomplex (Ballonplaat, Huibertplaat), dat bij extreem laagwater kan droogvallen.



2.2 Sedimentkarakteristieken van buitendelta's

In de zeegaten en in de buitendelta's is er een afwisseling van meer en minder grofkorrelige sedimenten, onder invloed van de verschillen in stroomsnelheden. In algemene zin voert de ebstroom sediment van de Waddenzee naar buiten, richting Noordzee. Hierbij vindt sortering plaats waarbij de zwaarste deeltjes in de geulen bezinken en de lichtere deeltjes verder naar buiten. Hierdoor ontstaat een verscheidenheid aan sedimenten met een "binnenring" van grove zanden en een "buitenring" van fijner sediment. In 2001 zijn er langs de Hollandse en Waddenkust circa 700 bodemonsters genomen tijdens een survey die was gericht op de distributie van de halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata*. Hierbij is ook zo ver als verantwoord was, doorgedrongen in de buitendelta's. Door NITG-TNO is voor deze monsters de korrelgrootte bepaald. Een overzicht van de mediane korrelgrootte laat de "schil" van relatief fijne sedimenten rond de buitendelta's zien, Figuur 3. Ook wordt duidelijk dat de sedimentsamenstelling in de Noordzeekustzone benoorden de wadden niet eenvormig is. Voor de westelijke eilanden Texel en Vlieland zijn de sedimenten veel grover dan verder oostelijk. Uitzonderingen vormen de ruime schillen rond de ebdelta van Molengat bij zuidelijk Texel en een zeer ruime halve cirkel rond het Eierlandse Gat, tussen Texel en Vlieland waar de mediane korrelgroottes lagere waarden hebben. Oostelijk van de zeegaten van Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog worden de laagste waarden (of: de fijnere zandfracties) gevonden. Grove sedimenten zijn eigenlijk alleen goed zichtbaar in het zeegat tussen Vlieland en Terschelling en in het gat tussen Terschelling en Ameland. De resolutie in noord-zuid richting was bij deze survey een halve zeemijl (ruim 900 meter) waardoor kleine richels met grover sediment nog makkelijk gemist kunnen zijn.



Figuur 3. Mediane korrelgrootte op 693 monsterpunten in de Noordzeekustzone. Data: IMARES & NITG-TNO (ongepubliceerd).

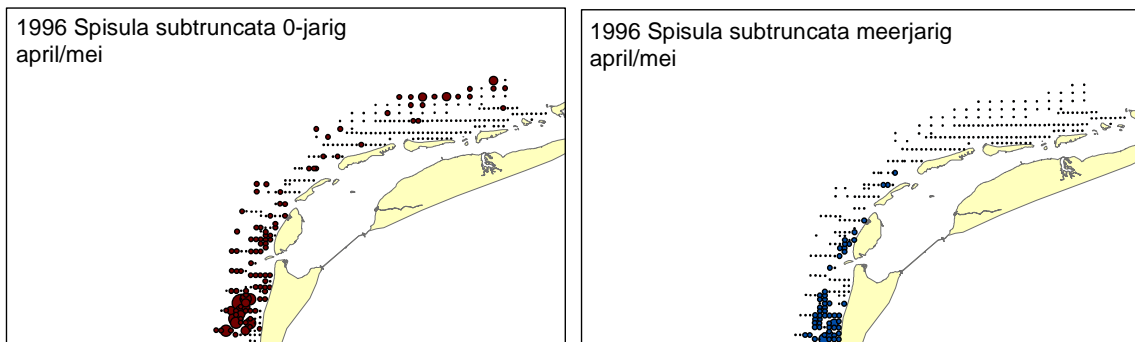
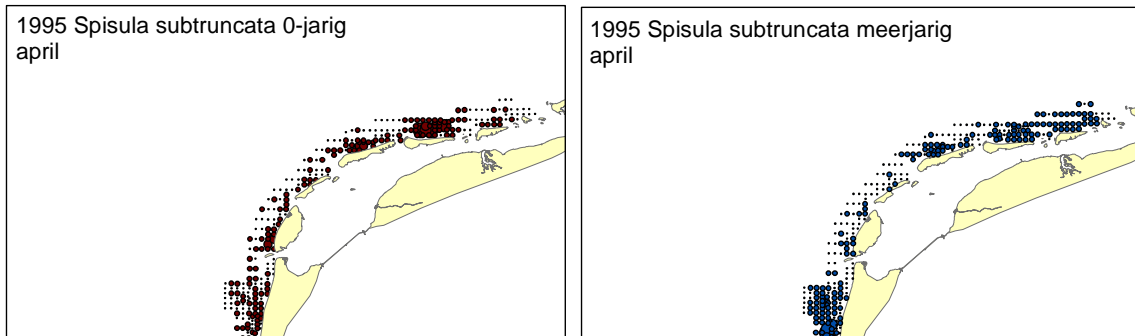
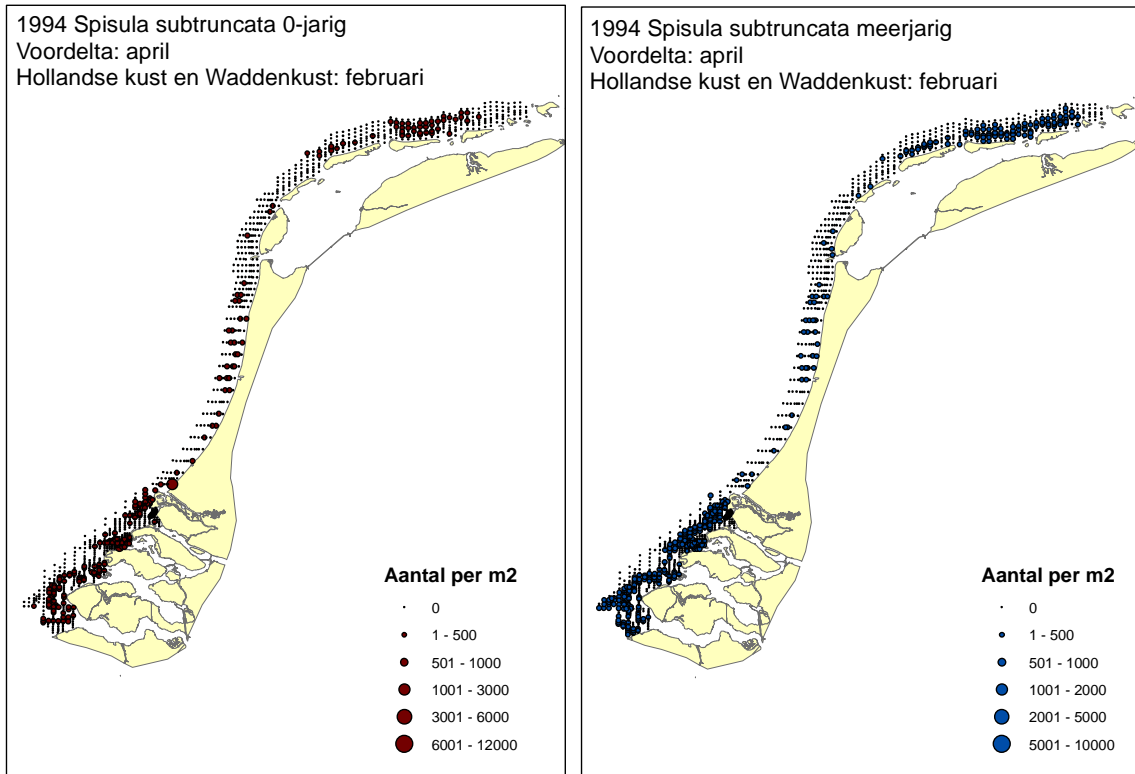
2.3 Onmisbare verbindingen tussen Noordzee en Waddenzee

