

Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)

Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2023



K. Troost, M. van Asch, S. Breunese, E. Brummelhuis, S. Cornelisse, S. Glorius, D. van den Ende, Y. van Es, K.J. Perdon, J. van der Pool, W. Suykerbuyk, C. van Zweeden en J. van Zwol

CVO rapport: 24.008

Opdrachtgever:
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie NVLG
Mw. E. Mudde & Dhr. J.M.M. Kouwenhoven
Postbus 20401
2500 EK, Den Haag

Projectnummer: 4311208025-27
BAS code: WOT-05-001-008

Publicatiedatum: 2 april 2024

Stichting Wageningen Research
Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel. 0317-487418

Bezoekadres:
Haringkade 1
1976 CP IJmuiden

Dit onderzoek is uitgevoerd onder het wettelijke taken programma Visserijonderzoek en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

DOI: <https://doi.org/10.18174/649954>

© 2024 CVO

De Stichting Wageningen Research -
Centrum voor Visserijonderzoek is
geregistreerd in het Handelsregister
Gelderland nr. 09098104,
BTW nr. NL 8089.32.184.B01

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

CVO rapport NL V12

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| Inhoudsopgave..... | 3 |
| Samenvatting..... | 4 |
| Leeswijzer | 5 |
| 1 Inleiding..... | 6 |
| 1.1 Doelstellingen..... | 6 |
| 1.2 Dit rapport..... | 7 |
| 2 Methoden | 8 |
| 2.1 Aantal monsterpunten per stratum..... | 8 |
| 2.2 Onderzoeksgebieden en monsterpunten | 9 |
| 2.3 Schepen en samenwerking..... | 15 |
| 2.4 Monstertuigen | 16 |
| 2.5 Verwerking van de monsters | 16 |
| 2.6 Berekeningen | 19 |
| 2.7 Kartering van droogvallende mossel- en oesterbanken | 21 |
| 2.8 Uitvoering 2023..... | 23 |
| 3 Resultaten 2023 | 24 |
| 3.1 Kustzone | 24 |
| 3.2 Waddenzee | 26 |
| 3.3 Deltawateren..... | 32 |
| 4 Uitgelicht: enkele nieuwkomers in de Nederlandse kustwateren | 39 |
| 4.1 Inleiding | 39 |
| 4.2 Gebruikte datasets..... | 40 |
| 4.3 Amerikaanse strandschelp..... | 41 |
| 4.4 Gladde snavelneut | 44 |
| 4.5 Brakwaterkorfschelp..... | 47 |
| Dankwoord | 50 |
| Verantwoording | 50 |
| Literatuur | 51 |
| Bijlage A: Overzicht gerapporteerde voorlopige schattingen 2023..... | 53 |
| Bijlage B: Aangetroffen soorten..... | 54 |
| Bijlage C: Kaarten Kustzone | 59 |
| Bijlage D: Kaarten Waddenzee..... | 64 |
| Bijlage E: Kaarten deltawateren | 72 |
| Bijlage F: Kaarten behorend bij Hoofdstuk 4 "Uitgelicht" | 82 |

Samenvatting

Doelstelling

De WOT schelpdiermonitoring in de Nederlandse kustwateren heeft twee hoofdoelen. Dat zijn het schatten van de omvang van bestanden van (potentieel) commercieel interessante schelpdiersoorten, en het schatten van het oppervlak aan droogvallende mossel- en oesterbanken in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. Daarnaast moeten de verzamelde gegevens ook gebruikt kunnen worden om veranderingen in het Nederlandse beleid ten aanzien van schelpdiervisserij en natuur te evalueren, hiervoor zijn doorlopende tijdreeksen van belang. De inventarisaties worden uitgevoerd in de Nederlandse kustzone, de Waddenzee en de deltawateren Oosterschelde, Westerschelde, Veerse meer en Grevelingenmeer.

Rapportage en presentatie

Voor de doelsoorten worden de voorlopige bestandsschattingen zo kort mogelijk na afronding van de betreffende survey per brief aan het Ministerie van LNV gerapporteerd. Een overzicht van de in 2023 opgeleverde brieven staat in Bijlage A. Jaarlijks worden de definitieve schattingen uit alle surveys gerapporteerd in het eindrapport, zoals het voorliggende over het jaar 2023. De verzamelde gegevens worden daarnaast weergegeven op 'De Schelpdiermonitor' (www.wur.nl/schelpdiermonitor). Hier worden verspreidingskaarten en tijdreeksen weergegeven van doelsoorten en overige soorten schelpdieren, krabben en zeesterren. Ook staat hier meer informatie over de doelstellingen van de verschillende surveys en de gebruikte methodieken. De Schelpdiermonitor wordt jaarlijks uiterlijk eind maart geüpdatet.

Samenvattende tabel. Bestanden en arealen van doelsoorten in de Nederlandse kustwateren in 2023. Arealen: tussen haakjes is aangegeven welk areaal van het totaal bestaat uit gemengde banken (oester + mossel).

| Gebied | Deelgebied | Doelsoort | Bestand vers (milj.kg) | Najaar vlees (oogstbaar) (milj.kg) | Zomersterfte kokkels (%) | Areaal (gemengd) (ha) |
|--------------|--|------------------------------|------------------------------|--|--------------------------------|-----------------------------|
| Kustzone | | Zwaardschede | 416,9 | | | |
| | | Halfgeknotte strandschelp | 1089,8 | | | |
| Waddenzee | litoraal | Kokkel | 149,1 | 16,9 | 32 | |
| | | Mossel | 34,6 | | | 1704 (1095) |
| | | Japanse oester | 77,2 | | | 1357 (1095) |
| | sublitoraal Marsdiep en Vliestroom | Zwaardschede | 278,6 | | | |
| | | | | | | |
| Deltawateren | Oosterschelde litoraal | Kokkel | 24,4 | 4,0 | 20 | |
| | | Filipijnse tapijtschelp | 9,9 | | | |
| | | Japanse oester | 44,0 | | | 756 (127) |
| | Oosterschelde sublitoraal | Japanse oester | 27,4 | | | |
| | | Filipijnse tapijtschelp | 1,2 | | | |
| | | Zwaardschede | 10,0 | | | |
| | | Platte oester | 0,7 | | | |
| | Westerschelde litoraal | Kokkel | 5,8 | | | |
| | | Filipijnse tapijtschelp | 1,8 | | | |
| | | Japanse oester | | | | 50 |
| | Veerse meer | Japanse oester | 31,6 | | | |
| | | Filipijnse tapijtschelp | 6,6 | | | |
| | Grevelingenmeer | Japanse oester | 113,9 | | | |
| | | Filipijnse tapijtschelp | 33,4 | | | |

Resultaten doelsoorten 2023

De resultaten zijn voor de doelsoorten samengevat in onderstaande overzichtstabel. Met ingang van 2023 is het programma uitgebreid met een herijking van de zomersterfte onder kokkels in de Waddenzee en Oosterschelde, door middel van een gedeeltelijke herbemonstering in het najaar.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de algemene werkwijze per survey onderdeel. In paragraaf 2.8 staan bijzonderheden over de uitvoering in 2023. In Hoofdstuk 3 worden de survey resultaten van 2023 gepresenteerd en bediscussieerd. In dit hoofdstuk zijn alle tabellen met geschatte arealen en bestanden te vinden, net als de tijdreeksen (ontwikkeling van arealen en bestanden sinds aanvang van de monitoringreeks). In de bijlagen zijn de resultaten van 2023 in meer detail te bekijken, in de vorm van lijsten met alle aangetroffen soorten (Bijlage B), en verspreidingskaarten (Bijlagen C, D en E). In Hoofdstuk 4 'Uitgelicht' worden ieder jaar één of enkele onderwerpen meer uitgediept. Dit jaar wordt aandacht besteed aan drie exotische schelpdiersoorten die zich recent hebben weten te vestigen in de Nederlandse kustwateren.

1 Inleiding

Schelpdieren spelen een belangrijke rol in de Nederlandse kustwateren. Ze filteren hun voedsel, voornamelijk bestaande uit ééncellige algen, uit het water. Hun uitwerpselen (feces en pseudofeces) slaan deels neer op de bodem. Op deze manier verrijken schelpdieren de bodem met voedingsstoffen waarop andere soorten kunnen gedijen. Soorten die rifstructuren maken op de zeebodem, zoals mosselen en oesters, bieden leefgebied aan vele soorten bodemdieren en vissen. Schelpdieren worden veel en graag gegeten, als ze jonger zijn door soorten als de zeester en garnaal, en later door steltlopers en duikende eenden (o.a. de zwarte zee-eend). Ook vertegenwoordigen schelpdieren een zeker economisch belang, aangezien meerdere soorten bevestigd en/of gekweekt worden. Vaak richten de natuurlijke predatoren en vissers zich op dezelfde doelsoorten en grootteklassen. Om ervoor te zorgen dat visserij- en natuurbelangen elkaar niet te veel in de weg zitten, en om effecten van veranderingen in het Nederlandse beleid ten aanzien van visserij en natuur te kunnen evalueren, worden de schelpdierbestanden in de Nederlandse kustwateren jaarlijks gemonitord binnen het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken op het gebied van visserij (het WOT-Visserij programma). Deze monitoring vindt plaats in alle zoute kustwateren, namelijk de gehele kustzone van de Noordzee, de Waddenzee inclusief de Eems, en de zoute deltawateren Oosterschelde, Westerschelde, Grevelingenmeer en Veerse Meer. De monitoring in de kustzone van de Noordzee, Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde is ondersteunend voor het beleid rond bestaande visserijen, en die in het Grevelingenmeer en Veerse Meer voor het beleid rond bestaande kweek en mogelijke nieuwe visserij- en/of kweekactiviteiten.

Een uitgebreidere beschrijving van achtergronden en wettelijke kaders staat in het rapport over meetjaar 2020 (Troost *et al.*, 2021).

1.1 Doelstellingen

De WOT schelpdiermonitoring in de Nederlandse kustwateren heeft als hoofddoel het schatten van de omvang van bestanden van (mogelijk) commercieel interessante schelpdiersoorten, en het schatten van het oppervlak aan droogvallende mossel- en oesterbanken in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. Daarnaast moeten de verzamelde gegevens ook gebruikt kunnen worden om een eventuele verandering in het Nederlandse beleid ten aanzien van schelpdiervisserij en natuur te kunnen evalueren. Hiervoor zijn tijdreeksen van belang. Alle in Tabel 1 genoemde onderdelen zijn uitgevoerd in 2023.

De specifieke doelen en doelsoorten verschillen per gebied. Een overzicht hiervan is gepresenteerd in Tabel 1. Voor de volgende doelsoorten en gebieden worden jaarlijks kort na de betreffende survey de voorlopige bestandsschattingen in briefvorm aan het Ministerie van LNV gerapporteerd, teneinde deze meteen te kunnen gebruiken in de vergunningverlening voor de betreffende activiteiten:

- Bestanden van kokkels (*Cerastoderma edule*) op de droogvallende platen van de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde: voorjaarschatting en extrapolatie naar het geschatte bestand aanwezig op 1 september;
- Bestanden van zwaardscheden (*Ensis* sp.) en halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) in de Nederlandse kustzone;
- Bank arealen en daarin aanwezige bestanden van Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) en mosselen (*Mytilus edulis*) op de droogvallende platen van de Waddenzee.

Met ingang van 2023 is het jaarlijkse programma uitgebreid met een herijking van de zomersterfte onder kokkels in de Waddenzee en Oosterschelde, middels een gedeeltelijke herbemonstering volgens het advies gegeven door Troost *et al.* (2022b). Indien deze sterfte hoger is dan 50% wordt op basis van de herbemonstering een nieuwe schatting gemaakt van het bestand aanwezig op 1 september.

1.2 Dit rapport

In Hoofdstuk 2 wordt een beknopte beschrijving gegeven van de gebruikte methodieken. In Hoofdstuk 3 worden de survey resultaten van 2023 gepresenteerd en bediscussieerd per deelgebied. In Hoofdstuk 4 worden ieder jaar één of twee onderwerpen uitgelicht en in meer detail geanalyseerd en beschreven. Dit jaar wordt aandacht besteed aan een drie exotische schelpdiersoorten die zich recentelijk hebben weten te vestigen in de Nederlandse kustwateren: de Amerikaanse strandschelp (*Mulinia lateralis*), de gladde snavelneut (*Yoldia limatula*) en de brakwaterkorfschelp (*Potamocorbula amurensis*).

Tabel 1. Overzicht van de verschillende surveys binnen het WOT Schelpdieren programma.

| Gebied | Deelgebied | Doelsoorten | Survey doel | In WOT programma sinds |
|--------------|--|---|------------------------|---|
| Kustzone | | Zwaardschede en halfgeknotte strandschelp | Bestand | 1993 Voordelta, sinds 1995 hele kustzone |
| Waddenzee | litoraal | Mossel | Bank areaal | 1995 |
| | | | Bestand | 1990 (als onderdeel monitoring kokkelbestand), sinds 1998 specifiek gericht op mosselen |
| | | Japanse oester | Bank areaal en bestand | 2002 (als onderdeel monitoring mosselbanken), sinds 2011 specifiek gericht op Japanse oesters |
| | | Kokkel | Bestand | Sinds 1990 |
| | sublitoraal (Marsdiep en Vliestroom) | Mossel | Bestand voorjaar | Niet. Sinds 1992 in opdracht van PO Mosselcultuur |
| | | Zwaardschede | Bestand | 2018 in aanvulling op mossel survey PO (in 2015-2017 buiten WOT programma) |
| Deltawateren | Oosterschelde litoraal | Kokkel | Bestand | 1990 |
| | | Filipijnse tapijtschelp | Bestand | 2020 |
| | | Japanse oester en mossel | Bank areaal | 2011 |
| | | Japanse oester en mossel | Bestand | 2011 |
| | Oosterschelde sublitoraal | Japanse oester, mossel, platte oester, kokkel, en Filipijnse tapijtschelp | Bestand | 2022 |
| | Westerschelde litoraal | Kokkel | Bestand | 1990 |
| | | Japanse oester en mossel | Bank areaal | 2011 |
| | Veerse meer en Grevelingenmeer tot 4 m diep | Kokkel en Filipijnse tapijtschelp | Bestand | 2017 |
| | Veerse meer en Grevelingenmeer tot 10 m diep | Japanse oester, mossel, platte oester | Bestand | 2018 |

2 Methoden

2.1 Aantal monsterpunten per stratum

Voor alle onderzoeksgebieden geldt dat de monsterpunten over het gebied verdeeld zijn volgens een regelmatig grid. Voor een efficiënte verdeling van de onderzoeksinspanning is het onderzoeksgebied verdeeld in een aantal strata: subgebieden met een verschillende kans of verwachting op het voorkomen van de betreffende doelsoorten. Waar de trefkans hoger is, worden de monsterpunten dichter bij elkaar gelegd en is één monsterpunt dus representatief voor een kleiner oppervlak. De werkwijze rond strata en de toepassing ervan in de verschillende onderzoeksgebieden staat in meer detail in Troost *et al.* (2021).

Tabel 2. Overzicht van de gehanteerde strata (als oppervlak per gridcel) en het aantal in 2023 bemonsterde monsterpunten per gebied. In de eerste kolom staat het stratum areaal: het oppervlak waarvoor een monsterpunt in dit stratum representatief is. In de onderste regel is te zien in welke figuren de monsterpunten zijn weergegeven, in corresponderende kleuren.

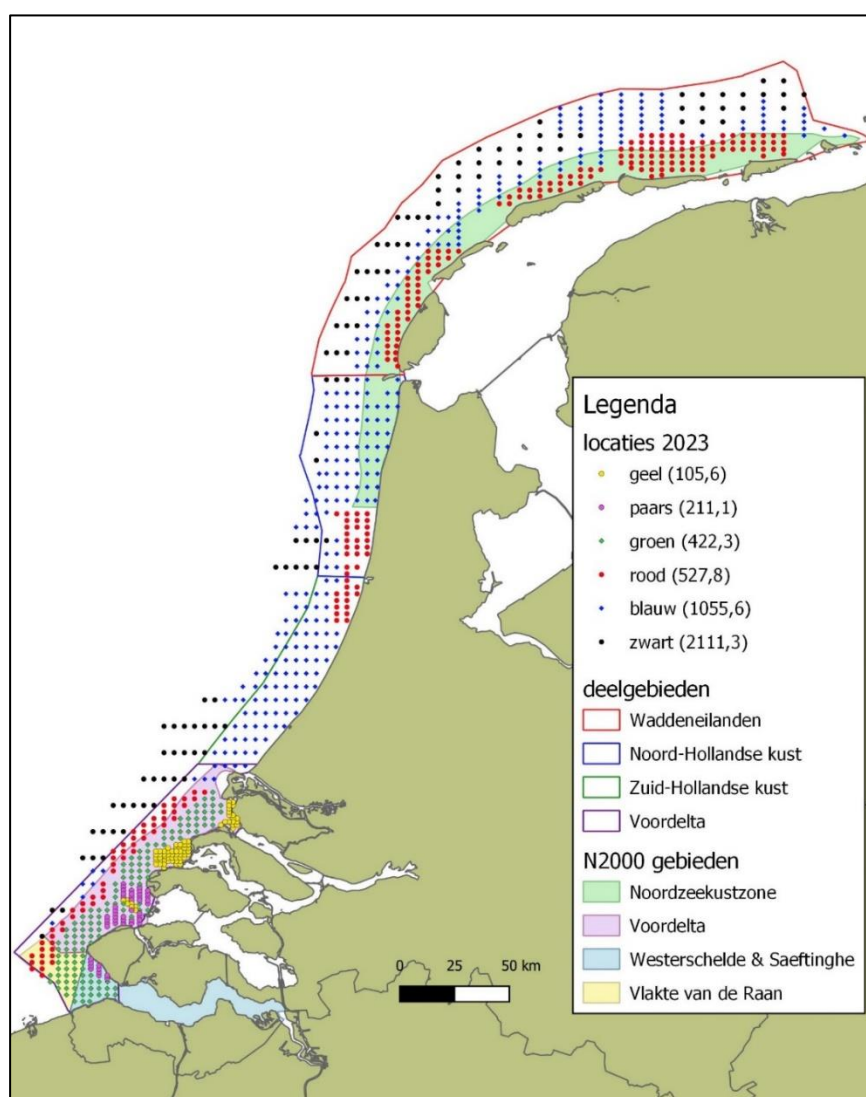
| Stratum- areaal ¹ (ha) | Kustzone | Waddenzee litoraal | Waddenzee sublitoraal voorjaar (PO Mossel) | Waddenzee sublitoraal najaar | Oosterschelde litoraal voorjaar | Oosterschelde litoraal najaar | Oosterschelde sublitoraal najaar | Westerschelde litoraal | Grevelingenmeer voorjaar (kokkelschep) | Grevelingenmeer najaar (happer) | Veerse meer voorjaar (kokkelschep) | Veerse meer najaar (happer) |
|--------------------------------------|----------|--------------------|---|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| 2,2 | | | | | | | | | | | 134 | |
| 4,5 | | | | | | | | | | | 17 | |
| 6,7 | | | | | | 151 | | | | | | |
| 8,0 | | | | | | | | | | | | 67 |
| 10,6 | | | | | | | 111 | | | | | |
| 12,8 | | 252 | 117 | | | | | | | | | |
| 19,3 | | | | | | | | | | | 39 | |
| 21,1 | | | | | | | | | | | | 10 |
| 25,7 | | | 67 | | | | | | | | | |
| 26,7 | | | | | 452 | | | 227 | 103 | 31 | | |
| 42,1 | | | | | | | | | | 77 | | |
| 44,9 | | | 89 | 40 | | | | | | | | |
| 46,9 | | | 83 | 52 | | | | | | | | |
| 51,3 | | | 34 | | | | | | | | | |
| 53,3 | | | | | | | | 39 | | | | |
| 81,2 | | | | | | | 87 | | | | | |
| 82,6 | | | | | | | 39 | | | | | |
| 102,7 | | 609 | | | | | | | | | | |
| 105,6 | 75 | | | | | | | | | | | |
| 128,4 | | | 153 | 2 | | | | | | | | |
| 197,4 | | | | | | | | | | | 10 | |
| 205,4 | | 326 | | | | | | | | | | |
| 211,1 | 49 | | | | | | | | | | | |
| 256,7 | | | | 64 | | | | | | | | |
| 422,3 | 136 | | | | | | | | | | | |
| 527,8 | 232 | | | | | | | | | | | |
| 1055,6 | 287 | | | | | | | | | | | |
| 2111,3 | 106 | | | | | | | | | | | |
| Totaal | 885 | 1187 | 543 | 158 | 452 | 151 | 237 | 266 | 103 | 118 | 151 | 116 |
| <i>Figuur</i> | 1 | 2 en 3 | | 4 | | | 5 | 6 | | 7 | | 8 |

Alle in 2023 toegepaste strata zijn samengevat in Tabel 2, alle monsterpunten binnen de betreffende strata zijn weergegeven in Figuur 1 t/m Figuur 8. Bij de inventarisatie van Japanse oesters worden oesters op oesterkweekpercelen buiten beschouwing gelaten, behalve daar waar het meerjarige dichte oesterbanken (en dus niet geëxploiteerde oesters) betreft. Dit is bijvoorbeeld het geval op een aantal geheel droogvallende niet-beviste percelen in de Zandkreek en een groot lang niet-bevist perceel bij de Slikken van Viane in de Oosterschelde.

2.2 Onderzoeksgebieden en monsterpunten

2.2.1 Kustzone

Het onderzoeksgebied strekt zich vanaf de Nederlandse kust zeewaarts uit tot ongeveer de grens van de 12-mijls zone, van de Belgische grens tot aan de equidistantielijn tussen de Nederlandse en Duitse wateren (Figuur 1). In uitzondering daarop wordt het gebied 'Vlakte van de Raan', tegen de Belgische grens aan, zeewaarts begrensd door de 20 meter dieptelijn. In 2023 zijn in totaal 885 monsterpunten bemonsterd (Figuur 1, Tabel 2).

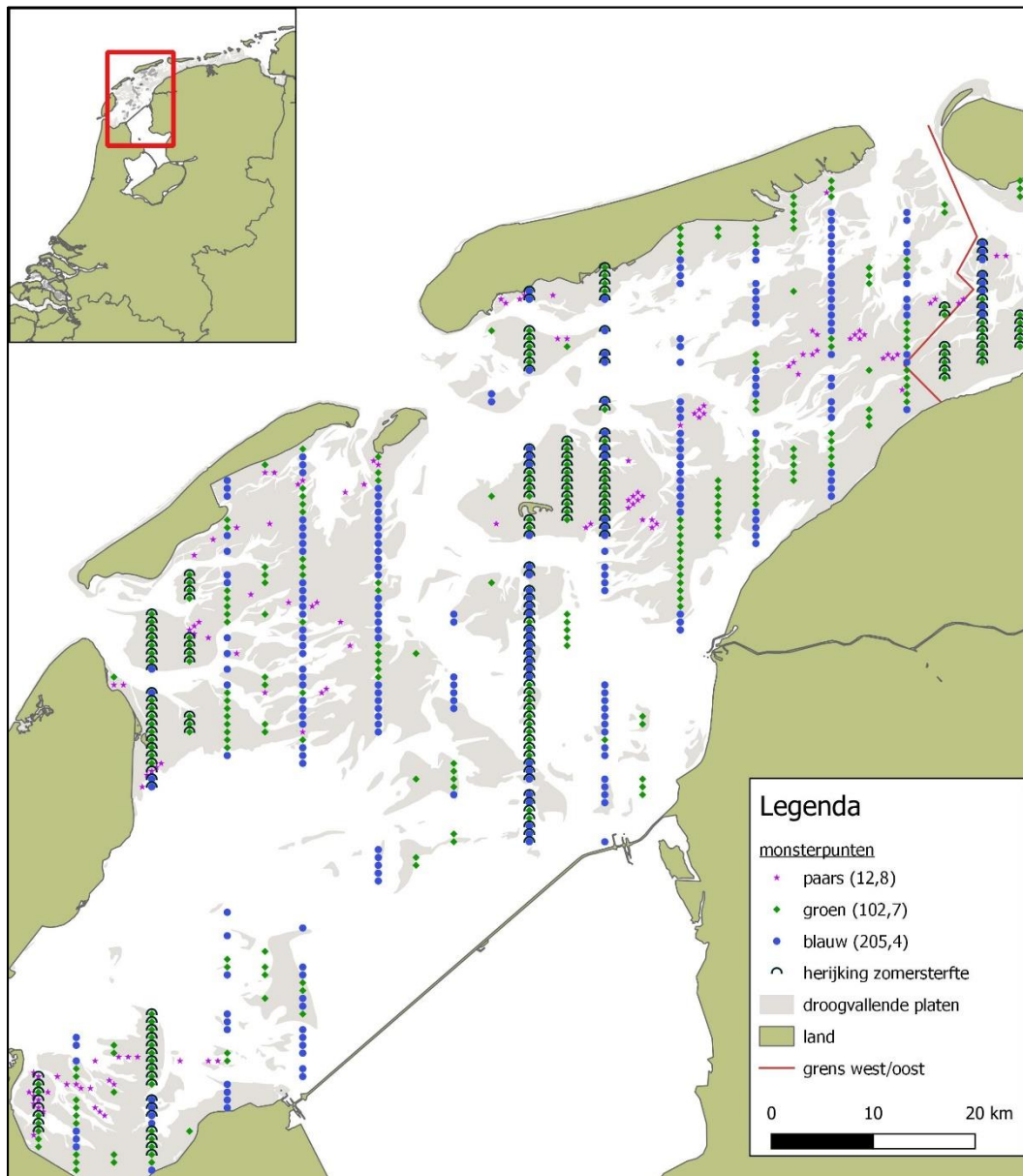


Figuur 1. Onderzoeksgebied kustzone met begrenzing van de deelgebieden en Natura 2000 gebieden. Alle in 2023 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur. De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en het areaal per stratum waarvoor één monsterpunt representatief is staan in Tabel 2 en ook tussen haakjes in de legenda achter de stratumkleur, in hectare.

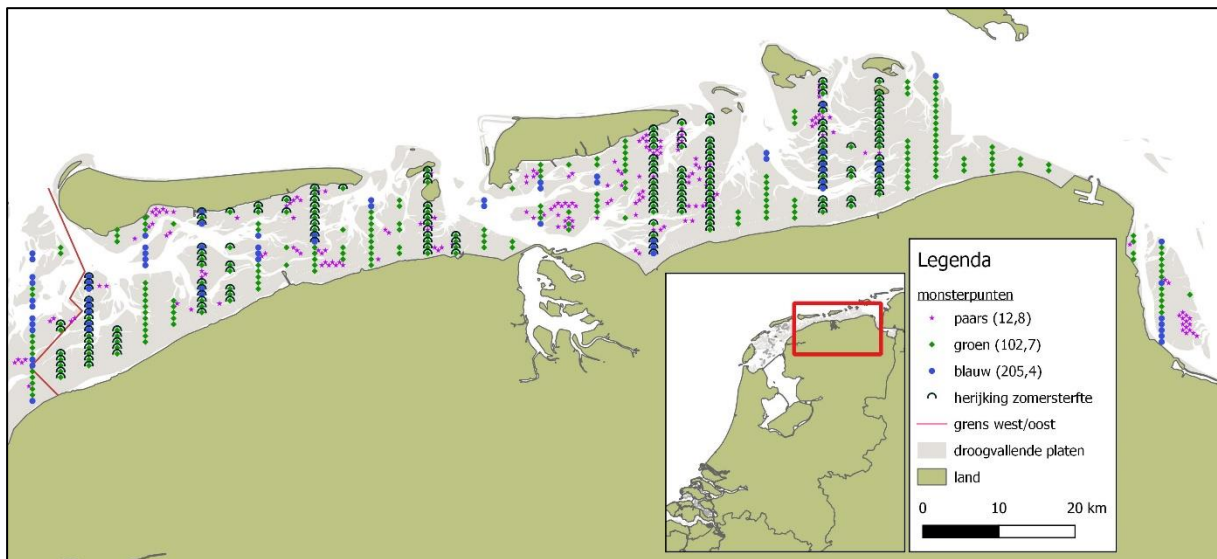
2.2.2 Waddenzee

Kokkels, mosselen en Japanse oesters op droogvallende platen

De bestandsschatting van kokkels, mosselen en Japanse oesters, en de schatting van arealen aan mossel- en oesterbanken, vindt plaats in het litorale deel van de Nederlandse Waddenzee. In 2023 zijn in totaal 1187 monsterpunten bemonsterd (Figuur 2, Figuur 3, Tabel 2). In de beschrijving van de resultaten wordt vaak onderscheid gemaakt tussen het westelijke en oostelijke deel (aangegeven met een rode lijn in de figuren).



Figuur 2. Onderzoeksgebied Waddenzee litoraal, westelijke helft. Alle in 2023 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur. De paarse punten liggen in mossel- en oesterbanken, de groene in gebieden waar kokkelbanken verwacht worden en de blauwe liggen in het resterende gebied. De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en het areaal per stratum waarvoor één monsterpunt representatief is staan in Tabel 2 en ook tussen haakjes in de legenda achter de stratumkleur, in hectare. Punten die zijn herbemonsterd ten behoeve van de herijking van zomersterfte onder kokkels zijn half omcirkeld.



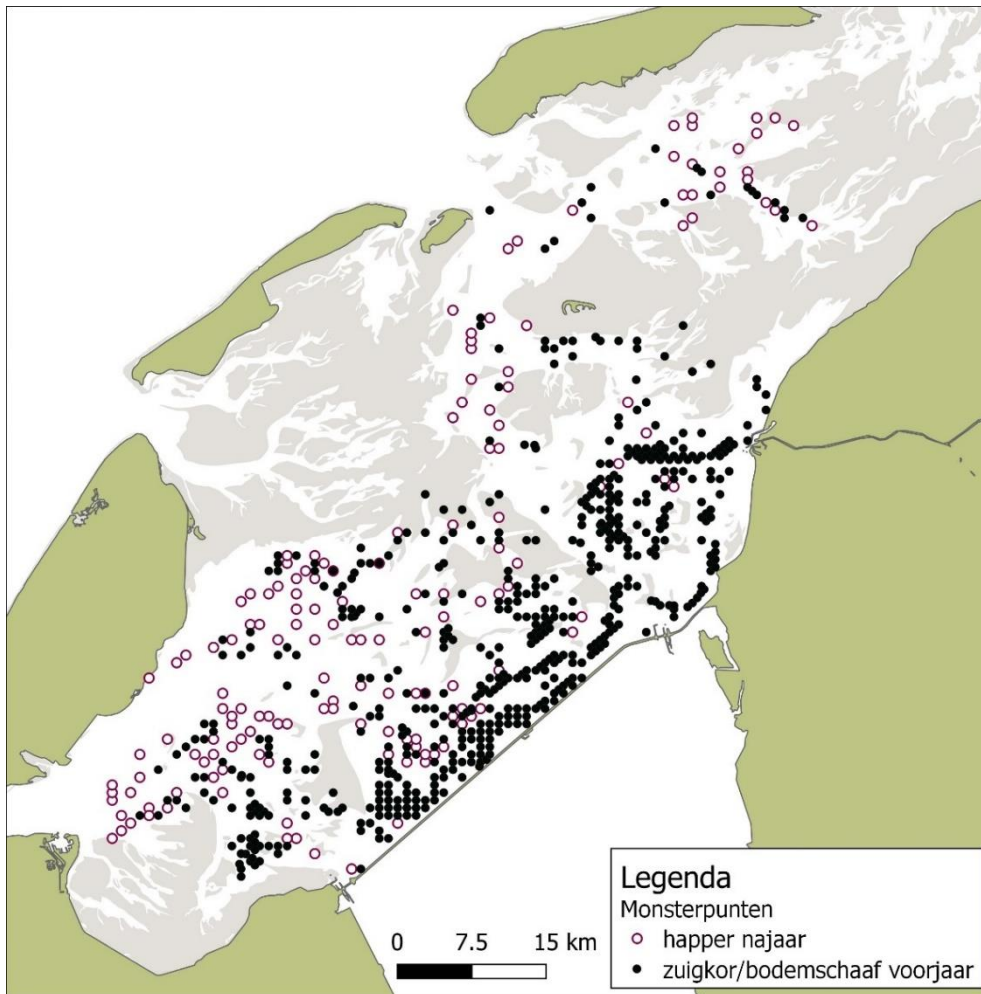
Figuur 3. Onderzoeksgedebied Waddenzee litoraal, oostelijke helft. Alle in 2023 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur. De paarse punten liggen in mossel- en oesterbanken, de groene in gebieden waar kokkelbanken verwacht worden en de blauwe liggen in het resterende gebied. De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en het areaal per stratum waarvoor één monsterpunt representatief is staan in Tabel 2 en ook tussen haakjes in de legenda achter de stratumkleur, in hectare. Punten die zijn herbemonsterd ten behoeve van de herijking van zomersterfte onder kokkels zijn half omcirkeld.

Herijking kokkelsterfte

Tussen 12 september en 17 oktober 2023 zijn 309 kokkelpunten herbemonsterd voor de herijking van de zomersterfte in de Waddenzee (Figuren 2 en 3).

Amerikaanse zwaardscheden in het sublitoraal

Voor de bestandsschatting van Amerikaanse zwaardscheden bestaat het onderzoeksgedebied uit de sublitorale zone van de kombergingsgebieden Marsdiep en Vliestroom. Dit betreft dus de delen die permanent onder water staan, tot een maximale diepte van 12 meter. Het onderzoeksgedebied en de in 2023 bemonsterde monsterpunten zijn weergegeven in Figuur 3. Het grootste deel daarvan is in het voorjaar van 2023 bemonsterd met zuigkor en bodemschaaf in het kader van de jaarlijkse bestandsschatting van mosselen in opdracht van de Producentenorganisatie van de Nederlandse Mosselcultuur (Van den Ende *et al.*, 2023). Aanvullend hierop zijn binnen het WOT Schelpdieren programma nog 158 punten bemonsterd met de hydraulische happer. Omdat de vangstefficiëntie van de hydraulische happer groter is dan die van de zuigkor, is bij het samenvoegen van de datasets een omrekenfactor van 3x toegepast op de zuigkor resultaten (Troost *et al.*, 2021).

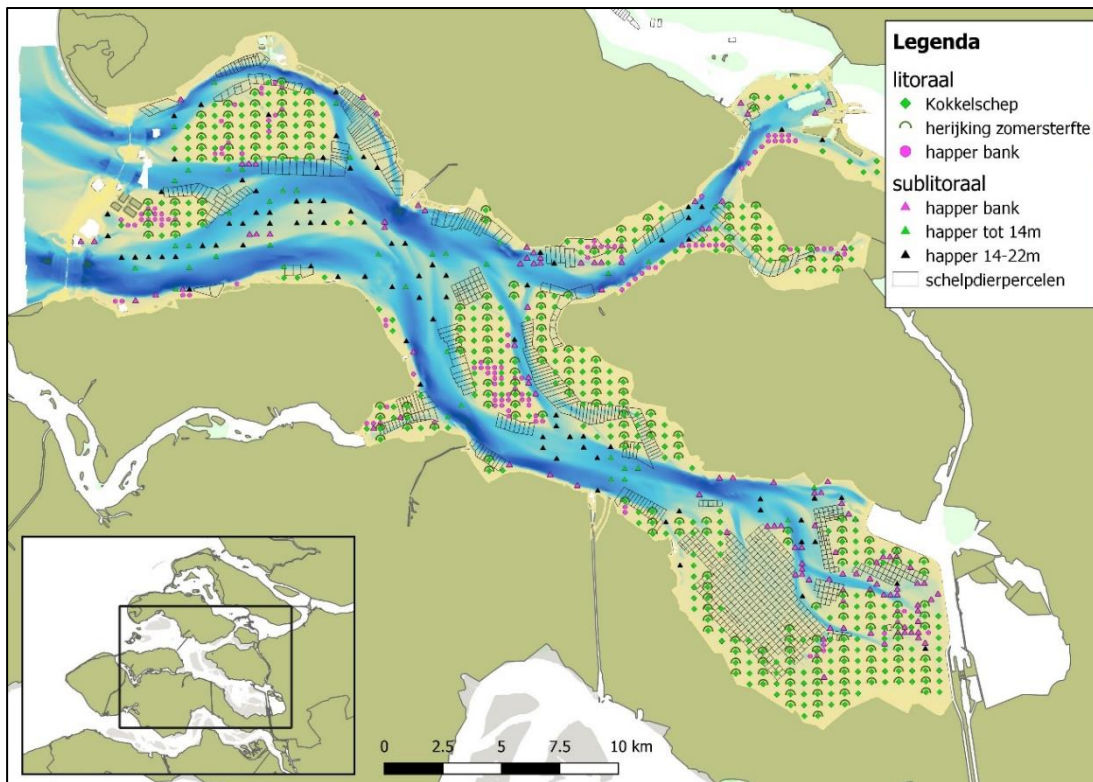


Figuur 4. De Westelijke Waddenzee met alle monsterpunten die bijdragen aan de bestandsschatting van de Amerikaanse zwaardschede in de kombergingen Marsdiep en Vliestroom. Dat zijn monsterpunten bemonsterd in het voorjaar als onderdeel van de mosselzaad inventarisatie (dichte zwarte rondjes) en in het najaar als onderdeel van de aanvullende bemonstering binnen het WOT programma (paarse open rondjes). De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en de arealen per stratum waarvoor één monsterpunt representatief is staan in Tabel 2.

