



---

# Evaluatie Nieuwe Mosselpercelen – T0 benthos

Technische rapportage van de bemonstering van bodemdiergemeenschappen in de  
situatie voor aanleg van nieuwe percelen (2018 en 2019)

Auteur(s): Henrice Jansen, Johan Craeymeersch, Vincent Escaravage, Jack Perdon,  
Emiel Brummelhuis, Jennifer Chin

Wageningen University &  
Research rapport C054/21

---

# Evaluatie Nieuwe Mosselpercelen – T0 benthos

Technische rapportage van de bemonstering van bodemdiergemeenschappen in de situatie voor aanleg van nieuwe percelen (2018 en 2019)



Auteur(s): Henrice Jansen, Johan Craeymeersch, Vincent Escaravage, Jack Perdon, Emiel Brummelhuis,  
Jennifer Chin

Wageningen Marine Research  
Yerseke, Juni 2021

---

Wageningen Marine Research rapport C054/21

---

Keywords: T0 bemonstering, bodemleven, optimalisatie mosselpercelen

Opdrachtgever: PO Mosselcultuur  
T.a.v.: Dhr. A. Risseeuw  
Postbus 116  
4400 AC Yerseke

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/548851>  
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Foto omslag: Ingeborg Mulder

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut  
binnen de rechtspersoon Stichting  
Wageningen Research, hierbij  
vertegenwoordigd door  
Dr. ir. J.T. Dijkman, Managing director

KvK nr. 09098104,  
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.  
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U  
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid 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.  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of  
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden  
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A\_4\_3\_1 V31 (2021)

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doelstelling	5
<b>2 Methode</b>	<b>6</b>
2.1 Bemonsterde locaties	6
2.1.1 Selectie van locaties	6
2.1.2 Vaststellen aantal monsterpunten per locatie	7
2.1.3 Overzicht van bemonsteringspunten op ieder van de locaties	7
2.2 Bemonstering	10
2.2.1 Selectie van monstertuig	10
2.2.2 Monstername	11
2.2.3 Realisatie	11
2.3 Verwerking van benthos monsters	11
2.3.1 Protocol	11
2.3.2 Realisatie	11
2.4 Data analyse	12
<b>3 Resultaten</b>	<b>13</b>
3.1 Beschrijving en classificatie monsters	13
3.2 Samenstelling van de bodemdiergemeenschappen	14
3.2.1 Algemene beschrijving bodemdiergemeenschappen	14
3.2.2 Kabelgat	16
3.2.3 Oosterom	17
3.2.4 Scheer	17
3.2.5 Westkom West	17
3.2.6 Wolfshoek Noord en Zuid	17
3.3 Vast te stellen effecten na aanleg nieuwe percelen	19
<b>Literatuur</b>	<b>20</b>
<b>Bijlage 1: Biodiversiteit indices</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage 2: Dichtheid en biomassa per stam (Phylum) per locatie</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage 3: Specifieke soorten per locatie</b>	<b>23</b>
<b>Bijlage 4: Exoten per locatie</b>	<b>26</b>
<b>Bijlage 5: soortenlijst</b>	<b>29</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>33</b>

---

# Samenvatting

In het kader van het Mosselconvenant zijn afspraken gemaakt over de optimalisatie van de kweekpercelen in de westelijke Waddenzee. Dit houdt in dat er nieuwe kweekpercelen voor mosselen uitgegeven worden op locaties waarvan men verwacht dat goede rendementen gerealiseerd kunnen worden en er op andere locaties percelen, waar laag rendement gehaald wordt, worden opgegeven. Dit resulteert in de aanleg van 840 ha nieuw kweekareaal waar momenteel geen schelpdierbanken aanwezig zijn. Als gevolg van het introduceren van hard substraat (in de vorm van kweekpercelen) kunnen er mogelijk verschuivingen optreden in de bodemdiergemeenschap en andere aan de mossel geassocieerde soorten. Gezien de schaalgrootte van de maatregel is het relevant om hiernaar onderzoek te doen.

In 2018 en 2019 zijn T0 bodemmonsters genomen om daaruit de bodemdiergemeenschappen voor aanleg van nieuwe percelen in kaart te brengen. Dit is van belang om in de toekomst vast te kunnen stellen of er mogelijk een verandering in de bodemdiergemeenschap opgetreden is door aanleg van percelen. De voorliggende technische rapportage beschrijft de methode en de voorlopige resultaten van de T0 bemonstering. Nadere analyse en discussie zullen plaatsvinden wanneer de bemonsteringen uitgevoerd zijn nadat percelen in gebruik genomen zijn.

In Juni 2018 zijn er negen perceellocaties bemonsterd: Oosterom, Kabelgat, Wolfshoek (noord en zuid) en Gat van Pietje in de Vliestroom komberging, en Westkom (west en oost), Scheer en Texel in de Marsdiep komberging. In totaal betrof dit 356 ha van het areaal aan geplande nieuwe percelen. In Juni 2019 zijn de locaties Texel, Westkom oost en Gat van Pietje komen te vervallen. De bodemmonsters zijn genomen met een Boxcorer. De monsters zijn vervolgens gespoeld over een zeef van 1.0 mm en ten slotte gepreserveerd met formaline. In totaal zijn er respectievelijk 163 en 174 bodemmonsters verzameld in 2018 en 2019. Alleen de monsters uit 2018 zijn gedetermineerd en worden beschreven in de huidige rapportage. Hierbij zijn de drie locaties die zijn komen te vervallen ook nog niet geanalyseerd. In totaal resulteerde dat in 109 monsters verdeeld over zes locaties. Het aantal monsterpunten per locatie varieerde van 14 tot 21.

Tijdens de T0 bemonstering in 2018 zijn er in totaal 136 soorten aangetroffen. De hoogste dichtheden (80766 indiv m<sup>-2</sup>) en biomassa (1478 g m<sup>-2</sup>) aan soorten wordt waargenomen op locatie Kabelgat. De soortensamenstelling wordt hier echter slechts door een beperkt aantal soorten (n=49) gedomineerd in vergelijking met de andere locaties. De laagste dichtheden (5703 indiv m<sup>-2</sup>) en biomassa (337 g m<sup>-2</sup>) van de bodemdiergemeenschap was waargenomen op het Oosterom, waar daarentegen de soortenrijkdom met 83 soorten hoog was. Het meeste aantal soorten (n=85) zijn waargenomen op locatie Scheer, en het meeste aantal soorten per monsterpunt was het hoogste in de Westkom. De bodemiergemeenschap op de locaties in het Marsdiep kombergingsgebied (Scheer, Westkom) konden op basis van indirecte gradiëntanalyse (DCA en RDA) duidelijk onderscheiden worden van de locaties in de Vliestroom komberging (Oosterom, Kabelgat, Wolfshoek). De soortensamenstelling op alle locaties werd gedomineerd door Annelida (wormen) en Mollusca (weekdieren). Op vrijwel alle locaties waren *Ensis leei* (mesheften) en/of *Marenzelleria viridis* (gewone groenworm) dominant. Deze soorten zijn beide exoten in de Waddenzee. In totaal zijn er in deze studie negen exoten aangetroffen, welke allen reeds bekend zijn voor de Waddenzee en Nederlandse kustwateren. Er zijn ook zeven typische H1110 soorten aangetroffen, welke slechts in beperkte mate de dichtheden en soorten aantallen op de locaties vertegenwoordigden.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

In 2008 is het Convenant transitie Mosselsector en Natuurherstel Waddenzee (kortweg Mosselconvenant) gesloten tussen het ministerie van LNV, de mosselsector en natuurorganisaties. Het Mosselconvenant heeft als ambitie de mosselzaadvisserij af te bouwen, het verlies aan vangstmogelijkheden voor mosselzaad te compenseren met de aanleg van MZI's (mosselzaad invanginstallaties) en dat in een zodanig tempo dat er perspectief blijft voor een economisch rendabele sector (Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit et al., 2008). In het kader hiervan zijn afspraken gemaakt over de optimalisatie van de kweekpercelen. Praktisch houdt dit in dat bestaande percelen met een laag rendement worden verplaatst naar locaties met betere condities waar nu geen kweek plaatsvindt.

De aanleg van nieuwe mosselpercelen biedt de kans om mogelijke veranderingen in natuurwaarden als gevolg van de aanleg van grote oppervlaktes aan hard substraat te onderzoeken (totaal 840 ha aan nieuwe percelen). Het streven is dat de percelen in 2021 in gebruik genomen worden. In 2018 en 2019 zijn T0 bemonsteringen voor benthos uitgevoerd, waarmee de bodemdiergemeenschappen vóór aanleg van nieuwe percelen in kaart gebracht werden. Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het KOMPRO programma (Kennis en Onderzoek Mossel Productie), gefinancierd door de PO Mosselcultuur, en de resultaten hiervan worden in voorliggende rapportage beschreven. De T0 voor vis is uitgevoerd in het najaar van 2020 (Mulder et al. 2020), gefinancierd door het ministerie van LNV.

## 1.2 Doelstelling

De doelstelling van het project is te bepalen welke mogelijke veranderingen er optreden in de bodemdiergemeenschap na de aanleg en het gebruik van mosselpercelen in de Westelijke Waddenzee. Meer concreet is de kennisvraag in dit rapport welke macrobenthos soorten aanwezig zijn op de locaties waar nieuwe percelen voorzien zijn. Dit is dus de situatie voorafgaand aan de aanleg van nieuwe percelen.

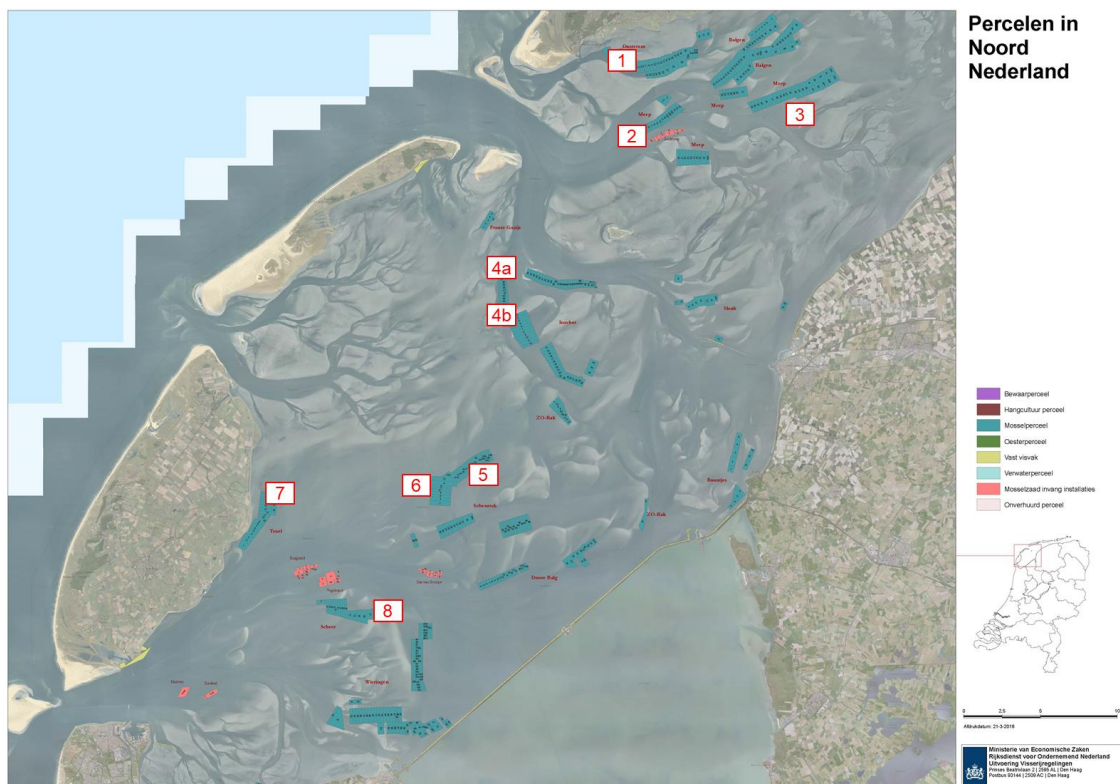
Dit rapport beschrijft de daartoe uitgevoerde T0 bemonstering. De resultaten worden kort gerapporteerd. Een meer uitvoerige data analyse zal worden uitgevoerd na de T1 (nadat de percelen in gebruik zijn genomen). De uitkomsten van het onderzoek zijn van belang om het samenspel van afspraken en maatregelen, zoals vastgelegd in het Mosselconvenant, te kunnen beoordelen.

## 2 Methode

## 2.1 Bemonsterde locaties

### 2.1.1 Selectie van locaties

Het voorgenomen areaal nieuwe percelen bestaat uit (i) kleine stroken die vastgelegd worden aan bestaande percelen, (ii) een nieuw gebied waar momenteel geen kweek plaatsvindt en (iii) grotere perceelblokken die naast of in de buurt van bestaande percelen geplaatst worden. Perceelblokken bestaan uit een x-tal percelen die verhuurd worden aan afzonderlijke kwekers. Voor de benthos T0 bemonstering zijn negen locaties geselecteerd waar een relatief groot areaal nieuwe percelen voorzien is en waar dus voldoende locaties bemonsterd kunnen worden voor een representatieve ecologische evaluatie. Deze gebieden zijn zo gekozen dat er een goede ruimtelijke spreiding is: gebieden 1 t/m 4ab liggen in de Vliestroom komberging en gebieden 5 t/m 8 liggen in het Marsdiep. Om capaciteitsredenen zijn er geen referentiegebieden bemonsterd. Referentiegebieden zijn er om te zien of eventuele veranderingen die op de percelen waargenomen worden al dan niet veroorzaakt worden door autonome ontwikkeling in het gebied die los staan van het kweken van mosselen op de percelen. Ruimtelijke spreiding in het voorkomen van de benthos populaties in het sublitoraal worden bepaald tijdens de SUBES bemonstering (onderdeel van Waddenmozaïek), en de jaarlijkse surveys uitgevoerd door WMR geven inzicht in de trends van schelpdierpopulaties (Schelpdiermonitor<sup>1</sup>). Deze kunnen, in een latere fase, meegenomen worden als een baseline voor ontwikkeling en verspreiding van de bodemdiergemeenschappen in de Waddenzee, en dienen dus als referentie.



