



Zandspiering in het Amerlander Zeegat

T₀-meting voorjaar 2018

Auteur(s): Ralf van Hal

Wageningen University &
Research rapport C091/18

Zandspiering in het Amelander Zeegat

To-meting voorjaar 2018

Auteur(s): Ralf van Hal

Publicatiedatum: December 2018

Wageningen Marine Research
IJmuiden, december 2018

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C091/18

Opdrachtgever: RWS WVL
T.a.v.: dr. Cor Schipper
Zuiderwagenplein 2
8224 AD Lelystad

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/465902>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Dit onderzoek is mede uitgevoerd binnen het Kennisbasis Onderzoek in het kader van EZ-programma's met projectnummer KB-24-002-021.

Wageningen Marine Research Wageningen UR is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© 2018 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel
van Stichting Wageningen Research
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 Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk voor
gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research 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 V27

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Zandspieringen	5
2 Methoden	8
2.1 Gebied	8
2.2 Voorbereiding	9
2.3 Bemonstering	9
2.4 Verwerking vangst	11
2.5 CTD	11
2.6 Analyse	12
3 Resultaten	13
3.1 Zandspieringen	13
3.1.1 Kleine zandspiering	14
3.1.2 Noorse zandspiering	16
3.2 Platvissen	16
3.3 Schelpdieren	17
3.4 Gemeenschappen	18
4 Conclusies	20
4.1.1 Samenvattende conclusies	22
5 Dankwoord	23
6 Kwaliteitsborging	23
Literatuur	24
Verantwoording	26
Bijlage 1 Trekgegevens	28
Bijlage 2 Overzicht soorten	30

Samenvatting

In september 2017 is er een bemonstering van zandspiering uitgevoerd in het Amelandse Zeegat. Deze bemonstering was onderdeel van een grotere onderzoekscampagne met als doel een basisbeeld, en uitgangssituatie (T_0 -situatie), te krijgen van het Amelandse Zeegat. De interesse in dit gebied komt voort uit de intentie van RWS daar in 2018 een buitendeltasuppletie als pilot uit te voeren. Een van de vervolgvragen van de 2017 bemonstering van zandspiering was of de waargenomen verspreiding van zandspiering, met name de 0-jarige, consistent is over de tijd. En dus vergelijkbaar zou zijn in het voorjaar.

Om de vraag te kunnen beantwoorden was er in juni 2018 opnieuw een bemonstering van zandspiering gepland, waarbij met hetzelfde vistuig dezelfde 40 posities als in september 2017 bevestigd zouden worden. Het schip was beschikbaar voor drie nachten van 25 tot 28 juni. Door de weers- en stromingsomstandigheden is het echter alleen gelukt om de nacht van 26 op 27 juni volledig te benutten. Hierdoor zijn slechts 20 van de 40 posities bemonsterd. De overlap met de 34 trekken uitgevoerd in 2017 was beperkt; de weersomstandigheden lieten het niet toe om op dezelfde locaties te bemonsteren.

Er zijn 107 kleine zandspiering (*Ammodytes tobianus*) en 9 Noorse zandspiering (*A. marinus*) gevangen verdeeld over 15 van de 20 bemonsterde locaties. In vergelijking met de vangsten in september 2018, valt met name het lage aantal Noorse zandspiering op. De vangsten in 2017 gaven aan dat deze soort met name in de diepere locaties voorkwam. In 2018 zijn wel de diepe trekken in de ebgeul uitgevoerd, echter zonder dat Noorse zandspiering werd gevangen.

Voor zover een vergelijking tussen de twee bemonsteringen mogelijk is, is de verspreiding niet constant. In 2018 werd juist in het Hoogdynamisch diep NW en de nabij gelegen Suppletielocaties kleine zandspiering gevangen, terwijl de vangsten daar in 2017 beperkt waren. De specifieke vervolgvraag over juveniele 0-jarige zandspiering kan niet beantwoord worden, omdat het gebied waar deze in 2017 waren aangetroffen niet bemonsterd kon worden. Er lijken in 2018 helemaal geen 0-jarige zandspieringen te zijn gevangen.

De verspreiding van de schelpdieren met name in de laagdynamisch diep zone was wel vergelijkbaar tussen 2017 en 2018, voor zover dezelfde gebieden bemonsterd waren. Naast zandspiering en schelpdieren, werden in juni 2018 ten opzichte van september 2017 meer jonge platvissen (schol (*Pleuronectes platessa*), tong (*Solea solea*) en schar (*Limanda limanda*)) gevangen. Dit komt overeen met de kennis dat deze jonge platvis zich vestigt in ondiepe kustgebieden.

1 Inleiding

De opdrachtgever, RWS, is genoodzaakt zand te laten suppleren in de Nederlandse kustzone om het achterliggende land te beschermen. Zand moet worden aangevuld als tegenkracht ten aanzien van de stijgende zeespiegel, maar met name ook omdat zand vanuit de Nederlandse kustzone naar de Waddenzee wordt getransporteerd, waar dan sedimentatie plaatsvindt (Elias e.a., 2012). Zandsuppleties worden doorgaans uitgevoerd op de vooroever, op het strand of langs een geulrand. Er is echter waargenomen dat de buitendelta's van de Waddeneilanden in volume afnemen (Elias e.a., 2012), terwijl ze een belangrijke rol vervullen in de sedimenthuishouding van de Waddenzee en daarnaast bescherming bieden tegen golven. Het plan is om ook in buitendelta's suppleties te gaan uitvoeren. Om de haalbaarheid hiervan te onderzoeken is er in het voorjaar van 2018 een buitendeltasuppletie als pilot gestart in het Amelander Zeegat.

Ecologische kennis over buitendelta's is beperkt (Leopold en Baptist, 2016), ondanks het feit dat buitendelta's Natura2000-gebied zijn. Door een gebrek aan kennis is het moeilijk om een inschatting te maken van de ecologische effecten van suppleties. Om de ecologische kennis te ontwikkelen en na de pilotsuppletie mogelijke effecten in kaart te kunnen brengen, is RWS een studie in het Amelander Zeegat gaan uitvoeren naar de kenmerken en natuurwaarden van het systeem van de buitendelta's als onderdeel van het programma Kustgenese 2.0. De belangrijkste vraag "Wat zijn de kenmerken en natuurwaarden van het (eco)systeem van de buitendelta's van de Waddenkust en wat zijn mogelijke effecten van suppleties op dit ecosysteem?" (Schipper en van Dalen, 2017). De doelstellingen zijn:

- Het mogelijk maken om eventuele effecten van suppleties in het gebied van de buitendelta op het ecologisch functioneren inzichtelijk te maken.
- Het vergroten van de kennis over het (ecologisch) functioneren van het systeem van de buitendelta door de gemeenschappen van het benthos en zandspiering te beschrijven.
- Het verkrijgen van inzicht in de sturende abiotische en biotische factoren die de verspreiding van soorten over de buitendelta en het gebruik ervan door deze soorten kunnen verklaren.

Eén van de onderdelen van deze studie is zandspierungen. Over deze vissoorten in de buitendelta's is weinig bekend. De verwachting is dat ze een aanzienlijk deel van de aanwezige visbiomassa vormen, vergelijkbaar met bijvoorbeeld het marsdiep (Couperus e.a., 2016) en gegeten worden door visetende vogels, o.a. grote sterns. Dieetstudies van lokale grote stern populaties hebben laten zien dat zandspiering de helft van het dieet kan vormen (Engels, 2015; van der Beek, 2017). Om een basisbeeld, en uitgangssituatie (T_0 -situatie), te krijgen van de aanwezigheid en verspreiding van zandspierungen in de buitendelta's is er in september 2017 een bemonstering uitgevoerd in het Amelander Zeegat gericht op deze soorten (van Hal, 2017). Deze studie liet zien dat juveniele 0-jarige zandspiering bijna uitsluitend was gevangen op de geplande suppletielocatie, waardoor de vraag ontstond of dit een eenmalige waarneming was of dat dit een consistent beeld is. Hierop is besloten om het gebied nogmaals te bemonsteren begin 2018. De voorliggende rapportage is het resultaat van deze vervolgbemonstering in het voorjaar van 2018, waarbij de gegevens samengevoegd worden met die van september 2017.

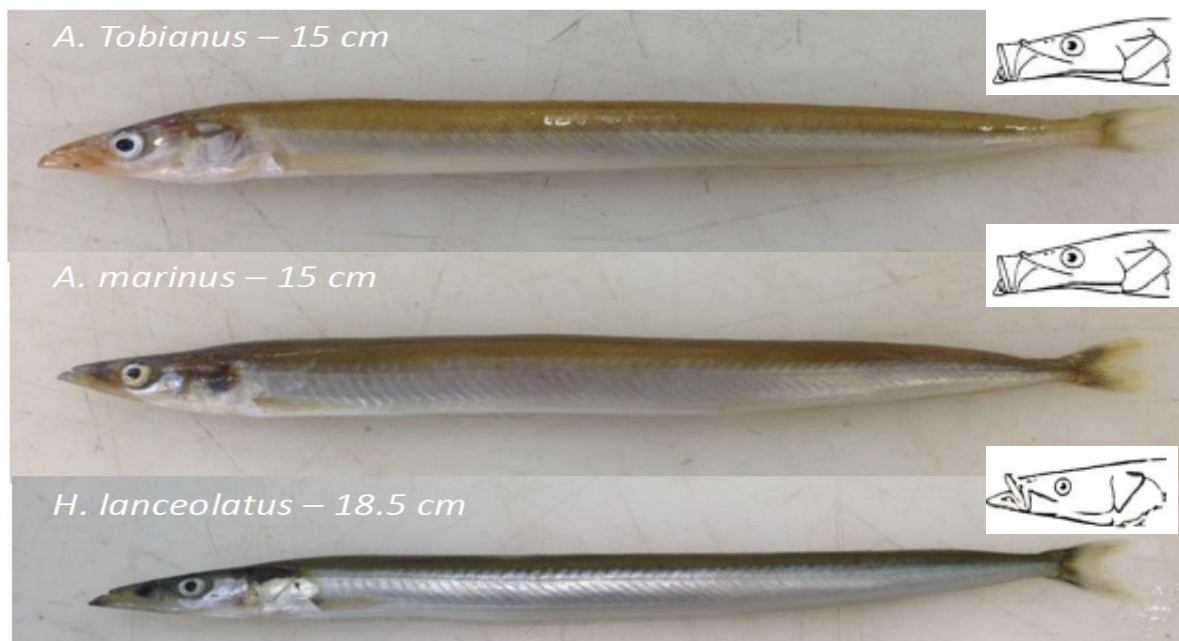
1.1 Zandspierungen

Zandspierungen (Ammodytidae) vormen een familie binnen de baarsachtigen (Perciformes). Algemeen worden er vijf soorten uit deze familie beschreven voor de Noordzee.

