



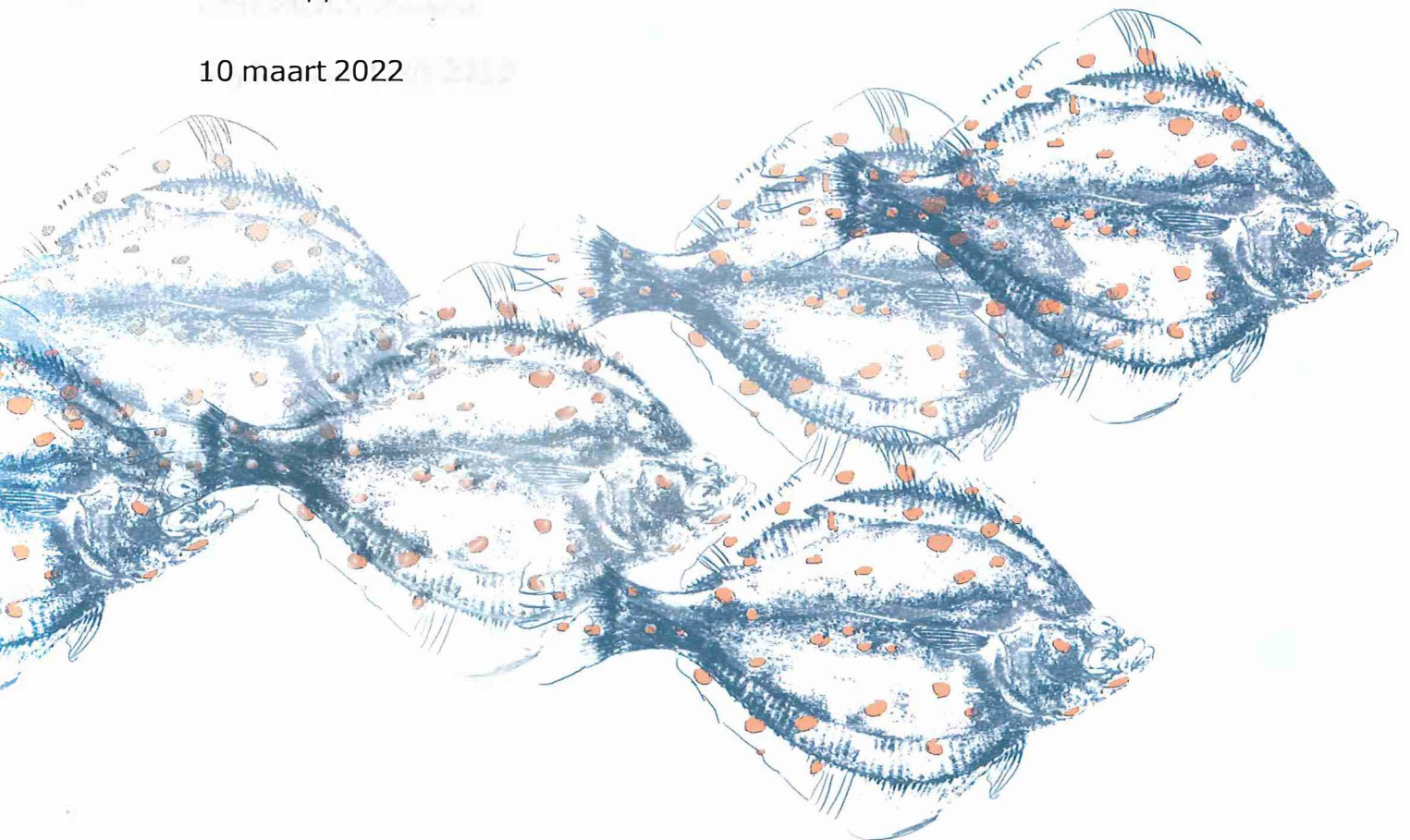
**Stichting Wageningen Research
Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)**

**Schelpdierbestanden in de Nederlandse
Kustzone, Waddenzee en zoute
deltawateren in 2021**

K. Troost, M. van Asch, 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 22.011

10 maart 2022



Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)

Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2021

K. Troost, M. van Asch, 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: 22.011

Opdrachtgever:
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie NVLG
W.L.M. Schermer Voest
Postbus 20401
2500 EK, Den Haag

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

Publicatiedatum: 11-03-2022

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/10.18174/565199>

© 2021 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 V11

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3	
Samenvatting.....	5	
1	Inleiding.....	7
1.1	Achtergrond.....	7
1.2	Doelstellingen.....	7
1.3	Dit rapport.....	7
1.4	Kwaliteitszorg.....	8
2	Methoden.....	8
2.1	Onderzoeksgebieden en monsterpunten.....	9
2.1.1	Kustzone.....	9
2.1.2	Waddenzee.....	10
2.1.3	Deltawateren.....	11
2.2	Aantallen monsterpunten per stratum.....	14
2.3	Schepen en samenwerking.....	15
2.4	Monstertuigen.....	15
2.5	Verwerking van de monsters.....	16
2.6	Berekeningen.....	17
2.6.1	Bestandsberekening.....	17
2.6.2	Kokkelbestand op 1 september.....	18
2.6.3	Biomassa van zwaardscheden.....	19
2.6.4	Schelplengte van zwaardscheden.....	19
2.7	Kartering van droogvallende mossel- en oesterbanken.....	19
2.8	Uitvoering 2021.....	21
2.8.1	Kustzone.....	21
2.8.2	Waddenzee.....	22
2.8.3	Deltawateren.....	22
3	Resultaten 2021.....	23
3.1	Kustzone.....	23
3.1.1	Bestanden.....	23
3.1.2	Ontwikkeling populaties.....	25
3.2	Waddenzee.....	26
3.2.1	Arealen.....	26
3.2.2	Bestanden.....	27
3.2.3	Ontwikkeling populaties.....	29

3.3	Deltawateren.....	33
3.3.1	Arealen.....	33
3.3.2	Bestanden.....	33
3.3.3	Ontwikkeling populaties	36
4	Algemene discussie	40
5	Uitgelicht.....	41
5.1	Ontwikkeling schelpenlgte halfgeknotte strandschelp in de kustzone	41
5.2	Verspreiding van de schelpkokerworm (<i>Lanice conchilega</i>) in de kustzone.....	44
5.2.1	Inleiding en doel	44
5.2.2	Het belang van biogene riffen	44
5.2.3	Methodiek en beperkingen	44
5.2.4	Resultaten.....	45
5.2.5	Discussie.....	46
5.3	Ontwikkeling Filipijnse tapijtschelp (<i>R. philippinarum</i>) in de deltaxwateren	48
5.3.1	Inleiding en doel	48
5.3.2	Soorten en geschiedenis	48
5.3.3	Determinatie	49
5.3.4	Hybridisatie	50
5.3.5	Ontwikkeling van bestanden in de deltaxwateren	51
5.3.6	Potentie tapijtschelpen voor visserij en natuur	52
5.3.7	Toekomstperspectief	53
6	Literatuur	55
	Verantwoording	58
	Bijlage A. Overzicht gerapporteerde voorlopige schattingen 2021	59
	Bijlage B. Aangetroffen soorten	60
	Bijlage C. Kaarten Kustzone	65
	Bijlage D. Kaarten Waddenzee	73
	Bijlage E. Kaarten deltaxwateren	80

Samenvatting

Doelstelling

De WOT schelpdiermonitoring in de Nederlandse kustwateren heeft als hoofddoelen 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 kunnen evalueren. Hiervoor zijn de doorlopende tijdreeksen van belang. De inventarisaties worden uitgevoerd in de Nederlandse kustzone, de Waddenzee en de deltaxwateren Oosterschelde, Westerschelde, Veerse meer en Grevelingenmeer.

Rapportage en presentatie

Voor de doelsoorten worden de voorlopige bestandsschattingen zo snel mogelijk na afronding van de betreffende survey per brief aan het Ministerie van LNV gerapporteerd. Een overzicht van de in 2021 opgeleverde brieven staat in Bijlage A. Zodra alle survey onderdelen zijn afgerond worden de definitieve schattingen opgenomen in de jaarlijkse rapportage, zoals dit rapport. De opgewerkte verzamelde gegevens zijn ook in te zien op de webviewer 'De Schelpdiermonitor' (www.wur.nl/schelpdiermonitor). Hier worden verspreidingskaarten en tijdreeksen weergegeven van de doelsoorten en in de vangst aangetroffen andere soorten schelpdieren, krabben en zeesterren. Ook is in de webviewer meer informatie te vinden over de doelstellingen van de verschillende surveys en de gebruikte methodieken. De Schelpdiermonitor wordt jaarlijks in februari geüpdatet.

Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt eerst de algemene werkwijze per survey onderdeel beschreven. In paragraaf 2.8 worden bijzonderheden beschreven over de uitvoering in 2021. In Hoofdstuk 3 worden de survey resultaten van 2021 gepresenteerd en waar nodig direct bediscussieerd. Hier zijn alle tabellen met geschatte arealen en bestanden te vinden, net als de tijdreeksen (ontwikkeling van arealen en bestanden sinds aanvang van de monitoringreeksen). In de bijlagen zijn de resultaten van 2021 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 volgen meer algemene discussiepunten. In Hoofdstuk 5 'Uitgelicht' worden ieder jaar één tot enkele onderwerpen meer uitgediept. Dit jaar zijn dat:

- Ontwikkeling in schelpenlengte van halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) in de kustzone;
- Verspreiding van de schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) in de kustzone;
- Ontwikkeling Filipijnse tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*) in de deltaxwateren.

Resultaten doelsoorten 2021

Kustzone

In de kustzone is in het voorjaar van 2021 een bestand van 548,1 miljoen kg aan **zwaardscheden** (*Ensis* sp., ook wel 'mesheften') aangetroffen en 1.199,8 miljoen kg aan **halfgeknotte strandschelpen** (*S. subtruncata*) (versgewichten inclusief de schelp).

Waddenzee

Op de droogvallende platen van de Waddenzee is in het voorjaar 2100 hectare aan **mosselbanken** (*Mytilus edulis*) inclusief gemengde banken aangetroffen en 1190 ha aan **Japanse oesterbanken** (*Crassostrea gigas*) inclusief gemengde banken. Het totaal aan mosselbanken, oesterbanken en gemengde banken was 2328 ha (gemengde banken tellen mee als mosselbank en als oesterbank). Van het totaal werd 1506 ha gedomineerd (>50% van de totale biomassa) door mosselen en 822 ha door

Japanse oesters. Het bestand aan mosselen is geschat op 44,5 miljoen kg en het bestand aan Japanse oesters op 31,3 waarvan 17,4 in open gebieden, 12,7 in jaarrond gesloten gebieden en 1,2 in gebieden die een deel van het jaar gesloten zijn en/of jaarrond gesloten voor kokkelvisserij.

Het **kokkel**bestand (*Cerastoderma edule*) op de droogvallende platen is geschat op 106,5 miljoen kg vers in het voorjaar en 8,5 miljoen kg oogstbaar vlees op 1 september waarvan 3,3 in open gebieden, 3,0 in lotingsgebieden (beperkt toegankelijk) en 2,1 in voor kokkelvisserij gesloten gebieden.

Het bestand aan **Amerikaanse zwaardscheden** (*Ensis leei*) in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee (kombergingen Marsdiep en Vliestroom) is geschat op 312,9 miljoen kg. Dit is geschat uit de mosselzaadinventarisatie in opdracht van de PO Mosselcultuur in het voorjaar en de aanvullende inventarisatie binnen het WOT-Visserij programma in het najaar.

Deltawateren

Op de droogvallende platen van de Oosterschelde is in het voorjaar van 2021 589 hectare aan **Japanse oester**banken aangetroffen waarvan 365,4 gemengd met mosselen. Hierin is in het najaar een bestand aangetroffen van 29,3 miljoen kg aan Japanse oesters. In de Westerschelde werd het areaal aan Japanse oesterbanken (al dan niet bijgemengd met mosselen) geschat op 41 ha. In het Veerse meer werd in het najaar een bestand aan Japanse oesters aangetroffen van 29,5 miljoen kg en in het Grevelingenmeer 114,0 miljoen kg.

Op de droogvallende platen van de Oosterschelde is een **kokkel**bestand aangetroffen van 10,8 miljoen kg vers in het voorjaar. Hieruit is een oogstbaar najaarsbestand berekend van 0,6 miljoen kg vlees. In de Westerschelde bedroeg het voorjaarsbestand 2,7 miljoen kg waaruit een oogstbaar najaarsbestand van 0,2 miljoen kg vlees werd geschat.

In het voorjaar werd op de droogvallende platen van de Oosterschelde een bestand aan **Filipijnse tapijtschelpen** aangetroffen van 10,5 miljoen kg, op de platen van de Westerschelde 0,4 miljoen kg, in het Veerse meer 5,5 miljoen kg en in het Grevelingenmeer maar liefst 20,4 miljoen kg.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

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. 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. 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.

Voor een meer uitgebreide beschrijving van achtergronden en wettelijke kaders wordt verwezen naar het rapport over meetjaar 2020 (Troost *et al.*, 2021).

1.2 Doelstellingen

De WOT schelpdiermonitoring in de Nederlandse kustwateren heeft als hoofddoel 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 een eventuele verandering in het Nederlandse beleid ten aanzien van schelpdiervisserij en natuur te kunnen evalueren. Hiervoor zijn de tijdreeksen van belang, die sinds aanvang van de verschillende surveys jaarlijks worden aangevuld.

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: voorjaarsschatting 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.

1.3 Dit rapport

In Hoofdstuk 0 wordt een beknopte beschrijving gegeven van de gebruikte methodieken. Voor een meer uitgebreide uitleg wordt verwezen naar Troost *et al.* (2021). In Hoofdstuk 3 worden de survey resultaten van 2021 gepresenteerd en bediscussieerd per deelgebied. In Hoofdstuk 4 volgen algemene

discussiepunten en in Hoofdstuk 5 worden ieder jaar 1-2 onderwerpen uitgelicht en in meer detail geanalyseerd en beschreven. Dit jaar zijn dat:

- De ontwikkeling in schelpengtes van halfgeknotte strandschelpen in de kustzone;
- De verspreiding van schelpkokerwormen in de kustzone;
- De ontwikkeling van de Filipijnse tapijtschelp in de deltawateren.

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

Gebied	Deelgebied	Doelsoorten	Survey doel	Onderdeel van WOT Schelpdieren
Kustzone		Zwaardschede en halfgeknotte strandschelp	Bestand	Sinds 1993 Voordelta, sinds 1995 hele kustzone
Waddenzee	litoraal	Mossel	Areaal	Sinds 1995
			Bestand	Sinds 1990 als onderdeel van kokkelbestand, sinds 1998 specifiek gericht op mosselen.
		Japanse oester	Areaal	Sinds 2002 als onderdeel van mosselbank arealen, sinds 2011 specifiek gericht op Japanse oesters
			Bestand	Sinds 2002 als onderdeel van mosselbestand, sinds 2011 specifiek gericht op Japanse oesters
	sublitoraal (Marsdiep en Vliestroom)	Kokkel	Bestand	Sinds 1990
		Mossel	Bestand	Niet. Sinds 1992 in opdracht van PO Mosselcultuur
		Zwaardschede	Bestand	Sinds 2018 in aanvulling op mossel survey PO
Deltawateren	Oosterschelde litoraal	Kokkel	Bestand	Sinds 1990
			Bestand	Sinds 2020
		Japanse oester en mossel	Areaal	Sinds 2011
			Bestand	Sinds 2011
	Westerschelde litoraal	Kokkel	Bestand	Sinds 1990
		Japanse oester en mossel	Areaal	Sinds 2011
	Veerse meer en Grevelingenmeer tot 4 m diep	Kokkel en Filipijnse tapijtschelp	Bestand	Sinds 2017
	Veerse meer en Grevelingenmeer tot 10 m diep	Japanse oester, mossel, platte oester	Bestand	Sinds 2018

1.4 Kwaliteitszorg

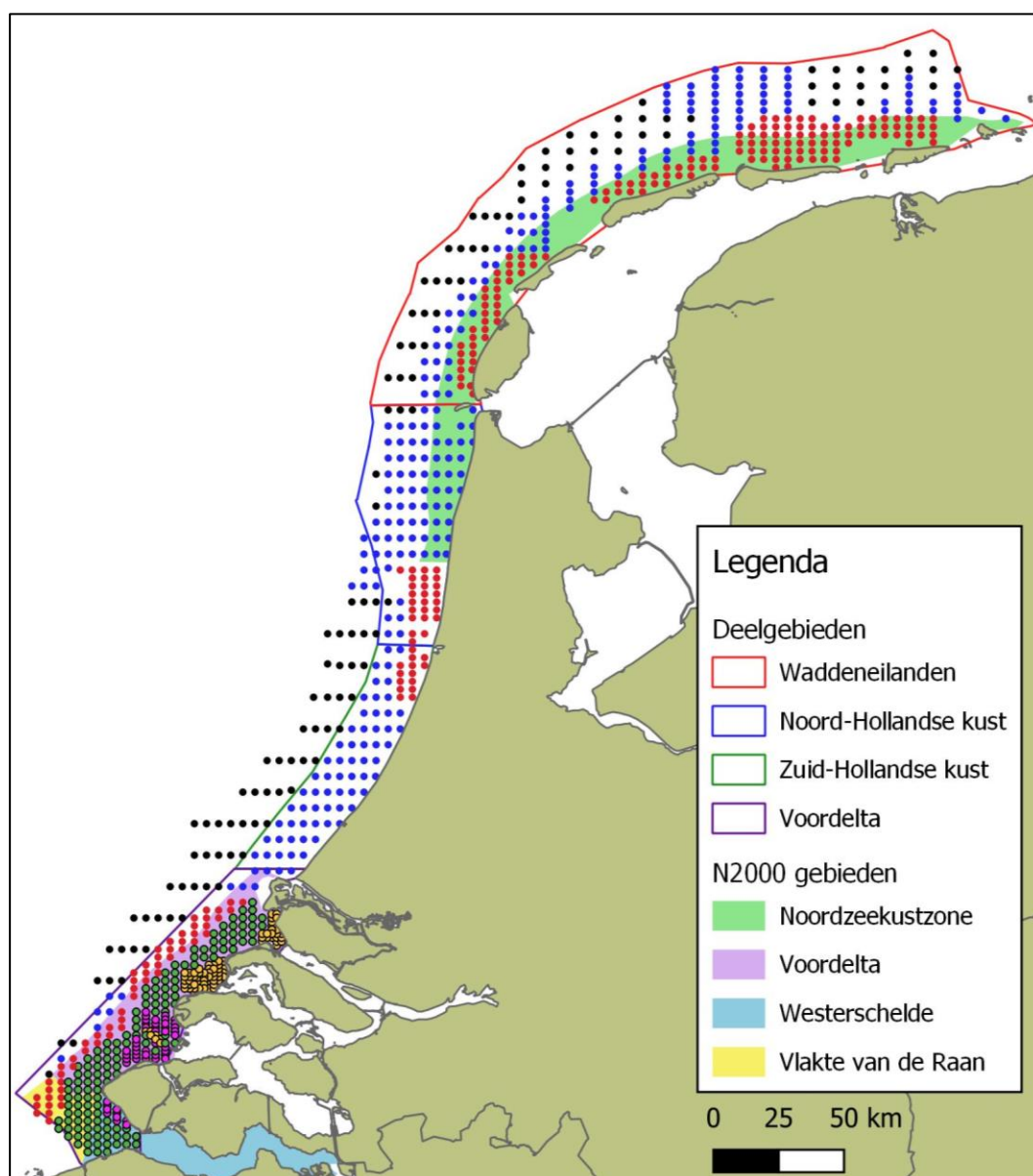
CVO beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaat nummer: 268632-2018-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2024. De certificering is uitgevoerd door DNV Business Assurance B.V.