- (1) Oosterom (benthos 2018/2019 + vis 2020),
  - (2) Kabelgat/Meep (benthos 2018/2019+ vis 2020),
  - (3) Gat van Pietje (benthos 2018)
  - (4a) Wolfshoek/Inschot (benthos 2018/2019 + vis 2020),
  - (4b) Wolfshoek/Inschot (benthos 2018/2019)
  - (5) Westkom/Scheurrak (benthos 2018/2019 + vis)
  - (6) Westkom-oost/Scheurrak-oost (benthos 2018)
  - (7) Texel (benthos 2018)
  - (8) Scheer (benthos 2018/2019 + vis 2020)
- Blauw-groene vlakken geven de huidige percelen weer, en de roze blokken zijn MZI locaties*

<sup>1</sup> [https://shiny.wur.nl/Schelpdiermonitor\\_WaddenSublit/](https://shiny.wur.nl/Schelpdiermonitor_WaddenSublit/)

---

### 2.1.2 Vaststellen aantal monsterpunten per locatie

Het aantal monsterpunten dat nodig is om een verandering voor en na aanleg van mosselpercelen (statistisch) te kunnen duiden wordt bepaald aan de hand van het statistisch onderscheidingsvermogen of "power". De power, oftewel het vermogen om effecten statistisch waar te nemen, is een functie van het aantal waarnemingen en de variatie in het te verwachten effect. Wanneer de variatie in bijvoorbeeld de soortensamenstelling van bodemdieren bekend is, kan bepaald worden hoeveel monsterpunten nodig zijn om een bepaalde verandering (bijv 20%) met een bepaalde statistische zekerheid aan te tonen. In ecologische studies wordt doorgaans een power van 80% gebruikt. Dit betekent dat er 80% kans is om een significant effect wel aan te tonen.

De nieuwe percelen zullen geplaatst worden in gebieden waar op dit moment geen schelpdierbanken aanwezig zijn. Christianen et al (2017) laat voor litorale gebieden zien dat het aantal soorten op een mosselbank substantieel (42%) hoger is dan in gebieden waar geen/weinig mosselen aanwezig zijn, en de biomassa op mosselbanken is zelfs 400% hoger (Christianen, pers comm). Uit de studies van Drent & Dekker (2013) en Dekker & Drent (2013) in sublitorale gebieden bleek dat er gemiddeld twee keer zoveel soorten waargenomen werden in boxcore monsters waar mosselen in voorkwamen in vergelijking met monsters waarin de mosselen afwezig waren. Uit zowel de litorale (Christianen et al 2017) als de sublitorale (Drent & Dekker 2013) studie blijkt dus dat mosselen een faciliterende rol spelen voor vrijwel al het epifauna, maar ook dat veel infauna soorten juist een negatieve correlatie laten zien met het mosselvoorkomen.

In 2018 was er geen specifieke data beschikbaar over de variatie van de bodemdiergemeenschap op de locaties waar percelen voorzien zijn, en daarmee kon er ook geen power analyse uitgevoerd worden om te bepalen hoeveel monsterpunten nodig zijn om een bepaalde mate van verandering significant aan te kunnen tonen. Bovenstaande geeft echter aan dat er een wezenlijk effect verwacht mag worden tussen de situatie vóór aanleg van de nieuwe percelen (T0) en de situatie wanneer de exploitatie van de percelen gerealiseerd is (2021 en latere jaren). In navolging van andere studies is er in 2018 gekozen om minimaal 12 monsterpunten per locatie toe te kennen (Meesters & Fey-Hofstede 2009, Glorius et al 2013, Craeymeersch et al 2013, Drent & Dekker 2013). Op de locaties die groter zijn, en onderverdeeld worden in meerdere percelen, zal de verwachte variatie binnen de locatie na aanleg van de percelen groter zijn. Dit komt omdat de kans dan groter is dat er verschillen optreden in de bedrijfsvoering van de verschillende percelen binnen een perceelblok. Daarom zijn er op die locaties meerdere punten neergelegd (zie tabel 1). Deze studie is gericht op het bepalen van de veranderingen op het niveau van het gehele perceelblok, echter om de toekomstige variatie in beheer van de percelen te kunnen vangen, zijn de monsterpunten zo vastgesteld dat ieder perceel minimaal twee monsterpunten bevat. Dit betekent niet dat er verschillen tussen percelen geduid kunnen worden, maar houdt wel rekening met mogelijke variatie.

Bij aanvang van de bemonstering in 2019 was een deel van de monsters uit de 2018 campagne uitgezocht. Op basis van deze gegevens is een power analyse uitgevoerd aan de hand van het totaal aantal aangetroffen soorten. Hieruit bleek dat de verwachting is dat met het gekozen aantal monsterpunten een verandering in aantal soorten van 15% tot 20% aangetoond kan worden op een significantieniveau van 0.05 en een statistische power van 80%. Ondanks dat dit voldoende geacht wordt, is in 2019 het bemonsteringsgrid verfijnd, en zijn er dus meer monsters per locatie verzameld. De reden hiervoor is dat er capaciteit beschikbaar was om tijdens de veldcampagne extra monsters te verzamelen omdat bepaalde locaties in 2019 waren komen te vervallen (zie hieronder).

### 2.1.3 Overzicht van bemonsteringspunten op ieder van de locaties

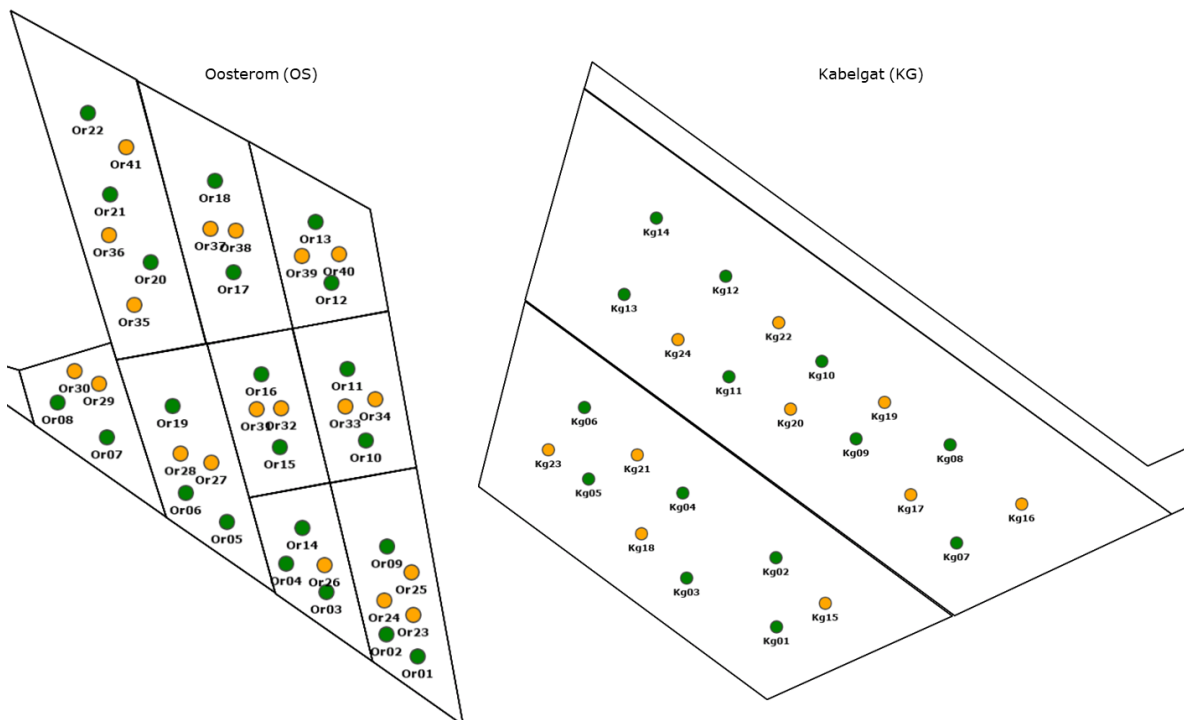
De voorziene nieuwe perceelblokken die opgenomen zijn in deze studie variëren in grootte (13-112 ha) en in aantal percelen (1 en de 12 percelen; Tabel 1). In 2018 zijn er monsters verzameld op negen locaties (perceelblokken; Figuur 1 en 2). In 2019 is besloten om drie van de negen locaties niet meer te bemonsteren. Het gat van Pietje is niet bemonsterd omdat de monsters die daar verzameld werden in 2018 zeer veel schelpengruis bevatten met excessieve uitzoektijden als gevolg, ook moet in de toekomst blijken of deze locatie inderdaad geschikt is voor mosselkweek. Westkom-oost bleek tijdens de bemonstering in 2018 zeer veel veen te bevatten. Het was lastig om goedgekeurde



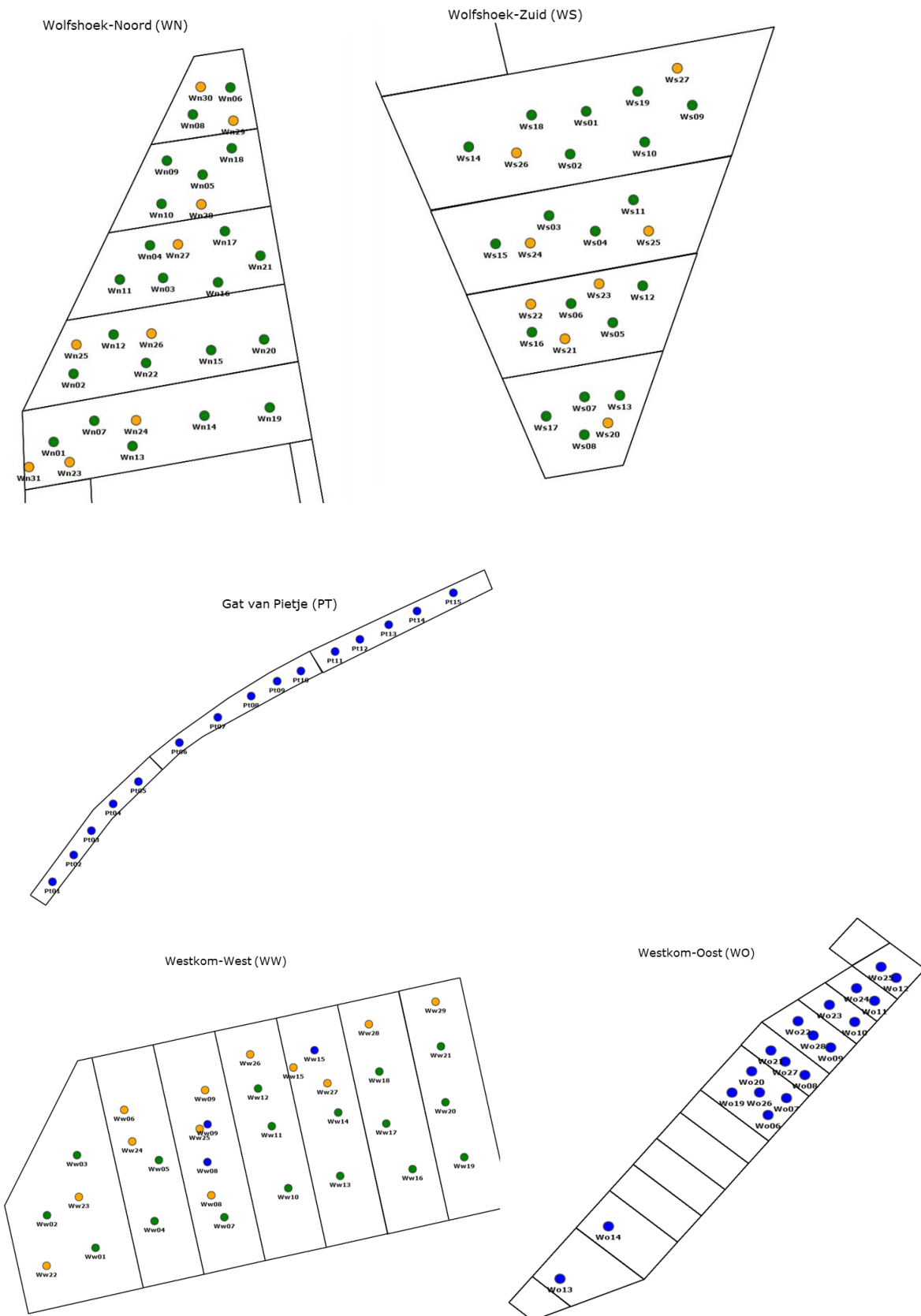
boxcorer monsters (onvoldoende steekdiepte) te verzamelen en het spoelen aan dek als ook het uitzoeken in het laboratorium was (te) arbeidsintensief. Omdat Westkom-west (zelfde gebied) ook opgenomen is in het programma is besloten Westkom-oost te laten vervallen tijdens de 2019 bemonstering. Locatie Texel is bij nader inzien ook komen te vervallen omdat dit slechts 1 perceel betreft. De doelstelling van het huidige project is gericht op mogelijke veranderingen van kweekgebieden (perceelblokken) te analyseren, en niet op beoordeling van individuele percelen. Vandaar dat ook deze locatie in 2019 niet bemonsterd is.