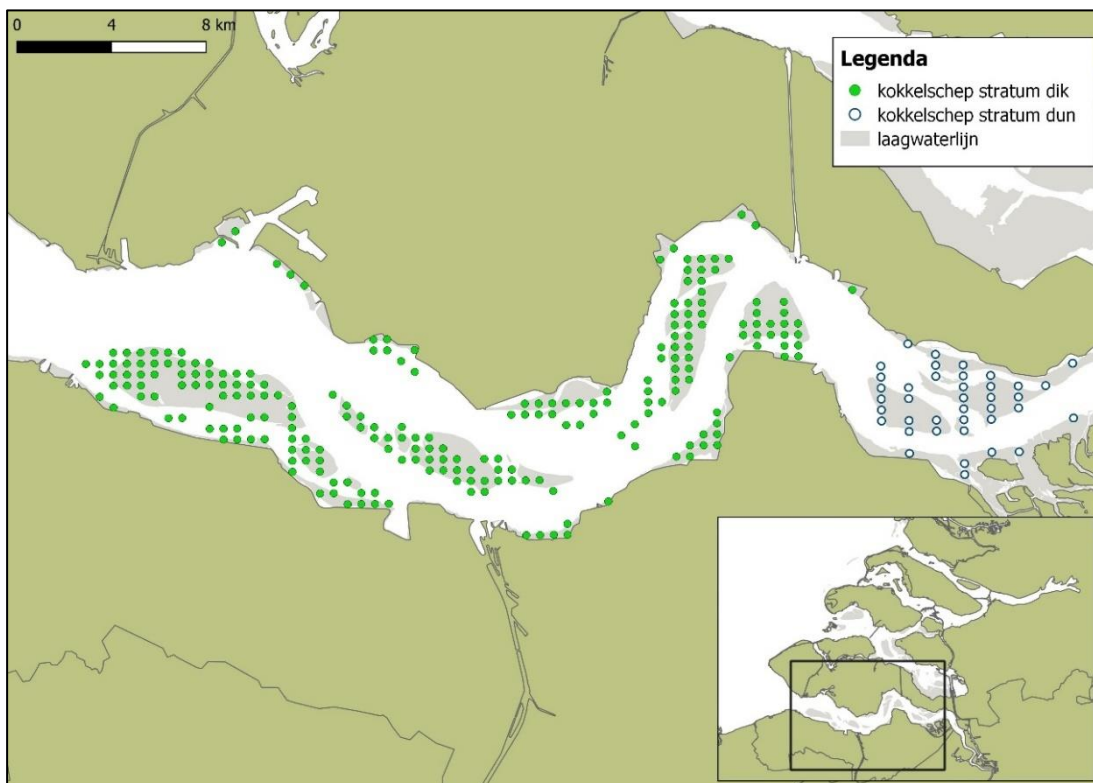
2.2.3 Deltawateren

Bestandsschattingen

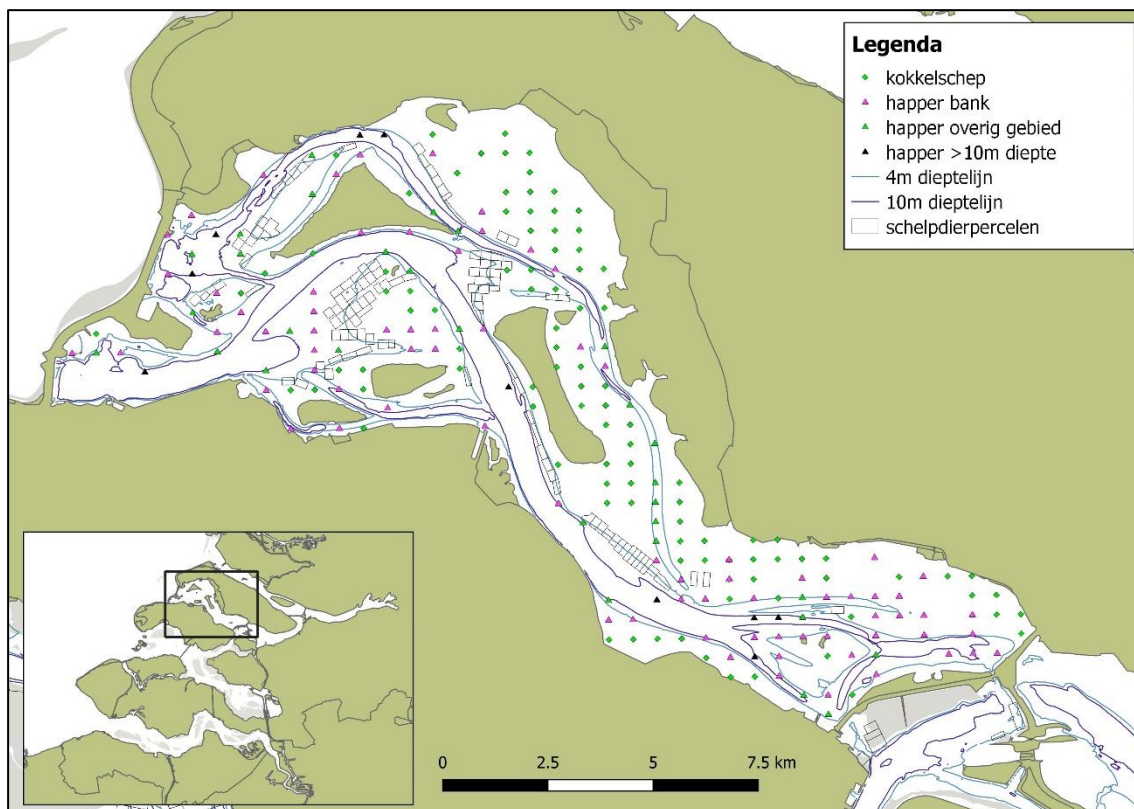
Het onderzoek in de deltaxwateren omvat de Oosterschelde, Westerschelde, het Grevelingenmeer en het Veerse meer (resp. Figuur 4, 5, 6 en 7; Tabel 2). Het onderzoek in de Oosterschelde en de Westerschelde, waar het onderzoeksgebied zich uitstrekt tot aan de Belgische grens, beperkte zich tot en met 2021 tot de droogvallende platen (het litoraal). Sinds 2022 is daar het sublitoraal van de Oosterschelde aan toegevoegd. In het Veerse Meer en het Grevelingenmeer werden ingegraven schelpdieren tot en met 2020 tot de dieptelijn van 4 meter bemonsterd (met het kokkelschepje), en oesters en mosselen tot de dieptelijn van 10 meter (met de hydraulische happer, zie Figuur 9 en Troost *et al.* (2021)). Vanaf 2020 worden alle soorten schelpdieren bemonsterd tot een diepte van 10 m met de YE42 (Figuur 12). In de Oosterschelde, Veerse meer en Grevelingenmeer zijn steeds tien monsterpunten geplaatst bij dieptes groter dan 10 m, om te verkennen welke bestanden mogelijk onderschat worden door deze zone niet mee te nemen.



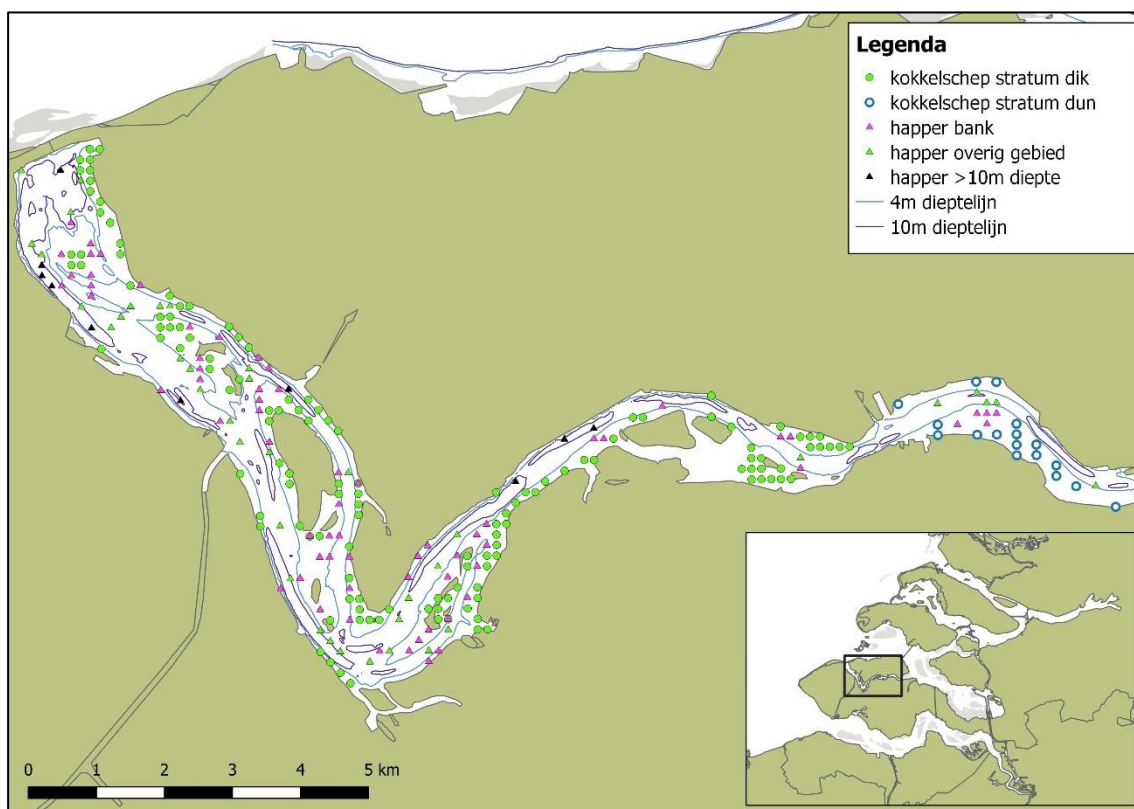
Figuur 5. Bemonsterde punten in onderzoeksgebied Oosterschelde.



Figuur 6. Bemonsterde punten in onderzoeksgebied Westerschelde (twee strata: in het oostelijke deel liggen de punten verder uit elkaar = 'dun').



Figuur 7. Bemonsterde punten in onderzoeksgebied Grevelingenmeer.



Figuur 8. Bemonsterde punten in onderzoeksgebied Veerse meer. Ook hier liggen de kokkelschep punten in het oostelijke deel verder uit elkaar (stratum 'dun').

Herijking kokkelsterfte in de Oosterschelde

Tussen 6 september en 25 oktober 2023 zijn 211 kokkelpunten herbemonsterd voor de herijking van de zomersterfte in de Oosterschelde (Figuur 5).



Figuur 9. Met de hydraulische happer, wordt een groot volume gehapt dat vervolgens gestort wordt in een grote zeefbak (maaswijdte 5 mm) om grondig uit te spoelen, op deze foto door Jesse van der Pool. Dit is aan boord van de YE42 (Foto: Karin Troost).

2.3 Schepen en samenwerking

De bemonsteringen in de kustzone worden hoofdzakelijk uitgevoerd met de Isis van de Rijksrederij. De ondiepe gebieden in de Voordelta worden bemonsterd met de YE42 "Anna Elizabeth" van Roem van Yerseke BV.

De bemonsteringen in de Waddenzee worden hoofdzakelijk uitgevoerd met de YE42, met ondersteuning van de Waddenunit van het Ministerie van LNV. De Waddenunit neemt deel aan het veldwerk met de YE42 en voert ook zelfstandig een deel van de bemonsteringen uit met de eigen schepen Phoca, Asterias, Krukel en Harder. Voor de aanvullende inventarisatie van het bestand aan zwaardscheden wordt gebruik gemaakt van de Asterias.

De surveys in de deltaxwateren bestaan uit een voorjaarsdeel en een najaarsdeel. De survey in het voorjaar, met kokkelschepje en steekring, wordt uitgevoerd in samenwerking met de visserijkundig ambtenaren en gebruik makend van de schepen Luctor, Regulus en IJsselmeer van de Rijksrederij. De bemonsteringen worden deels uitgevoerd door een surveyleider en eventueel extra opstapper van WMR, en deels zelfstandig door een visserijkundig ambtenaar, samen met de bemanning van de schepen. De survey in het najaar, met hydraulische happer, wordt uitgevoerd met de YE42.

De herijking van de zomersterfte onder kokkels wordt vanaf 6 september uitgevoerd door de visserijkundig ambtenaren en opziens op de Waddenzee (Waddenunit: Phoca, Asterias, Krukel en Harder) en Deltawateren (Luctor en Regulus).

2.4 Monstertuigen

Voor de bemonsteringen in alle zoute kustwateren worden verschillende monstertuigen gebruikt. Deze zijn in de rapportage over 2020 uitvoerig beschreven (Troost *et al.*, 2021). Kort samengevat wordt gewerkt met twee door een schip over de bodem voortgetrokken korren (de schaaf en de zuigkor), twee vanaf een schip bediende happers (de stempelkor en de hydraulische happer), een kleine happer bediend vanuit een kleine boot (het kokkelschepje), en de steekring die tijdens laagwater wordt toegepast. Er wordt altijd gezeefd over een maaswijdte van 5 mm. De monstertuigen dringen door in de bodem tot een diepte van 7 cm (uitgezonderd de hydraulische happer die tot een diepte van maximaal 34 cm gaat). Het bemonsterd oppervlak per monstertuig en het totale aantal monsterpunten in 2023 staan in Tabel 3.

Tabel 3. Bemonsterde oppervlaktes, en aantallen bemonsterde monsterpunten in 2023, per monstertuig.

| Monstertuig | Bemonsterd oppervlak (m ²) | Kustzone | Waddenzee litoraal | Waddenzee sublitoraal voorjaar* | Waddenzee sublitoraal najaar | Oosterschelde | Westerschelde | Veerse Meer | Grevelingenmeer |
|---------------------|--|----------|--------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|
| Bodemschaaf | 7 – 15** | 716 | | 48 | | | | | |
| Zuigkor | 15** | 144 | | 495 | | | | | |
| Stempelkor | 0,4 | | 625 | | | | | | |
| Kokkelschepje | 0,1 | | 366 | | | 446 | 257 | 151 | 103 |
| Hydraulische happer | 1,1 | 25 | 30 | | 158 | 388 | | 116 | 118 |
| Steekring | 0,1 | | 166 | | | 6 | 9 | | |
| Totaal | | 885 | 1187 | 543 | 158 | 840 | 266 | 267 | 221 |

* in opdracht van PO Mossel

** afhankelijk van de trek lengte

2.5 Verwerking van de monsters

Monsters die door medewerkers van WMR zijn genomen, zijn meteen aan boord verwerkt (Figuur 11). Monsters die zijn genomen door medewerkers van het ministerie van LNV (Waddenunit en visserijkundig ambtenaren in de deltaxwateren) zijn vers of ingevroren naar WMR getransporteerd en daar verwerkt door WMR personeel. De monsters zijn gezeefd over 5 mm en vervolgens uitgezocht. Alle dieren uit de vangst zijn geregistreerd, met uitzondering van vissen, garnalen en wormen. Indien de vangst te groot was om volledig te verwerken is een representatief deelmonster genomen conform de procedure beschreven in Troost *et al.* (2022a).

Alle dieren zijn na determinatie en indeling in leeftijd- en/of lengteklassen geteld en gewogen. Per leeftijd- en lengteklasse zijn het totale aantal en versgewicht (ook wel 'natgewicht') per monster bepaald. Kapotte dieren zijn alleen geteld als er, in het geval van tweekleppige schelpdieren, in de schelp nog vleesresten aanwezig waren en wanneer het slot van de schelp nog herkenbaar was. De gewichten van kapotte exemplaren zijn achteraf berekend. Indien wel een schelp lengte of -breedte gemeten is, is het gewicht afgeleid uit een regressielijn, indien beschikbaar (voor zwaardschedes, kokkels en Filipijnse

tapijtschelpen, niet gepubliceerd). Anders is het gewicht bepaald als het gemiddelde gewicht van dieren van dezelfde soort en leeftijd- of lengteklasse. Afhankelijk van de aanwezigheid van complete schelpdieren wordt dit gemiddelde gebaseerd op het monster, alle monsters genomen op dezelfde dag, of alle monsters genomen tijdens de gehele survey. Schelpenlengtes of -breedtes zijn, indien mogelijk, tot op de millimeter nauwkeurig gemeten. Van enkele soorten zoals de Amerikaanse zwaardschede, de otterschelp (*Lutraria lutraria*) en de strandgaper (*Mya arenaria*) worden echter vrijwel uitsluitend de sifonen aangetroffen. Deze sifonen worden geteld als individuen, ook als er geen schelpresten meer aanwezig zijn. Kapotte krabben zijn alleen geteld als de carapax (het rugschild) nog aanwezig was.



Figuur 10. Hier wordt gemonsterd met de stempelkor, bediend door de YE42. Het monster wordt opgezogen en komt via de spoelmolen rechts in beeld een lange transportband op. Jesse van der Pool vangt het monster op in een zeefton om straks in de onderzoekscontainer van WMR verder te verwerken (Foto: Karin Troost).

Omdat door invriezen en ontdooien vochtverlies kan optreden, zijn de aan boord ingevroren monsters per locatie en per soort waterdicht verzegeld in plastic zakjes. Bij het bepalen van het versgewicht na ontdooien is daarbij óók het vocht dat uit de schelpen kwam meegewogen. Op deze manier kan de hoeveelheid versgewicht betrouwbaar worden berekend.

De volgende onderverdelingen in leeftijd- en lengteklassen zijn gemaakt:

- **Kokkels en brakwaterkokkels** (*Cerastoderma glaucum*) zijn op basis van groeiingen opgedeeld in 1-jarig, 2-jarig en meerjarig. Kokkelbroed (0-jarig) is tijdens de inventarisatie in het voorjaar ofwel nog niet aanwezig, ofwel te klein om op de zeef te blijven liggen.
- **Zwaardscheden** zijn gedetermineerd op genusniveau. Omdat meestal alleen de topjes worden aangetroffen met alle monstertuigen behalve de hydraulische happer, of zelfs alleen de sifons, ontbreken kenmerken die nodig zijn voor een determinatie op soortniveau. Zwaardscheden zijn onderverdeeld in grote en kleine individuen. De grens tussen groot en klein ligt bij een schelpbreedte van 16 mm (5 mm onder de top gemeten; dit komt overeen met een schelpenlengte van 106 mm (Troost *et al.*, 2021)). Van alle intacte individuen en topjes met voldoende schelp is de schelpbreedte opgemeten.
- Voor **halfgeknotte strandchelpen** is onderscheid gemaakt tussen eenjarig en meerjarige dieren op basis van schelpenlengte. De grenswaarde (19 mm) is gebaseerd op

lengtefrequentieverdelingen uit de survey gegevens van eerdere jaren waarin de verschillende cohorten vaak duidelijk onderscheiden kunnen worden. (Troost *et al.*, 2022c).

- **Mosselen** zijn onderscheiden in drie klassen: zaad, middelgrote (tot en met 4,5 cm) en grote (>4,5 cm) mosselen. Het zaad is één winter oud en wordt onderscheiden op basis van uiterlijke kenmerken.
- **Japanse oesters** worden onderscheiden in drie grootteklassen: klein (10-50 mm), middel (51 - 150 mm) en groot (>150 mm). Broed tot 10 mm wordt alleen geteld, niet gemeten of gewogen.
- **Nonnetjes** (*Macoma balthica*) worden onderverdeeld in drie grootteklassen: klein (<5 mm), middel (5 - 15 mm) en groot (>15 mm).
- **Strandgapers** (*Mya arenaria*) worden onderscheiden in twee grootteklassen, 'groot' en 'klein'. Dit onderscheid is arbitrair en gebeurt op basis van de dikte van de aangetroffen sifons. Het onderscheid wordt gebruikt ter indicatie en is kwalitatief.
- **Inheemse tapijtschelpen** (*Ruditapes decussatus* en *Venerupis corrugata*) en **Filipijnse tapijtschelpen** (*Ruditapes philippinarum*) worden in de Waddenzee en deltawateren onderverdeeld in kleine en grote individuen (grens: schelpenlengte van 20 mm), wat overeen lijkt te komen met de grens tussen eenjarige en meerjarige dieren (op basis van niet gepubliceerde resultaten van lengtemetingen). In de kustzone wordt geen onderverdeling gemaakt.
- **Zeesterren** (*Asterias rubens*) worden in de Waddenzee en deltawateren onderverdeeld in grote en kleine individuen waarbij de grens ligt bij een armlengte van 25 mm. In de kustzone wordt geen onderverdeling gemaakt.
- **Strandkrabben** (*Carcinus maenas*) worden onderverdeeld in grote en kleine individuen. De grens ligt bij een carapax-breedte van 20 mm.



Figuur 11. De verwerking van monsters genomen met de hydraulische happer. Happen uit oesterbanken leveren vaak grote volumes op aan Japanse oesters, die van elkaar gescheiden moeten worden alvorens ze geteld en gewogen kunnen worden. In beeld: Jesse van der Pool en Sara Breunesse (Foto: Karin Troost).

2.6 Berekeningen

2.6.1 Bestandsberekening

Per soort is het bestand per gebied berekend door eerst per monsterpunt de aangetroffen dichtheid en biomassa te vermenigvuldigen met de oppervlakte van een gridcel in het bijbehorende stratum (Tabel 2), en vervolgens de resulterende aantallen en biomassa's per gridcel te sommeren volgens:

$$B = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\frac{f_i * B_i}{A_i} \right) * S_{i,s} * 10.000 \right\}$$

Waarbij:

| | | |
|-----------|---|---|
| B | = | bestand in biomassa versgewicht (g) |
| i | = | monsterlocatie i |
| n | = | totaal aantal monsters |
| f_i | = | factor waarmee monster i opgedeeld is om tot subsample te komen |
| B_i | = | bestand in biomassa versgewicht van monster i (g) |
| A_i | = | bemonsterd oppervlak op locatie i (m ²) |
| $S_{i,s}$ | = | oppervlak van gridvak van monsterlocatie i behorende tot stratum s (ha) |

Middels een permutatietest worden de 95%-betrouwbaarheidsintervallen berekend voor de gerapporteerde doelsoorten. Dit wordt in de rapportage aangeduid met "95% c.i."

2.6.2 Kokkelbestand op 1 september

Schattingen van het kokkelbestand in het najaar worden berekend uit de voorjaarsgegevens en de verwachte groei en sterfte tussen moment van monsternamen en 1 september. Voor het berekenen van de groei wordt gebruik gemaakt van de berekeningsmethode volgens de Gompertz-groei-curve (Kamermans *et al.*, 2003). De groei van 1-jarige kokkels in de Waddenzee kan afwijken van de standaard-groefactor die in de berekening van het najaarsbestand wordt toegepast, omdat de groei daar mede afhankelijk is van het al aanwezige bestand (hoe meer kokkels hoe lager de groeisnelheid). Om de dichtheidsafhankelijke groei te kunnen meenemen in de uiteindelijk schatting is de methode uitgebreid met een correctiefactor (Kamermans *et al.*, 2003). Deze correctiefactor is gebaseerd op de relatie tussen de totale kokkelbiomassa en de groei van 1-jarige kokkels in de surveygegevens sinds 1990. Deze factor wordt elk jaar herberekend omdat de dataserie wordt aangevuld met de gegevens van de laatste bemonstering.

Uit het EVA II-onderzoek blijkt dat voor kokkels in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde een sterftepercentage van 28% in de periode van 1 mei tot 1 september (Twisk, 1990) een goede aanname is (Kamermans *et al.*, 2003). Dit percentage is daarom in de huidige berekeningen aangehouden voor 1-jarige en oudere kokkels.

De volgende formule is gebruikt om het bestand op 1 september te berekenen uit de resultaten van de voorjaarsbemonstering:

$$B_{sept} = N_{voorjaar} * a^d * F_c * W_{t+dt}$$

Waarbij:

| | | |
|------------|---|---|
| B_{sept} | = | biomassa (gram versgewicht) per m ² op 1 september |
|------------|---|---|

| | | |
|-----------------------|---|--|
| N_{voorjaar} | = | aantal per m ² op bemonsteringsdatum in het voorjaar |
| a | = | overleving per dag, afhankelijk van leeftijd |
| d | = | aantal dagen tussen bemonsteringsdatum en 1 september |
| F_c | = | correctiefactor uit relatie tussen gewichtstoename en beginbestand voor 1-jarige kokkels in de Waddenzee |
| W_{t+dt} | = | het individueel versgewicht op 1 september volgens de Gompertz groeiformule (gram) |

De gewichtstoename op 1 september wordt bepaald uit de natuurlijke logaritme van de Gompertz groeicurve. Deze wordt gegevens door:

$$\ln W_{t+dt} = (1 - e^{-kd}) * \ln W_{inf} + e^{-kd} * \ln W_t$$

Waarbij:

| | | |
|------------|---|---|
| W_t | = | het individueel versgewicht tijdens de voorjaarsbemonstering (gram) |
| W_{t+dt} | = | het individueel versgewicht op 1 september (gram) |
| W_{inf} | = | het maximale individueel versgewicht (gram) |
| d | = | aantal dagen tussen bemonsteringstijdstip (t) en 1 september |
| k | = | leeftijdsafhankelijke groeifactor per dag |

De in dit rapport gebruikte methoden voor de bestandsberekeningen per 1 september staan beschreven in (Kamermaans *et al.*, 2003). Bij de omrekening van versgewichten naar hoeveelheden kokkelvlees is uitgegaan van een gemiddeld vleespercentage van 15% (Van Stralen, 1990). Het oogstbare bestand is het deel van het bestand dat aanwezig is bij een dichtheid van meer dan 50 kokkels per m². Dit is gebaseerd op de aanname dat dichtheden lager dan 50 per m² niet profijtelijk zijn voor scholeksters, o.a. in verband met een te lange zoektijd (Ens *et al.*, 2004). Het bestand bij dichtheden hoger dan 50 kokkels per m² wordt dus gezien als 'oogstbaar' voor scholeksters. Bijvoorbeeld: op een locatie is de dichtheid 200 kokkels per m². Op deze locatie wordt het oogstbare bestand gevormd door de biomassa van alle kokkels die er méér liggen dan 50 per m², dus van 200 - 50 = 150 kokkels per m².

2.6.3 Biomassa van zwaardscheden

In de kustzone en het sublitoraal van de westelijke Waddenzee is voor kapotte zwaardscheden (waar dus geen biomassa van gemeten kon worden) de biomassa geschat uit de gemeten schelpbreedte middels de breedte-gewichtsrelatie:

$$W = a \times L^b$$

Waarbij:

W = versgewicht (g);

L = schelpbreedte (mm).

a en b zijn constanten:

Zwaardscheden Kustzone: $a = 0,0015$; $b = 3,3693$ ($R^2 = 0,96$);

Zwaardscheden Waddenzee: $a = 0,0023$; $b = 3,1938$ ($R^2 = 0,96$).

Deze relatie is gebaseerd op historische gegevens uit de kustzone (Goudswaard *et al.*, 2009, aangevuld met niet gepubliceerde meetgegevens uit 2016 en 2017) en sublitorale westelijke Waddenzee (niet gepubliceerde meetgegevens uit 2015 t/m 2019).

Daarnaast zijn in 2023 ook gewichten van kapotte individuen Filipijnse tapijtschelpen en kokkels gebaseerd op gemeten schelpplengtes, volgens dezelfde formule en met de volgende constanten:

Filipijnse tapijtschelpen: $a = 0.000193$; $b = 3.0936$ ($R^2=0,97$);

Kokkels: $a = 0.000728$; $b = 2.8108$ ($R^2=0,95$).

Voor Filipijnse tapijtschelpen is de regressie gebaseerd op individuen verzameld tijdens de voorjaarsurvey van 2023 in de deltawateren (Oosterschelde n=84, Grevelingen n=29 en Veerse Meer n=26). Voor kokkels is de relatie gebaseerd op historische gegevens uit de Oosterschelde (1991-1998, n=1636). Recente gegevens verzameld in 2023 in de Oosterschelde bevestigen dat deze regressie nog steeds valide is.

Wanneer van kapotte dieren de schelpbreedte niet gemeten kan worden, wordt het gewicht op dezelfde manier geschat als voor andere kapotte schelpdieren: op basis van het gemiddelde gewicht van dieren met dezelfde lengteklasse waarvan het gewicht ofwel bepaald is door intacte dieren te wegen, ofwel is berekend op basis van de schelpbreedte.

2.6.4 Schelpdierbestanden in de deltawateren

Van alle soorten behalve de kokkel zijn de totale bestanden van scheldieren in de deltawateren berekend uit de najaars-bemonstering, aangevuld met de voorjaars-bemonstering. Omdat de voorlopige bestandsschatting voor de kokkel uiterlijk op 1 juli in het lopende surveyjaar per brief gerapporteerd moet worden en omdat deze soort relatief weinig voorkomt in oesterbanken en de diepere delen, zijn de hier gerapporteerde bestanden berekend uit alleen de bemonsteringen met het kokkelschepje in het voorjaar (conform de brief met voorlopige schatting).

2.7 Kartering van droogvallende mossel- en oesterbanken

Het is niet mogelijk om binnen de beschikbare tijd voor het onderzoek alle mossel- en oesterbanken in het gehele onderzoeksgebied te karteren. Daarom heeft het inmeten van nieuwe banken, banken die veranderd zijn (bijv. deels verdwenen) en banken die al langere tijd niet meer bezocht en ingemeten zijn, ieder jaar prioriteit. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- Satellietbeelden (optisch en radar, o.a. volgens methodiek Westinga *et al.* (2020);
- Uitkomsten van eerdere surveys;
- Actuele informatie over de ligging van mossel- en oesterbanken van Waddenunit, visserijkundig ambtenaren en vissers;
- Luchtfoto's van Rijkswaterstaat en Provincie Zeeland (Oosterschelde, Westerschelde).

Van de banken die niet bezocht zijn in het surveyjaar, maar waarvan op basis van bovengenoemde informatie bekend is dat ze er nog liggen, zijn de contouren eerst als voorlopige inschatting ingetekend volgens de methode die beschreven is door Van Zweeden *et al.* (2011). Met de surveyresultaten uit daaropvolgende jaren worden deze contouren met terugwerkende kracht aangepast. Hierbij worden bepaalde regels in acht genomen. Zo wordt altijd uitgegaan van de kleinste contour uit het voorgaande of opeenvolgende jaar, om een overschatting van het totale areaal te voorkomen. Contouren van niet bezochte banken kunnen door deze werkwijze nog veranderen tot drie jaar na het betreffende survey jaar.

De banken worden bij laagwater te voet ingemeten volgens een vast protocol (De Vlas *et al.*, 2005; Troost *et al.*, 2022a; Figuur 12). Er wordt rond de banken gelopen en met een *handheld*-GPS worden merkpunten vastgelegd. Aan boord worden de merkpunten ingeladen in het programma QGIS. Op basis van de vastgelegde punten worden de contouren ingetekend en wordt het oppervlak van de bank berekend.

Tijdens het inmeten in het veld worden voor elke bank, op basis van visuele waarnemingen, onder andere de volgende gegevens geschat en genoteerd (de complete lijst is na te lezen in Troost *et al.*, 2021):

- Samenstelling van de bank: mossel, oester, gemengd;
- Bestaat de meerderheid (qua biomassa) uit mosselen of oesters;

- De leeftijd/grootte van de aanwezige mosselen in de bank (kwalitatieve schatting: zaad, halfwas, consumptie-maat of een samenstelling van verschillende leeftijden/grootte);
- De grootte van de oesters (kwalitatieve schatting: klein, middelgroot en groot).

Clusters van mosselen en/of oesters worden pas vanaf een visueel ingeschatte bedekking van minimaal 5% ingemeten als zijnde een bank. Lagere bedekkingspercentages worden aangeduid als "strooi". Strooivelden tellen niet mee in de arealen en worden niet in de kaarten weergegeven.

Tabel 4. De samenstelling van de vier onderscheiden banktypen.

| Banktype | Bedekking mosselen | Bedekking oesters | Aandeel mosselen in gemengde bank | Aandeel oesters in gemengde bank |
|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Pure mosselbank | Minstens 5% | < 5% | | |
| Pure oesterbank | < 5% | Minstens 5% | | |
| Gemengde mosselbank | Minstens 5% | Minstens 5% | Meer dan 50% | < 50% |
| Gemengde oesterbank | Minstens 5% | Minstens 5% | < 50% | Meer dan 50% |

In aanvulling hierop worden de volgende optellingen gemaakt:

- Het **totale areaal mosselbanken** (al dan niet gemengd met oesters) = pure mosselbanken + gemengde banken;
- Het **totale areaal oesterbanken** (al dan niet gemengd met mosselen) = pure oesterbanken + gemengde banken;
- **Banken gedomineerd door mosselen** = pure mosselbanken + gemengde mosselbanken;
- **Banken gedomineerd door oesters** = pure oesterbanken + gemengde oesterbanken.



Figuur 12. Yoeri van Es (WMR) en Niels Ultzen (Waddenunit) maken zich klaar om te voet mossel- en oesterbanken op de droogvallende platen van de Waddenzee in te meten met hand-held gps. Het schip is de YE42 "Anna Elizabeth", met bemanningsleden Lammert Klok, Bono Beenakker (schipper) en Bote Teerling (Foto: Karin Troost).

Een bank wordt als “gemengd” (zowel mossel- als oesterbank) geclassificeerd als zowel oesters als mosselen voorkomen met een bedekking van 5% of meer. Voor iedere ingemeten bank wordt ter plaatse een visuele inschatting gemaakt of de meerderheid van de biomassa bestaat uit Japanse oesters of mosselen. Als de Japanse oester dominant is in de gemengde bank, classificeren we het als een Gemengde oesterbank, en als mosselen domineren, classificeren we het als Gemengde mosselbank (Waser *et al.*, 2016; Markert *et al.*, 2009; Tabel 4).

2.8 Uitvoering 2023

Alle geplande bemonsteringspunten 2023 zijn succesvol uitgevoerd. Periodes waarin de bemonsteringen zijn uitgevoerd staan in Tabel 5. In de zomermaanden heeft zich geen hittegolf voorgedaan en er zijn geen signalen geweest van een uitzonderlijk hoge sterfte onder kokkels.

Tabel 5. Periodes per gebied en per onderdeel waarin de veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd in 2023.

| Gebied | Onderdeel | Schip | Aanvang | Gereed |
|--------------|----------------------------|-----------------------------|--------------|-------------|
| Kustzone | Kustzone | Terschelling | 27 maart | 30 maart |
| | | Isis | 3 april | 16 juni |
| | Voordelta | YE42 | 12 juni | 22 juni |
| Waddenzee | Bankcontouren | YE42 | 24 april | 11 mei |
| | Bestanden litoraal | YE42 | 11 april | 8 juni |
| | Herijking zomersterfte | Hele Waddenunit | 12 september | 17 oktober |
| | Zwaardschedes sublitoraal | Asterias | 30 oktober | 10 november |
| Deltawateren | Kokkelschepje voorjaar | Luctor, Regulus, IJsselmeer | 23 maart | 17 mei |
| | Herijking zomersterfte | Luctor en Regulus | 6 september | 25 oktober |
| | Hydraulische happer najaar | YE42 | 3 oktober | 14 november |

3 Resultaten 2023

3.1 Kustzone

3.1.1 Bestanden

In het voorjaar van 2023 is het bestand van zwaardscheden (*Ensis* sp.) geschat op 416,9 miljoen kg versgewicht (Tabel 6). Het bestand van halfgeknotte strandschelpen is geschat op 1.089,8 miljoen kg versgewicht (Tabel 7). In Tabel 8 zijn de bestanden van overige soorten met een potentieel commercieel belang weergegeven. Dit zijn de otterschelp (*Lutraria lutraria*), de venusschelp (*Chamelea striatula*) en het zaagje (*Donax vittatus*). Verspreidingskaarten van zwaardscheden en halfgeknotte strandschelpen zijn opgenomen in Bijlage C.

Tabel 6. Bestanden van zwaardscheden in de Nederlandse kustzone, uitgesplitst naar grote en kleine individuen (onderscheid bij 16 mm schelpbreedte, zie paragraaf 2.5), en per deelgebied en Natura 2000 gebied.

| | Aantal (miljoen individuen) | | | Biomassa (miljoen kg versgewicht) | | |
|----------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | groot | klein | totaal | groot | klein | totaal |
| Per kustzone gebied | | | | | | |
| Waddeneilanden | 6.316,6 | 2.268,3 | 8.584,9 | 197,5 | 18,6 | 216,1 |
| Noord-Hollandse kust | 780,8 | 1.276,2 | 2.057,0 | 24,8 | 6,8 | 31,7 |
| Zuid-Hollandse kust | 740,8 | 5.511,4 | 6.252,2 | 20,8 | 16,6 | 37,4 |
| Voordelta | 576,4 | 33.052,0 | 33.628,4 | 15,5 | 97,5 | 112,9 |
| Buiten Kustzone gebied | 434,7 | 682,4 | 1.117,1 | 15,9 | 2,9 | 18,8 |
| Per N2000 gebied | | | | | | |
| Noordzeekustzone | 4.253,2 | 1.238,8 | 5.492,0 | 116,2 | 11,7 | 127,9 |
| Voordelta | 440,4 | 26.247,5 | 26.687,9 | 11,3 | 80,9 | 92,2 |
| Vlakte van de Raan | 74,6 | 4.267,6 | 4.342,2 | 2,3 | 6,8 | 9,1 |
| Westerscheldemonding | 7,9 | 2.297,4 | 2.305,3 | 0,1 | 8,8 | 8,9 |
| Buiten N2000 gebied | 4.073,2 | 8.738,9 | 12.812,2 | 144,5 | 34,3 | 178,9 |
| Totaal | 8.849,3 | 42.790,2 | 51.639,6 | 274,5 | 142,4 | 416,9 |
| 95% c.i. min | | | 44.444 | | | 378 |
| 95% c.i. max | | | 59.791 | | | 459 |

3.1.2 Ontwikkeling populaties

Het bestand aan zwaardscheden is licht toegenomen ten opzichte van 2022 (Figuur 13). Een vergelijking met de rapportage over 2022 (Troost *et al.* 2023) leert dat dit vooral komt door een toename van kleine zwaardscheden in het zuidelijke deel van de kustzone. Boven de Waddeneilanden, waar in het voorjaar van 2022 nog het grootste bestand aan kleine zwaardschedes gevonden werd, zijn de aantallen kleine zwaardscheden juist afgenomen. Het bestand aan grote individuen is afgenomen, van 12.090 miljoen naar 8.849 miljoen individuen en van 341 miljoen kg naar 275 miljoen kg versgewicht (Tabel 6). Deze afname vond plaats in alle deelgebieden.

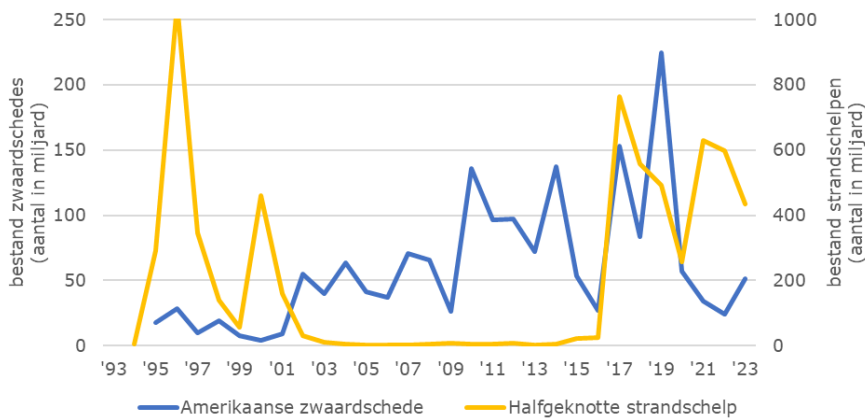
Het bestand van de halfgeknotte strandschelp ligt iets lager dan de afgelopen twee jaar (Figuur 13). De bestanden van zowel kleine (1-jarige) als grote (meerjarige) exemplaren zijn afgenomen ten opzichte van 2022.

Tabel 7. Bestanden van halfgeknotte strandschelpen in de Nederlandse kustzone, uitgesplitst naar grote en kleine individuen (onderscheid bij 19 mm schelpenlengte, zie paragraaf 2.5), en per deelgebied en Natura 2000 gebied.

