



Foto: Floor Driessen

Monitoring platte-oesterbank Voordelta 2022

Auteur(s): Pauline Kamermans¹, Enzo Kingma¹, Karin Didderen², Wouter Lengkeek²

1 Wageningen Marine Research

2. Waardenburg Ecology

Wageningen University &
Research rapport C043/23

Monitoring platte-oesterbank Voordelta 2022

Auteur(s): Pauline Kamermans¹, Enzo Kingma¹, Karin Didderen², Wouter Lengkeek²

1 Wageningen Marine Research

2 Waardenburg Ecology

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Duurzame voedselvoorziening & -productieketens & Natuur' (projectnummer BO-43.021.02-025)

Wageningen Marine Research
Yerseke, juni 2023

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C043/23

Keywords: platte oester, Voordelta, monitoring

Opdrachtgever: Ministerie van LNV
T.a.v.: E. Knegtering
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BO-43.021.02-025

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/633204>

Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Foto omslag: Floor Driessen

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Drs.ir. M.T. van Manen, directeur
bedrijfsvoering

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 schbanktelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V32 (2021)

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	6
1.1 Achtergrond	6
1.2 Kennisvraag	6
2 Methoden	8
2.1 Locatie	8
2.2 Omvang van de platte-oesterbank	9
2.2.1 Sonaropnames	9
2.2.2 Omvang en kartering structuren binnen de oesterbank	9
2.3 Oesterdichtheid en populatieopbouw	11
2.3.1 Visuele onderwatercensus	11
2.3.2 Dichtheid platte oester	11
2.3.3 Populatieopbouw	11
2.3.4 Status van de ziekte bonamiosis	11
2.3.5 ROV-beelden	12
2.4 Larvenproductie en vestiging	13
2.4.1 Larvenmonsters	13
2.4.2 Collectoren voor oesterbroed	13
2.5 Biodiversiteit	14
3 Resultaten	15
3.1 Platte-oesterbank	15
3.1.1 Omvang en biogene structuren	15
3.1.2 Dichtheid platte oesters	18
3.1.3 Kenschets bank middels beelden en gescoorde bedekking banksubstraat	18
3.2 Populatieopbouw	22
3.3 Larvenproductie en vestiging	24
3.3.1 Larvenproductie	24
3.3.2 Vestiging van larven	25
3.4 Biodiversiteit	25
4 Conclusie, discussie en aanbevelingen	26
4.1 Conclusie	26
4.2 Omvang en dichtheid van de platte-oesterbank	26
4.3 Populatieopbouw en reproductie van de platte-oesterbank	27
4.4 Biodiversiteit	28
4.5 Onderzoekstechnieken	29
5 Dankwoord	31
6 Kwaliteitsborging	32
Literatuur	33
Verantwoording	35
Bijlage 1 Coördinaten begin en eind lijntransecten 2022	36

Samenvatting

Sinds 1 juni 2021 is de oesterbank in de Voordelta formeel beschermd tegen visserijvormen die schadelijk kunnen zijn voor de ontwikkeling van de platte-oesterbank of belemmerend zijn voor de monitoring van de integrale toestand van de platte-oesterpopulatie. Gedurende vier jaar wordt jaarlijks de omvang, dichtheid, populatieopbouw, status van de ziekte bonamiosis, reproductie en biodiversiteit van de oesterbank gemonitord. Deze informatie kan bijdragen aan het bepalen van de huidige status en functie van de platte-oesterbank en maakt het mogelijk om vooruitzichten te maken voor het gebied. Voorliggend rapport betreft de rapportage over de monitoring en bijhorende resultaten in 2022.

Voor het bepalen van de **omvang van de platte-oesterbank** zijn akoestische data ingewonnen met een SONAR. Validatie van de akoestische data vond plaats met onderwaterbeelden. De totale omvang van het onderzochte gebied was 238 hectare, waarvan op 206 hectare biogene structuren aanwezig waren die kenmerkend zijn voor op of rond oesterbanken. Het oppervlak aan oesterbank met een hoge bedekking van schelpen en oesters (70-100%) beslaat 9,6 hectare en aan oesterbank met een gemiddelde bedekking (40-70%) 30,3 hectare. Daarnaast is er 14,1 hectare mosselbank aanwezig. Het omliggende gebied buiten de grenzen van de beschermde bank heeft een bedekking van schelpen tussen de 5 en 100% en is minimaal 154,4 hectare groot. Gezien de grote hoeveelheid schelpmateriaal en aanwezigheid van mosselen in dit gebied dat aan de westkant van de beschermde bank grenst, is het aanbevolen om de westgrens van het gebied te heroverwegen.

In het voorjaar van 2022 was het zicht te slecht om oesters te kunnen verzamelen voor het bepalen van de **status van de ziekte bonamiosis**. Daarom zijn in het najaar 30 platte oesters in een mandje geplaatst. Het mandje is bevestigd aan een kooi die ook met slecht zicht te vinden is. In april 2023 was het plan de oesters uit het mandje te verzamelen voor *Bonamia*-analyse, maar toen bleek dat het was losgesneden van de kooi en is het niet meer teruggevonden.

De **dichtheid en populatieopbouw van de platte oesters** is onderzocht langs drie lijntransecten met ieder vijf willekeurig geplaatste kwadranten waarbij het aantal oesters per kwadrant werd geteld en van 127 verzamelde oesters de lengte, breedte en hoogte van de schelp is opgemeten. Het gemiddeld aantal platte oesters op de bank bedroeg 4,8 per m². Dit is vergelijkbaar met de door OSPAR gehanteerde grens van 5 oesters per m² voor een oesterbank. De lengte van de oesters varieerde van 7 tot 114 mm. De meest voorkomende lengteklassen werden gevonden in de range van 50-90 mm. De grootste hoogte van 40-45 mm is indicatief voor een oester van 9 jaar oud. Er werden ook twee kleine oesters gevonden met een schelpenlengte van 17 mm en 7 mm. Dit zijn waarschijnlijk oesters van 1 en 0 jaar oud, wat wijst op recente broedval.

De **reproductie van de platte oesters** is bepaald door in het zomerseizoen watermonsters te verzamelen en deze te analyseren op aanwezigheid van larven. Daarnaast werden in de zomer ook collectoren uitgezet om broed in te vangen. Deze collectoren zijn in het najaar verzameld en het daarop gevestigde broed is geteld. Tijdens de analyse van de watermonsters en de tellingen kwamen zowel platte-oesterlarven als platte-oesterbroedjes voor. In potentie zou de bank zich dus kunnen verjongen.

Voor de opname van de **biodiversiteit op de platte-oesterbank** is visueel met duikers vastgesteld welke soorten aanwezig waren in eerder genoemde kwadranten. Op basis van de visuele opname van epibenthische soorten zijn in 2022 totaal 41 taxa aangetroffen in de kwadranten, met een gemiddelde van 12 per kwadrant van 0,25 m². Dit is vergelijkbaar met 2021.

Als aanvulling op de observaties met SONAR, *dropcam* en duikers is een **pilot met een ROV** uitgevoerd. Met behulp van de ROV zijn videobeelden gemaakt, van onder andere de lijntransecten, die inzicht geven over de structuur van de platte-oesterbank. Hoewel er nog verbeterpunten zijn is er potentie in het gebruik van de ROV voor de toekomstige monitoring van de platte-oesterbank in de Voordelta als aanvulling op de andere technieken.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Platte-oesterbanken kwamen ooit voor op ongeveer 20% van de Nederlandse Noordzeebodem (Olsen 1883). Onder het OSPAR-verdrag zijn de platte oester en banken van platte oesters aangemerkt als bedreigde soort en habitat (OSPAR Commission 2008) en er is een OSPAR-aanbeveling voor bescherming ervan (OSPAR Commission 2013). Verder heeft Nederland onder de EU-Kaderrichtlijn Mariene Strategie voor de descriptor "zeebodemintegriteit" onder meer het volgende milieudoel (i.e. D6T5) opgenomen: *de terugkeer en het herstel van biogene banken, waaronder platte-oesterbanken* (Min. IenW en Min. LNV 2018).

Nadat de soort – in bankvorm - bijna een eeuw uitgestorven was geweest in de Noordzee, werd in een vooronderzoek in de Voordelta een gemengde bank met platte oesters (*Ostrea edulis*) ontdekt door duikers van Bureau Waardenburg aan de Noordzeekant van de Brouwersdam (Kamermans et al., 2015). Verder onderzoek liet zien dat de bank ca. 40 ha groot was (Sas et al. 2018, Christianen et al., 2018). Sindsdien vindt in het gebied onderzoek plaats naar herstel van de platte oester (Sas et al., 2016, 2018; Didderen et al., 2019; Van der Have et al., 2019). Leeftijdsonderzoek laat zien dat het oudste exemplaar zich mogelijk al gevestigd moet hebben in de periode 2001-2002 (Witbaard et al., 2020). Verder waren van de in 2015 verzamelde exemplaren er waarschijnlijk twee ouder dan 7 jaar en van exemplaren uit 2017, drie ouder dan 9 jaar. Dat betekent dat de oesterbank al voor 2008, toen de Voordelta als Natura 2000-gebied werd aangewezen, in bepaalde mate aanwezig moet zijn geweest. De bank is mogelijk ontstaan sinds in 1998 een sluis in de Brouwersdam jaarrond openging en o.a. platte-oesterlarven vanuit de Grevelingen zich konden vestigen in de Voordelta (Christianen et al. 2018; Sas et al. 2018). De oesterbank ligt in een gebied waar - in elk geval in geanalyseerde perioden vóór 2015 - er een relatieve lage visserijintensiteit was (Kamermans et al. 2015, Min. IenM, 2016).

Sinds 1 juni 2021 is de oesterbank formeel beschermd tegen visserijvormen die schadelijk kunnen zijn voor het in integere toestand kunnen onderzoeken van de platte-oesterpopulatie en de oesterbank (Bos et al., 2021). In de betreffende regeling (Min. LNV 2021) staat dat het is gewenst om gedurende vier jaar de omvang, dichtheid, populatieopbouw, reproductie en biodiversiteit van de oesterbank te monitoren. Deze informatie kan bijdragen aan het bepalen van de status en functie van, en vooruitzichten voor, de platte-oesterbank. Jaarlijks wordt hierover gerapporteerd. Voorliggend rapport betreft de tweede tussenrapportage over 2022.

1.2 Kennisvraag

De kennisvraag die centraal staat in dit onderzoek is: Wat zijn de ontwikkeling in omvang, dichtheid, populatieopbouw, status van de ziekte bonamiosis, reproductie en biodiversiteit van de platte-oesterbank in de Voordelta?

Box 1: Oesterbank en geassocieerde biodiversiteit

OSPAR heeft oesterbanken van platte oester gedefinieerd als "voorkomens van *Ostrea edulis* in dichtheden van 5 of meer per m² op ondiepe, meestal beschutte zeebodems (typisch 0-10 m diepte, maar sporadisch tot 30 m). Er kunnen aanzienlijke hoeveelheden dode oesterschelpen zijn die een substantieel deel van het substraat uitmaken van een oesterbank".

Een oesterbank bestaat uit oesters en geassocieerde biodiversiteit die op de zandbodem of op hard substraat voorkomen. Geassocieerde biodiversiteit van een oesterbank is in dit rapport geïnterpreteerd als de soorten die zich vestigen op en rondom oesterbanken (sponzen, zacht koraal, zakpijpen, etc.), of die er gebruik van maken als schuilplaats (krabben, kreeften), foerageerlocatie, of als opgroeigebied. Het gaat hierbij niet om soorten die wel in het gebied voorkomen maar geen specifiek onderdeel uitmaken van de biodiversiteit van een oesterbank, zoals pelagische vissen (haring, sprot), vissoorten geassocieerd met zandige bodems (schol, tong), zeezoogdieren en vogels.

Recentelijk is door de Native Oyster Restoration Alliance (NORA) een handboek voor monitoring van platte-oesterherstelprojecten gepubliceerd (zu Ermgassen et al., 2021). In dat handboek wordt een aantal te meten grootheden genoemd. In tabel 1.1 wordt een overzicht gegeven van de universele monitoringsgrootheden uit het handboek en of die worden gemeten in het huidige project.

Tabel 1.1. NORA-monitoringsparameters en monitoring op de bank in de Voordelta. RWS is waterinfo.rws.nl.

Nummer	NORA-omschrijving	Type grootheid	Gemeten op bank in Voordelta
1	Voetafdruk en oesterhabitatgebied	Universeel	Huidige project
2	Bedekking met schelpen	Universeel	Huidige project
3	Oesterdichtheid	Universeel	Huidige project
4	Lengtefrequentie	Universeel	Huidige project
5	Watertemperatuur	Universeel	RWS (Brouwershavense Gat)
6	Zoutgehalte	Universeel	RWS (Brouwershavense Gat)

2 Methoden

2.1 Locatie

Deze studie is uitgevoerd bij een in 2015 ontdekte oesterbank (Christianen et al., 2018) in het in 2008 als Natura 2000-gebied aangewezen gebied de Voordelta (Min. LNV 2008), onderdeel van de Nederlandse Noordzee (Kamermans et al., 2015). De bank is gepositioneerd nabij de Brouwersdam, een waterkering die de voormalige zeearm (de Grevelingen) afsluit van de Noordzee (Figuur 2.1). Vier en een halve kilometer ten zuiden van de bank zit een doorlaat in de Brouwersdam waardoor water uit het Grevelingenmeer in beperkte mate de Noordzee in stroomt, en vice versa.



Figuur 2.1. Kaartje van de Voordelta met de ligging van de oesterbank (paars), de drie monitoringstransecten "noord", "midden" en "zuid" (begin- en eindpunt in rood) en de locatie van plaatsen van broedcollectoren en larvenbemonsteringen (gele ster).