Tabel 1. Overzicht van de locaties en aantallen verzamelde en geanalyseerde monsters

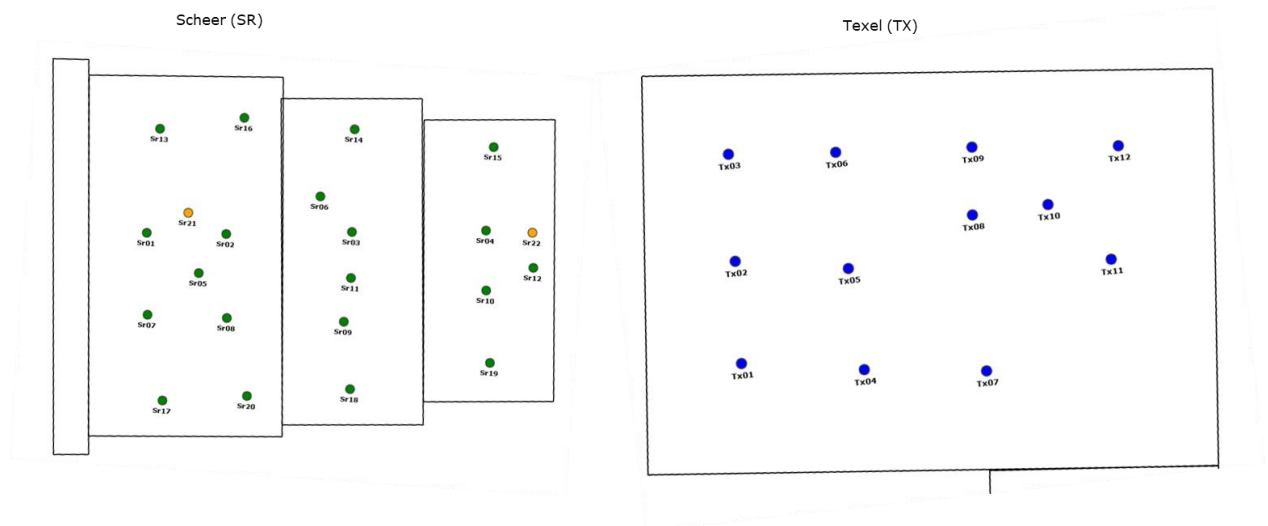
Gebied	Areaal nieuwe percelen (ha)	Diepte tijdens bemon- stering (m)	Aantal geplande percelen	Monsterpunten 2018			Monsterpunten 2019		
				gepland	uitgevoerd	geanalyseerd	gepland	uitgevoerd	geanalyseerd
Oosterom (OM)	39	1-8	10	21	21	21	41	41	0
Kabelgat (KG)	15	2-10	2	14	14	14	24	24	0
Gat van Pietje (GP)	13	2-4	3	15	15	0	-	-	-
Wolfshoek noord (WN)	37	3-4	5	22	22	19	31	31	0
Wolfshoek zuid (WZ)	28	2-6	5	19	19	19	27	27	0
Westkom oost (WO)	63	2-4	12	25	16+3	0	-	-	-
Westkom west (WW)	112	3	7	21	20	18	31	29	0
Texel (TX)	31	0.6	1	12	12	0	-	-	-
Scheer (SR)	18	1-3	3	20	20	18	22	22	0
	<b>356</b>		<b>48</b>	<b>169</b>	<b>163</b>	<b>109</b>	<b>176</b>	<b>174</b>	<b>0</b>



Figuur 2 Bemonsteringspunten per onderzoekslocatie (Zwarte lijnen geven de contouren van de nieuwe percelen/perceelblokken weer; *Blauwe stations*: alleen in 2018 bemonsterd; *Oranje stations*: alleen in 2019 bemonsterd; *Groene stations*: zowel in 2018 als in 2019 bemonsterd)



Figuur 2 (vervolg) Bemonsteringspunten per onderzoekslocatie (Zwarte lijnen geven de contouren van de nieuwe percelen/perceelblokken weer; *Blauwe stations*: alleen in 2018 bemonsterd; *Oranje stations*: alleen in 2019 bemonsterd; *Groene stations*: zowel in 2018 als in 2019 bemonsterd)



*Figuur 2 (vervolg) Bemonsteringspunten per onderzoekslocatie (Zwarte lijnen geven de contouren van de nieuwe percelen/perceelblokken weer; **Blauwe stations**: alleen in 2018 bemonsterd; **Oranje stations**: alleen in 2019 bemonsterd; **Groene stations**: zowel in 2018 als in 2019 bemonsterd)*

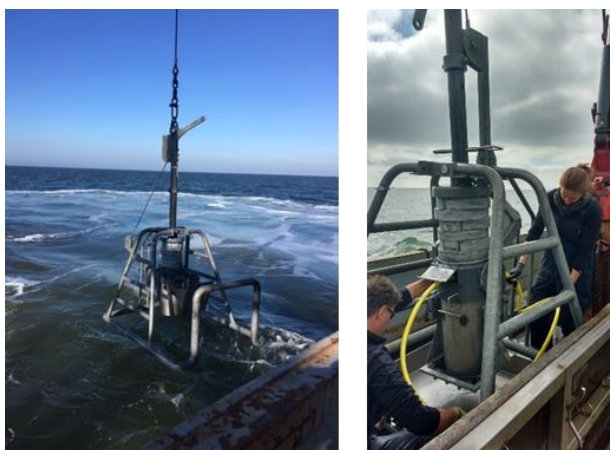
## 2.2 Bemonstering

De bemonsteringen zijn uitgevoerd in de maand juni (25-28 juni 2018 & 24-26 juni 2019). Deze periode sluit aan bij andere schelpdierssurveys (schelpdiermonitor website). Tijdens beide bemonstering in 2018 en 2019 waren de weersomstandigheden gunstig, met matige windsnelheden waardoor de deining van het schip minimaal was.

### 2.2.1 Selectie van monstertuig

Benthos kan in het sublitoraal bemonsterd worden met een boxcorer (of van Veen happer) of met een bodemschaaf/zuigkor/stempelkor. Welke techniek ingezet wordt is afhankelijk van de vraagstelling. De boxcorer wordt veelal gebruikt om de biodiversiteit te duiden, terwijl de bodemschaaf ingezet wordt om de populatiegrootte van met name schelpdierbestanden te bepalen. In het PMR project zijn beide tuigen vergeleken (Craeymeersch et al., 2015). Hieruit bleek dat van de 375 aangetroffen soorten er slechts 25 enkel gevonden werden in de bodemschaaf, 40 in beide tuigen, en de overige 310 waren enkel in de boxcorer waar te nemen.

Omdat de huidige studie gericht is op het voorkomen en de mogelijke verschuivingen in bodemdiergemeenschappen (dus de biodiversiteit van het macrozoobenthos), is gekozen om de studie uit te voeren met een boxcorer.



*Figuur 3 Bemonstering met de boxcorer*

---

### 2.2.2 Monstername

De boxcorer bemonstering vond plaats aan boord van de YE42 (Anna Elisabeth, Roem van Yerseke B.V.) die via de stutpaal vastgelegd werd zodat het schip stabiel op het station lag tijdens de bemonstering.

Het protocol dat in gebruik is voor de boxcorer bemonstering is afgeleid van de werkvoorschriften gehanteerd voor Rijkswaterstaat projecten (RWSV 913.00.B200, versie 7.0, 30-01-2018). Met de boxcorer wordt een bodemmonster genomen door een ronde stalenkoker (0.078 m<sup>2</sup>) het sediment in te drukken. Tijdens dit proces vult de stalen koker zich met sediment met daarboven een laag zeewater. Vervolgens snijdt een mes zich de bodem in om de onderkant van de stalenbuis af te dichten en wordt de "sedimenttaart" aanwezig in de koker ingevangen. Hierna wordt het gehele apparaat uit de bodem gelicht en naar het dek van het schip getransplanteerd. De bemonsterde bodemdiepte is hierbij afhankelijk van hoe diep de corer de bodem ingedrukt wordt. Via de boxcorer werden bodemmonsters samen met bovenliggend water ongestoord aan boord gehaald. Na het hevelen van het water uit de ketel werd de "sedimenttaart" zorgvuldig opgevangen op een geponste zeefplaat (1 mm). Wanneer de hoogte van de sedimenttaart minder was dan 10 cm werd een nieuw monster genomen op dezelfde locatie. Van de goedgekeurde monsters werd een deelmonster verzameld met steekbuis (Ø 1 cm) in bovenste 5 cm van het sediment t.b.v. korrelgrootte analyse, en een foto t.b.v. bodemgesteldheid bepaling genomen konden worden. Vervolgens werd het monster zorgvuldig over de zeef (1 mm) gespoeld voor het wegspoelen van de sedimentdeeltjes en het verzamelen van de bodemdieren. Het gespoelde monster werd vervolgens overgebracht in een monsterpot aangevuld met een borax-gebufferde 2% formaline oplossing t.b.v. fixatie en conservering van de bodemdieren tot de lab-analyse uitgevoerd zal worden.

### 2.2.3 Realisatie

In 2018 konden van de 169 monsterlocaties in de planning er werkelijk 163 bemonsterd worden. Zes monsterlocaties gepland in Westkom oost (Wo1, Wo2, Wo3, Wo15, Wo16, Wo17) bleken te ondiep te liggen om bemonsterd te worden. Als compensatie werden drie aanvullende locaties (Wo26, Wo27, Wo28) toegevoegd aan het bemonstering programma voor dit gebied. Drie locaties (Westkom oost Wo04, Wo05 en Westkom west Ww06) konden niet bemonsterd worden, ondanks herhaalde pogingen, door de aanwezigheid van veen en/of schelpen.

Met deze ervaring kon in 2019 de bemonstering min of meer uitgevoerd worden zoals van te voren gepland. Enkel op de locaties WW15 en WW08 konden geen goede boxcorer monsters verzameld worden (na 3 afgekeurde pogingen schrijft het protocol voor naar een volgend punt te gaan).

## 2.3 Verwerking van benthos monsters

### 2.3.1 Protocol

Vervolgens worden de bodemmonsters uitgezocht op aanwezigheid van benthos volgens het RWS analysevoorschrift A2.107. Determinatie gebeurt tot op het laagst haalbare taxonomische niveau. Daarnaast is per monster het natgewicht bepaald voor het totaal van iedere soort (meerdere individuen samen).

### 2.3.2 Realisatie

Om capaciteitsredenen zijn niet alle monsters geanalyseerd (zie tabel 1). Drie locaties zijn in zijn geheel niet uitgezocht om reden zoals beschreven onder 2.1.3 (Gat van Pietje, Westkom oost, Texel). Van de overige zes locaties zijn monsters met een groot volume (benthos inclusief schelpen gruis en ander grof materiaal) (nog) niet uitgezocht. Dit resulteerde in maximaal 3 monsters die niet uitgezocht zijn per locatie (Sr05, Sr11, Wn6, Wn18, Wn21, Ww8, Ww9). In totaal zijn er 109 van de 163 monsters uitgezocht.

---

Alle monsters verzameld in 2019 staan nog opgeslagen en hiervan zijn dus nog geen gegevens bekend. Ook de monsters voor bodemkwaliteit en/of korrelgrootte (2018 en 2019) zijn nog niet geanalyseerd, en liggen in de vriezer opgeslagen.

## 2.4 Data analyse

Als univariate indices voor de beschrijving van de bodemfauna zijn voor alle locaties de volgende biotische indicatoren bepaald, per monster:

- Het totaal aantal taxa, de Shannon-Wiener diversiteit en Pielou's evenness als diversiteitsindices
- De totale dichtheid per monster
- De totale biomassa (versgewicht) per monster
- Dichtheid/biomassa per soort en soortgroep (phylum)

Extra aandacht is besteed aan exoten en typische soorten. De lijst met exoten komt uit een soortenlijst voor de Noordzee (Bos et al 2016). Daarnaast is gekeken naar 'typische soorten' voor habitatype H1110. Het beoordelen van de staat van instandhouding van een habitatype vindt plaats aan de hand van vier aspecten, waarvan 'typische soorten' er onderdeel van één is. Met deze soorten wordt, in aanvulling op met name de samenstellende vegetaties, de kwaliteit van het habitatype beoordeeld. Deze typische soorten zijn dus geen soorten die om zichzelf beschermd worden. De lijst met typische soorten voor habitatype 1110 (Permanent overstroomde zandbanken) is overgenomen uit Ministerie van EZ (2014).

De mate waarin de monsters op elkaar lijken wat betreft de dichtheid van de verschillende soorten, is onderzocht via een indirecte gradiëntanalyse, met name Detrended Correspondence Analysis (DCA). Daarbij kan elk monster in een plot weergegeven worden als een punt in een multidimensionele ruimte met de dichtheden per soort als coördinaten. Het aantal dimensies is gelijk aan het aantal soorten. Vervolgens kan de dimensionaliteit gereduceerd worden door een nieuwe as te trekken zodanig dat deze de aanwezige variatie maximaal representeert. Een tweede, orthogonale, as kan getrokken worden om de overblijvende variatie maximaal te representeren, etc. voor verdere assen. Aldus laten de assen van dit plot –ook ordinatiediagram genoemd – de voornaamste trends in de data zien, in afnemende volgorde. In de ecologische praktijk volstaan meestal twee of drie assen om voldoende van de variatie die aanwezig is in de soortendichtheden tussen monsters te laten zien. Hierbij is de eigenwaarde per as een maat voor de door deze as verklaarde variantie. In zo'n ordinatiediagram kunnen zowel de monsters als de soorten weergegeven worden, in aparte diagrammen of samen in een zogenaamd biplot. Op grond van de spreiding in de diagrammen kunnen conclusies getrokken worden over verschillen en overeenkomsten in de monsters, in soorten-samenstelling en –dichtheid (Jongman et al. 1987, Borcard et al. 2011, Mouissie et al. 2014). In dit rapport zijn het ordiantiediagram weergegeven als een zogenaamd spider plot: alle monsters van eenzelfde locatie zijn in dezelfde kleur weergegeven en met een lijn verbonden met het geometrisch gemiddelde van de waardes langs de DCA-assen.

Berekening van de diversiteitsindices en de multivariate analyses zijn uitgevoerd in R (R Core Team 2018) met de bibliotheek *vegan* (Oksanen et al 2019). Andere figuren (box-plots, cirkeldiagrammen, gem. waardes en standaardfouten) zijn gemaakt met de bibliotheek *ggplot2* (Wickham 2009). Verder zijn volgende bibliotheken gebruikt: *reshape2*, *stringi*, *dplyr*, *gridExtra*, *gtable*, *grid*, *psych*, *readxl*, *tidyr*

## 3 Resultaten













Onderstaand worden de ruwe gegevens van de bemonstering uit 2018 gepresenteerd in figuren en tabellen. Interpretatie van de gegevens en nadere analyse zal plaatsvinden nadat percelen in gebruik genomen worden en vervolg bemonsteringen (T1, T2, Tx) uitgevoerd zijn.

### 3.1 Beschrijving en classificatie monsters

De steekdiepte van de boxcorer varieerde van 10 tot 38 cm tussen de monsterlocaties. 50% van de monsters heeft een steekdiepte minder dan 17 cm als gevolg van de aanwezigheid van schelpen en de compactheid van zandige sedimentbodems.