2 Methoden

2.1 Onderzoeksgebieden en monsterpunten

2.1.1 Kustzone

Het onderzoeksgebied strekt zich vanaf de Nederlandse kust zeewaarts uit tot ongeveer de grens van de 12-mijls zone, behalve in het gebied 'Vlakte van de Raan' tegen de Belgische grens waar de 20 meter dieptelijn wordt gevolgd, en van de Belgische grens tot aan de equidistantielijn tussen de Nederlandse en Duitse wateren (Figuur 1). In 2021 zijn in totaal 892 monsterpunten bemonsterd (Figuur 1, Tabel 2).

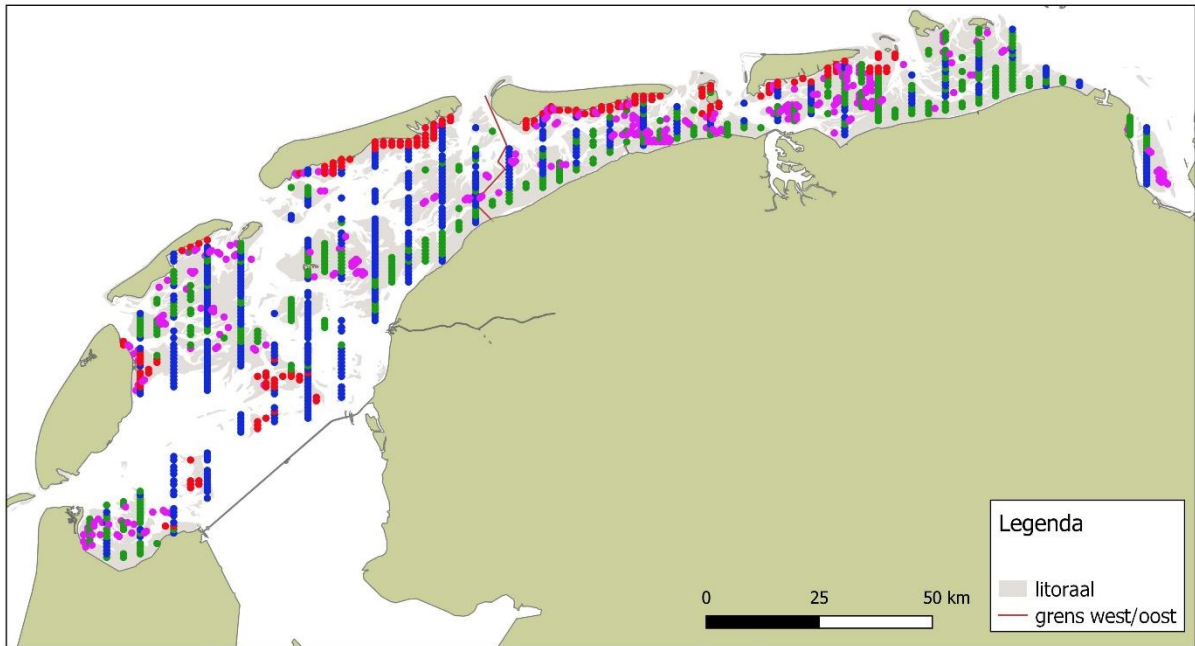


Figuur 1. Onderzoeksgebied kustzone met begrenzing van de deelgebieden en Natura 2000 gebieden. Alle in 2021 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur (niet opgenomen in legenda). De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is staan in Tabel 2.

2.1.2 Waddenzee

Kokkels, mosselen en Japanse oesters op droogvallende platen

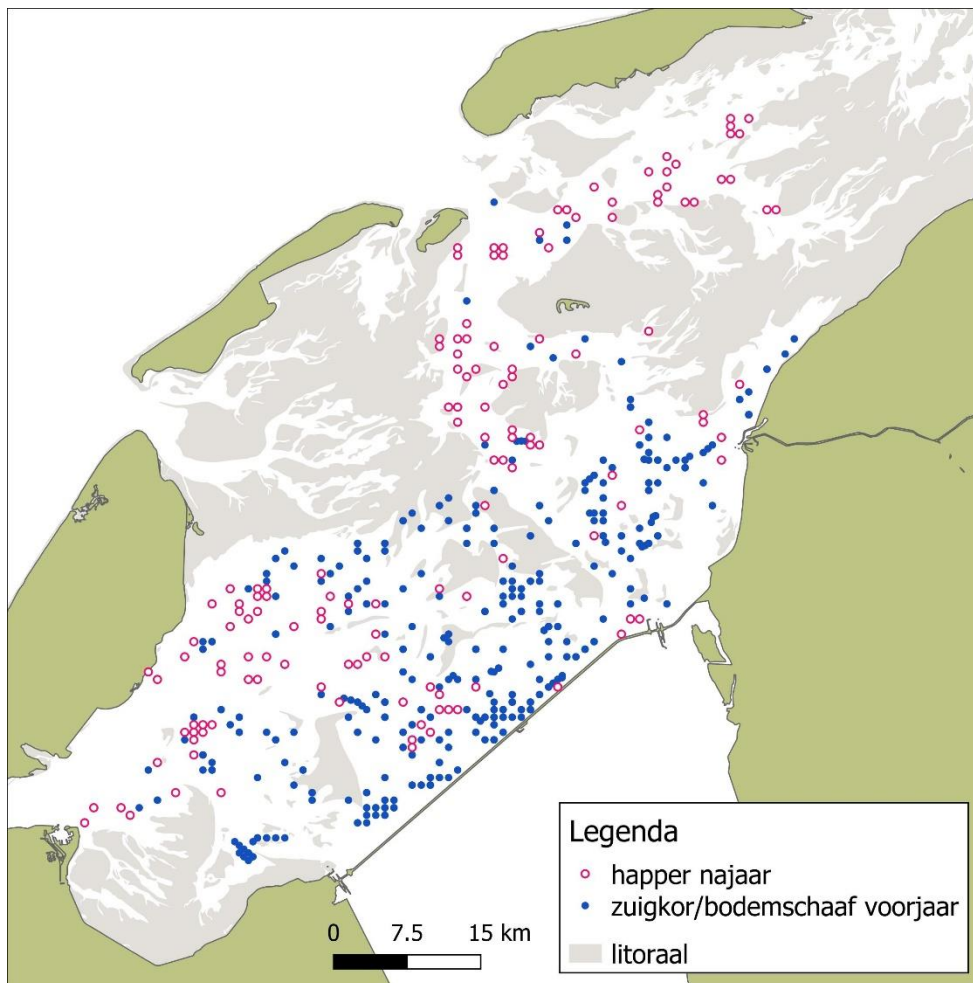
Voor de bestandsschatting van kokkels, mosselen en Japanse oesters, en de schatting van arealen aan mossel- en oesterbanken, bestaat het onderzoeksgebied uit het litorale deel van de Nederlandse Waddenzee. In de beschrijving van de resultaten wordt vaak onderscheid gemaakt tussen het westelijke en oostelijke deel. De daarbij gehanteerde grens is weergegeven in Figuur 2 waarin ook de in 2021 bemonsterde stations zijn weergegeven.



Figuur 2. Onderzoeksgebied Waddenzee litoraal, met de droogvallende platen ('litoraal') en de begrenzing tussen de westelijke en oostelijke Waddenzee. Alle in 2021 bemonsterde stations zijn per stratum weergegeven in een andere kleur. De paarse punten liggen in mossel- en oesterbanken, de rode en groene in gebieden waar kokkelbanken verwacht worden, en blauwe liggen in het resterende gebied. De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is staan in Tabel 2.

Amerikaanse zwaardscheden in het sublitoraal

Voor de bestandsschatting van Amerikaanse zwaardscheden bestaat het onderzoeksgebied 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 onderzoeksgebied en de in 2021 bemonsterde monsterpunten zijn weergegeven in Figuur 3. Het grootste deel daarvan is in het voorjaar van 2021 bemonsterd in het kader van de jaarlijkse bestandsschatting van mosselen in opdracht van de Producentenorganisatie van de Nederlandse Mosselcultuur (Van Stralen & Troost, 2021). Binnen het WOT Schelpdieren programma zijn 141 aanvullende monsterpunten bemonsterd.

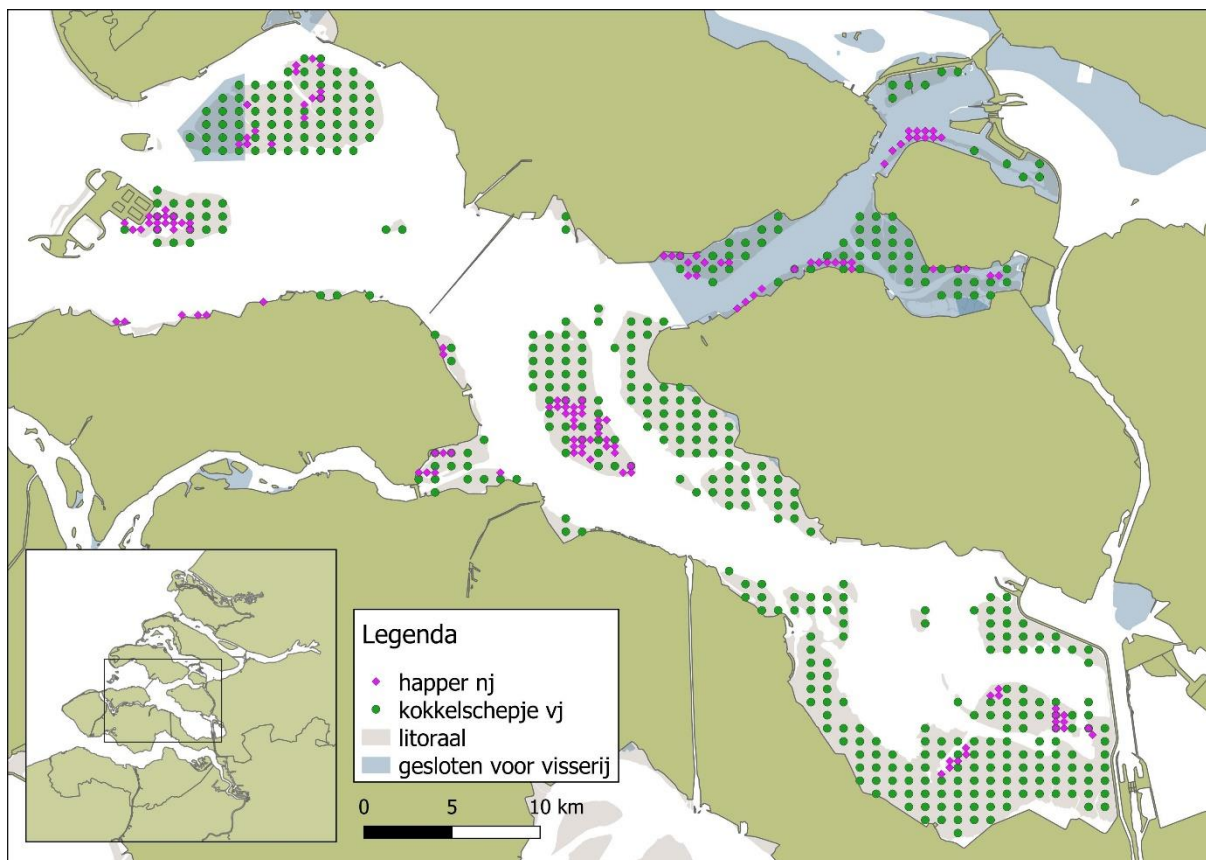


Figuur 3. De Westelijke Waddenzee met alle monsterpunten die bijdragen aan de bestandsschatting van de Amerikaanse zwaardschede in de kombergingen Marsdiep en Vliestroom. Dat zijn monsterpunten bemonsterd in het voorjaar als onderdeel van de mosselzaad inventarisatie (blauwe stipjes) en in het najaar als onderdeel van de aanvullende bemonstering binnen het WOT programma (roze rondjes). De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is staan in Tabel 2.

2.1.3 Deltawateren

In de deltaxwateren wordt het onderzoek uitgevoerd in de Oosterschelde, Westerschelde, het Grevelingenmeer en het Veerse meer (resp. Figuur 4, Figuur 5, Figuur 6 en Figuur 7). Het onderzoek in de Oosterschelde en de Westerschelde, waar het onderzoeksgebied zich uitstrekt tot aan de Belgische grens, beperkt zich tot de droogvallende platen (het litoraal).

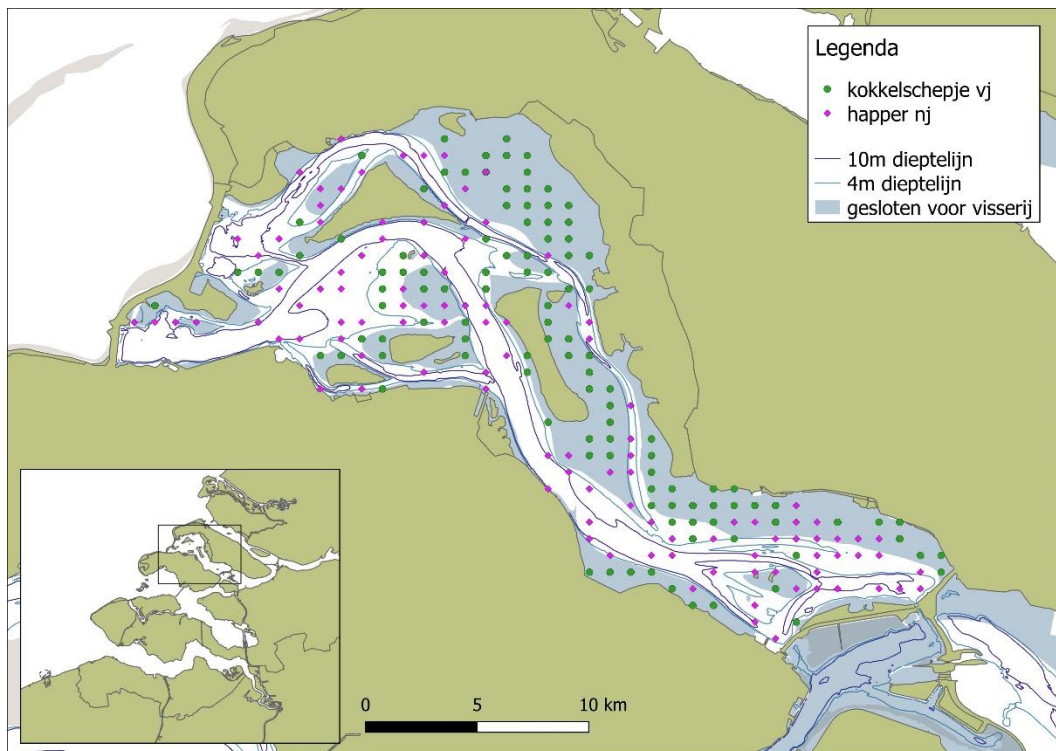
In het Veerse Meer en het Grevelingenmeer werden ingegraven soorten schelpdieren tot en met 2020 bemonsterd (met het kokkelschepje) tot de dieptelijn van 4 meter, en oesters en mosselen (met de hydraulische happer) tot de dieptelijn van 10 meter (Troost *et al.*, 2021). Vanaf 2020 worden alle soorten schelpdieren bemonsterd tot een diepte van 10 m. In de gebieden dieper dan 10 m zijn in beide wateren ieder 10 monsterpunten geplaatst, om te verkennen welke bestanden mogelijk onderschat worden door deze dieptezone niet mee te nemen.