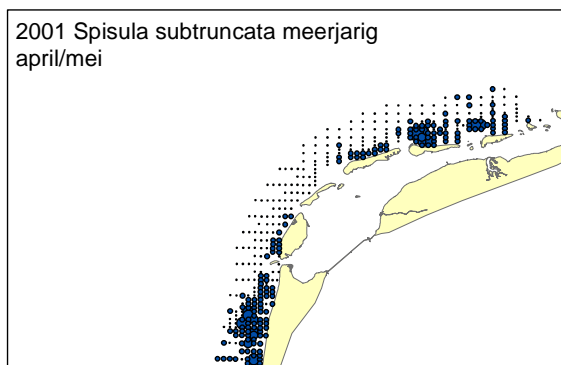
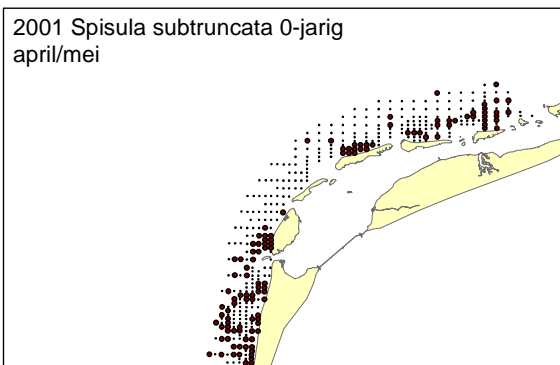
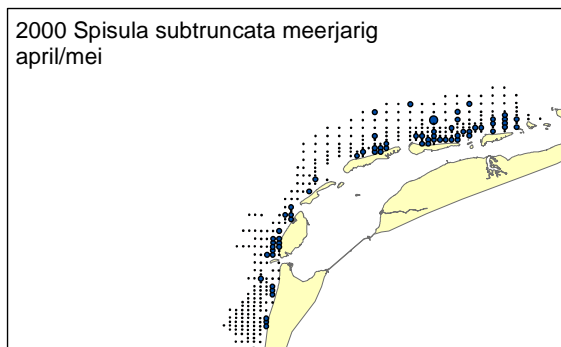
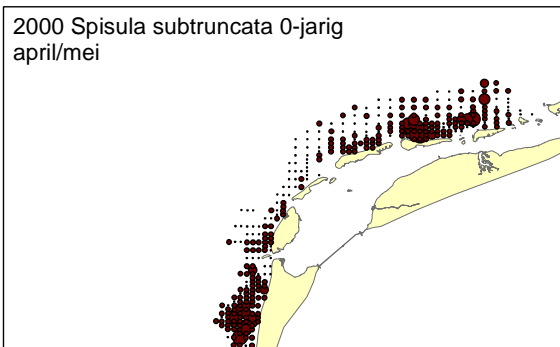
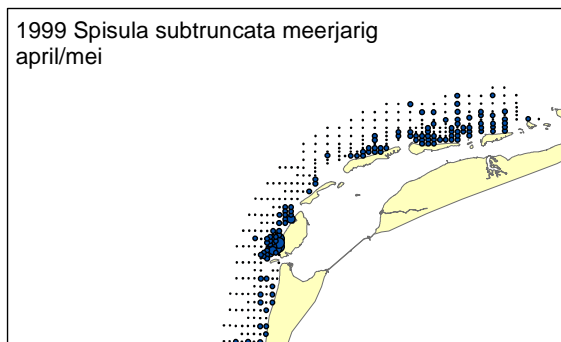
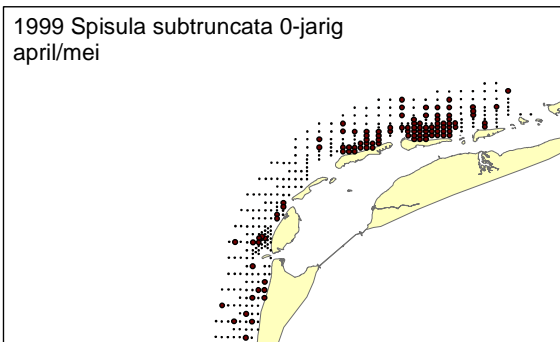
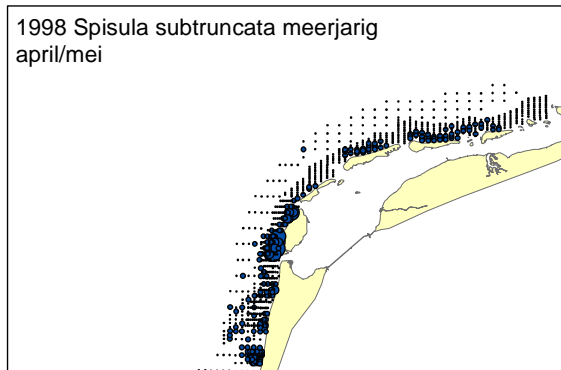
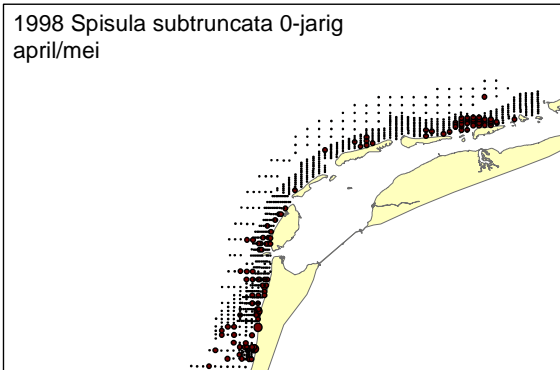
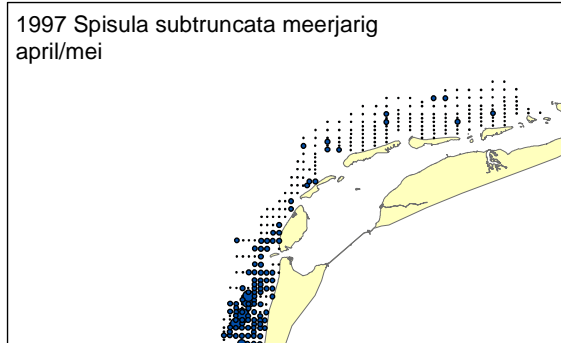
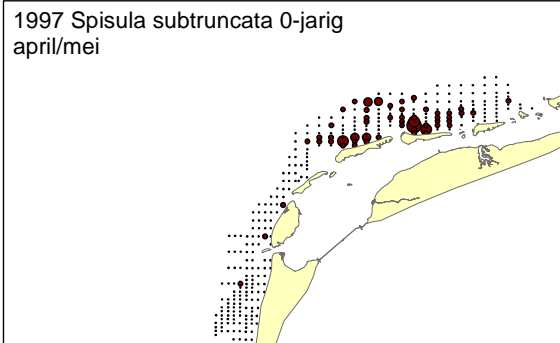
Veel dieren van de Waddenzee migreren via de zeegaten naar de Noordzee en weer terug. Migratiepatronen kunnen samenhangen met eb en vloed (passief), met de levensfase, met de seizoenen of met de verschillende functies die habitats in Noordzee en Waddenzee kunnen hebben voor diverse organismen. Sommige dieren, als jonge platvissen, groeien op in de Waddenzee nadat ze hier als larve zijn binnengespoeld, en migreren weer naar de Noordzee als ze groter zijn. Sommige schelpdieren, zoals het nonnetje, migreren op de getijdestromen heen en weer als juveniel. Door de uitwisseling tussen Noord- en Waddenzee kan het wad worden geherkoloniseerd vanuit de Noordzee na bijvoorbeeld grote wintersterfte. Veel mobiele soorten, zoals bijvoorbeeld garnalen, migreren jaarlijks naar de Noordzee om de winterkou in de ondiepe Waddenzee te ontlopen, maar keren terug in het voorjaar om de plaatselijke voedselrijkdom te benutten. Zeehonden rusten op droogvallende platen in de Waddenzee maar foerageren in de Noordzee en moeten dus voor iedere foerageertocht een zeegat passeren. Bruinvissen komen in het voorjaar de zeegaten binnen zwemmen, voortgedreven door opkomend water om er met de volgende eb weer uit te zwemmen (Ijsseldijk *et al.* 2015). Of al deze dieren meer zijn dan alleen passanten, of dat ze ook de zeegaten en de buitendelta's benutten voor andere levensfuncties zoals foerageren, is voor de meeste soorten onbekend.