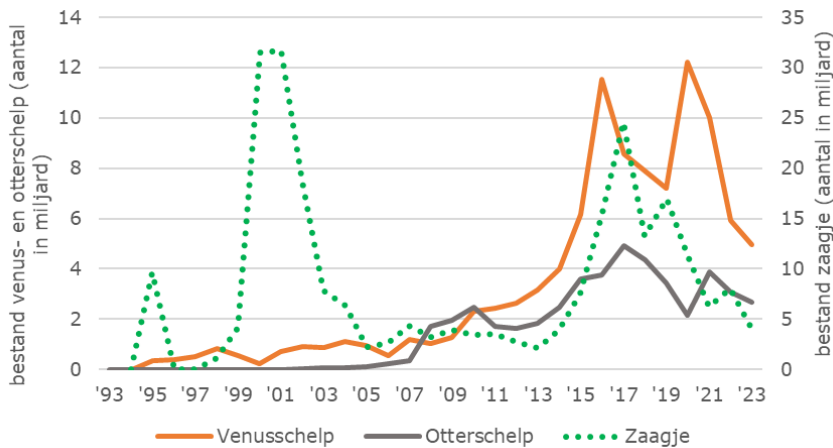
| | Aantal (miljoen individuen) | | | Biomassa (miljoen kg versgewicht) | | |
|------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|--------------|----------------|
| | groot | klein | totaal | groot | klein | totaal |
| Kustzone gebied | | | | | | |
| Waddeneilanden | 101.002,1 | 203,0 | 101.205,1 | 496,6 | 0,2 | 496,9 |
| Noord-Hollandse kust | 54.072,9 | 32.669,6 | 86.742,5 | 101,0 | 35,0 | 136,1 |
| Zuid-Hollandse kust | 33.699,3 | 107.192,0 | 140.891,4 | 104,9 | 65,0 | 169,9 |
| Voordelta | 44.779,3 | 5.406,2 | 50.185,5 | 129,1 | 2,5 | 131,6 |
| Buiten Kustzone gebied | 53.022,2 | 2.030,2 | 55.052,4 | 152,8 | 2,6 | 155,4 |
| N2000 gebied | | | | | | |
| Noordzeekustzone | 737,3 | 261,0 | 998,3 | 2,5 | 0,3 | 2,8 |
| Voordelta | 42.639,8 | 1.510,6 | 44.150,4 | 122,3 | 1,2 | 123,6 |
| Vlakte van de Raan | 1.886,1 | 28,2 | 1.914,4 | 6,2 | 0,0 | 6,2 |
| Westerscheldemonding | 161,8 | 10,1 | 172,0 | 0,3 | 0,0 | 0,4 |
| Buiten N2000 gebied | 241.150,7 | 145.691,0 | 386.841,7 | 853,1 | 103,7 | 956,8 |
| Totaal | 286.575,7 | 147.501,0 | 434.076,7 | 984,5 | 105,3 | 1.089,8 |
| 95% c.i. min | | | 283.108 | | | 887 |
| 95% c.i. max | | | 628.575 | | | 1.315 |

Tabel 8. Bestanden van overige soorten in de Nederlandse kustzone: otterschelp, venusschelp en zaagje.

| | Aantal (miljoen individuen) | | | Biomassa (miljoen kg versgewicht) | |
|------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|--------------------------------------|------------|
| | otterschelp | venusschelp | zaagje | venusschelp | zaagje |
| Kustzone gebied | | | | | |
| Waddeneilanden | 1.243,8 | 2.297,3 | 2.705,6 | 4,9 | 7,0 |
| Noord-Hollandse kust | 367,0 | 901,0 | 564,1 | 2,1 | 1,1 |
| Zuid-Hollandse kust | 352,6 | 871,1 | 143,6 | 2,6 | 0,3 |
| Voordelta | 188,9 | 121,9 | 299,3 | 0,4 | 0,7 |
| Buiten Kustzone gebied | 526,1 | 781,7 | 183,9 | 3,1 | 0,5 |
| N2000 gebied | | | | | |
| Noordzeekustzone | 39,8 | 126,1 | 2.096,8 | 0,4 | 5,4 |
| Voordelta | 88,9 | 76,7 | 249,5 | 0,3 | 0,5 |
| Vlakte van de Raan | 30,6 | 9,1 | 43,2 | 0,0 | 0,1 |
| Westerscheldemonding | 33,5 | 0,0 | 2,4 | 0,0 | 0,0 |
| Buiten N2000 gebied | 2.485,6 | 4.761,1 | 1.504,6 | 12,5 | 3,4 |
| Totaal | 2.678,4 | 4.973,0 | 3.896,5 | 13,1 | 9,5 |



Figuur 13. Ontwikkeling van de bestanden van Amerikaanse zwaardscheden (blauw) en halfgeknotte strandschelpen (geel), uitgedrukt in aantal miljoen individuen (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 1 tabblad 'ontwikkeling').



Figuur 14. Ontwikkeling in de bestanden van venusschelpen (oranje), otterschelpen (grijs) en zaagjes (groen, gestippeld), in aantal miljard individuen (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 1 tabblad 'ontwikkeling').

3.2 Waddenzee

3.2.1 Arealen

Op de droogvallende platen van de Waddenzee is een totaal areaal aan schelpdierbanken aangetroffen van 1966 ha. Hiervan bestond naar schatting 608 ha uit pure mosselbanken, 262 ha uit pure oesterbanken en 1.095 ha uit gemengde banken (Tabel 9). Het totale areaal aan mosselbanken is derhalve geschat op 1.704 ha (mosselbanken + gemengde banken) en het totale areaal aan oesterbanken op 1.357 ha (oesterbanken + gemengde banken). Kaarten met de contouren van schelpdierbanken zijn opgenomen in Bijlage D.

Tabel 9. Arealen van mosselbanken en Japanse oesterbanken in de Waddenzee in 2023.

| Type bank | Totaal oppervlak (ha) | West | | Oost | |
|---|--------------------------|------|------|-------|------|
| | | (ha) | (%) | (ha) | (%) |
| Pure mosselbank | 608 | 164 | 26,9 | 445 | 73,1 |
| Pure oesterbank | 262 | 56 | 21,2 | 207 | 78,8 |
| Gemengde bank | 1.095 | 511 | 46,6 | 585 | 53,4 |
| Gemengde mosselbank | 374 | 161 | 43,0 | 213 | 57,0 |
| Gemengde oesterbank | 722 | 350 | 48,5 | 372 | 51,5 |
| Totaal mosselbank ¹ | 1.704 | 674 | 39,6 | 1.030 | 60,4 |
| Waarvan zaad | 144 | 93 | 64,8 | 51 | 35,2 |
| Meerjarig | 1.560 | 581 | 37,2 | 979 | 62,8 |
| Totaal oesterbank ² | 1.357 | 566 | 41,7 | 791 | 58,3 |
| Waarvan jaarrond gesloten | 410 | 167 | 40,7 | 243 | 59,3 |
| Deel van het jaar gesloten | 44 | 38 | 86,3 | 6 | 13,7 |
| Handkokkel A gebied | 44 | 6 | 12,4 | 39 | 87,6 |
| Deel van het jaar en Handkokkel A | 0 | 0 | | 0 | |
| Waarvan in open | 859 | 355 | 41,4 | 503 | 58,6 |
| Totaal alle banken ³ | 1.966 | 730 | 37,1 | 1.236 | 62,9 |
| Totaal gedomineerd door mosselen ⁴ | 982 | 324 | 33,0 | 658 | 67,0 |
| Totaal gedomineerd door oesters ⁵ | 984 | 405 | 41,2 | 578 | 58,8 |

¹ Pure mosselbank + gemengde bank

² Pure oesterbank + gemengde bank

³ Pure mosselbank + pure oesterbank + gemengde bank

⁴ Pure mosselbank + gemengde mosselbank

⁵ Pure oesterbank + gemengde oesterbank

In 2023 bestond van de gemengde banken naar schatting 722 ha uit gemengde oesterbanken, de overige 374 ha uit gemengde mosselbanken. Daarmee komt het totale areaal aan banken gedomineerd door oesters op 984 ha en het totale areaal aan banken gedomineerd door mosselen op 982 ha.

3.2.2 Bestanden

Kokkels

In het voorjaar van 2023 is op de droogvallende platen van de Waddenzee een kokkelbestand aangetroffen van in totaal 149,1 miljoen kg versgewicht (Tabel 10). Dit is geëxtrapoleerd naar een bestand van 211,4 miljoen kg versgewicht op 1 september, overeenkomend met 31,7 miljoen kg vlees (15%) en een oogstbaar bestand (dus bij dichtheden hoger dan 50 kokkels per m²) van 16,9 miljoen kg vlees waarvan 11,4 miljoen kg in de open gebieden en 2,7 miljoen kg in de lotingsgebieden¹. Verspreidingskaarten zijn opgenomen in Bijlage D.

¹ De zogeheten 'C-gebieden' waar maximaal 2-3 schepen tegelijk mogen vissen. Met een loting wordt bepaald welke schepen dit zijn.

Tabel 10. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Waddenzee, onderverdeeld naar de handkokkel gebieden (A, C en D) (ook weergegeven in de kaarten in Bijlage D) en leeftijdsklassen. Het oogstbare bestand in het najaar is het bestand bij dichtheden > 50 kokkels m⁻².

| Gebied | Jaarklasse | Op n locaties aangetr. | Najaar | | | Najaar oogstbaar | | |
|------------------|------------|------------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
| | | | vers (milj.kg) | vers (milj.kg) | vlees (milj.kg) | vers (milj.kg) | vlees (milj.kg) | oppervlak (ha) |
| A gesloten | 1-jarig | 119 | 13,4 | 25,8 | 3,9 | | | |
| | 2-jarig | 64 | 13,5 | 12,8 | 1,9 | | | |
| | meerjarig | 55 | 12,3 | 10,0 | 1,5 | | | |
| Totaal A (n=206) | | 122 | 39,2 | 48,5 | 7,3 | 18,2 | 2,7 | 4.019 |
| C loting | 1-jarig | 111 | 11,5 | 19,2 | 2,9 | | | |
| | 2-jarig | 64 | 13,7 | 13,2 | 2,0 | | | |
| | meerjarig | 66 | 13,9 | 11,2 | 1,7 | | | |
| Totaal C (n=282) | | 136 | 39,1 | 43,6 | 6,5 | 18,2 | 2,7 | 1.957 |
| D open | 1-jarig | 215 | 41,0 | 92,6 | 92,6 | | | |
| | 2-jarig | 96 | 18,0 | 16,5 | 16,5 | | | |
| | meerjarig | 80 | 11,7 | 10,2 | 10,2 | | | |
| Totaal D (n=429) | | 204 | 70,8 | 119,3 | 119,3 | 76,3 | 11,4 | 8.037 |
| Totaal | 1-jarig | 445 | 65,9 | 137,6 | 20,6 | | | |
| | 2-jarig | 224 | 45,2 | 42,5 | 6,4 | | | |
| | meerjarig | 201 | 37,9 | 31,3 | 4,7 | | | |
| Totaal (n=917) | | 462 | 149,1 | 211,4 | 31,7 | 112,8 | 16,9 | 14.013 |
| 95% c.i. min | | | 135 | | | | | |
| 95% c.i. max | | | 164 | | | | | |

Herijking zomersterfte

De zomersterfte over de herbemonsterde punten was 32% over alle leeftijden behalve de 0-jarige. Dit percentage valt binnen de bandbreedte van gemiddelde waardes (Troost *et al.*, 2022b). Er is daarom geen aanleiding om het najaarsbestand, zoals dat op 28 juni 2023 aan LNV is gerapporteerd, bij te stellen.

Mosselen en Japanse oesters

In de Waddenzee is een mosselbestand van 34,6 miljoen kg versgewicht en een oesterbestand van 77,2 miljoen kg versgewicht aangetroffen (Tabel 11). Van het totale oesterbestand was 49,8 miljoen kg aanwezig in de open gebieden.

Het betrouwbaarheidsinterval van het litorale mosselbestand (25 – 48 milj. kg) wordt gezien als relatief hoog. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat in 2023 relatief veel mosselen in lage dichtheden zijn aangetroffen buiten de ingemeten bankcontouren en daarmee buiten het mosselstratum (paarse punten in Figuren 2 en 3). Buiten het mosselstratum liggen de monsterpunten verder uit elkaar en telt een monsterpunt dus mee voor een groter areaal (de groene en blauwe punten in Figuren 2 en 3). Als het mosselbestand alleen over het mosselstratum wordt berekend, leidt dit tot een schatting van 20,9 miljoen kg versgewicht met een betrouwbaarheidsinterval van 19 tot 23 miljoen kg.

Tabel 11. Bestanden van mosselen en Japanse oesters op de droogvallende platen van de Waddenzee, onderverdeeld naar de westelijke en oostelijke Waddenzee, en naar voor oesterrapen open en gesloten gebieden. Mosselen zijn onderverdeeld in zaad (broedval 2022) en oudere (meerjarige) mosselen. Oesters zijn onderverdeeld in grootteklassen.

| Soort | Klasse | Totaal bestand (met 95% c.i.) | | | | West | | Oost | |
|-----------------------------------|-----------|-------------------------------|-------|-----|-----|-----------|------|-----------|------|
| | | (milj.kg) | (%) | min | max | (milj.kg) | (%) | (milj.kg) | (%) |
| Mossel | Zaad | 13,5 | 39,2 | | | 10,4 | 30,0 | 3,2 | 9,2 |
| | Meerjarig | 21,0 | 60,8 | | | 13,5 | 39,1 | 7,5 | 21,7 |
| Totaal mosselbestand | | 34,6 | 100,0 | 25 | 48 | 23,9 | 69,1 | 10,7 | 30,9 |
| Japanse oester | Klein | 1,5 | 2,0 | | | 0,4 | 0,6 | 1,1 | 1,4 |
| | Middel | 60,7 | 78,7 | | | 33,2 | 43,0 | 27,5 | 35,6 |
| | Groot | 14,9 | 19,3 | | | 12,6 | 16,3 | 2,4 | 3,1 |
| Totaal oesterbestand | | 77,2 | 100,0 | 63 | 93 | 46,2 | 59,9 | 31,0 | 40,1 |
| Waarvan jaarrond gesloten | | 25,6 | 33,2 | | | 14,6 | 18,9 | 11,0 | 14,3 |
| Deel van het jaar gesloten | | 0,7 | 0,9 | | | 0,7 | 0,9 | 0,0 | 0,0 |
| Handkokkel A gebied | | 1,1 | 1,4 | | | 1,0 | 1,2 | 0,2 | 0,2 |
| Deel van het jaar en Handkokkel A | | 0,0 | 0,0 | | | | | 0,0 | 0,0 |
| Waarvan in open | | 49,8 | 64,5 | | | 30,0 | 38,9 | 19,8 | 25,7 |

Amerikaanse zwaardschede

Van de Amerikaanse zwaardschede is het totale bestand in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee (kombergingen Vliestroom en Marsdiep) geschat op 278,6 miljoen kg versgewicht. Hiervan is 58,6 miljoen kg gevonden in de aanvullende WOT-survey met hydraulische happer en 220,0 miljoen kg in de mosselzaad inventarisatie (Van den Ende *et al.*, 2023). Over de Amerikaanse zwaardscheden die in het voorjaar gevonden zijn met de zuigkor is een correctie factor 3,0 berekend voor de vangst-efficiëntie van de zuigkor en bodemschaaf.

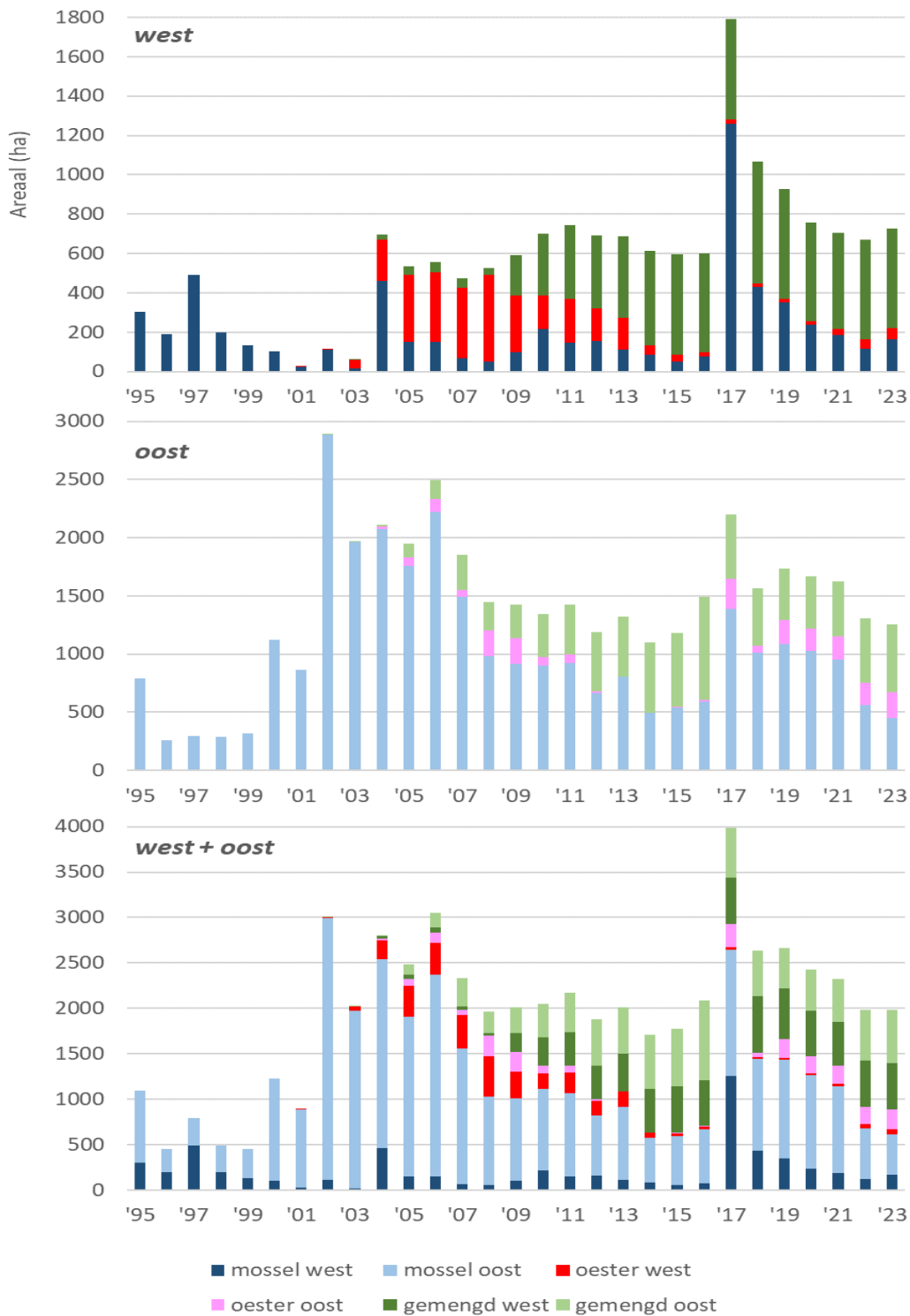
3.2.3 Ontwikkeling populaties

Arealen

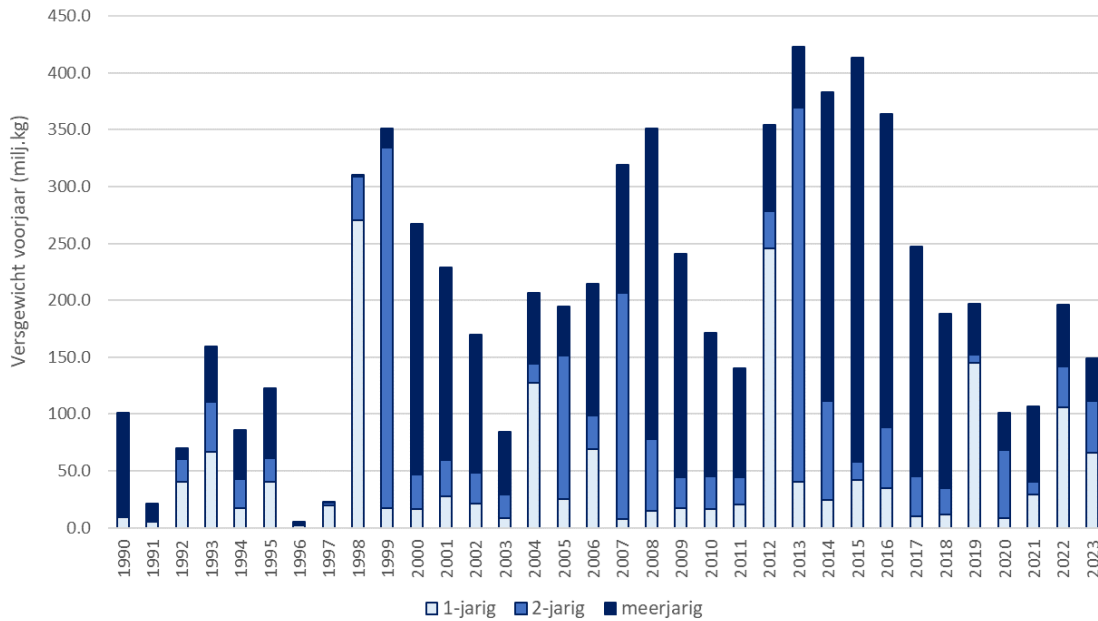
In de arealen van banken gevormd door mosselen en Japanse oesters op de droogvallende platen van de Waddenzee is weinig veranderd ten opzichte van 2022 (Figuur 15).

Kokkelbestand

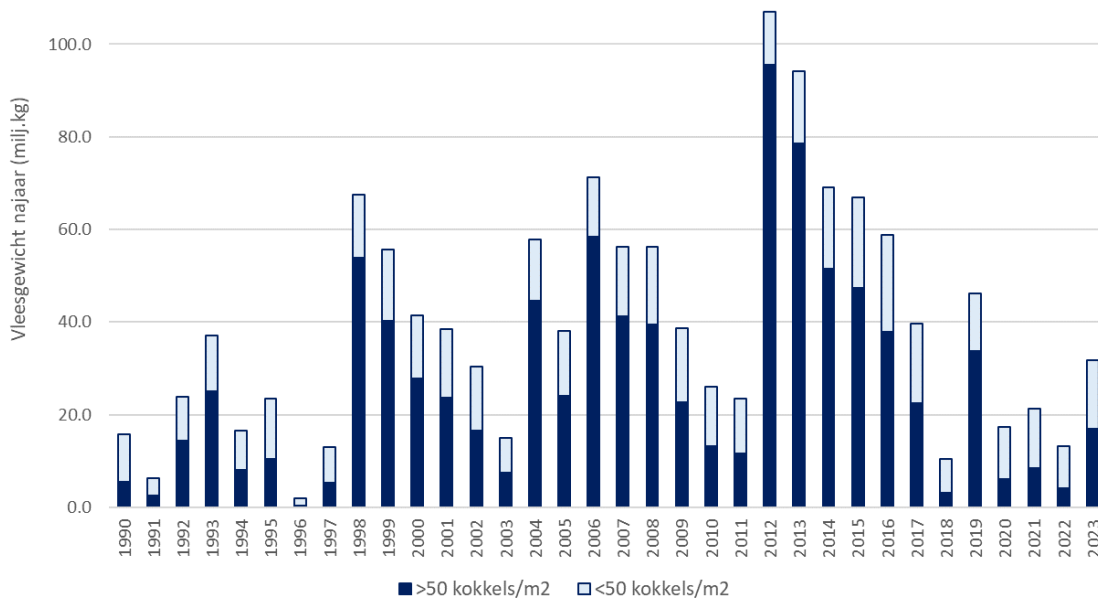
Het voorjaarsbestand ligt iets lager dan in 2022. In het voorjaar van 2022 werd een redelijk bestand aan 1-jarige kokkels gevonden. Normaal gesproken zouden deze in het voorjaar van 2023 uitgegroeid zijn tot een omvangrijk bestand aan 2-jarige, net zoals de cohorten van 1999, 2007 en 2013 (Figuur 16). Deze verwachting is niet uitgekomen vanwege een hoge zomersterfte in de zomer van 2022 (Troost *et al.*, 2023). Dit was ook het geval in 2019, toen in het voorjaar een groot bestand aan 1-jarigen werd aangetroffen waaronder in de zomer een hoge sterfte optrad. Ook in het voorjaar van 2023 is een relatief omvangrijk bestand aan 1-jarigen aangetroffen. Aangezien uit de herijking van de zomersterfte geen uitzonderlijke sterfte bleek te zijn opgetreden, is het de verwachting dat dit cohort wél weet uit te groeien tot een mooi bestand in het voorjaar van 2024. Voor het najaar is alvast een bestand geschat dat voorzichtig lijkt op te krabbelen ten opzichte van vorige jaren (Figuur 17).



Figuur 15. Ontwikkeling van de arealen schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Waddenzee: mosselbanken, Japanse oesterbanken en gemengde banken, uitgesplitst naar de westelijke en oostelijke Waddenzee (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 4 tabblad 'ontwikkeling').



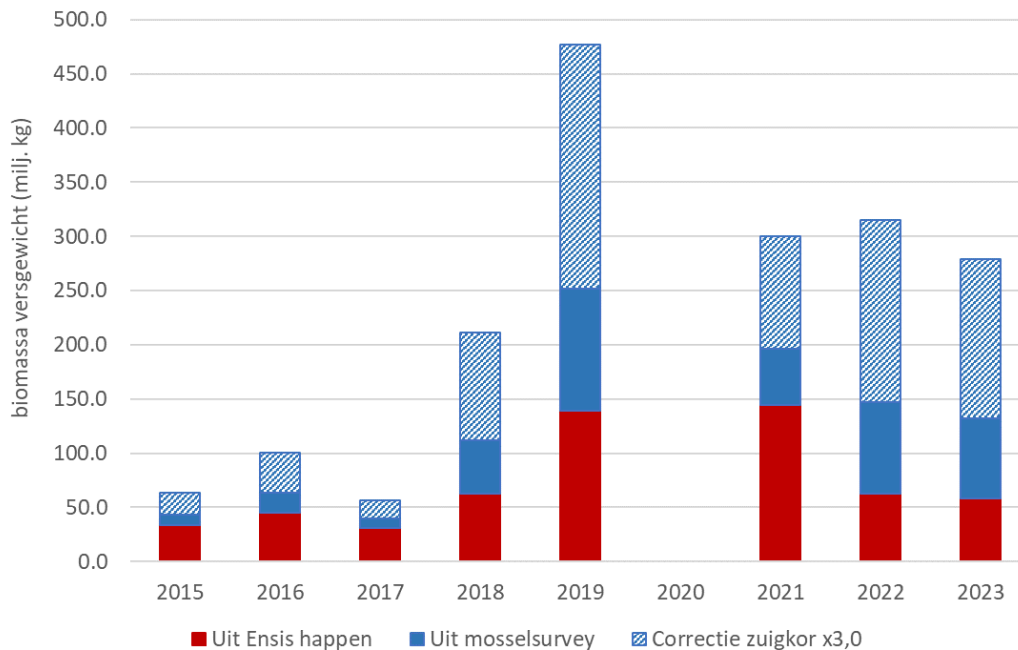
Figuur 16. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Waddenzee (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 3 tabblad 'ontwikkeling').



Figuur 17. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Waddenzee.

Bestand Amerikaanse zwaardschedes

Het bestand aan Amerikaanse zwaardschedes in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee lijkt zich, na een sterke toename in de periode 2017-2019, gestabiliseerd te hebben (Figuur 18).



Figuur 18. Ontwikkeling van het bestand aan Amerikaanse zwaardschedes in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee (kombergingen Marsdiep en Vliestroom), geschat uit de mosselzaadsurvey (PO Mosselcultuur) in het voorjaar (blauw) gecorrigeerd voor vangst-efficiëntie van de zuigkor (blauw gearceerd), en uit de aanvullende WOT survey in het najaar (rood). 2020: geen survey in verband met COVID-19 maatregelen.

3.3 Deltawateren

3.3.1 Bestanden

Kokkels

Op de droogvallende platen van de Oosterschelde is in het voorjaar een bestand aangetroffen van 24,4 miljoen kg versgewicht. Het bestand aanwezig op 1 september is op basis hiervan geschat op 5,9 miljoen kg vlees waarvan 4,0 bij dichtheden hoger dan 50 per m² (Tabel 12). Op de droogvallende platen van de Westerschelde is in het voorjaar een bestand aangetroffen van 5,8 miljoen kg versgewicht. Het bestand aanwezig op 1 september is op basis hiervan geschat op 1,5 miljoen kg vlees waarvan 1,0 bij dichtheden hoger dan 50 per m² (Tabel 13). Verspreidingskaarten zijn opgenomen in Bijlage E.

Herijking zomersterfte

Over de herbemonsterde punten op de droogvallende platen van de Oosterschelde werd een zomersterfte berekend van 20% over alle leeftijden behalve de 0-jarige, wat binnen de bandbreedte van normale gemiddelde waardes ligt (Troost *et al.*, 2022b). Dit resultaat geeft geen aanleiding om het najaarsbestand, zoals dat op 28 juni 2023 aan LNV is gerapporteerd, bij te stellen.

Tabel 12. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Oosterschelde, voor de voor visserij open en gesloten gebieden en leeftijdsklassen. Oogstbaar bestand in het najaar: bestand bij dichtheden >50 m⁻².

| Gebied | Jaarklasse | n loc present | Voorjaar vers (milj.kg) | Najaar | | Najaar oogstbaar | | |
|-------------------------------|------------|---------------|-------------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
| | | | | vers (milj.kg) | vlees (milj.kg) | vers (milj.kg) | vlees (milj.kg) | oppervlak (ha) |
| Gesloten | 1-jarig | 35 | 1,0 | 2,7 | 0,4 | | | |
| | 2-jarig | 23 | 1,5 | 1,9 | 0,3 | | | |
| | meerjarig | 17 | 1,0 | 0,8 | 0,1 | | | |
| Gesloten totaal (n=87) | | 44 | 3,5 | 5,4 | 0,8 | 3,0 | 0,4 | 588 |
| Percelen | 1-jarig | 7 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | | | |
| | 2-jarig | 3 | 0,6 | 0,8 | 0,1 | | | |
| | meerjarig | 4 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | | | |
| Percelen totaal (n=49) | | 8 | 0,9 | 1,0 | 0,2 | 0,7 | 0,1 | 27 |
| Open | 1-jarig | 133 | 7,6 | 18,8 | 2,8 | | | |
| | 2-jarig | 105 | 7,7 | 10,2 | 1,5 | | | |
| | meerjarig | 75 | 4,6 | 3,8 | 0,6 | | | |
| Open totaal (n=316) | | 169 | 20,0 | 32,9 | 4,9 | 22,9 | 3,4 | 2.004 |
| Totaal | 1-jarig | 175 | 8,7 | 21,7 | 3,2 | | | |
| | 2-jarig | 131 | 9,8 | 13,0 | 1,9 | | | |
| | meerjarig | 96 | 5,9 | 4,8 | 0,7 | | | |
| Totaal (n=452) | | 221 | 24,4 | 39,4 | 5,9 | 26,6 | 4,0 | 2.619 |
| | | | 95% c.i. min | 22,7 | | | | |
| | | | 95% c.i. max | 26,4 | | | | |

Tabel 13. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Westerschelde, voor de voor visserij open en gesloten gebieden en leeftijdsklassen. Oogstbaar bestand in het najaar: bestand bij dichtheden >50 m⁻².

| Gebied | Jaarklasse | n loc present | Voorjaar vers (milj.kg) | Najaar | | Najaar oogstbaar | | |
|-------------------------------|------------|---------------|-------------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
| | | | | vers (milj.kg) | vlees (milj.kg) | vers (milj.kg) | vlees (milj.kg) | oppervlak (ha) |
| Gesloten | 1-jarig | 10 | 0,2 | 0,5 | 0,1 | | | |
| | 2-jarig | 3 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | | | |
| | meerjarig | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | |
| Gesloten totaal (n=48) | | 10 | 0,3 | 0,7 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 80 |
| Open | 1-jarig | 64 | 2,5 | 6,1 | 0,9 | | | |
| | 2-jarig | 30 | 2,5 | 2,7 | 0,4 | | | |
| | meerjarig | 10 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | | | |
| Open totaal (n=218) | | 67 | 5,5 | 9,3 | 1,4 | 6,0 | 0,9 | 880 |
| Totaal | 1-jarig | 74 | 2,8 | 6,7 | 1,0 | | | |
| | 2-jarig | 33 | 2,5 | 2,8 | 0,4 | | | |
| | meerjarig | 11 | 0,6 | 0,5 | 0,1 | | | |
| Totaal (n=266) | | 77 | 5,8 | 9,9 | 1,5 | 6,4 | 1,0 | 960 |
| | | | 95% c.i. min | 5,1 | | | | |
| | | | 95% c.i. max | 6,7 | | | | |

Japanse oesters

Het bestand aan Japanse oesters is geschat op 44,0 miljoen kg versgewicht op de droogvallende platen van de Oosterschelde, 27,4 miljoen kg in het sublitoraal van de Oosterschelde, 31,6 miljoen kg in het Veerse meer en 113,9 miljoen kg in het Grevelingenmeer (Tabel 14). Daarmee liggen de bestanden in het sublitoraal van de Oosterschelde en het Veerse meer en Grevelingenmeer lager dan een jaar eerder. Verspreidingskaarten zijn opgenomen in Bijlage E.

Tabel 14. Bestanden van Japanse oesters in de Oosterschelde, het Veerse meer en Grevelingenmeer, voor gesloten gebieden, kweekpercelen, gebieden daarbuiten ('open'), en het totaal. Oesters zijn onderverdeeld in de onderscheiden grootteklassen.

| Soort | Gebied | Klasse | Oosterschelde | | | | Veerse Meer | | Grevelingenmeer | |
|-----------------------------|----------|--------|---------------------------|------------|------------------------------|------------|-------------|------------|-----------------|------------|
| | | | litoraal (milj.kg) (%) | | sublitoraal (milj.kg) (%) | | (milj.kg) | (%) | (milj.kg) | (%) |
| Japanse oester | Gesloten | Klein | 0,4 | 0,9 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |
| | | Middel | 9,4 | 21,3 | 1,4 | 5,2 | 0,0 | 0,0 | 10,5 | 9,2 |
| | | Groot | 5,5 | 12,5 | 4,4 | 15,9 | 0,0 | 0,0 | 2,9 | 2,5 |
| | Percelen | Klein | 0,0 | 0,0 | | | | | | |
| | | Middel | 0,3 | 0,8 | | | | | | |
| | | Groot | 0,0 | 0,0 | | | | | | |
| | Open | Klein | 0,9 | 1,9 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 1,2 | 0,7 | 0,6 |
| | | Middel | 17,7 | 40,2 | 3,0 | 10,8 | 14,4 | 45,5 | 52,9 | 46,4 |
| | | Groot | 9,8 | 22,3 | 18,5 | 67,7 | 16,8 | 53,3 | 46,8 | 41,1 |
| | Totaal | Klein | 1,3 | 2,9 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 1,2 | 0,8 | 0,7 |
| | | Middel | 27,4 | 62,3 | 4,4 | 16,0 | 14,4 | 45,5 | 63,4 | 55,6 |
| | | Groot | 15,3 | 34,8 | 22,9 | 83,7 | 16,8 | 53,3 | 49,7 | 43,6 |
| Totaal oesterbestand | | | 44,0 | 100 | 27,4 | 100 | 31,6 | 100 | 113,9 | 100 |
| 95% c.i. min | | | 39,6 | | 19,3 | | 27,5 | | 98,5 | |
| 95% c.i. max | | | 48,7 | | 37,2 | | 35,8 | | 130,1 | |

In het sublitoraal van de Oosterschelde nam het bestand van Japanse oesters af van 49,0 miljoen kg in 2022 naar 27,4 in 2023. Ook het bestand van de platte oester nam hier af (van 3,0 miljoen kg in 2022 (Troost *et al.*, 2023) naar 0,7 in 2023 (Tabel 15)). Deels is dit te verklaren door een uitschieter in 2022. Toen werd op een monsterpunt buiten het oesterstratum, en daardoor meetellend voor een relatief groot areaal (106,68 ha), een groot aantal Japanse oesters en platte oesters gevonden. Omgerekend was dit ene punt verantwoordelijk voor bijna 20% (9,3 milj.kg) van het bestand aan Japanse oesters en bijna 40% (1,1 milj.kg) van het bestand aan platte oesters. In 2023 is hetzelfde monsterpunt opnieuw bemonsterd, nu als onderdeel van het oesterstratum, maar er werden geen oesters meer aangetroffen. Vermoedelijk heeft dit ene punt geresulteerd in een overdrijving van de werkelijke afname in het bestand.

Schelpdieren in de Deltawateren

In het sublitoraal van de Oosterschelde is wederom een aanzienlijk bestand aan zwaardschedes aangetroffen (Tabel 15). Het totale aantal lag met 209 miljoen individuen 23% hoger dan in 2022 en de totale biomassa is geschat op 10,0 miljoen kg. Het totale bestand van zwaardschedes is daarmee ongeveer even groot als dat van de Filipijnse tapijtschelp die vooral in het litoraal wordt aangetroffen.

In het Grevelingenmeer zien we verder een halvering van het bestand van platte oesters, van 7,1 miljoen kg in 2022 naar 3,7 miljoen kg in 2023. Het bestand aan Filipijnse tapijtschelp is hier in 2023 toegenomen met 9,4 miljoen kg naar 33,4 miljoen kg. Verspreidingskaarten zijn opgenomen in Bijlage E.

Tabel 15. Bestanden van mosselen, Japanse oesters, platte oesters, kokkels, Filipijnse tapijtschelpen en zwaardscheden (mesheften) in de verschillende deltawateren. Voor de Westerschelde zijn geen bestanden van mosselen en oesters geschat omdat hier geen op oesterbanken gerichte survey heeft plaatsgevonden.