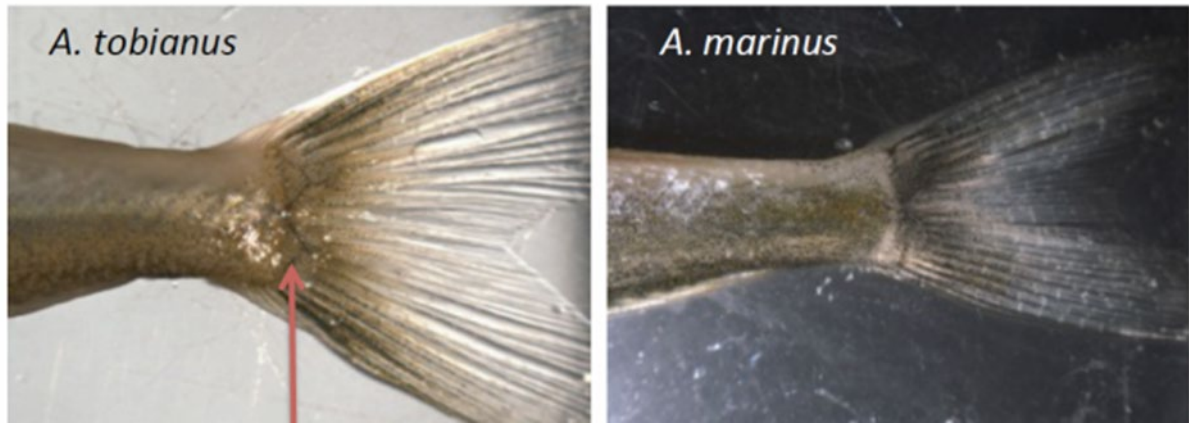
- 1) Kleine zandspiering (*Ammodytes tobianus*)
- 2) Noorse zandspiering (*A. marinus*)
- 3) Naakte zandspiering (*Gymnammodytes semisquamatus*)
- 4) Smelt (*Hyperoplus lanceolatus*)
- 5) Effen smelt (*Hyperoplus immaculatus*)

Van deze vijf soorten wordt de effen smelt sporadisch aangetroffen in de noordelijke Noordzee, terwijl de naakte zandspiering de voorkeur geeft aan gravelachtig substraat wat niet wordt aangetroffen langs de Nederlandse kust. Langs de Nederlandse kust worden dus alleen de andere drie soorten verwacht (Figuur 1.1). De Noorse zandspiering is wijd verspreid in de Noordzee en vormt daar een van de belangrijkste prooi-soorten voor veel roofvissen, zeezoogdieren en vogels (Rindorf e.a., 2000; Engelhard e.a., 2014). Smelt heeft een vergelijkbaar verspreidingsgebied. Deze twee soorten vormen een groot deel van de vangst van de industriële visserij op zandspiering. De kleine zandspiering is meer kustgebonden, maar overlapt daar wat verspreidingsgebied betreft met de andere twee soorten (Tien e.a., 2017). Alle drie de soorten worden ook aangetroffen in de Waddenzee, Eems-Dollard (Tulp e.a., 2017) en kleine zandspiering werd in grote aantallen aangetroffen in het Marsdiep (Couperus e.a., 2016). Tijdens de 2017 bemonstering werden ook alle drie de soorten aangetroffen in het Amelander Zeegat (van Hal, 2017).

De zandspierungen zijn semi-pelagisch; een groot deel van het jaar leven ze ingegraven in het substraat. Ze komen alleen uit het zand tijdens korte paaiperioden en in het voorjaar en begin zomer wanneer ze overdag foerageren (van Deurs e.a., 2011). De timing van paaien verschilt voor de drie soorten: smelt april-september, Noorse zandspiering december-januari en kleine zandspiering februari-april en september-november. Alle drie leggen ze hun eieren in het zand waar ze vervolgens enkele weken verblijven voordat ze uitkomen. De larven zijn pelagisch en drijven met de stroming naar andere gebieden waar ze zich settelen in het sediment. In de meeste gevallen zijn de zandspierungen honkvast en verspreiden zich slechts in een beperkt gebied van de zandbank waar ze zich ingraven. Sporadisch vindt er migratie plaats, waarbij individuele verplaatsing over afstanden van 27-64 km is waargenomen (Gauld, 1990). Door de beperkte migratiedrang is het waarschijnlijk dat zandspiering die wordt aangetroffen in het Amelander Zeegat zich hier heeft gevestigd als larve en voor langere periode (maximum leeftijd in de zuidelijke Noordzee is 4 jaar (Heessen e.a., 2015)) hier zal blijven en mogelijk ook eieren af zal zetten.



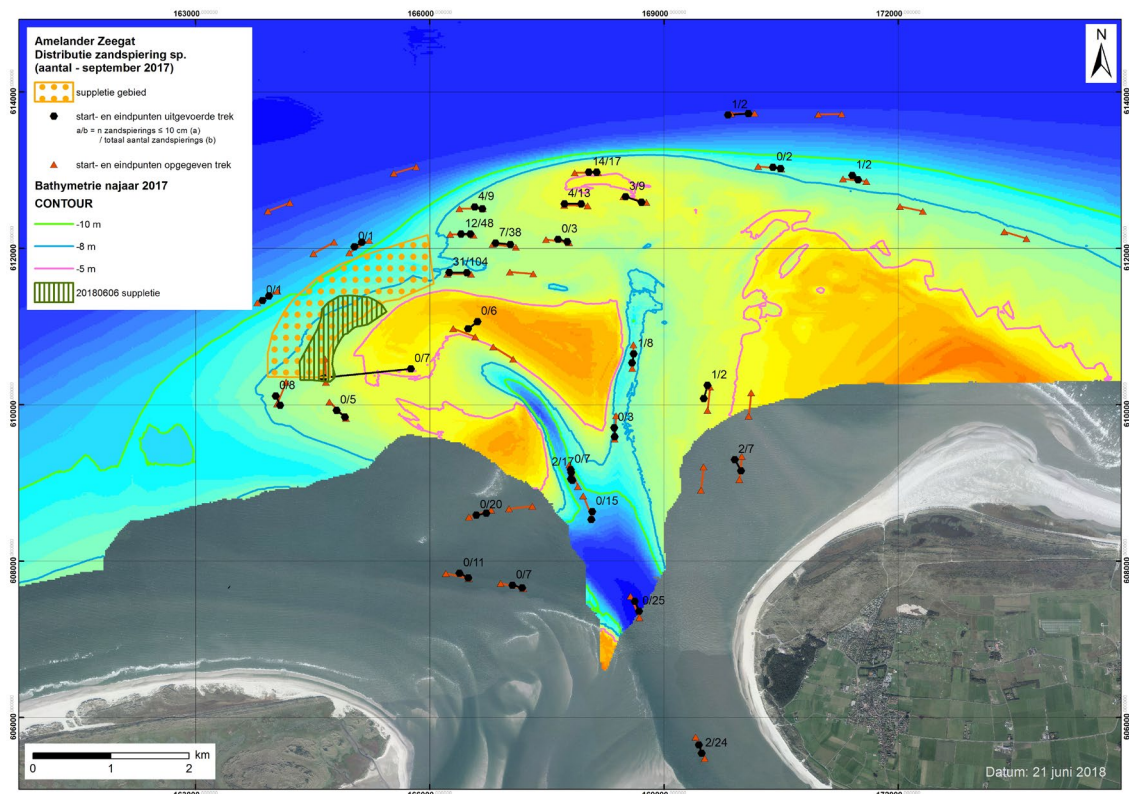
Figuur 1.1: De drie soorten zandspiering; boven de kleine zandspiering (*Ammodytes tobianus*), midden de Noorse zandspiering (*Ammodytes marinus*) en onder smelt (*Hyperoplus lanceolatus*). De bek van smelt klapt niet uit als je deze opent waardoor deze goed is te onderscheiden van de andere twee. Het verschil tussen kleine en Noorse zandspiering is minimaal (zie voor dit verschil Figuur 1.2).



Figuur 1.2: Het verschil tussen de twee soorten zandspieling is de M-vormige pigmentatie band bij kleine zandspieling, terwijl bij Noorse zandspieling het ontbreken van pigmentatie (witte vlekken) zichtbaar is.

2 Methoden

De bemonstering is uitgevoerd tijdens drie nachten 25 tot 28 juni 2018. Op dat moment waren de suppletie werkzaamheden al gestart (Figuur 2.1). In de week voorafgaande is eenzelfde zandspiering bemonstering uitgevoerd in het Eierlandse gat, tussen Texel en Vlieland. Enkele van de resultaten van deze bemonstering worden ook hier gepresenteerd. Deze resultaten zijn echter zeer beperkt doordat er in het Eierlandse gat geen enkele geldige bemonstering is uitgevoerd; de sedimentsamenstelling was zo grof dat het niet snel genoeg door het fijnmazige net afgevoerd kon worden, waardoor het net al binnen zeer korte tijd vol zat.



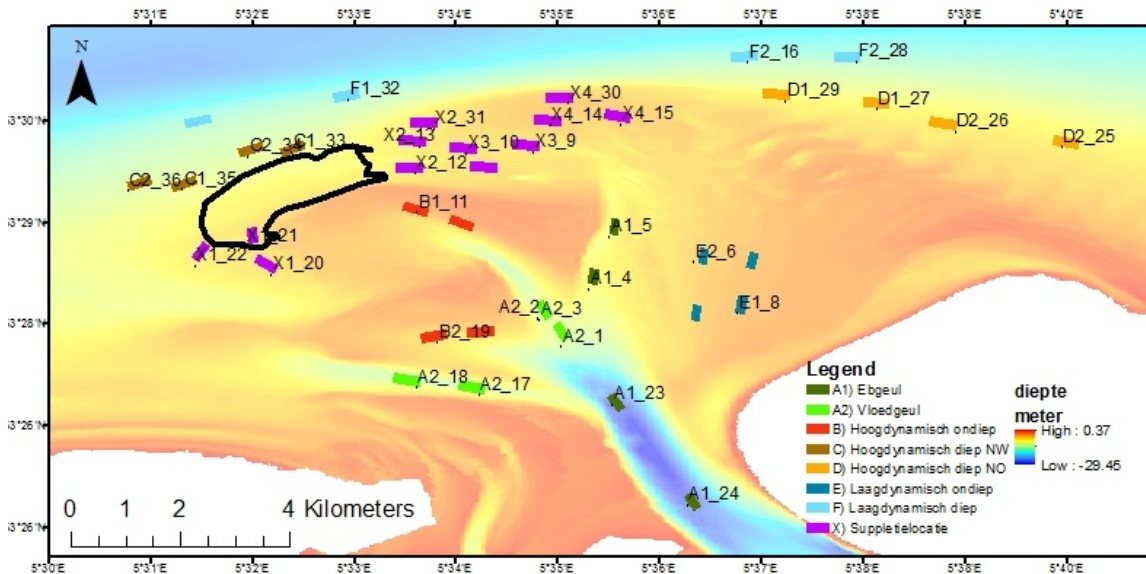
Figuur 2.1: Bathymetrische kaart van het Amelander Zeegat met de vistrekken uitgevoerd in 2017. In groen gearceerd de locatie waar de suppletie op 6 juni 2018 al had plaatsgevonden. In geel gearceerd het volledige suppletie gebied, dat afwijkt van het gebied zoals weergegeven in de 2017 rapportage. Momenteel ligt slechts 1 geplande trek in het suppletiegebied.