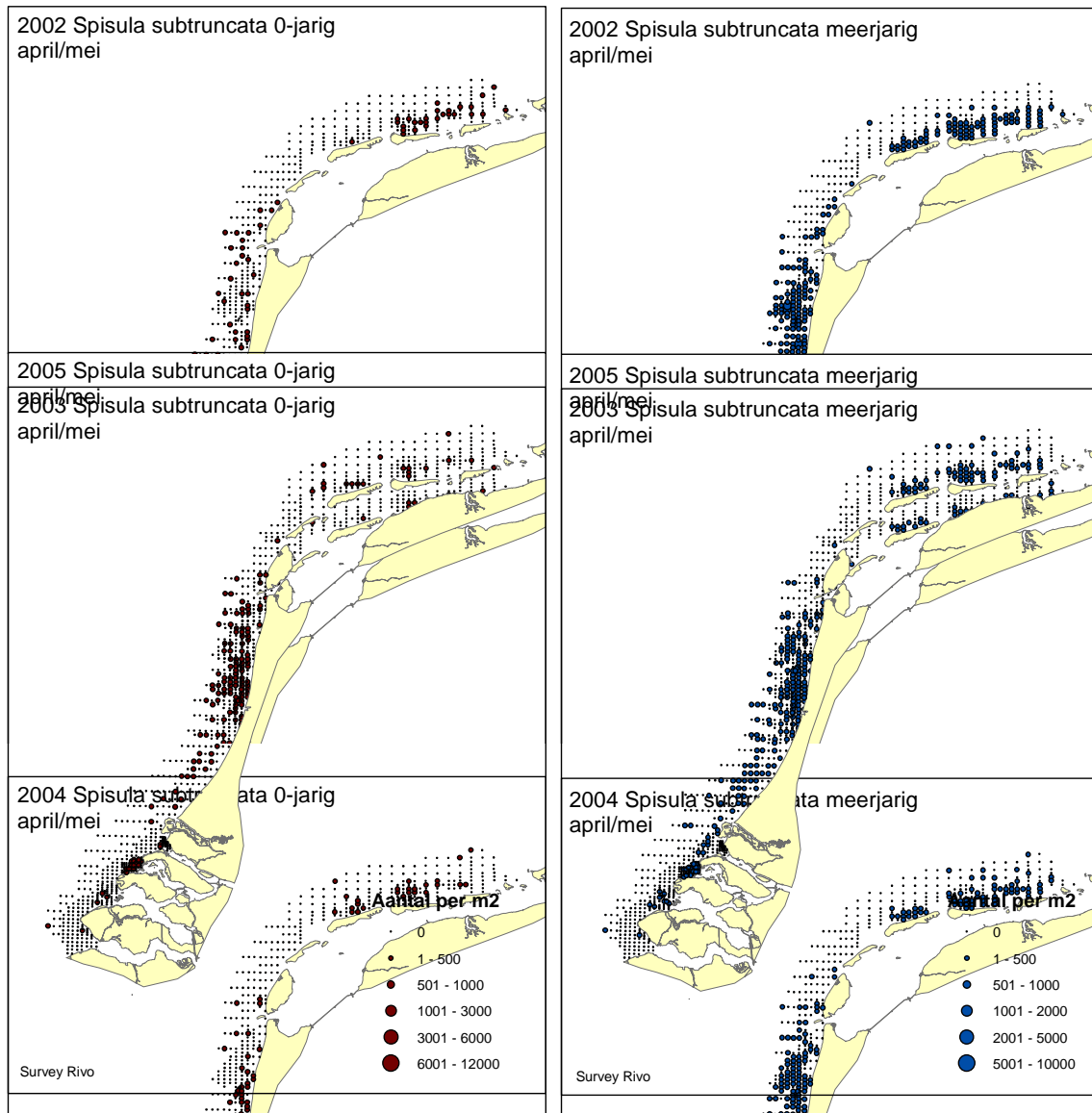
2.4 Bodemdieren

Jaarlijks wordt in de Noordzeekustzone het bodemleven, dat wil zeggen de grotere commercieel interessante schelpdieren in kaart gebracht door IMARES. Bij deze surveys wordt echter niet specifiek in de buitendelta's bemonsterd, vanwege de slechte bevaarbaarheid, en ook omdat er in de zeegaten weinig biomassa aan schelpdieren verwacht wordt. De daadwerkelijke kennis van het benthos in de buitendelta's is dus beperkt. De belangrijkste doelsoort van de schelpdiersurveys was vooral de

halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata* (Figuur 4), geprefereerd stapelvoedsel voor de zwarte zee-eend in dit gebied, en een soort waarop grootschalig werd gevist.

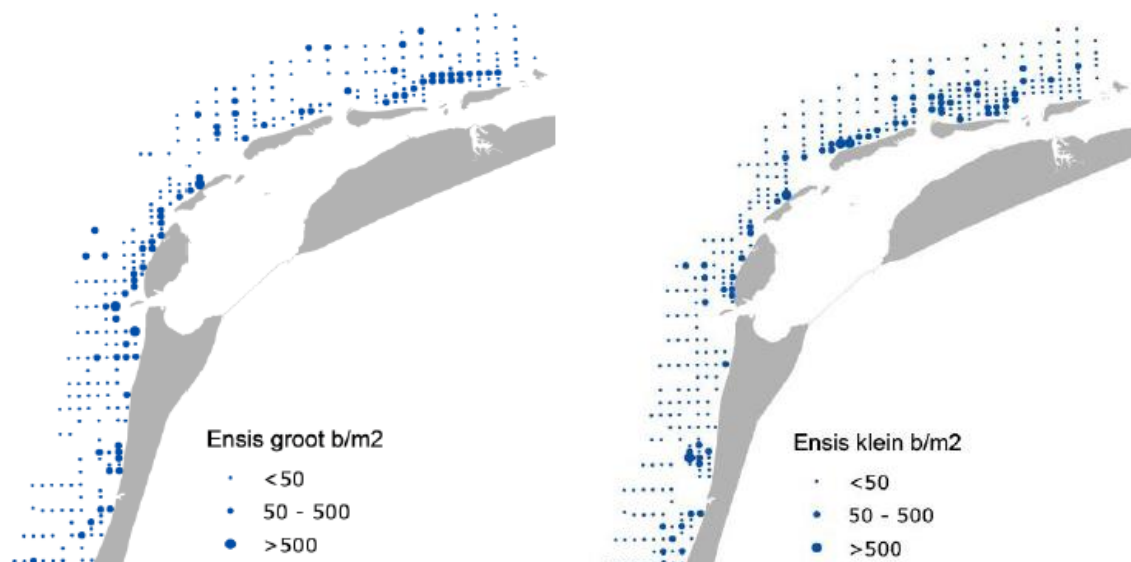






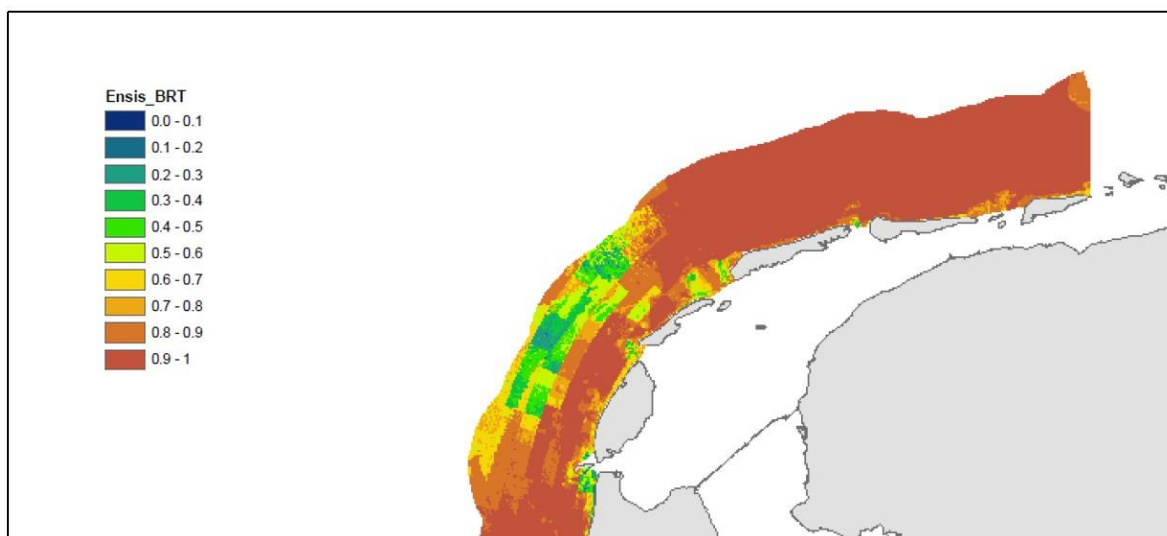
Figuur 4. Het voorkomen van juveniele (links) en overjarige *Spisula* in de Noordzeekustzone in jaren waarin deze soort dominant was in de Noordzeekustzone (1994-2005). Data: RIVO, thans IMARES.