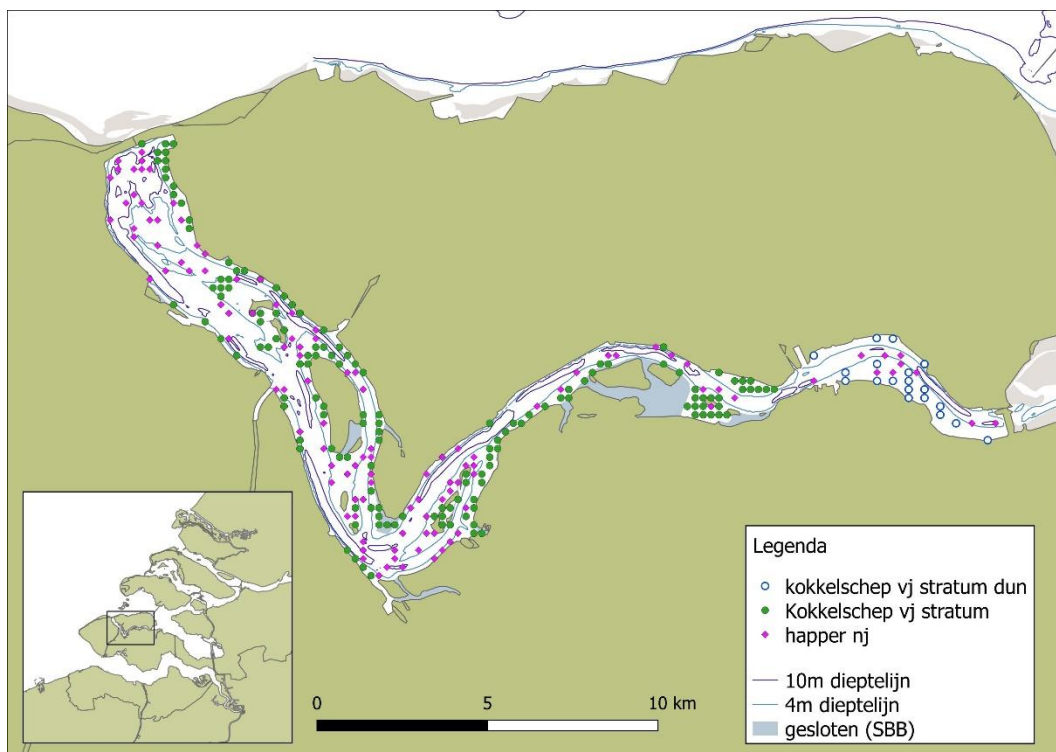
Figuur 4. Onderzoeksgebied Oosterschelde met de monsterpunten die in het voorjaar (vj) zijn bemonsterd met het kokkelschepje als groene stippen en punten bemonsterd binnen litorale oesterbanken in het najaar (nj) met de hydraulische happer als roze ruiten. De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is staan in Tabel 2.



Figuur 5. Onderzoeksgebied Westerschelde met de monsterpunten die in het voorjaar zijn bemonsterd met het kokkelschepje als groene stippen en als blauwe rondjes voor het dunnere stratum. De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is staan in Tabel 2.



Figuur 6. Onderzoeksgebied Grevelingenmeer met de monsterpunten die in het voorjaar (vj) zijn bemonsterd met het kokkelschepje als groene stippen en punten bemonsterd in het najaar (nj) met de hydraulische happer als roze ruiten. De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is staan in Tabel 2.



Figuur 7. Onderzoeksgebied Veerse meer met de monsterpunten die in het voorjaar (vj) zijn bemonsterd met het kokkelschepje als groene stippen en in het dunnere stratum als blauwe rondjes, en punten bemonsterd in het najaar (nj) met de hydraulische happer als roze ruiten. De bemonsterde aantallen per gebied per stratum en de arealen per stratum waarvoor 1 monsterpunt representatief is staan in Tabel 2.

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, zoals bijvoorbeeld 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 Aantallen monsterpunten per stratum

De monsterpunten zijn over het onderzoeksgebied verdeeld volgens een grid, waarbij voor een efficiënte verdeling van de onderzoeksinspanning het gebied is verdeeld in een aantal strata: gebieden met een verschillende kans of verwachting op het voorkomen van de betreffende doelsoorten. Alle toegepaste strata zijn samengevat in Tabel 2, en alle monsterpunten binnen de betreffende strata zijn weergegeven in Figuren 1 t/m 7. Voor meer uitleg over de stratificatie wordt verwezen naar (2021).

Tabel 2. Overzicht van de gehanteerde strata (als oppervlak per gridcel) en het aantal in 2021 bemonsterde monsterpunten per gebied. In de onderste regel is te zien in welke figuren de monsterpunten zijn weergegeven, in corresponderende kleuren.

Oppervlakte per gridcel (ha)	Kustzone	Waddenzee litoraal	Waddenzee sublitoraal voorjaar	Waddenzee sublitoraal najaar	Oosterschelde litoraal voorjaar	Oosterschelde litoraal najaar	Westerschelde litoraal	Grevelingenmeer voorjaar	Grevelingenmeer najaar	Veerse meer voorjaar	Veerse meer najaar
2,2										146	
4,5										19	
6,7						136					
7,4											68
12,8		308	53								
19,7											37
21,3											10
26,7			87		449		233	114			
37,3									36		
38,9									65		
51,3		158	28								
53,3							40				
56,5			1	27							
77,0			8	56							
102,7		386									
105,6	81										
128,4			218								
200,0										9	
205,4		430									
211,1	49										
422,3	136										
436,4						12					
480,5						46					
527,8	233										
1055,6	267										
2111,3	126										
Totaal	892	1282	395	141	449	136	273	114	110	165	115
Figuur	1	2	3		4		5	6		7	

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 (Figuur 8).

De bemonsteringen in de Waddenzee worden hoofdzakelijk uitgevoerd met de YE42 "*Anna Elizabeth*", 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*, *Krukkel* en *Harder*. Voor de aanvullende inventarisatie van het bestand aan zwaardscheden wordt gebruik gemaakt van de *Asterias*.

De bemonsteringen in de deltawateren worden uitgevoerd in samenwerking met de visserijkundig ambtenaren en gebruik makend van de schepen *Luctor* en *Regulus* van de Rijksrederij. De bemonsteringen worden deels uitgevoerd door een surveyleider en eventueel extra opstapper van WMR, en deels zelfstandig door een visserijkundig ambtenaar en de Waddenunit bemanning.



Figuur 8. De YE42 "*Anna Elizabeth*", drooggevallen op de Waddenzee.

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. Een overzicht van het bemonsterd oppervlak per monstertuig, en het totale aantal monsterpunten dat hiermee in 2021 is bemonsterd, wordt gegeven in Tabel 3. 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).

Tabel 3. Bemonsterde oppervlaktes, en aantallen bemonsterde monsterpunten in 2021, per monstertuig.

Monstertuig	Bemonsterd oppervlak (m ²)	Kustzone	Waddensee litoraal	Waddensee sublitoraal voorjaar*	Waddensee sublitoraal najaar	Oosterschelde	Westerschelde	Veerse Meer	Grevelingenmeer
Bodemschaaf	7 – 15**	721		38					
Zuigkor	15**	146		357					
Stempelkor	0,4		674						
Kokkelschepje	0,1		457			413	266	165	114
Hydraulische happer	1,1	25	42		141	136		115	110
Steekring	0,1		109			36	7		
Totaal		892	1.282	395	141	585	273	280	224

* Alleen monsterpunten gebruikt voor berekening van het bestand aan zwaardscheden.

** Afhankelijk van de trek lengte.

2.5 Verwerking van de monsters

Monsters die zijn genomen door medewerkers van WMR zijn meteen aan boord verwerkt. Monsters die zijn genomen door medewerkers van het ministerie van LNV (Waddenunit en visserijkundig ambtenaren in de deltawateren) zijn vers of ingevroren naar WMR getransporteerd en daar verwerkt door WMR personeel. De monsters zijn gezeefd over 5 mm en vervolgens uitgezocht. Hierbij zijn alle dieren uit de vangst geregistreerd, behalve 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.* (2019).

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. Kapotte krabben zijn alleen geteld als de carapax (het rugschild) nog aanwezig was. De bijbehorende gewichten zijn achteraf berekend op basis van het gemiddelde gewicht van dieren van dezelfde soort en leeftijd-/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. Waar schelp lengtes of -breedtes zijn gemeten is dit gedaan tot op de millimeter nauwkeurig.

Omdat door invriezen en ontdooien vochtverlies kan optreden wat resulteert in een afname van het versgewicht, 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.

De volgende onderverdelingen in leeftijd- en lengteklassen zijn gemaakt:

- **Kokkels** (*Cerastoderma edule*) zijn op basis van groeiringen 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. Dezelfde indeling wordt gemaakt voor **brakwaterkokkels** (*Cerastoderma glaucum*).
- **Zwaardscheden** (*Ensis* sp.) zijn in de kustzone gedetermineerd op genusniveau. Omdat meestal alleen de topjes worden aangetroffen met alle monstertuigen behalve de hydraulische happer, of zelfs alleen de sifons, ontbreken determinatiekenmerken die nodig zijn voor een determinatie op soortniveau. In de Waddenzee en deltawateren worden alle aangetroffen zwaardscheden benoemd als *Ensis leei* omdat er vooralsnog geen aanwijzingen zijn dat in deze gebieden ook andere soorten zwaardscheden voorkomen. Zwaardscheden zijn onderverdeeld in grote en kleine individuen waarbij de grens tussen groot en klein gelegd wordt bij een schelpbreedte van 16 mm (5 mm onder de top gemeten). Van alle intacte individuen en topjes met voldoende schelp is de schelpbreedte opgemeten.
- Voor **halfgeknotte strandchelpen** (*Spisula subtruncata*) is onderscheid gemaakt tussen kleine en grote dieren op basis van schelpenlengte. De grenswaarde is gebaseerd op lengtefrequentieverdelingen uit de survey gegevens van eerdere jaren waarin de verschillende cohorten vaak duidelijk onderscheiden kunnen worden. Daaruit blijkt dat de grens tussen éénjarige en meerjarige dieren in de meeste gevallen op 19 mm ligt.
- **Mosselen** (*Mytilus edulis*) zijn onderscheiden in drie klassen: zaad, middelgrote (tot en met 4,5 cm) en grote (>4,5 cm) mosselen. Het zaad is 1 winter oud en wordt onderscheiden op basis van uiterlijke kenmerken.
- **Japane oesters** (*Crassostrea gigas*) worden onderscheiden in drie grootteklassen: klein (10-50 mm), middel (51 - 150 mm) en groot (>150 mm). Broed tot 10 mm wordt niet geregistreerd omdat deze vaak zeer moeilijk te onderscheiden zijn van de oudere oesterschelpen waarop ze vastgehecht zitten.
- **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 zeer arbitrair en gebeurt op basis van de dikte van de aangetroffen sifons. Het onderscheid wordt gebruikt ter indicatie en is zeer 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 op basis van een schelpenlengte van 20 mm, wat overeen lijkt te komen met de grens tussen éénjarige en meerjarige dieren (op basis van niet gepubliceerde resultaten van lengtemetingen).
- **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.
- **Strandkrabben** (*Carcinus maenas*) worden onderverdeeld in grote en kleine individuen waarbij de grens ligt bij een carapax breedte van 20 mm.

2.6 Berekeningen

2.6.1 Bestandsberekening

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

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

Waarbij:

B	=	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	=	biomassa versgewicht in 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 (*C. edule*) 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-groei-formule (gram)

De gewichtstoename op 1 september wordt bepaald uit de natuurlijke logaritme van de Gompertz-groei-curve. Deze wordt gegeven 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 (Kamermans *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

Voor kapotte zwaardscheden waar geen biomassa van gemeten kon worden, is gebruik gemaakt van de breedte-gewichtsrelatie:

$$G = 0,0015 \times W^{3,3693}$$

Waarbij:

G = versgewicht (g);

W = schelpbreedte (mm).

Deze relatie is gebaseerd op historische gegevens uit de kustzone en de Waddenzee.

2.6.4 Schelplengte van zwaardscheden

Voor de berekening van de lengte van de zwaardscheden is op basis van de gemeten schelpbreedte de volgende formule gehanteerd (herzien in 2016 en gebaseerd op historische gegevens uit de kustzone en de Waddenzee (en zie ook Craeymeersch & Van der Land, 1998; Houziaux *et al.*, 2011):

$$L = 6,6237 \times W$$

waarbij:

L = schelplengte in mm;

W = schelpbreedte in mm.

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. Ieder jaar wordt daarom prioriteit gegeven aan het inmeten van nieuwe banken, banken die veranderd zijn (bijv. deels verdwenen) en banken die al langere tijd niet meer bezocht en ingemeten zijn. 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 in Van Zweeden *et al.* (2011). Met de surveyresultaten uit volgende 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.



Figuur 9. De drooggevallen oester- en mosselbanken worden ingemeten door er met een GPS in de hand omheen te lopen, zoals op deze foto door Wouter Suykerbuyk in de Waddenzee.

De banken worden bij laagwater te voet ingemeten volgens een vast protocol (De Vlas *et al.*, 2005; Troost *et al.*, 2019)(Figuur 9). 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 onder andere de volgende gegevens genoteerd, die worden ingeschat op basis van visuele waarnemingen (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". Strooi velden tellen niet mee in de arealen en worden niet in de kaarten weergegeven.

Een bank wordt als "gemengd" (zowel mossel- als oesterbank) geclassificeerd als zowel oesters als mosselen voorkomen met een bedekking van 5% of meer. De karteringen vinden zoveel mogelijk plaats voorafgaand aan de bemonsteringen voor de bestandsopname, zodat bij het opstellen van het monsterprogramma de meest recente contouren van de banken kunnen worden gebruikt.

2.8 Uitvoering 2021

2.8.1 Kustzone

De bemonsteringen met de *Isis* (Figuur 10) zijn uitgevoerd in de periode van 22 maart tot en met 10 juni, de bemonsteringen met de *YE42* in de periode van 21 tot en met 29 juni.



Figuur 10. Bij de bemonsteringen in de kustzone met de Isis komt een gladde zee soms ook voor. Op het achterdek wordt met behulp van het A-frame de bodemschaaf binnengehaald.

2.8.2 Waddenzee

Kokkels, mosselen en Japanse oesters op droogvallende platen

De bemonsteringen en karteringen in het litoraal van de Waddenzee zijn op dezelfde wijze uitgevoerd als in 2020. In verband met COVID-19 maatregelen is geen inspectie per vliegtuig uitgevoerd maar is uitsluitend gewerkt met satellietbeelden volgens de methode Westinga *et al.* (2020). Daarnaast is het inmeten van de mossel- en oesterbanken uitgevoerd ná de bemonsteringen ten behoeve van de bestandsschattingen. De bemonsteringen konden wederom met een minimale bezetting uitgevoerd worden dankzij een in 2020 in het uitzoeken van de monsters ingewerkt bemanningslid. De mensen van de Waddenunit hoefden daardoor niet mee aan boord en konden zich richten op de zelfstandige monsternamen van een deel van de monsterpunten.

De bemonsteringen voor de bestandsschattingen zijn uitgevoerd in de periode van 12 april tot en met 20 mei, en het inmeten van mosselbanken in de periode van 24 mei tot en met 10 juni.

Amerikaanse zwaardscheden in het sublitoraal

De mosselzaad inventarisatie, die wordt gebruikt als basis voor de bestandsschattingen van Amerikaanse zwaardscheden, is volgens planning in het voorjaar van 2021 uitgevoerd in de periode van 15 maart tot en met 1 april. De aanvullende bemonsteringen met de *Asterias* zijn pas in de periode van 22 tot en met 25 november uitgevoerd als gevolg van onvoorziene onderhoud en reparaties aan het schip. Dat is een maand later dan in 2019 (in 2020 is deze survey als gevolg van COVID-19 komen te vervallen).

2.8.3 Deltawateren

De bemonsteringen met het kokkelschepje in de deltawateren zijn uitgevoerd in de periode maart-mei. De bemonsteringen in de Oosterschelde, het Veerse Meer en Grevelingenmeer met de hydraulische oesterhapper vanaf de YE42 zijn uitgevoerd in oktober.

In het Grevelingenmeer en Veerse meer zijn de monsterpunten bij een waterdiepte van minder dan 4 m en buiten oesterbanken bemonsterd met het kokkelschepje. Alle andere monsterpunten, dus binnen oesterbanken tot 4 meter diep en ook daarbuiten in de dieptezone van 4-10 m, zijn bemonsterd met de hydraulische happer. In beide gebieden zijn daarnaast 9-10 monsterpunten in gebieden dieper dan 10 m bemonsterd met de hydraulische happer.

3 Resultaten 2021

3.1 Kustzone

3.1.1 Bestanden

In het voorjaar van 2021 is het bestand van zwaardscheden (*Ensis* sp.) geschat op 548,1 miljoen kg versgewicht (Tabel 4). Het bestand van halfgeknotte strandschelpen is geschat op 1.199,8 miljoen kg versgewicht (Tabel 5). In Tabel 6 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*).

Tabel 4. Bestanden van zwaardscheden in de Nederlandse kustzone, uitgesplitst naar grote en kleine individuen (onderscheid bij 16 mm schelpbreedte), en per deelgebied en Natura 2000 gebied.