Om tot een classificatie van de monsterlocaties m.b.t. de bodemgesteldheid te komen zijn de monsters beschreven op basis van de foto's van de "sedimenttaart" gemaakt tijdens de bemonstering. Deze beschrijving maakt gebruik van de volgende criteria m.b.t. de aanwezigheid van: Bodemleven, Schelpresten, Klei (onderlaag) en Slib (bovenlaag). Voor elk criterium krijgen de locaties een score van 1 (weinig), 2 (gemiddeld) of 3 (veel) zoals weergegeven in Tabel 2. Tabel 3 geeft een overzicht van de gemiddelde scores berekend per locatie, gemiddelde steekdiepte (<15cm, 15-20cm, >20cm) en de omvang (<1l, 1-4l, >4l) van de monsters.

*Tabel 2 Classificatie van de bodemgesteldheid op basis van visuele analyse van het boxcoremonster (voordat deze gespoeld en gezeefd werd)*

<b>score: criteria</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<i>Bodemleven</i>			
<i>Schelpresten</i>			
<i>Klei (onderlaag)</i>			
<i>Slib (bovenlaag)</i>			



Tabel 3 Overzicht van bodemgesteldheid op de bemonsterde locaties op basis van de criteria en scores zoals weergegeven in tabel 2 (donkerdere kleur geeft een relatief hogere score weer)

Gebied	Bodemleven	Schelpresten	Klei onder	Slib boven	Steekdiepte	Omvang
KG (Kabelgat)	1.7	1.0	1.1	1.4	2.1	1.0
OR (Oosterom)	1.4	1.2	1.0	1.0	1.8	2.0
PT (Gat v Pietje)	1.6	1.8	1.3	1.8	2.3	3.0
SR (Scheer)	1.2	1.3	1.4	1.2	2.0	2.1
TX (Texel)	1.8	1.6	1.3	1.0	2.3	2.7
WN (Wolfshoek Noord)	1.9	1.0	1.5	1.4	2.1	1.9
WO (Westkom Oost)	1.7	1.8	1.5	1.6	2.2	2.6
WS (Wolfshoek Zuid)	1.0	1.2	1.5	1.4	2.8	1.8
WW (Westkom West)	1.5	1.5	1.3	1.4	1.7	2.2

Met uitzondering van de monsteromvang die sterk gerelateerd blijkt te zijn aan de hoeveelheid schelpresten in de monsters is er geen duidelijke relatie waar te nemen tussen de overige waarnemingen. Wat verder opvalt uit Tabel 3:

- Hoge concentratie aan bodemleven op het sediment (kokerwormen, bloemdieren, schelpdieren) komen het vaakste voor in Wolfshoek Noord, Texel, Westkom Oost en Kabelgat.
- Westkom Oost, Gat van Pietje, Texel en Westkom-West zijn locaties met hoge concentraties aan schelpresten. Die locaties zijn ook gekenmerkt door een groot hoeveelheid aan omvangrijke monsters.
- De aanwezigheid van klei onder aan de monsters komt het vaakst voor in Wolfshoek Noord en Zuid en Westkom Oost.
- Monsters met slib in de bovenlaag zijn vooral aangetroffen in Gat van Pietje en Westkom Oost.
- De steekdieptes van de boxcorer in het sediment is gemiddeld groter op locaties in Wolfshoek Zuid, Gat van Pietje en Texel dan op de overige locaties.

## 3.2 Samenstelling van de bodemdiergemeenschappen

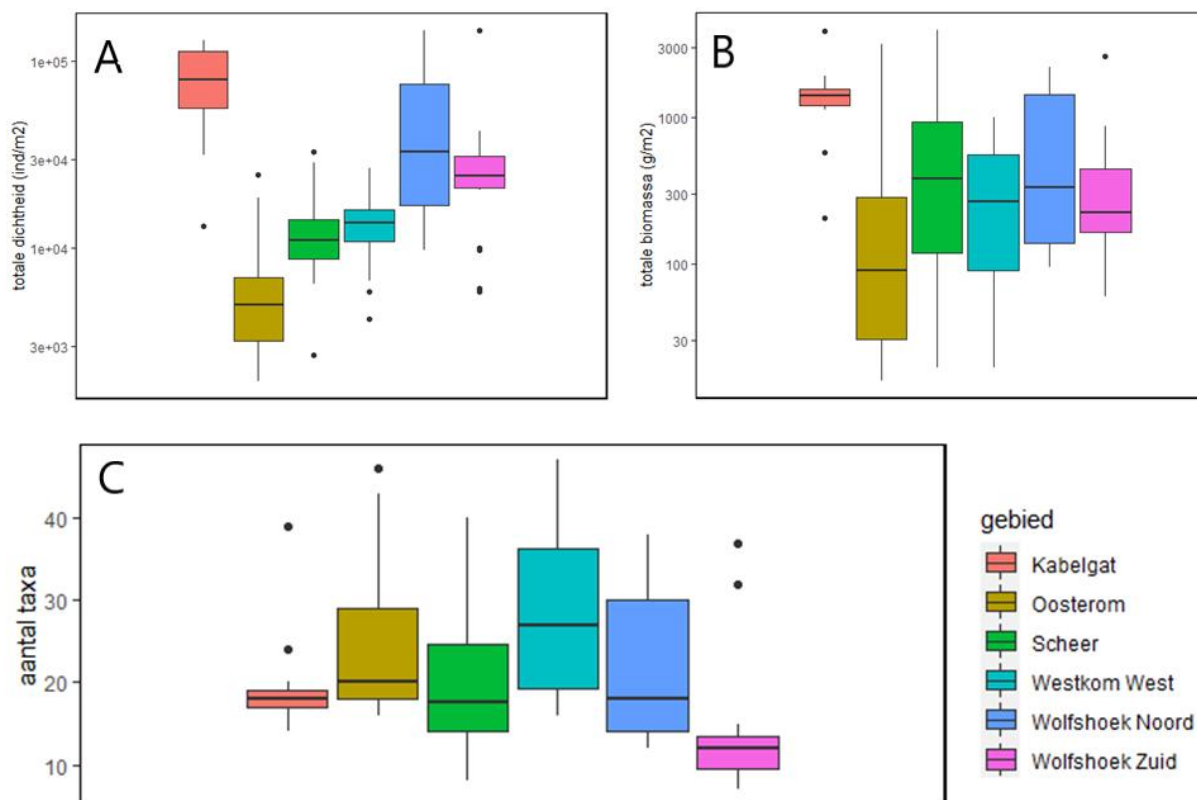
Onderstaande figuren (figuur 4 t/m 7) geven een generiek overzicht van de taxonomische analyse van de samenstelling van de bodemdiergemeenschap. Meer gedetailleerde informatie over onder andere biodiversiteit indices, typische soorten en exoten is opgenomen in de bijlagen.

### 3.2.1 Algemene beschrijving bodemdiergemeenschappen

Gemiddelde dichtheden van alle aangetroffen bodemdieren te samen varieerden van 5703 tot 80766 individuen per m<sup>2</sup> (Figuur 4a; Tabel 4), wat overeenkwam met een biomassa variërend van 337 tot 1478 g m<sup>2</sup> (Figuur 4b; Tabel 4). In totaal zijn er 136 soorten aangetroffen (bijlage 5), variërend van 49 tot 85 soorten per locatie (Tabel 4). Het totaal aantal soorten per locatie kan niet direct met elkaar vergeleken worden, omdat het aantal monsterpunten per locatie verschilde (Tabel 1). Voor een vergelijking tussen locaties is het daarom representatiever om naar het aantal soorten per monsterpunt te kijken (Figuur 4c). De soortensamenstelling wordt gedomineerd door Annelida (wormen) op basis van dichtheden, en Mollusca (weekdieren) op basis van biomassa (Figuur 6). Op vrijwel alle locaties zijn *Ensis leei* (mesheften) en/of *Marenzelleria viridis* (gewone groenworm) dominant (Figuur 7). Deze soorten zijn beiden exoten in de Waddenzee. In totaal zijn er in deze studie negen exoten aangetroffen (Tabel 4; Bijlage 4 en 5), waarvan alle eerder ook al gerapporteerd zijn voor de Waddenzee (Dekker & Drent 2013) of de verwachting is dat ze daar zullen voorkomen (Wijnhoven & Hummel 2009). Exoten maakten in deze T0 studie nooit meer dan 10% uit van het totaal aantal soorten, op basis van dichtheden was dit op sommige locaties echter meer dan 90% van

de individuen (Tabel 4). Er zijn ook zeven typische H1110 soorten aangetroffen (Tabel 4; Bijlage 3 en 5), welke in beperkte mate de dichtheden en soort aantallen op de locaties vertegenwoordigden.

Het DCA ordination diagram (Figuur 5) laat zien dat de locaties in het Marsdiep kombergingsgebied (Scheer, Westkom) duidelijk verschillen in soortensamenstelling in vergelijking met de gebieden in de Vliestroom komberging (Oosterom, Kabelgat, Wolfshoek). Daarnaast wijkt locatie Kabelgat af van de overige Vliestroom locaties, wat verklaard kan worden door de grote hoeveelheden (juvenile) *Ensis leei* aangetroffen op deze locatie (Figuur 7). Uit RDA analyse blijkt dat 35% van de verschillen in dichtheden van de soorten verklaard worden door ruimtelijke variatie, dus de locatie waar het perceelblok gevestigd ligt.

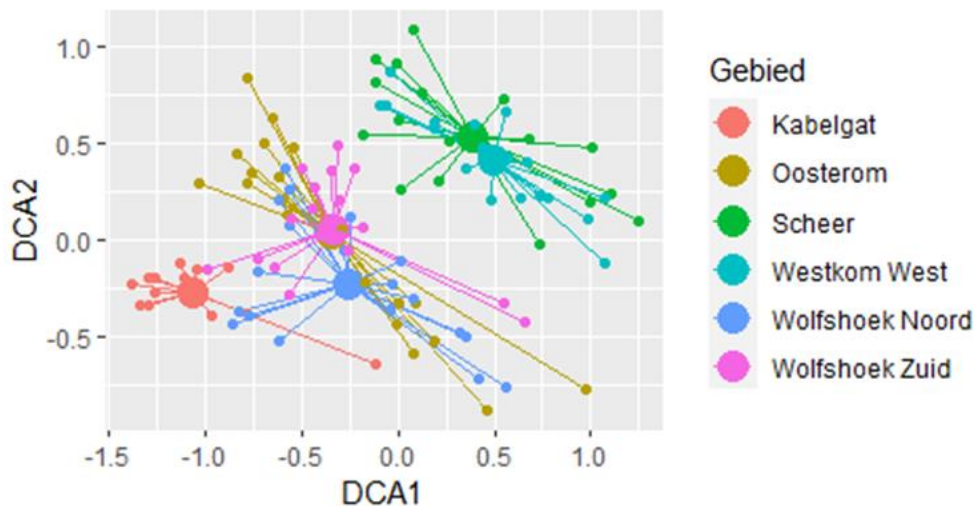


Figuur 4 Box-plots voor de dichtheid (A) en biomassa (natgewicht, B) uitgedrukt per m<sup>2</sup>, en het totaal aantal soorten (C) per monsterpunt. Verschillende kleuren geven de afzonderlijke locaties weer.

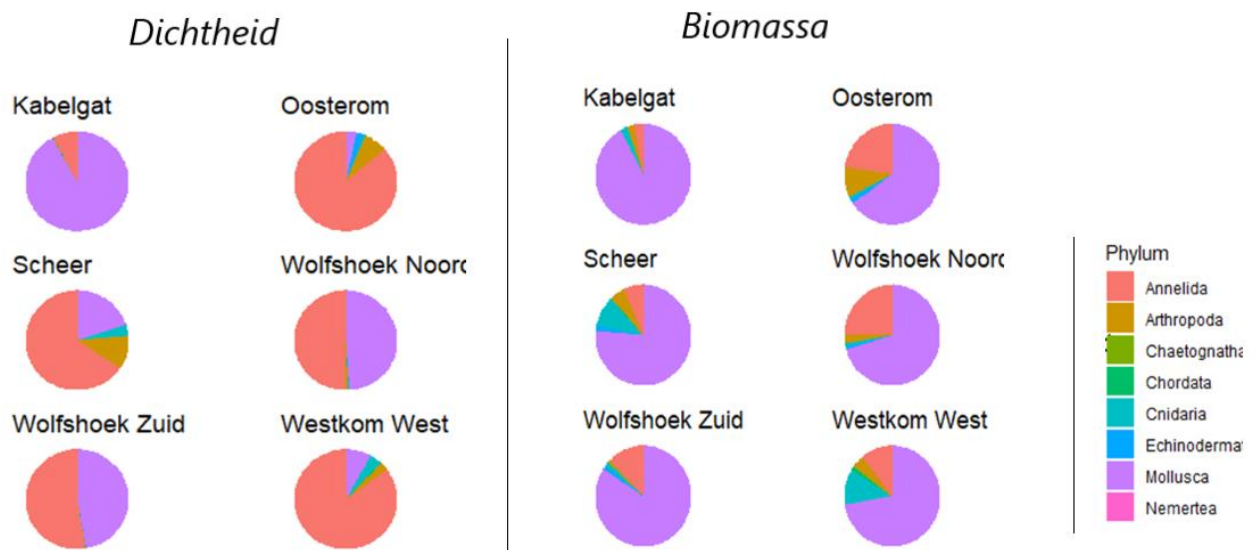
Tabel 4 Aantal soorten en relatieve aanwezigheid van exoten en typische soorten per locatie

	Totaal aantal soorten	Totale dichtheid (n m <sup>-2</sup> )	Totale biomassa (g m <sup>-2</sup> )	% exoten		% typische soorten	
				Aantallen soorten	Dichtheden	Aantallen soorten	Dichtheden
Kabelgat	49	80766	1478	6%	92%	14%	1%
Oosterom	83	5703	337	5%	27%	10%	25%
Scheer	85	12959	733	9%	33%	9%	3%
Westkom West	79	13301	361	10%	52%	10%	4%
Wolfshoek Noord	69	48255	802	7%	74%	12%	3%
Wolfshoek Zuid	56	30022	440	9%	81%	13%	0.4%





Figuur 5 Verschillen tussen locaties op basis van een DCA ordination diagram



Figuur 6 Relatieve aanwezigheid van de verschillende typen bodemdieren, geclassificeerd tot op het stam (phylum) niveau. Links op basis van dichtheden en rechts op basis van biomassa, specifiek voor iedere locatie.