2.2 Omvang van de platte-oesterbank

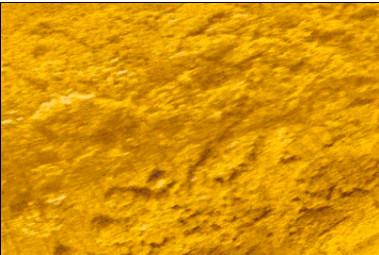
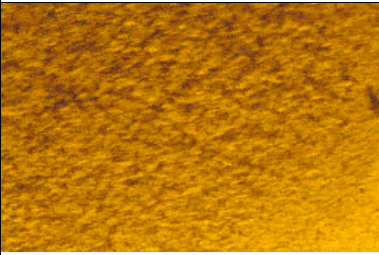
2.2.1 Sonaropnames




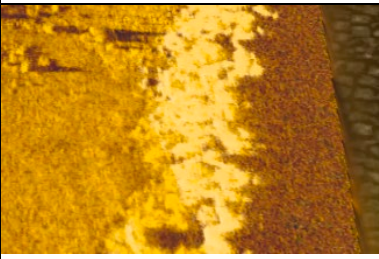
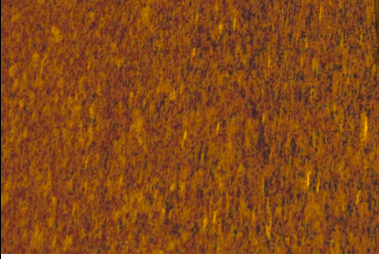
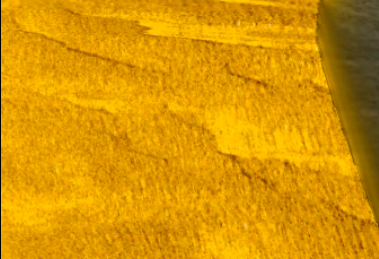
Op 24 augustus 2022 zijn onder gunstige weersomstandigheden met een SONAR akoestische data ingewonnen op de schelpdierbank. De sonar heeft twee opnamesystemen; een *downscan* en een *sidescan*. De *downscan* creëert een hoogteprofiel van de bodem en de *sidescan* creëert een wijder onderwaterbeeld van de bodem. De vaarsnelheid was 4-6 km/h, de gemiddelde bandbreedte van de opname 28-30 meter richting beide zijdes. Validatie van de akoestische data vond ter plekke plaats: daar waar een overgang zichtbaar was op basis van het sonarbeeld, is het gebied gemarkeerd met een nauwkeurige GPS-positie in het veld is met een *drop-down-camera* onderzocht welke structuren zich ter plekke op de bodem bevonden. Dit heeft geleid tot een validatie van 24 locaties in 2022. Het onderzoeksgebied besloeg een areaal aanvullend op de op 7 september 2021 gekarteerde oesterbank. Om beide opnames en biogene structuurtypen aan elkaar te kunnen verbinden zijn delen en klassen-overgangen van de oesterbank opnieuw in beeld gebracht als overlappende data. Dit maakte het mogelijk de data tot één kaart te verwerken.

2.2.2 Omvang en kartering structuren binnen de oesterbank

In totaal is in 2021 en 2022 samen 238 ha aan sonarbeelden verzameld en geïnterpreteerd. Dit areaal bestaat uit de perimeter van de oesterbank en de nabije omgeving. De diepte en hardheid van de omgeving zijn meegenomen bij de interpretatie van de sonarbeelden naar categorieën van schelpdierbank en/ of sediment. Tezamen zijn indirecte hydro-akoestische gegevens (*backscatter*), informatie afkomstig van experts en opnamen met een camerasysteem (§2.2.1) gekoppeld aan categorieën van fysieke aan- en afwezigheid van (biogene) structuren zoals schelpdierbanken, schelpmateriaal en overige bodems. De uitkomsten van dit classificatie- en correlatieproces zijn gebundeld in cartografische beschrijvingen van deze klassen van de zeebodem. De verschillende kenmerkende patronen zijn hiervoor geïnterpreteerd in 5 klassen (Tabel 2.1). Vervolgens zijn in ArcGIS deze bevindingen aan de hand van gps-coördinaten verwerkt tot een kaart waarin de classificatie is weergegeven. Ten opzichte van 2021 zijn er 2 categorieën toegevoegd te weten: slibrijk gebied, zandig gebied. Daarnaast zijn de categorie schelpmateriaal opgesplitst in 'oesterbank' en 'schelpmateriaal'. Beide categorieën omvatten een gebied waar platte oester is waargenomen, echter bij oesterbank gaat het om regelmatig voorkomen van platte oester, terwijl bij schelpmateriaal slechts sporadisch een platte oester is aangetroffen op camerabeelden.

Tabel 2.1. Classificatie van de structuren op basis van sonarpatronen en camera-opnames.

(Biogene) structuur	Kenmerken	Voorbeeld (afbeelding)
Oesterbank 70-100%	Hoge bedekking schelpen (mosselen, zwaardschedes, oester) en levende oesters. Naast levende schelpdieren bestaat een schelpdierbank ook uit dood schelpmateriaal, voornamelijk Japanse oester.	
Oesterbank 40-70%	Gemiddelde bedekking schelpen (zwaardschedes, mossel en oesterschelpen) en gemiddelde bedekking levende oesters.	

Mosselbank	Levende mosselen en mosselschelpen op een verder zandige bodem.	
Schelpmateriaal 50-100%	Hoge bedekking schelpen met lage bedekking levende platte oesters. Omliggende gebied van de oesterbank bestaande uit zwaardschedes, mossel en oesterschelpen.	
Schelpmateriaal 5-50%	Lage bedekking schelpen met lage bedekking levende platte oesters. Omliggende gebied van de oesterbank bestaande uit <i>Ensis</i> , mossel en oesterschelpen.	
Stortsteen	Grof breuksteen ter hoogte van de Blokkendam. Schelpdieren aanwezig, maar geen sprake van natuurlijk habitat en/ of natuurlijke schelpdierbank.	
Slibrijk gebied	Slibrijk gebied met geringe hardheid. Geen schelpdierbank.	
Zandig gebied	Dynamisch zand. Geen sprake van schelpdierbank.	

2.3 Oesterdichtheid en populatieopbouw

2.3.1 Visuele onderwatercensus

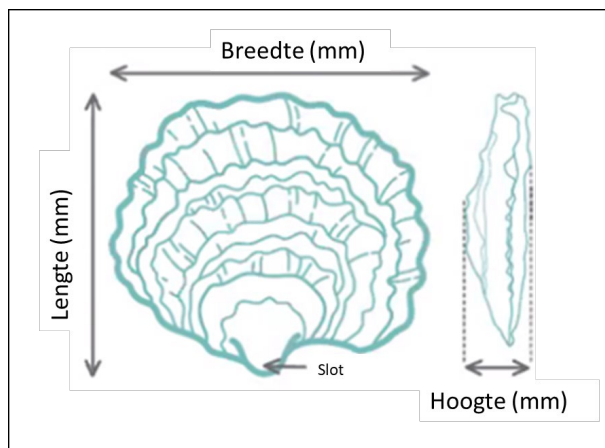
Duikwerkzaamheden zijn verricht op 8 september 2022 door drie beroepsduikers. Er zijn drie lijntransecten, "noord", "midden" en "zuid", van 50 m lang uitgezet haaks op de kustlijn (Figuur 2.1). Deze transecten lagen 25 meter ten zuiden van de transecten in 2021, omdat de platte oesters in de betreffende transecten in 2021 zijn verzameld voor onderzoek. Langs elk lijntransect zijn van ondiep (oost) naar diep (west) vijf kwadranten (n=15) op een representatief stuk bank geplaatst op een interval van 10 m. Het oppervlak van een kwadrant besloeg 50 x 50 cm (0,25 m²). Binnen elk kwadrant zijn opnamen gemaakt van het aandeel bankstructuur (%) ten opzichte van zandbodem, dichtheid van platte oester en de aanwezige geassocieerde biodiversiteit - andere epibenthische en mobiele soorten.

2.3.2 Dichtheid platte oester

Per kwadrant (0,25 m²) is het aantal platte oesters door duikers geteld. Deze aantallen zijn doorgerekend naar de aantallen per m². Langs de drie transectlijnen (zie § 2.3.1) zijn in totaal 15 opnames gedaan. Tevens is de gemiddelde oesterdichtheid (\pm SE) per transect berekend.

2.3.3 Populatieopbouw

Alle platte oesters die binnen 1,5 m van de transectlijn of in een kwadrant op het transect zijn geteld voor dichtheidsschattingen zijn door duikers in een netzak geplaatst en naar het wateroppervlak gebracht. Van alle platte oesters zijn met een schuifmaat de lengte, de breedte en de hoogte van de schelp opgemeten in mm (Figuur 2.3). Vervolgens zijn de maten per transect (zie § 2.3.1) geanalyseerd op grootteverdeling en populatie-opbouw.



Figuur 2.3. Metingen aan een oester.

2.3.4 Status van de ziekte bonamiosis

Bonamia ostreae is een eencellige parasiet van de platte oester welke in Nederland tot nu toe alleen is vastgesteld in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer (Haenen & Engelsma, 2020) en onlangs op een locatie in de Voordelta (Sas et al., 2018) en de Maasvlakte (Kardinaal et al., 2021). Infectie met *Bonamia ostreae* is een aangifteplichtige dierziekte binnen de lijst van ziekten van de EU-richtlijn 2006/88/EU. In het kweekgebieden Grevelingenmeer wordt *Bonamia* jaarlijks gemonitord, maar de Voordelta is geen kweekgebied. Momenteel is onduidelijk of *Bonamia* verder op de Noordzee voorkomt, doordat er niet gemonitord wordt in gebieden zonder kweekdoelstelling en waar geen oesters voorkomen. Vanuit de Native Oyster Restoration Alliance (NORA) wordt aanbevolen om gebieden waar platte oesters functioneel zijn uitgestorven (zoals de Noordzee) in praktijk te beschouwen als een *Bonamia*-vrij gebied (Pogoda et al., 2019). Platte oesters verspreiden zich door middel van vrij-zwemmende larven. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat platte-oesterlarven geïnfecteerd kunnen zijn met *Bonamia* (Arzul et al., 2011). Verspreiding van platte-oesterlarven

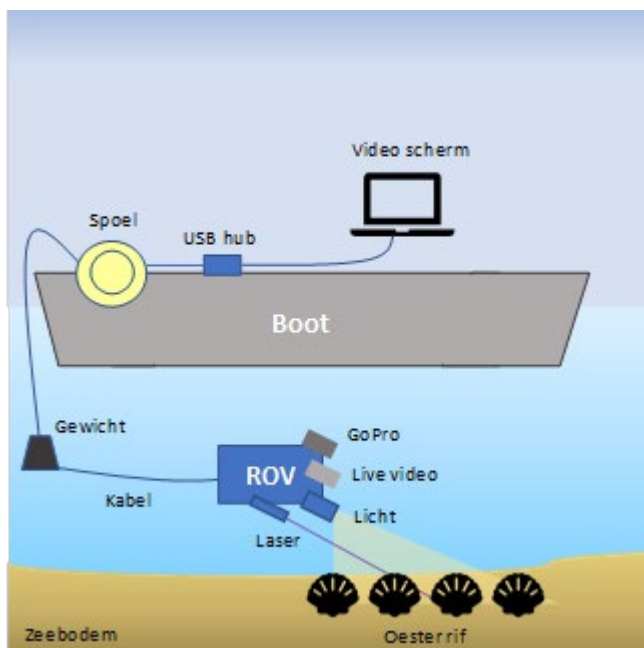
vanuit de Grevelingen/Voordelta vormen dus een potentieel risico op verspreiding van *Bonamia*. Verspreiding van platte-oesterlarven vanuit de Grevelingen/Voordelta vormen een potentieel risico op verspreiding van *Bonamia*. Daarom is het belangrijk om de status van de ziekte in de platte oesterpopulatie in de Voordelta te monitoren.

Monstername was voorzien in april, omdat de ziekte het meest aanwezig is in het voorjaar (Engelsma et al., 2010). In het voorjaar was het zicht te slecht om oesters te kunnen verzamelen. Daarom zijn in het najaar 30 platte oesters, die zijn opgemeten voor de populatieopbouw, apart gehouden en in een mandje geplaatst. Het mandje is bevestigd aan een kooi aan het einde van de Blokkendam (gele ster in Figuur 2.1). Deze kooi is ook met slecht zicht te vinden. In april 2023 was het plan de oesters uit het mandje te verzamelen voor *Bonamia*-analyse, maar toen bleek dat het was losgesneden van de kooi en is het niet meer teruggevonden.

2.3.5 ROV-beelden

Als aanvulling op de jaarlijkse monitoring van de gemengde platte-oesterbank in de Voordelta door duikers, is een pilot gestart om te kijken naar de toepassing en mogelijkheden van een "Remotely Operated Vehicle" (ROV) voor het in beeld brengen van de oesterbank. Net als de *side sonar scan* is het mogelijk om met de ROV op een snelle en relatief eenvoudige manier grotere gebieden te monitoren dan alleen duiktransecten.

Enmalig (19 oktober 2022) zijn in de Voordelta beelden gemaakt met GoPro's bevestigd aan een BlueROV2 over de gehele lijntransecten (zie transecten in § 2.3.1 en Figuur 2.1). Aan de ROV-kabel is een gewicht bevestigd om de weerstand op de ROV te verminderen en de ROV beter op een bepaalde diepte te kunnen houden (Fig. 2.2). Door de ROV met de boot mee te laten drijven met lage snelheid (~0.5 knopen) zijn de transecten aangehouden. Naast het volgen van de drie lijntransecten ("noord", "midden" en "zuid") was er nog tijd voor twee extra transecten voor de ROV. Deze extra transecten, "extra - noord" en "extra - zuid" genoemd, waren respectievelijk exact tussen de transecten "noord" en "midden" en de transecten "midden" en "zuid" gepositioneerd. De coördinaten van de transecten zijn ook vermeld in Bijlage 1. De weersomstandigheden waren zeer gunstig voor de periode van het jaar, met zonnig weer en af en toe windvlagen (windkracht 5-6). Bovendien was het dooftij, wat betekende dat de stroming minimaal was. Dit is optimaal is voor het gebruik van de ROV.