2.1 Gebied

Het studiegebied ligt tussen de Waddeneilanden Terschelling en Ameland en wordt het Amelander Zeegat genoemd. Door RWS is het te bemonsteren gebied ingedeeld in acht verschillende deelgebieden op basis van diepte, stroming en locatie. Voor de bemonstering van 2017 waren de trekken verdeeld over deze deelgebieden. Toen de indeling gemaakt werd, was het ontwerp van de suppletie nog niet klaar en was er een ruim zoekgebied waarbinnen de suppletie uitgevoerd zou gaan worden. Dit zoekgebied is deelgebied Suppletielocatie. Binnen dit gebied waren 12 trekken toegewezen, welke uiteindelijk nauwelijks overlappen met het definitieve ontwerp van de suppletie (Figuur 2.1). Aan de overige deelgebieden waren 4 trekken toegewezen per deelgebied.

Om de 2018 gegevens te kunnen vergelijken met 2017 zijn de geplande locaties en de gebruikte benaming hetzelfde gebleven (Figuur 2.2). Er was wel de intentie om het in het definitieve gebied van

de suppletie aanvullende trekken uit te voeren, maar op voorhand was het al duidelijk dat dit lastig tot niet uitvoerbaar zou zijn omdat de suppletieactiviteiten al van start waren gegaan (Figuur 2.1).



Figuur 2.2: Bathymetrische kaart van het Amelandse Zeegat met de geplande vistrekken per deelgebied (gekleurde lijnen) en de codering van de in 2017 uitgevoerde trekken (gebiedsnummer_treknummer).

2.2 Voorbereiding

In 2017 was de bemonstering uitgevoerd aan boord van de WR82 "Gerda" (diepgang 0,5 m). In eerste instantie leek dit schip voor de 2018 bemonstering opnieuw beschikbaar, maar was als achtervang de Asterias (diepgang 1,28 m) geregeld. De WR82 bleek toch niet inzetbaar, en op de dag van uitvoering bleek de ontheffing voor vissen met de Asterias niet in orde. Vervolgens is op zeer korte termijn het schip VLI5 "Blue Fin" (diepgang 1,5 m) bereid gevonden de werkzaamheden uit te voeren.

2.3 Bemonstering

Zandspiering zit het grootste deel van het jaar ingegraven. Zelfs tijdens de periode dat ze doorgaans overdag foerageren is er een kans dat een deel in de bodem blijft (van Deurs e.a., 2011). Daarom wordt er gebruik gemaakt van een vistuig dat in de bodem vist. De aangepaste schelpdierkor is gebaseerd op het tuig gebruikt in een Engelse studie naar zandspiering (Brown & May Marine Ltd., 2012). Het gebruikte tuig is nagenoeg hetzelfde als in 2017 (Figuur 2.3, Tabel 1), echter na de bemonstering in het Eierlandse gat moesten er reparaties uitgevoerd worden en is op advies van de tuigen- en nettenmakers van CIV Den Oever de doorlaatbaarheid van zand verhoogd door toevoeging van roosters (Figuur 2.4). Daarnaast zijn er drijvers in het net geplaatst om het net beter open te houden en zo de afvoer van sediment te verbeteren.

Tabel 1: specificaties van de zandspieringkor.

Breedte	1,30 m
Hoogte	0,50 m
Gewicht zonder net	270,5 kg
Kuil	Maaswijdte 6 mm halve maas Garendikte 210/12
Buitennet	Maaswijdte 12 mm halve maas Garendikte 210/30
Kettingmat	Ringen 7 mm dik Buitendiameter 37 mm
Lengte van de tanden	10 cm uitstekend

Er is besloten 's nachts te bemonsteren, aangezien de kans dat de meerderheid van de zandspiering in de bodem zit op dat moment het grootst is. De bemonstering werd uitgevoerd in de nachten van 25-28 juni 2018. De nacht van 25-26 juni leek qua weersomstandigheden geschikt om te bemonsteren. Na bemonstering van de meest zuidelijke locatie in de ebgeul, bleek bemonstering op de noordelijke locatie door de aanwezigheid van golven en stroming echter toch niet mogelijk. Tijdens de nacht van 26-27 juni kon er gevist worden en zijn er 20 trekken uitgevoerd. In de nacht van 27-28 juni is er opnieuw uitgevaren en is er zonder succes lange tijd geprobeerd te vissen. De weersomstandigheden maakten het voor de VLI5 echter onmogelijk om veilig het net uit te zetten.



Figuur 2.3: De zandspieringkor hangend met de kettingmat achter de tanden (linker figuur), de kor staand op de tanden (middelste figuur) en één van de tanden met een totale lengte van 15 cm, waarvan 10 cm uitstekend om in de bodem door te dringen (rechterfiguur).



Figuur 2.4: De zandspieringkor: aanpassingen uitgevoerd voor de Amelander Zeegat bemonstering 2018. Links een rooster in de zijkant en rechts rooster aan de voorkant.

De 21 uitgevoerde trekken zijn uitgevoerd met een zo constant mogelijke vaarsnelheid (wat lastig is bij de stromings- en golfomstandigheden), waarbij een afstand van 108 tot 209 m is bevist in een tijdsduur tussen de 2 en 4 minuten.

2.4 Verwerking vangst

De volledige vangst is gesorteerd op soort. Vervolgens zijn verschillende soortgroepen verschillend behandeld:

- Zandspierungen: gemeten (mm), individueel gewogen (0,5 g), ingevroren voor controle op het lab.
- Grondels: gemeten (cm, naar beneden afgerond, bv. 10,8 cm als 10 cm), ingevroren voor determinatie op het lab.
- Overige vissoorten: gemeten (cm, naar beneden afgerond bijv. 10,8 cm als 10 cm)
- Schelpdieren: gemeten (mm)
- Overige soorten: geteld

Registratie is in eerste instantie gebeurd op papier, vervolgens zijn de gegevens ingevoerd in het WMR-invoerprogramma Billie8.

De determinatie van de zandspierungen is op het lab uitgevoerd, tezamen met de zandspierungen uit het Eierlandse gat en de zandspierungen van de Natuurlijk Veilig kustsurvey bij Schiermonnikoog. Om de leeftijdssamenstelling te bepalen, zijn 5 otolieten per cm-klasse van kleine zandspierung (60 otolieten) en Noorse zandspierung (19 otolieten) verzameld. Vervolgens zijn deze afgelezen en is de data toegevoegd aan de Billie8-files. De ingevoerde data zijn vervolgens door de databeheerder met behulp van standaardcontroles gecontroleerd op invoerfouten en daarna toegevoegd aan de WMR FRISBE database.

2.5 CTD

Op de metalen kap van de zandspieringkor is een Valeport CTD bevestigd om temperatuur en zoutgehalte te bepalen. Tijdens het instelling van de CTD is er iets misgegaan waardoor de registratie van gegevens niet heeft plaatsgevonden. Eventuele ruimtelijke verschillen in temperatuur en zoutgehalte zijn hierdoor niet inzichtelijk te maken en kunnen dus ook niet gebruikt worden om de

verspreiding van zandspiering te verklaren. De temperaturen in september 2017 lagen tussen 15.4-16.6 °C. Tijdens de Eierlandse gat bemonstering in de week voorafgaande aan de Amelander Zeegat bemonstering, zijn wel CTD gegevens verzameld. Hoogstwaarschijnlijk zijn de temperaturen in het Amelander Zeegat vergelijkbaar met die in het Eierlandse gat (16,8-18 °C) en daarmee iets hoger dan in september.

2.6 Analyse

De totale vangstsamenstelling (vissen en bodemdieren) is geanalyseerd met behulp van Principal Component Analysis (PCA) om te bepalen of op basis van de soortensamenstelling de trekken van elkaar zijn te onderscheiden. De soortensamenstelling kan vervolgens worden gebruikt om verklaringen te vinden voor verschillen in soortgemeenschap op basis van locatie of omgevingsfactoren. Voor de PCA zijn alleen de soorten gebruikt die in meer dan vier trekken voorkwamen. Deze keus is gemaakt om de analyses niet te laten leiden door een bij toeval gevangen mogelijk zeldzame soort. Gewone garnaal, die in alle trekken was gevangen, is uit de analyse weggelaten. Verder zijn de kwallen en pelagische soorten verwijderd omdat deze waarschijnlijk niet gelinkt zijn aan de bodemhabitat. Uiteindelijk zijn 12 soorten meegenomen in de PCA-analyse.

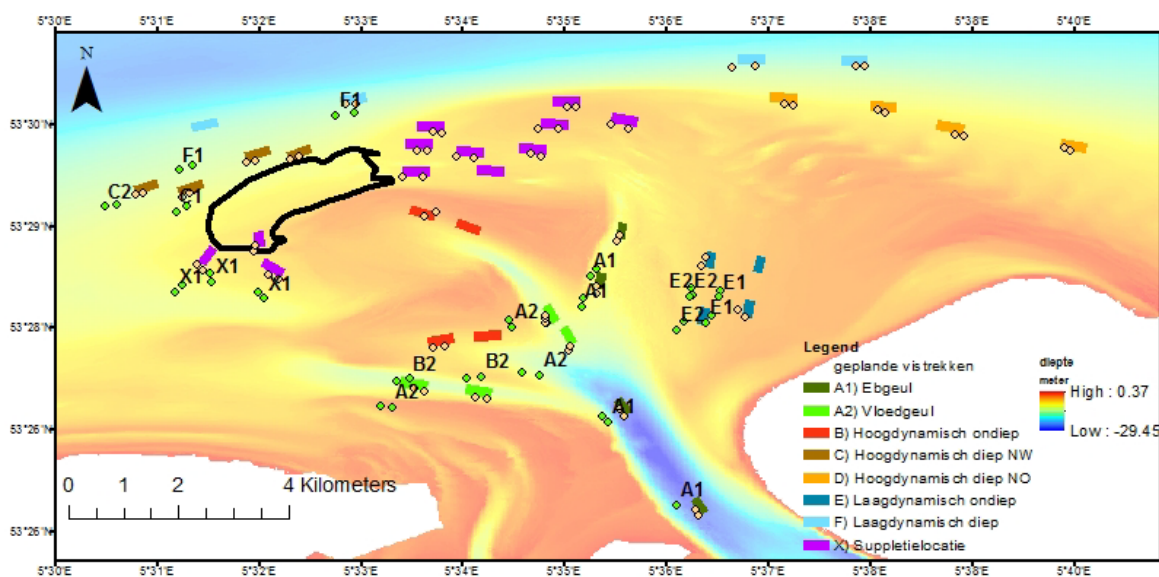
3 Resultaten

Van de 40 geplande posities zijn er 20 bemonsterd. Eén locatie is tweemaal bemonsterd omdat de eerste uitgevoerde trek ongeldig was, waardoor er 21 trekken zijn uitgevoerd verdeeld over de deelgebieden (Tabel 2). Bij de eerste trek is de registratie niet goed gegaan. De locatie van deze trek is gebaseerd op achteraf verkregen AIS (5 min) registraties waardoor de startlocatie alleen bij benadering beschikbaar is. Gegevens over de afgelegde afstand zijn hierdoor niet beschikbaar. De trekgegevens zijn opgenomen in Bijlage 1.

Tabel 2: verdeling van de trekken over de deelgebieden.

Code	Deelgebied	Aantal trekken
A1	Ebgeul	4
A2	Vloedgeul	3
B	Hoogdynamisch ondiep	2
C	Hoogdynamisch diep NW	2
D	Hoogdynamisch diep NO	0
E	Laagdynamisch ondiep	4
F	Laagdynamisch diep	2
X	Suppletielocatie	3

Door verschillende malen omzetten van de coördinaten, van Rijksdriehoeksstelsel naar wgs84, en vervolgens decimalen naar seconden, is er een fout ingeslopen wat geresulteerd heeft in verschoven bemonsterde posities ten opzichte van de planning (Figuur 3.1).