### 3.2.2 Kabelgat

De hoogste dichtheden en biomassa aan soorten wordt waargenomen op locatie Kabelgat. De soortensamenstelling wordt echter slechts door een beperkt aantal soorten bepaald in vergelijking tot de andere locaties (Figuur 4c; Tabel 4). Op de 14 bemonsterde punten zijn in totaal zijn er 49 soorten waargenomen (Tabel 4), waarvan drie exoten en zeven typische soorten (Bijlage 3,4,5). Met een dichtheid van >75.000 individuen per m<sup>2</sup> biomassa domineert de *Ensis Leei* (mesheften) zowel in dichtheden als biomassa de bodemdiergemeenschap op deze locatie (Figuur 6 en 7).

---

### 3.2.3 Oosterom

De laagste dichtheden en biomassa van de bodemdiergemeenschap is waargenomen op het Oosterom. In totaal zijn er 83 soorten waargenomen op de 21 punten die bemonsterd zijn (Tabel 4), waarvan vier exoten en zeven typische soorten (Bijlage 3,4,5). Met name de worm-achtigen zijn abundant aanwezig, waarbij *Marenzelleria viridis* (gewone groenworm) het meeste voorkomt. In de top 10 van meest voorkomende soorten komt *Ensis leei* niet voor (Figuur 7), toch wordt de biomassa wel door deze soort gedomineerd.

### 3.2.4 Scheer

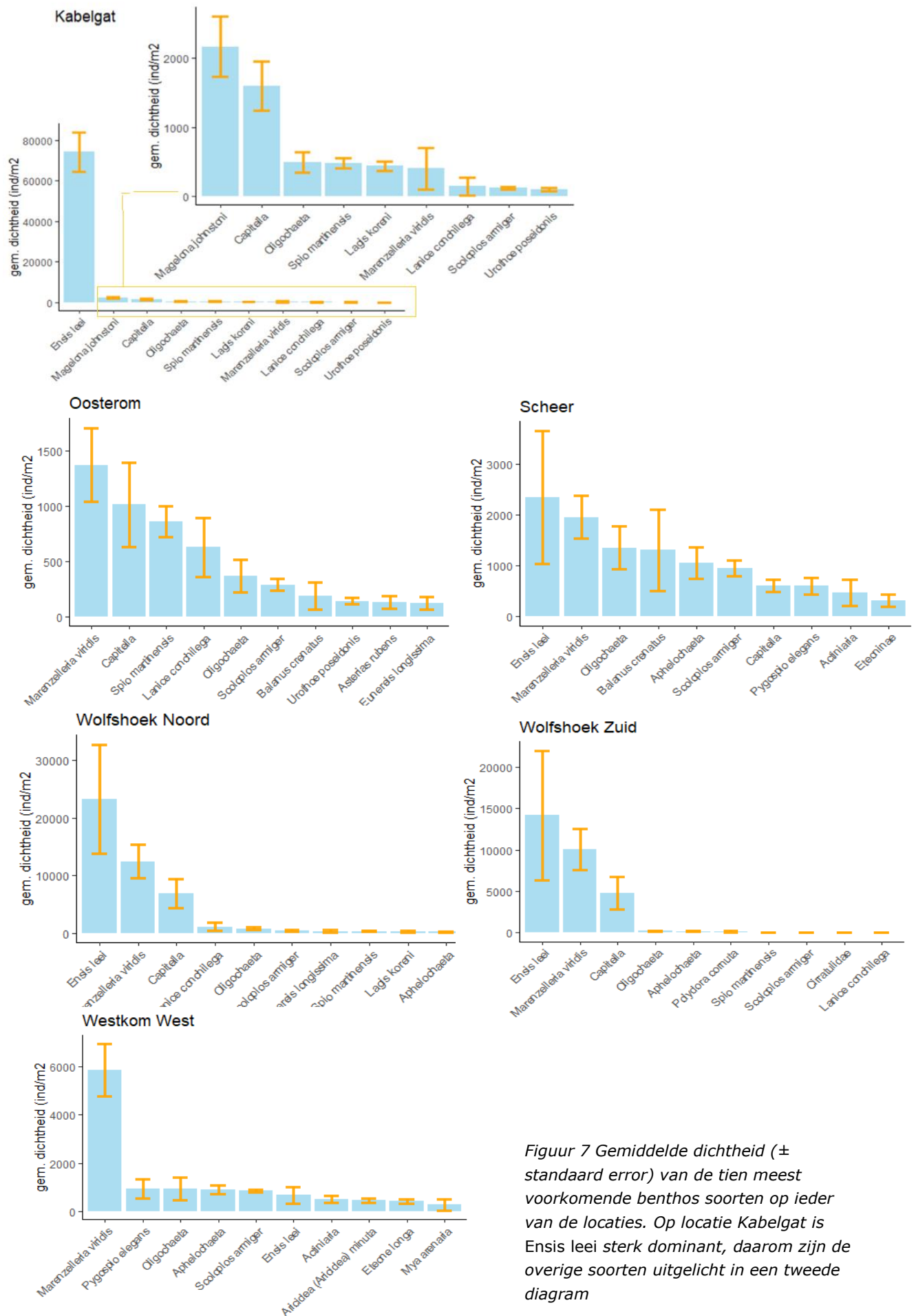
Het meeste aantal soorten (n=85) zijn waargenomen op locatie Scheer waar in totaal 18 punten bemonsterd zijn (Tabel 4). Daarbij waren negen exoten en zeven typische soorten (Bijlage 3,4,5). *Ensis Leei* en *Marenzelleria viridis* zijn wederom dominant. Ten opzichte van de andere locaties worden op het Scheer relatief meer Arthropoda waargenomen (Figuur 6), waarbij *Balanus crenatus* (gekartelde zeepok) het meest abundant is. De exoot *Syllidia armata* wordt, zij het in zeer lage dichtheden ( $<1$  indiv  $m^{-2}$ ), enkel op deze locatie waargenomen.

### 3.2.5 Westkom West

Van de in totaal 79 aangetroffen soorten (tabel 4) is de *Marenzelleria viridis* (gewone groenworm) het meeste voorkomende (Figuur 7). Net als bij Scheer, welke ook in de Marsdiep komberging gelegen is, is het aandeel taxa behorende tot de stam Echinoderma (stekelhuidigen) hoger dan op ander locaties (Figuur 6). Dit is toe te schrijven aan *Asterias rubens* (gewone zeester) welke in absolute dichtheden op sommige andere locaties overigens gelijk of hoger was. Er zijn in totaal acht exoten en acht typische soorten aangetroffen (Tabel 4; Bijlage 3,4 en 5).

### 3.2.6 Wolfshoek Noord en Zuid

De locaties Wolfshoek Noord en Zuid zijn nieuwe perceel blokken die aan beide kanten van een bestaand perceelblok geplaatst zullen worden. Deze locaties liggen dan ook relatief dicht bij elkaar in de buurt (Figuur 1). Qua bodemdiergemeenschap is de Noordzijde meer divers dan de Zuidzijde (69 versus 56 soorten; zie ook bijlage 1), dit blijkt ook uit het aantal taxa per monsterpunt (Figuur 4c). Van de 10 meest voorkomende soorten zijn er acht gelijk (Figuur 7). Op beide locaties zijn vijf exoten aangetroffen (Tabel 4; Bijlage 4 en 5).



*Figuur 7 Gemiddelde dichtheid ( $\pm$  standaard error) van de tien meest voorkomende benthos soorten op ieder van de locaties. Op locatie Kabelgat is Ensis leei sterk dominant, daarom zijn de overige soorten uitgelicht in een tweede diagram*

### 3.3 Vast te stellen effecten na aanleg nieuwe percelen

Uit deze T0 bemonstering is vast te stellen wat de variatie in dichtheid, biomassa en soortensamenstelling is voor de onderzochte locaties. Op basis hiervan kan het statistisch onderscheidend vermogen, de power, berekend worden (zie ook paragraaf 2.1.2; tabel 5). Op basis van de resultaten lijkt het huidig aantal monsterpunten voor de meeste locaties voldoende (statistische power >80%) om een verandering van bijvoorbeeld 20% in aantal soorten, dichtheden dan wel biomassa tussen T0 (voor aanleg percelen) en T1 (na aanleg percelen) aan te kunnen tonen (tabel 6). Het dichtere bemonsteringsgrid dat in 2019 is gekozen (maar waarvoor de monsters nog niet geanalyseerd zijn) lijkt ruimschoots te voldoen aan de benodigde aantallen monsterpunten per locatie, en het is waarschijnlijk dat verschillen minder dan 20% ook kunnen aangetoond worden.

*Tabel 5 Statistische power om een verandering van 20% aan te kunnen tonen op basis van het huidige aantal uitgezochte monsters per locatie en  $\alpha=0.05$ .*

	Aantal soorten	Dichtheden	Biomassa
Kabelgat	0.81	0.62	0.87
Oosterom	0.72	0.95	0.98
Scheer	0.78	0.89	0.89
Westkom West	0.73	0.89	0.71
Wolfshoek Noord	0.68	0.78	0.62
Wolfshoek Zuid	0.89	0.97	0.95

*Tabel 6 Benodigde aantal monsters om met een power=0.8 en  $\alpha=0.05$  een verandering van 20% aan te kunnen tonen. De laatste twee kolommen geven het aantal monsterpunten per locatie zoals uitgevoerd tijdens de 2018 en 2019 T0 bemonsteringen (zie ook tabel 1).*

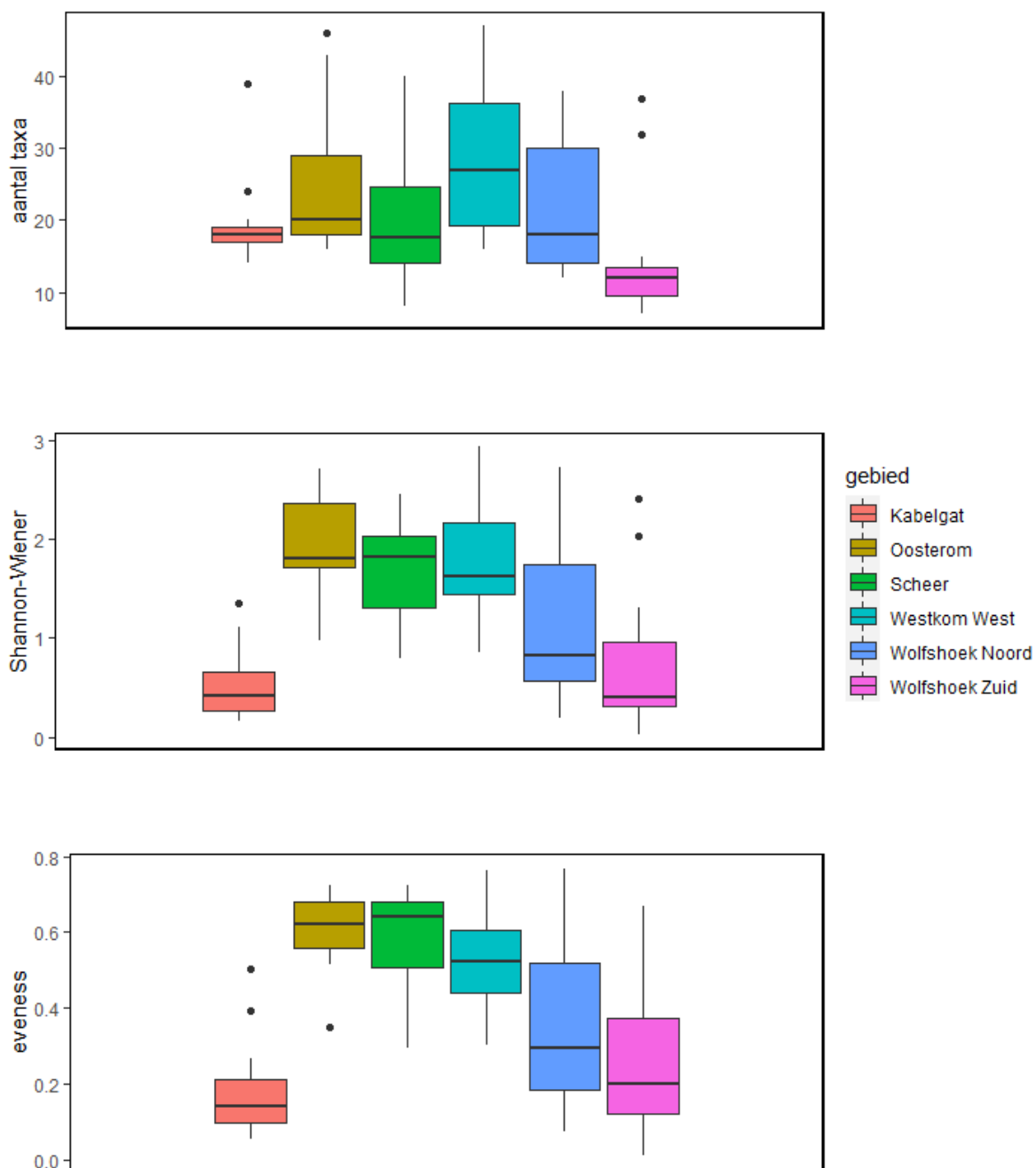
	Benodigde aantallen monsters			Verzamelde monsters	
	Aantal soorten	Dichtheden	Biomassa	Geanalyseerde monsters uit de 2018 T0 bemonstering	Verzamelde monsters in 2019 T0 bemonstering
Kabelgat	14	20	12	14	24
Oosterom	25	14	11	21	41
Scheer	19	16	14	18	22
Westkom West	21	15	22	18	29
Wolfshoek Noord	24	20	28	19	31
Wolfshoek Zuid	15	11	12	19	27