	Aantal (miljoen individuen)			Biomassa (miljoen kg versgewicht)		
	groot	klein	totaal	groot	klein	totaal
Per kustzone gebied						
Waddeneilanden	2.600,4	13.764,8	16.365,2	89,9	124,4	214,3
Noord-Hollandse kust	1.748,6	984,6	2.733,2	49,3	7,3	56,6
Zuid-Hollandse kust	3.084,2	959,5	4.043,6	86,1	6,0	92,1
Voordelta	3.197,6	4.841,0	8.038,6	80,2	46,3	126,5
Buiten Kustzone gebied	1.630,4	1.352,5	2.982,9	52,8	5,8	58,5
Per N2000 gebied						
Noordzeekustzone	2.190,2	8.616,4	10.806,7	51,8	78,5	130,3
Voordelta	1.454,6	3.311,5	4.766,2	39,7	28,3	68,0
Vlakte van de Raan	1.382,5	1.198,8	2.581,3	31,7	15,0	46,6
Westerscheldemonding	160,7	289,2	449,9	3,6	2,8	6,4
Buiten N2000 gebied	7.073,1	8.486,3	15.559,4	231,6	65,2	296,8
Totaal	12.261,2	21.902,3	34.163,5	358,3	189,7	548,1
95% c.i. min			29.650			484
95% c.i. max			38.850			615

Tabel 5. Bestanden van halfgeknotte strandschelpen in de Nederlandse kustzone, uitgesplitst naar grote en kleine individuen (onderscheid bij 18 mm schelpengte, overeenkomend met de grens tussen éénjarige en meerjarige dieren), en per deelgebied en Natura 2000 gebied.

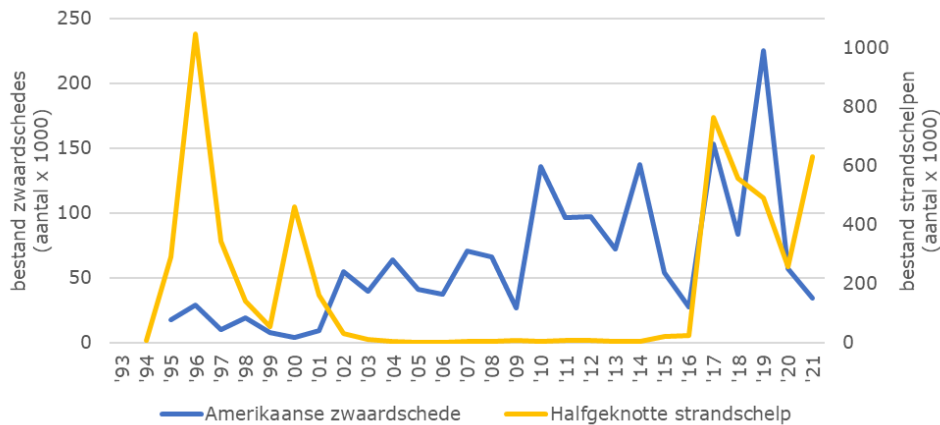
	Aantal (miljoen individuen)			Biomassa (miljoen kg versgewicht)		
	groot	klein	totaal	groot	klein	totaal
Kustzone gebied						
Waddeneilanden	164.032,0	190,5	164.222,4	701,6	0,2	701,7
Noord-Hollandse kust	26.803,0	7.469,0	34.272,0	108,9	6,4	115,3
Zuid-Hollandse kust	4.882,0	216.348,6	221.230,6	12,1	142,3	154,4
Voordelta	2.396,6	118.727,0	121.123,6	6,6	27,7	34,4
Buiten Kustzone gebied	45.546,2	43.265,2	88.811,4	154,9	39,1	194,0
N2000 gebied						
Noordzeekustzone	3.145,2	1.494,7	4.639,9	16,1	1,3	17,4
Voordelta	1.758,8	112.398,9	114.157,7	5,0	25,4	30,3
Vlakte van de Raan	162,0	104,1	266,1	0,5	0,1	0,5
Westerscheldemonding	30,8	0,0	30,8	0,1	0,0	0,1
Buiten N2000 gebied	238.563,0	272.002,6	510.565,6	962,5	188,9	1.151,4
Totaal	243.659,8	386.000,3	629.660,1	984,2	215,6	1.199,8
95% c.i. min			457.860			1.037
95% c.i. max			825.390			1.370

Tabel 6. Bestanden van overige soorten in de Nederlandse kustzone: otterschelp, venusschelp en zaagje.

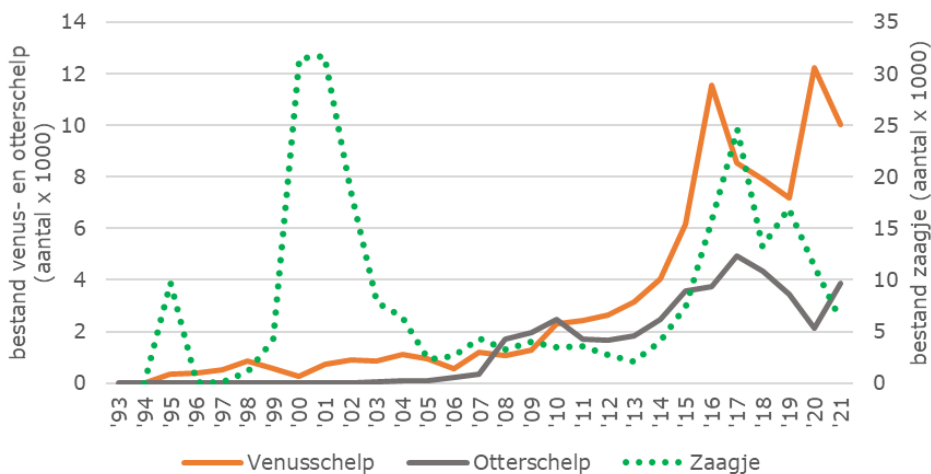
	Aantal (miljoen individuen)			Biomassa (miljoen kg versgewicht)	
	otterschelp	venusschelp	zaagje	venusschelp	zaagje
Kustzone gebied					
Waddeneilanden	1.156,9	2.741,5	764,2	5,5	1,2
Noord-Hollandse kust	588,2	1.210,3	2.461,4	3,4	5,0
Zuid-Hollandse kust	1.104,9	2.855,6	1.237,2	4,0	2,1
Voordelta	272,9	157,7	836,5	0,3	1,3
Buiten Kustzone gebied	754,5	3.045,6	954,9	7,7	1,4
N2000 gebied					
Noordzeekustzone	106,7	264,7	601,7	0,7	0,9
Voordelta	196,5	60,6	778,0	0,2	1,2
Vlakte van de Raan	20,0	2,6	46,3	0,0	0,1
Westerscheldemonding	17,7	0,8	11,8	0,0	0,0
Buiten N2000 gebied	3.536,6	9.682,0	4.816,2	20,0	8,7
Totaal	3.877,4	10.010,8	6.254,1	20,9	10,9

3.1.2 Ontwikkeling populaties

Voor het tweede jaar op rij is een netto afname gezien in het bestand van Amerikaanse zwaardscheden (Figuur 11). Het bestand aan kleine zwaardscheden is gehalveerd ten opzichte van een jaar eerder. Dit komt deels door sterfte, deels door uitgroei naar de klasse "groot" (die in aantallen netto met 22% toenam), en deels door het uitblijven van nieuwe aanwas. Als gevolg van een nieuwe aanwas, waarschijnlijk door broedval in de zomer van 2020, is het bestand van halfgeknotte strandschelpen sterk toegenomen (zie ook 5.1).



Figuur 11. 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 12. Ontwikkeling in de bestanden van venusschelpen (oranje), otterschelpen (grijs) en zaagjes (groen, gestippeld), in aantal miljoen individuen (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 1 tabblad 'ontwikkeling').

Het bestand van de venusschelp is wat afgenomen ten opzichte van 2020 (Figuur 12). Na een jarenlange toename lijkt het bestand sinds 2016 zo rond de 10.000 miljoen individuen te schommelen. De afname bij het zaagje heeft zich verder doorgezet tot een bestand van 6.254 miljoen individuen in 2021. De otterschelp liet een toename zien en lijkt op het oog de ontwikkeling van de venusschelp te volgen, met een vertraging van een jaar.

3.2 Waddenzee

3.2.1 Arealen

In de Waddenzee is een totaal areaal aan schelpdierbanken aangetroffen van 2328 ha. Hiervan bestond naar schatting 1138 ha uit pure mosselbanken, 228 ha uit pure oesterbanken en 962 ha uit gemengde banken (Tabel 8). Het totale areaal aan mosselbanken is derhalve geschat op 2100 ha (mosselbanken + gemengde banken) en het totale areaal aan oesterbanken op 1190 ha (oesterbanken + gemengde banken).

Naar aanleiding van vragen vanuit de projectgroep rond het oesterrapen in de Waddenzee is een verfijning aangebracht in de classificering van de gemengde banken, om beter te kunnen onderscheiden welke banken op basis van hun samenstelling relatief geschikt of ongeschikt zijn voor vogels die op mosselen foerageren. De verfijning is gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek naar vogelaantallen op gemengde banken door Waser *et al.* (2016, zie hun figuur 4) en praktische haalbaarheid binnen het bestaande budget. Waser *et al.* (2016) laten een significant negatief verband zien tussen het aandeel oesters in een bank en de aantallen van vier vogelsoorten, waaronder de scholekster. Aantallen nemen af vanaf een aandeel van 20-30% aan Japanse oesters. De auteurs adviseren om oesterrapen alleen toe te staan bij het hoogste aandeel aan oesters; in hun studie komt dit overeen met 60%.

Voor iedere ingemeten bank wordt binnen het WOT programma altijd al een visuele inschatting gemaakt of de meerderheid van de biomassa bestaat uit Japanse oesters of mosselen. Dit komt overeen met een aandeel van Japanse oesters van 50%. Op basis hiervan zijn de gemengde banken verder verfijnd naar "gemengde banken gedomineerd door mosselen" en "gemengde banken gedomineerd door Japanse oesters". Dit onderscheid op basis van een aandeel van Japanse oesters van 50% ligt in de buurt van de aanbeveling door Waser *et al.* (2016). Ook komt deze werkwijze overeen met de werkwijze in het Duitse deel van de Waddenzee; zij onderscheiden geen gemengde banken maar delen alle banken in als mosselbank of oesterbank afhankelijk van welke soort in biomassa domineert (Markert *et al.*, 2009). Tabel 7 geeft een overzicht van de onderscheiden banktypen en hun samenstelling.

Tabel 7. 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%	Minder dan 5%		
Pure oesterbank	Minder dan 5%	Minstens 5%		
Gemengde mosselbank	Minstens 5%	Minstens 5%	Meer dan 50%	Minder dan 50%
Gemengde oesterbank	Minstens 5%	Minstens 5%	Minder dan 50%	Meer dan 50%

In de jaarlijkse rapportages worden pure mosselbanken en gemengde banken opgeteld tot een totaal areaal aan mosselbanken (al dan niet gemengd met oesters), en op dezelfde wijze worden pure oesterbanken en gemengde banken opgeteld tot een totaal areaal aan oesterbanken (al dan niet gemengd met mosselen). Als aanvulling daarop wordt vanaf nu jaarlijks een optelling gemaakt van banken gedomineerd door mosselen (pure mosselbanken + gemengde mosselbanken) en banken gedomineerd door oesters (pure oesterbanken + gemengde oesterbanken). In de voetnoot van Tabel 8 wordt toegelicht hoe deze totalen zijn berekend.

Tabel 8. Arealen van mosselbanken en Japanse oesterbanken in de Waddenzee in 2021.

Type bank	Totaal oppervlak (ha)	West		Oost	
		(ha)	(%)	(ha)	(%)
Pure mosselbank	1138	185	16	953	84
Pure oesterbank	228	32	14	196	86
Gemengde bank, waarvan:	962	488	51	474	49
gemengde mosselbank	368	215	58	153	42
gemengde oesterbank	594	273	46	321	54
Totaal mosselbank¹	2100	673	32	1427	68
Waarvan zaad	34	2	6	32	94
Meerjarig	2066	661	32	1405	68
Totaal oesterbank²	1190	520	44	670	56
Waarvan jaarrond gesloten	344	137	40	207	60
Deel van het jaar gesloten	40	33	83	7	17
Handkokkel A gebied	33	1	3	32	97
Deel van het jaar en Handkokkel A	0	0	0	0	0
Waarvan in open	773	349	45	424	55
Totaal alle banken³	2328	705	30	1623	70
Totaal gedomineerd door mosselen⁴	1506	400	27	1106	73
Totaal gedomineerd door oesters⁵	822	305	37	517	63

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 2021 bestond van de gemengde banken naar schatting 594 ha uit gemengde oesterbanken, de overige 368 ha uit gemengde mosselbanken. Daarmee komt het totale areaal aan banken gedomineerd door oesters op 822 ha en het totale areaal aan banken gedomineerd door mosselen op 1506 ha. Er werd een bescheiden aanwas van mosselen gezien, met een areaal aan zaadbanken van 2 ha in de westelijke Waddenzee en 32 ha in het oosten.

3.2.2 Bestanden

Kokkels

In het voorjaar van 2021 is op de droogvallende platen van de Waddenzee een kokkelbestand aangetroffen van in totaal 106,5 miljoen kg versgewicht (Tabel 9). Dit is geëxtrapoleerd naar een bestand van 141,4 miljoen kg versgewicht op 1 september, overeenkomend met 21,2 miljoen kg vlees (15%) en een oogstbaar bestand (dus bij dichtheden hoger dan 50 kokkels per vierkante meter) van 8,5 miljoen kg vlees. Van het oogstbare bestand op 1 september lag 3,3 miljoen kg in de open gebieden, nog eens 3,0 miljoen kg in de lotingsgebieden, en de overige 2,1 miljoen kg in de voor kokkelvisserij gesloten gebieden.

Tabel 9. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Waddenzee, onderverdeeld naar de handkokkel gebieden (A, C en D) en leeftijdsklassen. Het oogstbare bestand in het najaar is het 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)
A gesloten	1-jarig	95	7,4	18,8	2,8			
	2-jarig	38	6,1	5,5	0,8			
	meerjarig	62	21,5	18,7	2,8			
Totaal A (n=219)		127	34,9	43,0	6,4	14,3	2,1	2589
C loting	1-jarig	99	13,5	26,4	4,0			
	2-jarig	28	3,5	2,9	0,4			
	meerjarig	93	22,7	19,8	3,0			
Totaal C (n=311)		164	39,7	49,1	7,4	20,2	3,0	2172
D open	1-jarig	110	8,5	27,9	4,2			
	2-jarig	26	1,4	1,5	0,2			
	meerjarig	114	22,0	20,0	3,0			
Totaal D (n=405)		171	31,9	49,3	7,4	22,2	3,3	1556
Totaal	1-jarig	304	29,3	73,1	11,0			
	2-jarig	92	11,0	9,8	1,5			
	meerjarig	269	66,2	58,5	8,8			
Totaal (n=935)		462	106,5	141,4	21,2	56,7	8,5	6317
95% c.i. min			94					
95% c.i. max			120					

Mosselen en Japanse oesters

In de Waddenzee is een mosselbestand aangetroffen van 44,5 miljoen kg versgewicht en een oesterbestand van 31,3 miljoen kg versgewicht (Tabel 10). Van het totale oesterbestand was 17,4 miljoen kg aanwezig in de open gebieden, 12,7 miljoen kg in de jaarrond gesloten gebieden, en de overige 1,2 miljoen kg in gebieden die ofwel een deel van het jaar gesloten zijn voor alle activiteiten, ofwel jaarrond gesloten voor kokkelvisserij (A-gebieden).

Tabel 10. 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 2020) en oudere (meerjarige) mosselen. Oesters zijn onderverdeeld in de onderscheiden grootteklassen.

Soort	Klasse	Totaal bestand (met 95% c.i.)				West		Oost	
		(milj.kg)	(%)	min	max	(milj.kg)	(%)	(milj.kg)	(%)
Mossel	Zaad	8,2	18,4			6,9	15,5	1,3	2,9
	Meerjarig	36,3	81,6			17,6	39,4	18,8	42,1
Totaal mosselbestand		44,5	100,0	38	52	24,5	55,0	20,0	45,0
Japanse oester	Klein	0,6	2,0			0,3	1,1	0,3	0,9
	Middel	19,4	62,0			10,8	34,5	8,6	27,5
	Groot	11,3	36,0			10,0	32,0	1,3	4,0
Totaal oesterbestand		31,3	100,0	26	37	21,2	67,6	10,1	32,4
Waarvan jaarrond gesloten		12,7	40,5			6,9	22,1	5,8	18,4
Deel van het jaar gesloten		1,0	3,2			0,7	2,2	0,3	0,9
Handkokkel A gebied		0,2	0,7			0,1	0,4	0,1	0,3
Deel van het jaar en Handkokkel A		0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0
Waarvan in open		17,4	55,6			13,4	42,9	4,0	12,7

Amerikaanse zwaardschede

Van de Amerikaanse zwaardschede is het totale bestand in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee (kombergingen Vliestroom en Marsdiep) geschat op 312,9 miljoen kg versgewicht. Hiervan is 195,3 miljoen kg gevonden in de aanvullende survey met hydraulische happer (najaar 2021) en 117,6 miljoen kg in de mosselzaad inventarisatie (voorjaar 2021). 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.