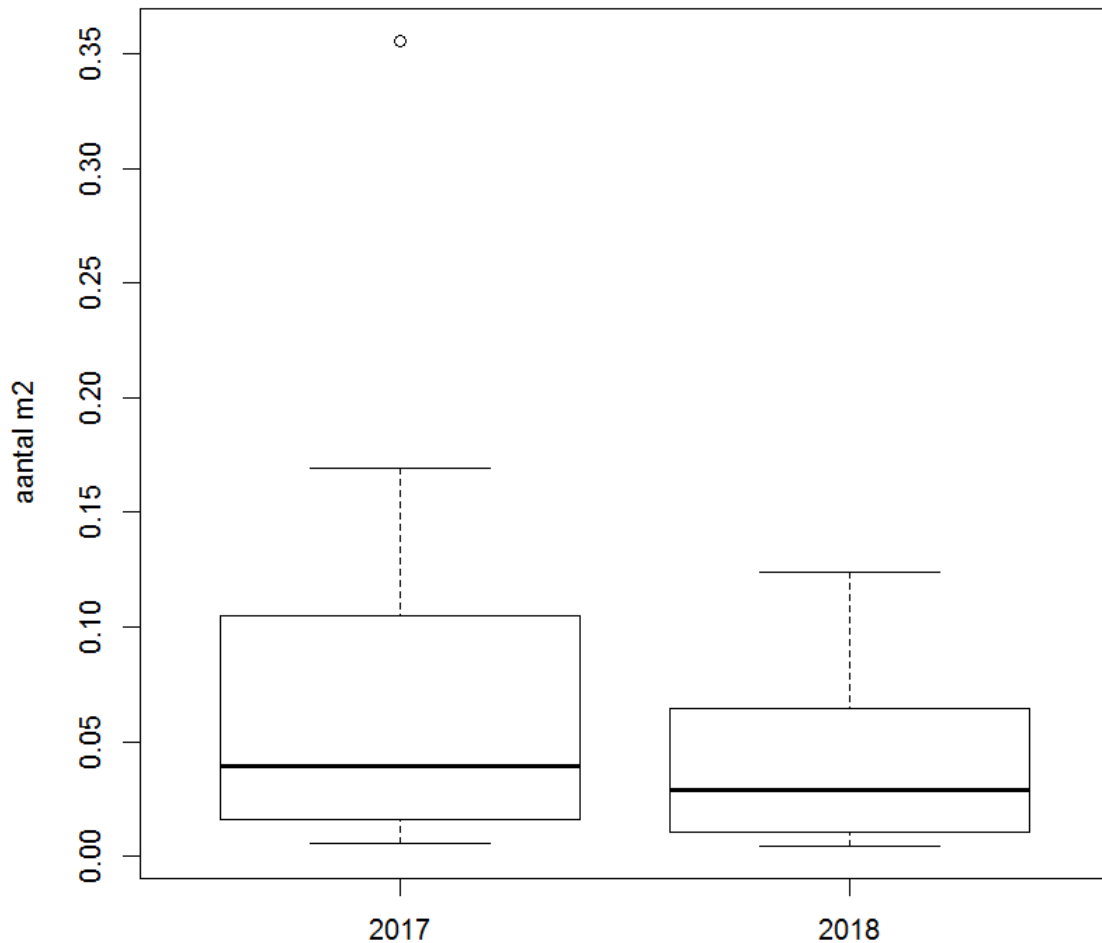


Figuur 3.1: Start en eindpunt van de bemonsterde locaties in 2017 (gele ruiten) en 2018 (groene ruiten) en de geplande locaties. De letter- en cijfercombinaties zijn de geplande codes van de in 2018 bemonsterde locaties. Ook de omtrek van de meeste recente inschatting van de suppletie is opgenomen (zwarte lijn).

3.1 Zandspierungen

In het totaal zijn er 116 zandspierungen gevangen, verdeeld over 15 van de 20 geldige trekken. Van de 116 zijn er in het lab 107 gedetermineerd als kleine zandspierung (*Ammodytes tobianus*) en 9 als Noorse zandspierung (*Ammodytes marinus*). Smelt (*Hyperoplus lanceolatus*) is niet gevangen. In de trekken waarin zandspierungen gevangen zijn, varieerden de aantallen tussen de 0,004 en 0,124 m².

De maxima liggen hiermee wel lager dan in 2017, maar gemiddeld vergelijkbaar met 2017 (Figuur 3.2).



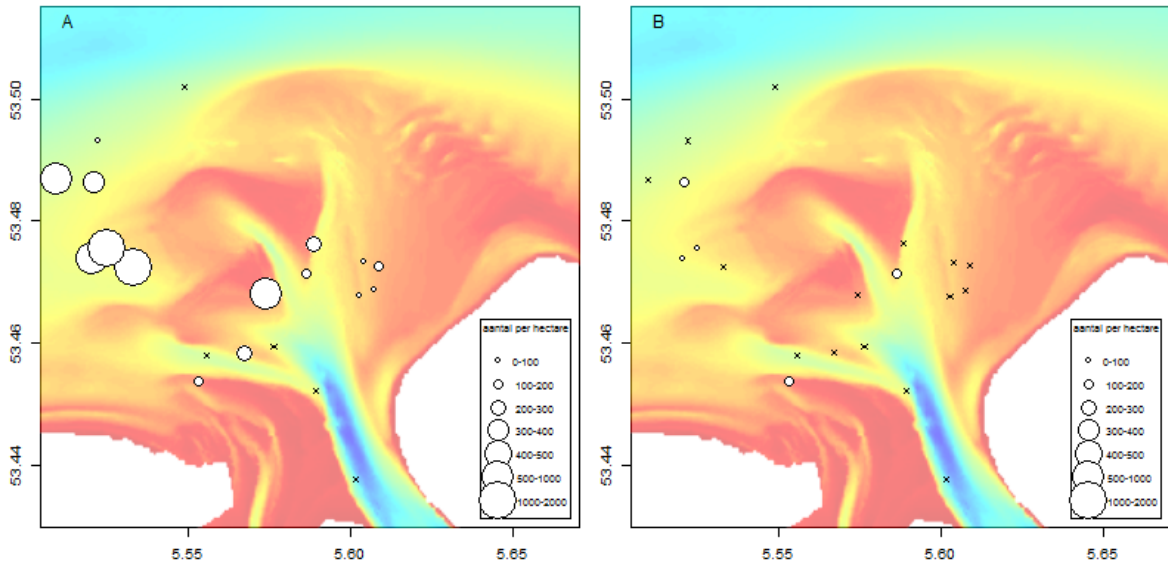
Figuur 3.2: Boxplot gebaseerd op de aantallen zandspieren per m² per trek waarin zandspieroog gevangen is. 30 trekken in 2017 en 15 trekken in 2018.

3.1.1 Kleine zandspieroog

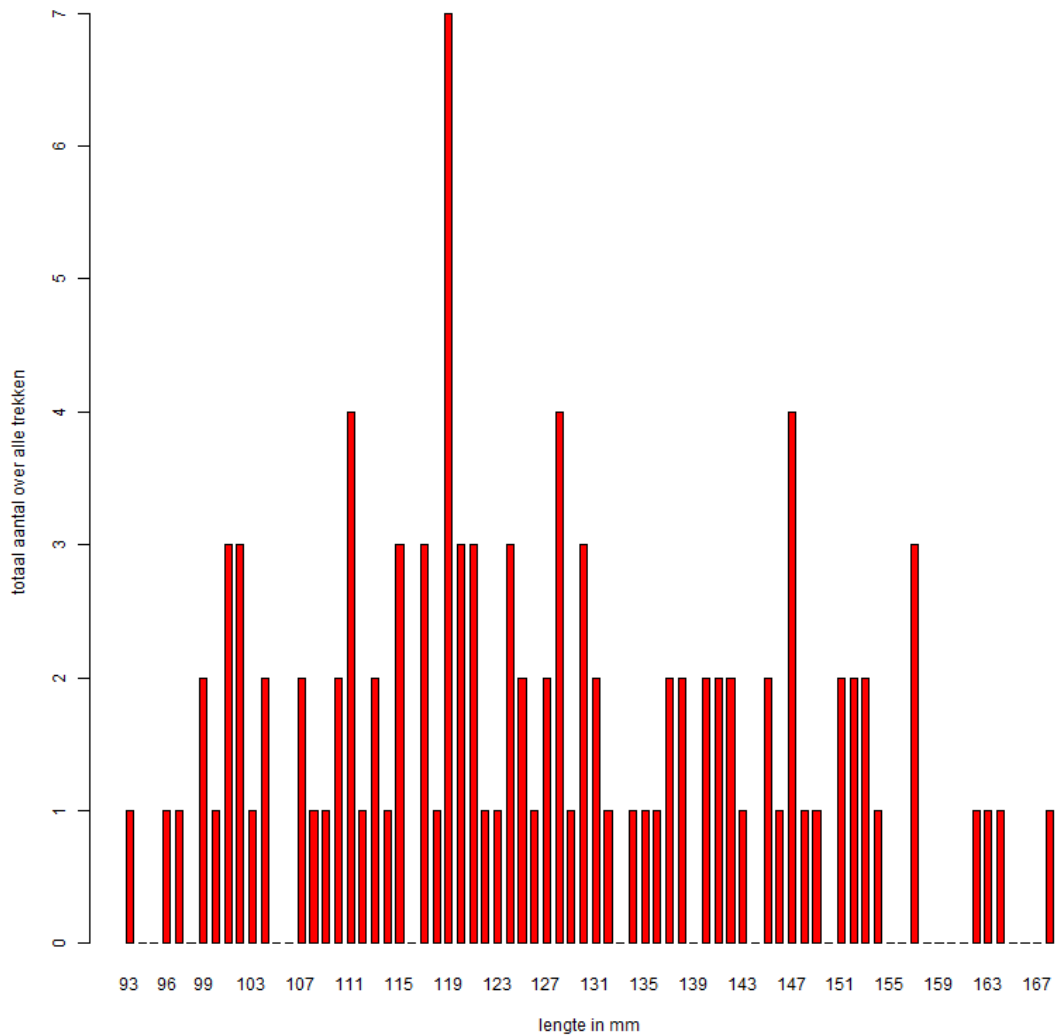
Met 107 individuen was de kleine zandspieroog de meest gevangen vissoort. De kleine zandspieroog is in 15 van de 21 trekken gevangen. Kleine zandspieroog was niet gevangen in de Ebgeul locaties en ook niet in de enkele trek in Laag dynamisch diep (Figuur 3.3A). De hoogste aantallen zijn aangetroffen in de X1 Suppletie locaties en de Hoogdynamisch diep NW locaties.

Kleine zandspieroog varieerde in lengte van 93 tot 168 mm (Figuur 3.4). Er zijn geen duidelijke cohorten waarneembaar in het figuur. Alle zandspieroog waarvan otolieten zijn genomen (de gehele lengte range incl. de exemplaren gevangen in het Eierlandse gat) waren 1 jaar oud. Individuen uit de paaiperiode februari-april 2018, de 0-jarige, zijn niet aangetroffen.