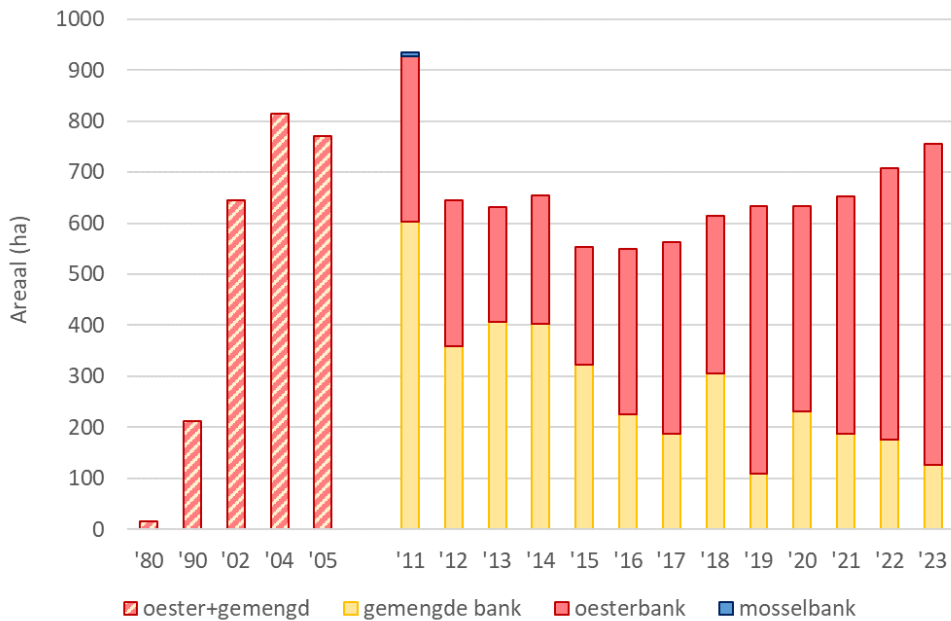
| Soort | | Oosterschelde | | | | Westerschelde | | Veerse Meer | | Grevelingenmeer | |
|-------------------------|--------------|---------------|-----------|-------------|-----------|---------------|-----------|-------------|-----------|-----------------|-----------|
| | | litoraal | | sublitoraal | | litoraal | | (milj.ind) | (milj.kg) | (milj.ind) | (milj.kg) |
| | | (milj.ind) | (milj.kg) | (milj.ind) | (milj.kg) | (milj.ind) | (milj.kg) | | | | |
| Mossel | Bestand | 149,8 | 0,7 | 265,2 | 0,4 | nb | nb | 190,6 | 1,5 | 59,8 | 0,4 |
| | 95% c.i. min | | 0,4 | | 0,3 | | | | 1,2 | | 0,3 |
| | 95% c.i. max | | 1,1 | | 0,5 | | | | 1,8 | | 0,5 |
| Japanse oester | Bestand | 561,9 | 44,0 | 85,5 | 27,4 | nb | nb | 270,3 | 31,6 | 920,4 | 113,9 |
| | 95% c.i. min | | 39,6 | | 19,3 | | | | 27,5 | | 98,5 |
| | 95% c.i. max | | 48,7 | | 37,2 | | | | 35,8 | | 130,1 |
| Platte oester | Bestand | 1,3 | 0,1 | 10,4 | 0,7 | nb | nb | 0,9 | 0,1 | 114,9 | 3,7 |
| | 95% c.i. min | | nb | | 0,5 | | | | 0,0 | | 3,3 |
| | 95% c.i. max | | nb | | 1,1 | | | | 0,1 | | 4,1 |
| Kokkel | Bestand | 10.203,9 | 24,4 | 17,1 | 0,1 | 2.653,9 | 5,8 | 2,0 | 0,0 | 245,9 | 1,0 |
| | 95% c.i. min | | 22,7 | | 0,1 | | 5,1 | | nb | | 0,6 |
| | 95% c.i. max | | 26,4 | | 0,3 | | 6,7 | | nb | | 1,3 |
| Filipijnse tapijtschelp | Bestand | 2.227,1 | 9,9 | 169,8 | 1,2 | 348,3 | 1,8 | 1.605,3 | 6,6 | 8.182,3 | 33,4 |
| | 95% c.i. min | | 8,2 | | 0,8 | | 1,3 | | 5,0 | | 28,6 |
| | 95% c.i. max | | 11,6 | | 1,7 | | 2,4 | | 8,5 | | 38,4 |
| Zwaardschede | Bestand | 32,3 | 0,6 | 1.096,3 | 10,0 | 33,5 | 0,3 | 0,3 | nb | 29,0 | 0,5 |
| | 95% c.i. min | | nb | | nb | | nb | | nb | | nb |
| | 95% c.i. max | | nb | | nb | | nb | | nb | | nb |

3.3.2 Ontwikkeling populaties

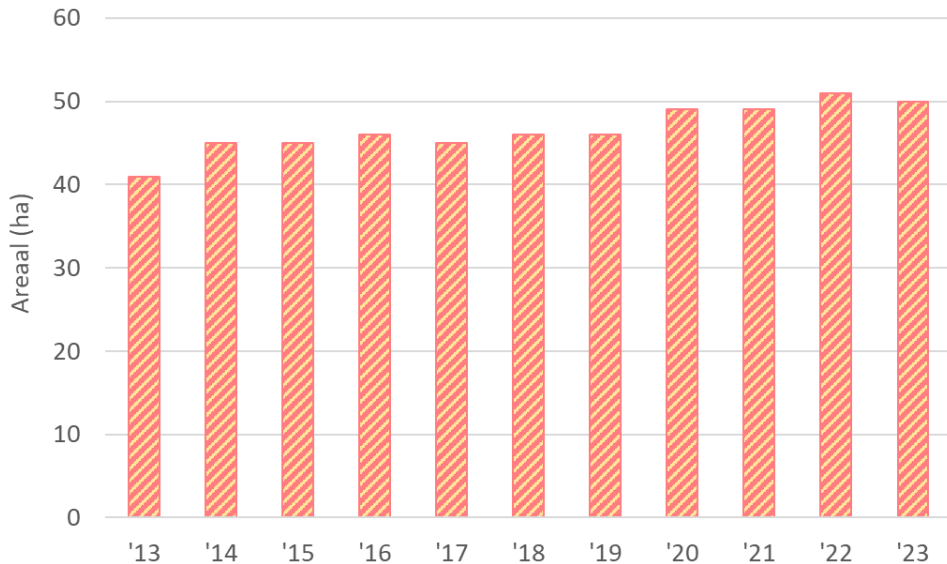
Arealen

In de Oosterschelde zijn in het voorjaar van 2023 weer meerdere nieuwe kleine oesterbanken ontdekt en ingemeten, die er al gedurende meerdere jaren bleken te liggen. Met behulp van luchtfoto's is nagegaan in welk jaar ze er al lagen, en de contouren zijn zover terug gereconstrueerd. Deze kleine oesterbanken dragen bij aan de lichte toename in het totale areaal (Figuur 19). Het aandeel gemengde banken neemt licht af. Hierbij wordt wel opgemerkt dat mosselen in dichte oesterbanken vaak slecht zichtbaar zijn omdat ze diep weggekropen zitten. De inschatting of een bank gemengd is wordt visueel gemaakt en het is daarom goed mogelijk dat het aandeel gemengde banken wordt onderschat. Wel blijkt uit observaties in de Oosterschelde dat de dichtheden van mosselen in gemengde banken over het algemeen zeer laag zijn. Kaarten met de contouren van de oesterbanken zijn opgenomen in Bijlage E.

In de Westerschelde verschilt het areaal van oesterbanken weinig van eerdere jaren (Figuur 20). Hier bevinden oesterbanken zich vrijwel uitsluitend op harde ondergrond zoals stortstenen. Op sommige beschutte locaties achter strekdammetjes hebben de oesters hun rif enigszins weten uit te breiden op het naastgelegen slik. In de afgelopen jaren zijn er steeds nieuwe plekjes ingemeten, die echter volgens goede luchtfoto's al langer aanwezig waren. Met behulp van deze luchtfoto's zijn de 'nieuwe' arealen verder terug gereconstrueerd dan gebruikelijk is in de Oosterschelde en Waddenzee, waardoor de arealen in Figuur 20 voor alle jaren hoger uitkomen dan de schatting van 2022 (Troost *et al.*, 2023). Het totale areaal blijft klein in vergelijking met de Oosterschelde en Waddenzee.



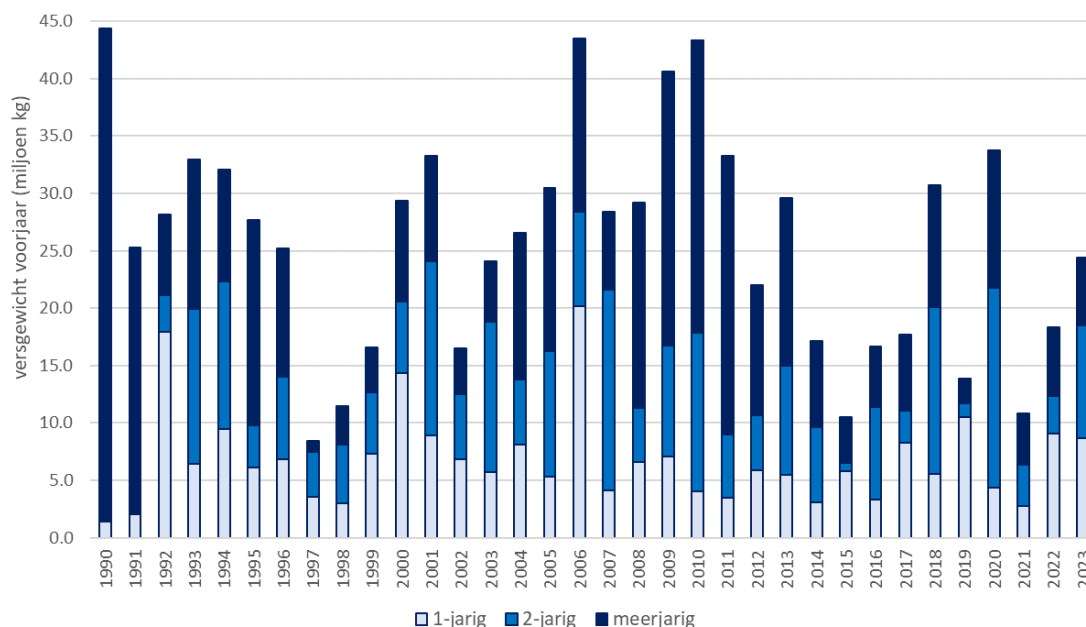
Figuur 19. Ontwikkeling van het areaal aan oesterbanken, gemengde banken en mosselbanken in de Oosterschelde. Tot 2011 is geen onderscheid gemaakt tussen oesterbanken en gemengde banken (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 4 tabblad 'ontwikkeling'). Schattingen voor de meest recente jaren (2020-2022) kunnen nog veranderen als gevolg van nieuwe informatie in de komende jaren.



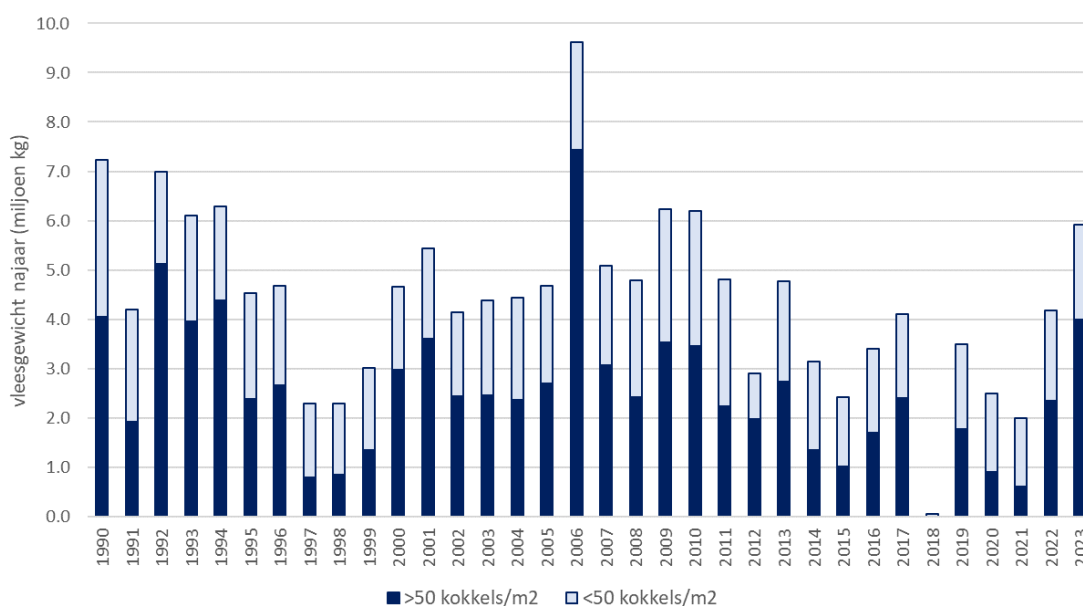
Figuur 20. Ontwikkeling van het areaal aan oesterbanken en gemengde banken tezamen in de Westerschelde (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 4 tabblad 'ontwikkeling'). Schattingen voor eerdere jaren kunnen nog veranderen als gevolg van nieuwe informatie in de komende jaren.

Kokkelbestand Oosterschelde

In de Oosterschelde zien we op de droogvallende platen een toename in het kokkelbestand (Figuur 21). Blijkbaar hebben de kokkels goed weten te overleven, mede dankzij het uitblijven van een extreme zomersterfte zoals in 2022. De toename in biomassa is een gevolg van de relatief nog sterke groei van de 1-jarige kokkels. Ook het geschatte najaarsbestand (Figuur 22) ligt hoger dan vorig jaar en hoefde niet bijgesteld te worden aangezien uit de herijking de zomersterfte lager dan 50% bleek te zijn geweest.



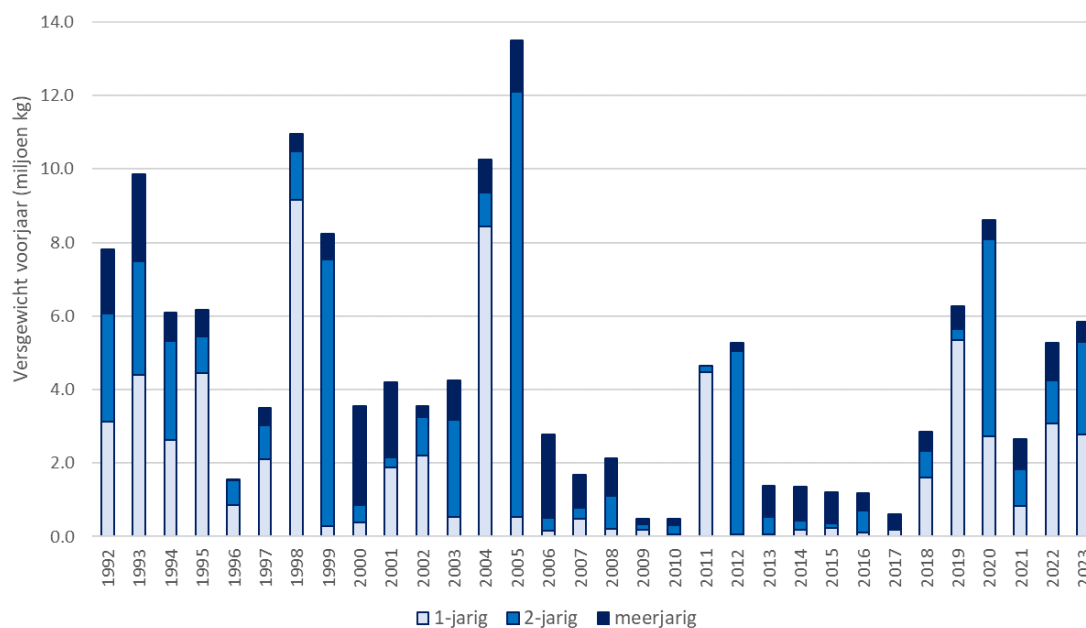
Figuur 21. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Oosterschelde (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 5 tabblad 'ontwikkeling').



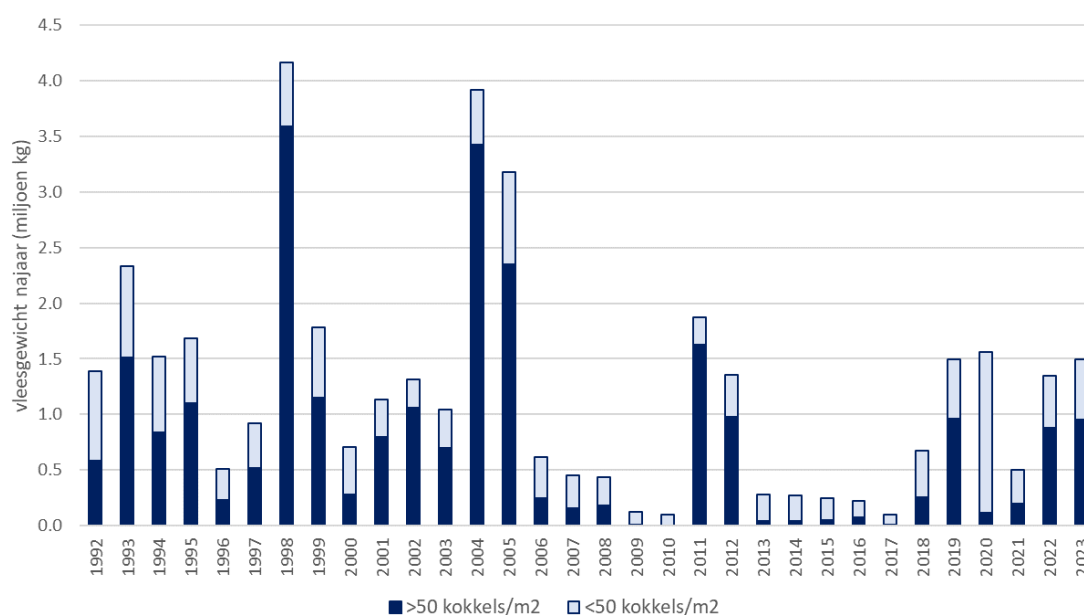
Figuur 22. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Oosterschelde. Voor 2018 en 2020 zijn schattingen uit herbemonsteringen weergegeven.

Kokkelbestand Westerschelde

Het kokkelbestand op de droogvallende platen van de Westerschelde lag iets hoger dan het jaar ervoor (Figuur 23). Hier schijnt de overleving en/of groei van de 1-jarige kokkels minder sterk te zijn geweest dan in de Oosterschelde. Welke rol een mogelijke zomersterfte van 2022 daar eventueel in gespeeld heeft is niet na te gaan omdat in dit gebied geen herijking in het najaar plaatsvindt. Wel bestond het bestand in het voorjaar van 2023 voor ongeveer de helft uit 1-jarigen, dus nieuwe aanwas. Dit resulteert in een eveneens lichte toename van het geschatte najaarsbestand (Figuur 24).



Figuur 23. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Westerschelde.



Figuur 24. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Westerschelde.

4 Uitgelicht: enkele nieuwkomers in de Nederlandse kustwateren

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk gaan we dieper in op drie exoten: de Amerikaanse strandschelp, de brakwaterkorfschelp en de gladde snavelneut. Wat zijn dit voor soorten? Waar komen ze vandaan, hoe zien ze eruit, wat is hun plek in het ecosysteem en hoe ziet hun verspreiding in de Nederlandse kustwateren er tot nu toe uit? Eerst volgt een algemene inleiding over exoten in de Nederlandse kustwateren.

4.1.1 Detectie van nieuwe soorten

De jaarlijkse WOT schelpdierinventarisaties zijn in de eerste plaats bedoeld om bestanden te schatten van commercieel geëxploiteerde soorten schelpdieren. In de tweede plaats worden ze gebruikt om effecten van veranderingen in schelpdiervisserijbeleid en -beheer te kunnen duiden. De monitoring beperkt zich echter niet tot de enkele doelsoorten en is daarom ook zeer waardevol om veranderingen in het mariene milieu in bredere zin te kunnen duiden. Daarom spelen de verzamelde gegevens ook een belangrijke rol in de evaluatie van beheer en maatregelen gericht op natuurdoelstellingen (binnen de kaders van Natura 2000, de Kaderrichtlijn Water en de Kaderrichtlijn Marien). De langlopende tijdseries en de hoge mate van dekking in de Nederlandse zoute getijdenwateren lenen zich uitstekend om veranderingen in populaties en levensgemeenschappen te detecteren, waaronder ook soorten vallen die niet eerder in het gebied zijn aangetroffen.

Nieuwe soorten kunnen op een natuurlijke wijze in Nederland terecht zijn gekomen. Zeker voor schelpdieren geldt dat ze vaak massaal larven produceren die enkele weken in het water zweven en zich op die manier over grote afstanden kunnen verspreiden. Daarbij kan klimaatverandering een zelfstandige uitbreiding van zuidelijke soorten naar hogere breedtegraden faciliteren. Maar vaker blijken nieuwkomers actief geïntroduceerd te zijn door de mens. Deze soorten worden aangeduid met de term "exoot".

4.1.2 Exoten in Nederlandse kustwateren

In 2005 heeft Wim Wolff voor alle op dat moment bekende exoten in de mariene en estuariene kustwateren van Nederland beschreven wanneer en op welke manier zij geïntroduceerd zijn (Wolff, 2005). Uit zijn analyse blijkt dat de meeste exoten afkomstig zijn uit het noordwestelijke Atlantische gebied (Noord Amerika) en de noordwestelijke Stille Oceaan (noordoost Azië). Vaak is onbekend op welke manier de soorten zich verplaatst hebben, maar nog vaker is die via aangroei ("fouling") aan scheepsrompen. Op de tweede plaats staat schelpdierkweek en op de derde plaats ballastwater. Schelpdierkweek is de voornaamste reden waarom de Oosterschelde geldt als dé hotspot voor exoten binnen de zoute Nederlandse getijdenwateren. Van alle in 2005 bekende exoten bekend kwam 14% uitsluitend voor in de Oosterschelde (Wolff, 2005).

Opvallend is dat, behalve de Japanse oester, alle tweekleppigen onder de mariene exoten die door Wolff beschreven worden, allemaal afkomstig zijn uit Noord Amerika. Dit zijn de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis leei*), de strandgaper (*Mya arenaria*), de Amerikaanse boormossel (*Petricola pholadiformis*) en de Amerikaanse venusschelp (*Mercenaria mercenaria*). Van deze soorten heeft alleen *M. mercenaria* zich niet naar alle kustwateren uitgebreid.

Sinds 2005 zijn er vele nieuwe exoten bij gekomen in de zoute getijdenwateren. Een bekend voorbeeld is de Filipijnse tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*), die juist uit Azië afkomstig is. Aan deze soort is in het rapport over 2021 extra aandacht geschonken (Troost *et al.*, 2022c).

4.1.3 Probleemsoorten

Of een exoot ecologische en/of economische schade aan zal richten in het ontvangende gebied is niet altijd te voorspellen. In het meest extreme geval kunnen exoten inheemse soorten verdringen. Dit kan grote gevolgen kan hebben als de verdrongen soorten in ecologisch en/of economisch opzicht een belangrijke rol speelden. Vanwege de problemen die invasieve exoten kunnen veroorzaken wordt wereldwijd geprobeerd om de insleep van exoten zoveel mogelijk te voorkomen. In Nederland zijn daarom bijvoorbeeld transporten van schelpdieren afkomstig van bodempercelen in de deltawateren naar de Waddenzee verboden. Transport van mosselzaad ingewonnen met MZI's, dus hangend boven de bodem, heeft een vergunningplicht en is alleen toegestaan indien een inventarisatie van de in de lading aanwezige soorten geen probleemsoorten aan het licht brengt (zie bijvoorbeeld Gittenberger *et al.*, 2018). Probleemsoorten zijn exoten waarvan, op basis van bestaande kennis, verwacht kan worden dat deze (ecologische) problemen kunnen veroorzaken in de Waddenzee. Een voorbeeld hiervan is de Amerikaanse oesterboorder (*Urosalpinx cinerea*), een slak die, in tegenstelling tot wat de naam doet vermoeden, naast Japanse oesters ook andere soorten schelpdieren eet en nog niet in de Waddenzee is aangetroffen. Andersom zijn momenteel geen exoten bekend die zich in de Waddenzee gevestigd hebben maar nog niet zijn aangetroffen in de zuidwestelijke deltawateren.

4.1.4 Verspreiding naar de Waddenzee

Hoewel verspreiding naar de Waddenzee zoveel mogelijk wordt voorkomen, zijn er in de afgelopen jaren toch enkele exoten gevestigd, waaronder de Filipijnse tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*) (Troost *et al.*, 2022c) en de Amerikaanse strandschelp (*Mulinia lateralis*) (Craeymeersch *et al.*, 2019). In de deltawateren zijn inmiddels alweer nieuwe exoten opgedoken, waarvan het aannemelijk is dat ze zich ook naar de Waddenzee zullen verspreiden. Eén van deze soorten is de brakwaterkorfschelp (*Potamocorbula amurensis*), waarvan in 2022 het eerste en vooralsnog enige exemplaar is gevonden in de Waddenzee. Of de soort zich daar dus gevestigd heeft, is nog onduidelijk. Een andere soort die zich snel verspreidt in de deltawateren en voorkomt in de kustzone, maar nog niet in de Waddenzee is aangetroffen, is de gladde snavelneut (*Yoldia limatula*).

4.2 Gebruikte datasets

Voor de in dit hoofdstuk weergegeven verspreidingskaarten zijn de volgende datasets gebruikt:

1. **WOT Schelpdieren:** jaarlijkse inventarisaties in de Waddenzee, Kustzone en deltawateren met verschillende monstertuigen. Gebruikte jaren: 2017 t/m 2023 (zie voorgaande hoofdstukken in dit rapport en de Schelpdiermonitor: www.wur.nl/schelpdiermonitor). NB: in 2017 werden het Veerse meer en Grevelingen alleen met kokkelschepje bemonsterd tot een diepte van 3 m. Pas vanaf 2018 wordt hier ook gemonsterd met de hydraulische happer, tot grotere diepte. Het sublitoraal van de Oosterschelde wordt pas sinds 2022 jaarlijks bemonsterd;
2. **Sublitorale mosselzaadsurvey:** jaarlijkse inventarisatie van mosselen en andere soorten schelpdieren (en krabben en stekelhuidigen) met zuigkor en bodemschaaf in het sublitoraal van de Waddenzee (kombergingen Marsdiep en Vliestroom) in opdracht van de PO Mosselcultuur (Van den Ende *et al.*, 2023). Gebruikte jaren: 2017 t/m 2023.
3. PMR Natuurcompensatie Maasvlakte II (**PMR-NCV**), jaren 2017 en 2018: bemonsteringen met bodemschaaf in de Voordelta (Tulp *et al.*, 2019);
4. **Pilot suppletie Westerscheldemonding**, jaren 2022 en 2023, bemonstering in aanvulling op de WOT monitoring in de Voordelta, met bodemschaaf (Escaravage, 2024);
5. Monitoring Effectiviteit Gebiedsbeschermende Maatregelen (**MEGMA**): bemonsteringen met zuigkor in de voor mossel- en garnalenvisserij gesloten gebieden in de westelijke Waddenzee (sublitoraal) (Craeymeersch *et al.* 2022).

Alle in deze projecten bemonsterde locaties binnen het huidige verspreidingsgebied van de drie soorten zijn weergegeven in kaarten in Bijlage F.

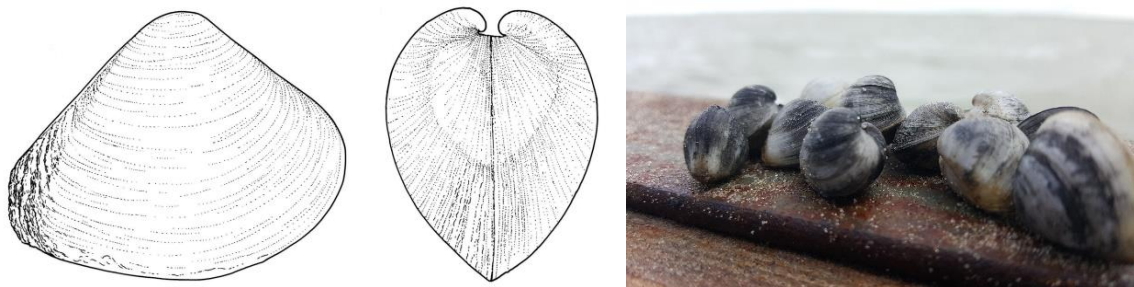
4.3 Amerikaanse strandschelp

4.3.1 Inleiding

De Amerikaanse strandschelp (*Mulinia lateralis*) is in de Nederlandse kustwateren voor het eerst aangetroffen in de Voordelta in het najaar van 2017 (PMR-NCV). In het voorjaar van 2018 werden tijdens de WOT schelpdiermonitoring ook exemplaren aangetroffen in het Waddengebied. In de volgende jaren heeft de Amerikaanse strandschelp zich snel verder verspreid door de Nederlandse kustwateren (Craeymeersch *et al.*, 2019).

4.3.2 Biologie

De Amerikaanse strandschelp is een tweekleppig schelpdier met een enigszins driehoekige vorm met bolle toppen die elkaar niet raken (Figuur 4.1). De schelp is aan de top glad en bevat geen slotband, soms is een sifon zichtbaar. De schelp heeft een vuilwitte tot lichtgele kleur met een lichte structuur over de klephelft, de binnenzijde is wit. De Amerikaanse strandschelp wordt tot meer dan 20 mm groot en kan in dichtheden van 21.000 individuen per vierkante meter voorkomen (Santos & Simon, 1980). Juveniele exemplaren groeien snel en zijn binnen twee maanden geslachtsrijp waarbij grote hoeveelheden eitjes per cyclus vrijkomen. Hogere dichtheden van de Amerikaanse strandschelp worden vooral aangetroffen in slijkgig of fijn sediment. Daarnaast is de saliniteitstolerantie erg breed. Exemplaren worden aangetroffen onder estuariene omstandigheden: zowel in brakke gebieden als bij hogere saliniteit (Gismann *et al.*, 2023).



Figuur 4.1. Amerikaanse strandschelp (*M. lateralis*). Links: voor- en zijaanzicht uit (door Hendrik Gheerardyn, in Craeymeersch *et al.*, 2019). Rechts: foto door Jetze van Zwol.

De combinatie van een hoge tolerantie in omgevingsfactoren en een hoge reproductiesnelheid maakt de soort potentieel invasief, wat betekent dat de ecologische (en/of economische) gevolgen in het ontvangende gebied groot kunnen zijn. Vanaf de eerste vondsten in zowel de deltaxwateren, Noordzee en Waddenzee is de soort in aantallen toegenomen en het verspreidingsgebied is uitgebreid. Naast de potentiële negatieve effecten is het ook denkbaar dat de soort, bij voldoende hoge dichtheden, kan fungeren als een alternatieve voedselbron voor predatoren binnen een veranderend zeemilieu.

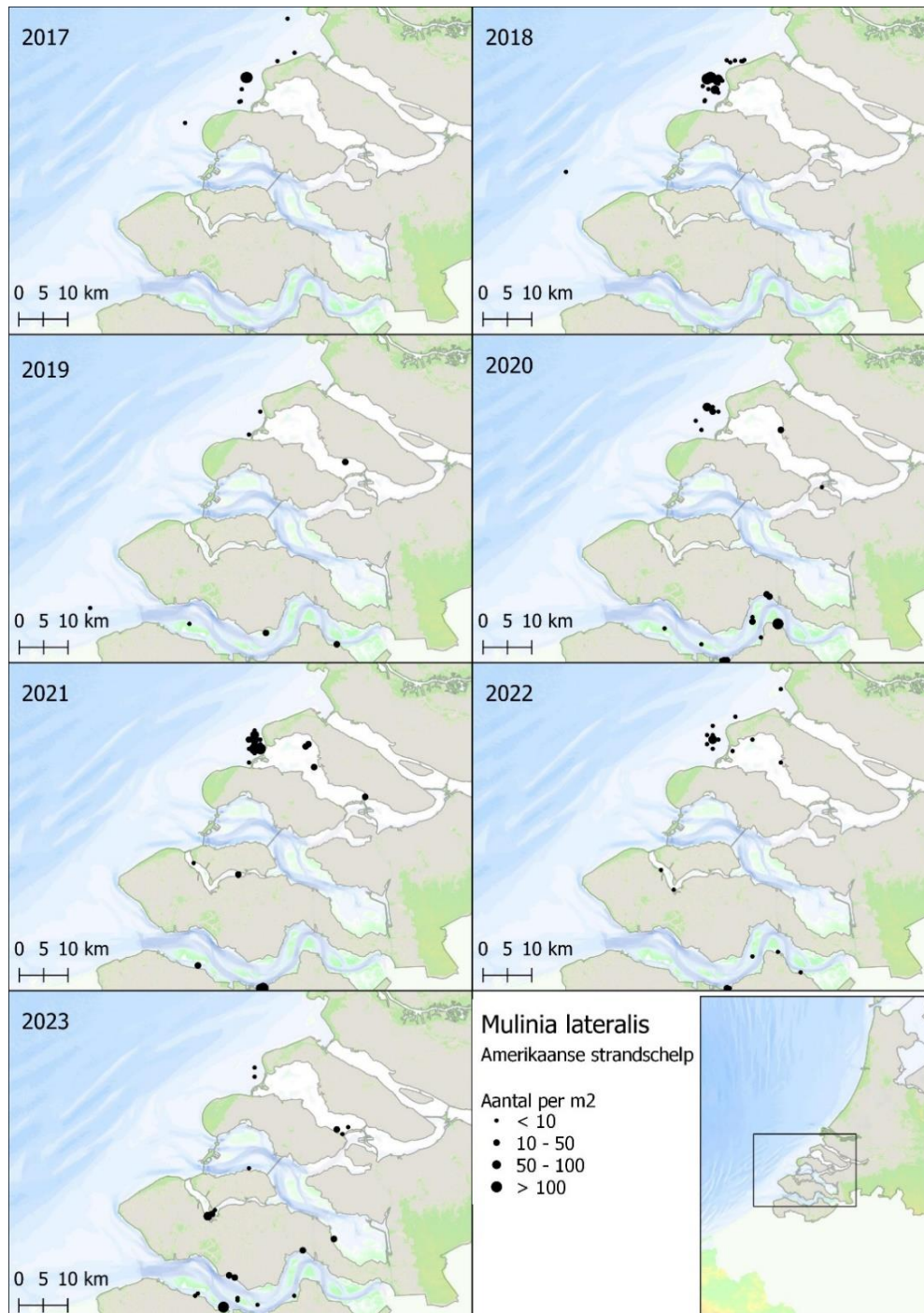
4.3.3 Herkomst en eerste vondst in Nederland

De Amerikaanse strandschelp kent zijn oorsprong in de westelijke Atlantische oceaan, langs de gehele Noord-Amerikaanse kust (van Newfoundland t/m de Golf van Mexico). De eerste vondst in Europese (en Nederlandse) wateren werd gedaan in augustus 2017 tijdens de PMR-NCV monitoring in de Voordelta (Tulp *et al.*, 2019). Hierover is gepubliceerd door Craeymeersch *et al.* (2019), die ook een determinatiehulp presenteren. In 2019 resulteerde dit in een her-determinatie en DNA onderzoek van gevonden exemplaren in de SIBES bemonstering van het NIOZ, waardoor bevestigd werd dat de Amerikaanse strandschelp ook in 2017 al aanwezig was in het Waddengebied (Klunder *et al.*, 2019).

Daarmee zijn de eerste vondsten in zowel de Zeeuwse kustzone als het oostelijk Waddengebied geregistreerd in 2017. Hoe de soort in Europese wateren is beland, is vooralsnog niet duidelijk.

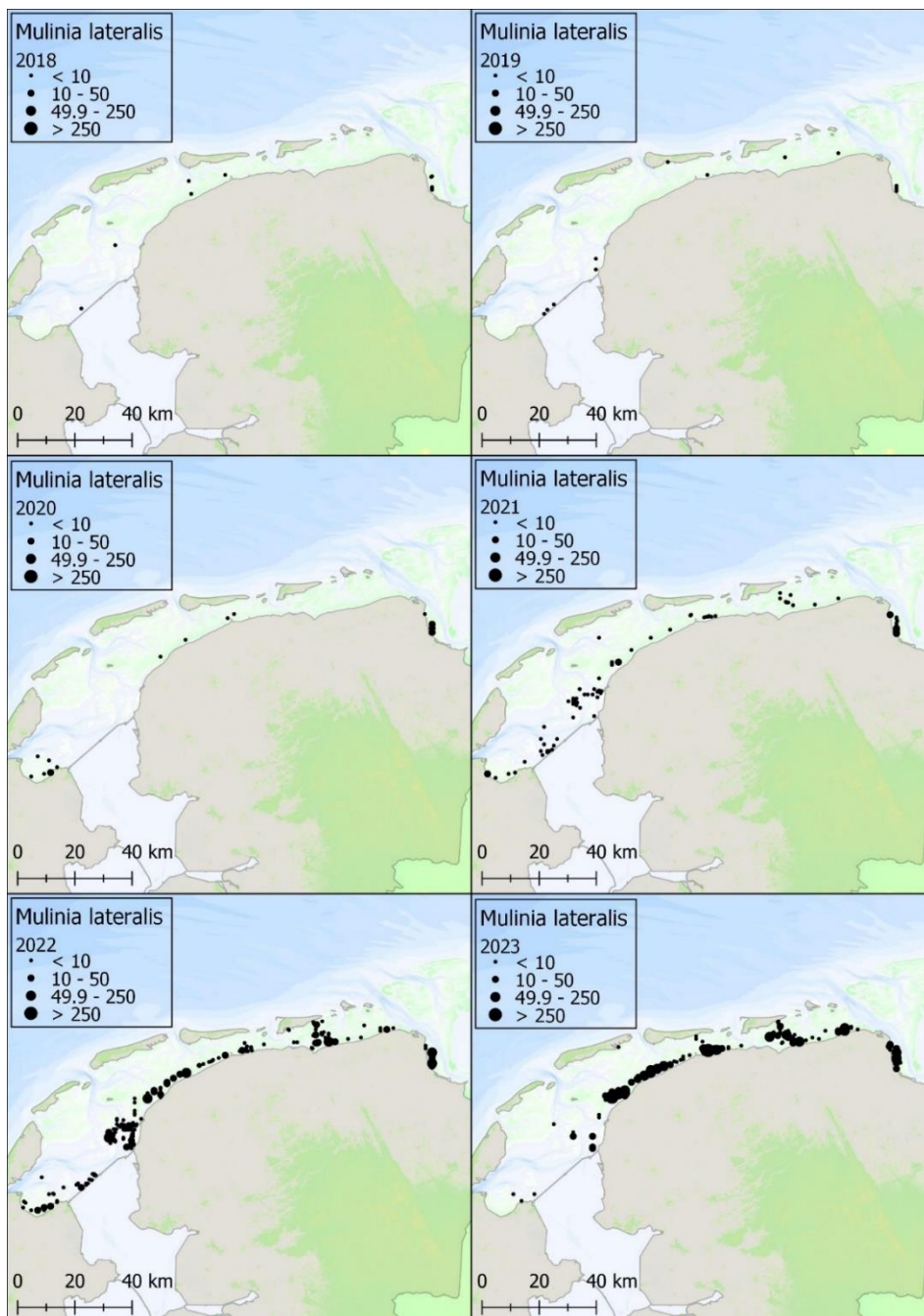
4.3.4 Huidige verspreiding

Na de eerste vondsten in 2017 in de Voordelta (Figuur 4.2), is de Amerikaanse strandschelp ook in andere deltawateren aangetroffen. In de WOT schelpdiermonitoring is de soort in het Grevelingenmeer en de Westerschelde voor het eerst aangetroffen in 2019, in het Veerse meer in 2021 en uiteindelijk ook in de Oosterschelde in 2023.