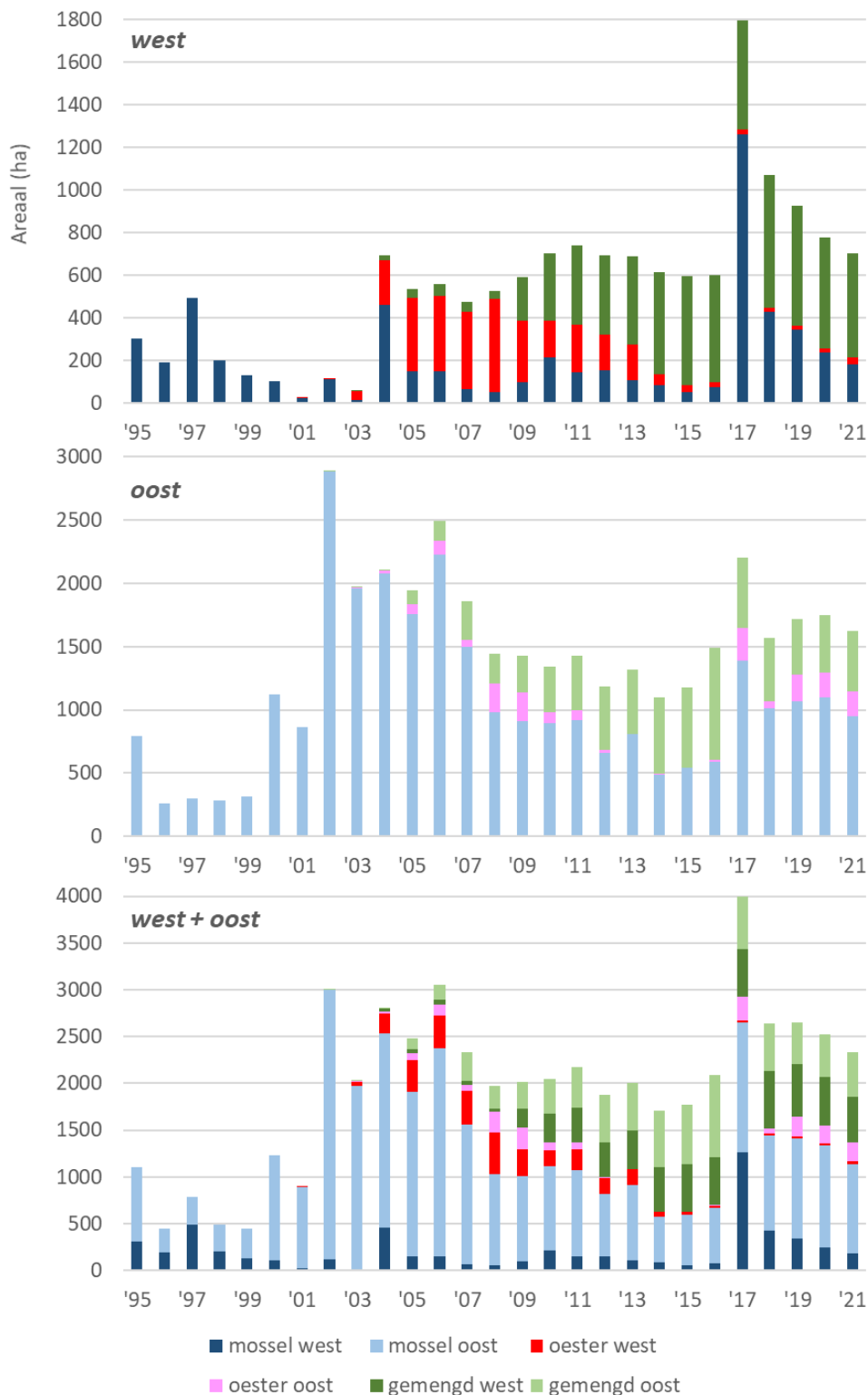
3.2.3 Ontwikkeling populaties

Arealen

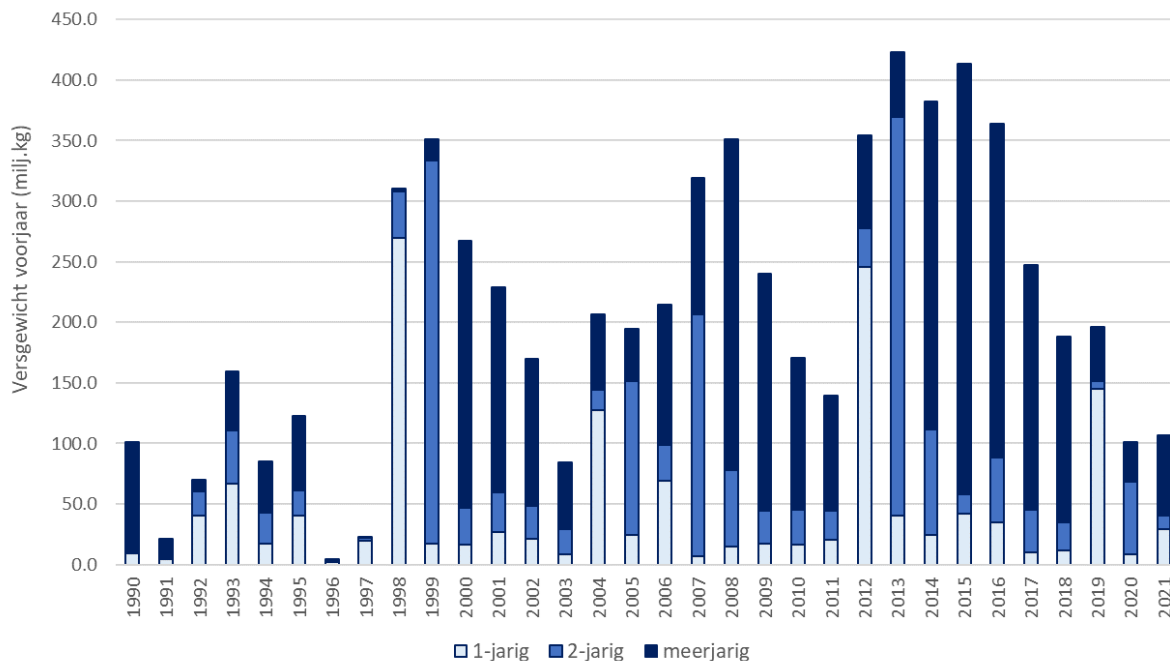
Ondanks de bescheiden aanwas van 36 ha aan zaadbanken zijn de arealen schelpdierbanken netto wat lager dan vorig jaar, vooral de pure mosselbanken (Figuur 13). In de westelijke Waddenzee zet de gestage afname na de omvangrijke broedval van 2016 (voor het eerst zichtbaar in de arealen van 2017) verder door.

Kokkelbestand

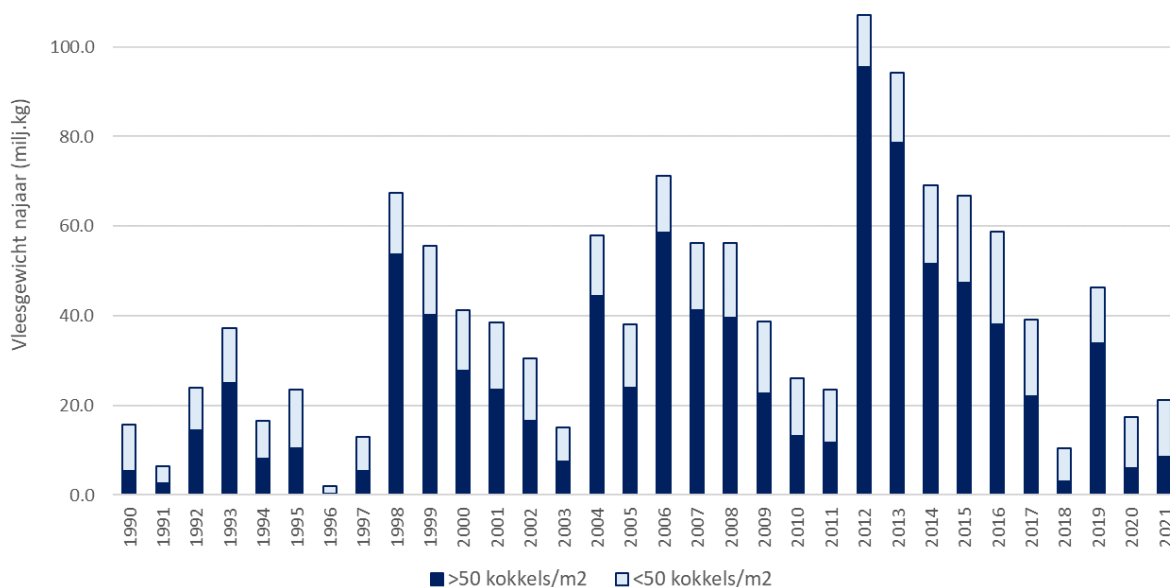
Het kokkelbestand dat in het voorjaar van 2021 is aangetroffen, ligt iets hoger dan in 2020 (Figuur 14). Ondanks enige aanwas in de zomer van 2020 is het bestand nog steeds laag. In de zomer van 2020 zijn er geen signalen geweest over extreme sterfte. De omvang van het bestand in 2021 ten opzichte van 2020 bevestigt dat beeld. Ook in het vleesgewicht (Figuur 15) is een lichte toename te zien ten opzichte van 2020. Het kokkelbestand lijkt zich langzaam weer wat te herstellen na het dieptepunt in 2018, toen in de Waddenzee een extreme zomersterfte onder kokkels plaatsvond (Troost & Van Asch, 2018). De gegevens van 2018 in Figuur 15 resulteren uit de herbemonstering volgend op de zomersterfte. Ook in 2019 is verhoogde zomersterfte geconstateerd, maar is geen herbemonstering uitgevoerd. In de figuur is daarom voor 2019 het oorspronkelijk geschatte bestand weergegeven, maar zal het werkelijke bestand beduidend lager gelegen hebben.



Figuur 13. 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 14. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Waddenzee (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 3 tabblad 'ontwikkeling').

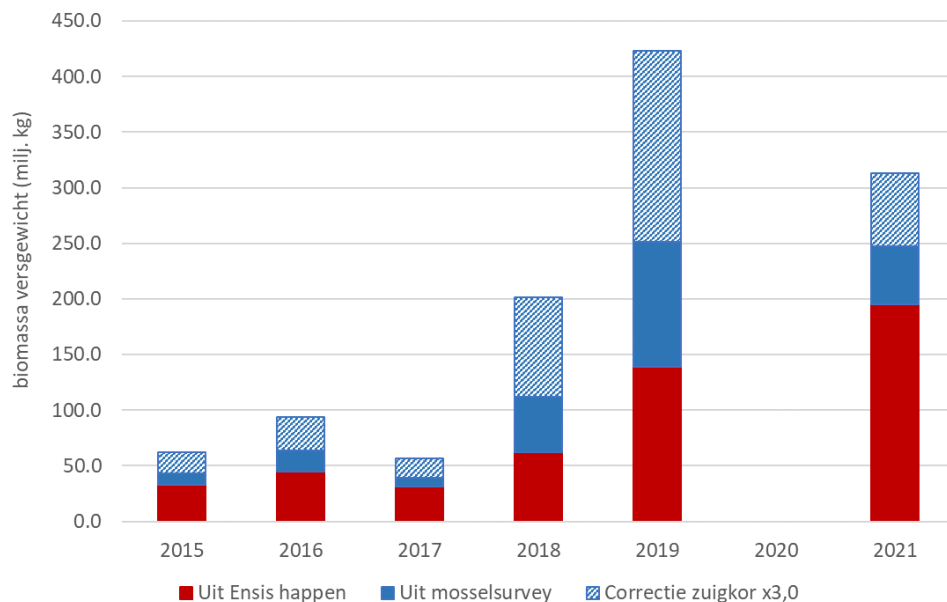


Figuur 15. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Waddenzee.

Bestand Amerikaanse zwaardscheden

Sinds aanvang van de bestandsschatting in 2015 vertoonde het bestand aan zwaardscheden een piek in 2019, als gevolg van een omvangrijke broedval in 2018. In 2021 zien we een lager totaalbestand. Het is niet in te schatten wanneer deze afname zich voorgedaan heeft, omdat de schatting in 2020 als gevolg van COVID-19 ontbreekt. Opvallend is wel dat vooral in de gebieden bemonsterd in het voorjaar een

afname te zien is, terwijl in de gebieden die in het najaar aanvullend met de happer bemonsterd zijn juist een toename werd gezien.



Figuur 16. Ontwikkeling van het bestand aan Amerikaanse zwaardscheden 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).

3.3 Deltawateren

3.3.1 Arealen

Op de droogvallende platen van de Oosterschelde is in 2021 een areaal oesterbanken aangetroffen van in totaal 588,5 hectare, waarvan 223,1 ha bestond uit pure oesterbanken en 365,4 ha geclassificeerd is als gemengde bank (Tabel 11). Binnen alle gemengde banken in de Oosterschelde is de Japanse oester dominant. Van het totale bank-areaal was 59,7 ha aanwezig op schelpdierkweekpercelen, hoofdzakelijk de litorale delen van mosselkweekpercelen. Oesterbanken op oesterkweekpercelen worden in principe niet ingemeten tenzij het oude riffen betreft, zoals bijvoorbeeld de oesterbank op de oude oesterputten aan de zuidkant van de Zandkreek-monding.

In de Westerschelde is een totaal areaal geschat van 41,0 ha aan oesterbanken en gemengde banken. Ook hier zijn Japanse oesters de dominante soort in alle gemengde banken.

Tabel 11. Oppervlakken van oesterbanken en gemengde banken op de droogvallende platen van de Ooster- en Westerschelde in het voorjaar van 2021. Oesterbanken hebben een bedekking van: oesters $\geq 5\%$ en mosselen $< 5\%$. Gemengde banken hebben een bedekking van: mosselen $\geq 5\%$ en oesters $\geq 5\%$.

Samenstelling	Oosterschelde		Westerschelde
	Totaal (ha)	Waarvan op percelen (ha)	Totaal (ha)
Oesterbank	223,1	45,4	
Gemengde bank	365,4	14,3	
Oesterbank + gemengde bank			41,0
Totaal	588,5	59,7	41,0

3.3.2 Bestanden

Kokkels

Op de droogvallende platen van de Oosterschelde is in het voorjaar een bestand aangetroffen van 10,8 miljoen kg versgewicht. Het oogstbare bestand aanwezig op 1 september is op basis hiervan geschat op 0,6 miljoen kg vlees (Tabel 12).

Op de droogvallende platen van de Westerschelde is in het voorjaar een bestand aangetroffen van 2,7 miljoen kg versgewicht. Het oogstbare bestand aanwezig op 1 september is op basis hiervan geschat op 0,2 miljoen kg vlees (Tabel 13).

Tabel 12. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Oosterschelde, onderverdeeld naar de voor visserij open en gesloten gebieden en leeftijdsklassen. Het oogstbare bestand in het najaar is het 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	37	0,6	1,3	0,2			
	2-jarig	12	0,6	0,6	0,1			
	meerjarig	11	0,8	0,7	0,1			
Gesloten totaal (n=79)		40	2,0	2,6	0,4	0,7	0,1	215
Percelen	1-jarig	3	0,0	0,1	0,0			
	2-jarig	6	0,2	0,2	0,0			
	meerjarig	3	0,1	0,1	0,0			
Percelen totaal (n=68)		9	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0
Open	1-jarig	98	2,2	4,8	0,7			
	2-jarig	51	2,8	3,0	0,4			
	meerjarig	49	3,5	2,8	0,4			
Open totaal (n=305)		130	8,5	10,6	1,6	3,6	0,5	699
Totaal	1-jarig	138	2,8	6,1	0,9			
	2-jarig	69	3,5	3,8	0,6			
	meerjarig	63	4,5	3,6	0,5			
Totaal (n=449)		179	10,8	13,5	2,0	4,3	0,6	914
95% c.i. min				9,9				
95% c.i. max				11,9				

Tabel 13. Bestanden van kokkels op de droogvallende platen in de Westerschelde, onderverdeeld naar de voor visserij open en gesloten gebieden en leeftijdsklassen. Het oogstbare bestand in het najaar is het 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	4	0,2	0,4	0,1			
	2-jarig	3	0,2	0,2	0,0			
	meerjarig	0	0,0	0,0	0,0			
Gesloten totaal (n=50)		4	0,4	0,6	0,1	0,3	0,1	53
Open	1-jarig	32	0,6	1,2	0,2			
	2-jarig	24	0,8	0,9	0,1			
	meerjarig	11	0,8	0,7	0,1			
Open totaal (n=223)		38	2,3	2,8	0,4	1,1	0,2	213
Totaal	1-jarig	36	0,8	1,6	0,2			
	2-jarig	27	1,0	1,1	0,2			
	meerjarig	11	0,8	0,7	0,1			
Totaal (n=273)		42	2,7	3,4	0,5	1,5	0,2	267
95% c.i. min				2,1				
95% c.i. max				3,2				

Oesters en mosselen

Het bestand aan Japanse oesters is geschat op 29,3 miljoen kg versgewicht op de droogvallende platen van de Oosterschelde, 29,5 miljoen kg in het Veerse meer en 114,0 miljoen kg in het Grevelingenmeer (Tabel 14). De geschatte bestanden aan mosselen in de deltawateren zijn zeer laag: 1,3 miljoen kg vers op de droogvallende platen van de Oosterschelde, 1,1 miljoen kg in het Veerse meer en 2,3 miljoen kg in het Grevelingenmeer (Tabel 14).

Tabel 14. Bestanden van Japanse oesters en mosselen in de Oosterschelde (alleen litoraal), het Veerse meer en Grevelingenmeer, onderverdeeld naar gesloten gebieden, kweekpercelen, gebieden daarbuiten ('open'), en het totaal. Oesters zijn onderverdeeld in de onderscheiden grootteklassen. Mosselen zijn onderverdeeld in zaad (broedval 2020) en oudere (meerjarige) mosselen.