De brede spreiding in lengtegroei en otolietgroei geeft de indruk dat de gevangen zandspieroogen onderdeel uit moeten maken van twee verschillende cohorten. Er is echter geen duidelijk onderscheid te maken tussen deze twee cohorten op basis van de gegevens in Figuur 3.4. De ruimtelijke verspreiding van de lengtes geeft niet het beeld dat er locaties zijn waar met name kleintjes dan wel grote zandspieroogen zijn gevangen.



Figuur 3.3: Aantal zandspieringen per hectare: A) kleine zandspiering; B) Noorse zandspiering; x=nul waarneming.



Figuur 3.4: Het aantal kleine zandspieringen per lengte, gebaseerd op de som van de aantallen over alle trekken.

3.1.2 Noorse zandspiering

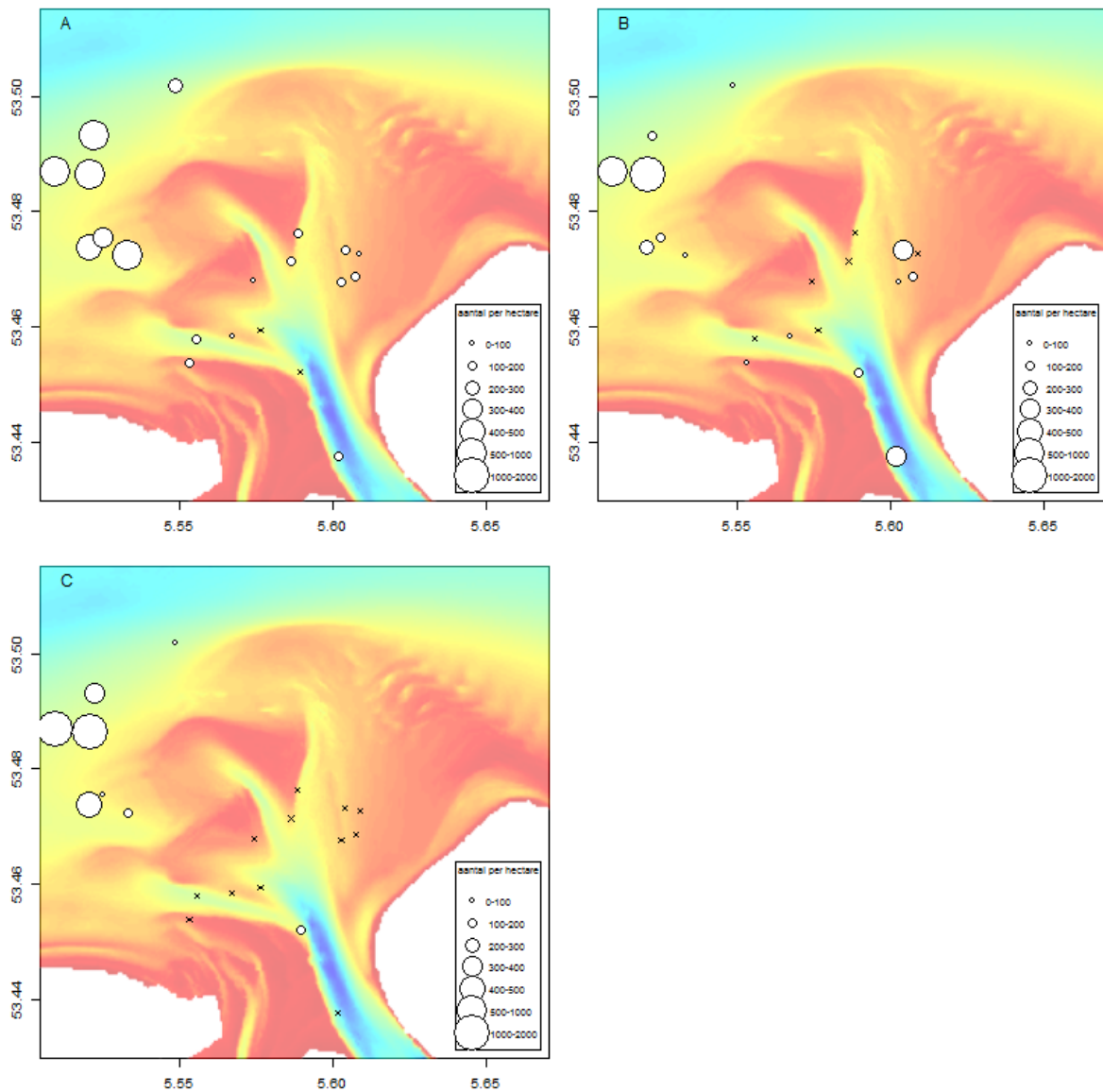
Er zijn 9 Noorse zandspieringen gevangen in 5 trekken (Figuur 3.3A), welke varieerden in lengte tussen de 56 en 122 mm (5 tussen 56-66 mm en 4 tussen 95 en 122 mm). In de diepere locaties van de geul, waar Noorse zandspiering werd verwacht op basis van de 2017 bemonstering, zijn ze niet gevangen. Van de 5 kleinste Noorse zandspiering zijn 2 otolieten genomen beide leeftijd 0. De 4 grotere waren allen leeftijd 1. De Noorse zandspieringen gevangen in het Eierlandse gat, 18 individuen, hadden een lengterange van 94 -108 mm en bleken op basis van de otolieten allen 1-jarig.

3.2 Platvissen

Tijdens de bemonstering zijn eveneens de platvissen schol (*Pleuronectes platessa*), tong (*Solea solea*), schar (*Limanda limanda*) en schurftvis (*Arnoglossus laterna*) gevangen. Er is één schurftvis gevangen, de andere 3 soorten zijn in grotere aantallen gevangen (Figuur 3.5). In totaal zijn er 101 schollen, 73 tongen en 77 scharren gevangen (Tabel 3), hoogstwaarschijnlijk allemaal 0-jarige platvis, gesetteld eerder in het voorjaar. In september 2017 waren de vangsten aan platvis lager en zijn er ook enkele grotere, oudere individuen van tong en schar gevangen.

Tabel 3: Vangsten van schol, tong en schar per lengte range in 2017 en 2018.

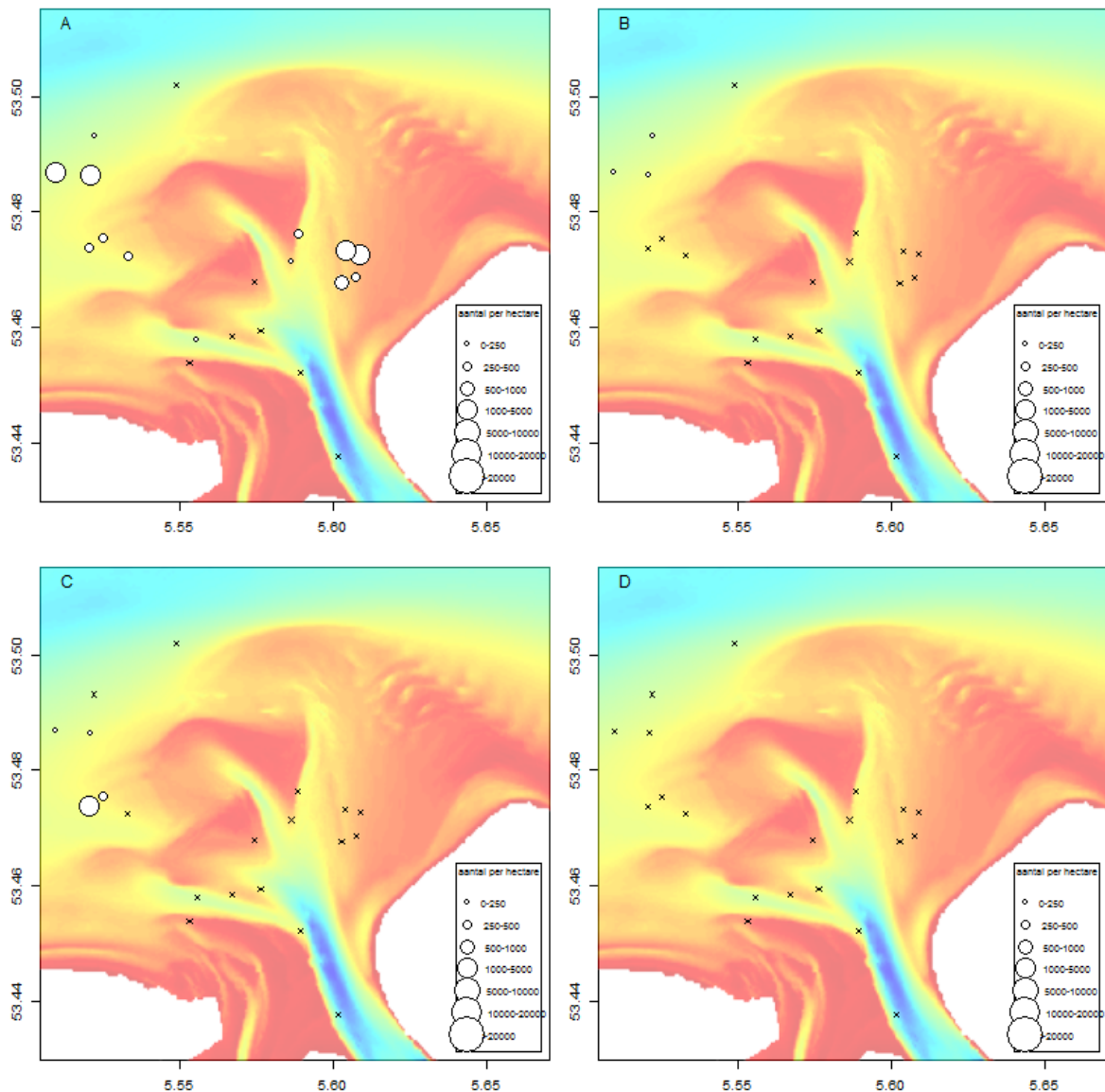
Jaar	Soort	Lengte range	Aantal
2017	Schol	6-12 cm	19
2017	Tong	7-12 cm	15
2017	Tong	27-34 cm	2
2017	Schar	5-7 cm	7
2017	Schar	15-23 cm	17
2018	Schol	4-10 cm	101
2018	Tong	1-6 cm	73
2018	Schar	2-4 cm	77



Figuur 3.5: Aantal platvis per hectare: A) Schol; B) Tong; C) Schar; x=nul waarneming.