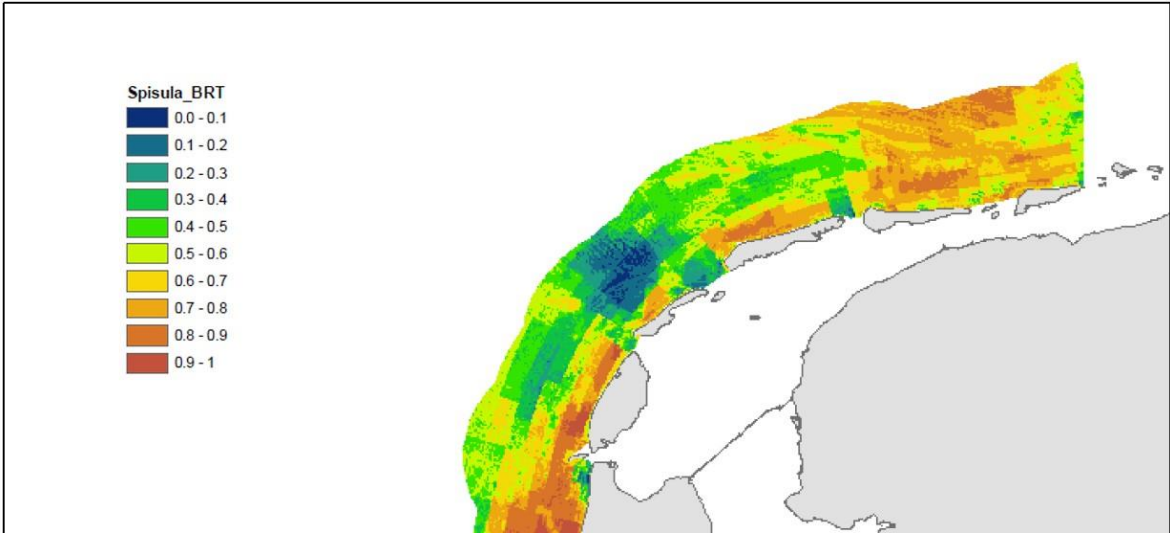
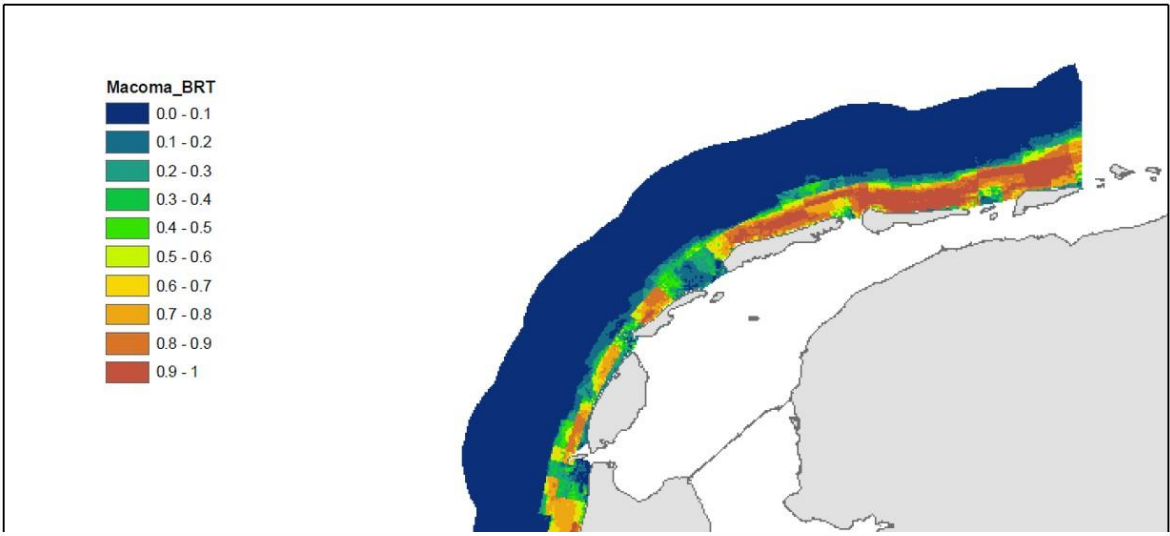
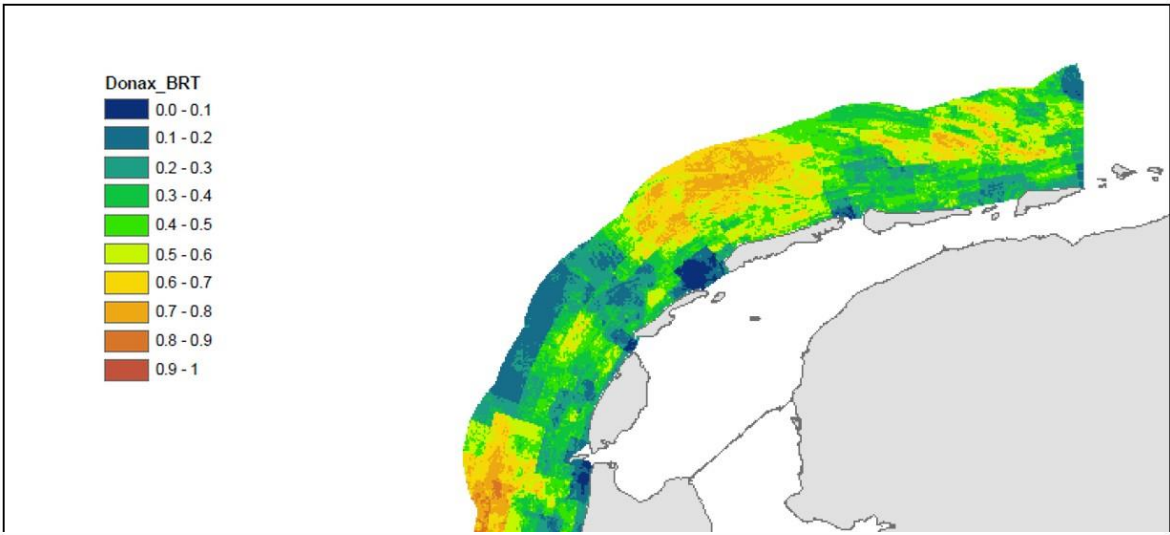
Voor de Noordzeekustzone benoorden de wadden leveren de verspreidingskaarten een beeld op van maximale voorkomens boven de oostelijke eilanden, in de fijn zandige sedimenten die daar liggen. Latere benthossurveys in de Noordzeekustzone laten een toenemende dominantie zien van Amerikaanse zwaardscheden *Ensis directus*, maar ook dat de buitendelta's niet werden bemonsterd. *Ensis* is een snel-gravende soort, die wel verwacht zou mogen worden in de dynamische omgeving van de buitendelta's. Goede surveygegevens ter plaatse ontbreken echter vanwege de verraderlijke omstandigheden, maar laten zien dat dichtheden aan de randen van de buitendelta hoog zijn, Figuur 5.

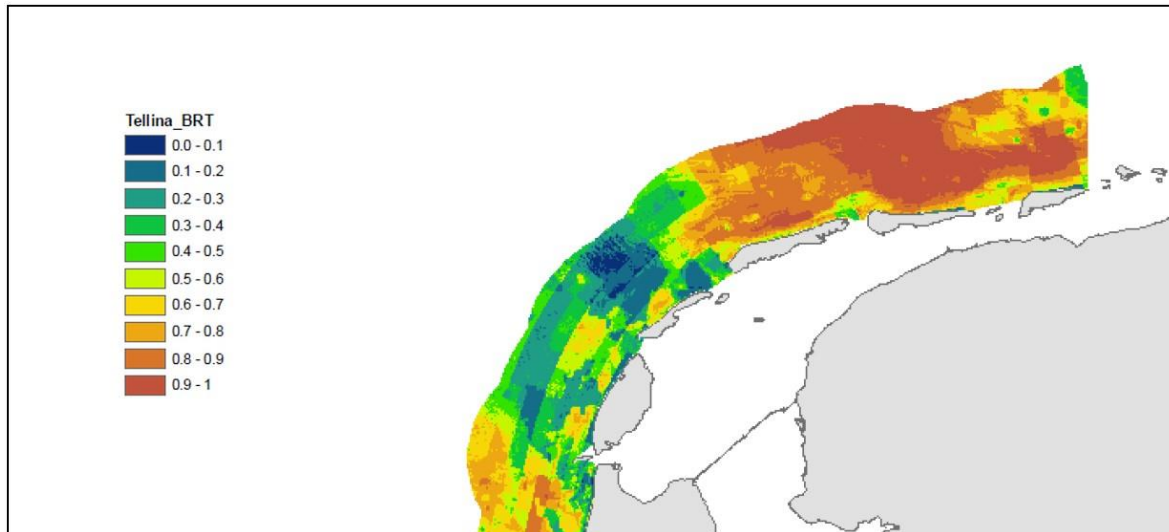


Figuur 5. Recent beeld van het voorkomen van *Ensis directus* in de Noordzeekustzone, in biomassa (gram versgewicht per vierkante meter zeebodem). Uit: Troost et al. (2015). Duidelijk is te zien dat de buitendelta's niet bemonsterd worden.

Habitatmodellering, op basis van voorkomen van *Ensis* en daaraan gekoppelde abiotiek voor vergelijkbare gebieden, laat echter zien dat de buitendelta's relatief ongeschikt (zouden moeten) zijn voor deze soort en zo ook voor andere grote tweekleppigen die talrijk in de Noordzeekustzone voorkomen: *Donax vittatus*, *Macoma balthica*, *Spisula subtruncata* en *Tellina fabula* (De Mesel et al. 2011), Figuur 6.







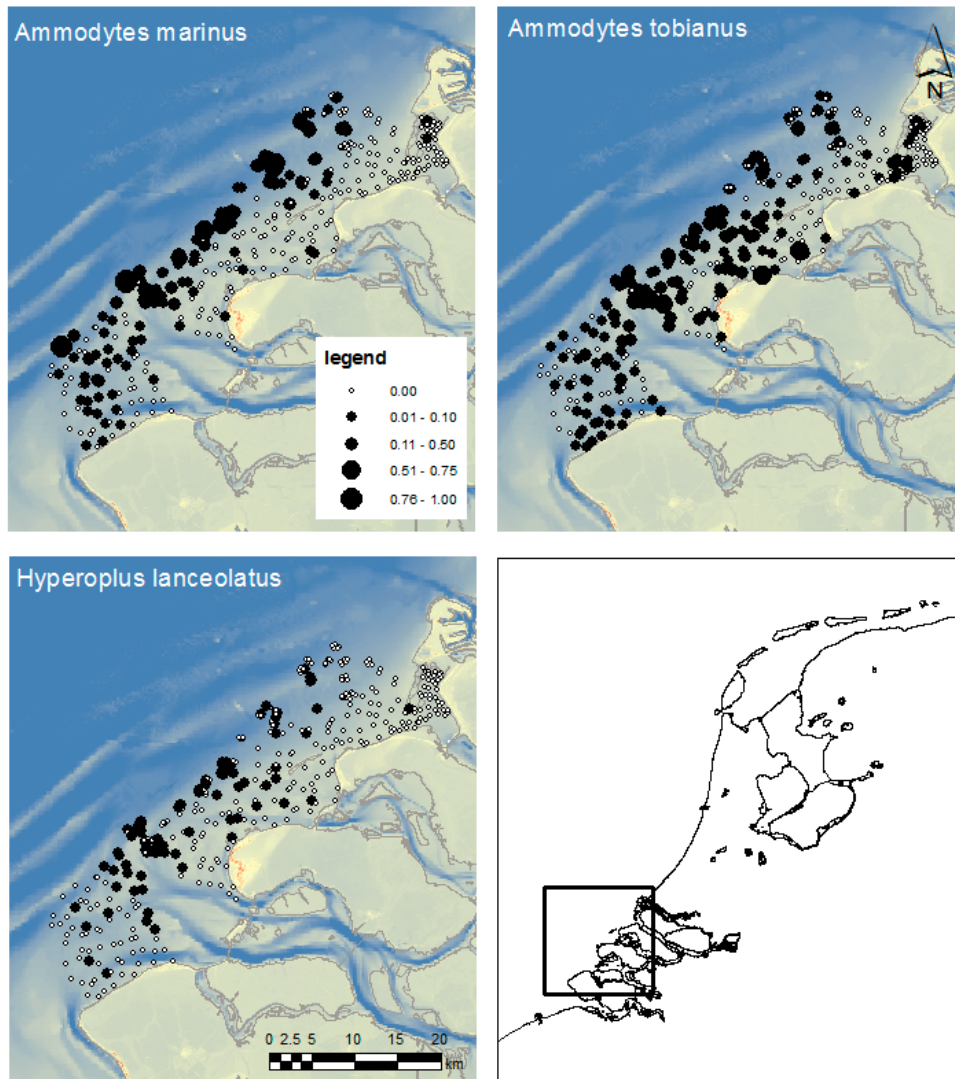
Figuur 6. Kanskaarten voor (van boven naar beneden) *Ensis directus*, *Donax vittatus*, *Macoma balthica*, *Spisula subtruncata* en *Tellina fabula* op basis van het BRT model van De Mesel et al. (2011). Lage waarden (blauw) geven een lage habitatgeschiktheid aan, hoge waarden (rood) een hoge geschiktheid.