---

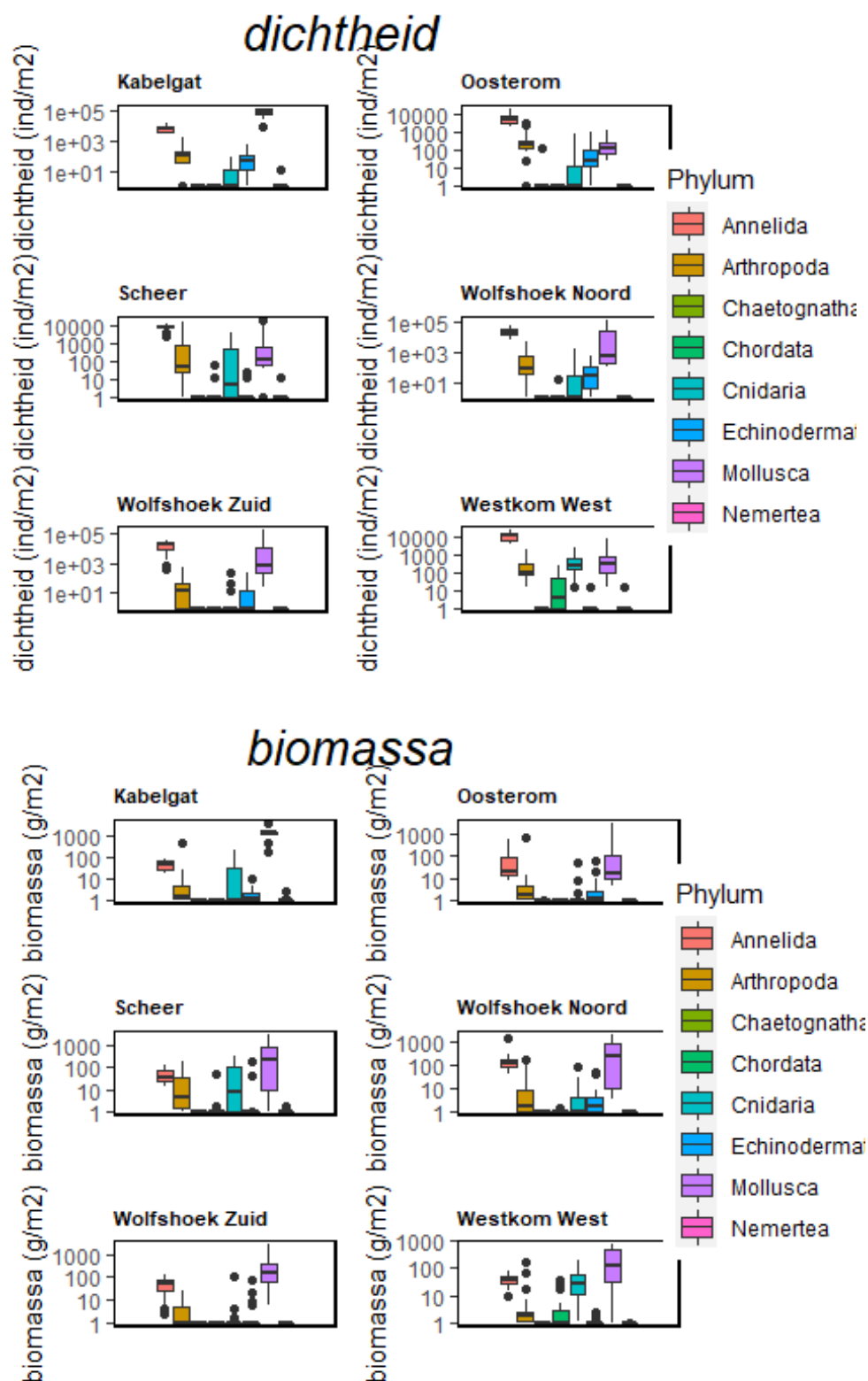
# Literatuur

- Borcard, D., Gillet, F., Legendre, P., 2011. Numerical Ecology with R. Springer, New York.
- Bos, O.G., Gittenberger, A., Boois, I.J.d., Asch, M.v., Wal, J.T.v.d., Cremer, J., Hoorn, B.v.d., Pieterse, S., Bakker, P.A.J., 2016. Soortenlijst Nederlandse Noordzee. Wageningen Marine Research, Wageningen.
- Christianen M.J.A., T. van der Heide, S.J. Holthuijsen, K.J. van der Reijden, A.C.W. Borst & H. Olf (2017). Biodiversity and foodweb indicators of community recovery in intertidal shellfish reefs. Biological Conservation 213 (2017) 317–324.
- Craeymeersch J.A., J.M. Jansen, A.C. Smaal, M. van Stralen, E. Meesters & F. Fey (2013). Impact of mussel seed fishery on subtidal macrozoobenthos in the western Wadden Sea. IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies Report number C003/13 PR 7: 123 pp.
- Craeymeersch J.A., V. Escaravage, J. Adema, M. van Asch, I Tulp., T. Prins (2015). PMR Monitoring natuurcompensatie Voordelta – bodemdieren 2004-2013. IMARES-Wageningen UR. Rapport C091/15: 171 pp.
- Dekker, R., J. Drent, 2013. Macrozoobenthos in the subtidal western Dutch Wadden Sea in 2008. NIOZ/PRODUS Rapport
- Drent J., R. Dekker, 2013. How different are sublittoral *Mytilus edulis* communities of natural mussel beds and mussel culture plots in the western Dutch Wadden Sea. NIOZ/PRODUS PR 2 Rapport
- Glorius S., A. Rippen, M. de Jong, B. van der Weide, J. Cuperus, A. Bakker & M. van Hoppe. De ontwikkeling van niet beviste sublittorale mosselbanken 2009-2012 (2013). IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies, Rapport C199/13:856 pp.
- Jongman, R.H.G., ter Braak, C.J.F., van Tongeren, O.F.R., 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen.
- Meesters H.W.G. & F.E. Fey-Hofstede (2009). PRODUS deelproject 3 sublittorale natuurwaarden: Invloed van aantal monsters per locatie en totaal aantal locaties op de 'power' om een verschil in het aantal unieke soorten te vinden. Wageningen IMARES, Rapportnummer 09.001: 25pp.
- Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit, Vogelbescherming Nederland, De Waddenvereniging, Stichting Wad, De Vereniging Natuurmonumenten, Producentenorganisatie Mosselcultuur, 2008. Convenant transitie mosselsector en natuurherstel Waddenzee.
- Ministerie van Economische zaken 2014. Leeswijzer Natura 2000 profielen Geheel herziene versie september 2014 Ten behoeve van de profielen behorende bij de aanwijzing van de Natura 2000-gebieden in de EEZ. Programmadirectie Natura 2000.  
[https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen\\_profielen\\_algemene\\_documenten/Leeswijzer%20Natura2000%20profielendoc%202014.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen_profielen_algemene_documenten/Leeswijzer%20Natura2000%20profielendoc%202014.pdf)
- Mouissie, A., Bleeker, A., Hensen, A., Riksen, M., van Dobben, H., Huiskes, R., 2014. Stikstof, vegetatie en duinbeheer. Datarapport T0-monitoring (2011-2013) duinen van Goeree tot Solleveld, in het kader van MEP Duinen i.r.t. Maasvlakte 2. Grontmij, GM-0143006, revisie D1. 119 pp.
- R Core Team, 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Oksanen, J., Blanchet, F., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGinn, D., Minchin, P., O'Hara, R., Simpson, G., Solymos, P., Stevens, M., Szoecs, E., Wagner, H., 2019. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-5. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- Wickham, H., 2009. ggplot2: elegant graphics for data analysis. Springer, New York.
- Wijnhoven S & H Hummel 2009. Historische analyse exoten in de Zeeuwse delta. De opkomst, verspreiding, ontwikkeling en impact van exoten onder de macrofauna van het zachte substraat in de Zeeuwse brakke en zoute wateren. Monitor Taakgroep (KNAW/NIOO-CEME) Monitor Taskforce Publication Series 2009 -11

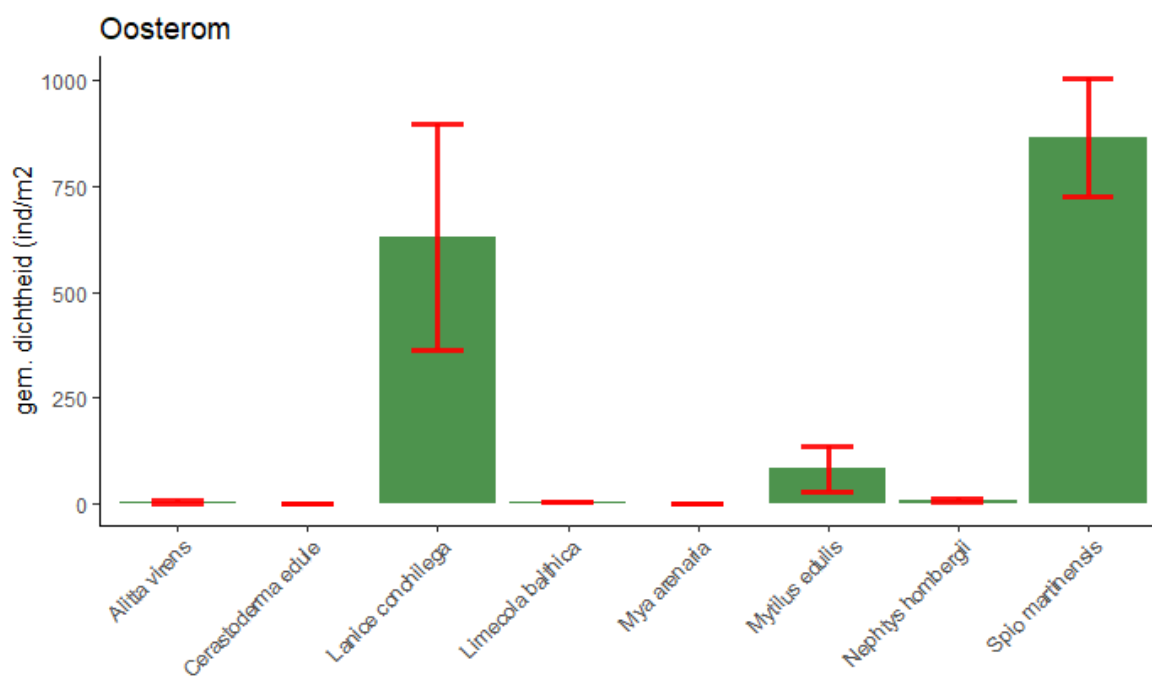
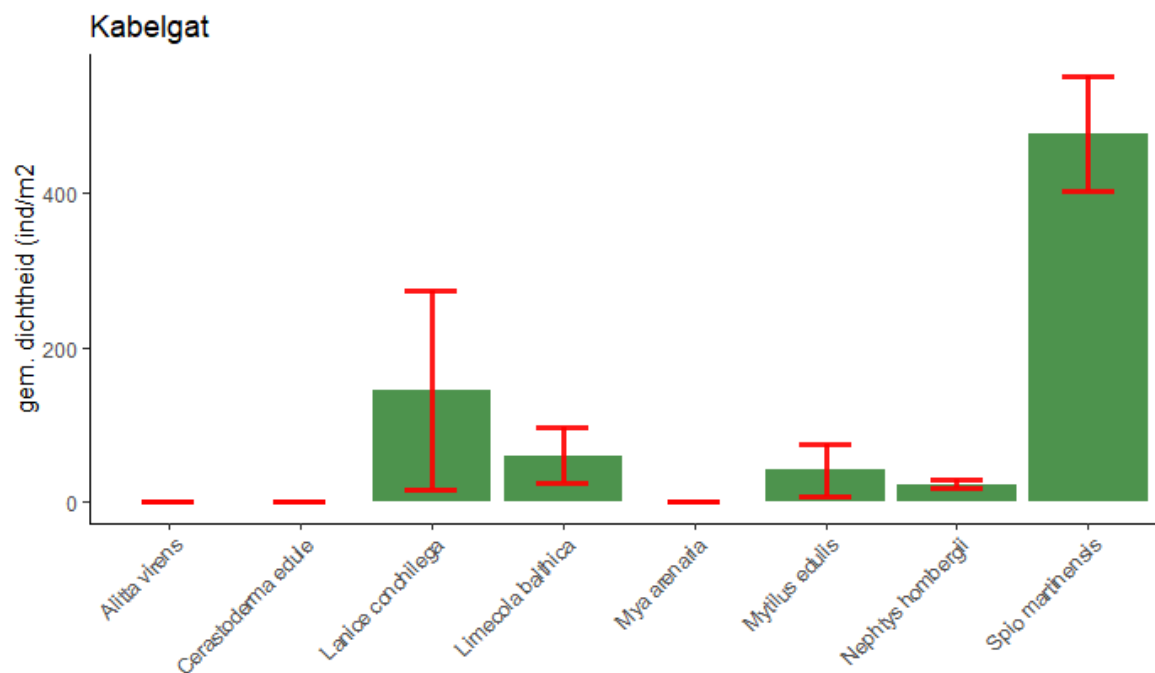
## Bijlage 1: Biodiversiteit indices