3.3 Schelpdieren

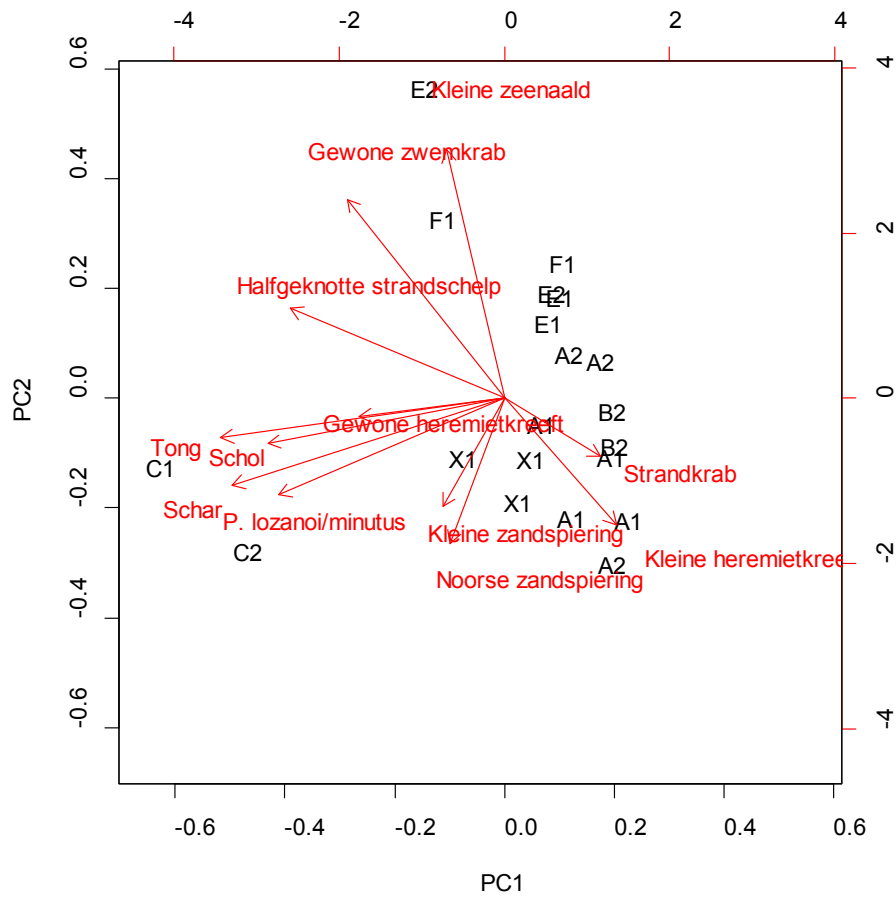
Er werden drie verschillende schelpdiersoorten gevangen; halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*), zaagje (*Donax vittatus*) en nonnetje (*Limecola balthica*) (Figuur 3.6). *Ensis* is niet aangetroffen (Figuur 3.6 D). De schelpdieren zijn voornamelijk gevangen in de Noordzezijde van het gebied. Halfgeknotte strandschelp is ook gevangen in het gebied laag dynamisch ondiep.



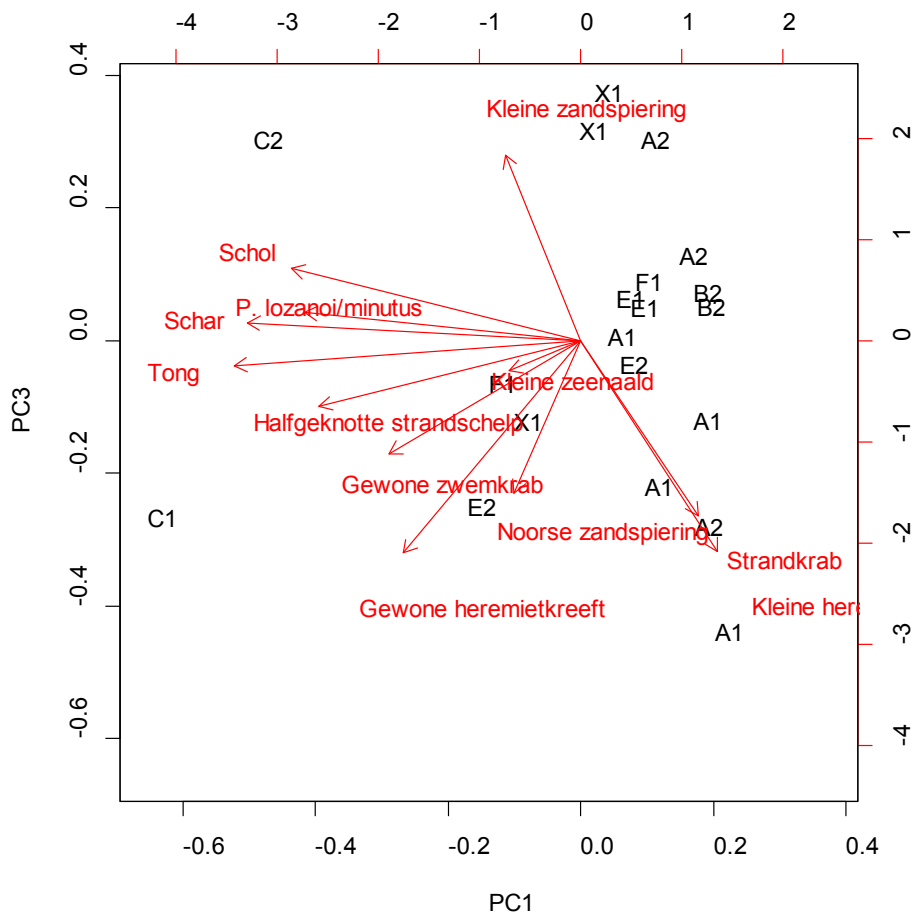
Figuur 3.6: Aantal schelpdieren per hectare: A) halfgeknotte strandschelp; B) nonnetje, C) zaagje, en D) *Ensis sp.*; x=nul waarneming.

3.4 Gemeenschappen

De Principal Component Analysis (PCA) laat zien dat de trekken in het Hoogdynamisch diep NW (C) het grootste verschil vertonen met de meeste overige trekken (PC1 Figuur 3.7). Dit wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van nagenoeg alle in de analyse meegenomen soorten, met uitzondering van de strandkrab (*Carcinus maenas*) en kleine heremiet (*Diogenes pugilator*). Op de tweede as worden de trekken in laag dynamisch diep (F) en ondiep (E) gescheiden, wat voornamelijk gebeurt door de aanwezigheid van kleine zeenaald, gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*) en halfgeknotte strandschelp. De trekken in de geulen (A1 en A2) en die op de suppletie locatie (X) liggen in de analyse dichtbij elkaar. Op de derde as wordt een deel van deze trekken zichtbaarder gescheiden van de andere locaties (Figuur 3.8). Tezamen verklaren de eerste twee principale componenten 54% (PC1: 36,6%; PC2: 17,3%) van de variantie. De derde principale component verklaart nog 12% van de variantie.



Figuur 3.7: Resultaten van de eerste twee assen van de PCA, in zwart de trekken en in rood de verklarende soorten.



Figuur 3.8: Resultaten van de eerste en derde as van de PCA, in zwart de trekken en in rood de verklarende soorten.

4 Conclusies

De T₀-bemonstering in september 2017 liet zien dat kleine zandspiering en Noorse zandspiering wijdverspreid waren in het Amelander Zeegat, met uitzondering van de laagdynamische diepe zeezijde. Daarnaast bleek dat juveniele zandspiering bijna uitsluitend op een klein gebied werd aangetroffen (van Hal, 2017). De juni 2018 bemonstering kan dit beeld niet bevestigen. Dit komt deels vanwege het beperktere aantal trekken dat kon worden uitgevoerd wegens het ingezette schip en de slechte weersomstandigheden waardoor er maar enkele locaties in beide periodes bemonsterd zijn en deels vanwege een verschil in vangsten. Op basis van de overlappende trekken uit 2017 en 2018 blijkt dat er in 2018 locaties waren waar geen zandspiering is gevangen, terwijl hier tijdens de bemonstering in 2017 wel zandspiering werd aangetroffen (o.a. de diepe geul). Daartegenover staat dat in het gebied Hoogdynamisch diep NW (C) en de dichtbij gelegen trekken Suppletie locatie (X) juist hogere aantallen kleine zandspiering zijn gevangen dan in 2017.

Een groot verschil tussen 2017 en 2018 is de verhouding tussen kleine en Noorse zandspiering waarbij nauwelijks Noorse zandspiering is gevangen in 2018. In de enige trek in het Eierlandse gat in 2018 (diepte 8 m) waarin zandspiering was geregistreerd, was de verhouding andersom met meer Noorse dan kleine zandspiering. Tijdens de kustsurvey voor het programma Natuurlijk Veilig, werd de voorover bij Schiermonnikoog bemonsterd in bijna dezelfde periode, waarbij enkel kleine zandspiering (9 individuen) was gevangen.

De dichtheden van zandspiering in het Amelander Zeegat (2018 max 0,12 m²; 2017 max 0,35 m²) zijn laag in vergelijking met andere studies (Holland e.a., 2005; Greenstreet e.a., 2006; Brown & May Marine Ltd., 2012; Tien e.a., 2017).

Idealiter zou dit verschil in dichtheid verklaard kunnen worden op basis van de habitatsgeschiktheid, zodat er een inschatting gemaakt kan worden van de habitatgeschiktheid van het Amelander Zeegat voor zandspiering. Maar het is aannemelijk dat een deel van de verschillen wordt veroorzaakt door methodische variatie. Deze, met name het gebruikte tuig maar ook het moment van bemonsteren (tijdstip van de dag, seizoen), maken een vergelijking tussen de studies lastig. Geen van de studies geeft een inschatting van de vangstefficiënt (welk deel van de aanwezige zandspiering wordt gevangen met de methode) en daardoor is het niet mogelijk om een absolute schatting van het aantal zandspierungen te geven en op basis daarvan de verschillende studies te vergelijken. Een aanvullende studie waarbij de vangstefficiëntie van de zandspieringkor met die van een benthosschaaf (Tien e.a., 2017) vergeleken zou worden, was voor dit jaar gepland maar kon vanwege technische aspecten niet uitgevoerd worden. Dit zou een vergelijking met de studies waarbij gebruik is gemaakt van een benthosschaaf mogelijk maken, maar nog steeds geen absolute schatting van de aanwezige zandspiering opleveren.

De studies van Holland e.a. (2005) en Brown & May Marine Ltd. (2012) zijn uitgevoerd in gebieden waar zandspieringvisserij plaatsvindt en dus bekende zandspiering gebieden zijn. De studie van Holland e.a. (2005) rapporteert enkele tientallen zandspiering per m², echter, zij gebruiken een happer waardoor deze getallen niet te vergelijken zijn met de resultaten in dit onderzoek. Brown & May Marine Ltd. (2012) gebruiken, net als in deze studie, de zandspieringkor (echter geen aangepast model zoals hier gebruikt is) en rapporteren op sommige locaties in hun studiegebied bij de Doggerbank hogere dichtheden. Dit resultaat suggereert dat de habitatsgeschiktheid van de Doggerbank beter is dan in het Amelander zeegat. Tien e.a. (2017) gebruiken een benthosschaaf en laten zien dat hun vangsten in enkele plekken van de Voordelta hoger zijn dan de vangsten in het Amelander Zeegat.

Deze studies (Holland e.a., 2005; Tien e.a., 2017) hebben op basis van hun vangsten een relatie gelegd tussen het relatieve voorkomen van zandspiering en sediment. De Noorse zandspiering (Holland e.a., 2005; Tien e.a., 2017) en kleine zandspiering (Tien e.a., 2017) hebben een voorkeur voor middel tot grof zand. Noorse zandspierungen lieten vermindering van gebieden met meer dan 20% fijn zand (63 tot 250 µm) zien, terwijl vanaf 60% medium zand (250-710 µm) en vanaf 20% grof zand (710-2000 µm) een voorkeur werd aangetoond (Holland e.a., 2005). De sedimentsamenstelling

in het Amelander Zeegat bestaat voor het grootste deel (>90%) uit fijn tot middel zand (125-500 µm) (Verduin en Engelberts, 2017a). Het sediment bestaat op zo goed als alle locaties in het Amelander Zeegat uit meer dan 50% fijn zand en maximaal uit 45% middel zand. Op basis van de resultaten uit de andere studies, blijkt dat zandspiering een voorkeur heeft voor grover sediment dan aanwezig in het Amelander Zeegat. Dit is mogelijk mede de verklaring voor de lagere dichtheden in vergelijking met andere gebieden.