De gegevens van een spisula-survey uit 2001 door Leopold heeft laten zien dat een bepaalde worm, *Ophelia borealis*, vooral werd aangetroffen in grove sedimenten in de zeegaten (ongepubliceerd). Grootschalige bodembemonsteringen (bijvoorbeeld: Holtmann et al. (1996) ondersteunen dit beeld echter niet, maar er is niet of nauwelijks in de buitendelta's en zeegaten gemonsterd, vanwege nautische bezwaren.

2.5 Vis

Van een aantal vissoorten is bekend dat veel van de juvenielen opgroeien in de brandingszone van de Noordzeekustzone. Dit is bijvoorbeeld het geval bij tarbot en griet. Voor deze soorten zouden ook de buitendelta's een belangrijk leefgebied kunnen zijn, maar surveys in deze delen van de Noordzeekustzone worden niet standaard gedaan. Zandspieringen (de naam zegt het al!) prefereren bodems van grof zand met veel zuurstof en voor hen lijken de buitendelta's ideaal. In bodemonsters genomen met de Van Veen happer troffen onderzoekers in 2001 opvallend vaak zandspiering aan in de buitendelta's (ongepubliceerd). In de Voordelta in ZW Nederland is gericht onderzoek gedaan naar het voorkomen van zandspieringen, Figuur 7. Tien et al. (in press) vond de hoogste dichtheden in gebieden met grof zand, weinig slib, en hoge stroomsnelheden: karakteristieken die goed passen op de buitendelta's. Het voorkomen van zandspieringen is, net als bij tarbot en griet, echter zeker niet beperkt tot buitendelta-achtige habitats.

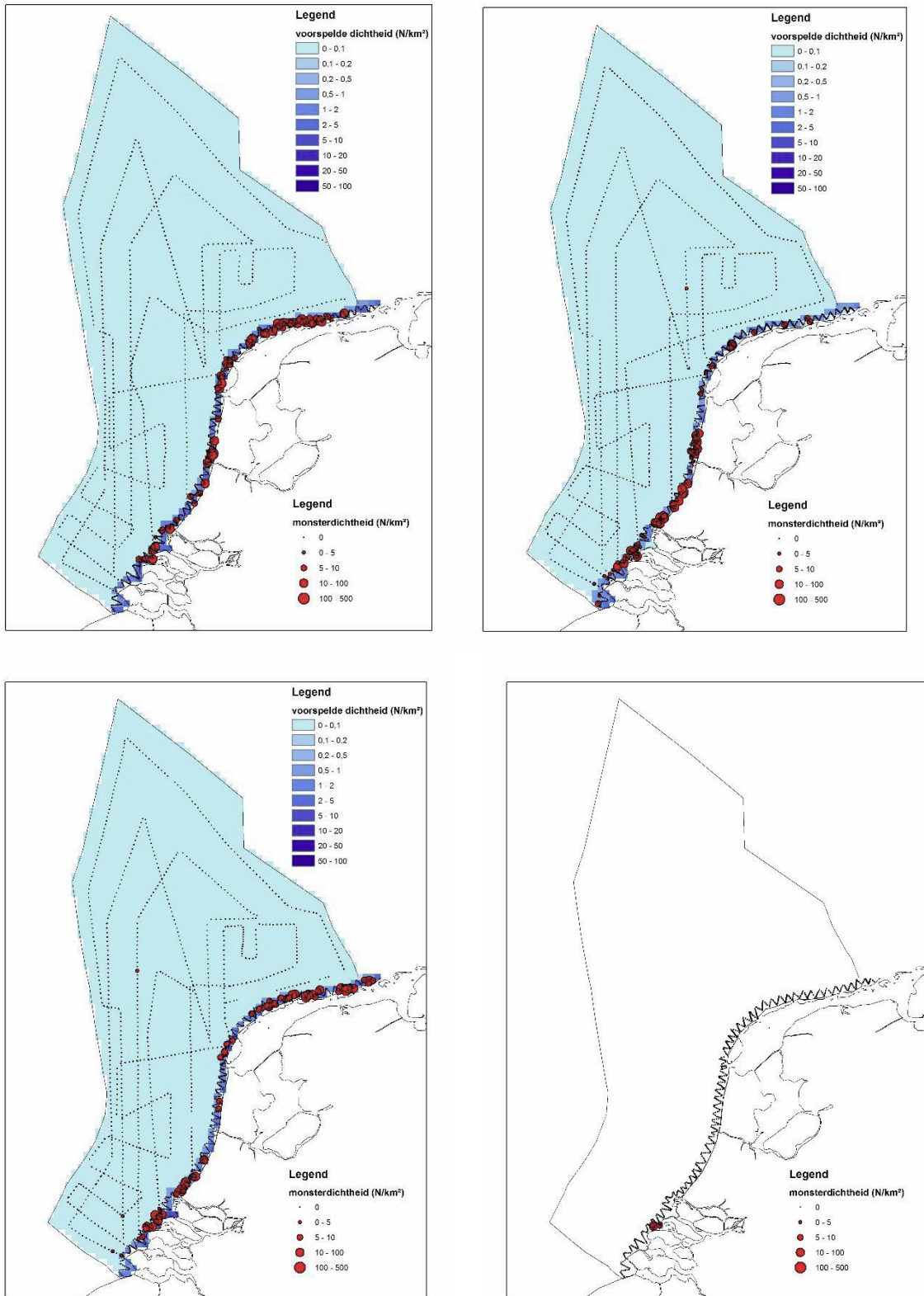
Een andere groep vissen waarvoor de buitendelta's mogelijk belangrijk zijn, is die van de haaien, met name gevlekte gladde haai en ruwe haai. Deze soorten maken een *come-back* in Nederlandse wateren, vooral in het zuidwesten van het land (Brevé et al. 2016). In de Waddenzee en/of aangrenzende Noordzeekustzone vangen garnalenvissers tegenwoordig ook af en toe weer hele jonge haaitjes bij. Dit wijst erop dat volwassen exemplaren ergens in het gebied hun jongen moeten baren, maar het is onbekend waar dit dan zou moeten gebeuren. De buitendelta's zijn hiervoor kandidaat, juist omdat er zo weinig bekend is van de visstand ter plaatse en omdat er weinig wordt gevestigd. Enkele tientallen jaren geleden werd er nog veelvuldig gevestigd (met hengels vanuit kleine bootjes) in het Eierlandse Gat (Hans Witte, NIOZ, en Jan Hottentot, destijds de verhuurder van deze bootjes, pers. comm.).