Figuur 4.2: Vondsten van de Amerikaanse strandschelp in de periode 2017-2023 in de deltawateren.

In de schelpdiermonitoring uitgevoerd door WMR in het Waddengebied is de Amerikaanse strandschelp in voor het eerst aangetroffen in 2018 (Figuur 4.3). Het valt direct op dat de soort al meteen wijd verspreid is, van het westen (nabij de Afsluitdijk) tot het meest oostelijke gebied (Eems-Dollard). In de eerste jaren hierna is de verspreiding rustig uitgebreid, maar vanaf 2021 gaat het ineens hard. In 2021 en 2022 volgt een snelle en grote toename van het aantal locaties waar de Amerikaanse strandschelp is aangetroffen. In de laatste twee jaren (2022 en 2023) is een forse toename in dichtheid van de Amerikaanse strandschelp voor de Friese en Groningse kust duidelijk zichtbaar, en een afname in 2023 voor de westelijke Waddenzee (Balgzand – Afsluitdijk – Harlingen) ten opzichte van 2021 en 2022. Het verspreidingspatroon in de Waddenzee komt goed overeen met het door Klunder *et al.* (2019) voorspelde leefgebied (hun Figuur 4), dat vooral bestaat uit de meer slijkige sedimenten.



Figuur 4.3. Verspreiding van de Amerikaanse strandschelp in de Waddenzee en Eems-Dollard.

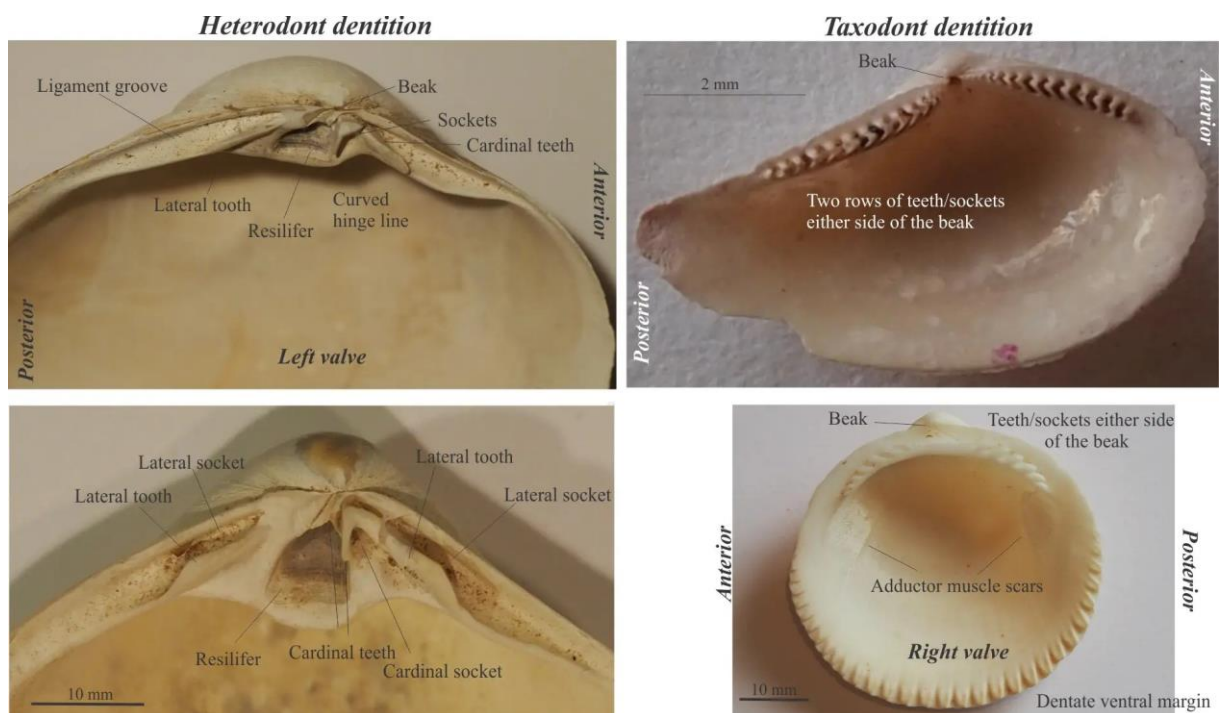
4.4 Gladde snavelneut

4.4.1 Inleiding

Een recente exoot welke zich vanuit het deltagebied zou kunnen uitbreiden richting het Waddengebied is de gladde snavelneut (*Yoldia limatula*). De soort is in 2019 voor het eerst aangetroffen in de Westerschelde en in volgende jaren ook op andere locaties. In 2021 zijn de eerste exemplaren, zowel volwassen als juveniele, aangetroffen tijdens de WOT survey in de Voordelta. Het vermoeden is dat het een lokaal gevestigde populatie is. Het gebied waarin deze eerste exemplaren gevonden zijn komt exact overeen met de locaties van de allereerste waarnemingen van de Amerikaanse strandschelp in de Voordelta, mogelijk omdat beide van een slibrijke bodem houden. Het is zeer goed denkbaar dat de gladde snavelneut zich, evenals de Amerikaanse strandschelp, uiteindelijk in de Waddenzee zal weten te vestigen (zie ook Craeymeersch, 2021). Dit was de reden om eens uit te zoeken om wat voor schelpdiersoort het gaat, en hoe de verspreiding in Nederland er op dit moment uitziet.

4.4.2 Biologie

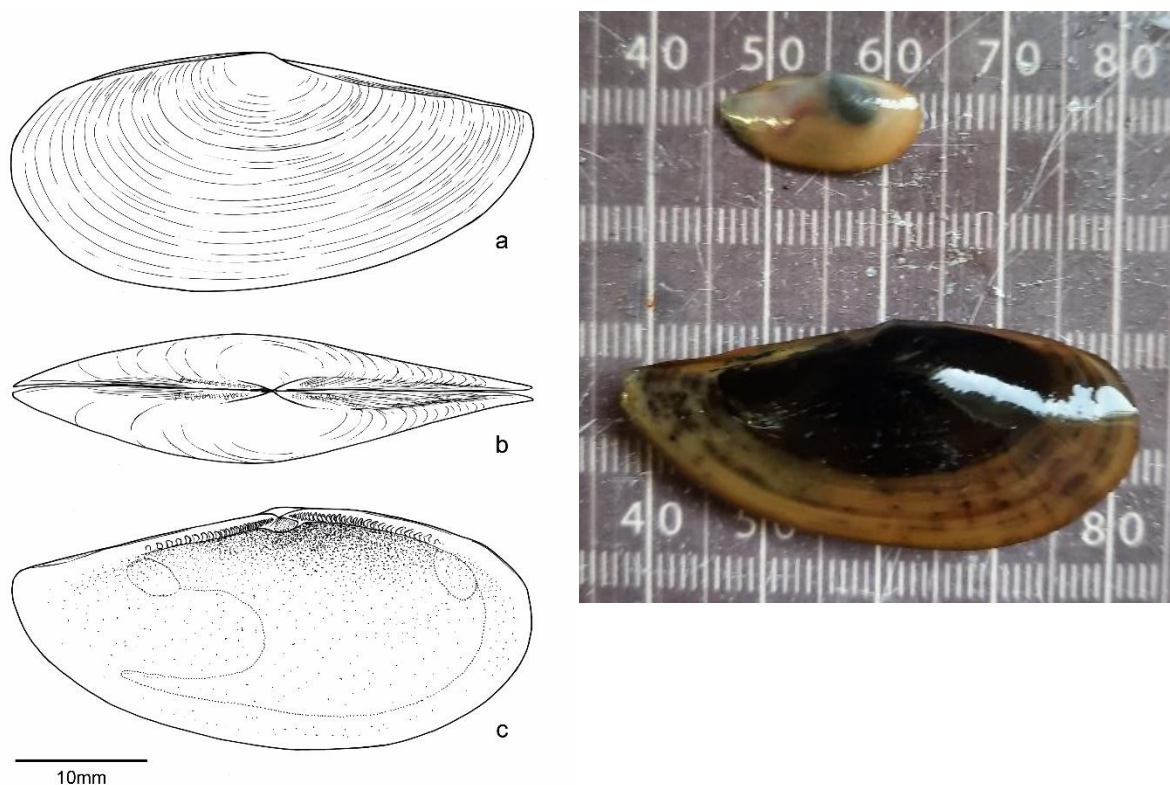
De gladde snavelneut is een tweekleppig schelpdier (bivalve) in de superfamilie van de Nuculanoidea. Schelpdieren binnen deze familie hebben een taxodont slot: aan de binnenzijde van de schelp vanaf de top zit een rij slottanden (kartels). De meeste schelpdieren in de Noordzee hebben een heterodont slot (Figuur 4.4.).



Figuur 4.4. Voorbeelden van een heterodont slot (links) en een taxodont slot (rechts) (<https://www.geological-digressions.com/tag/heterodont-taxodont-dentition-in-bivalves/>, gedownload op 27 maart 2024).

De gladde snavelneut is zeer plat, langgerekt, met aan één zijde de daadwerkelijke snavelvorm en aan beide zijden 'gaapt' het schelpdier (sluit niet volledig af) (Figuur 4.5). De schelpkleur varieert van glanzend lichtbruin (karamelkleurig) tot lichtgeel. Juveniele exemplaren hebben echter een doorzichtige en zeer tere schaal welke snel breekt. Het vlees en de sifonen hebben een oranje-gele kleur. De sifonen zitten deels aan elkaar vast maar de uiteinden zijn los van elkaar. De voet is naar verhouding groot en heeft dwars-geribde lengtegroeven; hiermee kan de schelp zich goed en snel ingraven (tot 8 cm diep).

De sculptuur van de schelp is glad zonder radialen of lijnen. De soort kan tot ongeveer zes centimeter lang worden en tenminste 4 jaar oud. Bij een lengte van 9 mm is het dier geslachtsrijp en na een jaar bereikt deze een lengte van 14 – 18 mm (De Kisangani & Kerckhof, 2020 en referenties daarin; Zardus, 2002).



Figuur 4.5. De gladde snavelneut (*Y. limatula*). Links: tekening door Hendrik Gheerardyn, a) buitenkant linker klep, b) bovenaanzicht (dorsaal, dus men kijkt hier tegen het slot aan), c) binnenkant linker klep. Rechts: Twee exemplaren van de gladde snavelneut (foto door Jetze van Zwol).

De gladde snavelneut heeft een voorkeur voor waterdieptes van 5 tot 100 meter, maar is ook aangetroffen tot 500 meter diepte. De soort wordt veelal aangetroffen langs de kust in baaien en estuaria met slib en modderig zand (De Kisangani & Kerckhof, 2020). De gladde snavelneut verzamelt detritus van de zeebodem met twee lange palpen, terwijl de schelp ongeveer voor twee derde is ingegraven (De Kisangani & Kerckhof, 2020). De soort is een snelle graver en zeer beweeglijk waardoor de bodem wordt omgewoeld (Bender & Davis, 1984). Dit omwoelen van de bodem wordt bioturbatie genoemd. Bioturbatie kan een positieve uitwerking hebben op het functioneren van het ecosysteem via een verbeterde doordringing van zuurstof in de bodem en een verbeterde verwerking en afbraak van organisch materiaal in en op de zeebodem. Een eventueel negatief effect van bioturbatie komt echter ook voor, zo hebben wadpieren door hun sterke omwoeling van de bodem een negatief effect op de rekrutering van schelpdieren zoals bijvoorbeeld kokkels (*Cerastoderma edule*) (Flach, 1992).

4.4.3 Herkomst en eerste vondst in Nederland

Van oorsprong komt de gladde snavelneut verspreid voor langs de gehele Noord Amerikaanse kust, aan de oostzijde van Nova Scotia (Canada) tot en met North Carolina en langs de westelijke zijde van Alaska tot en met San Diego.

In de Nederlandse kustwateren is de gladde snavelneut voor het eerst aangetroffen in 2019 in de Westerschelde nabij de Sloehaven. De vondst werd gedaan tijdens de MWTL (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) bodembemonstering. Over deze vondst, die bestond uit een enkel exemplaar, is gepubliceerd in *Nature Today* (Driessen *et al.*, 2020). In België zijn in het najaar van 2020 enkele vers aangespoelde exemplaren aangetroffen op het strand van Koksijde na een storm (De Kisangani & Kerckhof, 2020). In 2020 zijn ook de eerste vondsten gedaan in het Verenigd Koninkrijk, in het sublitorale deel van het Tees estuarium in het noordoosten van het land (Barry *et al.*, 2024). In het voorjaar van 2021 zijn in Le Havre (Frankrijk) enkele exemplaren aangetroffen tijdens een bodembemonstering in het havengebied (Dauvin *et al.*, 2022). De onderzoekers veronderstellen dat de gevonden soorten in Frankrijk en België, met de groottes tussen 46 en 49 mm, meer dan vier jaar oud zijn. Ze speculeren dat de gladde snavelneut mogelijk rond 2015 in de Belgische en Nederlandse wateren geïntroduceerd is en zich vervolgens naar Le Havre verspreid heeft, bijvoorbeeld in ballastwater. Maar zeker is dit niet, de individuen in Le Havre kunnen ook rechtstreeks uit Noord-Amerika gekomen zijn.

4.4.4 Huidige verspreiding

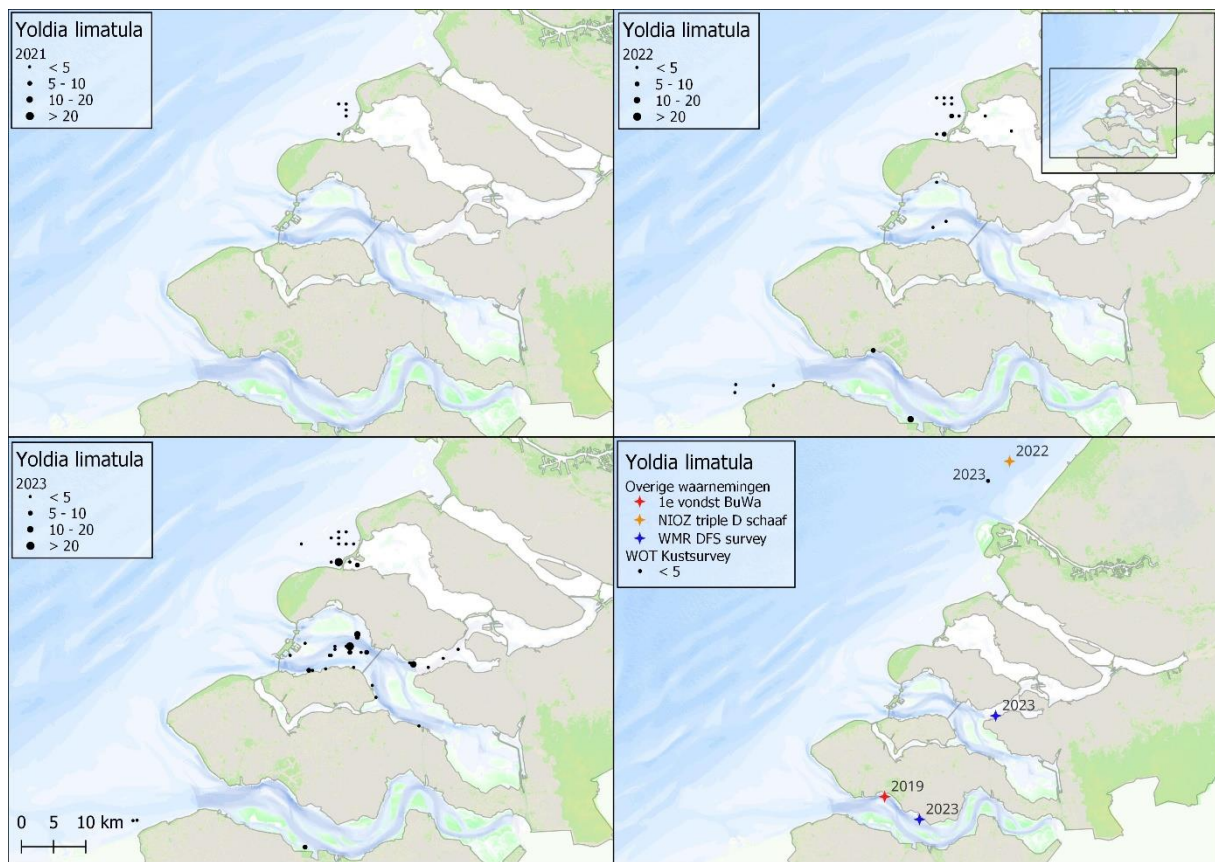
Na de eerste vondst in de MWTL bemonstering in 2017 is de soort in de jaarlijkse WOT schelpdiermonitoring pas voor het eerst aangetroffen in het voorjaar van 2021. Dit betrof meerdere exemplaren op meerdere locaties in het Brouwershavense Gat in de Voordelta (Figuur 4.6). In de jaren hierna is de soort op steeds meer locaties gevonden tijdens diverse schelpdier surveys en aanverwante onderzoeken (Figuur 4.5).

Binnen de WOT schelpdiermonitoring in het voorjaar van 2022 werden meer waarnemingen gedaan in de Voordelta en ook andere gebieden: het Grevelingenmeer en de Oosterschelde (beide Westelijk deel) en de Westerschelde (nabij Terneuzen). De exemplaren in de Grevelingen en Oosterschelde zijn aangetroffen met de hydraulische happer tijdens de najaarsinventarisaties met de YE42 in de deltawateren (zie paragraaf 2.4. en Troost *et al.*, 2023). De exemplaren in de Westerschelde zijn gevonden met het kokkelschepje (zie paragraaf 2.4. en Troost *et al.*, 2023). In 2022 is tijdens de WOT kustsurvey een aantal aanvullende locaties bemonsterd in de Westerscheldemonding, op drie locaties daarvan is de gladde snavelneut aangetroffen, in de omgeving van Cadzand.

In 2023 is het verspreidingsgebied verder uitgebreid naar alle eerder genoemde watersystemen in de deltawateren (Figuur 4.6). Daarnaast zijn in 2023 tijdens de WOT kustsurvey een aantal aanvullende locaties bemonsterd in de Westerscheldemonding, waarbij wederom op twee locaties de gladde snavelneut is aangetroffen nabij Cadzand. Buiten de zuidwestelijke delta is een exemplaar aangetroffen nabij Scheveningen. Dit is op 6 km ten zuidwesten van de locatie waar het NIOZ in 2022 het meest noordelijke exemplaar gevonden heeft.

De meest noordelijke waarneming van de gladde snavelneut tot nu toe is gedaan tijdens de bemonstering van een voormalig zandwingebied nabij Scheveningen. Dit betrof de bemonstering met de 'triple D' benthosschaaf van het NIOZ (in veld Q16H op 52° 6' 30.384" N 4° 4' 12.108" E) in februari 2022 (Witbaard & Craeymeersch, 2023)(Figuur 4.6 rechtsonder).

Naast de exemplaren die zijn aangetroffen in schaa- en hapbemonsteringen door WMR en NIOZ zijn tijdens de Demersal Fish Survey (DFS) ook meerdere exemplaren aangetroffen (Figuur 4.6, rechtsonder). Dit betrof een locatie op zowel de Oosterschelde als de Westerschelde. Deze waarnemingen zijn opvallend in een survey welke gericht is op garnaal en juveniele platvis. De bemonstering vindt met een standaard garnalentuig plaats dat weinig tot geen bodemmateriaal opvist.



Figuur 4.6. De verspreiding van de gladde snavelneut in de Nederlandse zoute kustwateren. Voor de jaren 2021, 2022 en 2023 wordt ingezoomd op het gebied waar tot nu de meeste vondsten zijn gedaan in de WOT schelpdiersurveys. Rechtsonder worden overige waarnemingen weergegeven: door BuWa = Bureau Waardenburg, NIOZ en WMR: de Demersal Fish Survey en één punt uit de WOT kustsurvey buiten het focusgebied.

4.5 Brakwaterkorfschelp

4.5.1 Inleiding

De brakwaterkorfschelp (*Potamocorbula amurensis*) (Figuur 4.7) is in Nederland voor het eerst waargenomen in maart 2018 in de Westerschelde (Dumoulin & Langerart, 2020; Kattenwinkel, 2019). In de Waddenzee is voorsnog slechts één exemplaar gevonden, in juli 2022. De vrees bestaat echter dat de soort zich hier sterk gaat uitbreiden, mogelijk met ingrijpende gevolgen, aangezien de brakwaterkorfschelp op de lijst met 100 gevaarlijkste invasieve soorten van de IUCN staat (Invasive Species Specialist Group of the World Conservation Union; GISD, 2024). De soort kan een gevaar vormen voor andere schelpdiersoorten en via concurrentie om voedsel en ruimte en zo de hele bodemdiergemeenschap veranderen.

4.5.2 Biologie

De brakwaterkorfschelp heeft een karakteristiek uiterlijk met twee ongelijke kleppen die een overbeet vormen en niet sluitend zijn. In het Engels wordt de soort daarom ook wel 'overbite clam' genoemd. De kleur is lichtgeel bij juveniele exemplaren welke met leeftijd verandert naar een lichtbruine/roestbruine kleur. De maximum schelplengte bedraagt tenminste 30 mm. De soort komt voor in alle sedimenttypen binnen intergetijdengebieden en is goed bestand tegen vervuilde milieus.



Figuur 4.7. Brakwaterkorfschelp (*P. amurensis*). Foto door Jetze van Zwol.

De brakwaterkorfschelp kan zich al voortplanten vanaf 4 mm en bij een leeftijd van enkele maanden oud (Nicolini & Penry, 2000). In reactie op een verbeterd voedselaanbod kan de soort zich snel voortplanten. Bij de voortplanting kan het schelpdier zo'n 45.000 tot 220.000 eitjes tegelijk loslaten in de waterkolom waardoor het zich explosief kan uitbreiden. De larven zijn zeer goed bestand tegen sterke wisselingen in saliniteit. Dit alles maakt dat de soort relatief goed uitgerust is om introducties in nieuwe gebieden te overleven en zich daar sterk uit te breiden (Nicolini & Penry, 2000; Thompson & Parchaso, 2012).

Gezien zijn voorkeur voor een brakke omgeving (Baumsteiger *et al.*, 2017; Dumoulin & Langerart, 2020; Nicolini & Penry, 2000; Thompson *et al.*, 2022) is het onwaarschijnlijk dat de soort zich gaat verspreiden door de hele Waddenzee. Lokaal zouden echter hoge dichtheden kunnen ontstaan in de brakkere gebieden zoals de Eems en nabij de Afsluitdijk.

4.5.3 *Herkomst en eerste vondst in Nederland*

De brakwaterkorfschelp heeft een Aziatische achtergrond en komt van nature voor langs de oostelijke kust van Rusland, Japan, Korea en China tussen 22° en 53° Noorderbreedte (Cohen & Carlton, 1995). De eerste beschreven introductie vond plaats in de baai van San Francisco waar de soort zich vanaf 1986 gevestigd heeft op een zeer invasieve manier.

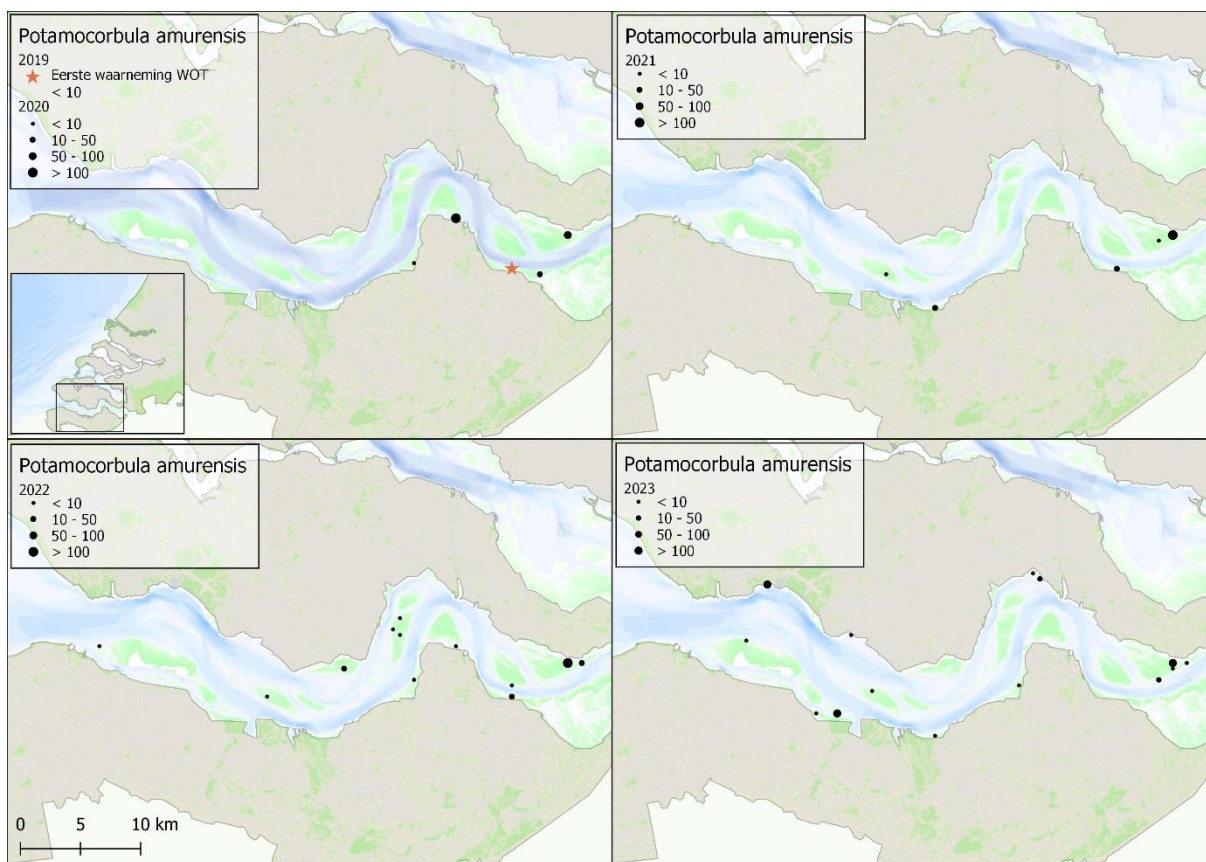
De eerste exemplaren in Nederland en Europa zijn gevonden in 2018 rond de grens van de Nederlandse Westerschelde en de Belgische Beneden-Zeeschelde. Vermoedelijk zijn ze hier geïntroduceerd middels ballastwater (Dumoulin & Langerart, 2020; Kattenwinkel, 2019). In 2019 zijn de eerste exemplaren aangetroffen binnen de WOT schelpdiermonitoring in de Westerschelde.

4.5.4 *Huidige verspreiding*

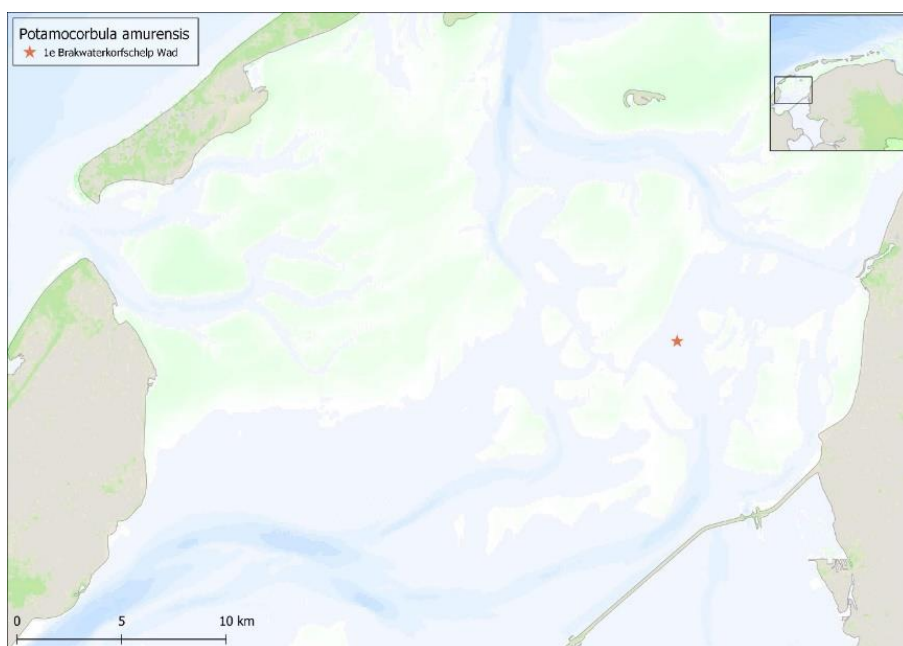
Na de eerste vondst binnen de WOT schelpdiermonitoring in 2019 in de Westerschelde, heeft de soort zich binnen hetzelfde watersysteem verder uitgebreid naar meerdere locaties (Figuur 4.8). De hoogste dichtheid die is aangetroffen bedraagt 358 individuen per vierkante meter (2020).

Het eerste exemplaar in de Waddenzee is aangetroffen in 2022 tijdens de jaarlijkse monitoring van bodemdieren in de voor visserij gesloten gebieden in de westelijke Waddenzee (het MEGMA onderzoek, Craeymeersch *et al.*, 2022). Het kwam uit een monster genomen met de zuigkor waarmee een totaal oppervlak van ca. 20-30 m² bemonsterd wordt. Deze bemonsteringsmethodiek biedt hierdoor een grote kans op het aantreffen van zeldzame soorten. Het dier had een schelpenlengte van 20 mm en woog 21 gram (nat, inclusief de schelp). Het werd gevonden op locatie 53°08'52.494 NB, 5°16'44.993 OL, nabij Harlingen (Figuur 4.9). Dit is de eerste vondst in de Waddenzee en de tot nu toe meest noordelijke

locatie in Noordwest Europa. In 2023 is de soort niet aangetroffen in de Waddenzee. Daarmee is het nog niet zeker of de soort zich hier ook gevestigd heeft (en zich zelfstandig voortplant).



Figuur 4.8. Verspreiding van de brakwaterkorschelp in de Westerschelde.



Figuur 4.9. Eerste vondst van de brakwaterkorschelp in de Waddenzee in juli 2022.

Dankwoord

Wij zijn zoals altijd veel dank verschuldigd aan de medewerkers van de Waddenunit en visserijkundig ambtenaren van het Ministerie van LNV en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), de bemanningen van de schepen van de Rijksrederij en Roem van Yerseke (YE42) en Bote Teerling.

Verantwoording

Rapport CVO 24.008

Projectnummer: 4311208025 t/m 4311208027

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De hoofdtekst is geschreven door K. Troost met bijdragen van de overige auteurs. Hoofdstuk 4 "Uitgelicht" is geschreven door J. van Zwol en K. Troost. De kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en hoofd CVO.

Akkoord: Dr. E. de Froe
Onderzoeker

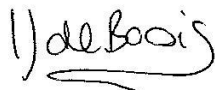
Handtekening:



Datum: 4 april 2024

Akkoord: Ing. I.J. de Boois
Hoofd Centrum voor Visserijonderzoek

Handtekening:



Datum: 4 april 2024

Literatuur

- Baumsteiger, J. Schroeter, R. E., O'Rear, T. A., Cook, J. D., & Moyle, P. B. (2017) Long-term surveys show invasive overbite clams (*Potamocorbula amurensis*) are spatially limited in Suisun Marsh, California. *San Francisco Estuary and Watershed Science*, 15(2).
<https://doi.org/10.15447/sfews.2017v15iss2art6>
- Barry, P.J., J. Dyson & G.H. Engelhard (2024) First record of non-native *Yoldia limatula* (Say, 1831) in the United Kingdom: evidence of a newly established population (Bivalvia: Protobranchia). *BioInvasions Records* 13(1): 57–68
- Bender, K. & Davis, W. R. (1984) The effect of feeding by *Yoldia limatula* on bioturbation. *Ophelia*, 23(1), 91–100. <https://doi.org/10.1080/00785236.1984.10426606>
- Cohen, A. N. & Carlton, J. T. (1995) Nonindigenous Aquatic Species in a United States Estuary: A Case Study of the Biological Invasions of the San Francisco Bay and Delta. Report for the United States Fish and Wildlife Service, Washington DC, and the National Sea Grant College Program Connecticut (NOAA Grant Number NA36RG0467). Report No. PB96-166525
- Craeymeersch, J. A., Faasse, M. A., Gheerardyn, H., Troost, K., Nijland, R., Engelberts, A., Perdon, K. J., Van den Ende, D. & Van Zwol, J. (2019) First records of the dwarf surf clam *Mulinia lateralis* (Say, 1822) in Europe. *Marine Biodiversity Records*, 12(5). <https://doi.org/10.1186/s41200-019-0164-7>
- Craeymeersch, J., Troost, K., van den Ende, D., van Es, Y., van Asch, M., Perdon, J., Glorius, S., & van Stralen, M. (2022). Ontwikkeling van bodemdieren in de voor mosselzaad - en garnalenvisserij gesloten gebieden in de westelijke Waddenzee. Wageningen Marine Research rapport C046/22
- Craeymeersch, J. (2021) Wanneer bereikt de gladde snavelneut de Waddenzee?
<https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/marine-research/show-marine/wanneer-bereikt-de-gladde-snavelneut-de-waddenzee.htm>
- De Kisangani, A.F. & Kerckhof, F. (2020) De Gladde snavelneut *Yoldia limatula* (Say, 1831), een nieuwe geïntroduceerde soort in de Belgische mariene fauna. *De Strandvlo*, 40(3), 88–93.
- De Vlas, J., Brinkman, A.G., Buschbaum, C., Dankers, N., Herlyn, M., Kristensen, P.S., Millat, G., Ruth, M., Steenbergen, J., Wehrmann, A., 2005. Intertidal Blue Mussel Beds. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Driessen, F., Van Looijengoed, W. & De Bruyne, R. (2020) De Gladde snavelneut, een nieuwe tweekleppige in Nederland. Stichting ANEMOON, Waardenburg Ecology. <https://www.naturetoday.com/nl/nl/nature-reports/message/?msg=26297>
- Dumoulin, E. & Langerart, W. (2020). De brakwaterkorschelp *Potamocorbula amurensis* (Schrenck, 1861) (Bivalvia, Myida, Corbulidae), een nieuwkomer in het Schelde-estuarium, of het begin van een lang verhaal. *De Strandvlo* 40(4): 113–172.
- Ens, B.J., Smaal, A.C., De Vlas, J., 2004. The effects of shellfish fishery on the ecosystems of the Dutch Wadden Sea and Oosterschelde : final report on the second phase of the scientific evaluation of the Dutch shellfish fishery policy (EVA II). Alterra rapport 1011, RIVO rapport C056/04, RIKZ-rapport RKZ/2004.031
- Escaravage, V. (2024) Bodemdieren in de buitendelta van de Westerschelde: ruimtelijke verspreiding en relatie met omgevingsfactoren. Een kwantitatieve, vergelijkende analyse van de bemonsteringen met de bodemschaaf en de boxcorer in 2022. Wageningen Marine Research rapport C010/24.
- Gismann, L., Wenke, L. K., Uhler, C., Martínez Arbizu, P. & Wehrmann, A. (2023) Status and occurrence of the non-indigenous dwarf surf clam *Mulinia lateralis* (Say, 1822) in the central Wadden Sea (southern North Sea)—a systematic survey. *Marine Biodiversity*, 53:83. <https://doi.org/10.1007/s12526-023-01381-w>
- GISD (Global Invasive Species Database) 2024. Species profile *Potamocorbula amurensis*.
<https://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=136> (27 Maart 2024)
- Gittenberger, A., M. Rensing, A. D´Hont, N. Schrieken, & H. Stegenga (2018) Schelpdier Afhankelijke Soorten Inventarisatie: SASI's van MZI's in de Oosterschelde en in het Brouwershavense gat, zomer 2018. GiMaRIS rapport 2018_34
- Goudswaard, P.C., Perdon, K.J., Kesteloo, J.J., Jol, J., Van Zweeden, C., Jansen, J.M., 2009. Mesheften (*Ensis directus*), Strandschelpen (*Spisula subtruncata*), Kokkels (*Cerastoderma edule*), Mosselen (*Mytilus*

- edulis*) en Otterschelpen (*Lutraria lutraria*) in de Nederlandse kustwateren in 2009. IMARES. Rapport C086/09.
- Kamermans, P., Kesteloo, J., Baars, D., 2003. Eindrapport EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase). Deelproject H2: Evaluatie van de geschatte omvang en ligging van kokkelbestanden in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde. Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV. RIVO Rapport C054/03. Yerseke.
- Kattenwinkel, L. (2019). Eerste waarneming van de Brakwatercorbula *Potamocorbula amurensis* (Schrenk, 1861) in Europa. *Spirula*, 419: 33–36.
- Klunder, L., Lavaleye, M., Schaars, L. K., Dekker, R., Holthuisen, S. & van der Veer, H. W. (2019) Distribution of the dwarf surf clam *Mulinia lateralis* (Say, 1822) in the Wadden Sea after first introduction. *BioInvasions Records*, 8(4), 818–827. <https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.4.10>
- Markert, A., Wehrmann, A., Kröncke, I., 2009. Recently established *Crassostrea*-reefs versus native *Mytilus*-beds: differences in ecosystem engineering affects the macrofaunal communities (Wadden Sea of Lower Saxony, southern German Bight). *Biological Invasions*. Available online: DOI 10.1007/s10530-009-9425-4, 18 pp.
- Nicolini, M. H. & Penry, D. L. (2000) Spawning, Fertilization, and Larval Development of *Potamocorbula amurensis* (Mollusca: Bivalvia) from San Francisco Bay. *Pacific Science* 54 (4): 377-388.
- Santos, S. L. & Simon, J. L. (1980) Response of Soft-Bottom Benthos to Annual Catastrophic Disturbance in a South Florida Estuary. *Marine Ecology Progress Series* 3: 347-355.
- Thompson, J. (2022) *Potamocorbula amurensis* (Amur River clam). CABI Compendium, Issue 736: Compendia Datasheets. [HTTPS://WWW.CABI.ORG/ISC/DATASHEET/107736](https://www.cabi.org/isc/datasheet/107736)
- Thompson, J.K. and F. Parchaso (2012). Conceptual Model for *Potamocorbula amurensis*. DRERIP Conceptual Model. Sacramento (CA). Ecosystem Restoration Program. http://www.dfg.ca.gov/erp/conceptual_models.asp
- Troost, K., Van Asch, M., Brummelhuis, E.B.M., Van den Ende, D., Perdon, J., Van Zweeden, C., Van Zwol, J., Van der Pool, J., Van Es, Y., (2022a). Handboek bestandsopnames schelpdieren WOT. Versie 4, december 2022. . Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) - Wageningen Marine Research. CVO rapport 22.017
- Troost, K., Van Asch, M., Brummelhuis, E.B.M., Van den Ende, D., Van Es, Y., Perdon, K.J., Van der Pool, J., Van Zweeden, C., Van Zwol, J. (2021) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020. Stichting Wageningen Research - Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) en Wageningen Marine Research. CVO rapport 21.001.
- Troost, K., Van Asch, M., Cheng, C.H., Craeymeersch, J.A. (2022b) Mogelijkheden voor aanpassing jaarlijkse kokkelinventarisatie aan extreme zomersterfte. Stichting Wageningen Research - Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) en Wageningen Marine Research. CVO rapport 22.021.
- Troost, K., Van Asch, M., Cornelisse, S., Glorius, S., Van den Ende, D., Van Es, Y., Keur, M., Perdon, K.J., Van der Pool, J., Suykerbuyk, W., Van Zweeden, C., Van Zwol, J. (2023) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2022. Stichting Wageningen Research - Centrum voor Visserijonderzoek. CVO rapport 23.009.
- Troost, K., Van Asch, M., Van den Ende, D., Van Es, Y., Perdon, J., van der Pool, J., Suykerbuyk, W., van Zweeden, C., van Zwol, J. (2022c). Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021. Stichting Wageningen Research - Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) en Wageningen Marine Research. CVO rapport 22.011.
- Tulp, I., Prins, T. C., Craeymeersch, J. A. M., Ijff, S., & Van Der Sluis, M. T. (2019) Syntheserapport PMR NCV. Wageningen Marine Research & Deltares. WMR rapport C014/18. <https://doi.org/10.18174/496768>
- Twisk, F., 1990. Groei en sterfte van overjarige kokkels in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat DGW. Notitie GWWS-90.13093.
- Van den Ende, D., Van Asch, M., Van Stralen, M.R., Troost, K., 2023. Inventarisatie van het wilde sublitorale mosselbestand van de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2023. Wageningen Marine Research. WUR rapport C013/23.
- Van Stralen, M.R., 1990. Het kokkelbestand in de Oosterschelde en de Waddenzee in 1990. RIVO (Rijks Instituut voor Visserij Onderzoek). RIVO rapport AQ 90 - 03.
- Van Zweeden, C., Troost, K., Van den Ende, D., Van Stralen, M.R., 2011. Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2011.