Door het lage aantal Noorse zandspiering valt er weinig te zeggen over de verspreiding van verschillende lengtes dan wel leeftijden. De kleinste specimen lijken van de jaarklasse van 2018 te zijn, terwijl de anderen groter dan 90 mm van de jaarklasse 2017 zijn. Samen met de september 2017 gegevens, betekend dit dat de jaarklasse 2017 sinds september 2017 ongeveer 3 cm gegroeid is en dat de jaarklasse 2016, die in september volop aanwezig was, niet meer is aangetroffen. De ruimtelijke verspreiding van kleine zandspiering laat geen verschil in lengtes dan wel leeftijden zien, zoals met een beperkt aantal trekken dichtbij elkaar met 0-jarige zandspiering (jaarklasse 2017) wel zichtbaar was in de 2017 data. De jaarklasse 2017 wordt in 2018 op meerdere locaties aangetroffen. De lengtes vergelijkend tussen september 2017 en juni 2018 laat zien dat de jaarklasse 2017 ongeveer 6 cm is gegroeid (van 10 cm in september naar 16 cm in juni 2018). De jaarklasse 2016, volop aangetroffen in september 2017, is nu niet meer gevangen. De 9 kleine zandspierungen gevangen in de Natuur Veilig kustsurvey bij Schiermonnikoog waren twee individuen van leeftijd 0 (lengte 79 en 82 mm), 6 individuen van leeftijd 1 (lengte 95 tot 158 mm) en één individu van leeftijd 2 (lengte 152 mm). Dit is dus vergelijkbaar met de gegevens uit de zeegaten, waar voornamelijk 1-jarige specimen zijn gevangen. Het ontbreken van zandspierungen met een leeftijd van 2 jaar roept de vraag op waar deze gebleven zijn, de verwachting is namelijk dat ze ouder kunnen worden. Daarnaast roept de groei die volgens deze gegevens plaats zou hebben moeten vinden vraagtekens, 6 cm is best wel veel groei in een periode waarin ze vooral in zand hebben gezeten zonder te foerageren. Hierdoor wordt de leeftijdsdeterminatie enigszins in twijfel wordt getrokken. Vergelijkbare twijfel was al verwoord in een eerdere studie door ons uitgevoerd aan zandspiering otolieten in de Voordelta (Vanoverbeke, 2016). Daarin werd aangegeven dat de ringstructuur vaak vaag was en het lastig was "valse ringen" van de daadwerkelijke jaarring te onderscheiden, vooral bij kleine zandspiering. De meest lastige otolieten waren in die studie opgestuurd naar Denemarken voor een validatie. De Denen hebben alleen de otolieten van Noorse zandspiering bekeken en classificeerden deze vaak ouder dan wij hadden gedaan (Vanoverbeke, 2016).

Het beperkte aantal locaties waar in 2018 schelpdieren zijn gevangen, wordt veroorzaakt doordat het buitenste gebied, waar ze in 2017 vooral waren aangetroffen, niet is bemonsterd. De locaties waar in 2018 de schelpdieren zijn gevangen, komen overeen met de locaties in 2017. Daarnaast zijn er nu ook halfgeknotte strandschelpen gevonden in het gebied laagdynamisch ondiep, waarin 2017 niet alle stations waren bemonsterd. Deze waarnemingen komen overeen met schelpdiervangsten met de boxcore (Verduin en Engelberts, 2017b).

Opvallend in de juni 2018 bemonstering waren de 0-jarigen platvissen welke in veel hogere aantallen werden aangetroffen dan in september 2017. Hierbij speelt waarschijnlijk voornamelijk seizoensvariatie een rol, maar mogelijk ook de jaarlijkse variatie. Veel platvissoorten vestigen zich na de metamorfose in ondiepe gebieden en verspreiden zich naar diepere gebieden naarmate ze groeien (van Keeken e.a., 2007). Op het eind van het groeiseizoen (september) zijn de meeste verdwenen uit het gebied waar ze begonnen waren.

Jaarlijkse variatie in aantallen wordt veroorzaakt door de hoeveelheid aanwas maar ook waar deze terechtkomt langs de kust (Bolle e.a., 2009). Uit voorlopige resultaten van de jaarlijkse visbemonstering in de kustzone en de Waddenzee in augustus-oktober 2018 komt naar voren dat er met name heel veel 0-jarige schol is aangetroffen, zelfs tot buiten het bekende verspreidingsgebied. Het is hierdoor aannemelijk dat er ook eerder in het jaar tijdens de bemonstering in het Amelander Zeegat al veel meer 0-jarige schol aanwezig was dan in het voorjaar van 2017 en logischerwijze in september 2017.

Een belangrijke reden om de zandspiering te onderzoeken is hun rol als voedsel voor vogels en dan met name grote stern. In de Waddenzee broedt de grote stern vanouds op Griend, maar in recente jaren heeft deze soort zich in grote kolonies, dicht bij de Noordzee gevestigd: op de Feugelpôle op

Ameland (aan het Amelander Zeegat) en in Utopia op Texel (aan het Eierlandse Gat; (Leopold en Engels, 2014)). In 2017 zijn na hoog water alle jongen van de kolonie op Feugelpôle opgegeten door stormvogels en in 2018 zijn de grote sterns niet teruggekeerd. Wel zijn er dwergsternen (*Sternula albifrons*) gaan broeden, welke ook zandspieren eten.

Zandspieren is altijd een belangrijke prooi soort geweest van de grote sterns in de Waddenzee (Veen, 1977; Stienen en Van Beers, 2000). In 2014 is op de Feugelpôle op Ameland faeces van grote sterns verzameld. Zandspieren (*Ammodytidae*) waren de belangrijkste prooidieren (49% van de gevonden prooi soorten), gevolgd door haringachtigen (25%). Dit beeld was vergelijkbaar op Texel (Engels, 2015; van der Beek, 2017), terwijl het dieet van de jonge sterns (op basis van directe waarnemingen aan aangevoerde prooi) nog een aanzienlijk hoger aandeel zandspieren bevatte (Engels, 2015). Zandspieren zijn dus belangrijke prooi voor de grote sterns in de Waddenzee en Noordzeekustzone. Wáár de vogels deze prooi vangen is echter niet goed bekend. De verwachting is dat de zeegaten belangrijke foerageergebieden zijn voor deze vogels (Veen, 1977; Baptist en Leopold, 2010). De aanwezigheid van sterns was ook zichtbaar tijdens de zandspieren bemonstering (persoonlijke observatie). De vogels vangen zandspieren van verschillende leeftijden: net uit het ei gekropen kuikens krijgen bijvoorbeeld hele kleine vissen gevoerd. Het ligt voor de hand dat de grote sterns een uitstekende terreinkennis hebben, en weten waar ze zandspieren het beste kunnen vangen, en ook waar ze kleine, respectievelijk grote zandspieren het beste kunnen vangen. Hoe, en waar ze dit doen is onderwerp van een studie waarbij onder meer geavanceerde gps- en gedragsloggers op een aantal grote sterns, broedend op Texel, zijn aangebracht in 2018¹. Hierdoor hopen we een beter beeld te krijgen van de micro-verspreiding van grote sterns, in en rond het Eierlandse Zeegat en zoals de eerste gegevens hebben laten zien ook het Amelander Zeegat. De zandspieren zijn dus een belangrijke prooi soort, echter het belang van de zandspieren in het Amelander Zeegat voor de grote sterns, is onbekend. Eventuele effecten van de geplande suppletie op de zandspieren en de gevolgen voor sterns is op dit moment nog niet in te schatten.

4.1.1 Samenvattende conclusies

- De begaanbaarheid van het gebied zorgt er voor dat bemonstering uitsluitend bij zeer goede weers- en stromingsomstandigheden kan plaatsvinden.
- De gestarte activiteiten voor de zandsuppletie kunnen mogelijk al onbekende effecten hebben gehad.
- Er is veel minder Noorse zandspieren gevangen in 2018 dan in 2017 (2018: 9 Noorse zandspieren verspreid over 5 van de 20 trekken; 2017: 197 verspreid over 24 van de 35 trekken).
- De verspreiding van de in juni 2018 gevangen zandspieren komt niet overeen met de verspreiding in september 2017.
- Zandspieren prefereert een grovere sedimentsamenstelling dan in het Amelander Zeegat is aangetroffen.
- De verspreiding van schelpdieren in de laagdynamisch diepe buitenzone is vergelijkbaar met de verspreiding in september 2017.
- Opvallend was de grote hoeveelheid jonge platvissen in juni 2018, ten opzichte van de vangsten in september 2017.

¹ <http://www.uva-bits.nl/project/foraging-locations-of-sandwich-tern-in-an-ebb-tidal-delta/>

5 Dankwoord

Onze dank gaat uit naar Sander van Rijswijk van CIV den Oever voor het meedenken over het ontwerp van de zandspieringkor en zijn enthousiasme om met nieuwe ideeën voor het ontwerp te komen. Ook gaat onze dank uit naar de bemanning van de VLI5 voor hun gastvrijheid aan boord en hun inzet tijdens de bemonsteringsdagen in het Eierlandse gat en Amerlander Zeegat.