Figuur 2.2. Overzicht van ROV-set-up.

2.4 Larvenproductie en vestiging

2.4.1 Larvenmonsters

Platte oesters planten zich voort door in de zomer larven te produceren. In tegenstelling tot de meeste andere schelpdiersoorten waarbij bevruchting in de waterkolom plaats vindt, vindt bevruchting van de eieren van vrouwtjes door het sperma van de mannetjes plaats in de mantelholte van het vrouwtje. Daar ontwikkelen de larven zich de eerste 10 dagen (broedzorg). Vervolgens zwemmen ze nog ongeveer 10 dagen rond alvorens zich permanent te vestigen op een harde ondergrond (substraat). Dan worden ze broed genoemd. Dit broed groeit vervolgens in ongeveer 2-3 jaar uit tot een volwassen oester. Om een indruk te krijgen van de voortplanting van de oesters zijn wekelijks *larvenconcentraties* bepaald in de periode van 20 juni tot 22 juli 2022 bij de Blokkendam (zie Figuur 2.1 gele ster). Hierbij werd gebruik gemaakt van de WMR-boot de Byssus. Bij ieder bezoek werd 3x100 liter oppervlaktewater gefiltreerd door een planktonnet met een maaswijdte van 100 µm (Figuur 2.4). De monsters werden gefixeerd met ethanol. In het lab werden per monster drie submonsters genomen met een Hensen *plunger sampling pipette*. Deze monsters werden bekeken met een omkeermicroscop (vergroting 100-400x) en larven werden geteld en op soort gebracht volgens richtlijnen van Loosanoff *et al.* (1966) en Hendriks *et al.* (2005). In het kader van het project Ecofriend zijn de monsters ook geanalyseerd op aanwezigheid van DNA van platte oesters door Wageningen Environmental Research met de qPCR-methode.

Maathuis *et al.* (2020) hebben een formule ontwikkeld waarmee aan de hand van de temperatuurontwikkeling van het water het moment van aanwezigheid van de meeste platte-oesterlarven kan worden voorspeld in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer.

$$\text{Temperature Sum} = \sum_{1 \text{ st of January}}^{\text{end date}} (T_i - T_{th}) * \Delta d$$

Deze zogenaamde temperatuursom is in *degreedays* (°C*d), T_i is de water temperatuur (°C) op dag i , T_{th} is de drempeltemperatuur waarboven gonadenontwikkeling start en Δd is de tijdstap van een dag. Als test van de voorspellende waarde van deze formule voor de Voordelta werden temperatuurdata van de Voordelta opgevraagd bij rws.waterinfo.nl. De studie van Maathuis *et al.* (2020) liet zien dat de meeste larven werden geobserveerd bij een temperatuursom van 576.



Figuur 2.4. Monsternet voor bepaling aanwezigheid oesterlarven.

2.4.2 Collectoren voor oesterbroed

Om een indruk te krijgen van de broedval zijn op 8 juli 2022 drie collectoren uitgezet. Een collector bestond uit een net gevuld met 1 liter aan Japanse oesterschelpen en met touw bevestigd aan een stoeptegels voor verankering en een boeitje voor drijfvermogen (Figuur 2.5). Daarnaast zijn ook 5 Chinese hoedjes bevestigd aan het touw. Chinese hoedjes worden veel gebruikt door Franse oesterkwekers voor het invangen van oesterbroed (Van den Brink *et al.* 2020).

De collectoren zijn op 8 september 2022 opgehaald uit de Voordelta voor analyse van de broedval. In de Voordelta komen zowel platte oesters (*Ostrea edulis*) als Japanse oesters (*Magallana gigas* of *Crassostrea gigas* (synoniem)) voor. Het onderscheid tussen platte oesters en Japanse oesters is lastig als de oesters nog heel klein zijn. Daarom is een DNA-analyse van oesterbroed uitgevoerd in het DNA-lab van Wageningen Marine Research. De resultaten hiervan worden in de loop van 2023 verwacht.



Figuur 2.5. Drie collectoren met zakken met schelpen en Chinese hoedjes voor bepaling broedval oesters.

2.5 Biodiversiteit

Kwantitatieve data van de soortenrijkdom zijn verzameld door getrainde taxonomen – professionele duikers. Hiervoor zijn eveneens drie lijntransecten met kwadranten gebruikt (§2.3.1). Per kwadrant is een foto gemaakt. Ook heeft er onderwater een inventarisatie van de aanwezige biodiversiteit plaatsgevonden, waarbij zowel epibenthische soorten als mobiele taxa zijn gedocumenteerd. Met “taxa” bedoelen we in dit rapport “soorten” waar het mogelijk was deze op soortniveau te determineren en genera, families en fyla wanneer dit niet mogelijk was. In de analyse van aantallen taxa zijn dubbeltellingen voorkomen door per soort of soortgroep slechts één taxonomisch niveau te kiezen en alle hoger gelegen niveaus te verwijderen voorafgaand aan de analyse. Additionele soorten buiten het kwadrant zijn apart genoteerd. Vervolgens is elk gefotografeerd kwadrant gebruikt voor latere analyse en om eventuele additionele soorten te identificeren. Aan de hand van al deze waarnemingen is de reeds bestaande soortenlijst van Christianen et al. (2018) voor deze schelpdierbank bijgewerkt, en zijn niet eerder geobserveerde soorten toegevoegd.





3 Resultaten


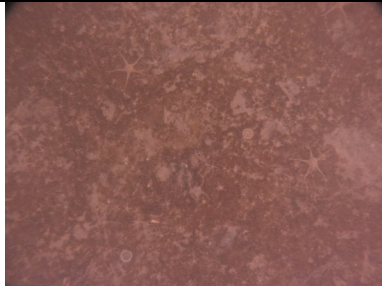
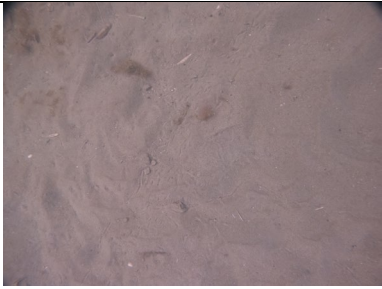
3.1 Platte-oesterbank

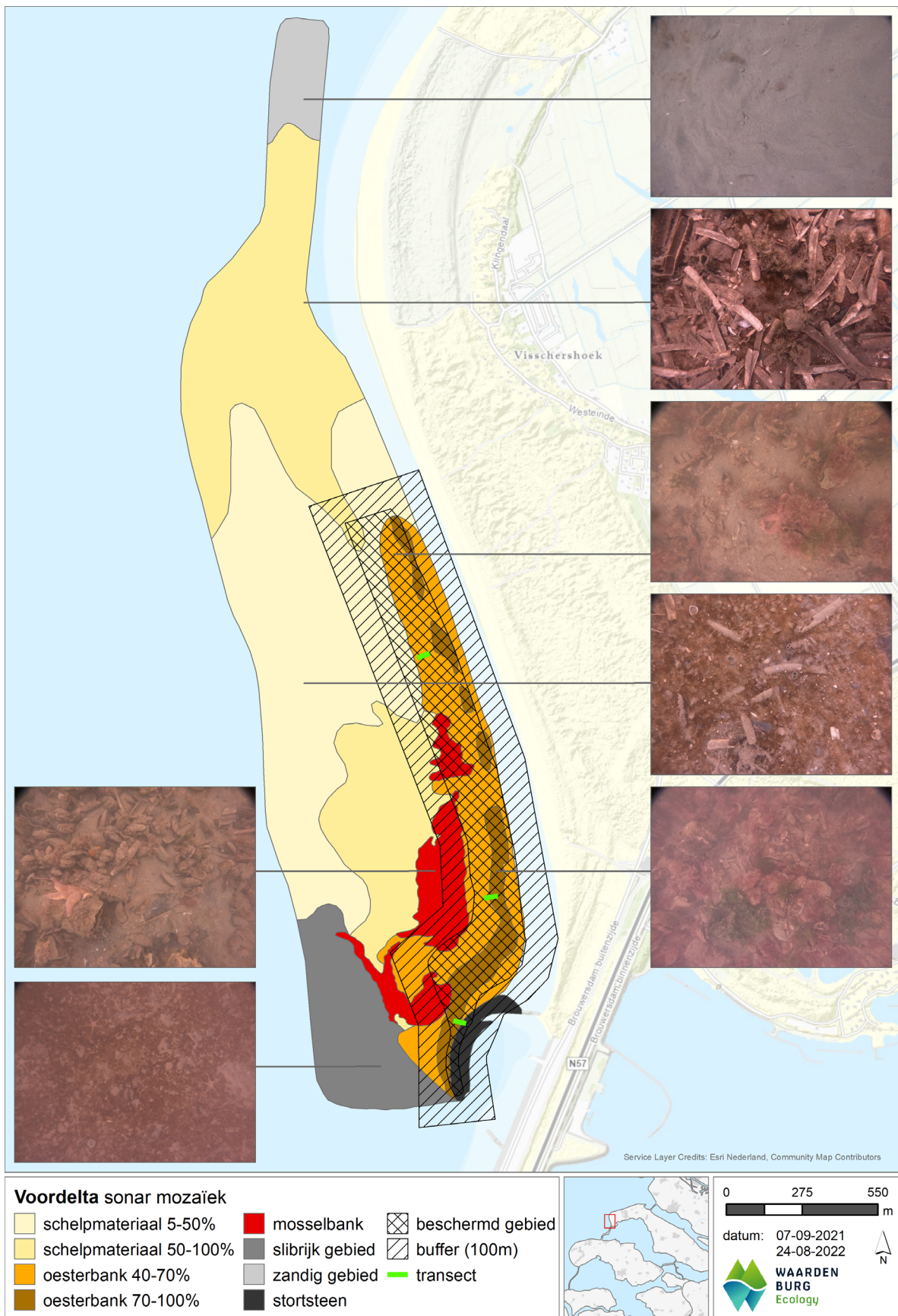
3.1.1 Omvang en biogene structuren

In het studiegebied – platte-oesterbank in de Voordelta - 1 tot 6 meter diep, zijn verschillende biogene structuren in kaart gebracht (Tabel 3.1 en Figuur 3.1). De totale omvang van het onderzochte gebied is 238 hectare, waarvan 206 hectare met biogene structuren die kenmerkend zijn voor op of rond oesterbanken. Het oppervlakte oesterbank met een hoge bedekking van schelpen en oesters (70-100%) beslaat 10 hectare en met een gemiddelde bedekking (40-70%) 30 hectare. Daarnaast is er 14 ha mosselbank aanwezig. In het omliggende gebied, voor zover ook onderzocht, een bedekking van schelpen tussen de 5 en 100%, bestaande uit schelpen van *Ensis* sp., mossel, platte oester en Japanse oester en levende schelpdieren van deze soorten, bestaat uit minimaal 154 hectare (Tabel 3.1). Het gebied met biogene structuren dat tot nu toe in kaart is gebracht is in totaal 206 hectare groot.

Tabel 3.1. Classificering van kartering (afbeelding 3.1 "Voordelta oesterbank") met oppervlakte (in ha) per klasse.

(Biogene) structuur	Areaal 2021	Areaal 2022	Areaal Totaal	Voorbeeld (afbeelding)
Oesterbank 100%	9,6 ha	N/A	9,6 ha	
Oesterbank 40-70%	30,3 ha	N/A	30,3 ha	
Mosselbank	14,1 ha	N/A	14,1 ha	
Schelpmateriaal (oesters, mosselen en zwaardschedes) 50-100%			75,3 ha	

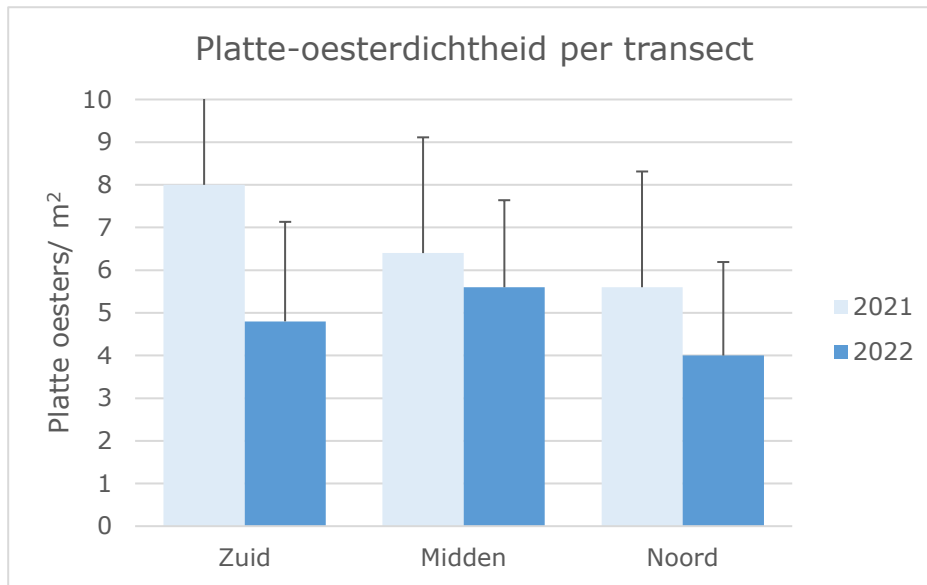
Schelpmateriaal (oesters, mosselen en zwaardschedes) 5-50%			77,2 ha	
Totaal			206,4 ha	
				Overige bodems (niet-biogeen)
Stortsteen	3,1 ha	N/A	3,1 ha	
Slibrijk gebied	N/A	20,3 ha	20,3 ha	
Zandig gebied	N/A	7,9 ha	7,9 ha	
Totaal			31,3 ha	



Figuur 3.1. Onderzoekgebied met ligging schelpdierbanken. Tot schelpdierbanken worden minimaal gerekend: de klassen oesterbank 70-100% en 40-70% en mosselbank. De klasse schelpmateriaal 5-50% en 50-100%, omvat levende schelpdieren, inclusief platte oesters, maar valt voorsnog buiten de definitie. Stortsteen, omvat ook aanwezigheid van platte oesters, maar is vanwege de onnatuurlijke ondergrond, geen natuurlijke oesterbank.