- Waser, A.M., Deuzeman, S., Wa Kang'eri, A.K., Van Winden, E., Postma, J., De Boer, P., Van der Meer, J., Ens, B.J., 2016. Impact on bird fauna of a non-native oyster expanding into blue mussel beds in the Dutch Wadden Sea. *Biological Conservation* 202, 39-49.
- Westinga, E., Troost, K., Nasimiyu, L.B., Budde, P.E., Vrieling, A., 2020. Rapid cloud-based temporal compositing of Sentinel-1 radar imagery for epibenthic shellfish inventory. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 250, 107115.
- Witbaard, R. & Craeymeersch, J. (2023). Littekens op de zeebodem: Een onderzoek naar de faunistische effecten op lange termijn van diepe zandwinning voor de Nederlandse kust. NIOZ report 2023-01. <https://edepot.wur.nl/590094https://doi.org/10.25850/nioz/7b.b.8d>
- Wolff W.J. (2005). Non-indigenous marine and estuarine species in The Netherlands. *Zoologische Mededelingen* 79: 1-116.
- Zardus, J. D. (2002). Protobranch bivalves. *Advances in Marine Biology* 42: 1-65. [https://doi.org/10.1016/s0065-2881\(02\)42012-3](https://doi.org/10.1016/s0065-2881(02)42012-3)

Bijlage A: Overzicht gerapporteerde voorlopige schattingen 2023

Tabel A1. Overzicht van de per brief gerapporteerde voorlopige bestandsschattingen. Alle bestandsschattingen zijn weergegeven in miljoen kilo. Voor kokkels is dit oogstbaar vleesgewicht aanwezig op 1 september. Voor de overige soorten is het totaal versgewicht (inclusief schelp) in het voorjaar. De arealen betreffen de totalen van alle banken die aangemerkt kunnen worden als resp. oester- en mosselbank, dus inclusief de gemengde banken. Bij schattingen die sinds de briefrapportage zijn aangepast is een toelichting geplaatst.

| Datum | Briefnummer | Gebied(en) | Soort(en) | Bestand (milj.kg) | Areaal (ha) |
|-------------|-------------|---------------|--|-------------------|--------------------|
| 31 mei | 2309641 | Oosterschelde | Kokkel (<i>C. edule</i>) | 5,9 | |
| | | Westerschelde | | 1,5 | |
| | | Oosterschelde | Filipijnse tapijtschelp (<i>R. philippinarum</i>) ¹ | 9,3 | |
| 28 juni | 2312635 | Waddenzee | Kokkel (<i>C. edule</i>) | 16,9 | |
| 6 september | 2328564 | Kustzone | Zwaardschede (<i>Ensis</i> sp.) | 416,9 | |
| | | | Halfgeknotte strandschelp (<i>S. subtruncata</i>) | 1.089,8 | |
| 11 oktober | 2335774 | Waddenzee | Japanse oester (<i>C. gigas</i>) | 77,2 | 1.747 ² |
| | | | Mossel (<i>M. edulis</i>) | 34,6 | 1.310 ² |

¹ Dit is nog exclusief het bestand aangetroffen binnen de oesterbanken die in oktober-november pas bemonsterd zijn.

² Iets bijgesteld als gevolg van reconstructies.

Bijlage B: Aangetroffen soorten

Tabel B1. Alle soorten aangetroffen in de kustzone van de Noordzee in 2023, gesorteerd op de Nederlandse naam.

| Nederlandse naam | Wetenschappelijke naam | Klasse | N stations aangetroffen (totaal = 885) |
|---|------------------------------------|--------------|--|
| Afgeknotte gaper | <i>Mya truncata</i> | Bivalvia | 8 |
| Amerikaanse boormossel | <i>Petricola pholadiformis</i> | Bivalvia | 14 |
| Amerikaanse strandschelp | <i>Mulinia lateralis</i> | Bivalvia | 2 |
| Artemisschelp | <i>Dosinia exoleta</i> | Bivalvia | 3 |
| Blauwpootzwemkrab | <i>Liocarcinus depurator</i> | Malacostraca | 7 |
| Breedpootkrab | <i>Portumnus latipes</i> | Malacostraca | 94 |
| Brokkelster | <i>Ophiothrix fragilis</i> | Ophiuroidea | 21 |
| Cirkelronde krab | <i>Atelecyclus rotundatus</i> | Malacostraca | 1 |
| Draadarmige slangster | <i>Amphiura filiformis</i> | Ophiuroidea | 13 |
| Erwtenskrabbetje | <i>Pinnotheres pisum</i> | Malacostraca | 7 |
| Filipijnse tapijtschelp | <i>Ruditapes philippinarum</i> | Bivalvia | 2 |
| Gemarmerde zwemkrab | <i>Liocarcinus marmoreus</i> | Malacostraca | 1 |
| Gevlochten fuikhoorn | <i>Tritia reticulatus</i> | Gastropoda | 254 |
| Gewimperde zwemkrab | <i>Liocarcinus navigator</i> | Malacostraca | 89 |
| Gewone heremietkreeft | <i>Pagurus bernhardus</i> | Malacostraca | 180 |
| Gewone porceleinkrab | <i>Pisidia longicornis</i> | Malacostraca | 8 |
| Gewone slangster | <i>Ophiura ophiura</i> | Ophiuroidea | 605 |
| Gewone zeeappel | <i>Psammechinus miliaris</i> | Echinoidea | 31 |
| Gewone zwemkrab | <i>Liocarcinus holsatus</i> | Malacostraca | 575 |
| Gladde snavelneut | <i>Yoldia limatula</i> | Bivalvia | 11 |
| Glanzende tepelhoren | <i>Euspira nitida</i> | Gastropoda | 93 |
| Grof geribde fuikhoren | <i>Tritia nitidus</i> | Gastropoda | 97 |
| Grote strandschelp | <i>Mactra stultorum</i> | Bivalvia | 29 |
| Grote tepelhoren | <i>Euspira catena</i> | Gastropoda | 157 |
| Halfgeknotte strandschelp | <i>Spisula subtruncata</i> | Bivalvia | 375 |
| Helmkrab | <i>Corystes cassivelaunus</i> | Malacostraca | 136 |
| Hemigrapsus (penseel- en blaasjeskrabben) | <i>Hemigrapsus (spec.)</i> | Malacostraca | 6 |
| Hooiwagenkrab | <i>Macropodia (spec.)</i> | Malacostraca | 13 |
| Japanse oester | <i>Crassostrea gigas</i> | Bivalvia | 1 |
| Kamster | <i>Astropecten irregularis</i> | Asteroidea | 122 |
| Kleine heremietkreeft | <i>Diogenes pugilator</i> | Malacostraca | 243 |
| Kleine kiezelkrab | <i>Ebalia cranchii</i> | Malacostraca | 2 |
| kleine slangster | <i>Ophiura albida</i> | Ophiuroidea | 335 |
| Kokerwormkrabbetje | <i>Asthenognathus atlanticus</i> | Malacostraca | 7 |
| Kokkel | <i>Cerastoderma edule</i> | Bivalvia | 3 |
| Korfschelp | <i>Corbula gibba</i> | Bivalvia | 1 |
| Melkwitte arkschelp | <i>Striarca lactea</i> | Bivalvia | 1 |
| Moddergarnaal | <i>Callianassa (spec.)</i> | Malacostraca | 13 |
| Mossel | <i>Mytilus edulis</i> | Bivalvia | 12 |
| Muiltje | <i>Crepidula fornicata</i> | Gastropoda | 68 |
| Nagelkrab | <i>Thia scutellata</i> | Malacostraca | 201 |
| Nonnetje | <i>Macoma balthica</i> | Bivalvia | 194 |
| Noorse hartschelp | <i>Laevicardium crassum</i> | Bivalvia | 2 |
| Otterschelp | <i>Lutraria lutraria</i> | Bivalvia | 262 |
| Ovaalronde krab | <i>Atelecyclus undecimdentatus</i> | Malacostraca | 5 |
| Ovale strandschelp | <i>Spisula elliptica</i> | Bivalvia | 57 |
| Papierschelp (gewone) | <i>Thracia phaseolina</i> | Bivalvia | 1 |
| Platte slijkgaper | <i>Scrobicularia plana</i> | Bivalvia | 4 |
| Platte zeeuwse oester | <i>Ostrea edulis</i> | Bivalvia | 1 |

| Nederlandse naam | Wetenschappelijke naam | Klasse | N stations aangetroffen (totaal = 885) |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| Pokken (spec) | <i>Balanoidea</i> | Maxillopoda | 1 |
| Prismatische dunschaal | <i>Abra prismatica</i> | Bivalvia | 6 |
| Rechtsgestreepte platschelp | <i>Fabulina fabula</i> | Bivalvia | 277 |
| Ronde komschelp | <i>Diplodonta rotundata</i> | Bivalvia | 4 |
| Stevige strandschelp | <i>Spisula solida</i> | Bivalvia | 104 |
| Stralende platschelp | <i>Moerella donacinus</i> | Bivalvia | 1 |
| Strandgaper | <i>Mya arenaria</i> | Bivalvia | 25 |
| Strandkrab | <i>Carcinus maenas</i> | Malacostraca | 82 |
| Tapijtschelp (gewone) | <i>Venerupis corrugata</i> | Bivalvia | 36 |
| Tere platschelp | <i>Macomangulus tenuis</i> | Bivalvia | 131 |
| Venusschelp | <i>Chamelea striatula</i> | Bivalvia | 361 |
| Wenteltrap | <i>Epitonium clathrus</i> | Gastropoda | 5 |
| Witte boormossel | <i>Barnea candida</i> | Bivalvia | 2 |
| Witte dunschaal | <i>Abra alba</i> | Bivalvia | 204 |
| Wulk | <i>Buccinum undatum</i> | Gastropoda | 2 |
| Zaagje | <i>Donax vittatus</i> | Bivalvia | 338 |
| Zeeanemonen | <i>Actinaria</i> | Anthozoa | 310 |
| Zeester | <i>Asterias rubens</i> | Asteroidea | 362 |
| Zwaardschede | <i>Ensis (spec.)</i> | Bivalvia | 693 |

Tabel B2. Alle soorten aangetroffen op de droogvallende platen van de Waddenzee in 2023, gesorteerd op de Nederlandse naam.

| Nederlandse naam | Wetenschappelijke naam | Klasse | N stations aangetroffen (totaal = 1187) |
|---|-----------------------------------|----------------|---|
| Alikruik | <i>Littorina littorea</i> | Gastropoda | 98 |
| Amerikaanse boormossel | <i>Petricolaria pholadiformis</i> | Bivalvia | 7 |
| Amerikaanse strandschelp | <i>Mulinia lateralis</i> | Bivalvia | 149 |
| Brokkelster | <i>Ophiothrix fragilis</i> | Ophiuroidea | 1 |
| Filipijnse tapijtschelp | <i>Ruditapes philippinarum</i> | Bivalvia | 39 |
| Gewone heremietkreeft | <i>Pagurus bernhardus</i> | Malacostraca | 6 |
| Gewone slangster | <i>Ophiura ophiura</i> | Ophiuroidea | 3 |
| Gewone tapijtschelp (inheems) | <i>Venerupis corrugata</i> | Bivalvia | 5 |
| Halfgeknotte strandschelp | <i>Spisula subtruncata</i> | Bivalvia | 5 |
| Hemigrapsus (penseel- en blaasjeskrabben) | <i>Hemigrapsus (spec.)</i> | Malacostraca | 69 |
| Japanse oester | <i>Magallana gigas</i> | Bivalvia | 130 |
| Keverslak | <i>Lepidochitona cinerea</i> | Polyplacophora | 3 |
| Kokkel | <i>Cerastoderma edule</i> | Bivalvia | 615 |
| Mossel | <i>Mytilus edulis</i> | Bivalvia | 245 |
| Muiltje | <i>Crepidula fornicata</i> | Gastropoda | 32 |
| Nonnetje | <i>Macoma balthica</i> | Bivalvia | 703 |
| Noordzeekrab | <i>Cancer pagurus</i> | Malacostraca | 3 |
| Platte slijkgaper | <i>Scrobicularia plana</i> | Bivalvia | 123 |
| Pokken (spec.) | <i>Balanoidea</i> | Arthropoda | 115 |
| Rechtsgestreepte platschelp | <i>Fabulina fabula</i> | Bivalvia | 2 |
| Strandgaper | <i>Mya arenaria</i> | Bivalvia | 367 |
| Strandkrab | <i>Carcinus maenas</i> | Malacostraca | 304 |
| Tere dunschaal | <i>Abra tenuis</i> | Bivalvia | 14 |
| Tere platschelp | <i>Macomangulus tenuis</i> | Bivalvia | 13 |
| Witte boormossel | <i>Barnea candida</i> | Bivalvia | 2 |
| Witte dunschaal | <i>Abra alba</i> | Bivalvia | 2 |
| Zeeappel | <i>Psammechinus miliaris</i> | Echinoidea | 2 |
| Zeerups | <i>Lepidonotus squamatus</i> | Polychaeta | 1 |
| Zeester | <i>Asterias rubens</i> | Asteroidea | 21 |
| Zwaardschede | <i>Ensis (spec.)</i> | Bivalvia | 138 |

Tabel B3. Alle soorten aangetroffen in de deltawateren (Grevelingenmeer, Oosterschelde, Veerse meer en Westerschelde) in 2023, gesorteerd op de Nederlandse naam.

| Nederlandse naam | Wetenschappelijke naam | Klasse | N stations aangetroffen (van totaal) | | | |
|---|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| | | | Oosterschelde (815) | Westerschelde (266) | Veerse Meer (264) | Grevelingenmeer (218) |
| Afgeknotte gaper | <i>Mya truncata</i> | Bivalvia | 7 | | | |
| Alikruik | <i>Littorina littorea</i> | Gastropoda | 100 | | 12 | 9 |
| Amerikaanse boormossel | <i>Petricolaria pholadiformis</i> | Bivalvia | 9 | 1 | 4 | 2 |
| Amerikaanse oesterboorder | <i>Urosalpinx cinerea</i> | Gastropoda | 8 | | | 1 |
| Amerikaanse strandschelp | <i>Mulinia lateralis</i> | Bivalvia | 2 | 10 | 4 | 3 |
| Asgrauwe tolhoren | <i>Steromphala cineraria</i> | Gastropoda | 6 | | | |
| Bonte mantel | <i>Mimachlamys varia</i> | Bivalvia | | | | 10 |
| Brakwaterkokkel | <i>Cerastoderma glaucum</i> | Bivalvia | 1 | | 8 | 10 |
| Brakwaterkorfschelp | <i>Potamocorbula amurensis</i> | Bivalvia | | 14 | | |
| Brokkelster | <i>Ophiothrix fragilis</i> | Ophiuroidea | 49 | | 1 | |
| Filipijnse tapijtschelp | <i>Ruditapes philippinarum</i> | Bivalvia | 253 | 28 | 127 | 109 |
| Fluwelen zwemkrab | <i>Necora puber</i> | Malacostraca | 2 | | | |
| Gebochelde streepschelp | <i>Musculus discors</i> | Bivalvia | | | 6 | |
| Gevlochten fuikhoren | <i>Tritia reticulata</i> | Gastropoda | 50 | | 54 | 44 |
| Gewimperde zwemkrab | <i>Liocarcinus navigator</i> | Malacostraca | 49 | | | 6 |
| Gewone garnaal | <i>Crangon crangon</i> | Malacostraca | 2 | | 1 | |
| Gewone slangster | <i>Ophiura ophiura</i> | Ophiuroidea | 136 | 5 | | 1 |
| Gewone zwemkrab | <i>Liocarcinus holsatus</i> | Malacostraca | 27 | | | |
| Gladde snavelneut | <i>Yoldia limatula</i> | Bivalvia | 25 | 1 | | 2 |
| Grof geribde fuikhoren | <i>Tritia nitida</i> | Gastropoda | 10 | 1 | 50 | 9 |
| Grote heremietkreeft | <i>Pagurus bernhardus</i> | Malacostraca | | | | 1 |
| Halfgeknotte strandschelp | <i>Spisula subtruncata</i> | Bivalvia | 70 | 1 | | 3 |
| Harig porseleinkrabbetje | <i>Porcellana platycheles</i> | Malacostraca | 89 | | 1 | 12 |
| Hemigrapsus (penseel- en blaasjeskrabben) | <i>Hemigrapsus (spec.)</i> | Malacostraca | 110 | | 99 | 60 |
| Hooiwagenkrab | <i>Macropodia (spec.)</i> | Malacostraca | 45 | | | |
| Japanse oester | <i>Magallana gigas</i> | Bivalvia | 155 | | 65 | 64 |
| Japanse oesterboorder | <i>Ocenebra inornata</i> | Gastropoda | 71 | | 2 | 16 |
| Kleine heremietkreeft | <i>Diogenes pugilator</i> | Malacostraca | 4 | | | |
| Kleine slangster | <i>Ophiura albida</i> | Ophiuroidea | 47 | | | |
| Kokkel | <i>Cerastoderma edule</i> | Bivalvia | 277 | 77 | 5 | 21 |
| Korfschelp | <i>Varicorbula gibba</i> | Bivalvia | | | 40 | 11 |
| Moddergarnaal | <i>Callinassa (spec.)</i> | Malacostraca | 3 | | | |
| Mossel | <i>Mytilus edulis</i> | Bivalvia | 47 | | 68 | 25 |
| Muiltje | <i>Crepidula fornicata</i> | Gastropoda | 171 | | 37 | 48 |
| Nonnetje | <i>Macoma balthica</i> | Bivalvia | 139 | 131 | | 5 |
| Otterschelp | <i>Lutraria lutraria</i> | Bivalvia | 1 | | | |
| Platte slijkgaper | <i>Scrobicularia plana</i> | Bivalvia | 61 | 96 | 10 | 2 |
| Platte zeeuwse oester | <i>Ostrea edulis</i> | Bivalvia | 30 | | 7 | 44 |
| Porseleinkrab | <i>Pisidia longicornis</i> | Malacostraca | 7 | | 1 | |
| Rechtsgestreepte platschelp | <i>Fabulina fabula</i> | Bivalvia | 69 | 2 | | 6 |
| Ruig krabbetje | <i>Pilumnus hirtellus</i> | Malacostraca | 27 | | | |

| Nederlandse naam | Wetenschappelijke naam | Klasse | N stations aangetroffen (van totaal) | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|
| | | | Oosterschelde (815) | Westerschelde (266) | Veerse Meer (264) | Grevelingenmeer (218) |
| Schaalhorens | <i>Patella (spec.)</i> | Gastropoda | 38 | | | |
| Strandgaper | <i>Mya arenaria</i> | Bivalvia | 44 | 12 | 51 | 9 |
| Strandkrab | <i>Carcinus maenas</i> | Malacostraca | 167 | 5 | 18 | 24 |
| Tapijtschelp (gewone) | <i>Venerupis corrugata</i> | Bivalvia | 38 | | 2 | 11 |
| Tere dunschaal | <i>Abra tenuis</i> | Bivalvia | 34 | 14 | 1 | 4 |
| Tere hartschelp | <i>Acanthocardia paucicostata</i> | Bivalvia | 18 | | | 2 |
| Tere platschelp | <i>Macomangulus tenuis</i> | Bivalvia | 22 | 1 | | 1 |
| Witte dunschaal | <i>Abra alba</i> | Bivalvia | 56 | | | |
| Wulk | <i>Buccinum undatum</i> | Gastropoda | 1 | | | |
| Zaagje | <i>Donax vittatus</i> | Bivalvia | 1 | | | |
| Zeeappel | <i>Psammechinus miliaris</i> | Echinoidea | 60 | | | 2 |
| Zeeklit | <i>Echinocardium cordatum</i> | Echinoidea | 42 | | | |
| Zeester | <i>Asterias rubens</i> | Asteroidea | 23 | | | 1 |
| Zwaardschede | <i>Ensis (spec.)</i> | Bivalvia | 132 | 5 | 2 | 17 |

Bijlage C: Kaarten Kustzone


Figuur C1. grote zwaardscheden (*Ensis* sp.).


Figuur C2. kleine zwaardscheden (*Ensis* sp.).

Figuur C3. grote halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*).

Figuur C4. kleine halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*).

Voor bovenstaande soorten en vele andere (zoals bijvoorbeeld het zaagje en de otterschelp) zijn verspreidingskaarten en tijdreeksen voor alle jaren sinds aanvang van de monitoring te zien op de Schelpdiermonitor: www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 1: Schelpdieren in de Nederlandse kustzone.


 **WAGENINGEN**
UNIVERSITY & RESEARCH

Onderwijs & Opleidingen Onderzoek & Resultaten Waardecreatie & Samenwerking Zoeken 


Home > Schelpdiermonitor

Wageningen Marine Research presenteert haar meerjarige dataverzamelingen van het populatieverloop van deze schelpdieren in vijf subkaarten.


Binnen elke Monitor kunt u de verspreiding en het populatieverloop van diverse soorten schelpdieren (dichtheid en biomassa) in de zoute Nederlandse kustwateren op eenvoudige wijze inzien. U kunt zelf de gewenste soorten selecteren, en door de afzonderlijke jaren scrollen.




Monitor 1: Schelpdieren in de Nederlandse kustzone




Monitor 2: Schelpdieren in het sublitoraal van de Waddenzee



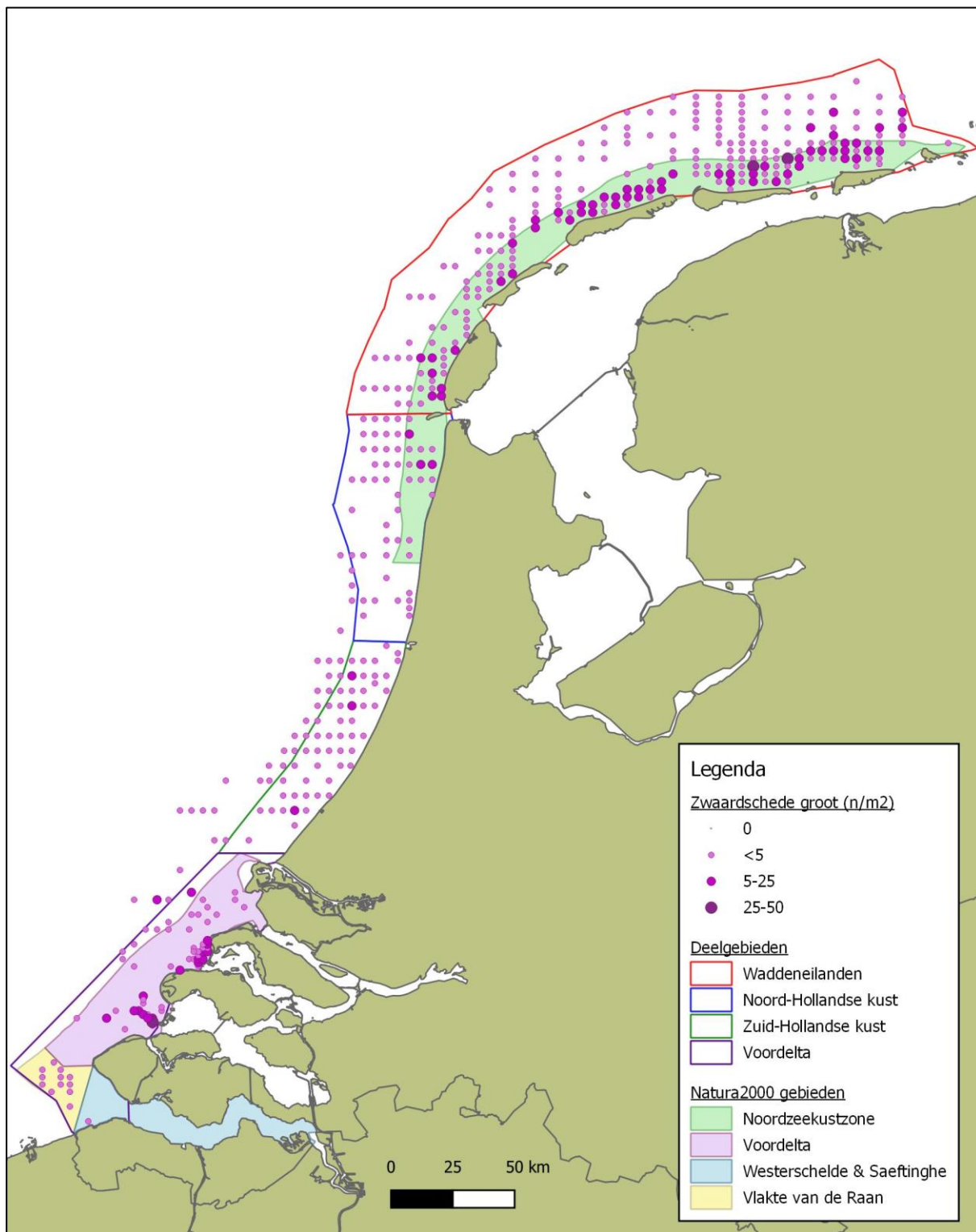
Monitor 3: Schelpdieren op de droogvallende platen van de Waddenzee



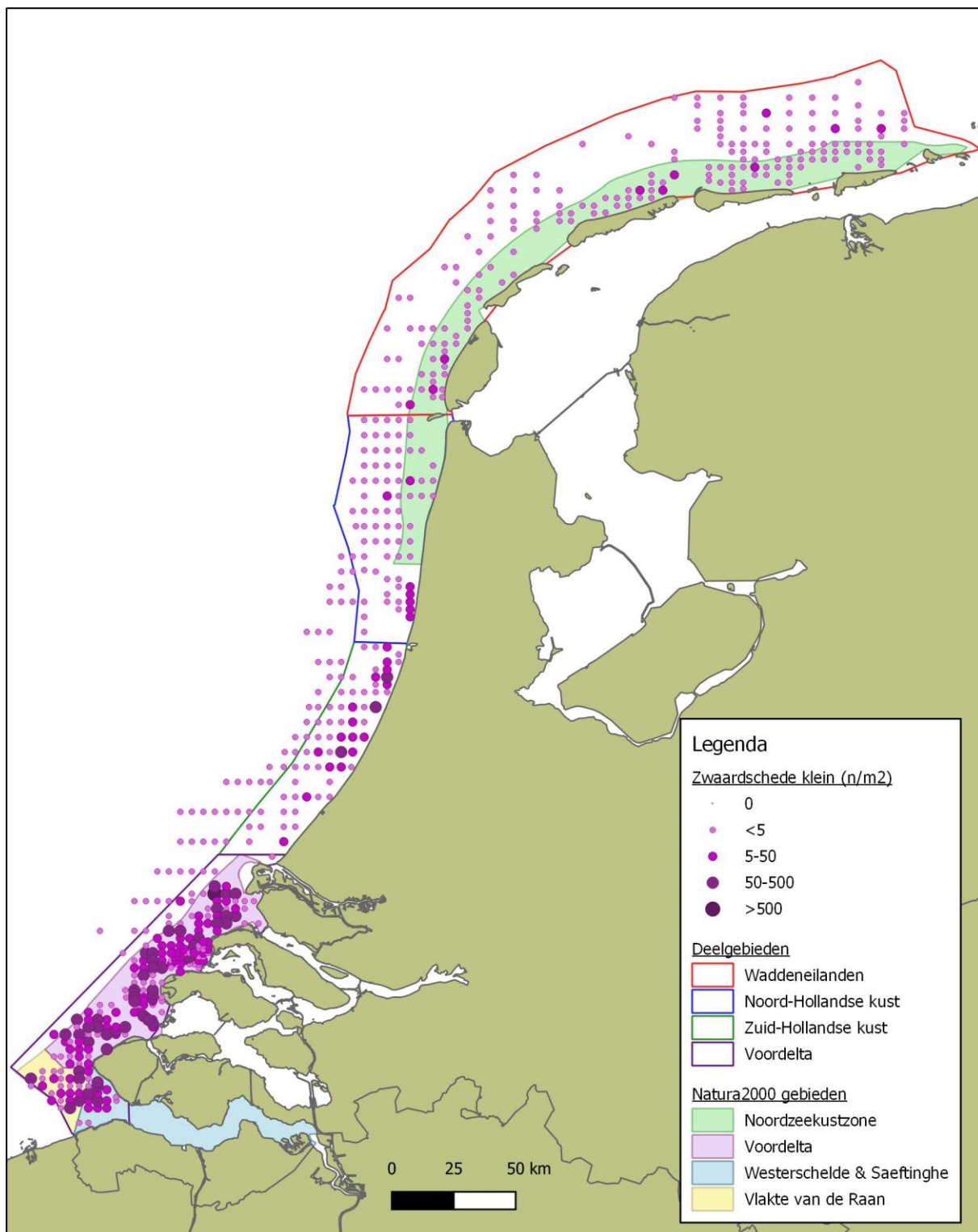
Monitor 4: Kartering van droogvallende schelpdierbanken



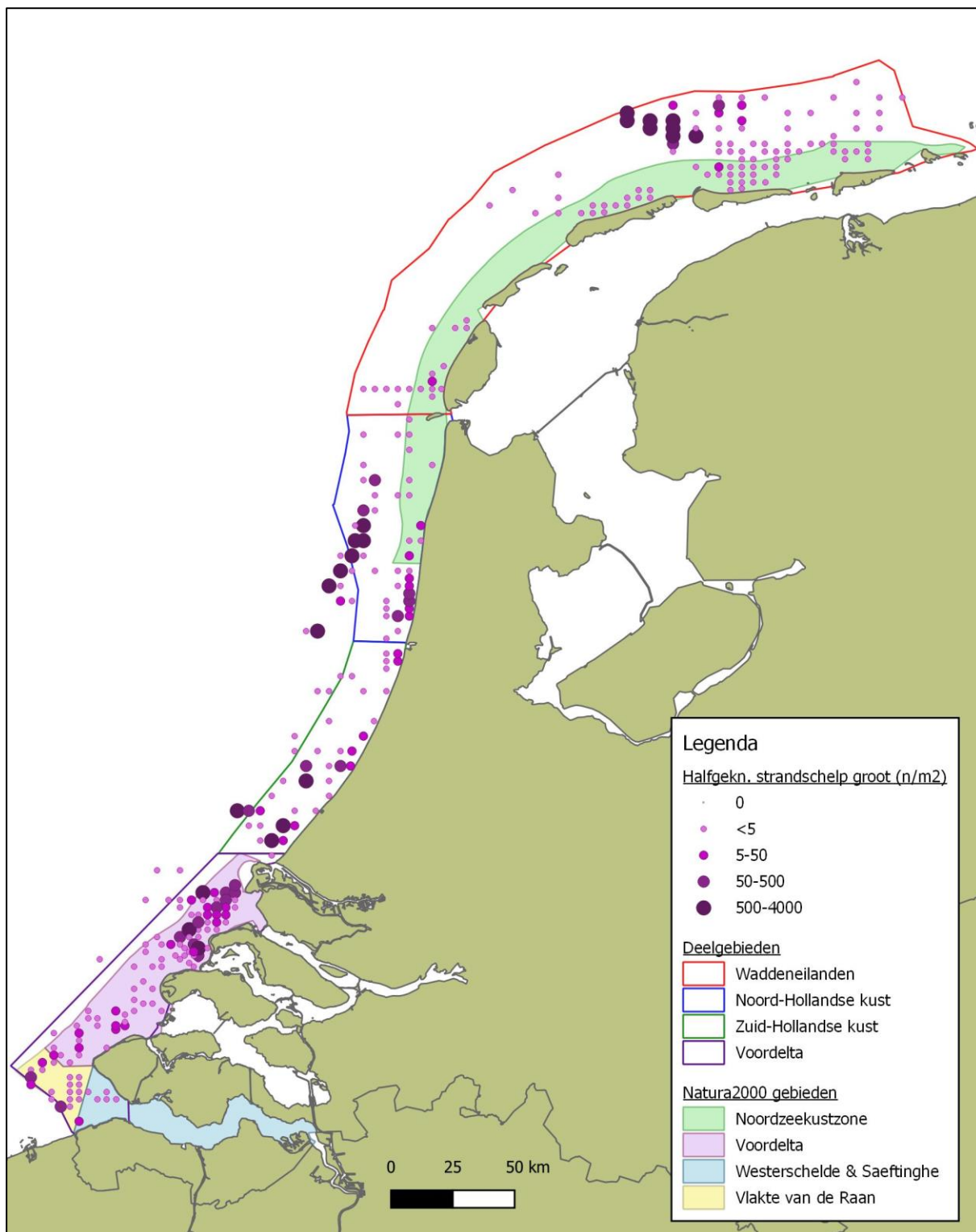
Monitor 5: Schelpdieren in de zoute wateren van de zuidwestelijke delta



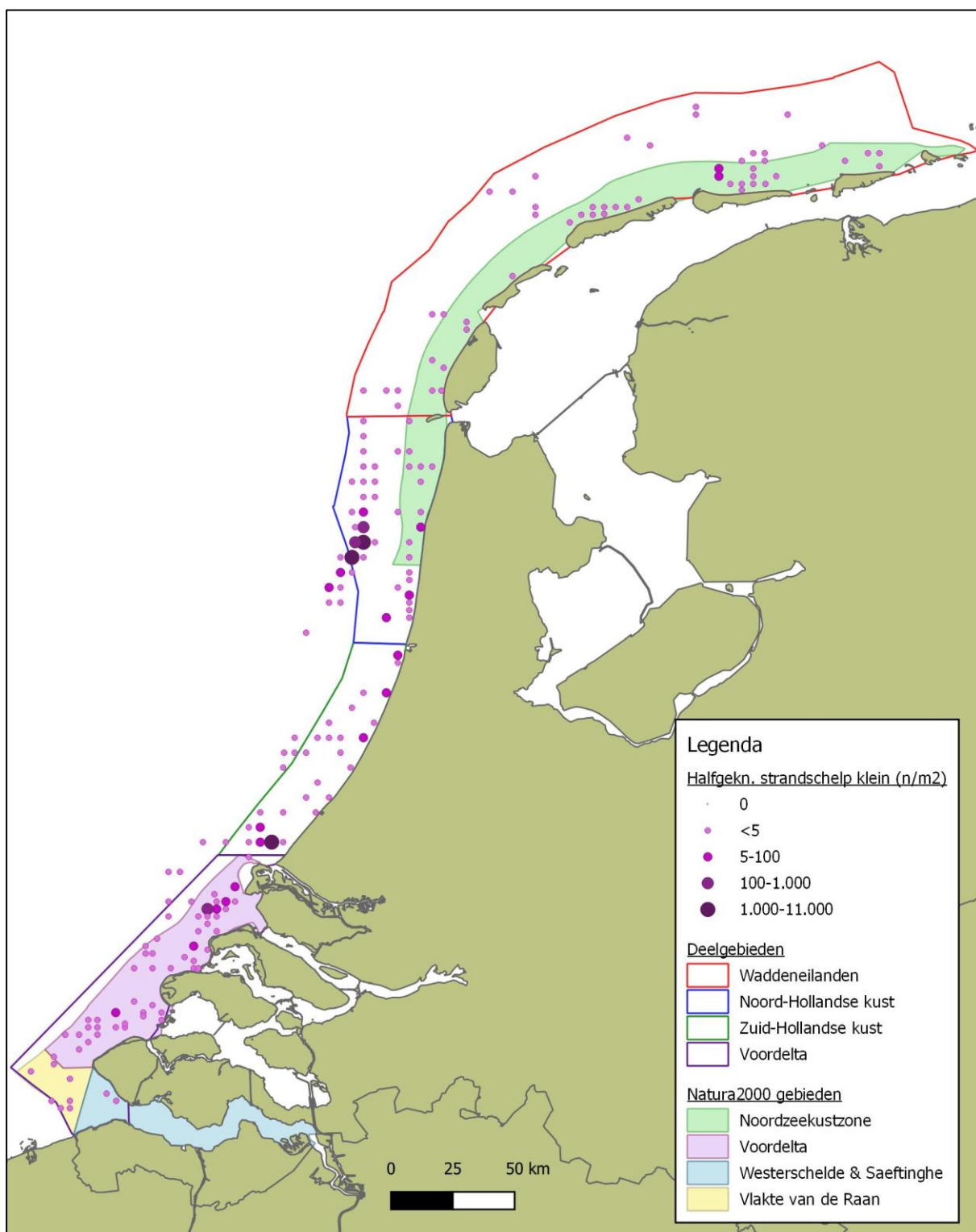
Figuur C1. Verspreiding van grote exemplaren van zwaardscheden (*Ensis sp.*) in de kustzone.