Soort	Gebied	Klasse	Oosterschelde		Veerse Meer		Grevelingenmeer	
			(milj.kg)	(%)	(milj.kg)	(%)	(milj.kg)	(%)
Japanse oester	Gesloten	Klein	0,5	1,7			0,8	0,3
		Middel	7,2	24,7			27,0	10,8
		Groot	3,0	10,1			145,5	58,0
	Percelen	Klein	0,0	0,0				
		Middel	0,2	0,6				
		Groot	0,0	0,0				
	Open	Klein	0,9	3,2			1,5	0,6
		Middel	12,2	41,5			49,1	19,6
		Groot	5,4	18,3			26,7	10,7
	Totaal	Klein	1,4	4,8	0,3	1,1	2,4	1,0
		Middel	19,6	66,8	18,0	61,2	76,1	30,4
		Groot	8,3	28,4	11,1	37,7	172,2	68,7
Totaal oesterbestand			29,3	100,0	29,5	100,0	114,0	100,0
95% c.i. min			26,3		24,7		99,8	
95% c.i. max			32,6		34,5		129,1	
Mossel	Gesloten	Zaad	0,0	0,6			0,0	0,9
		Meerjarig	0,0	3,5			1,1	49,3
	Percelen	Zaad	0,0	0,0				
		Meerjarig	0,0	0,0				
	Open	Zaad	0,1	4,3			0,0	0,7
		Meerjarig	1,2	91,5			1,1	49,0
	Totaal	Zaad	0,1	4,9	0,1	5,9	0,0	1,6
		Meerjarig	1,2	95,1	1,0	94,1	2,2	98,4
	Totaal mosselbestand			1,3	100,0	1,1	100,0	2,3
95% c.i. min			1,2		0,8		1,9	
95% c.i. max			1,4		1,3		2,7	

Schelpdieren in de deltawateren

Het geschatte bestand aan Filipijnse tapijtschelpen op de droogvallende platen van de Oosterschelde was in 2021 qua biomassa gelijk aan dat van de kokkels (Tabel 15). Van de totale 10,5 miljoen kg versgewicht is 0,9 miljoen kg aangetroffen binnen oesterbanken. Het bestand in het Veerse meer is zelfs geschat op het dubbele: 20,4 miljoen kg versgewicht. Ook in het Grevelingenmeer is een aanzienlijk bestand aangetroffen, van 5,5 miljoen kg versgewicht.

Van alle soorten behalve de kokkel zijn de bestanden berekend uit de najaars-bemonstering met de hydraulische happer, aangevuld met de voorjaars-bemonstering met het kokkelschepje. Omdat voor de kokkel uiterlijk per 1 juli de voorlopige bestandsschatting gerapporteerd moet worden, en omdat deze soort relatief weinig voorkomt in oesterbanken, zijn de gerapporteerde bestanden berekend uit alleen de bemonsteringen met het kokkelschepje in het voorjaar. Naast de 10,8 miljoen kg op de droogvallende platen van de Oosterschelde (Tabel 15), is in het najaar nog 0,2 miljoen kg versgewicht aangetroffen in de oesterbanken.

Tabel 15. Bestanden van mosselen, Japanse oesters, platte oesters, kokkels en Filipijnse tapijtschelpen in de verschillende deltawateren. Voor de Westerschelde zijn geen bestanden van mosselen en oesters geschat omdat hier geen op oesterbanken gerichte survey heeft plaatsgevonden. Bestanden in de Oosterschelde en Westerschelde zijn alleen geschat voor de droogvallende platen (het litoraal, 'lit').

Soort	Oosterschelde (lit)		Westerschelde (lit)		Veerse Meer		Grevelingenmeer		
	(milj.ind)	(milj.kg)	(milj.ind)	(milj.kg)	(milj.ind)	(milj.kg)	(milj.ind)	(milj.kg)	
Mossel		283,0	1,3	nb	nb	85,5	1,1	196,6	2,3
	95% c.i. min		1,2				0,8		1,9
	95% c.i. max		1,4				1,3		2,7
Japanse oester		731,9	29,3	nb	nb	275,5	29,5	1275,3	114,0
	95% c.i. min		26,3				24,7		99,8
	95% c.i. max		32,6				34,5		129,1
Platte oester		3,1	0,1	nb	nb	1,5	0,1	347,7	8,0
	95% c.i. min		nb				nb		7,0
	95% c.i. max		nb				nb		9,2
Kokkel		2828,7	10,8	688,9	2,7	0,6	<0,1	61,8	0,3
	95% c.i. min		9,9		2,1		nb		nb
	95% c.i. max		11,9		3,2		nb		nb
Filipijnse tapijtschelp		1320,6	10,5	160,0	0,4	920,7	5,5	11308,2	20,4
	95% c.i. min		9,4		nb		4,7		17,8
	95% c.i. max		11,8		nb		6,3		23,2

3.3.3 Ontwikkeling populaties

Arealen

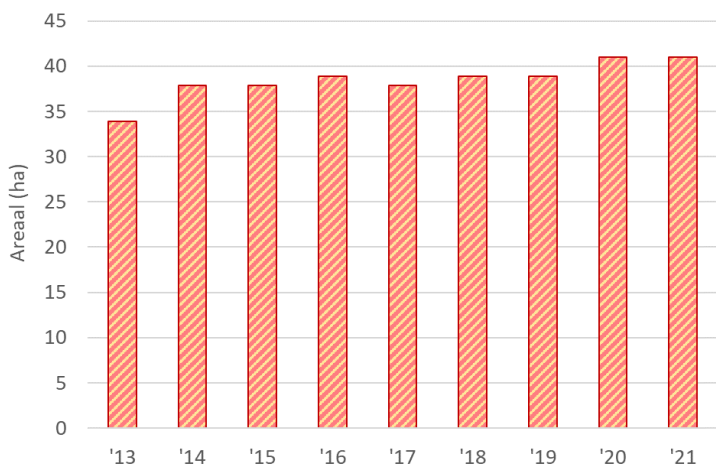
Het areaal aan oesterbanken en gemengde banken in de Oosterschelde blijft stabiel, net onder de 600 hectare (Figuur 17).

Het areaal in de Westerschelde is hoger ingeschat dan vorig jaar door de vondst van enkele eerder nog niet ingemeten kleine oesterbanken bij Terneuzen. Middels luchtfoto's van Provincie Zeeland¹ van de jaren 2012 t/m 2020 kon achterhaald worden dat deze banken in de hele periode sinds 2013 aanwezig zijn geweest, en mogelijk daarvoor al. De contouren van deze banken, met een totaal oppervlak van 19,9 hectare, zijn daarom gekopieerd naar de voorgaande jaren. In de tijdreeks (Figuur 18) zijn deze kleine banken verwerkt. Het beeld dat er weinig verandert van jaar tot jaar in de Westerschelde blijft daarmee gelijk. Er is geen onderscheid gemaakt tussen oesterbanken en gemengde banken omdat de banken in de Westerschelde daarvoor niet frequent genoeg bezocht zijn.

¹ <https://www.zeeland.nl/loket/kaarten-en-cijfers/kaarten/atlas-van-zeeland>



Figuur 17. Ontwikkeling van het areaal aan oesterbanken, gemengde banken en mosselbanken (incidenteel) in de Oosterschelde. Tot 2011 is geen onderscheid gemaakt tussen oesterbanken en gemengde banken. Schattingen voor de laatste jaren (2019-2021) kunnen nog veranderen als gevolg van nieuwe informatie in de komende jaren (dit geldt alleen voor geïnterpoleerde banken) (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 4 tabblad 'ontwikkeling').

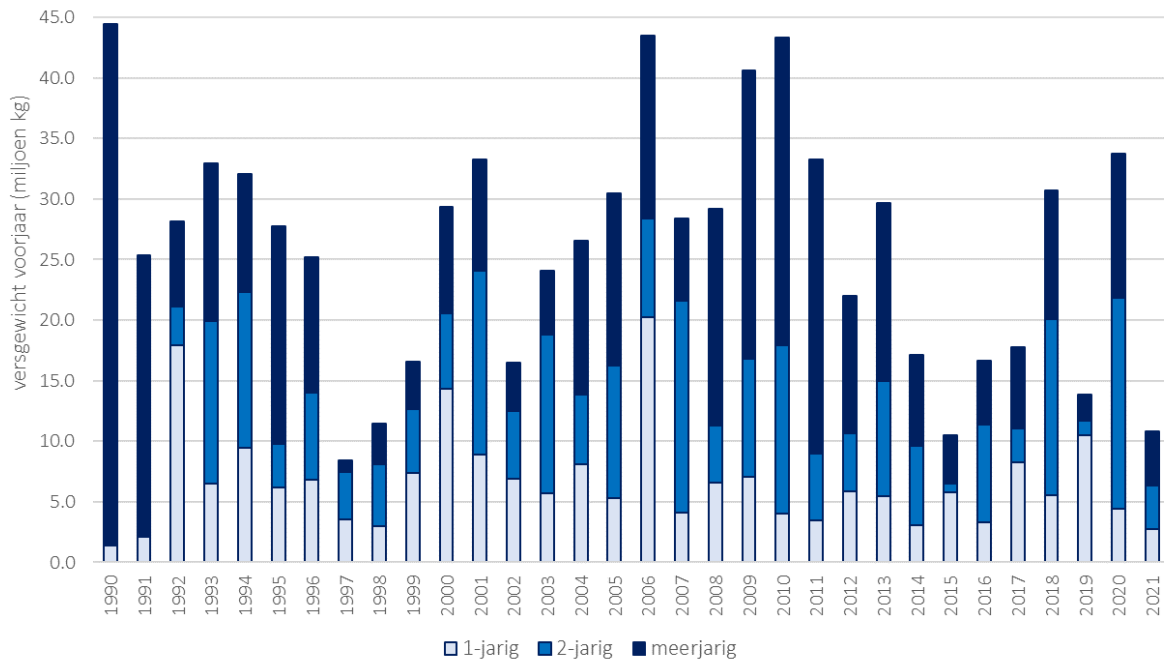


Figuur 18. Ontwikkeling van het areaal aan oesterbanken en gemengde banken tezamen in de Westerschelde. Schattingen voor de laatste jaren (2019-2021) kunnen nog veranderen als gevolg van nieuwe informatie in de komende jaren (dit geldt alleen voor geïnterpoleerde banken) (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 4 tabblad 'ontwikkeling').

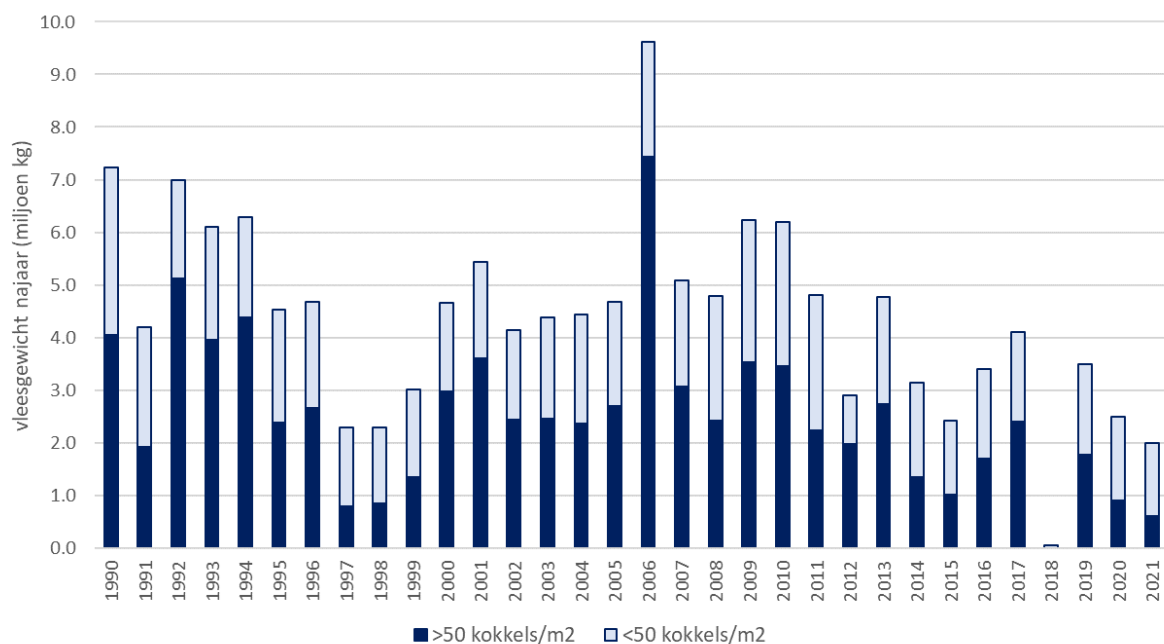
Kokkelbestand Oosterschelde

Ten opzichte van 2020 is het kokkelbestand in de Oosterschelde in 2021 flink afgenomen (Figuur 19

Figuur 19). Dit is te wijten aan een hoge sterfte in de zomer van 2020. Het geschatte najaarsbestand in 2021 valt zelfs lager uit dan het najaarsbestand dat in 2020 opnieuw is geschat op basis van een herbemonstering (Figuur 20).



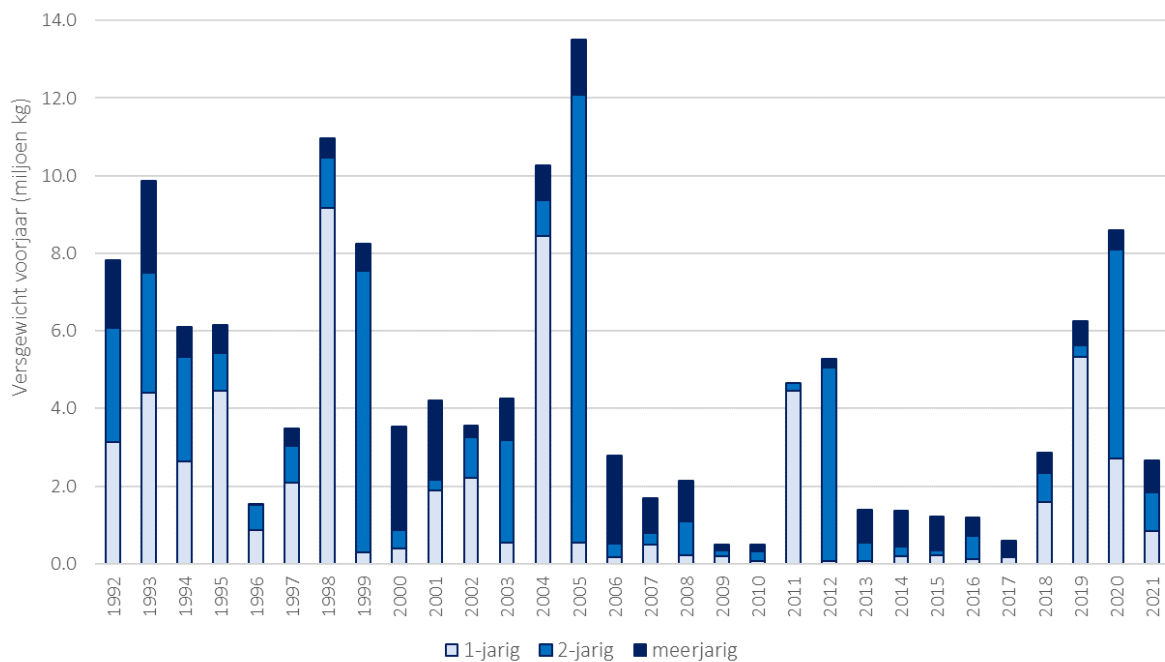
Figuur 19. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Oosterschelde (zie ook www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 5 tabblad 'ontwikkeling').



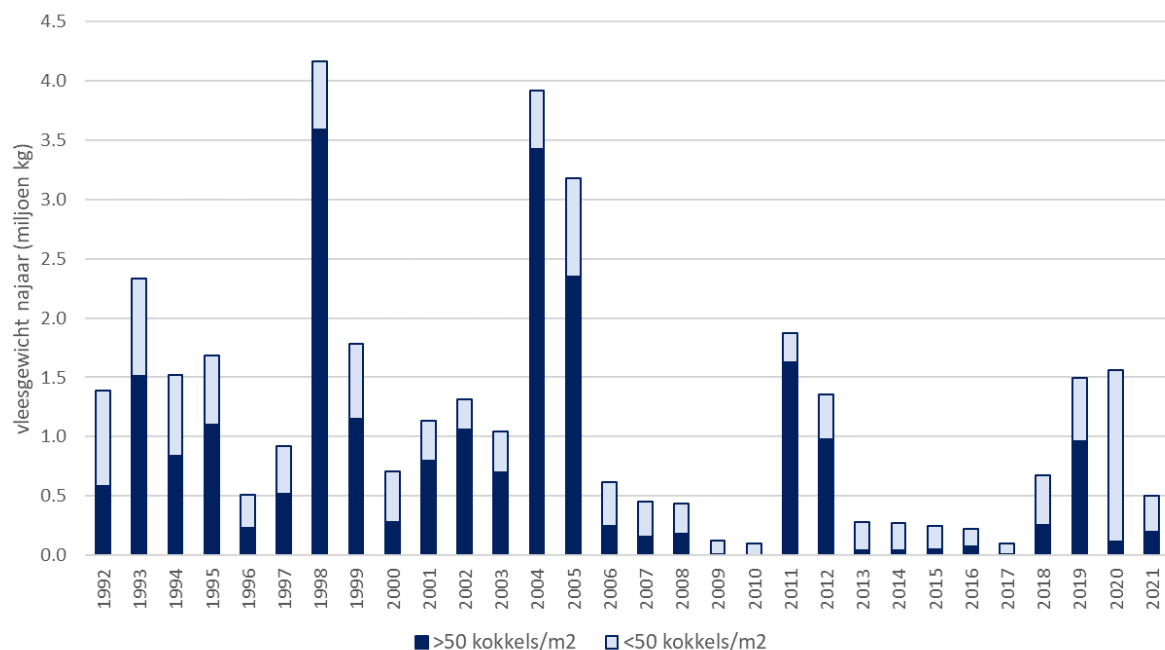
Figuur 20. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Oosterschelde. Voor de jaren 2018 en 2020 zijn schattingen uit herbemonsteringen weergegeven.