3.1.2 Dichtheid platte oesters

Het gemiddelde aantal platte oesters op de oesterbank bedroeg in 2022 4,8 ($\pm 1,2$). In 2021 was dit 6,6 ($\pm 1,4$) individuen per m². Er werden minimaal 0 tot maximaal 12 platte oesters per m² waargenomen binnen de kwadranten op de oesterbank. De gemiddelde oesterdichtheid was op transect "zuid" 4,8 ($\pm 2,3$), "midden" 5,6 ($\pm 2,0$) en "noord" 4 ($\pm 2,1$) individuen per m² (Figuur 3.x). De laagste dichtheden platte oesters die werd waargenomen binnen transect "noord", wat correspondeert met de classificatie in de kaart 'oranje' met een oesterbank 40-70%, terwijl "midden" en "zuid" corresponderen met classificatie 'bruin': bedekking van schelpmateriaal van 70-100%.

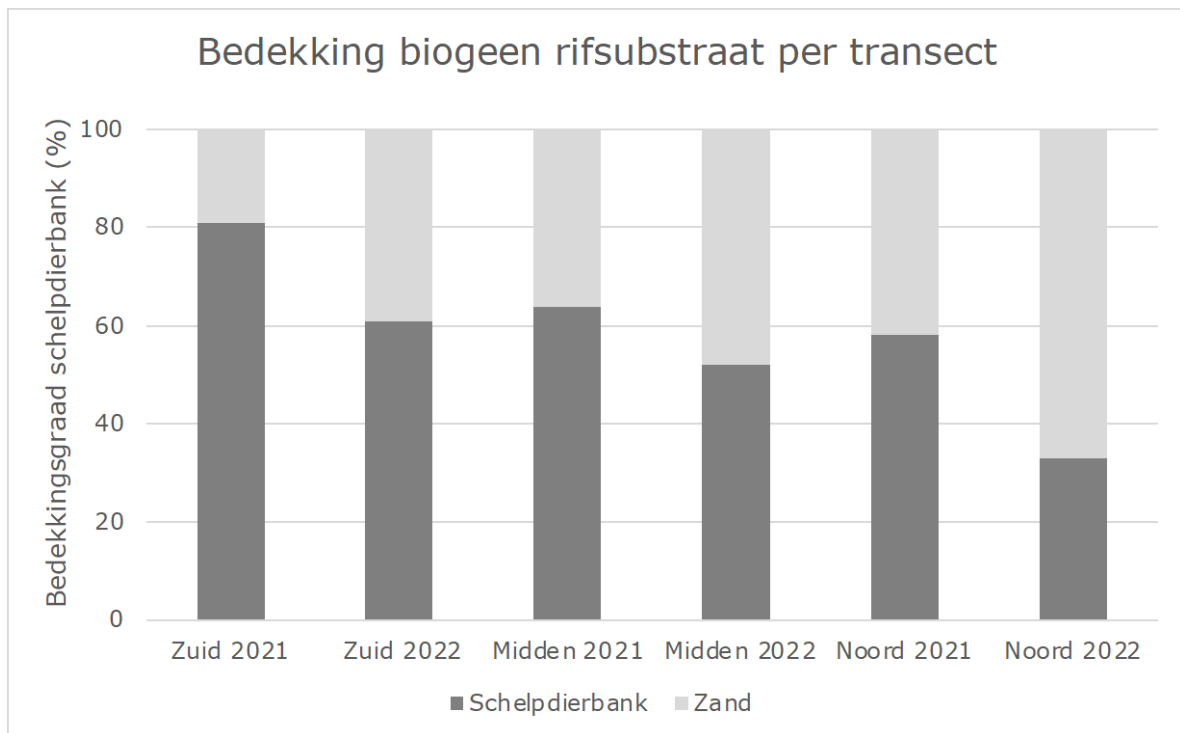


Figuur 3.2. Gemiddelde dichtheid van platte-oesterindividuen ($\pm SE$) langs drie lijntransecten in 2021 en 2022.

3.1.3 Kenschets bank middels beelden en gescoorde bedekking banksubstraat

Banksubstraat langs duiktransecten

De bedekkingsdichtheid van biogeen substraat langs de drie lijntransecten "zuid", "midden" en "noord" varieerde van 20 tot 100%, met een gemiddelde bedekking van 50% in 2022 (Figuur 3.3). De hoogste dichtheden werden net als in 2021 ook in 2022 waargenomen langs het transect "zuid", dat dicht langs de Blokkendam ligt. Biogeen banksubstraat is een mix van schelpdieren waaronder platte oesters, maar ook Japanse oesters en mosselen (Tabel 3.1). De bank komt in zijn gehele omvang voor in een mozaïek met zandbodems. De bedekking met biogeen banksubstraat zijn voor alle transecten in 2022 lager dan in 2021 en de gemiddelde bedekking is met 50 % ook lager dan van 70% in 2021.



Figuur 3.3. Procentuele bedekking met biogeen banksubstraat langs de drie lijntransecten "zuid", "midden" en "noord" in de Voordelta in 2021 en 2022.

Nieuwe beelden – schelpmateriaal, noordgrens

Met de hoogste dichtheid in de buurt van de Blokkendam, neemt de dichtheid van biogeen materiaal af richting het noorden (Afbeelding 3.1). Echter aan de noordkant van dit gebied is - net ten zuiden van de punt van Goeree - een nieuwe biogene structuur waargenomen. Het betreft hoge dichtheden



Afbeelding 3.1. Biogene structuur aan de noordkant van het gebied. Ophoping van schelpmateriaal, met daarop groeiend anemonen en hydroïdpoliepen en centraal in de foto mogelijk een platte oester.

schelpmateriaal van met name zwaardschedes *Ensis sp* . De ophoping oogt weinig dynamisch/ stabiel: mede door het grote aantal hydroïdpoliepen, anemonen en andere epifauna die op het schelpmateriaal groeien, maar ook is er tussen de schelpen een donkere (stabele) mat van diatomeeën waargenomen. Er zijn ook in lage dichtheden platte oesters waargenomen op dit schelpmateriaal. Net ten noorden van deze ophoping is vervolgens een duidelijke grens zichtbaar met een zandig dynamisch gebied –in principe minder geschikt voor schelpdierbanken – de zeebodem is hier grofzandig met ribbels en golven en zichtbare epifauna ontbreekt (Tabel 3.1, Afbeelding 3.1).

Ontwikkelingen oester- en mosselbank



Afbeelding 3.2. Biogene structuur binnen de oesterbank. Dichtheid varieert van links: hoog (70 – 100%) tot rechts: lager en in een mozaïek met de zandbodem.

Net als in 2022 is de dichtheid van schelpmateriaal en van oesters binnen de contouren van de oesterbank zeer variabel. In sommige delen is de zandbodem geheel bedekt met oesters, terwijl het



Afbeelding 3.3. Biogene structuur binnen de mosselbank. Ophoping van levende mosselen, maar ook dood schelpmateriaal, met daarop groeiend anemonen, hydroïdpoliepen en platte oesters.

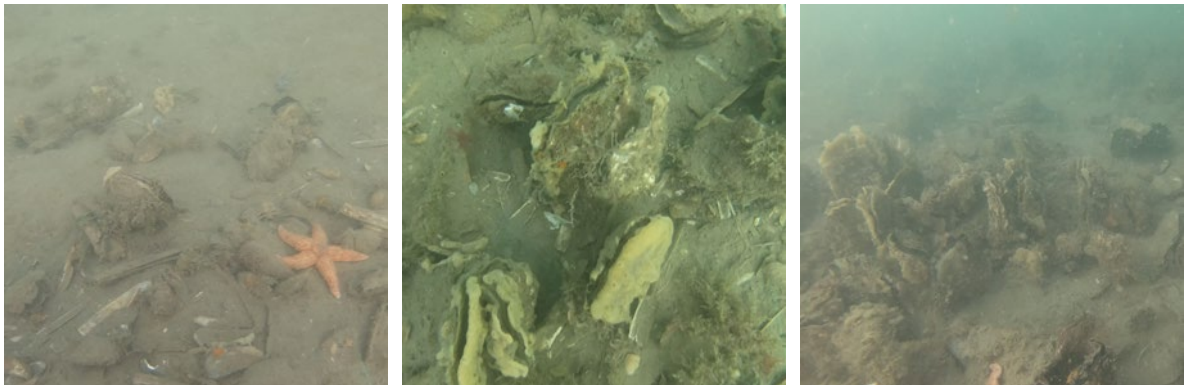
grootste deel van het gebied bestaat uit een mozaïek van zand met biogene structuren (Afbeelding 3.2). De mosselbank is in 2022 aanwezig op dezelfde locatie als in 2021, maar de structuur van de mosselbank verandert in de tijd. Waar in 2021 nog veel pakketten met 100% levende mosselen werden waargenomen, zijn het in 2022 ook diverse mosselen dood waardoor slechts open doubletten zichtbaar zijn. De aangroei is tevens toegenomen, waarbij soorten als wieren, sponzen, hydroïdpopliepen, maar ook platte oester op de lege mosselschelpen zijn waargenomen (Afbeelding 3.3).

ROV-beelden

Zoals te zien is in Afbeeldingen 3.4.1 – 3.4.5, zijn er duidelijke verschillen in de dichtheid en structuur van de gemengde platte-oesterbank over de transecten. De zeebodem bedekking verschilt van veelal zanderig met dood schelpmateriaal (transect "noord") tot gebieden met grote oester dichtheden (transect extra - zuid). Daarnaast zagen we dat er ook veel variatie is binnen de transecten zelf. Dit is niet goed te zien uit de figuren, maar bijvoorbeeld voor transecten "extra - zuid" en "zuid" wisselen gebieden met oesters en mosselen zich af. Verder zien we in transect "zuid" een duidelijke gradiënt van zanderig naar rotsachtig richting de Blokkendam. Bij de Blokkendam is het een stuk ondieper en hoort dood schelpmateriaal zich op tussen de rotsen en zeewieren.



Afbeelding 3.4.1. Algemene indruk transect "noord" (~3.9m diep), (51.79159, 3.857884) – (51.79176, 3.858522)



Afbeelding 3.4.2. Algemene indruk transect "extra - noord" (~3.5 m diep), (51.787695, 3.859764) – (51.78782, 3.8604475)



Afbeelding 3.4.3. Algemene indruk transect "midden" (~4.2m diep), (51.7838, 3.861644) – (51.78388, 3.862373)



Afbeelding 3.4.4. Algemene indruk transect "extra - zuid" (~3.5 m diep), (51.781785, 3.860909) - (51.781785, 3.8616125)