Figuur C2. Verspreiding van kleine exemplaren van zwaardscheden (*Ensis sp.*) in de kustzone.



Figuur C3. Verspreiding van grote exemplaren van halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) in de kustzone.



Figuur C4. Verspreiding van kleine exemplaren van halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) in de kustzone.

Bijlage D: Kaarten Waddenzee

Droogvallende schelpdierbanken

Figuur D1. omgeving Balgzand en Texel (Mokbaai).

Figuur D2. omgeving Texel en Vlieland.

Figuur D3. omgeving Terschelling en Ameland.

Figuur D4. Omgeving Ameland en Schiermonnikoog.

Figuur D5. onder de Rottums en in de Eems-Dollard.

Kokkel dichtheid in het voorjaar

Figuur D6. Westelijke Waddenzee

Figuur D7. Oostelijke Waddenzee

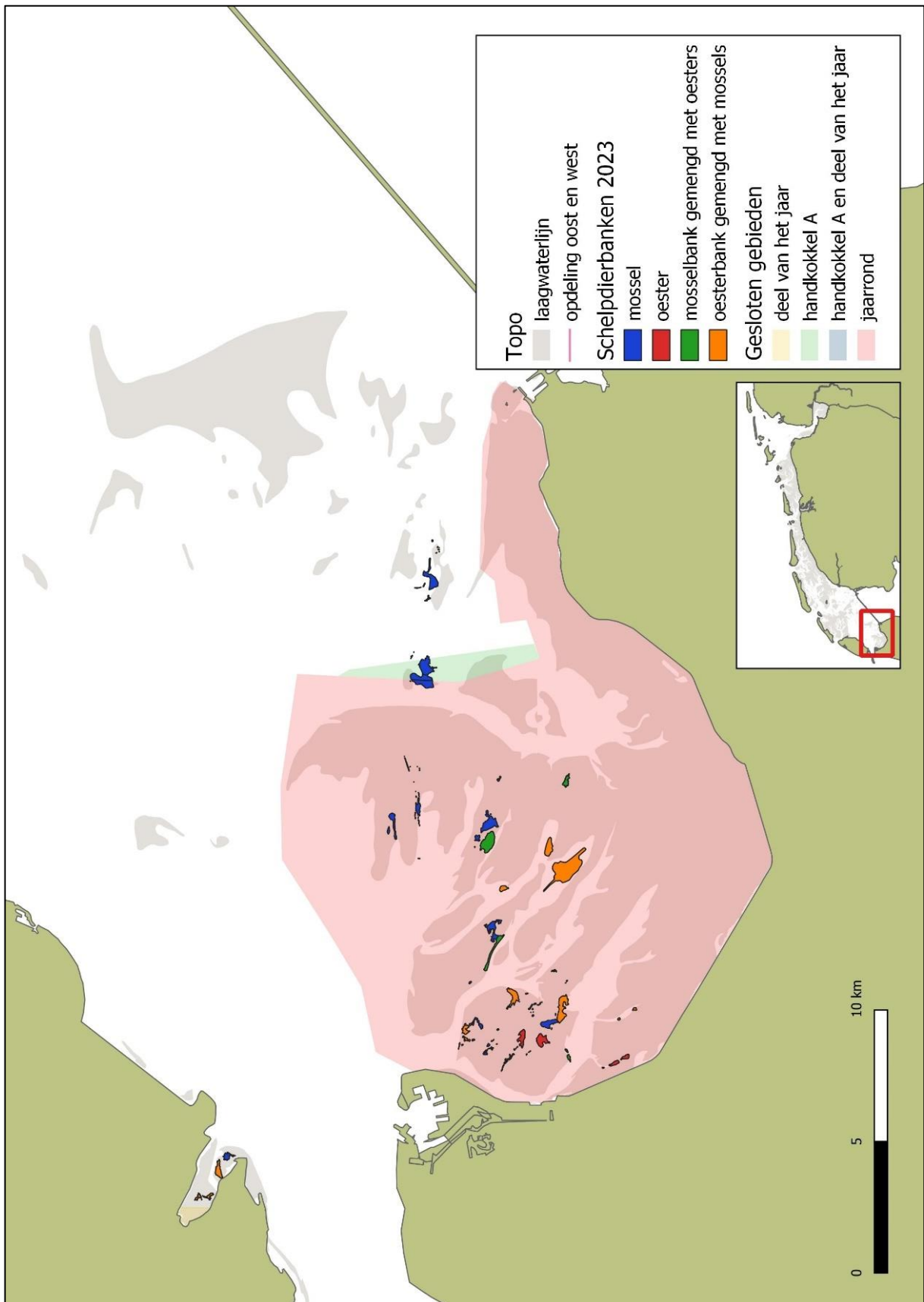
Voor bovenstaande en andere soorten zijn verspreidingskaarten en tijdreeksen voor alle jaren sinds aanvang van de monitoring te zien op de Schelpdiermonitor: www.wur.nl/schelpdiermonitor:

- **Monitor 3:** Schelpdieren op de droogvallende platen van de Waddenzee (bestanden);
- **Monitor 4:** Kartering van droogvallende schelpdierbanken.

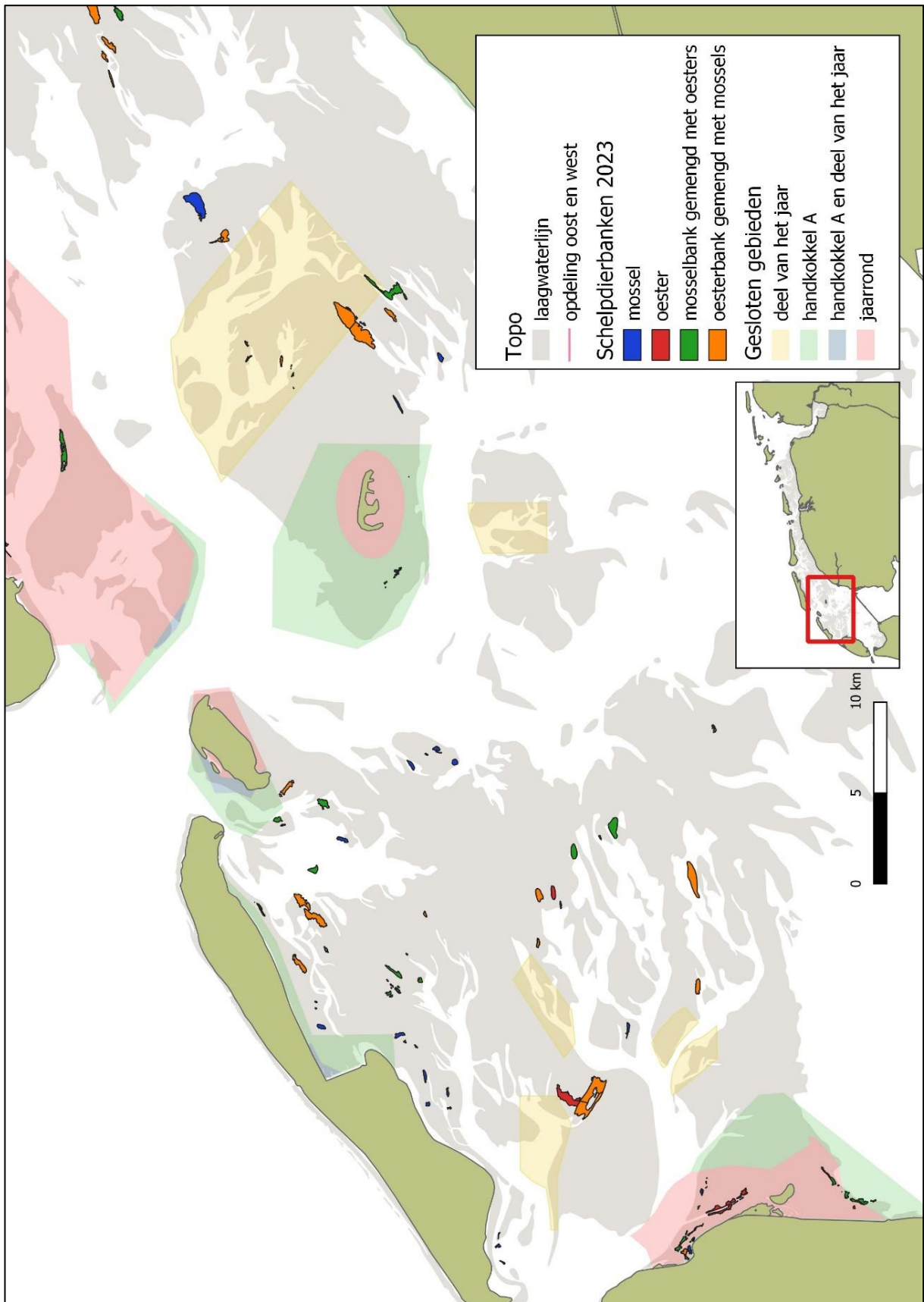
Wageningen Marine Research presenteert haar meerjarige dataverzamelingen van het populatieverloop van deze schelpdieren in vijf subkaarten.

Binnen elke Monitor kunt u de verspreiding en het populatieverloop van diverse soorten schelpdieren (dichtheid en biomassa) in de zoute Nederlandse kustwateren op eenvoudige wijze inzien. U kunt zelf de gewenste soorten selecteren, en door de afzonderlijke jaren scrollen.

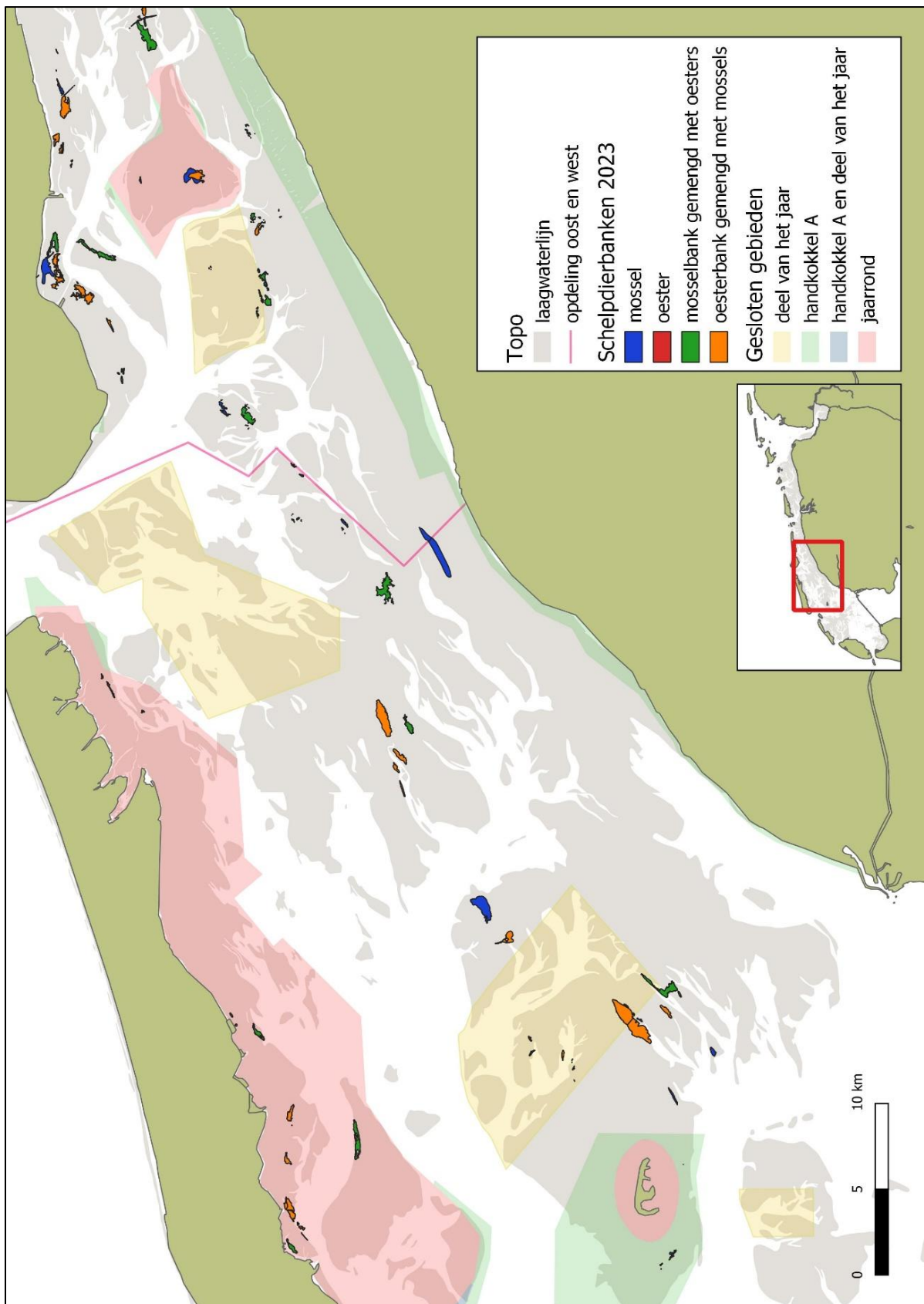




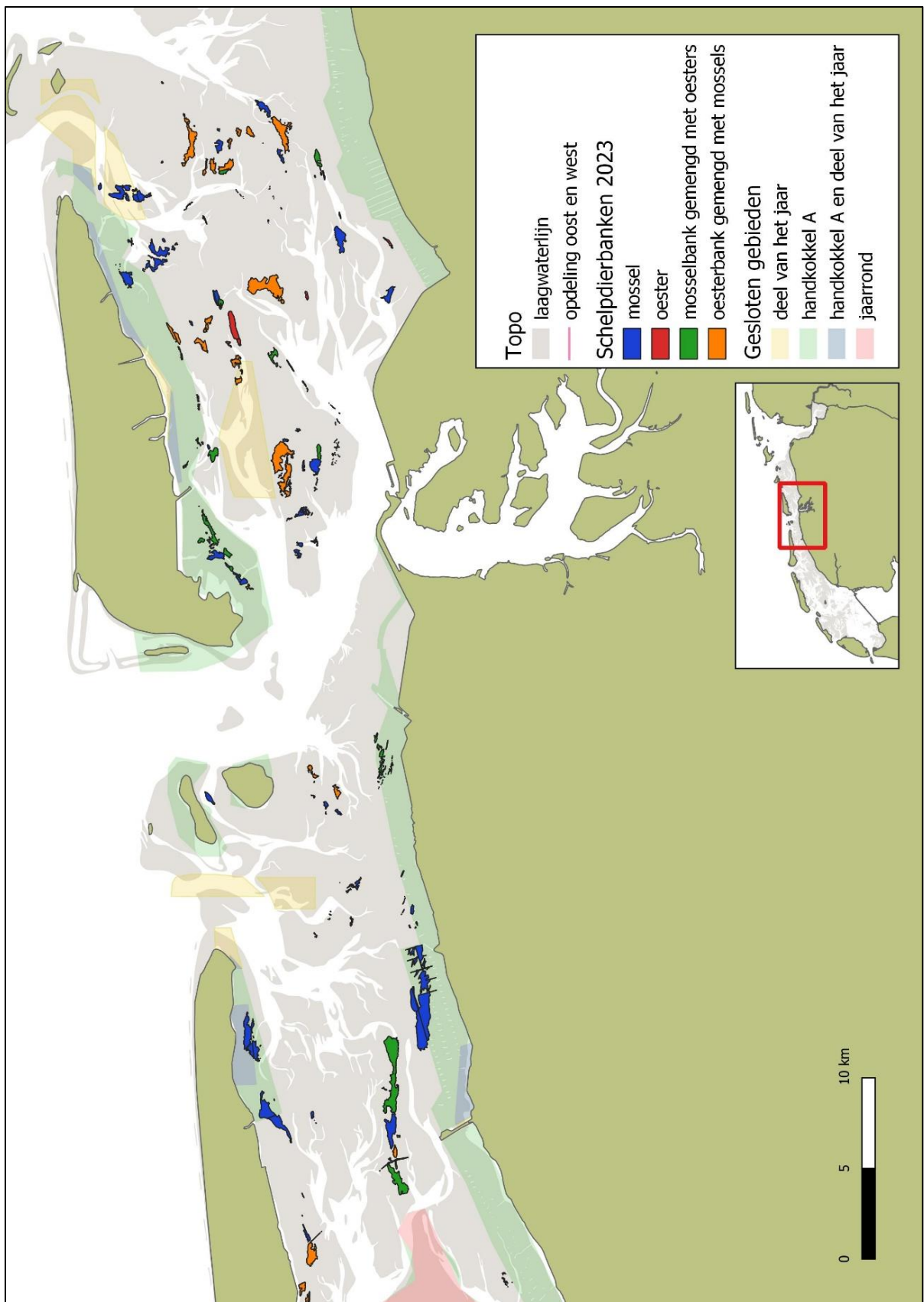
Figuur D1. Droogvallende schelpdierbanken in omgeving Balgzand en Texel (Mokbaai).



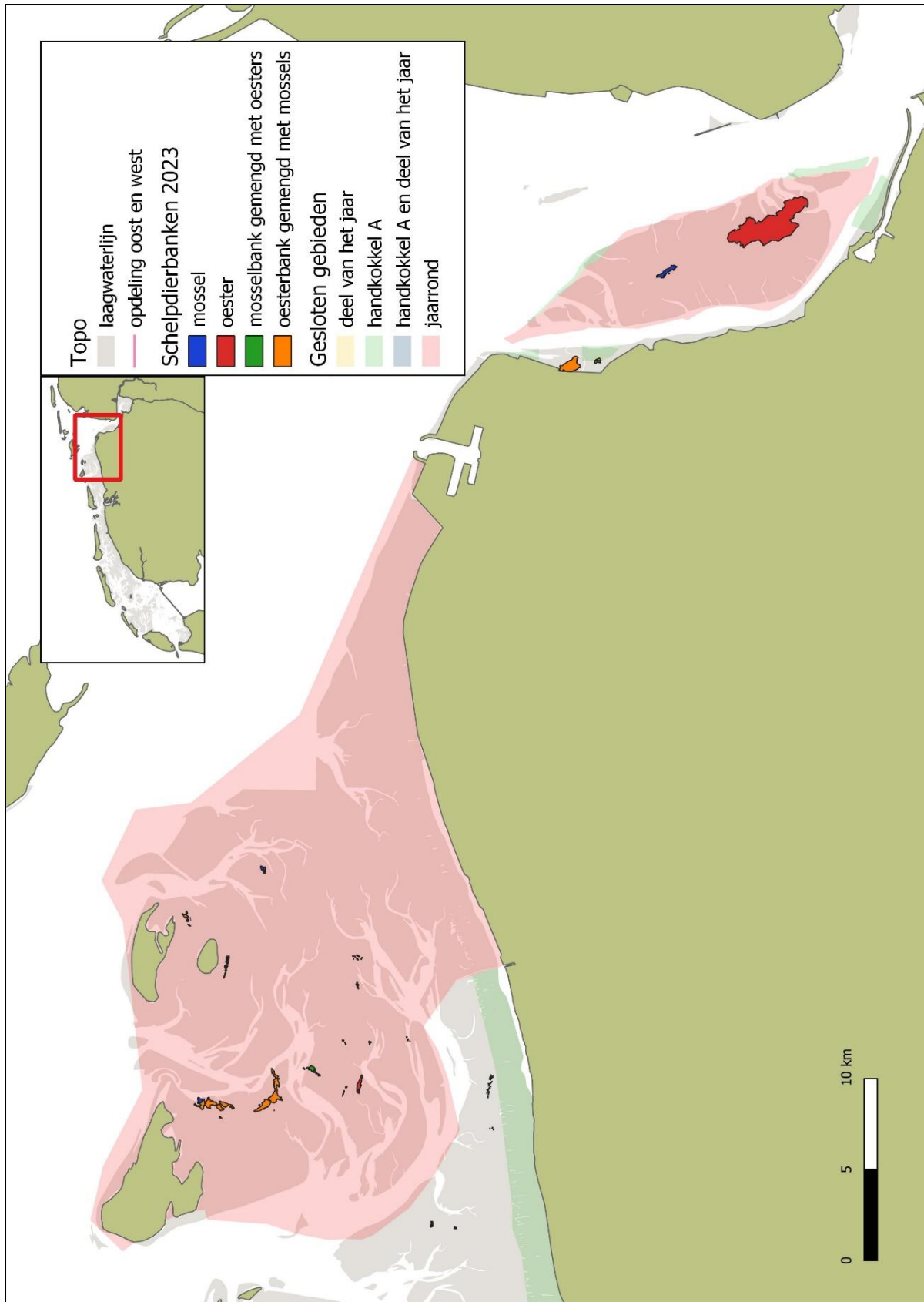
Figuur D2. Droogvallende schelpdierbanken in omgeving Texel en Vlieland.



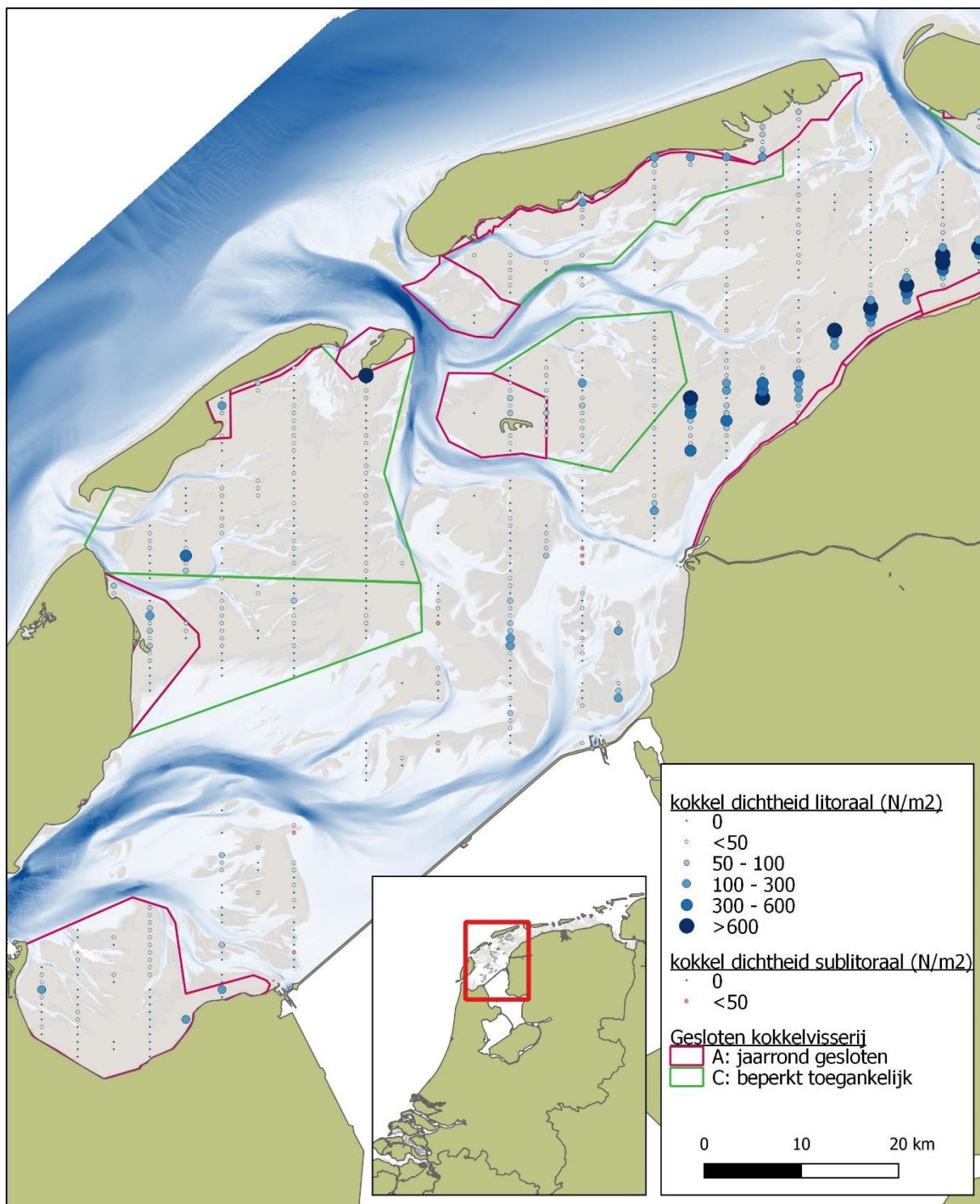
Figuur D3. Droogvallende schelpdierbanken in omgeving Terschelling en Ameland.



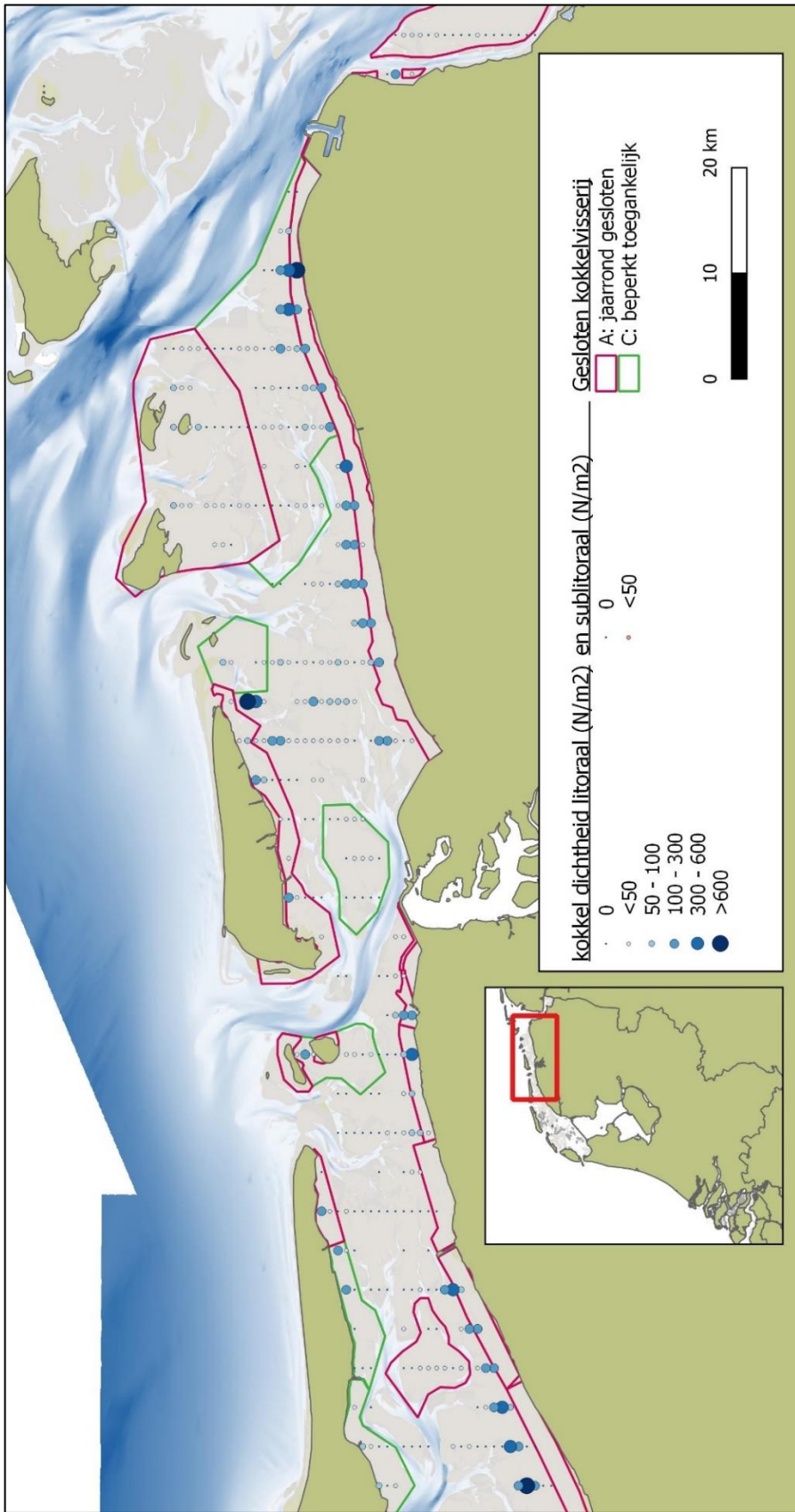
Figuur D4. Droogvallende schelpdierbanken in omgeving Ameland en Schiermonnikoog.



Figuur D5. Droogvallende schelpdierbanken onder de Rottums en in de Eems.



Figuur D6. Dichtheid van kokkels in de westelijke Waddenzee (inclusief enkele punten in het ondiepe sublitoraal) in het voorjaar van 2023.



Figuur D7. Dichtheid van kokkels in de oostelijke Waddenzee (inclusief enkele punten in het ondiepe sublitoraal) in het voorjaar van 2023.

Bijlage E: Kaarten deltawateren

Contouren van schelpdierbanken op droogvallende platen

- Figuur E1. Oosterschelde, deelgebied 'Monding'.
- Figuur E2. Oosterschelde, deelgebied 'Midden'.
- Figuur E3. Oosterschelde, deelgebied 'Kom'.
- Figuur E4. Oosterschelde, deelgebied 'Noordtak'.
- Figuur E5. Westerschelde, omgeving Sloehaven-Borssele.
- Figuur E6. Westerschelde, omgeving Terneuzen-Ossensisse.

Dichtheden van kokkels

- Figuur E7. Kokkels in de Oosterschelde.
- Figuur E8. Kokkels in de Westerschelde.

Dichtheden van andere soorten schelpdieren in de Oosterschelde

- Figuur E9. Filipijnse tapijtschelpen.
- Figuur E10. Japanse oesters.
- Figuur E11. Platte oesters.
- Figuur E12. Zwaardscheden.

Dichtheden van schelpdieren in het Veerse meer en Grevelingenmeer

- Figuur E13. Filipijnse tapijtschelpen in het Veerse meer.
- Figuur E14. Filipijnse tapijtschelpen in het Grevelingenmeer.
- Figuur E15. Japanse oesters in het Veerse meer.
- Figuur E16. Japanse oesters in het Grevelingenmeer
- Figuur E17. Platte oesters in het Grevelingenmeer.

Voor bovenstaande en andere soorten zullen in de loop van het voorjaar van 2023 verspreidingskaarten en tijdreeksen voor alle jaren sinds aanvang van de monitoring te zien zijn op de Schelpdiermonitor:

www.wur.nl/schelpdiermonitor, **Monitor 5**: Schelpdieren in de zoute wateren van de zuidwestelijke delta. De "kartering van droogvallende schelpdierbanken" is al beschikbaar in **Monitor 4**.

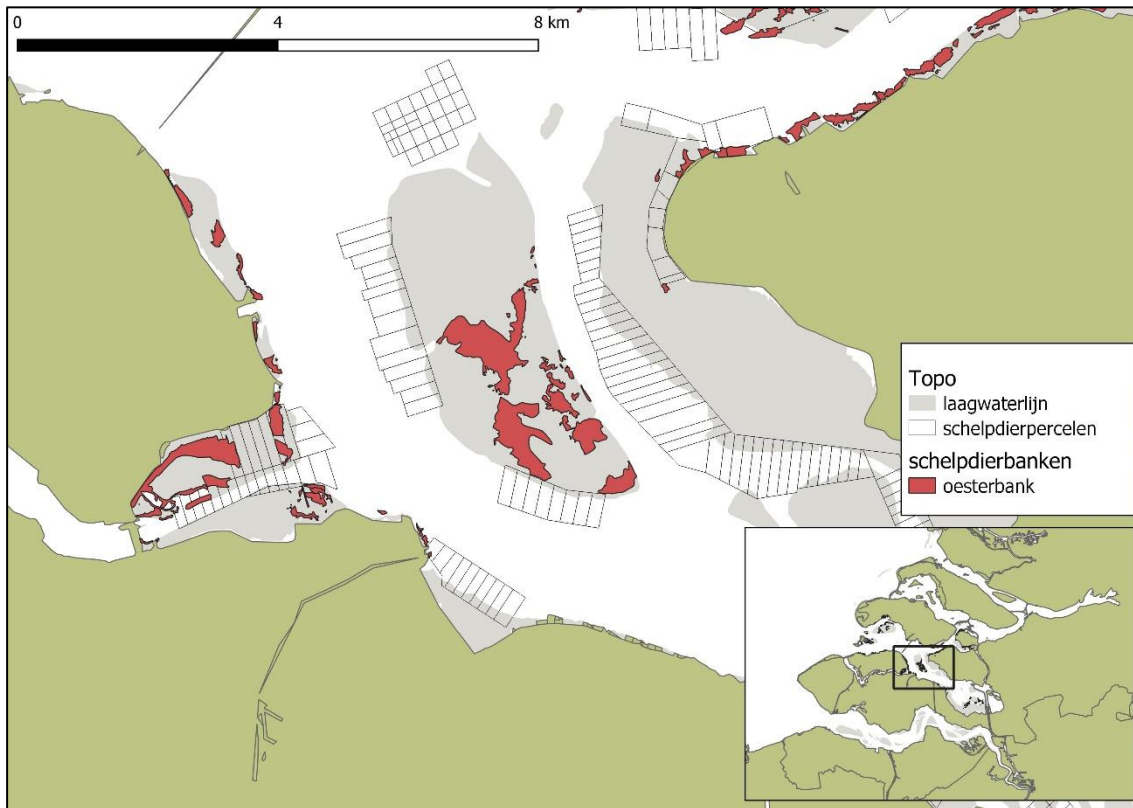
Wageningen Marine Research presenteert haar meerjarige dataverzamelingen van het populatieverloop van deze schelpdieren in vijf subkaarten.

Binnen elke Monitor kunt u de verspreiding en het populatieverloop van diverse soorten schelpdieren (dichtheid en biomassa) in de zoute Nederlandse kustwateren op eenvoudige wijze inzien. U kunt zelf de gewenste soorten selecteren, en door de afzonderlijke jaren scrollen.





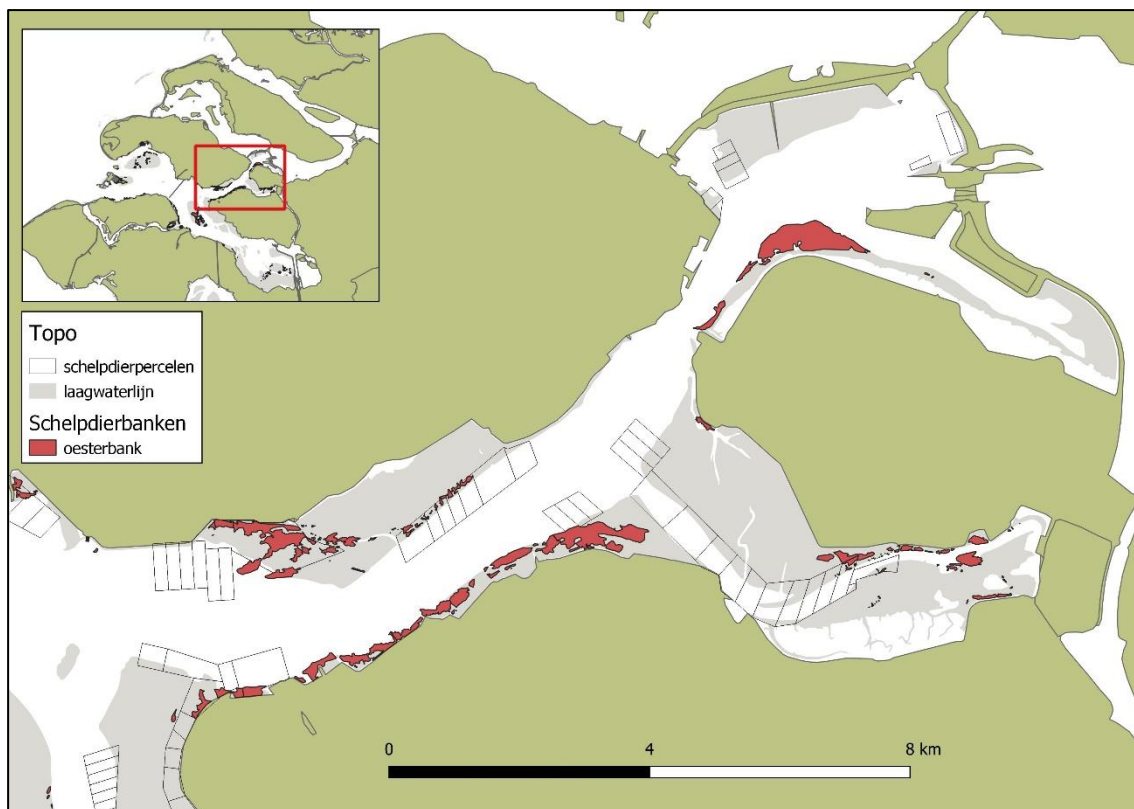
Figuur E1. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde: deelgebied Monding.



Figuur E2. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde: deelgebied Midden.



Figuur E3. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde: deelgebied Kom.



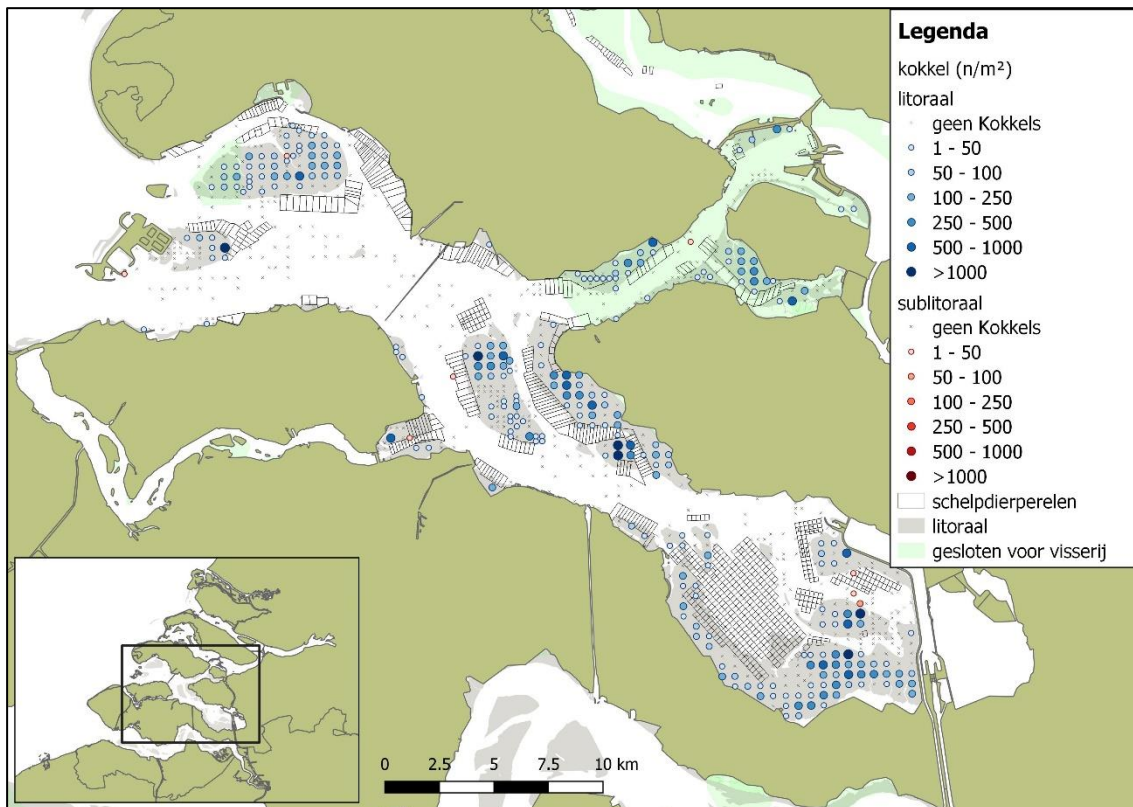
Figuur E4. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde: deelgebied Noordtak.