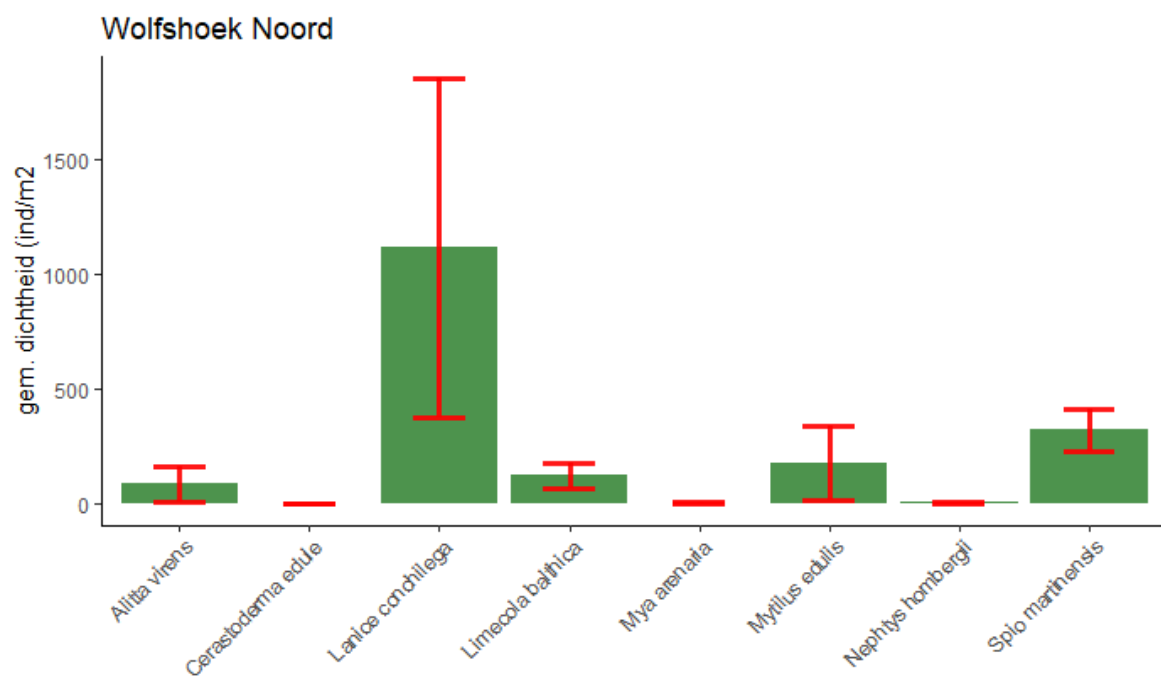
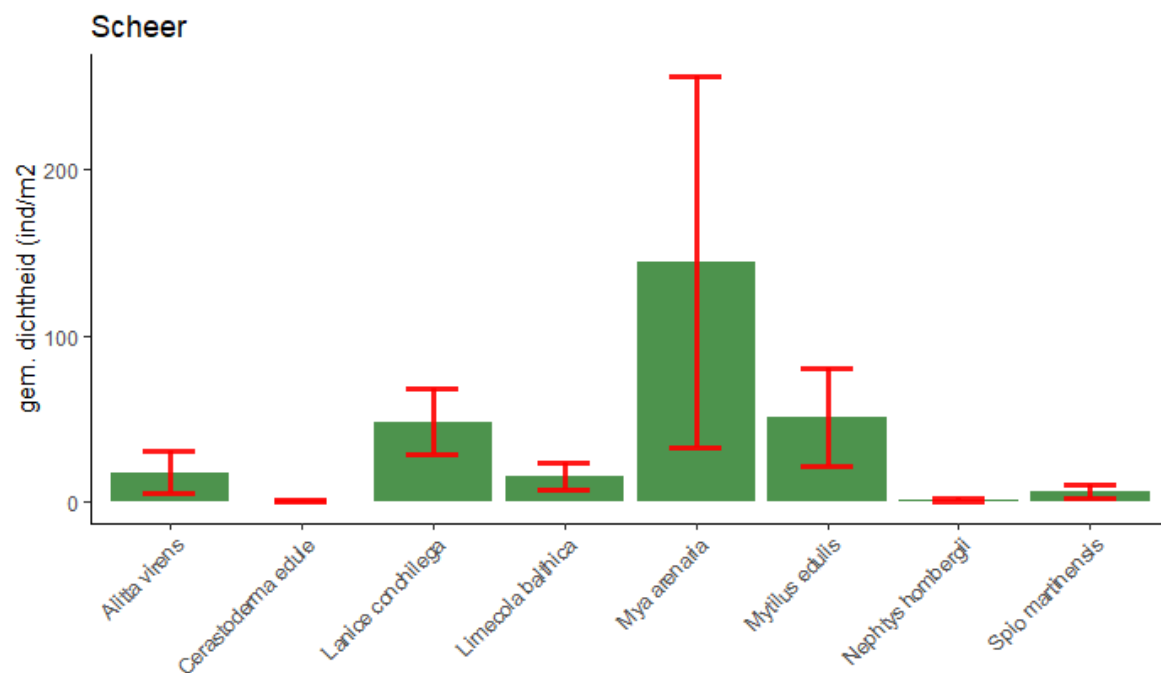
## Bijlage 2: Dichtheid en biomassa per stam (Phylum) per locatie

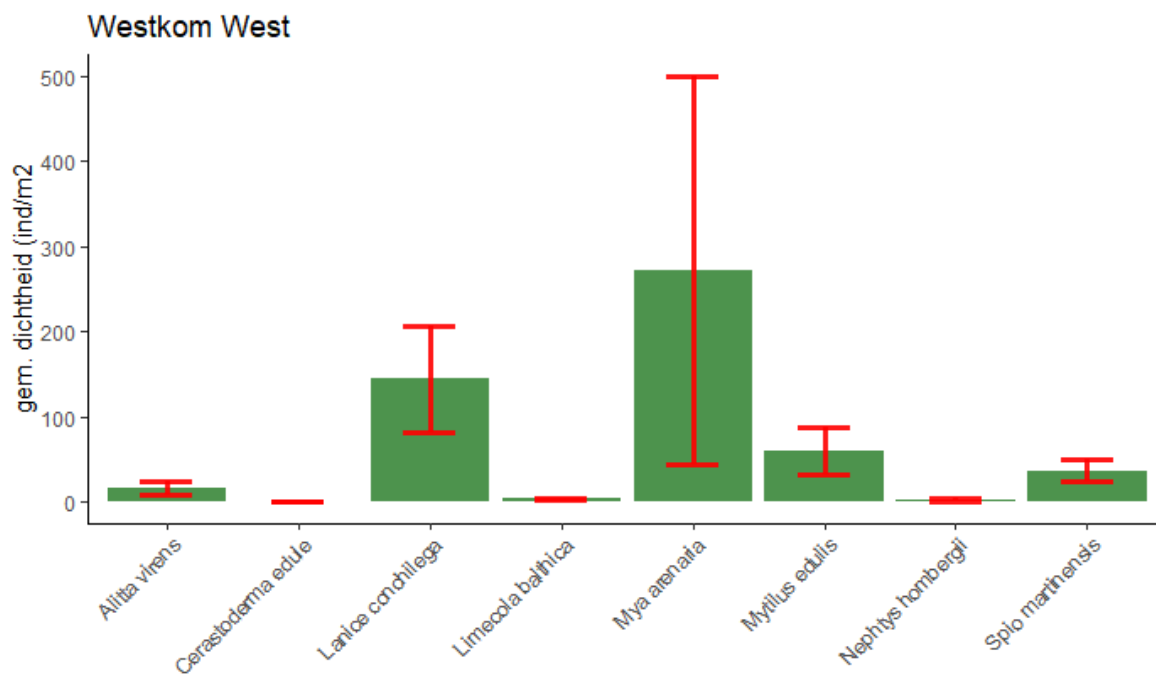
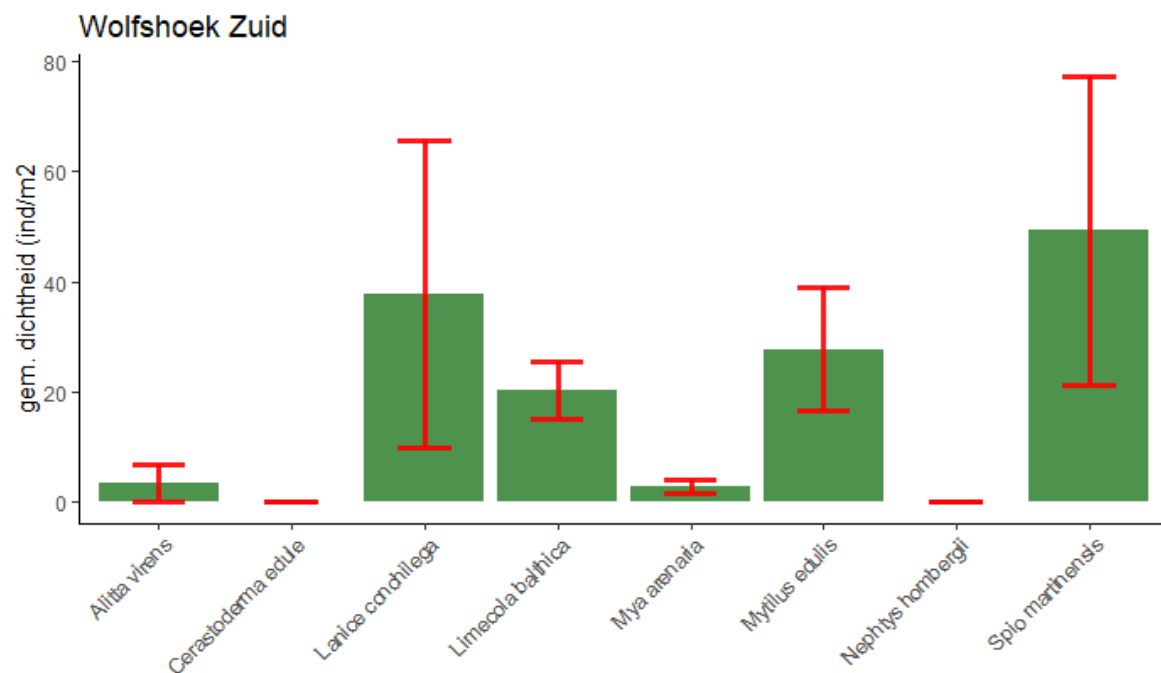