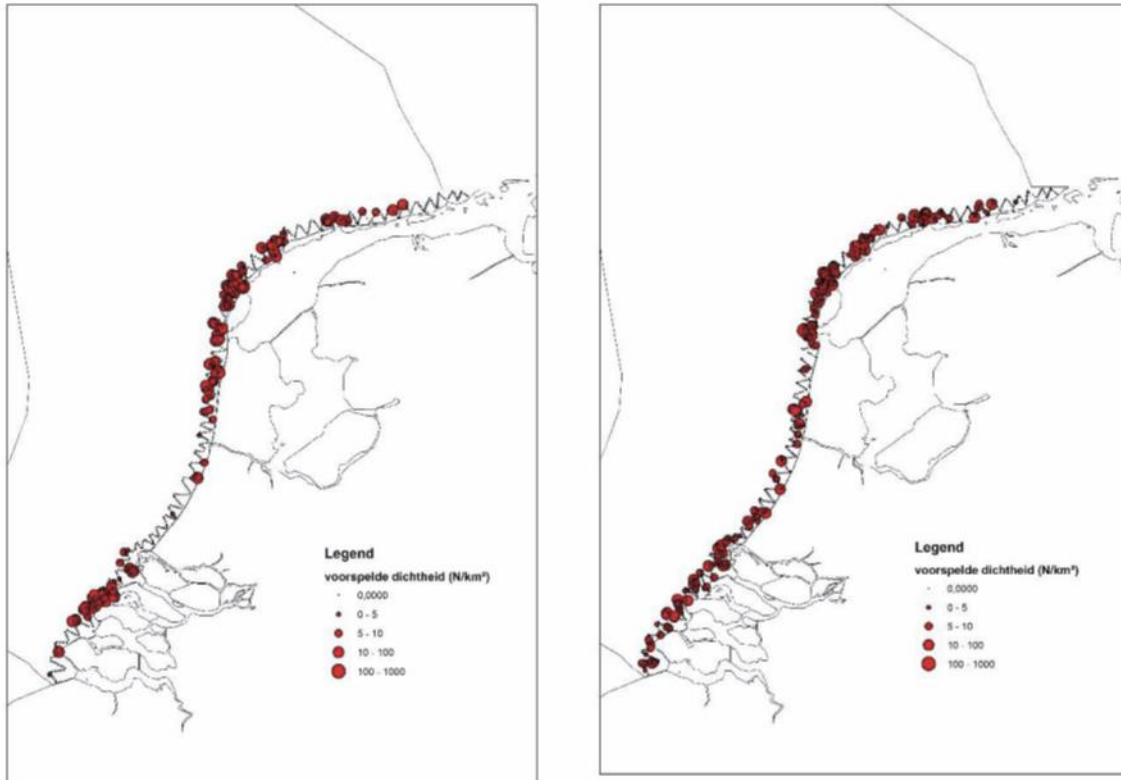
Figuur 7. Verspreiding van drie soorten zandspieringen in de Voordelta (Vanoverbeke 2016).

2.6 Vogels

Voor verschillende soorten visetende zeevogels is wel gesuggereerd dat ze, binnen de Noordzeekustzone, een voorkeur zouden hebben voor de zeegaten. De resolutie van zeevogelsurveys is echter meestal te grof om hier met zekerheid iets over te zeggen. Recent heeft Rijkswaterstaat het surveydesign laten aanpassen, waardoor de resolutie in de kustzone is verbeterd. Er zijn geen zeevogelsoorten die exclusief voorkomen in de zeegaten, maar er lijkt een tendens te zijn dat duikers en grote stern wel een voorkeur hebben voor de zeegaten, Figuur 8 en Figuur 9.



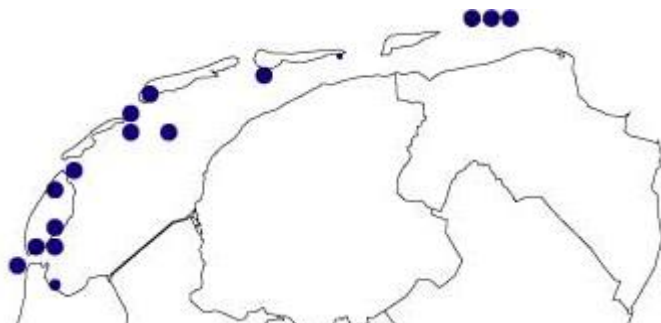
Figuur 8. Verspreiding van roodkeel- en parelduikers langs de Nederlandse kust in november 2013 en januari, februari en april 2014 (van links boven naar rechts onder; Arts 2015).



Figuur 9. Verspreiding van grote sterns langs de Nederlandse kust in april en juni 2014 (Arts 2015).

Zeevogels zullen alleen massaal een zeegat of buitendelta opzoeken, als daar veel (vis) te halen valt. Voor sommige soorten is dit incidenteel vastgesteld (Jan van Gent: Leopold & Platteeuw 1987) en voor een soort als de grote stern is dit niet onaannemelijk, gezien het verwachte massale voorkomen van een van zijn favoriete prooien, de zandspiering. Daarbij is het zo, dat de golfwerking in de buitendelta's vissen beter beschikbaar kan maken voor foeragerende zeevogels, die hen vanuit de lucht belagen (zoals jan van genten en grote sterns).

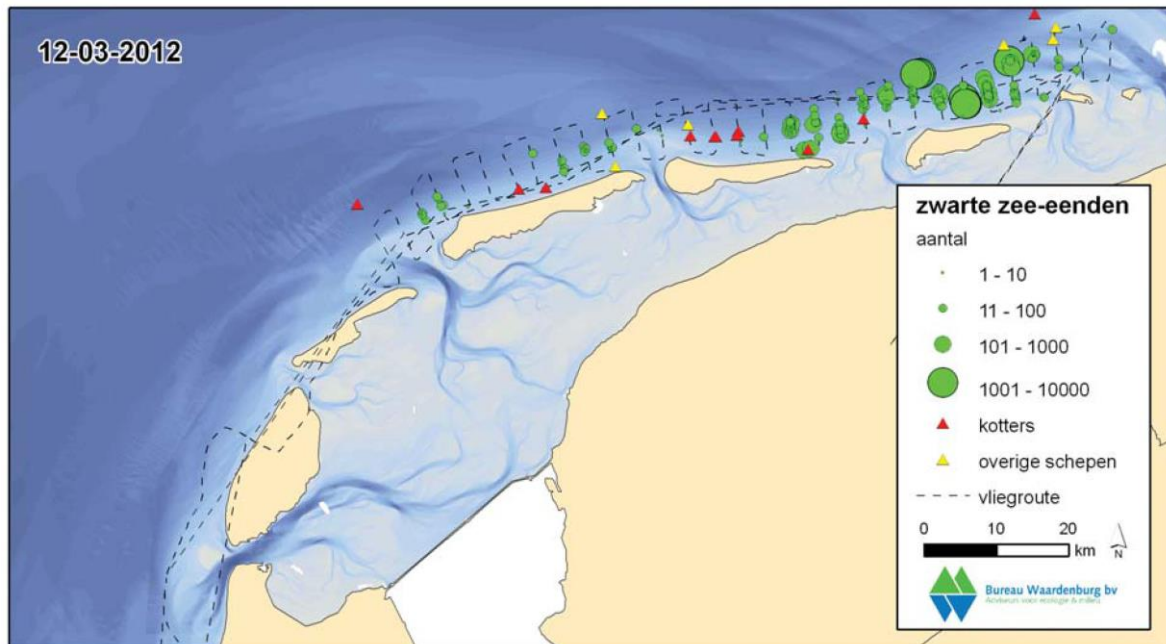
Voor een soort als de dwergstern, broedvogel van kale kustgedeelten, in het Waddengebied veelal op eilandkoppen en -staarten (Figuur 10), zijn buitendelta's zeker van belang. Op Texel zijn deze vogels vooral succesvol op de noord- en zuidpunt van het eiland, en op de Razende Bol, gelegen in de buitendelta van het Molengat. Ook deze soort heeft zandspiering als een zeer belangrijke prooi-soort en heeft slechts een actieradius van een paar honderd, tot maximaal ongeveer 1500 meter rond zijn nest (Beijersbergen 2016), en moet dus in de onmiddellijke omgeving foerageren. Buitendelta's met een vermoedelijk goed aanbod aan zandspiering lijken voor deze soort van levensbelang in het Waddengebied.



Figuur 10. Broedkolonies van de dwergstern in het Waddengebied. Bron: Atlas van de Nederlandse Broedvogels (SOVON 2002).

Zwarte Zee-eenden overwinteren massaal (tienduizenden) in de Noordzeekustzone benoorden de Waddeneilanden. Deze eenden zijn voor hun voedselaanbod afhankelijk van rijke banken met tweekleppige schelpdieren. De eenden moeten dagelijks honderden tot (tien)duizenden van deze schelpdieren consumeren. Hun verspreidingsgebied omvat ook de buitendelta's, maar met een concentratie aan de (dieper gelegen) randen. Jaarlijks wordt het verspreidingsgebied gemonitord in de

midwintertellingen van Rijkswaterstaat en ook zijn er meer gedetailleerde surveys, Figuur 11 (Leopold *et al.* 2013).