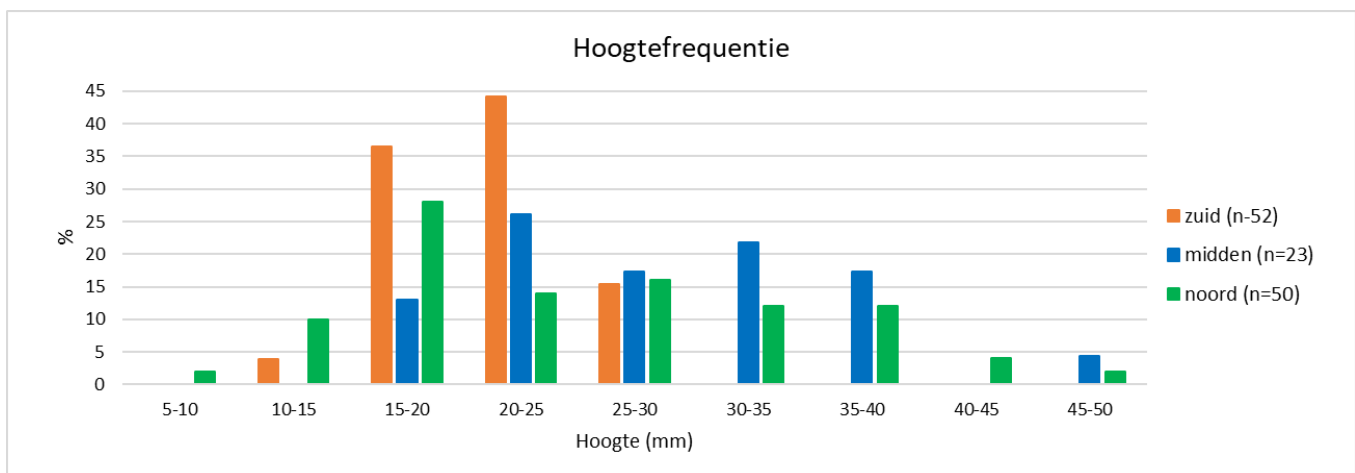
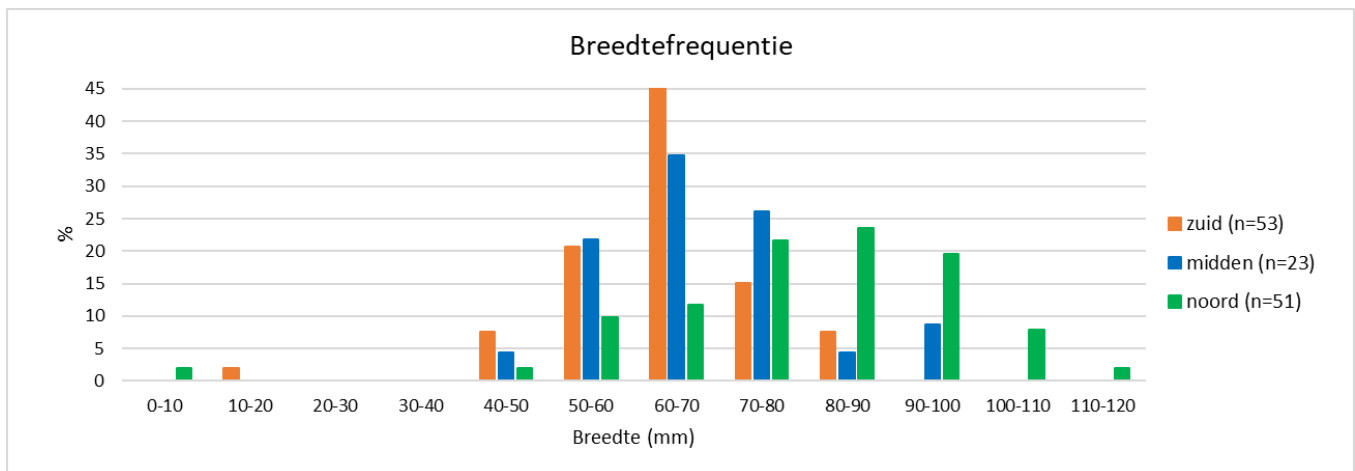
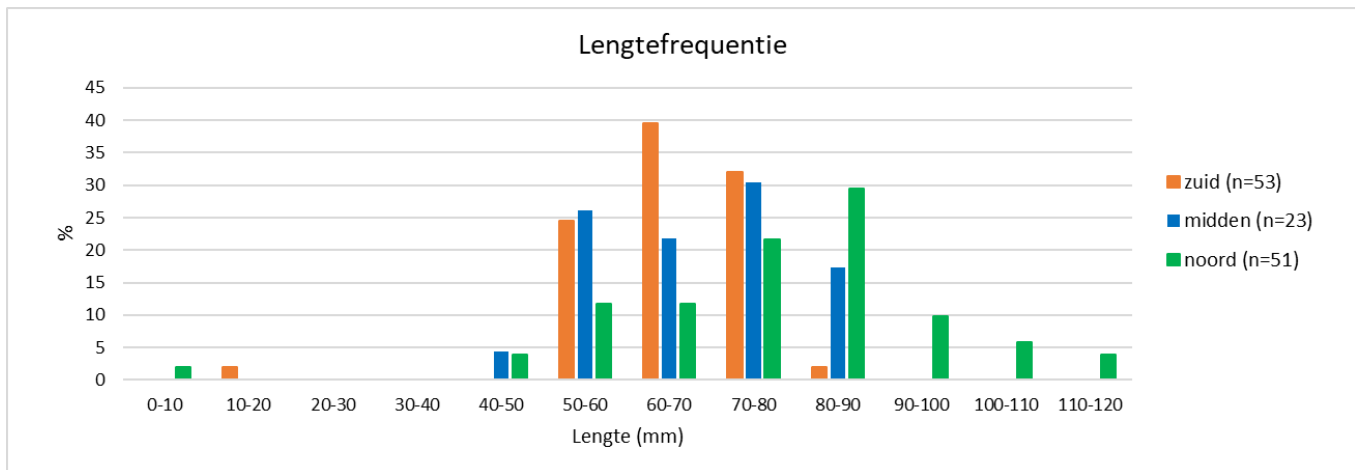


Afbeelding 3.4.5. Algemene indruk transect "zuid" (~5.2-1.7m diep), (51.77977, 3.860174) – (51.77969, 3.860852)

3.2 Populatieopbouw

In totaal zijn 127 individuele platte oesters op de oesterbank verzameld. Langs transect "zuid" zijn 53 platte oesters verzameld, langs transect "midden" 23 individuen en langs transect "noord" 51 individuen. De lengte van de oesters varieerde van 7 tot 114 mm. De meest voorkomende lengteklassen werden gevonden in de range van 50-90 mm (Figuur 3.4). Hierbij valt op dat er een toename in de lengte met de hoogste frequentie plaatsvindt van zuid naar noord: in transect "zuid" is de meest voorkomende lengte 60-70 mm, terwijl dit in "midden" 70-80 mm en "noord" 80-90 mm is. Ditzelfde patroon is te zien voor de breedte van de oesters (Figuur 3.4). De kleinste oesters (lengtes 6 en 16 mm) zijn gevonden in transect "noord" en "zuid". Dit waren oesters die op grotere oesters vastzaten waardoor de hoogte niet gemeten kon worden. De hoogteverdeling van de oesters laat een

minder duidelijk patroon zien, maar ook daar worden ook hogere waarden gevonden op de transecten "midden" en "noord" dan op het transect "zuid" (Figuur 3.4). Zowel voor transect "midden" als "noord" zijn pieken in aantallen te zien die kunnen duiden op jaren met goede broedval: "midden" heeft een piek bij 50-60 mm en 70 - 80 mm en "noord" een piek bij 50-60 mm en 70 - 80 mm.



Figuur 3.4. Grootteverdeling van de oesters langs de drie lijntransecten in 2022.

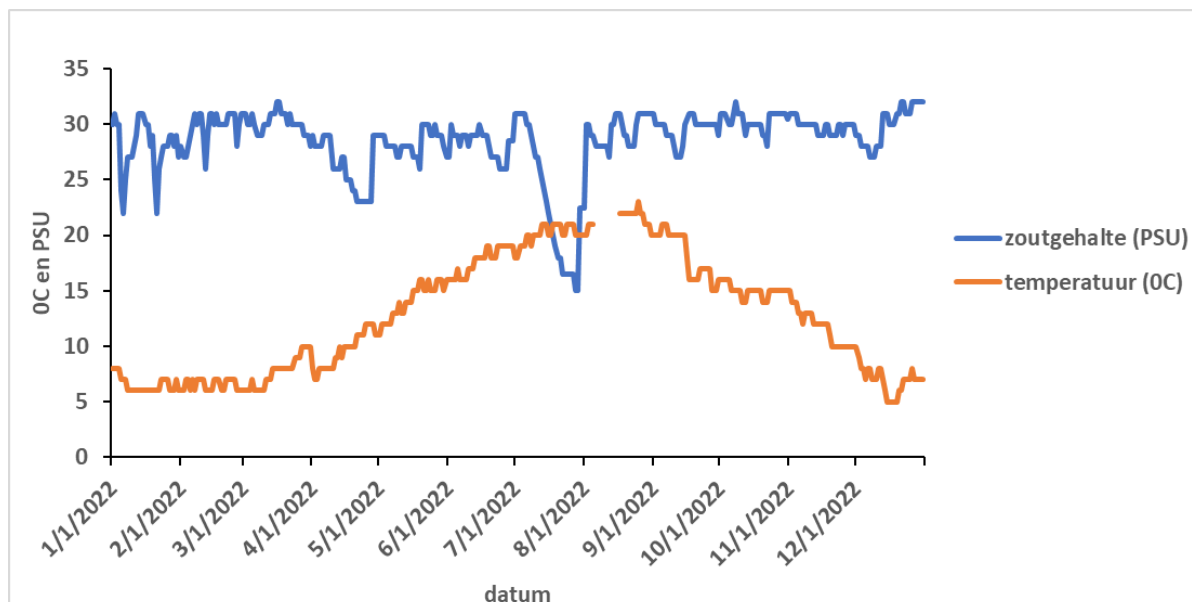
3.3 Larvenproductie en vestiging

3.3.1 Larvenproductie

Het hoogste aantal platte-oesterlarven is aangetroffen op 8 juli 2022 (week 27, Tabel 3.2). De qPCR-analyse laat vergelijkbare resultaten zien als de microscopische analyse. Slechts één keer is een platte oester wel aangetroffen met de DNA-analyse, maar niet met de microscopische analyse. De relatie tussen aantal moleculen en aantal larven is positief, dat wil zeggen meer larven, dan ook meer DNA, maar niet significant ($R^2=0.3436$, $n=15$, $P>0.05$). De formule van Maathuis et al. (2020) voorspelde dat de hoogste concentratie aan larven twee weken eerder, op 24 juni 2022 (week 25) aanwezig moest zijn. De temperatuur laat een geleidelijke toename zien van 6 °C in de winter tot een maximum van 23 °C eind augustus 2022 (Figuur 3.5). Het zoutgehalte schommelt tussen de 32 en 15 (Figuur 3.5).

Tabel 3.2. Concentraties platte-oesterlarven bepaald met eenomkeermicroscop (mic, aantal per 100L) en qPCR (DNA, moleculen per microliter reactievolume) nabij de Blokkendam in 2022.

week	mic (#/100L)	DNA (moleculen per microliter reactievolume)
25	58	140
25	42	117
25	42	16
26	29	1705
26	28	27
26	0	113
27	220	1274
27	195	1306
27	82	1686
28	14	119
28	28	189
28	14	30
29	55	109
29	42	197
29	56	623



Figuur 3.5. Temperatuur en zoutgehalte in het Brouwershavense Gat in het jaar 2022. Brongegevens: waterinfo.rws.nl.

3.3.2 Vestiging van larven

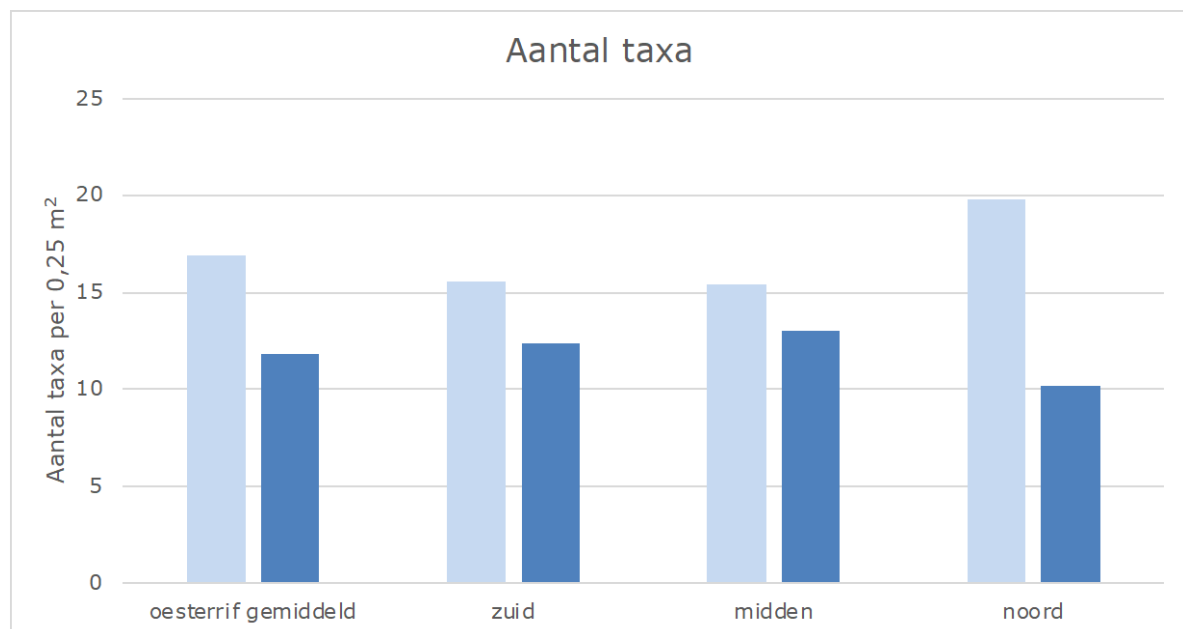
De collectoren hebben in het totaal 243 levende broedjes van platte oesters ingevangen (Tabel 3.3). Daarnaast zijn ook 24 Japanse-oesterbroedjes geteld en 94 dode broedjes waarvan de soort niet meer te achterhalen viel. De vestiging was structureel hoger op de schelpen dan op de hoedjes. Verificatie van het onderscheid in soorten met behulp van DNA-analyse vindt in 2023 plaats.

Tabel 3.3. Aantallen broed van platte en Japanse oesters per collectortype.

collector nummer	collector type	# schelpen / hoedjes	# plat oesterbroed levend	# Japans oesterbroed levend	# broed dood
1	net met schelp	17	37	8	7
	hoedje	5	15	0	13
2	net met schelp	19	77	10	57
	hoedje	5	40	2	2
3	net met schelp	14	47	3	10
	hoedje	5	27	1	5

3.4 Biodiversiteit

Er zijn in 2022 totaal 41 taxa aangetroffen in de kwadranten, met een gemiddelde van 12 ± 3.2 (SE) per kwadrant van $0,25 \text{ m}^2$. Dit is vergelijkbaar met 2021 en met eerdere studies van de schelpdierbank (Christianen et al. 2018). Het gemiddelde aantal taxa was in transect "zuid" 12,4 (± 1.6) per $0,25 \text{ m}^2$, transect "midden" 13.0 (± 0.7) per $0,25 \text{ m}^2$ en transect "noord" 10.2 (± 1.7) per $0,25 \text{ m}^2$ (Figuur 3.6). In 2022 werden nieuwe soorten waargenomen, zoals de zeekat (*Sepia officinalis*), een zeespin (*Nymphon* sp.) en een zandkokerworm (*Sabellaria* sp.). De volledige soortenlijst is weergegeven in Bijlage 2 en omvat groen- en roodwieren, wormen, kreeftachtigen, mosdiertjes, zakpijpen, anemonen, hydroïdpoliepen, kwallen, zeesterren, weekdieren (incl. inktvissen), en kraakbeenvissen. In totaal omvat de soortenlijst van de schelpdierbank op dit moment 171 taxa.