Kokkelbestand Westerschelde

Ook in de Westerschelde lijkt in de zomer van 2020 een hoge sterfte onder kokkels opgetreden te zijn. Dit is te zien aan het beduidend kleinere bestand in 2021 (Figuur 21). Ook het totale najaarsbestand komt in 2021 beduidend lager uit dan een jaar eerder (Figuur 22). In de Westerschelde is het bestand berekend uit de voorjaarssurvey, op basis van een gemiddelde sterfte en heeft geen herschatting plaatsgevonden in het najaar. Het werkelijke najaarsbestand in 2020 heeft naar verwachting beduidend lager gelegen.



Figuur 21. Ontwikkeling van het kokkelbestand (voorjaar) op de droogvallende platen van de Westerschelde.



Figuur 22. Ontwikkeling van het geschatte oogstbare kokkelbestand aanwezig op 1 september op de droogvallende platen van de Westerschelde.

4 Algemene discussie

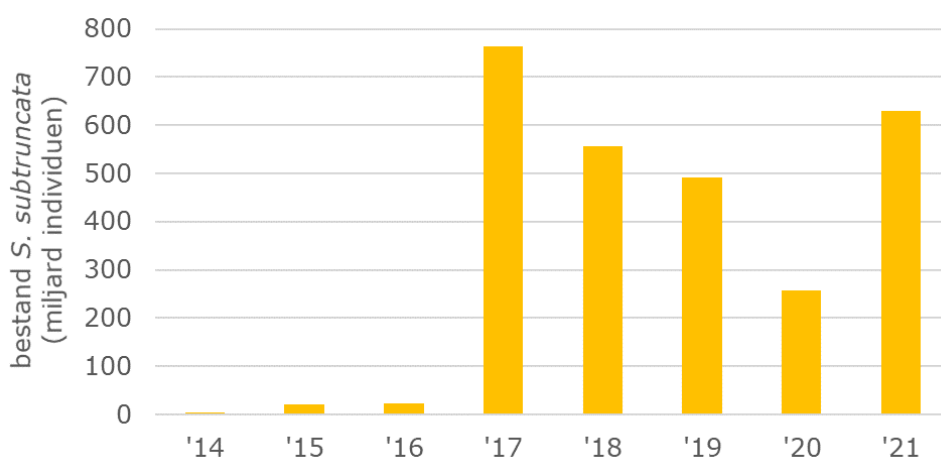
Diep levende soorten zoals zwaardscheden en otterschelpen worden niet met een efficiëntie van 100% bemonsterd met de meest gebruikte monstertuigen (Craeymeersch *et al.*, 2007). De bodemschaaf dringt door tot een diepte van ca. 10 cm in de bodem en de zuigkor tot een diepte van 7 cm, waardoor van zwaardscheden alleen de topjes worden gevangen en van otterschelpen alleen delen van de sifons. Een deel van de dieren zal worden gemist, waarmee de gerapporteerde bestanden een onderschatting zijn van de werkelijke bestanden. Dit heeft waarschijnlijk geen consequenties voor vergelijkingen tussen jaren. Voor de schatting van het bestand aan zwaardscheden in het sublitoraal van de Waddenzee uit twee datasets is een inschatting gemaakt van de efficiëntie van de zuigkor in vergelijking met de hydraulische happer. Voor de hydraulische happer wordt geschat dat deze een 3x hogere efficiëntie heeft dan de zuigkor, zoals nader toegelicht is in paragraaf 3.2.2 en in Troost *et al.* (2021, hoofdstuk Uitgelicht).

In de zomer van 2021 zijn er geen signalen geweest over een verhoogde sterfte onder kokkels. In de zomer van 2020 was dit wel het geval in de Oosterschelde, wat werd bevestigd door een herbemonstering in het najaar van 2020. De hier gepresenteerde tijdreeksen laten zien dat ook in de Westerschelde veel sterfte is geweest tussen de voorjaren van 2020 en 2021, en dat in de Waddenzee in dezelfde periode geen uitzonderlijk hoge sterfte is opgetreden.

5 Uitgelicht

5.1 Ontwikkeling schelpenlengte halfgeknotte strandschelp in de kustzone

Na een periode van omvangrijke bestanden van halfgeknotte strandschelpen in de jaren '90 van de vorige eeuw, met als hoogtepunt een bestand van 1.046.461 miljoen individuen in 1996 (692 miljoen kg versgewicht), volgde een periode van schaarste. Sinds 2003 kwam het bestand nooit hoger dan 8.513 miljoen individuen, tot 2015. In 2015 werd het eerste begin van herstel van de populatie gezien, met een bestand van 21.160 miljoen individuen. In 2017 bleek het bestand plotseling terug te zijn op het oude niveau, met 763.178 miljoen individuen (Figuur 23)(1.282 miljoen kg versgewicht). In de jaren erna nam het bestand geleidelijk weer af en werden relatief weinig jonge dieren aangetroffen. In 2021 zagen we weer een duidelijke toename, ook in de proportie jonge dieren.

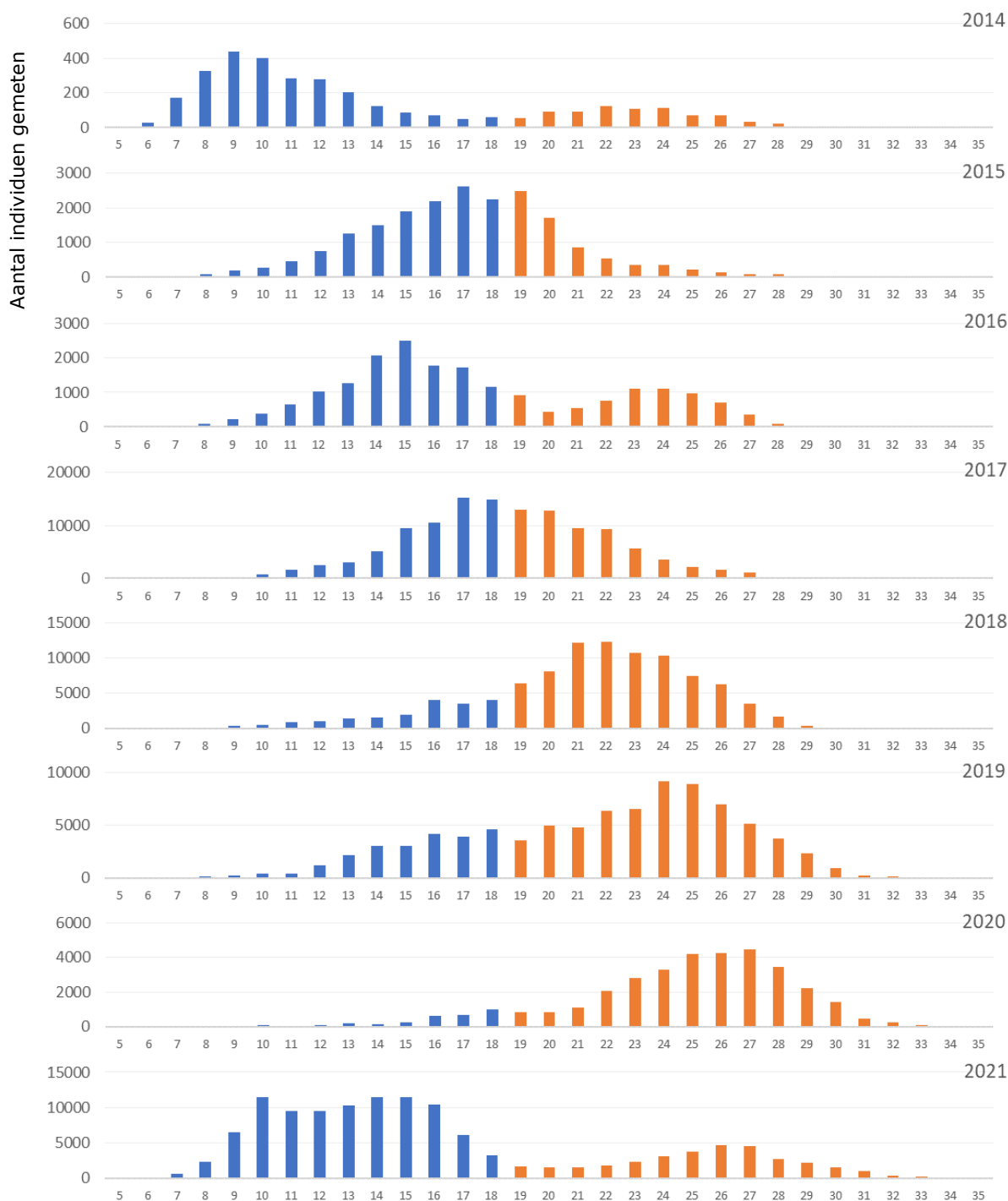


Figuur 23. Bestandsontwikkeling van *S. subtruncata* sinds 2014 (in miljoen individuen).

Om meer inzicht te krijgen in de populatiedynamiek van deze soort, zijn in Figuur 24 de lengtefrequentieverdelingen per jaar sinds 2014 weergegeven. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen de grootteklassen "klein" en "groot" op basis van een schelpenlengte kleiner of groter dan 19 mm. Dit onderscheid is ingesteld in 2016. Vóór 2016 werd visueel onderscheid gemaakt tussen broed van het jaar ervoor en oudere dieren, maar omdat dat onderscheid vaak zeer lastig te maken was is overgegaan op een indeling op basis van schelpenlengte. In Troost *et al.* (2017) wordt de keuze nader onderbouwd op basis van de lengtefrequentieverdelingen uit de periode 2000-2005 (eerder gepresenteerd door Craeymeersch & Perdon, 2006). De grens van 19 mm komt het beste overeen met de scheiding tussen de cohorten. Soms is het verschil tussen de cohorten echter erg onduidelijk, bijvoorbeeld doordat een jonger cohort relatief snel groeit waardoor deze als het ware naar het volgende cohort toe groeit, waardoor vervolgens beide cohorten visueel niet meer van elkaar te onderscheiden zijn. Dit is te zien in de frequentieverdeling van 2017, zoals ook bediscussieerd werd door Troost *et al.* (2017).

In Figuur 24 zien we bovenaan hoe het kleinste cohort in 2014 (uit broedval in 2013) een jaar later in 2015 is opgeschoven naar grotere schelpenlengtes. We zien hier duidelijk dat als gevolg van groei een cohort in de grafiek naar rechts opschuift. In 2015 zien we nog net het oudere cohort terug, te zien aan een klein piekje bij een schelpenlengte van 24 mm. Oudere cohorten groeien minder snel waardoor de cohorten in elkaar schuiven. In 2016 zien we een nieuw cohort (broedval 2015), met een piek bij een schelpenlengte van 15 mm. Het dominante cohort uit 2015 is in 2016 verder uitgegroeid naar een schelpenlengte van rond de 24 mm.

Van 2016 naar 2017 lijkt het alsof het jongste cohort uit 2016 (broedval 2015) verder is uitgegroeid en er vrijwel geen nieuwe aanwas is geweest. Als echter gekeken wordt naar de absolute aantallen gemeten individuen dan wordt duidelijk dat we in 2017 vooral kijken naar de nieuwe aanwas uit de broedval van 2016, die zeer snel gegroeid lijkt te zijn.



Figuur 24. Lengteverdeling van *Spisula subtruncata* in de periode van 2014 tot en met 2021. Schelpenlengtes die tijdens de survey worden geklasseerd als "klein" zijn weergegeven in blauw, de klasse "groot" in oranje.

In de jaren na 2017 is vooral te zien hoe de individuen uit de omvangrijke broedval van 2016 verder groeien. Ieder jaar lijkt er een geringe aanwas te zijn, in verhouding tot het totale bestand, maar niet voldoende om de bestandsomvang van 2017 in stand te houden. In het voorjaar van 2021 is duidelijk een nieuw cohort te zien, wat duidt op een omvangrijke broedval in de zomer van 2020.

De grens van 19 mm lijkt nog steeds in de meeste jaren geschikt om het onderscheid tussen het jongste en de oudere cohorten te maken.

5.2 Verspreiding van de schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) in de kustzone

5.2.1 Inleiding en doel

In de Nederlandse kustzone worden alle aangetroffen soorten schelpdieren, krabben en stekelhuidigen geregistreerd. Daarnaast wordt sinds 2011 een kwalitatieve inschatting gemaakt van de hoeveelheid kokers van schelpkokerwormen (*Lanice conchilega*). Op basis van deze gegevens wordt hier het verspreidingspatroon van de schelpkokerworm in de kustzone gepresenteerd, en wordt een beeld geschetst van de variabiliteit tussen jaren.

5.2.2 Het belang van biogene riffen

Natuurlijke biogene riffen in de Nederlandse kustwateren worden gevormd door een select aantal soorten. Bekende voorbeelden zijn de mossel en Japanse oester, schelpdieren die zich aan elkaar vasthechten en op die manier harde driedimensionale structuren vormen op de zeebodem. Wormen kunnen echter ook riffen creëren door het vormen van kokers en door hun voorkomen in hoge dichtheden. Voorbeelden hiervan zijn *Owenia fusiformis* en *Lanice conchilega* die hun kokers maken van grove zandkorrels en stukjes schelp.

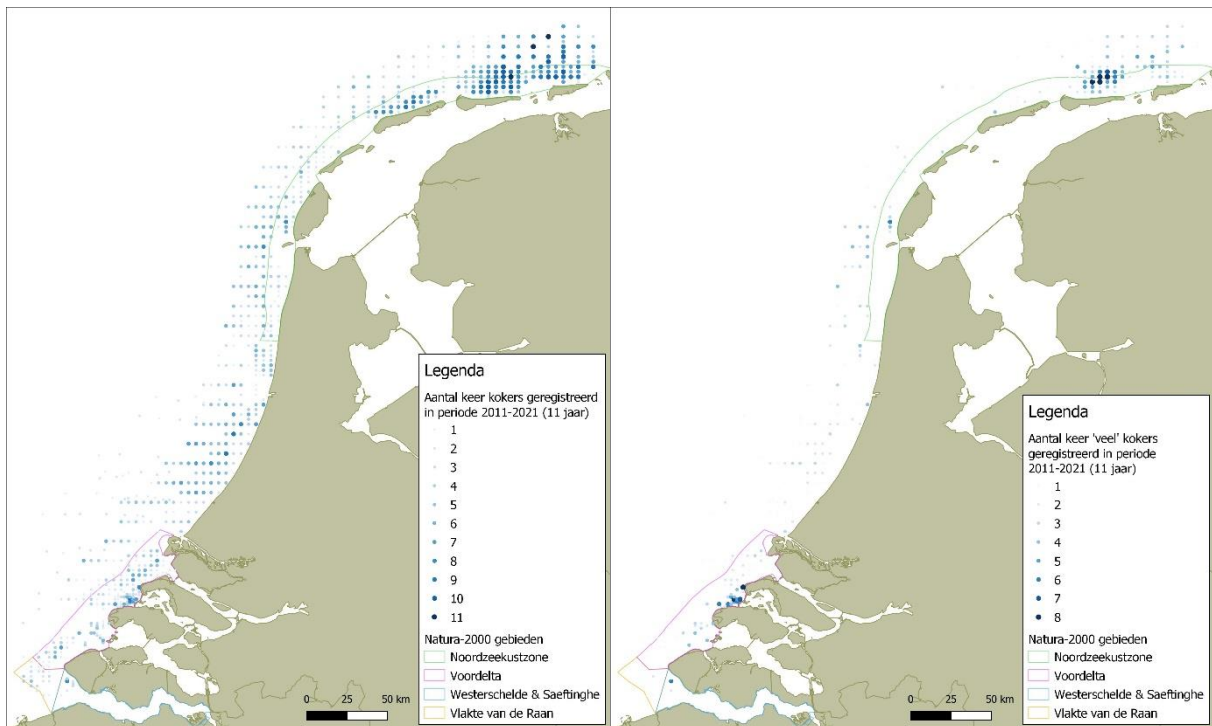
De schelpkokerworm is een wijd verspreide biobouwer in zachte bodems. Door de vorming van riffen voegt de schelpkokerworm niet alleen structuur toe in een omgeving die grotendeels uit zacht substraat bestaat, ook vangen deze riffen fijner sediment in waardoor plaatselijk de bodem verrijkt wordt. Hierdoor neemt de heterogeniteit in habitats toe en kunnen meer soorten een geschikte leefomgeving vinden, waardoor de soortenrijkdom toe kan nemen (zie Rabaut *et al.*, 2007 en referenties daarin). Ook vormt de schelpkokerworm zelf een belangrijke voedselbron voor verschillende soorten demersale vissen (Rijnsdorp & Vingerhoed, 2001).

5.2.3 Methodiek en beperkingen

Sinds 2011 wordt tijdens de jaarlijkse schelpdiermonitoring in de kustzone per locatie bijgehouden hoeveel kokers van de schelpkokerworm aangetroffen worden. Dit betreft een kwalitatieve indeling in drie klassen: "weinig", "redelijk" en "veel". De hoogste categorie komt, bij een trek lengte van 150 m en een bemonsterd oppervlak van 15 m², ongeveer overeen met een totaal vangstvolume groter dan 32 liter waarbij minstens 50% van de vangst bestaat uit kokers. Als er geen of slechts enkele kokers worden aangetroffen, wordt dit niet genoteerd. Er wordt alleen gekeken naar de aanwezigheid van kokers en niet of de kokers daadwerkelijk behuisd worden door het levende organisme.