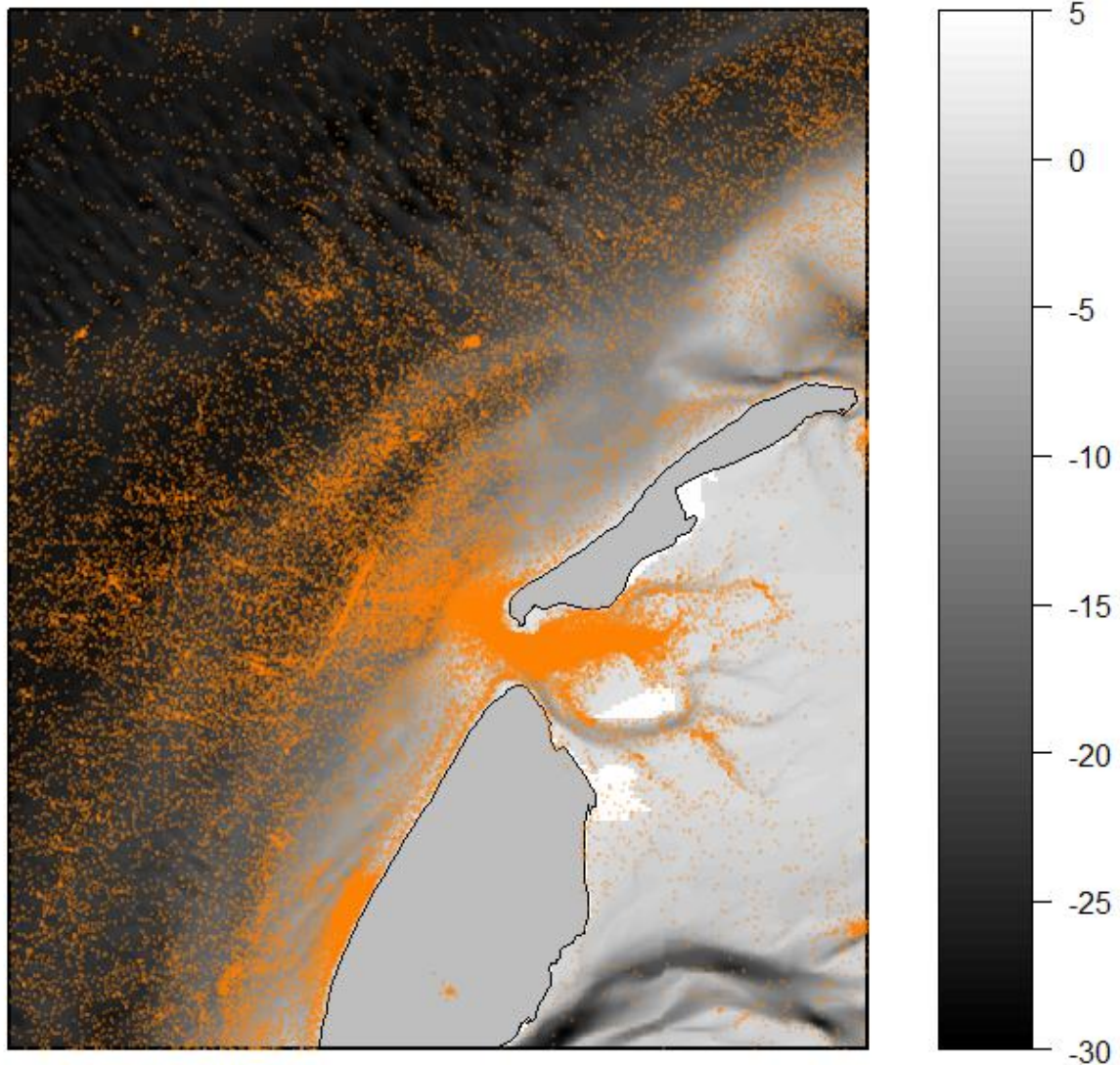


Figuur 11. Verspreiding van Zwarte Zee-eenden (en schepen) boven de Waddeneilanden in maart 2012. Bron: Leopold *et al.* (2013).

2.7 Zeehonden

Gewone en grijze zeehonden halen hun meeste voedsel uit de Noordzee. Veel gewone zeehonden rusten op hoge zandplaten in de Waddenzee en moeten dus voor hun foerageertochten een zeegat door zwemmen en een buitendelta passeren (of juist opzoeken). De meeste grijze zeehonden rusten verder naar buiten, op droogvallende platen in de Noordzee: de Razende Bol en de Engelschhoek, maar ook op hoog gelegen platen in de binnendelta's als de Hengst, Richel, de Jacobsruggen en zelfs op het diep in de Waddenzee gelegen Griend, waar ze tegenwoordig ook jongen werpen en zogen (De Groot *et al.* 2016). Het dieet van beide soorten zeehonden bestaat voor een groot deel uit platvissen, maar vooral grijze zeehonden eten ook veel zandspiering (Brasseur *et al.* 2004). Gezien de vermoede relatieve talrijkheid van zandspieringen in de buitendelta's zouden deze een belangrijk foerageerhabitat voor zeehonden kunnen vormen. Figuur 12 geeft een illustratie van de aanwezigheid van gewone zeehond in de buitendelta van het Eierlandse Gat.

Harbour seals



Figuur 12. Plot van posities, geregistreerd door GPS-loggers, geplaatst op gewone zeehonden in de omgeving van het Eierlandse Gat. Duidelijk te zien is het intensieve gebruik van het zeegat (maar uit de figuur kan niet worden afgeleid of de zeehonden hier meer doen dan erdoorheen zwemmen), en verschillend ruimtegebruik op de Noordzee, buiten het zeegat (Figuur: Geert Aarts, IMARES).

2.8 Bruinvissen

Bruinvissen zijn goed in staat te bivakkeren in ondiepe getijdewateren en komen in de Noordzeekustzone tot aan de branding voor. Ook worden de laatste jaren steeds vaker bruinvissen in de zeegaten en in de Eems gezien en kwamen ze, voordat de Afsluitdijk werd aangelegd, tot diep in de Zuiderzee voor. Of bruinvissen ook gericht gebruik maken van de (vis in de) buitendelta's is evenwel onbekend. Wellicht zou hun voorkomen in deze gebieden kunnen worden gemonitord met behulp van CPoDs (onder water bruinvis luisterstations), maar dit lijkt risicovol vanwege mogelijk apparatuur verlies tijdens storm in deze brandingsgevoelige gebieden. Een recente studie in de buiten-Hebriden (westelijk Schotland) heeft echter laten zien dat er ook gewerkt zou kunnen worden met drijvende CPoDs, die met de stroom mee door het zeegat heen en weer zweven. Deze studie (Benjamins *et al.* 2016) heeft laten zien dat bruinvissen een voorkeur kunnen hebben voor foerageren in gebieden met een zeer sterke getijdestroming en hoge turbulentie. Directe observaties aan bruinvissen in andere gebieden met een sterke getijdestroming hebben ook laten zien dat deze dieren gebruik maken van dit type habitats (Pierpoint 2008; IJsseldijk *et al.* 2015); zeegaten, inclusief buitendelta's zijn dus in potentie belangrijke foerageergebieden voor bruinvissen.

3 Aanbevelingen voor onderzoek

3.1 Inleiding

Om meer te weten over de ecologische effecten van zandsuppletie op de ecologische waarden van de buitendelta's zijn vier onderzoeken geïdentificeerd. Deze onderzoeken geven een top-down invulling op de voedselpiramide van de buitendelta's en zijn gericht op de sleutelsoort zandspiering. De onderzoeken zijn aanvullend op ander onderzoek zoals naar morfologie, schelpdieren en vis.

1. Onderzoek naar het gebruik van de buitendelta's door de Grote Stern;
2. Data-analyse naar gebruik van buitendelta's door de Zwarte zee-eend;
3. Data-analyse naar het gebruik van de buitendelta's door de Gewone Zeehond;
4. Onderzoek naar haalbaarheid en een pilot onderzoek naar de dichtheden van zandspiering.

3.2 Grote stern

Tijdens de broedperiode foerageren de grote sterns die broeden op de Waddeneilanden voornamelijk in de buitendelta's. Ook de grote sterns van Griend vliegen naar de buitendelta heen en weer (om hun prooivissen stuk voor stuk naar hun jongen te brengen). Buitendelta's zijn dus van groot belang voor deze (Vogelrichtlijn)soort en dit is een soort die niet gemakkelijk in staat is te verplaatsen als gevolg van ander suppletiebeheer. We weten dat grote sterns een dieet hebben van haring/sprot en zandspieringachtigen. Het is van belang te weten hoe dit voedselaanbod kan veranderen bij ander suppletiebeheer. Via Kustgenese2 worden de morfologische veranderingen als gevolg van ander suppletiebeheer gevolgd. In het voorgestelde onderzoek sluiten we aan bij de morfologische studies met het volgen van veranderingen bovenin de voedselpiramide.

Het onderzoek dat hier voorgesteld wordt richt zich op de locaties waar grote sterns foerageren gekoppeld aan de lokale abiotische condities. We weten dat het doorzicht heel belangrijk is voor hun vangstsucces (Baptist & Leopold, 2010). We hebben aanwijzingen dat ze een voorkeur hebben voor water met een diepte van 3-5 m. We willen bijvoorbeeld weten of er ook een verband is met korrelgrootte (dit koppelt wellicht aan het voorkomen van zandspiering). We zouden ook willen weten welke prooi (haring/sprot of zandspiering) ze waar eten, want we verwachten dat deze soorten heel anders reageren op suppleties. We willen met deze kennis kunnen adviseren waar je kunt suppleren en met welke sedimenteigenschappen. Stel dat die zone van 3-5 m inderdaad zo belangrijk is, dan zou een advies kunnen zijn om die zone te ontzien.

IMARES gaat (waarschijnlijk) in opdracht van Rijkswaterstaat in mei/juni 2017 de gehele Nederlandse kust bevissen om de distributie van juveniele demersale en pelagische vis in relatie tot milieufactoren (morfologie, diepte, korrelgrootte) in kaart te brengen. We zullen ook in de buitendelta's komen. Maar hier komt ook het lastige aspect, want buitendelta's hebben verraderlijke ondieptes en het is bijzonder lastig om op hier op ondiep water te vissen.