Figuur 3.6. Gemiddeld aantal taxa per lijntransect per kwadrant van $0,25 \text{ m}^2$ in het jaar 2021/2022.

4 Conclusie, discussie en aanbevelingen

4.1 Conclusie

De kennisvraag die centraal staat in dit onderzoek is: Wat is de omvang, dichtheid, populatieopbouw, status van de ziekte bonamiosis, reproductie en biodiversiteit van de platte-oesterbank in de Voordelta?

Uit het onderzoek in 2022 komt naar voren:

- **Omvang:** De omvang van de oesterbank bestaat uit een kern met hoge dichtheden banksubstraat (>70%) en een dichtheid van platte oesters van 5 individuen per m². Deze kern omvat 10 hectare.
- Daarnaast bevindt zich in het omliggende gebied een deel van oesterbank met lagere dichtheden banksubstraat en platte oesters (30 hectare) en diverse overige biogene structuren zoals mosselbanken (14 hectare), maar ook delen met stabiel schelpmateriaal met daarop levende platte oesters (154 hectare). De dichtheid van platte oesters is hier kleiner dan 5 individuen per vierkante meter. Het totale gebied met biogene structuren omvat 206 hectare
- Ten noorden van de grens 'zandig gebied' alsmede ten zuidwesten van het 'slibrijke gebied' lijken de ontwikkelkansen voor platte oesters gering. De grens aan de westkant is echter nog niet vastgesteld.
- **Dichtheid:** Er zijn slechts geringe verschillen waarneembaar in de dichtheid van platte oesters en van banksubstraat; de metingen geven in beide jaren (2021 en 2022) hetzelfde beeld. De dichtheid is circa 5 individuen per m² in de kern en kleiner daarbuiten.
- **Populatieopbouw:** De meest voorkomende schelp lengteklassen van platte oester vielen in de range van 50-90 mm. Dit zijn meerjarige oesters. De grootste individuen zijn aangetroffen in transect "noord". Er is echter ook aanwas van nieuwe oesters in transect "noord" en transect "zuid". Dus in potentie kan de bank zich verjongen.
- **Bonamia:** De monstername staat gepland voor april 2023.
- **Reproductie:** Er zijn zowel larven als broed geproduceerd op de oesterbank. Dit bevestigt dat de bank zich in potentie kan verjongen.
- **Biodiversiteit:** Er zijn in 2022 totaal 41 taxa aangetroffen in de kwadranten, met een gemiddelde van 12 per kwadrant van 0,25 m². Dit is vergelijkbaar met 2021. Het totaal aantal taxa dat op de schelpdierbank is aangetroffen is 171.

4.2 Omvang en dichtheid van de platte-oesterbank

Het onderzoek in 2022 laat zien dat de noordgrens en zuidwestgrens van het gebied dat interessant is voor platte oester waarschijnlijk bereikt zijn. Dat betekent dat potentiële uitbreiding van de oesterbank voornamelijk in westelijke richting plaats zal vinden. Ook is duidelijk dat de kern stabiel is met een hoge dichtheid aan banksubstraat en platte-oesterindividuen van minimaal 5 per m², zoals in de OSPAR-definitie. Het omliggende gebied omvat echter minder oesters per vierkante meter en classificeert (nog) niet officieel als oesterbank, maar geeft wel aan dat er diverse biogene structuren aanwezig zijn die van belang kunnen zijn voor toekomstige ontwikkelingen. De substraten komen hier voor in een mozaïek met zand, waardoor de dichtheid van 5 per m² niet of nauwelijks wordt bereikt.

De grote hoeveelheden schelpmateriaal in het gebied zijn afkomstig van verschillende bronnen. Een belangrijke bron komt bijvoorbeeld van de veroudering van de mosselbank, waardoor lege doubletten in het gebied achterblijven. Aan de noordzijde bestaat het aangetroffen schelpenpakket met name uit schelpen van zwaardschedes (*Ensis* sp.). Een mogelijke verklaring van deze ophoping is dat schelpen met een storm in deze hoek terecht komen. Het is bekend dat stabiel schelpmateriaal een belangrijk vestigingssubstraat is voor platte oester, waarbij schelpdiersoorten elkaar op deze manier kunnen

faciliteren (Christianen et al. 2018). Beide pakketten van schelpmateriaal (mosselen en zwaardschedes) in de Voordelta zijn stabiel met diverse epibentische soorten die erop groeien, waaronder dus ook de platte oester. Uitgaande van een schelp pakket dikte van 3 centimeter en een gemiddelde bedekking van 60% omvat het volume schelpmateriaal 22.590 m³ (kuub). Deze inschatting van beschikbaar schelpmateriaal van natuurlijke oorsprong geeft aan dat er veel schelpmateriaal beschikbaar is met als mogelijke functie vestigingssubstraat voor jonge oesters. Wanneer dit – bijvoorbeeld in het kader van een herstelproject gericht op oesters – kunstmatig wordt toegevoegd is de vervangingswaarde aanzienlijk (> 1 miljoen EURO).

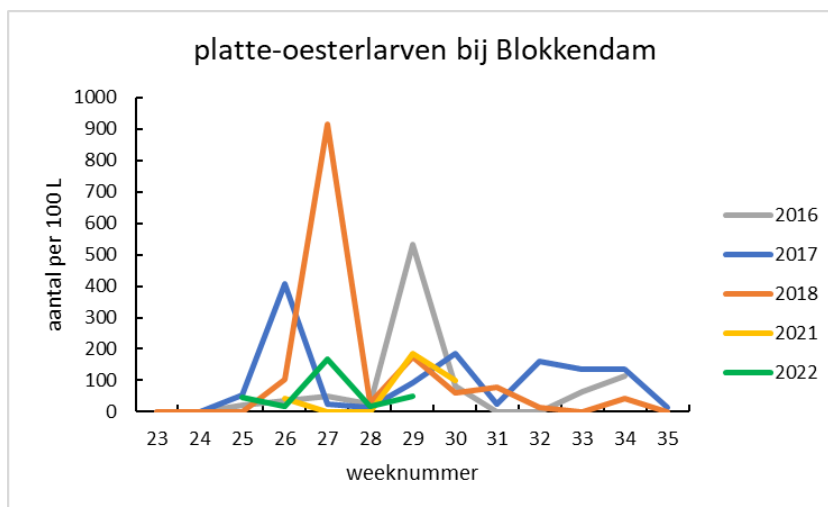
Aanbeveling

Gezien de grote hoeveelheid schelpmateriaal en aanwezigheid van mosselen in het gebied dat de beschermde bank omringt (potentieel vestigingssubstraat voor de platte oester) verdient het aanbeveling de westgrens van het gebied te heroverwegen.

4.3 Populatieopbouw en reproductie van de platte-oesterbank

De populatieopbouw van de platte oesters zoals vastgesteld in 2022 komt overeen met de eerder uitgevoerde meting in 2021. Net als in 2021 werd in 2022 de grootste oesters in het noorden gevonden. In transect "zuid" is de meest voorkomende lengte 60-70 mm, terwijl dit in "midden" 70-80 mm en "noord" 80-90 mm is. Leeftijdsbepalingen uitgevoerd door Witbaard et al (2020) en van Mens (2020) laten zien dat platte oesters rond 3 jaar oud een schelp lengte van 75 mm bereiken. In 2022 zijn ook twee kleine platte oesters gevonden met een schelp lengte van 17 mm en 7 mm. Dit zijn waarschijnlijk oesters van respectievelijk 1 en 0 jaar oud. De geobserveerde meest voorkomende lengtes geven aan dat er weinig verjonging optreedt in de bank. De meeste jongere dieren zijn in transect "zuid" gevonden. Een mogelijke verklaring is dat de bank afhankelijk is van larvenaivoer vanuit het Grevelingenmeer. De doorlaat tussen Voordelta en Grevelingenmeer bevindt zich ten zuiden van de bank en daardoor bereiken de larven het zuidelijkste deel van de bank als eerste. Wouda (2022) heeft de leeftijd bepaald van platte oesters waarbij ze ook de schelphoogte van de oester heeft gebruikt als indicator voor de leeftijd. Wanneer deze regressie wordt toegepast bij de grootste gevonden schelphoogte van 40-45 mm, bij oesters op transecten "midden" en "noord", betekent dat de oesters hier tot 9 jaar oud zijn.

De larvenconcentraties gemeten in 2022 waren laag ten opzichte van eerdere metingen in 2016, 2017 en 2018, maar vergelijkbaar met 2021 (Figuur 4.1). Concentraties van 400-900 larven per 100 liter zijn geobserveerd in de periode 2016-2018, vergeleken met rond de 200 per 100 liter in 2021-2022. Echter, in 2021 en 2022 was de tijdserie korter dan in eerdere jaren omdat deze jaren (2022) de timing van het uitzetten van de collectoren het voornaamste doel was.



Figuur 4.1. Concentratie aan platte-oesterlarven bij de oesterbank in de Voordelta in 2016 (uit Sas et al., 2016), 2017 (uit Sas et al., 2018), 2018 (uit Didderen et al., 2019), 2021 (Kamermans et al., 2022) en 2022 (huidige studie).

Ook het aantal platte-oesterbroedjes was laag in 2022 met 1-2 broedjes *per liter Japanse-oesterschelpen* (zie § 2.4.2). Dit werd ook geobserveerd in 2016 (Sas et al., 2016), maar in 2017 en 2018 werden rond de 10 platte-oesterbroedjes per liter Japanse-oesterschelpen gevonden (Sas et al., 2018; Didderen et al., 2019). Terwijl de vestiging van Japanse broedjes in 2021 nog hoger was, rond de 40 broedjes per liter Japanse-oesterschelpen. Een observatie uit het NWO-project (North Sea Reef Vitalization For Ecosystem Services (ReViFES)) maakt het onderscheid tussen broedjes van de platte en de Japanse oester echter onzeker (pers. med. P. Kamermans). In dat project zijn vestigingssubstraten getest in een tank met uitsluitend platte-oesterlarven. De gevestigde broedjes toonden echter kenmerken, zoals paarse streepjes, die voorheen alleen aan Japanse oesters werden toegeschreven. Als een deel van de broedjes die nu geïdentificeerd zijn als Japanse oester na DNA-verificatie toch platte oesters zijn, was de vestiging van platte-oesterbroed dit jaar, en mogelijk ook eerdere jaren, veel hoger.

Aanbeveling

Voor beter onderscheid tussen broed van platte en Japanse oesters kan een DNA-analyse van ingevangen broed meer inzicht geven.

4.4 Biodiversiteit



Afbeelding 4.1. Onderwaterbeeld van de schelpdierbank in 2022: levende platte oesters bedekt met sponzen, hydroïdpoliepen en wieren en gewone zeesterren. Op de achtergrond Japanse oesters.

Het huidige onderzoek richt zich op geassocieerde biodiversiteit van een oesterbank (epifauna, mobiele fauna). Dit is geïnterpreteerd als de soorten die zich vestigen op en rondom oesterbanken (sponzen, zacht koraal, zakpijpen, etc.), die er gebruik van maken als schuilplaats (krabben, kreeften), foerageerlocatie, of als opgroeigebied. Het aantal taxa per kwadrant en lijntransect is vergelijkbaar met eerder onderzoek (Christianen et al. 2018). Een opvallende soort in de waarnemingen van 2022 is de zandkokerworm *Sabellaria* sp. Deze is aangetroffen als solitair exemplaar op een platte oester. *Sabellaria* is een kleine, buisvormige worm die voorkomt in de

Noordzee en vaak solitair of in kleine groepen wordt aangetroffen, met een korstvorming op stenen, schelpen of ander hard substraat. Wanneer de omstandigheden gunstig zijn, kunnen dichte aggregaties ontstaan, die riffen vormen tot ongeveer 60 cm hoog. Deze riffen zijn ook opgenomen op de OSPAR *List of threatened and/or declining species and habitats* (OSPAR Agreement 2008-6).

In het kader van het NWO-project North Sea ReViFES zijn verschillende veldmetingen gedaan op en rond de oesterbank van andere soortgroepen (diversiteit endofauna, visfauna, soortenrijkdom op basis van eDNA). Deze gegevens worden op dit moment geanalyseerd en zijn derhalve later - en na publicatie - openbaar beschikbaar.

Recent onderzoek naar de enige vorm van visserij die momenteel plaatsvindt op de bank, visserij op zeebaars met een GNC net, heeft laten zien dat de bodemberoering door beweging van het net over de bodem verwaarloosbaar is (Bos & Suykerbuyk, in prep). Het indirecte effect van het wegvangen van de vissen op het voedselweb en daarmee soortenrijkdom van de bank is niet onderzocht. In hoeverre dit effect aanwezig is blijft een kennisleemte.

Aanbeveling

Wanneer de onderzoeksgegevens ten aanzien van de soortenrijkdom uit het ReViFES-project openbaar beschikbaar komen, heeft het de voorkeur deze kennis te integreren in de huidige gegevens over de soortenrijkdom van de schelpdierbank in de rapportage van 2023 en 2024.

Onderzoek naar de omvang van de visserij op zeebaars kan een indicatie geven van een eventueel effect op voedselwebdynamiek.

4.5 Onderzoekstechnieken

De combinatie van SONAR met *dropcam* is net als in 2021 in 2022 gebruikt om op efficiënte wijze de omvang van de oesterbank te kwantificeren inclusief een classificering van biogene structuren op kaart. Het voordeel van deze methode is de snelheid, waarbij binnen 1 dag met geschikte weersomstandigheden circa 95 hectare is bezocht door middel van transecten van meerdere kilometers. Het nadeel is dat de verandering van de *backscatter* alleen kan worden geïnterpreteerd door een expert (ervaren ecoloog met veel gebiedskennis), omdat validatie met de *dropcam* direct moet plaatsvinden. De techniek is niet geschikt voor het kwantificeren van dichtheden van platte oester of biodiversiteit.