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

Literatuur

- Baptist, M. J. en M. F. Leopold (2010) Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis* 152: 815-825.
- Bolle, L. J., M. Dickey-Collas, J. K. L. van Beek, P. L. A. Erftemeijer, J. I. J. Witte, H. W. van der Veer en A. D. Rijnsdorp (2009) Variability in transport of fish eggs and larvae. III. Effects of hydrodynamics and larval behaviour on recruitment in plaice. *Marine Ecology Progress Series* 390: 195-211.
- 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., S. Gastauer, S. M. M. Fässler, I. Tulp, H. W. van der Veer en J. J. Poos (2016) Abundance and tidal behaviour of pelagic fish in the gateway to the Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 109: 42-51.
- Elias, E., A. Van der Spek, Z. B. Wang en J. De Ronde (2012) Morphodynamic development and sediment budget of the Dutch Wadden Sea over the last century. *Netherlands Journal of Geosciences* 91: 293-310.
- Engelhard, G. H., M. A. Peck, A. Rindorf, S. C. Smout, M. van Deurs, K. Raab, K. H. Andersen, S. Garthe, R. A. M. Lauerburg, F. Scott, T. Brunel, G. Aarts, T. van Kooten en M. Dickey-Collas (2014) Forage fish, their fisheries, and their predators: who drives whom? *ICES Journal of Marine Science* 71: 90-104.
- Engels, B. W. R. (2015) Utopia of utopie? De grote stern op Texel: Wat zijn de ecologische knelpunten van het broedgebied Utopia? Onderzoeksrapport Wageningen-IMARES en Hogeschool van Hall-Larenstein.
- Gauld, A. (1990) Movements of lesser sandeels (*Ammodytes marinus* Raitt) tagged in the northwestern North Sea. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 46: 229-231.
- Greenstreet, S. P. R., E. Armstrong, H. Mosegaard, H. Jensen, I. M. Gibb, H. M. Fraser, B. E. Scott, G. J. Holland en J. Sharples (2006) Variation in the abundance of sandeels *Ammodytes marinus* off southeast Scotland: an evaluation of area-closure fisheries management and stock abundance assessment methods. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1530-1550.
- Heessen, H. J. L., J. R. Ellis en N. Daan (2015) Fish Atlas Of The Celtic Sea, North Sea, And Baltic Sea, KNNV uitgeverij.
- Holland, G. J., S. P. R. Greenstreet, I. M. Gibb, H. M. Fraser en M. R. Robertson (2005) Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat preferences in the marine environment. *Marine Ecology Progress Series* 303: 269-282.
- Leopold, M. F. en B. W. R. Engels (2014) De grote stern: een zeestern gaat binnendijks. in: J. de Raad (ed.): *Texel is anders. Landschap, (cultuur)historie en natuur*. Uitgave van Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer, pp 238-247.
- Leopold, M. F. en M. J. Baptist (2016) De buitengewone biologie van de buitendelta's van de Nederlandse Waddenzee. IMARES, (Rapport / IMARES C076/16) - 28 p.
- Rindorf, A., S. Wanless en M. P. Harris (2000) Effects of changes in sandeel availability on the reproductive output of seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 202: 241-252.
- Schipper, O. en J. A. van Dalfsen (2017) Meetstrategie en Meetplan T-nulmeting Ecologie Pilotsuppletie Buitendelta Amelander Zeegat. RWS 2017.
- Stienen, E. W. en P. W. Van Beers (2000) Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in Sandwich Terns *Sterna sandvicensis*. *Ardea* 88: 33-49.
- Tien, N. S. H., J. Craeymeersch, C. van Damme, A. S. Couperus, J. Adema en I. Tulp (2017) Burrow distribution of three sandeel species relates to beam trawl fishing, sediment composition and water velocity, in Dutch coastal waters. *Journal of Sea Research* 127: 194-202.
- Tulp, I., H. W. van der Veer, P. Walker, L. van Walraven en L. J. Bolle (2017) Can guild- or site-specific contrasts in trends or phenology explain the changed role of the Dutch Wadden Sea for fish? *Journal of Sea Research* 127: 150-163.
- van der Beek, I. (2017) De voedsel生态学 en verspreiding van de grote sterns (*Thalasseus sandvicensis*) van Texel. Onderzoeksrapport Wageningen-IMARES en Hogeschool van Hall-Larenstein.
- van Deurs, M., J. W. Behrens, T. Warnar en J. F. Steffensen (2011) Primary versus secondary drivers of foraging activity in sandeel schools (*Ammodytes tobianus*). *Marine Biology* 158: 1781-1789.
- van Hal, R. (2017) Zandspiering in het Amelander Zeegat. Wageningen Marine Research, rapport C102.17.
- van Keeken, O., M. Van Hoppe, R. E. Grift en A. D. Rijnsdorp (2007) Changes in the spatial distribution of North Sea plaice (*Pleuronectes platessa*) and implications for fisheries management. *Journal of Sea Research* 57: 187-197.

-
- Vanoverbeke, B. (2016) The Voordelta as a transitional habitat for sandeel populations (*Ammodytes* sp. & *H. lanceolatus*).
- Veen, J. (1977) Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich Tern (*Sterna s. sandvicensis* Lath.).
- Verduin, E. en A. Engelberts (2017a) T-nulmeting Benthos buitendelta Amelander Zeegat 2017. Eurofins AquaSense. Eurofins Aquasense.
- Verduin, E. en A. Engelberts (2017b) T-nulmeting Benthos buitendelta Amelander Zeegat 2017, Veldrapportage Benthos boxcorer. Eurofins AquaSense. Aquasense.

Verantwoording

Rapport C091/18

Projectnummer: 4312100077

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 Wageningen Marine Research

Akkoord: Lisanne van den Bogaart
Onderzoeker

Handtekening:

Datum: 5 december 2018

Akkoord: Jakob Asjes
Manager integratie

Handtekening:

Datum: 5 december 2018

Bijlage 1 Trekgegevens

Tabel b1.1: Overzicht van de trekken, datum en tijd. De geplande locatie (y_start, x_start, y_eind, x_eind), uitgevoerde coördinaten (lat_s, long_s, lat_e, long_e), beviste afstand in m. De kleuren corresponderen met de gebruikte kleuren in Figuur 3.1.

Locatie	dag	tijd	y_start	x_start	y_eind	x_eind	lat_s	long_s	lat_e	long_e	Bevist
A1_1	26	2305	53.482888	5.5922184	53.480197	5.5919662	53.4763	5.58843	53.47518	5.5875	134
A1_2	26	2316	53.474762	5.5887991	53.47207	5.5885472	53.47143	5.58638	53.47007	5.586	150
A1_3	27	351	53.454024	5.5914757	53.451538	5.5932214	53.45217	5.58933	53.45122	5.5905	134
A1_4	25	2232	53.437801	5.60397	53.435315	5.6057144	53.43773	5.60167			
A2_1	27	58	53.45668	5.5559111	53.456082	5.5603145	53.45388	5.55327	53.45362	5.55505	118
A2_2			53.455529	5.5664435	53.454931	5.5708467					
A2_3	26	2329	53.469141	5.5797775	53.466634	5.5814365	53.46795	5.57418	53.46675	5.57462	132
A2_3	27	40	53.465552	5.5824491	53.463045	5.5841078	53.45942	5.5764	53.45895	5.57923	192
A2_4			53.484832	5.5574525	53.483845	5.5616575					
B1_1			53.482708	5.565148	53.481293	5.568994					
B1_2	27	7	53.463151	5.5603767	53.463956	5.5646872	53.45793	5.55568	53.45832	5.5579	152
B2_1	27	20	53.464098	5.5681031	53.464382	5.5725949	53.4585	5.56722	53.45872	5.56972	167
B2_2			53.493543	5.5374412	53.494973	5.5412723					
C1_1	27	256	53.487837	5.5196206	53.489165	5.5235533	53.48645	5.52133	53.48563	5.51967	144
C1_2			53.493493	5.5305104	53.494775	5.5344864					
C2_1	27	308	53.487937	5.5123811	53.489305	5.5162749	53.48678	5.5099	53.48647	5.50803	132
C2_2			53.501876	5.6327712	53.501577	5.6372642					
D1_1			53.503361	5.6163454	53.503063	5.6208386					
D1_2			53.498697	5.6437027	53.498131	5.6481223					

Locatie	dag	tijd	y_start	x_start	y_eind	x_eind	lat_s	long_s	lat_e	long_e	Bevist
D2_1			53.495752	5.6638328	53.494928	5.6681369					
D2_2	26	2250	53.467364	5.612539	53.470044	5.6130295	53.46873	5.6073	53.46745	5.6064	150
E1_1	26	2241	53.474674	5.6143847	53.477354	5.6148755	53.47273	5.60872	53.47167	5.60858	131
E1_2	26	2204	53.475345	5.6064515	53.478025	5.6069418	53.47315	5.60387	53.47192	5.60422	134
E2_1	26	2227					53.4733	5.604	53.4718	5.60367	165
E2_2	26	2211	53.466159	5.6051475	53.468838	5.6056376	53.46777	5.6027	53.46622	5.60158	176
F1_1	27	224	53.50266	5.5460236	53.503414	5.5503644	53.50188	5.54892	53.50132	5.54582	209
F1_2	27	244	53.498371	5.5217263	53.499307	5.5259654	53.49312	5.52242	53.49242	5.52017	163
F2_1			53.509404	5.6112312	53.50946	5.6157518					
F2_2			53.509289	5.6279974	53.509345	5.632518					
X1_1	27	126	53.478676	5.5328817	53.481369	5.5327172	53.47548	5.52532	53.47412	5.52545	143
X1_2	27	138	53.474517	5.5367284	53.476411	5.5335151	53.47245	5.53315	53.47145	5.53417	130
X1_3	27	153	53.476204	5.523463	53.478696	5.5251859	53.47377	5.52072	53.47253	5.51962	141
X2_1			53.495557	5.5614096	53.495657	5.5568925					
X2_2			53.491082	5.5608889	53.491086	5.5563692					
X2_3			53.498573	5.5632218	53.498576	5.5587013					
X3_1			53.495022	5.5753741	53.494667	5.5798548					
X3_2			53.494494	5.565107	53.49414	5.5695878					
X3_3			53.491314	5.5684248	53.491077	5.5729269					
X4_1			53.498963	5.5789081	53.498885	5.5834268					
X4_2			53.499945	5.5903779	53.499278	5.5947579					
X4_3			53.502668	5.5809462	53.5027	5.5854668					

Bijlage 2 Overzicht soorten

Tabel b2.1: overzicht van alle soorten en het totaal aantal gevangen in alle trekken te samen.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Aantal
Gewone garnaal	<i>Crangon crangon</i>	7521
Gewone zwemkrab	<i>Liocarcinus holsatus</i>	840
Kleine zwemkrab	<i>Liocarcinus pusillus</i>	256
Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	186
Driepuntsgarnaal	<i>Philocheras trispinosus</i>	113
Kleine zandspiering	<i>Ammodytes tobianus</i>	107
Schol	<i>Pleuronectes platessa</i>	101
Schar	<i>Limanda limanda</i>	77
Tong	<i>Solea solea</i>	73
Oorkwal	<i>Aurelia aurita</i>	71
P. lozanoi/minutus	<i>Pomatoschistus lozanoi/minutus</i>	43
Zaagje	<i>Donax vittatus</i>	35
Sprot	<i>Sprattus sprattus</i>	33
Dikkopje	<i>Pomatoschistus minutus</i>	28
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	22
Kleine zeenaald	<i>Syngnathus rostellatus</i>	18
Kleine heremietkreeft	<i>Diogenes pugilator</i>	12
Noorse zandspiering	<i>Ammodytes marinus</i>	9
Gewone heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	9
Harder ongespecificeerd	<i>Mugilidae</i>	9
Ribkwallen indet.	<i>Pleurobrachiidae</i>	8
Blauwe haarkwal	<i>Cyanea lamarckii</i>	8
Slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	7
Haring	<i>Clupea harengus</i>	7
Nonnetje	<i>Limecola balthica</i>	5
Kompaskwal	<i>Chrysaora hysoscella</i>	5
Breedpootkrab	<i>Portumnus latipes</i>	4
Kwalvlo	<i>Hyperia galba</i>	3
Helmkrab	<i>Corystes cassivelaunus</i>	3
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	2
Zeepaddestoel	<i>Rhizostoma pulmo</i>	2
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	2
Schurftvis	<i>Arnoglossus laterna</i>	1
Zeester	<i>Asterias rubens</i>	1
Blauwpootzwemkrab	<i>Liocarcinus depurator</i>	1
Dwergpijlvis	<i>Alloteuthis subulata</i>	1
Zeepissebedden	<i>Idotea sp.</i>	1

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



Wageningen Marine Research 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.

Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

The Wageningen Marine Research vision:

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

The Wageningen Marine Research mission

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

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