We stellen voor om de locaties van foeragerende grote sterns te nemen als proxy voor de juiste omgevingsfactoren en de aanwezigheid van vis, als aanvulling op ander onderzoek. Hiervoor willen we sterns uit meerdere broedlocaties (Texel, Griend, Ameland) die in verschillende buitendelta's (met verschillende eigenschappen) foerageren voorzien van GPS-zenders. Op deze wijze is de exacte foerageerlocatie vast te leggen. Aanvullende visuele waarnemingen zoals in Baptist & Leopold (2010) zullen ook gedaan worden.

3.3 Zwarte zee-eend

Het voorkomen van de zwarte zee-eend willen we ruimtelijk koppelen aan het voorkomen van schelpdieren in (of aan de rand van) de buitendelta's. Hierover hebben we al meer kennis, zie De Mesel *et al.* (2011). We zijn dus al in staat om de kans op voorkomen van schelpdieren te geven op basis van diepte, korrelgrootte en slib (en we leren er steeds bij). Er is vrij grofstoffelijk gekeken naar de relatie tussen het voorkomen van zee-eenden en schelpdieren terwijl de (foerageer)positie van de zwarte zee-eenden kan prijsgeven wat de ideale omgevingsfactoren zijn. In geval van de zee-eenden stellen we voor de posities af te lezen middels data-analyse van de midwintertellingen die Rijkswaterstaat uitvoert. Het gebruik van GPS-zenders is erg ingewikkeld bij zwarte zee-eenden. Deze aanpak is aanvullend op de jaarlijkse WOT-monitoring van schelpdierbestanden. Door deze monitoring voort te zetten kunnen we volgen hoe schelpdierpopulaties zich ontwikkelen bij ander suppletiebeheer.

3.4 Zeehonden

Zeehonden zijn "central place foragers": ze hebben een vaste rustplaats en zwermen van daaruit uit over hun foerageergebied. Er vindt een afweging plaats tussen zwemafstand (kost energie) en voedseldichtheid (levert energie). De buitendelta's liggen dichtbij hun rustplaatsen en wanneer hier een hoge voedseldichtheid is, zou dit ideaal zijn. Op dit moment weten we niet goed hoe het gebruik van de buitendelta's door zeehonden is: is het alleen transit-zone op weg naar de diepere Noordzee, of foerageren ze hier ook, en zo ja, is dat intensief? IMARES (Geert Aarts) is dit jaar bezig om een model te maken van het habitatgebruik van zeehonden op Noordzeeschaal. We stellen voor om in aanvulling hierop een detailanalyse te doen op de GPS-gegevens van de buitendelta's. Dit betreft het duikgedrag op ondiep water en de zwemsnelheden door de buitendelta. Deze informatie levert ons dan op welke delen (en omgevingsfactoren) van de buitendelta's belangrijk zijn voor zeehonden en hoe je daar met suppleties op kunt inspelen. Uitvinden welke prooi soorten zeehonden vangen in de buitendelta's is erg ingewikkeld. We doen onderzoek naar de uitwerpselen, maar het lastige is om te achterhalen waar de prooi gevangen is.

3.5 Zandspiering

We vermoeden dat de buitendelta's rijk aan zandspiering zijn en dat zandspiering een sleutelsoort is voor de voedselpiramide van de buitendelta's. Een gerichte viscampagne om de dichtheden aan zandspiering in kaart te brengen en te koppelen aan omgevingsfactoren (morfologie, diepte, sediment) levert hierover belangrijke inzichten. Technieken om zandspiering (en haring/sprot) te vangen met een klein licht tuig vanaf een ondiep stekend schip zijn bekend, maar alleen toepasbaar bij uitstekende weersomstandigheden (weinig wind). Nader onderzoek naar de haalbaarheid van bevissing in buitendelta's, en dus een pilot bevissing, is gewenst. Hierbij zullen ook de mogelijkheden voor het gebruik van akoestische methoden worden onderzocht.

Literatuur

- Arts F.A. 2015. Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2013. Rapport RWS-Centrale Informatievoorziening BM 15.05. <http://www.deltamilieu.nl/projecten/rapporten>.
- Baptist M.J. & Leopold M.F. 2010. Prey capture success of sandwich tern *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis* 152: 815-825.
- Brasseur S.M.J.M., Tulp I., Reijnders P.J.H., Smit C.J., Dijkman E.M., Cremer J.S.M., Kotterman M.J.J. & Meesters H.W.G. 2004. Voedseleecologie van de gewone en grijze zeehond in de Nederlandse kustwateren. I Onderzoek naar de voedseleecologie van de gewone zeehond. II Literatuurstudie naar het dieet van de grijze zeehond. Alterra-rapport 905, 116p.
- Brevé, N.W.P., Winter, H.V., Van Overzee, H.M.J., Farrell, E.D. & Walker, P.A. 2016. Seasonal migration of the starry smooth-hound shark *Mustelus asterias* as revealed from tag-recapture data of an angler-led tagging programme. *The Fisheries Society of the British Isles, Journal of Fish Biology* 2016, doi:10.1111/jfb.12994.
- Beijersbergen R. 2016. Reizen langs de waterkant. De ecologie van de dwergstern *Sterna albifrons* op de Hooge Platen. Uitg. Eburon, Delft, 195p.
- Benjamins, S., Dale, A., Van Geel, N., & Wilson, B. 2016. Riding the tide: use of a moving tidal-stream habitat by harbour porpoises. *Marine Ecology Progress Series*, 549, 275-288.
- Cleveringa, J., Mulder, S. & Oost, A. 2004. Kustverdediging van de koppen van de Waddeneilanden; De dynamiek van de kust nabij buitendelta's en passende maatregelen voor het kustbeheer. Rijkswaterstaat RIKZ, rapport RIKZ/2004.017.
- De Groot A.V., Brasseur S.M.J.M., Aarts G.M., Dijkman E.M. & Kirkwood R.J. 2016. Zandplaten voor jonge grijze zeehonden. *De Levende Natuur* 117: 102 - 107.
- De Mesel I., Craeymeersch J., Schellekens T., van Zweeden C., Wijsman J., Leopold M., Dijkman E. & Cronin K. 2011. Kansencarten voor schelpdieren op basis van abiotiek en hun relatie tot het voorkomen van zwarte zee-eenden. IMARES Rapport C042/11.
- Elias, E., Oost, A., Bruens, A., Mulder, J., Van der Spel, A., De Ronde, J., Wang, Z.B. & Stronkhorst, J. 2012. Buitendelta's: samenvatting bestaande kennis en opties voor zandsuppletie-pilots. Deltares rapport 1206188-000-VEB-0007.
- Holtmann S.E., Groenwold A., Schrader K.H.M., Asjes J., Craeymeersch J.A., Duineveld G.C.A., Van Bostelen A.J. & Van der Meer J. 1996. Atlas of the zoobenthos on the Dutch Continental Shelf. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk, 244p.
- IJsseldijk L.L., Camphuysen K.C.J. & Nauw J.J. & Aarts G. 2015. Going with the flow: Tidal influence on the occurrence of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the Marsdiep area, The Netherlands. *J. Sea Res.* 103: 129-137.
- Leopold M.F. & Platteeuw M. 1987. Talrijk voorkomen van Jan van Genten *Sula bassana* bij Texel in de herfst: reactie op lokale voedselsituatie. *Limosa* 60: 105-110.
- Oost, A.P., Vermaas, T. & Vonhögen – Peeters, L.M. 2015. Morfologische beschouwing ontwikkeling vaarweg buitendelta Zoutkamperlaag. Deltares rapport 1220040-002-ZKS-0015.
- Pierpoint C. 2008. Harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) foraging strategy at a high energy, nearshore site in south-west Wales, UK. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 88: 1167-1173.
- SOVON 2002. Atlas van de Nederlandse Broedvogels. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.
- Tien N.S.H., Craeymeersch J., van Damme C., Adema J. & Tulp I. (in press). The distribution of three sandeel species in relation to environmental factors and local beam trawl fisheries, in Dutch coastal waters. *J. Sea Res.*
- Troost K., Perdon K.J., Jol J., van Asch M. & Van den Ende D. 2015. Bestanden van mesheften, halfgeknotte strandschelpen en andere schelpdieren in de Nederlandse kustwateren in 2015. Rapport C143.15, 37p.
- Van Alphen J.S.L.J. & Damoiseaux M.A. 1988. Geomorphologische kaart van de Nederlandse kustwateren, schaal 1:250.000. *Geografisch Tijdschrift* 22-1998-2: 161-167, plus 4 kaarten.

Verantwoording

Rapport C076/16

Projectnummer: 4318100051

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van IMARES.

Akkoord: Robbert Jak
Senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 27 juli 2016

Akkoord: Jakob Asjes
Manager Integratie

Handtekening:



Datum: 27 juli 2016

IMARES Wageningen UR
T: +31 (0)317 48 09 00
E: imares@wur.nl
www.imares.nl

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 5, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



IMARES (Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies) is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

The IMARES vision

'To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.'

The IMARES mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- IMARES is an independent, leading scientific research institute.

IMARES Wageningen UR is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of the DLO Foundation have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.