Onderzoek met duikers (uvc: underwater visual census) is gebruikt om de oesterdichtheid en biodiversiteit te kwantificeren. Het voordeel is dat deze methode heel nauwkeurig is en geen analyse achteraf vergt. Het nadeel is dat de werkzaamheden van gunstige weersomstandigheden afhankelijk is en uitgevoerd wordt op een schaal van slechts enkele honderden meters per dag.

Uit de pilot met de ROV op de Voordelta bleek dat het gebruik van de ROV een snelle manier is om de lijntransecten visueel in beeld te krijgen. In relatief korte tijd is het mogelijk grote afstanden over de bank te filmen. In tegenstelling tot duikcampagnes waar slechts bepaalde kwadranten binnen een transect geanalyseerd kunnen worden. Echter is de detaillering van de ROV-beelden een stuk lager dan de biodiversiteitsbepaling door duikers. De beelden laten wel zien dat er veel variatie is tussen en binnen de gefilmde transecten. Het is daarom mogelijk een waardevolle aanvullende techniek op SONAR, *dropcam* en duiktransecten om een beter beeld te krijgen van de bankomvang en dichtheid van banksubstraat. Het nadeel van het gebruik van de ROV is dat er nog een analysestap volgt en het vooralsnog niet mogelijk is om kwantitatieve data van oesters en biodiversiteit te verzamelen. Eventuele toekomstige (automatische) beeldanalyse zou hier een vervolgstap in zijn. Ook het aantreffen van kleine individuen die vaak onder een andere schelp zitten is niet haalbaar met deze techniek. Daarmee blijft de ROV, evenals het gebruik van de SONAR, in combinatie met *dropcam* een grofschalige techniek om beeld te krijgen van de oesterbank.

Er zijn wat verbeterpunten in het gebruik van de ROV voor de monitoring doeleinden in de Voordelta. Door de ROV voornamelijk achter de boot aan te laten drijven tijdens het volgen van de transecten (omdat het handmatig besturen van de ROV over grotere afstanden nog steeds ingewikkeld is), is het

lastig de ROV continue in een stabiele positie te houden. Daarnaast verloor de boot regelmatig zijn koers over een transect door sterke windvlagen, waardoor exacte herhalingen van een transect moeilijk zijn. En tijdens het bijsturen van de boot kost het tijd om de ROV weer te oriënteren naar zijn stabiele positie. Hoewel er dus nog wat punten zijn om aan te werken brengt het gebruik van de ROV ook nieuwe mogelijkheden voor de toekomstige monitoring van het platte-oesterbank in de Voordelta als aanvulling op de eerder gebruikte technieken.

Aanbeveling

Een aanbeveling is de ROV bij gunstige weersomstandigheden in te stellen op een vooraf bepaald volgpatroon met de transectcoördinaten, daarmee moet de ROV de oesterbank zelfstandig kunnen filmen. Dan is handmatige bediening vrijwel overbodig en is de ROV onafhankelijk van het drijven van de boot.

5 Dankwoord

Met dank aan Tom van Gemert, Paul de Gier, Joost Bergsma, Rebecca Bakker, Floor Driessen van Waardenburg Ecology en Oscar Bos, Pim van Dalen, Arjen van der Kamp en Wouter Suykerbuyk van Wageningen Marine Research voor hun bijdrage aan het verzamelen van onderzoeksgegevens in het veld en de uitwerking.

6 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV.

Literatuur

- Arzul, I., Langlade, A., Chollet, B., Robert, M., Ferrand, S., Omnes, E. & Garcia, C., (2011). Can the protozoan parasite *Bonamia ostreae* infect larvae of flat oysters *Ostrea edulis*? *Veterinary Parasitology* 179, 69–76.
- Bos, O., Tamis, J. & Jongbloed, R. (2021); Quicksan impact van visserij en opties voor begrenzing van een oesterbank in de Voordelta; Wageningen University & Research rapport C040/21; Den Helder/IJmuiden; Wageningen Marine Research.
- Brink AM van den, MAM Maathuis, P Kamermans (2020) Optimization of off-bottom spat collectors for restoration and production of the European flat oyster (*Ostrea edulis*) in Dutch coastal waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 30: 2087-2100.
<http://dx.doi.org/10.1002/aqc.3427>)
- Christianen M.J.A., W. Lengkeek, J.H. Bergsma, J.W.P. Coolen, K. Dideren, M. Dorenbosch, F.M.F. Driessen, P. Kamermans, E. Reuchlin-Hugenholtz, H. Sas, A. Smaal, K.A. van den Wijngaard, T.M. van der Have (2018) Return of the native facilitated by the invasive? Population composition, substrate preferences, and epibenthic species richness of a recently discovered shellfish reef with native European flat oysters (*Ostrea edulis*) in the North Sea. *Marine Biology Research*
- Dideren, K., T.M. van der Have, J.H. Bergsma, H. van der Jagt, W. Lengkeek, P. Kamermans, A. van den Brink, M. Maathuis, H. Sas (2019) Shellfish bed restoration pilots Voordelta, Netherlands Annual report 2018
(https://www.ark.eu/sites/default/files/media/Schelpdierbanken/Annual_report_Voordelta_2018.pdf)
- Engelsma, M.Y., Kerkhoff, S., Roozenburg, I., Haenen, O.L.M., Van Gool, A., Siermans, W., Wijnhoven, S. & Hummel, H. (2010). Epidemiology of *Bonamia ostreae* infecting European flat oysters *Ostrea edulis* from Lake Grevelingen, The Netherlands. *Marine Ecology Progress Series* 409, 131–142.
- Haenen OLM en Engelsma MY (2020) Jaarverslag schelpdierziekten 2019 Resultaten van het onderzoek naar ziekten in schelpdierbestanden van het Grevelingenmeer en de Oosterschelde. Wageningen Bioveterinary Research, WBVR Report 2010660.
- Have T.M. van der, H. van der Jagt, P. Kamermans, H. Sas (2019) Biogene riffen in de Voordelta. Verspreiding en verkenning van verklarende factoren . Report 19-052. Bureau Waardenburg, Culemborg
- Hendriks, IE; van Duren, LA; Herman, PMJ (2005) Image analysis techniques: A tool for the identification of bivalve larvae? *Journal of Sea Research* 54: 151-162
- Kamermans, P., Lengkeek, W., Van der Have, T. & Smaal, A. (2015). Herstel platte oester op de Noordzee: vooronderzoek schelpdierlocaties Voordelta. IMARES, Sascon, Bureau Waardenburg b.v. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/380164>
- Kamermans, P., K. Dideren, E.G.R. Bakker & W. Lengkeek, 2022. Monitoring platte-oesterbank Voordelta 2021. Wageningen Marine Research rapport C018/22.
- Kardinaal E., P. Kamermans, H Sas & T.M. van der Have (2021) Inventarisatie verspreiding platte oester (*Ostrea edulis*) en Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) in de haven van Rotterdam. Bureau Waardenburg Notitie 21-005
- Loosanoff V.L., Davis H.C., Chanley P.E. (1966) Dimensions and shapes of larvae of some marine bivalve mollusks. *Malacologia* 4:351-435
- Maathuis MAM, JWP Coolen, T van der Have, P Kamermans. (2020) Factors determining the timing of swarming of European flat oyster (*Ostrea edulis* L.) larvae in the Dutch Delta area: implications for flat oyster restoration. *Journal of Sea Research* 156
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2019.101828>
- Mens, A. van (2020) Mapping a native oyster bed in the Voordelta: a new opportunity. MSc Thesis Erasmus Mundus.

-
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu [Min. IenM], 2016 Natura 2000 Beheerplan Voordelta 2015-2021
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Ministerie van LNV [Min. IenW & Min. LNV] (2018). Mariene Strategie (deel 1): actualisatie van huidige milieutoestand, goede milieutoestand, milieudoelen en indicatoren; 2018-2024. Den Haag.
https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/151699/mariene_strategie_deel_1_actualisatie_2018.pdf
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit [Min. LNV] (2008). Besluit van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 19 februari 2008 (DRZO/2008-113) tot aanwijzing van de Voordelta als Natura 2000-gebied. <
<https://www.natura2000.nl/sites/default/files/documenten/gebieden/113/Besluit%20Voordelta.pdf> >
- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit [Min. LNV] (2021). Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 28 mei 2021, nr. WJZ/ 21081523, houdende wijziging van de Uitvoeringsregeling visserij in verband met een visserijverbod in de Oesterbank Voordelta. Staatscourant 2021, 26898. <
<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2021-26898.html> >
- Olsen, O.T. The Piscatorial Atlas of the North Sea, English and St. George's Channels; Grimsby: London, UK, 1883
- OSPAR Commission (2008). OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. Reference Number:2008-6. (<http://www.ospar.org/documents?d=32794>).
- OSPAR, 2009. List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. OSPAR agreement 2008-6, OSPAR Commission 2009, Region II – Greater North Sea and Region III – Celtic Sea.
- OSPAR Commission (2013). OSPAR Recommendation 2013/4 on furthering the protection and conservation of *Ostrea edulis* in Region II of the OSPAR maritime area and *Ostrea edulis* beds in Regions II, III and IV of the OSPAR maritime area. OSPAR(2) 13/4/1, Annex 7.
<https://www.ospar.org/documents?d=32968>.
- Pogoda B, Brown J, Hancock B , Preston J, Pouvreau S, Kamermans P, Sanderson W, von Nordheim. (2019) The Native Oyster Restoration Alliance (NORA) and the Berlin Oyster Recommendation: bringing back a key ecosystem engineer by developing and supporting best practice in Europe. *Aquat. Living Resour.* 2019, 32, 13 <https://doi.org/10.1051/alr/2019012>
- Preston J., Gamble, C., Debney, A., Helmer, L., Hancock, B. and zu Ermgassen, P.S.E. (eds) (2020). *European Native Oyster Habitat Restoration Handbook*. The Zoological Society of London, UK., London, UK
- Sas, H., Kamermans, P., van der Have, T., Lengkeek, W. & Smaal, A. (2016) Shellfish reef restoration pilots: Voordelta The Netherlands, annual report 2016.
- Sas H, Kamermans P, Van der Have TM, Christianen M, Coolen J, Lengkeek W, Dideren K, Driessen F, Bergsma J, Van Dalen P, Van Gool A, Van der Pool J, Van der Weide BE (2018) Shellfish bed restoration pilots Voordelta The Netherlands (https://www.ark.eu/sites/default/files/media/Schelpdierbanken/ARK_Annual_Report_Voordelta_2017_LR.pdf). Annual report 2017
- Staatscourant 2021, 26898 | Overheid.nl > Officiële bekendmakingen (officielebekendmakingen.nl))
- Witbaard, R; Bos, O; Kamermans, P, 2020, ""Age" determination of European flat oysters from the Voordelta reef", <https://doi.org/10.25850/nioz/7b.b.y>, NIOZ, V2
- Wouda, M.C. (2022) Non-destructive age determination in the European flat oyster BSc Thesis, Wageningen University
- zu Ermgassen P, O Bos, A Debney, C Gamble, A Glover, B Pogoda, S Pouvreau, W Sanderson, D Smyth, J Preston (2021) European native oyster habitat restoration monitoring handbook. ISBN: 978-0-900881-89-3

Verantwoording

Rapport C043/23

Projectnummer: 4318100323

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: Dr. Johan Craeymeersch
Senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 5 juli 2023

Akkoord: Dr. C.J. Wiebinga
Business Manager Projecten

Handtekening:



Datum: 5 juli 2023

Bijlage 1 Coördinaten begin en eind lijntransecten 2022

Transect	Toepassing	Way point	Decimalen	Graden	Graden - Minuten - Decimaal minuten	Graden - Minuten - Seconden - Tienden van seconden
noord	Duikwerk, ROV	westpunt	51.79159, 3.857884	N 51.79159°, E 003.85788°	N 51 47.495, E 3 51.473	N 51 47 29.7, E 3 51 28.4
		oostpunt	51.79176, 3.858522	N 51.79176°, E 003.85852°	N 51 47.506, E 3 51.511	N 51 47 30.4, E 3 51 30.7
extra - noord	ROV	westpunt	51.787695, 3.859764	N 51.78769°, E 003.85976°	N 51 47.262, E 3 51.586	N 51 47 15.7, E 3 51 35.2
		oostpunt	51.78782, 3.8604475	N 51.78782°, E 003.86045°	N 51 47.269, E 3 51.627	N 51 47 16.1, E 3 51 37.6
midden	Duikwerk, ROV	westpunt	51.7838, 3.861644	N 51.78380°, E 003.86164°	N 51 47.028, E 3 51.699	N 51 47 1.7, E 3 51 41.9
		oostpunt	51.78388, 3.862373	N 51.78388°, E 003.86237°	N 51 47.033, E 3 51.742	N 51 47 2.0, E 3 51 44.5
extra - zuid	ROV	westpunt	51.781785, 3.860909	N 51.78178°, E 003.86091°	N 51 46.907, E 3 51.655	N 51 46 54.4, E 3 51 39.3
		oostpunt	51.781785, 3.8616125	N 51.78178°, E 3.86161°	N 51 46.907, E 3 51.697	N 51 46 54.4, E 3 51 41.8
zuid	Duikwerk, ROV	westpunt	51.77977, 3.860174	N 51.77977°, E 003.86017°	N 51 46.786, E 3 51.610	N 51 46 47.2, E 3 51 36.6
		oostpunt	51.77969, 3.860852	N 51.77969°, E 003.86085°	N 51 46.781, E 3 51.651	N 51 46 46.9, E 3 51 39.1

Al deze vijf lijntransecten zijn gemonitord met de ROV, en de drie lijntransecten "noord", "midden" en "zuid" zijn gemonitord door duikers.