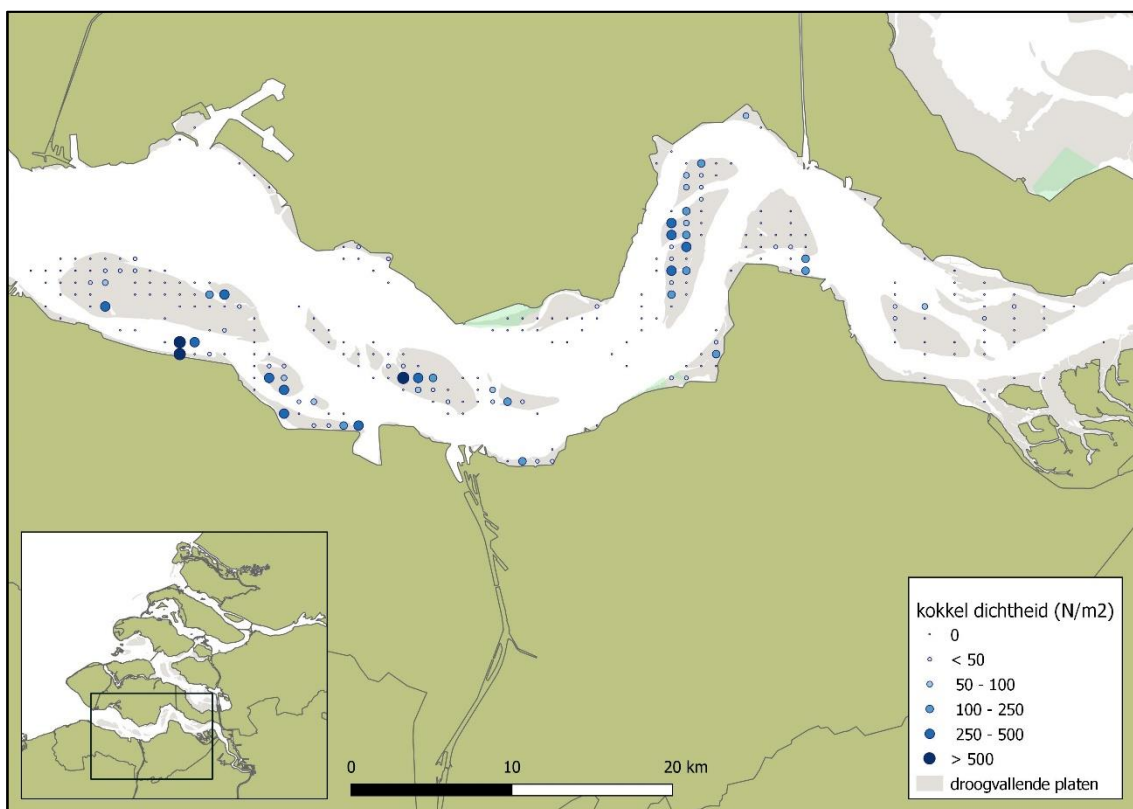
Figuur E5. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Westerschelde: omgeving Sloehaven-Borssele.



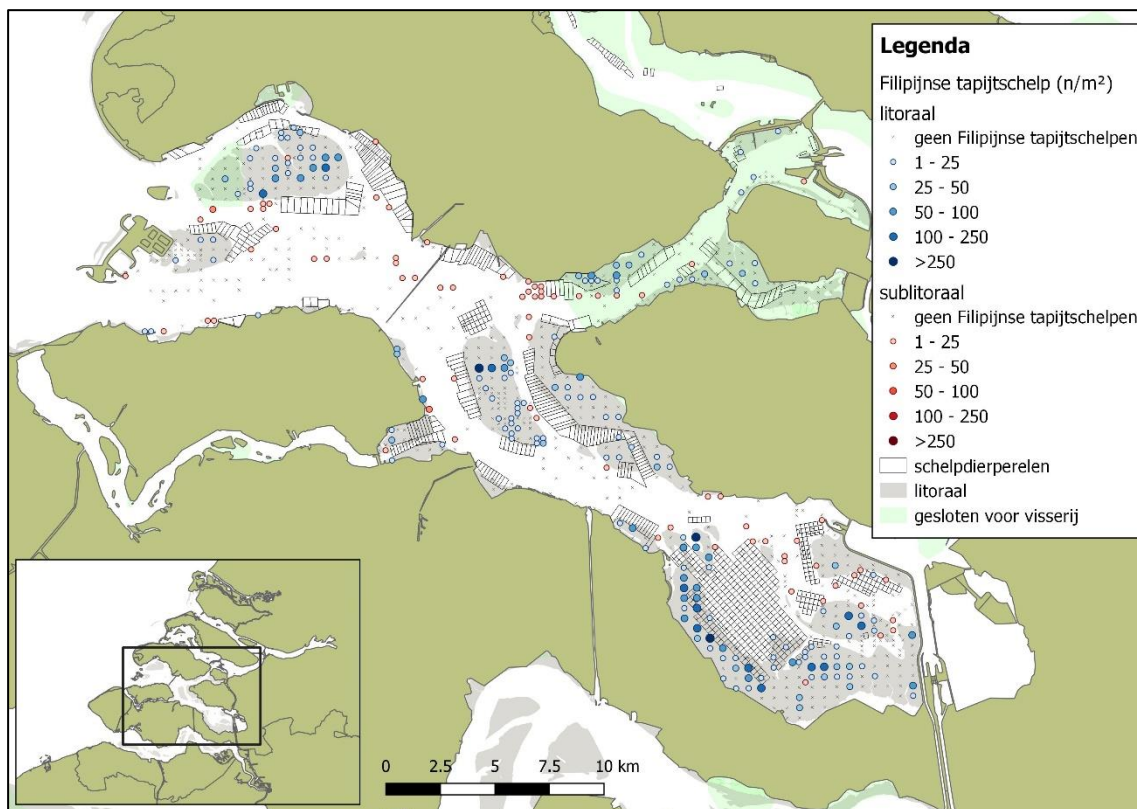
Figuur E6. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Westerschelde: omgeving Terneuzen-Ossensisse.



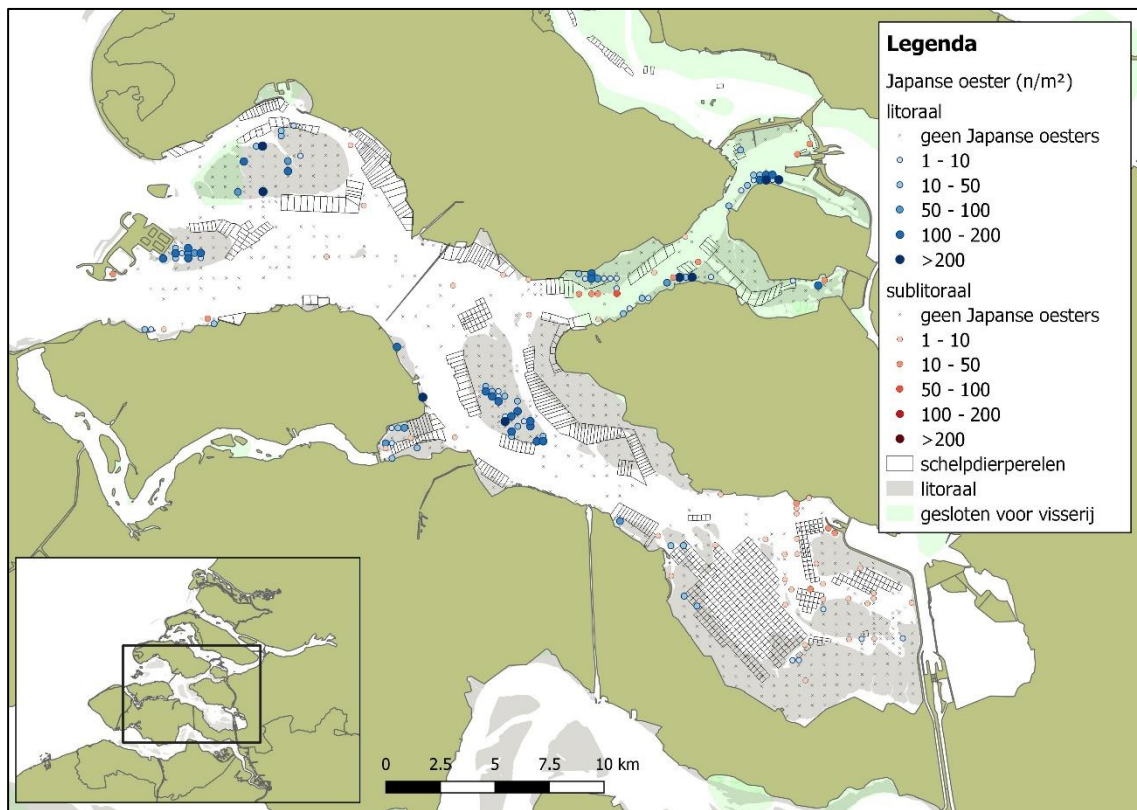
Figuur E7. Dichtheid van kokkels in de Oosterschelde.



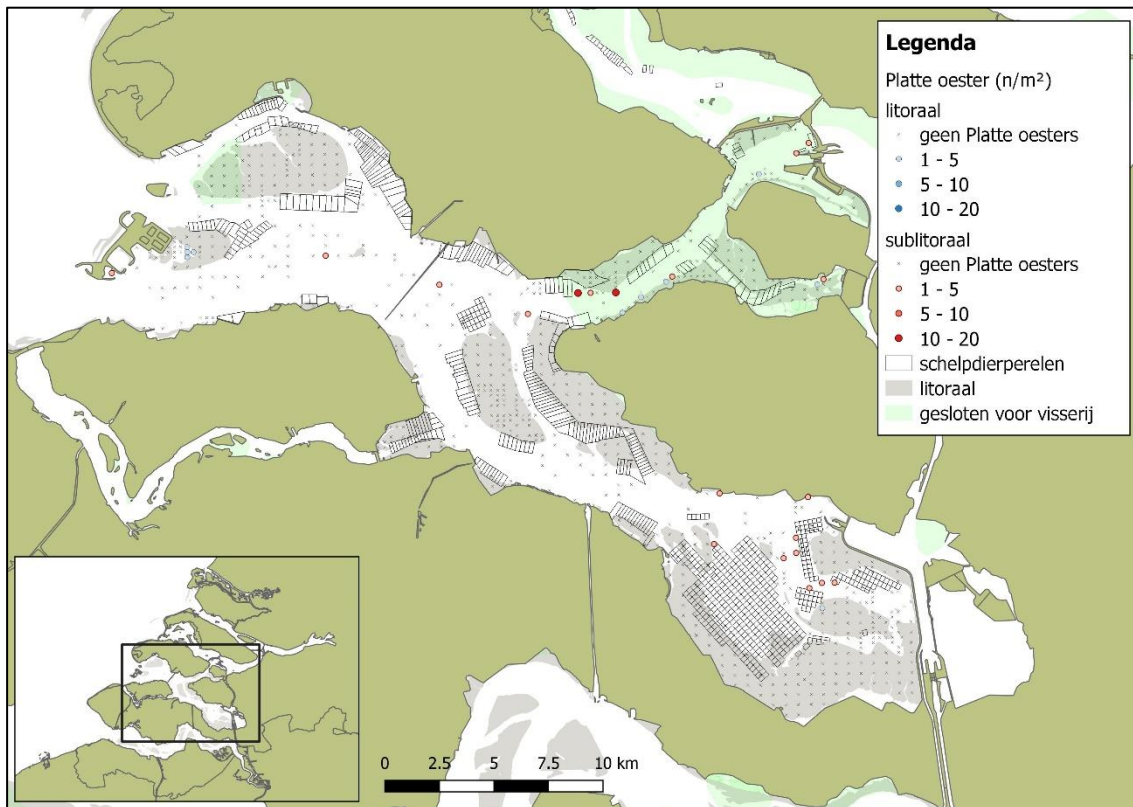
Figuur E7. Dichtheid van kokkels in de Westerschelde.



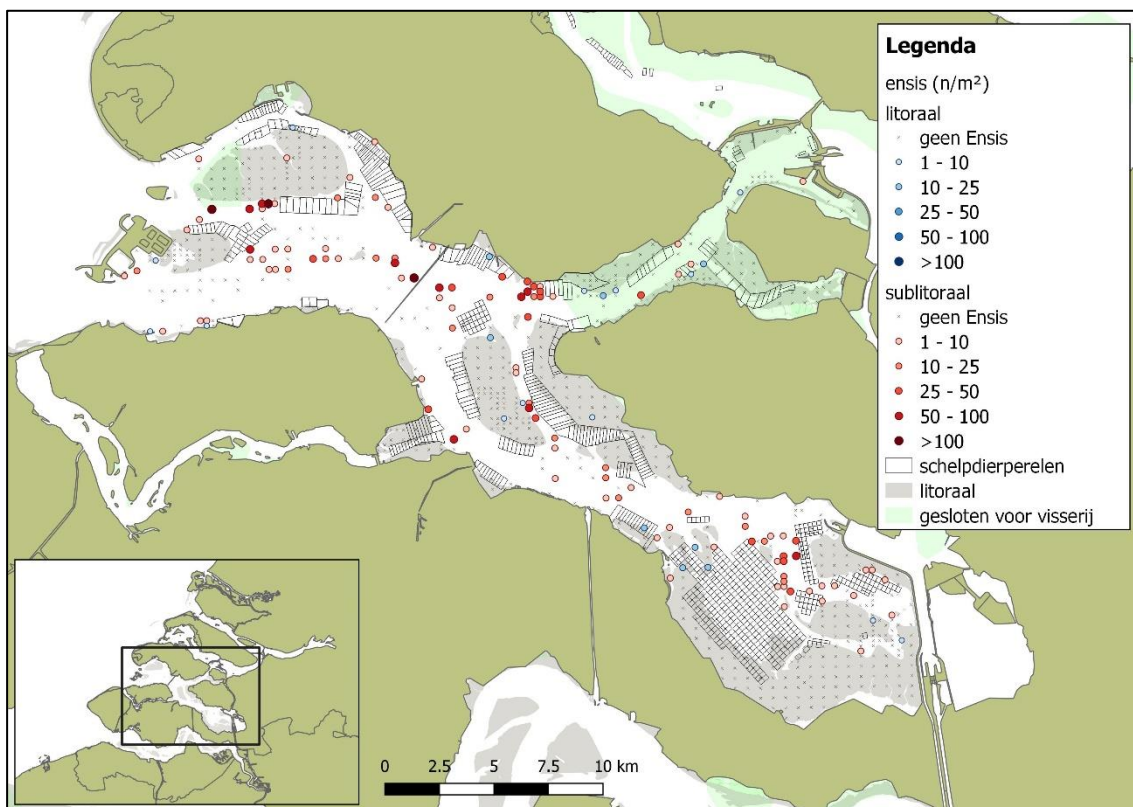
Figuur E9. Dichtheid van Filipijnse tapijtschelpen in de Oosterschelde.



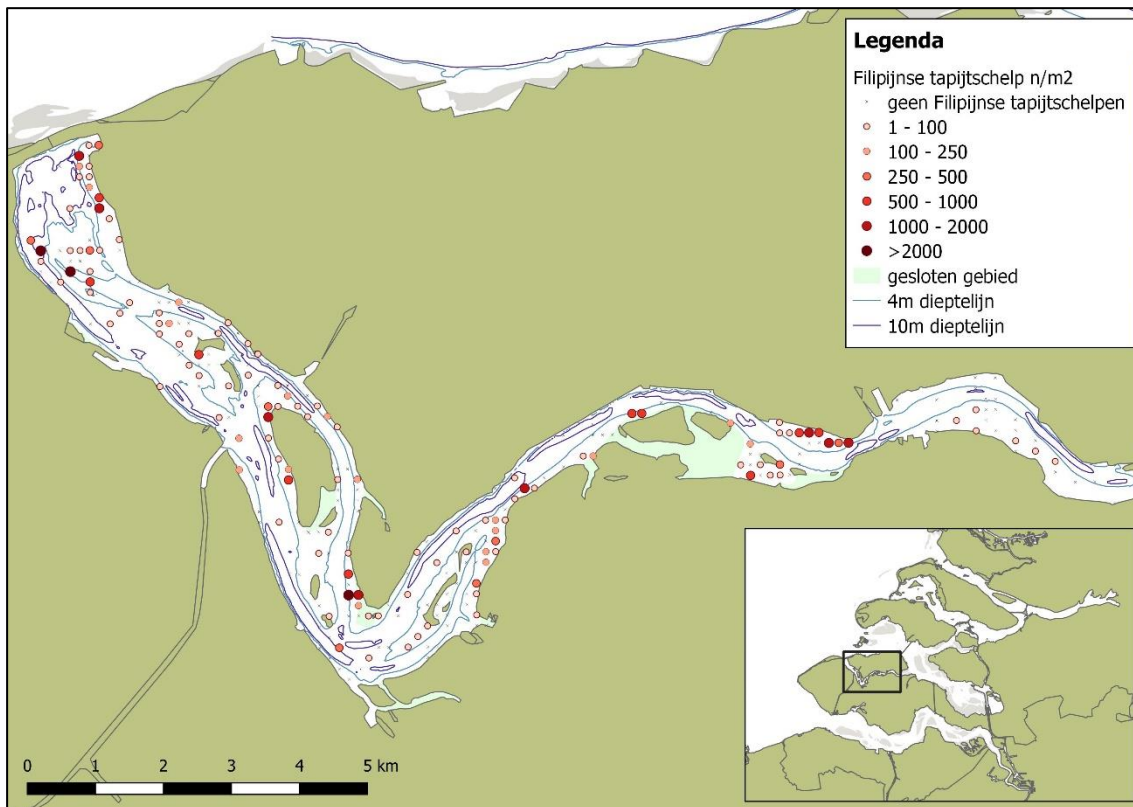
Figuur E10. Dichtheid van Japanse oesters in de Oosterschelde.



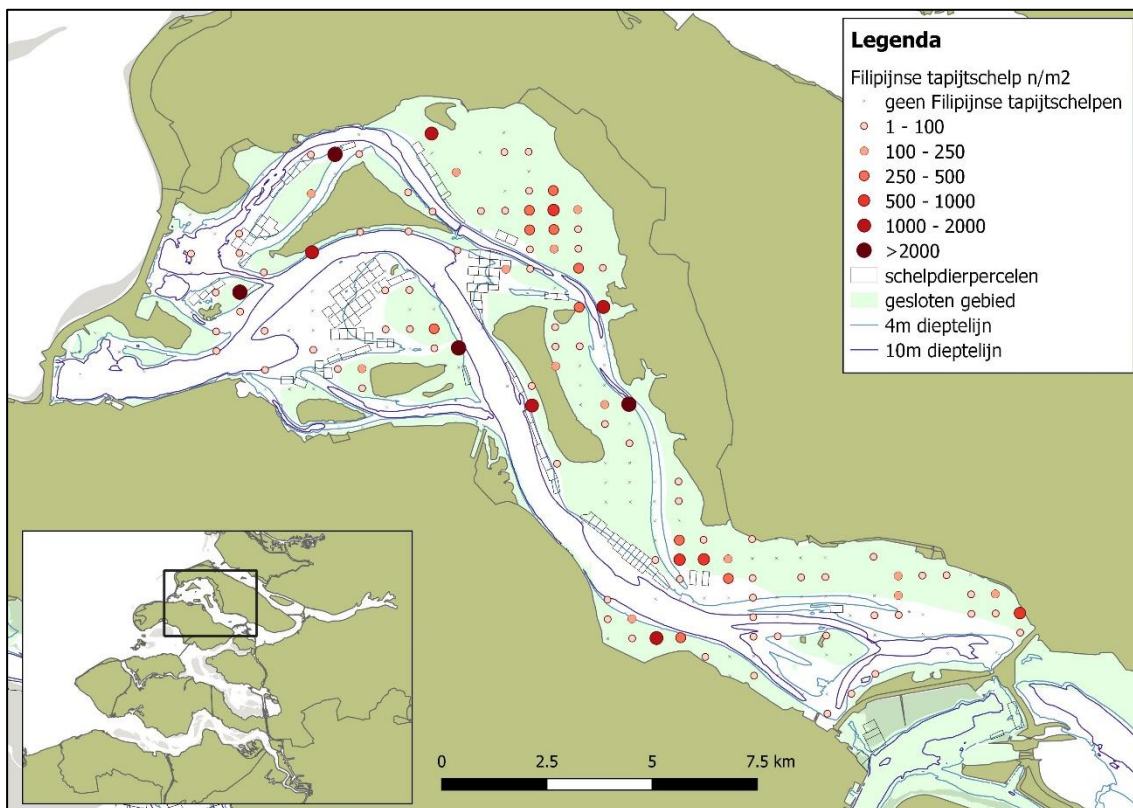
Figuur E11. Dichtheid van platte oesters in de Oosterschelde.



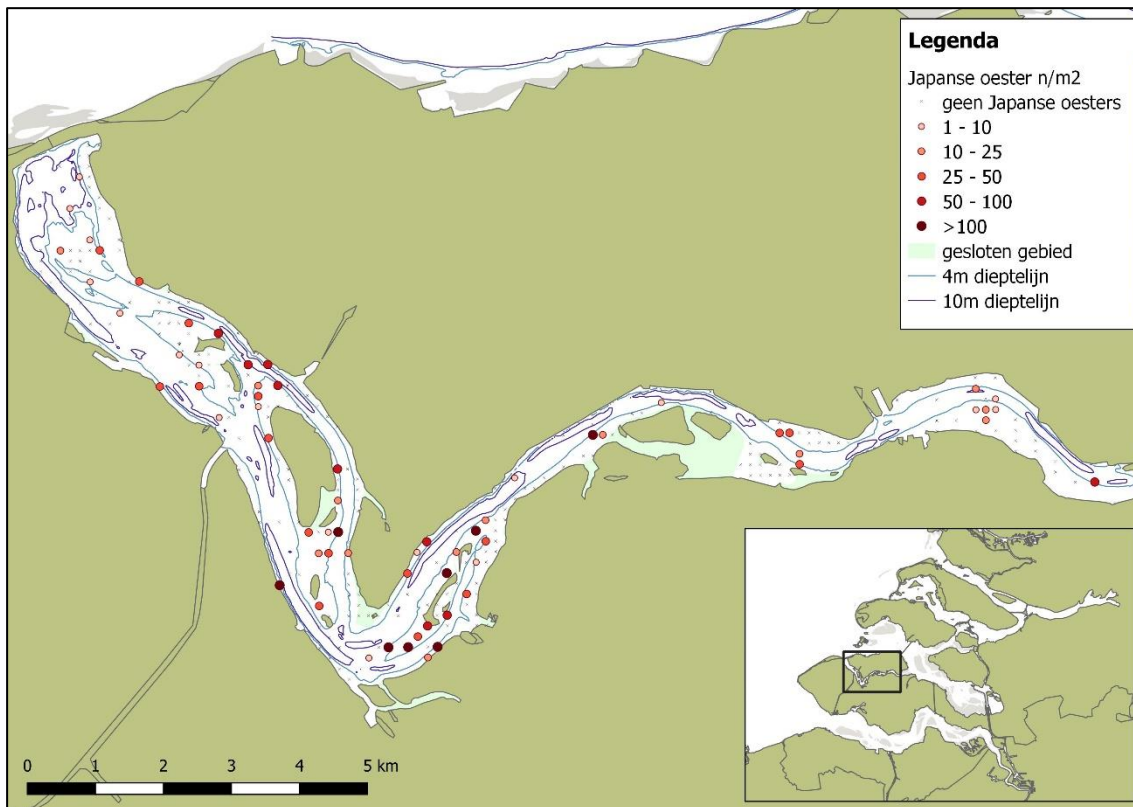
Figuur E12. Dichtheid van zwaardscheden in de Oosterschelde.



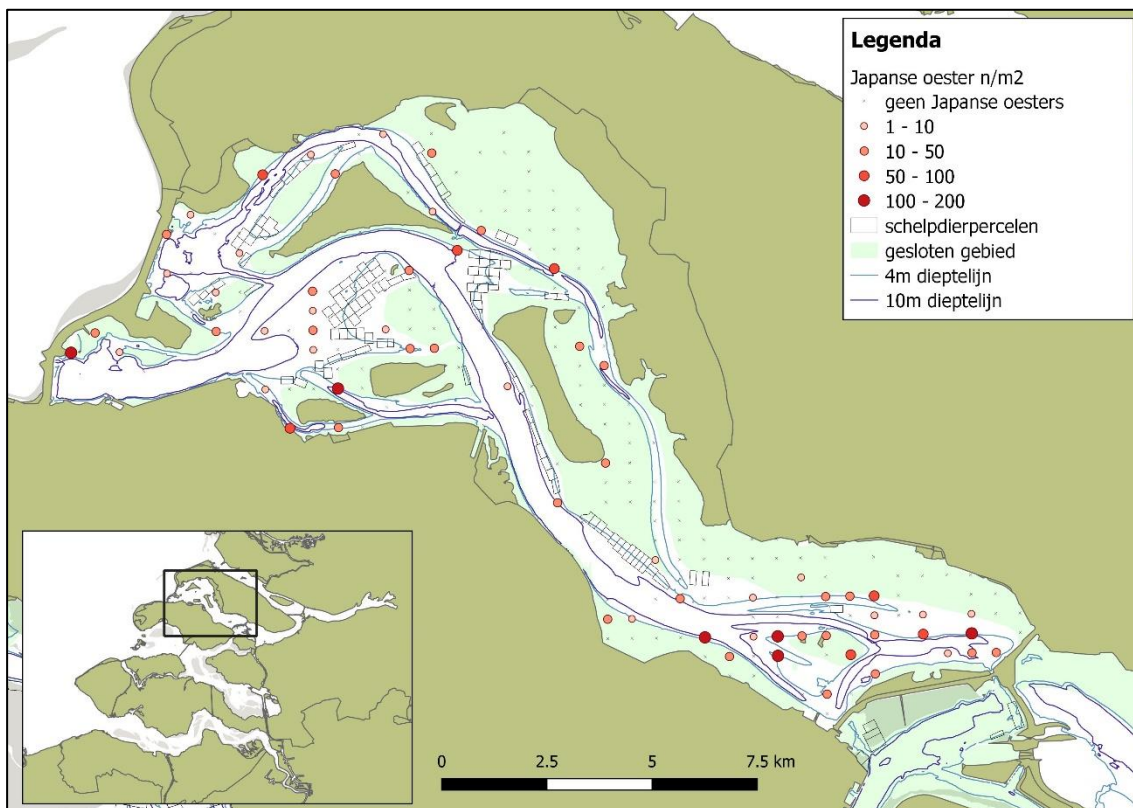
Figuur E13. Dichtheid van Filipijnse tapijtschelpen in het Veerse meer.



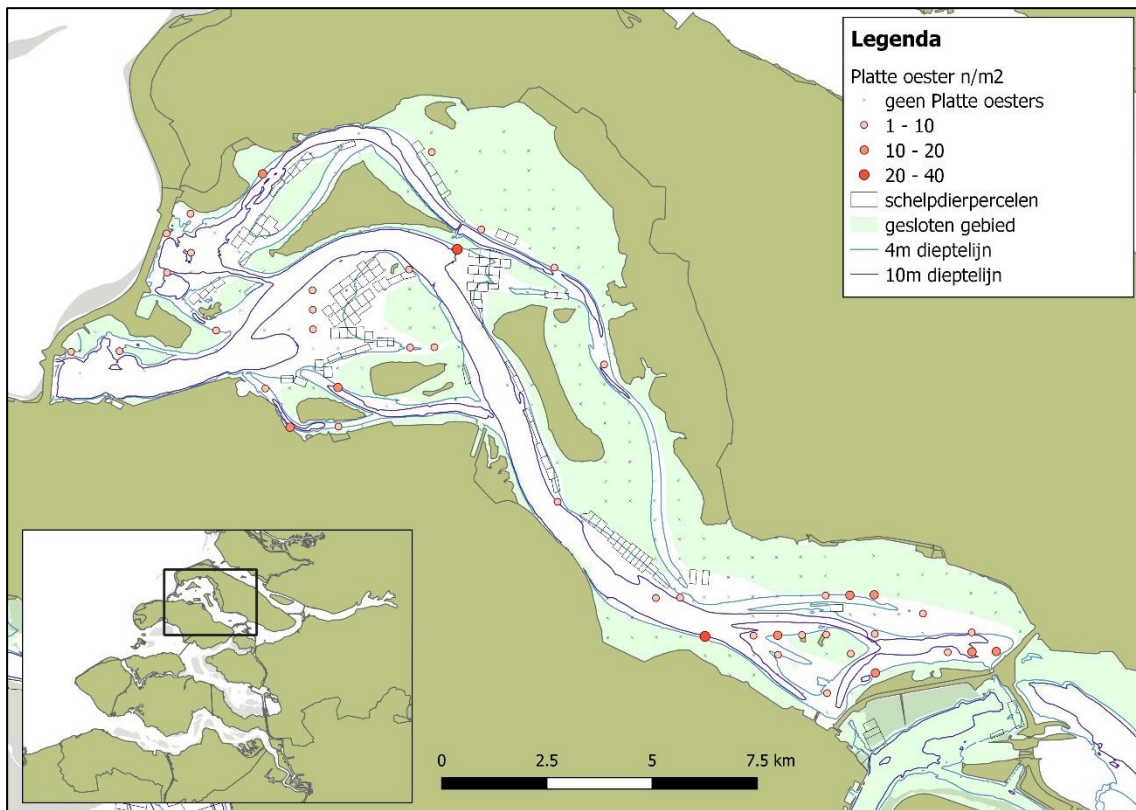
Figuur E14. Dichtheid van Filipijnse tapijtschelpen in het Grevelingenmeer.



Figuur E15. Dichtheid van Japanse oesters in het Veerse meer.

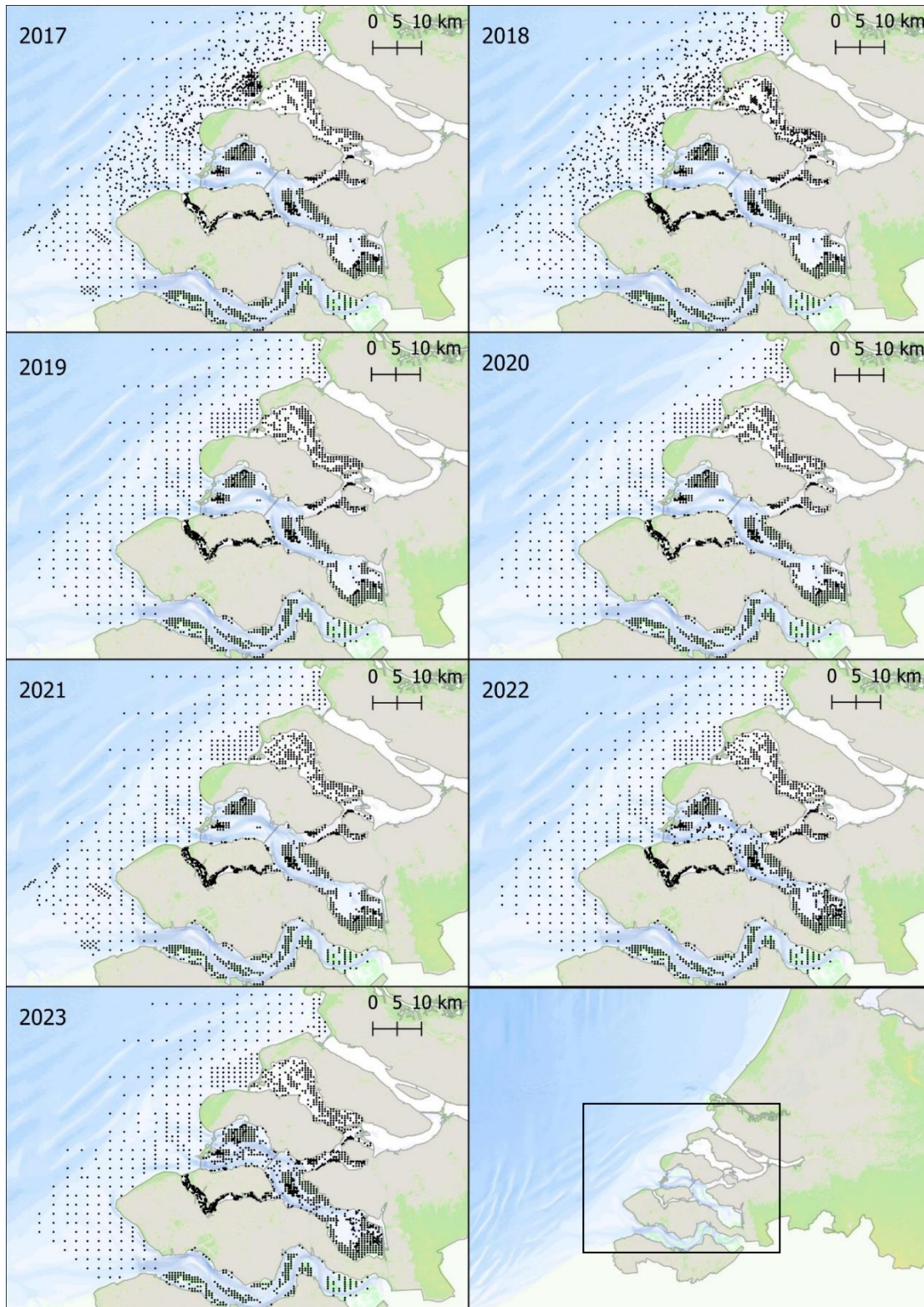


Figuur E16. Dichtheid van Japanse oesters in het Grevelingenmeer.

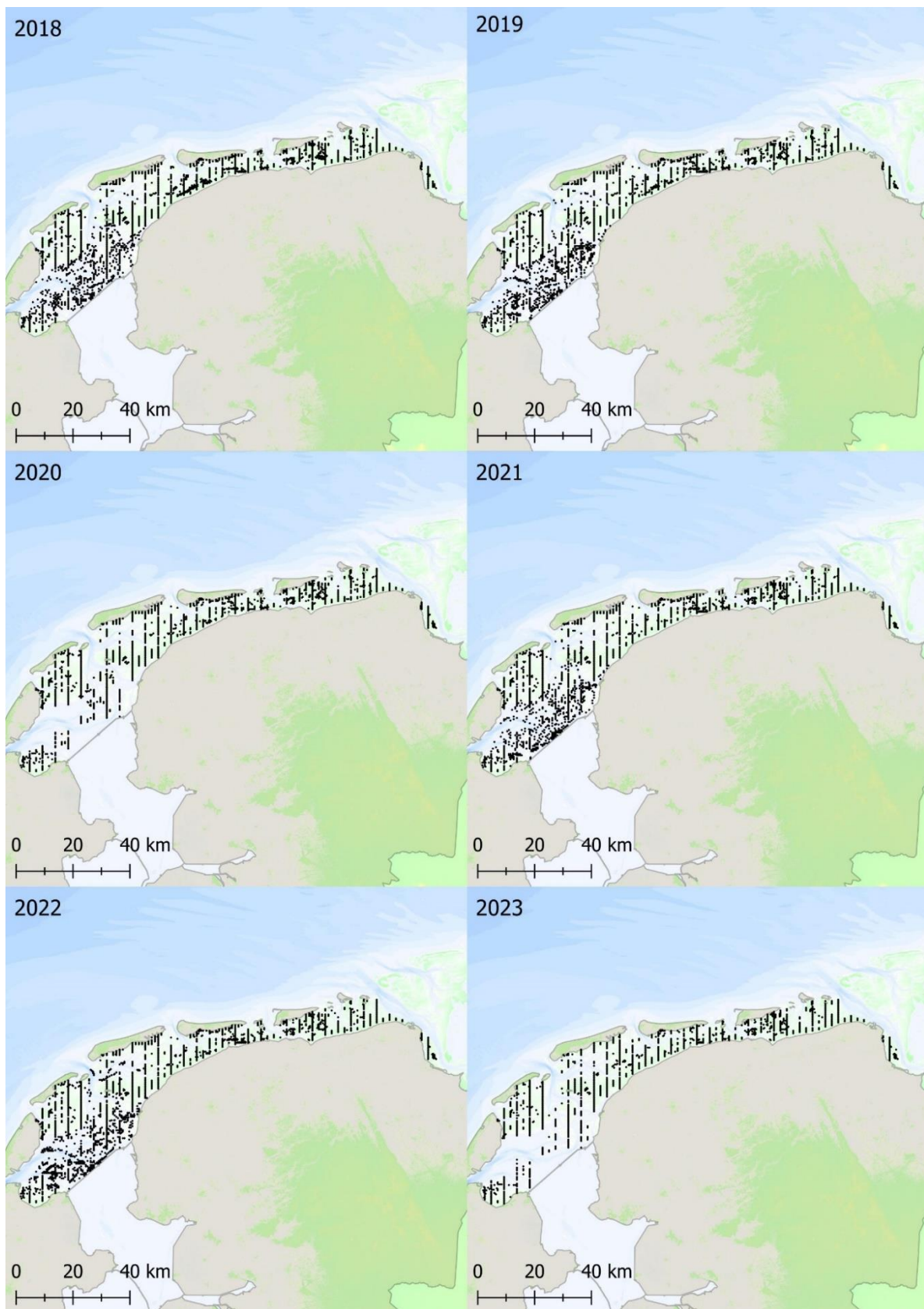


Figuur E17. Dichtheid van platte oesters in het Grevelingenmeer.

Bijlage F: Kaarten behorend bij Hoofdstuk 4 "Uitgelicht"



Figuur F1. Monsterpunten in de Zuidwestelijke delta, zoals gebruikt voor de kaarten weergegeven in Hoofdstuk 4. Rechtsonder: overzicht van de Zuidwestelijke delta (iets verder uitgezoomd).



Figuur F2. Monsterpunten in de Waddenzee en Eemshoek, zoals gebruikt voor de kaarten weergegeven in Hoofdstuk 4.