## Bijlage 3: Specifieke soorten per locatie

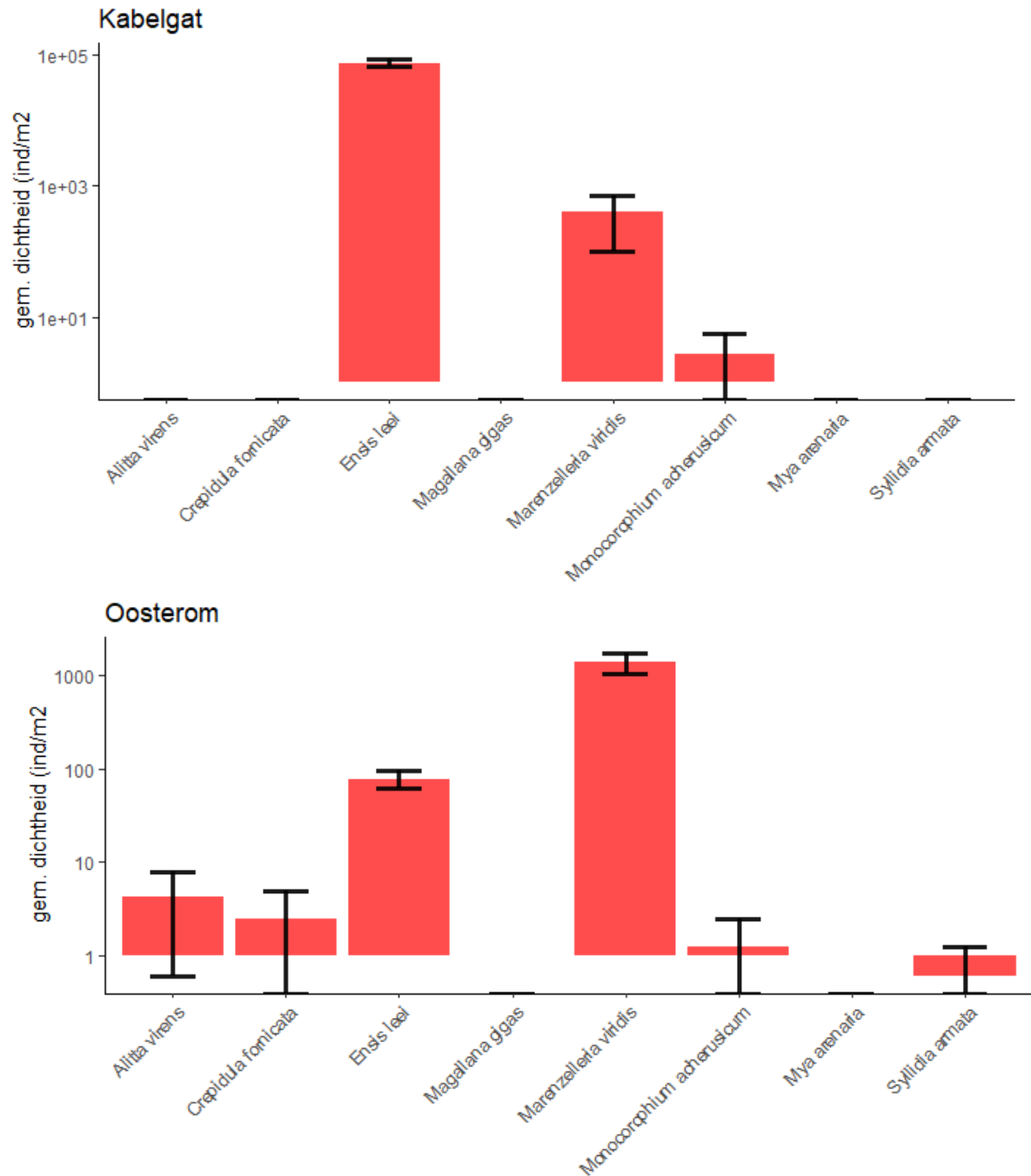


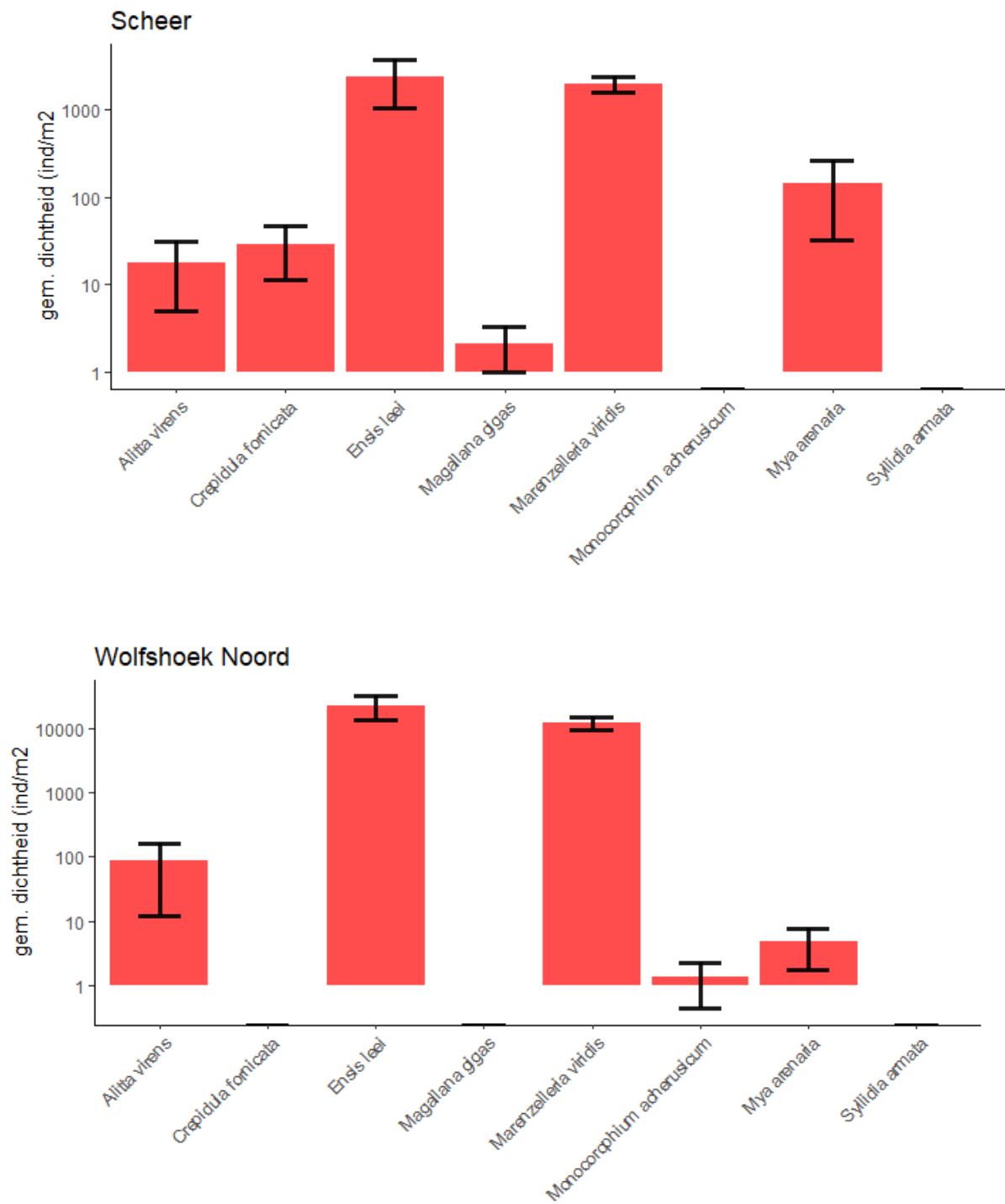


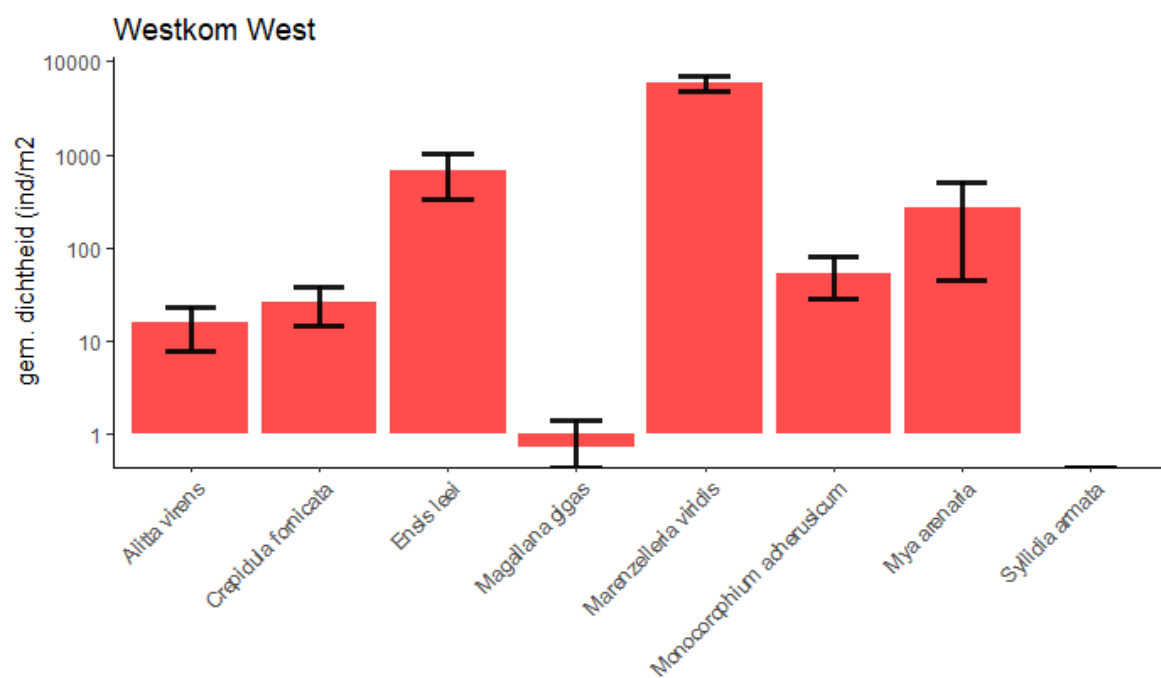
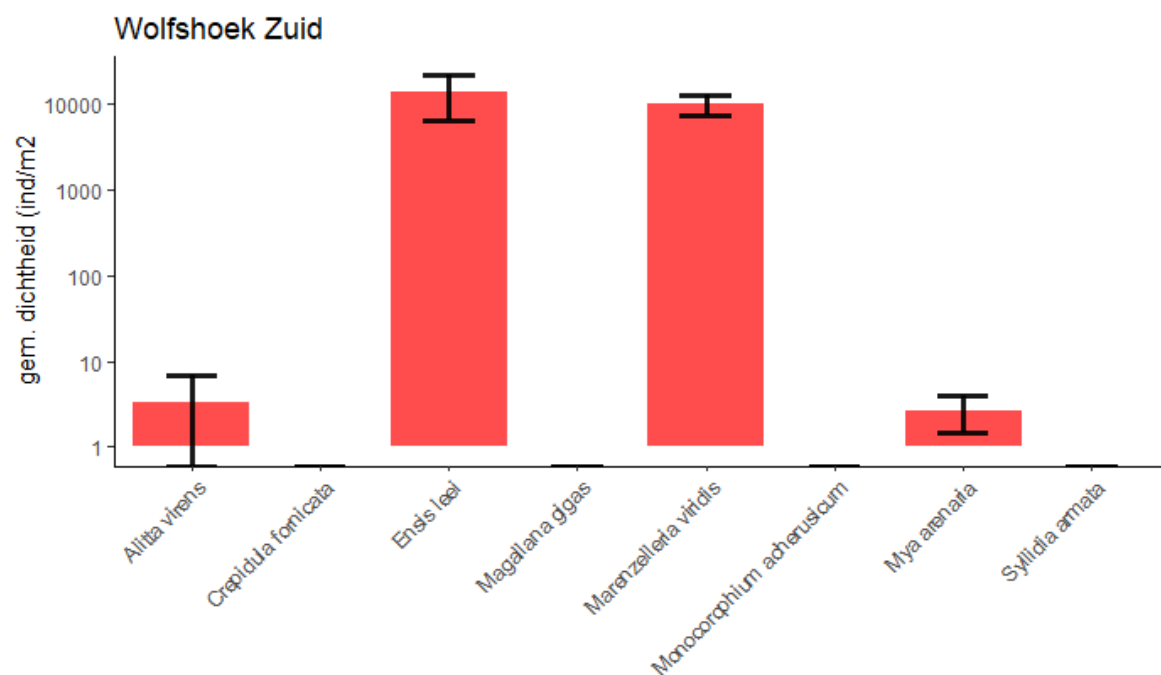




## Bijlage 4: Exoten per locatie







# Bijlage 5: soortenlijst

naam	Exoot of typische soort	KG	OS	SR	WN	WZ	WW
<b>Annelida</b>							
Alitta succinea	Exoot / typische soort		x	x	x		x
Alitta virens			x	x	x	x	x
Ampharete acutifrons			x				
Aphelochaeta			x	x	x	x	x
Arenicola marina			x	x	x	x	x
Aricidea (Aricidea) minuta		x	x	x			x
Boccardia proboscidea							
Capitella		x	x	x	x	x	x
Capitellidae		x	x	x	x		x
Chaetozone setosa		x	x		x		x
Chaetozone			x				
Eteone flava							x
Eteone longa			x	x	x	x	x
Eteone			x	x		x	x
Eulalia viridis				x	x	x	x
Eumida sanguinea		x	x	x	x	x	x
Eumida		x	x	x	x	x	x
Eunereis longissima		x	x	x	x		x
Exogone naidina			x				
Gattyana cirrhosa			x		x		x
Glycera tridactyla					x		
Harmothoe imbricata		x		x	x	x	x
Harmothoe impar		x		x	x	x	x
Harmothoe			x	x	x		
Hediste diversicolor				x		x	x
Heteromastus filiformis			x	x	x	x	x
Hypereteone foliosa				x			x
Lagis koreni		x	x	x	x	x	x
Lanice conchilega	typische soort	x	x	x	x	x	x
Lepidonotus squamatus				x			x
Magelona johnstoni		x	x	x	x	x	x
Magelonidae			x				
Magelona mirabilis		x	x		x		x
Magelona							
Malmgrenia darbouxii			x		x		
Malmgrenia		x	x	x			
Malmgreniella			x				
Marenzelleria viridis	exoot	x	x	x	x	x	x
Mediomastus fragilis			x	x			x
Mediomastus			x		x		x
Microphthalmus aberrans			x	x	x	x	x
Myrianida		x	x	x	x	x	x

naam	Exoot of typische soort	KG	OS	SR	WN	WZ	WW
Neoamphitrite figulus				x			x
Neoamphitrite							x
Nephtys caeca		x	x	x	x		x
Nephtys cirrosa			x				x
Nephtys hombergii	typische soort	x	x	x	x		x
Nephtys		x	x	x	x	x	x
Nereididae			x	x	x	x	x
Nereis				x			
Oligochaeta		x	x	x	x	x	x
Owenia					x		
Paraonis fulgens			x				
Phyllodocidae		x	x	x	x	x	x
Polydora ciliata		x		x	x	x	x
Polydora cornuta		x	x	x	x	x	x
Polydora				x		x	x
Polynoidae			x	x			
Proceraea			x	x	x	x	x
Pseudopolydora paucibranchiata				x			
Pseudopolydora pulchra							x
Pygospio elegans		x	x	x	x	x	x
Scolecipis (Scolecipis) foliosa				x			x
Scoloplos armiger		x	x	x	x	x	x
Sphaerodoridium minutum							x
Spio martinensis	typische soort	x	x	x	x	x	x
Spiophanes bombyx		x	x		x	x	
Sthenelais boa			x				
Streblospio benedicti				x		x	x
Streptosyllis websteri			x	x			x
Syllidia armata	exoot			x			
Terebellidae			x				
<b>Arthropoda</b>							
Abludomelita obtusata						x	
Amphibalanus improvisus				x			
Aoridae			x				
Austrominius modestus							x
Balanus crenatus		x	x	x	x		x
Balanidae							x
Bathyporeia elegans		x					
Bathyporeia sarsi			x	x			x
Bodotria scorpioides		x	x	x	x	x	x
Caprellidae				x			
Carcinus maenas		x	x	x	x	x	x
Centraloecetes kroyeranus							x
Corophiidae			x	x			
Corophium volutator			x	x	x	x	x
Crassikorophium bonellii					x		
Crangon crangon		x	x	x	x	x	x
Cumopsis goodsir			x				

naam	Exoot of typische soort	KG	OS	SR	WN	WZ	WW
Diastylis bradyi					x	x	
Diastylis						x	
Dyopodos monacanthus				x			
Gammarus		x	x	x	x	x	x
Gastrosaccus spinifer			x				
Hemigrapsus takanoi				x			
Jassa marmorata			x	x			
Liocarcinus holsatus		x					
Melita palmata		x		x	x		x
Melita			x				
Microprotopus maculatus		x	x	x	x	x	x
Monocorophium acherusicum	exoot	x	x		x		x
Monocorophium insidiosum			x	x			
Mysis						x	
Nototropis falcatus			x				
Nymphon brevistre			x	x	x		x
Praunus flexuosus				x			
Pycnogonida				x			
Schistomysis kervillei		x	x		x	x	x
Sessilia							
Urothoe poseidonis		x	x	x	x	x	
<b>Chaetognatha</b>							
Chaetognatha			x				
<b>Chordata</b>							
Ascidacea				x			x
Molgula							x
Tunicata		x	x	x	x	x	x
<b>Cnidaria</b>							
Hydrozoa			x		x		
<b>Echinodermata</b>							
Asterias rubens		x	x	x	x	x	x
Echinocardium cordatum		x					
Ophiura ophiura					x	x	
Ophiura			x				
Ophiuridae			x	x		x	
<b>Mollusca</b>							
Abra alba		x	x		x	x	
Cerastoderma edule				x	x		
Crepidula fornicata	exoot			x			x
Ensis leei	exoot	x	x	x	x	x	x
Fabulina fabula		x	x		x		
Kurtiella bidentata			x	x	x	x	
Limecola balthica	typische soort	x	x	x	x	x	x
Macomangulus tenuis		x	x		x		
Magallana gigas	exoot			x			x
Mya arenaria	exoot / typische soort			x	x	x	x
Mytilus edulis	typische soort	x	x	x	x	x	x
Nudibranchia				x	x	x	



naam	Exoot of typische soort	KG	OS	SR	WN	WZ	WW
Petricolaria pholadiformis	exoot			x		x	x
Potamocorbula amurensis				x			
Tellina							
<b>Nemertea</b>							
Nemertea		x		x			x
Totaal aantal soorten	Exoot: 9 typische soort:7	49	83	85	69	56	79

---

# Verantwoording

Rapport C054/21

Projectnummer: 4313200014 KOMPRO

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: Sander Glorius  
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 21 juni 2021

Akkoord: Dr. J. Asjes  
Manager Integratie

Handtekening:



Datum: 16 juni 2021

---

Wageningen Marine Research  
T: +31 (0)317 48 70 00  
E: [marine-research@wur.nl](mailto:marine-research@wur.nl)  
[www.wur.nl/marine-research](http://www.wur.nl/marine-research)

Bezoekers adres:

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



---

**Wageningen Marine Research** levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.

Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'

---