Bijlage 2 Soortenlijst schelpdierbank Voordelta

Een overzicht van de waargenomen soorten (eventueel slechts benoemd op het niveau van genus, familie, orde, klasse of fylum) op de schelpdierbank in de Voordelta in de periode 2016 - 2018 (Sas *et al* 2016, 2018, van der Have *et al* 2019) en in 2021 (Kamermans *et al* 2022) en 2022 (voorliggend rapport). ¹Nederlandse naam, indien bekend, conform Nederlands Soortenregister.

Groep	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam ¹	'21	'22
Annelida	<i>Arenicola marina</i>	roodbruine wadpier	✓	
Annelida	<i>Lanice conchilega</i>	schelpkokerworm		✓
Annelida	<i>Neoamphitrite figulus</i>	slijmkokerworm		
Annelida	<i>Phoronis hippocrepia</i>	kleine hoefijzerworm		
Annelida	<i>Polydora sp.</i>	<i>Polydora</i> (genus)		
Annelida	<i>Pseudopolydora pulchra</i>			
Annelida	<i>Sabella pavonina</i>	waaierkokerworm		✓
Annelida	<i>Spionidae</i>	<i>Spionidae</i> (familie)		✓
Annelida	<i>Sabellaria sp.</i>	<i>Sabellaria</i> (genus)		✓
Arthropoda	<i>Praunus flexuosus</i>	bochtige aasgarnaal		
Arthropoda	<i>Cancer pagurus</i>	noordzeekrab		✓
Arthropoda	<i>Carcinus maenas</i>	strandkrab	✓	✓
Arthropoda	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	blaasjeskrab		
Arthropoda	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	penseelkrab	✓	✓
Arthropoda	<i>Hyas araneus</i>	gewone spinkrab		
Arthropoda	<i>Inachus phalangium</i>	gladde sponspootkrab		
Arthropoda	<i>Liocarcinus depurator</i>	blauwpootzwemkrab		
Arthropoda	<i>Liocarcinus holsatus</i>	gewone zwemkrab		✓
Arthropoda	<i>Liocarcinus navigator</i>	gewimperde zwemkrab		
Arthropoda	<i>Macropodia rostrata</i>	gewone hooiwagenkrab		✓
Arthropoda	<i>Necora puber</i>	fluwelen zwemkrab	✓	✓
Arthropoda	<i>Pilumnus hirtellus</i>	ruig krabbetje		
Arthropoda	<i>Pisidia longicornis</i>	gewoon porseleinkrabbetje	✓	
Arthropoda	<i>Sessilia</i>	zeepokken (orde)	✓	✓
Arthropoda	<i>Mytilicola intestinalis</i>	rood darmroeipootkreeftje		
Arthropoda	<i>Athanas nitescens</i>	kreeftgarnaal		
Arthropoda	<i>Crangon crangon</i>	gewone garnaal	✓	
Arthropoda	<i>Hippolyte varians</i>	veranderlijke steurgarnaal		
Arthropoda	<i>Palaemon adspersus</i>	roodsprietgarnaal		
Arthropoda	<i>Palaemon elegans</i>	gewone steurgarnaal		
Arthropoda	<i>Palaemon macrodactylus</i>	rugstreepsteurgarnaal		
Arthropoda	<i>Palaemon serratus</i>	gezaagde steurgarnaal		✓
Arthropoda	<i>Pagurus bernhardus</i>	gewone heremietkreeft		
Arthropoda	<i>Homarus gammarus</i>	Europese zeekreeft		
Arthropoda	<i>Porcellana platycheles</i>	harig porseleinkrabbetje		
Arthropoda	<i>Nymphon sp.</i>	<i>Nymphon</i> (genus)		✓
Bryozoa	<i>Anguinella palmata</i>	slangmosdiertje		
Bryozoa	<i>Conopeum reticulum</i>	zeekantwerk		
Bryozoa	<i>Crisularia plumosa</i>	spiraalmosdiertje		✓
Bryozoa	<i>Schizomavella linearis</i>	empingmosdiertje		
Bryozoa	<i>Schizoporella unicornis</i>			

Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>	onverwacht mosdiertje		
Chlorophyta	<i>Bryopsis hypnoides</i>	onregelmatig vederwier		
Chlorophyta	<i>Bryopsis plumosa</i>	vederwier		
Chlorophyta	<i>Chlorophyta</i>	groenwieren (fylum)		
Chlorophyta	<i>Derbesia marina</i>	slangentongwier		
Chlorophyta	<i>Ulva australis</i>	geperforeerde zeesla	✓	✓
Chordata	<i>Raja clavata</i>	stekelrog		
Chordata	<i>Aphia minuta</i>	glasgrondel		
Chordata	<i>Atherina boyeri</i>	kleine koornaarvis		
Chordata	<i>Atherina presbyter</i>	koornaarvis		
Chordata	<i>Callionymus reticulatus</i>	rasterpitvis		
Chordata	<i>Dicentrarchus labrax</i>	zeebaars		
Chordata	<i>Entelurus aequoreus</i>	adderzeenaald		
Chordata	<i>Gadus morhua</i>	kabeljauw		
Chordata	<i>Gobius niger</i>	zwarte grondel	✓	✓
Chordata	<i>Gobius paganellus</i>	paganelgrondel		
Chordata	<i>Gobiusculus flavescens</i>	tweevlekgrondel	✓	
Chordata	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	zeedonderpad		
Chordata	<i>Parablennius gattorugine</i>	gehoornde slijmvis		
Chordata	<i>Pholis gunnellus</i>	botervis	✓	✓
Chordata	<i>Platichthys flesus</i>	bot		
Chordata	<i>Pleuronectes platessa</i>	schol		
Chordata	<i>Pomatoschistus microps</i>	brakwatergrondel		
Chordata	<i>Pomatoschistus minutus</i>	dikkopje		✓
Chordata	<i>Pomatoschistus pictus</i>	kleurige grondel		
Chordata	<i>Solea solea</i>	tong		
Chordata	<i>Symphodus melops</i>	zwartooglipvis		
Chordata	<i>Syngnathus acus</i>	grote zeenaald		✓
Chordata	<i>Syngnathus rostellatus</i>	kleine zeenaald		
Chordata	<i>Taurulus bubalis</i>	groene zeedonderpad	✓	
Chordata	<i>Trisopterus luscus</i>	steenbolk		
Chordata	<i>Zoarces viviparus</i>	puitaal		
Chordata	<i>Aplidium glabrum</i>	glanzende bolzakpijp		
Chordata	<i>Ascidiella aspersa</i>	ruwe zakpijp		
Chordata	<i>Botrylloides sp.</i>	<i>Botrylloides</i> (genus)		
Chordata	<i>Botrylloides violaceus</i>	slingerzakpijp	✓	✓
Chordata	<i>Botryllus schlosseri</i>	gesterde geleikorst	✓	
Chordata	<i>Ciliata mustela</i>	vijfdradige meun	✓	✓
Chordata	<i>Ciona intestinalis</i>	doorschijnende zakpijp		
Chordata	<i>Didemnum vexillum</i>	druipzakpijp		✓
Chordata	<i>Diplosoma listerianum</i>	grijze korstzakpijp	✓	✓
Chordata	<i>Molgula manhattensis</i>	ronde zakpijp		
Chordata	<i>Perophora japonica</i>	Japanse zakpijp		
Chordata	<i>Styela clava</i>	knotszakpijp	✓	✓
Cnidaria	<i>Aequorea vitrina</i>	lampenkapje		
Cnidaria	<i>Halecium halecinum</i>	haringgraat		
Cnidaria	<i>Hydractinia echinata</i>	ruwe zeerasp		
Cnidaria	<i>Kirchenpaueria sp.</i>	<i>Kirchenpaueria</i> (genus)		
Cnidaria	<i>Sarsia tubulosa</i>	klepelklokje		
Cnidaria	<i>Tubularia indivisa</i>	penneschaft		
Cnidaria	<i>Aurelia aurita</i>	oorkwal		
Cnidaria	<i>Rhizostoma octopus</i>	zeepaddestoel		
Cnidaria	<i>Actinia equina</i>	rode paardenanemoon		
Cnidaria	<i>Anemonia viridis</i>	wasroos		
Cnidaria	<i>Cerianthus lloydii</i>	viltkokeranemoon	✓	

Cnidaria	<i>Diadumene cincta</i>	golfbrekeranemoon		
Cnidaria	<i>Diadumene lineata</i>	groene golfbrekeranemoon		
Cnidaria	<i>Metridium dianthus</i>	zeeanjelier	✓	✓
Cnidaria	<i>Cylista elegans</i>	sierlijke sliibanemoon		
Cnidaria	<i>Sagartia troglodytes</i>	sliibanemoon	✓	✓
Cnidaria	<i>Cylista undata</i>	weduweroos		
Cnidaria	<i>Urticina felina</i>	zeedahlia	✓	✓
Ctenophora	<i>Beroe gracilis</i>	komkommerkwalletje		
Ctenophora	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	Amerikaanse langlob-ribkwal		
Ctenophora	<i>Pleurobrachia pileus</i>	zeedruifje		
Echinodermata	<i>Amphipholis squamata</i>	levendbarende slangster		✓
Echinodermata	<i>Asterias rubens</i>	zeester		✓
Echinodermata	<i>Ophiothrix fragilis</i>	brokkelster		✓
Echinodermata	<i>Psammechinus miliaris</i>	kleine zeeappel		✓
Echinodermata	<i>Ophiura albida</i>	kleine slangster		✓
Isopoda	<i>Idotea granulosa</i>	gespikkelde zeepissebed		
Mollusca	<i>Buccinum undatum</i>	wulk		
Mollusca	<i>Crepidula fornicata</i>	muiltje	✓	✓
Mollusca	<i>Elysia viridis</i>	groene wierslak		✓
Mollusca	<i>Nassarius nitidus</i>	grofgeribde fuikhoren		✓
Mollusca	<i>Tritia reticulatus</i>	gevlochten fuikhoren		
Mollusca	<i>Aeolidia papillosa</i>	grote vlokslak		
Mollusca	<i>Goniodoris castanea</i>	bruine plooislak		
Mollusca	<i>Hermaea bifida</i>	slanke rolsprietslak		
Mollusca	<i>Palio nothus</i>	groene mosdierslak		
Mollusca	<i>Thecacera pennigera</i>	gestippelde mosdierslak		
Mollusca	<i>Acanthocardia echinata</i>	gedoornde hartschelp		
Mollusca	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	tere hartschelp		
Mollusca	<i>Cerastoderma edule</i>	kokkel		
Mollusca	<i>Magallana gigas</i>	Japanse oester	✓	✓
Mollusca	<i>Ensis leei</i>	amerikaanse zwaardschede		
Mollusca	<i>Mya arenaria</i>	strandgaper		
Mollusca	<i>Mytilus edulis</i>	mossel	✓	✓
Mollusca	<i>Ostrea edulis</i>	platte oester	✓	✓
Mollusca	<i>Venerupis corrugata</i>	gewone tapijtschelp	✓	✓
Mollusca	<i>Lepidochitona cinerea</i>	asgrauwe keverslak		
Mollusca	<i>Sepia officinalis</i>	zeekat		✓
Nemerta	<i>Lineus longissimus</i>	langste snoerworm		
Ochrophyta	<i>Dictyota dichotoma</i>	gaffelwier		
Ochrophyta	<i>Phaeophyceae</i>	bruinwieren (klasse)		
Ochrophyta	<i>Sargassum muticum</i>	Japans bessenwier		✓
Ochrophyta	<i>Undaria pinnatifida</i>	wakame		
Phaeophyta	<i>Fucus spiralis</i>	kleine zee-eik		
Porifera	<i>Celtodoryx ciocalyptoides</i>	gele wratspons		
Porifera	<i>Cliona celata</i>	boorspons	✓	✓
Porifera	<i>Halichondria bowerbanki</i>	sliertige broodspons		
Porifera	<i>Halichondria panicea</i>	broodspons	✓	✓
Porifera	<i>Haliclona oculata</i>	geweispons		
Porifera	<i>Haliclona xena</i>	paarse buisjesspons		✓
Porifera	<i>Halisarca dujardini</i>	weke balletjesspons		
Porifera	<i>Hymeniacion perlevis</i>	piekjesspons		
Porifera	<i>Leucosolenia variabilis</i>	witte buisjesspons		
Porifera	<i>Mycale micracanthoxea</i>	grijze korst spons		
Porifera	<i>Protosuberites denhartogi</i>	gele korst spons		

Rhodophyta	<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	fijn boompjeswier		
Rhodophyta	<i>Antithamnionella spirographidis</i>			
Rhodophyta	<i>Caulacanthus okamurae</i>	puntig korstmoswier		
Rhodophyta	<i>Ceramium cimbricum</i>			
Rhodophyta	<i>Ceramium virgatum</i>	rood hoorntjeswier		
Rhodophyta	<i>Chondrus crispus</i>	Iers mos		✓
Rhodophyta	<i>Cryptopleura sp.</i>	<i>Cryptopleura</i> (genus)		
Rhodophyta	<i>Dasysiphonia japonica</i>	veelvertakt pluimwier		
Rhodophyta	<i>Erythrotrichia carnea</i>			
Rhodophyta	<i>Gracilariopsis longissima</i>	langgerekt knoopwier		
Rhodophyta	<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	tongwier		
Rhodophyta	<i>Mastocarpus stellatus</i>	kernwier		
Rhodophyta	<i>Melanothamnus harveyi</i>	struikbuiswier		
Rhodophyta	<i>Nitophyllum stellato-corticum</i>			
Rhodophyta	<i>Vertebrata fucoides</i>	donker buiswier		
Rhodophyta	<i>Polysiphonia senticulosa</i>	puntig buiswier		
Rhodophyta	<i>Pterothamnion plumula</i>	pluimveerwier		

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 70 00
E: marine-research@wur.nl
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'