Omdat tijdens de surveys de aandacht hoofdzakelijk uitgaat naar de doelsoorten en andere schelpdieren, krabben en stekelhuidigen, kan het weleens voorkomen dat de aanwezigheid van kokers in de lagere klassen, met name de klasse "weinig" maar mogelijk ook "redelijk" te niet genoteerd is. Op stations waar "geen" kokers geregistreerd zijn kunnen dat dus ook kokers in de klasse "weinig" of soms zelfs "redelijk" zijn. Het is belangrijk om dit in het achterhoofd te houden bij het interpreteren van verspreidingskaarten. Om deze reden zijn punten waarop geen kokers geregistreerd zijn niet weergegeven.

Het doel was om in één kaartbeeld weer te geven hoe de schelpkokerworm is verspreid over de Nederlandse kustzone, en hoe stabiel dit beeld over de jaren is. Daartoe is over de periode van 2011 tot en met 2021 per monsterpunt opgeteld in hoeveel jaren hier aanwezigheid van kokers is geregistreerd, dus ongeacht de klasse. Dezelfde berekening is alleen uitgevoerd voor de klasse "veel", omdat deze registraties als meest betrouwbaar gezien worden en omdat hiermee echt de meest dichte riffen aangeduid kunnen worden.

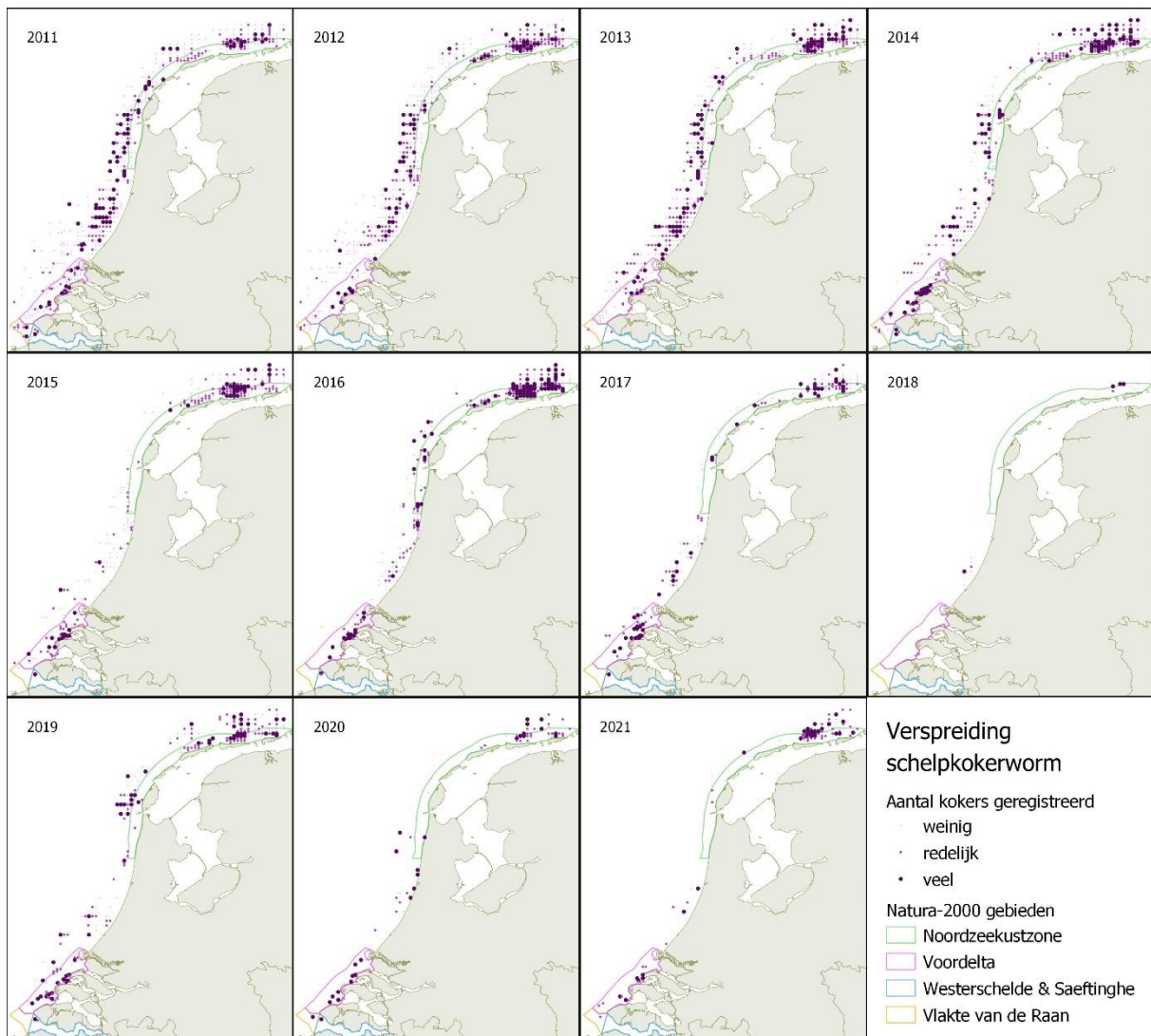


Figuur 25. Verspreiding van de schelpkokerworm in de Nederlandse kustzone in de periode 2011-2021. Links: het aantal keer (aantal jaren) dat kokers geregistreerd zijn in deze periode, ongeacht de hoeveelheid. Rechts: het aantal keer dat veel kokers zijn geregistreerd. (NB: Punten waarop geen kokers geregistreerd zijn, zijn niet weergegeven omdat de kans bestaat dat ondanks aanwezigheid de registratie ontbreekt).

5.2.4 Resultaten

In de Nederlandse kustzone zijn twee gebieden aan te wijzen waar met grote regelmaat kokers van de schelpkokerworm worden aangetroffen: Het Brouwershavense gat en het gebied boven Ameland (Figuur 25). In de rest van de kustzone zijn de frequenties van aantreffen lager en lijken de punten waarop kokers zijn aangetroffen meer geïsoleerd te liggen, dus over een minder groot aaneengesloten gebied verspreid te zijn. Dat laatste kan echter ook deels te wijten zijn aan een vertekend beeld veroorzaakt door verschillen in dichtheid van de monsterpunten. In het Brouwershavense gat (en Haringvliet monding en een kleiner gebied in de monding van de Oosterschelde) is deze dichtheid van monsterpunten het hoogst, meer zeewaarts is deze dichtheid het laagst (zie ook Figuur 1).

Een vergelijking tussen jaren (Figuur 26) laat grote verschillen zien. In het Brouwershavense gat en boven Ameland worden (vrijwel) altijd kokers aangetroffen in grote aantallen, ook in jaren waarin over de hele survey duidelijk minder kokers zijn aangetroffen zoals bijvoorbeeld 2018 en 2020. In de rest van de kustzone zijn de verschillen tussen jaren groter en zien we over de hele periode een afname in het aantal stations waarop kokers zijn aangetroffen.



Figuur 26. Verspreiding van de schelpkokerworm per jaar, in de periode 2011-2021. (NB: Punten waarop geen kokers geregistreerd zijn, zijn niet weergegeven omdat de kans bestaat dat ondanks aanwezigheid de registratie ontbreekt).

5.2.5 Discussie

Afwezigheid van registratie betekent niet per se een afwezigheid van kokers van de schelpkokerworm (zie 5.2.3). De registratie is geen hoofddoel en vooral gedaan als toegevoegde waarde voor interpretatie van de onderzoeksresultaten. Hierdoor is in gebieden waar de monsterpunten dicht bij elkaar liggen en er dus tijdsdruk staat op het snel verwerken van de monsters aan dek, de registratie van kokerwormen mogelijk incompleet. Het is niet uit te sluiten dat dit er de oorzaak van is dat er in 2018 op geen van de monsterpunten in de Voordelta kokers geregistreerd zijn. In 2018 zijn ook in de rest van de kustzone opvallend weinig kokers geregistreerd, wat te maken zou kunnen hebben met een gewijzigde samenstelling van het onderzoeksteam. Het is niet aannemelijk dat registratie van "veel" kokers achterwege is gebleven aangezien monsters met grote hoeveelheden kokers zeer tijdrovend zijn om aan dek uit te zoeken. Hier is vrijwel zeker altijd een notitie van gemaakt.

Tijdens de survey wordt niet onderscheiden of de kokers daadwerkelijk een levende worm bevatten. Het betreft dus slechts een registratie van de kokers, niet van de schelpkokerworm zelf. De in de monsters aangetroffen kokers betreffen slechts de bovenste 10 cm van een tot wel 65 cm lange buis, waarin de dieren zich terug kunnen trekken als ze onraad bespeuren (Zühlke, 2001 en referenties daarin). Hoewel Borsje *et al.* (2014) concluderen dat de bodemstructuur die door riffen van de schelpkokerworm gevormd wordt langer blijft bestaan dan het levende organisme zelf is niet duidelijk hoe lang de kokers zelf in deze structuren intact blijven na overlijden van de wormen. Omdat duidelijke verschillen beschreven zijn in eigenschappen tussen kokers die wel en niet bewoond worden is het goed mogelijk dat niet meer bewoonde kokers snel vergaan. Zo is beschreven dat deze minder stevig zijn en vaak de franje aan de top al missen (referenties in Van Hoey *et al.*, 2006). Toch kunnen dergelijke kokers nog maandenlang intact blijven (Zühlke, 2001) en blijven zo de rif-structuren langer voortbestaan dan het organisme zelf (Borsje *et al.*, 2014). Deze structuren vormen juist een geschikt habitat voor vestiging van schelpkokerwormlarven, die een voorkeur hebben voor omgevingen met kokers (Zühlke, 2001), hoewel het liefst met levende individuen erin (Heuers & Jaklin, 1999). Het zijn met name de kokers die zorgen voor een meer complexe habitatstructuur, waarmee een verhoogde soortenrijkdom samenhangt (Rabaut *et al.*, 2007).

Door de patchy verspreiding van de schelpkokerworm-riffen (Degraer *et al.*, 2008; Rabaut *et al.*, 2009), waarvan het patroon er een jaar later weer heel anders uit kan zien (Heinrich *et al.*, 2017; Zühlke, 2001), kunnen individuele riffen niet goed met puntmonitoring gevolgd worden. Op basis van de gepresenteerde verspreidingskaarten kunnen geen conclusies getrokken worden over veranderingen op een klein schaalniveau. Maar, vanwege het grote aantal monsterpunten dat jaarlijks verspreid door de gehele kustzone bemonsterd wordt, kan wel iets gezegd worden over verspreidingspatronen en ontwikkelingen op een grotere ruimtelijke en temporele schaal. Zo lijken op basis van de gegevens de schelpkokerworm-riffen stabiel te blijven bestaan in de gebieden boven Ameland en in het Brouwershavensegat, terwijl ze minder stabiel zijn in de rest van de kustzone. Dit sluit aan bij de conclusies van Callaway *et al.* (2010) dat de stabiliteit van de riffen sterk afhankelijk is van omgevingsvariabelen en dat riffen in gebieden met gunstige omstandigheden weliswaar gevoelig zijn voor verstoringen van de bodem maar zich daarvan goed kunnen herstellen.

Gebaseerd op de gepresenteerde verspreidingskaarten lijkt de populatie van de schelpkokerworm in de Nederlandse kustzone, althans de hoeveelheid kokers en het areaal bezet door kokers, over de getoonde periode afgenomen te zijn, met name na 2013. Ongeveer in dezelfde periode zien we een toename in de populaties van venusschelpen, otterschelpen en zaagjes, en meer recent ook halfgeknotte strandschelpen. Nader onderzoek naar en eventuele samenhang tussen deze observaties kan helpen om de dynamiek van schelpdieren en andere biobouwers in de kustzone beter te begrijpen.

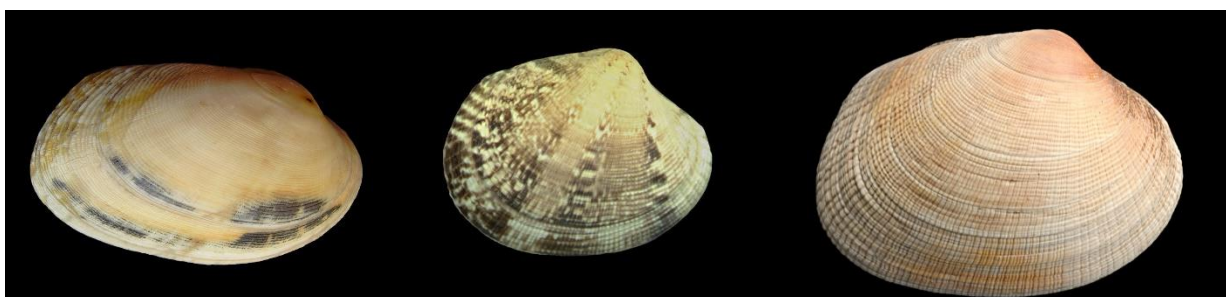
5.3 Ontwikkeling Filipijnse tapijtschelp (*R. philippinarum*) in de deltawateren

5.3.1 Inleiding en doel

In Nederland komen diverse soorten tapijtschelpen voor, sinds enkele jaren ook de exotische Filipijnse tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*). De Filipijnse tapijtschelp heeft zich in korte tijd sterk uitgebreid, met mogelijke gevolgen voor schelpdier-etende vogels, visserij en draagkracht voor andere schelpdieren. Het doel van dit hoofdstuk is om meer inzicht te geven in de ontwikkeling van de Filipijnse tapijtschelp in Nederland. Hierbij is onder andere gebruik gemaakt van twee recent verschenen rapporten over de Filipijnse tapijtschelp, in relatie tot visserij en vogels (Kamermans & Leopold, 2021; Smaal, 2020).

5.3.2 Soorten en geschiedenis

Tapijtschelpen zijn ingegraven soorten die water filteren om voedsel en zuurstof op te nemen. Ze leven voornamelijk in de zone van net iets boven de laagwaterlijn tot enkele meters diepte, en gedijen in zanderige tot kleiachtige bodems (De Bruyne *et al.*, 2013). De twee tapijtschelpen die momenteel in Nederland het meest voorkomen zijn de gewone tapijtschelp (*Venerupis corrugata*) en de Filipijnse tapijtschelp. De geruite tapijtschelp (*Ruditapes decussatus*) is gemakkelijk te verwarren met de Filipijnse tapijtschelp en wordt daarom ook toegelicht. De drie soorten zijn weergegeven in Figuur 27.



Figuur 27. Afbeelding van de 3 soorten v.l.n.r.: gewone tapijtschelp (foto Hans Hillewaert, 2005), Filipijnse tapijtschelp (foto Terry Wimbleton, marlin.ac.uk) en geruite tapijtschelp (foto National Museum Wales).

De gewone tapijtschelp is een inheemse soort. Hoewel niet in hoge dichtheden, wordt de soort de laatste jaren voornamelijk aangetroffen in het Grevelingenmeer en de Nederlandse kustzone, met name in de Voordelta. De soort wordt incidenteel waargenomen in de Oosterschelde, het Veerse meer, de Westerschelde en de Waddenzee (Troost *et al.*, 2021).

De geruite tapijtschelp is een inheemse soort en is incidenteel waargenomen in de Oosterschelde (Bos *et al.*, 2016). Echter betreft het vrijwel zeker aangevoerd materiaal voor de aquacultuur (De Bruyne *et al.*, 2013) en is er waarschijnlijk geen sprake van een inheemse populatie. In het buitenland is de geruite tapijtschelp al decennialang een belangrijke soort voor de aquacultuur. De soort wordt gecultiveerd vanaf de Atlantische kusten van Frankrijk, Spanje en Portugal tot in de Middellandse en Adriatische Zee (FAO, 2006). De geruite tapijtschelp is gemakkelijk te verwarren met de Filipijnse tapijtschelp. Daarnaast is aangetoond dat er hybridisatie kan plaatsvinden tussen de Filipijnse tapijtschelp en de geruite tapijtschelp (zie 5.3.4).

De Filipijnse tapijtschelp is oorspronkelijk afkomstig uit Zuidoost Azië (FAO, 2006). Omdat de vraag naar geruite tapijtschelpen groter was dan het aanbod, is de Filipijnse tapijtschelp in 1972 geïntroduceerd in Europese wateren, afkomstig uit een hatchery (broedhuis) in Frankrijk (FAO, 2006). De soort bleek uitermate geschikt voor kweekdoeleinden omdat deze sterker is en sneller groeit dan de geruite tapijtschelp. Hierdoor is de introductie van de Filipijnse tapijtschelp in de jaren '80 in een

stroomversnelling geraakt, met importen in Portugal, Ierland, Spanje en Italië (FAO, 2006). Sinds de introductie heeft de soort zich op tal van plaatsen gevestigd in natuurlijke populaties. Inmiddels heeft de Filipijnse tapijtschelp de inheemse geruite tapijtschelp verdrongen in verschillende Europese estuaria en baaien (Bidegain & Juanes, 2013). In 2008 is de Filipijnse tapijtschelp voor het eerst in het wild waargenomen in Nederland, aanvankelijk bij Yerseke en Gorishoek (De Bruyne *et al.*, 2013). De soort heeft zich zeer snel verspreid en is nu in grote aantallen aanwezig in de Zeeuwse deltawateren. De laatste jaren wordt de soort ook met regelmaat aangetroffen in de Voordelta. Verder incidenteel langs de Nederlandse kust (Smaal, 2020) en in de Waddenzee (zie Tabel B2 in Bijlage B, ook in Troost *et al.*, 2021).

5.3.3 Determinatie

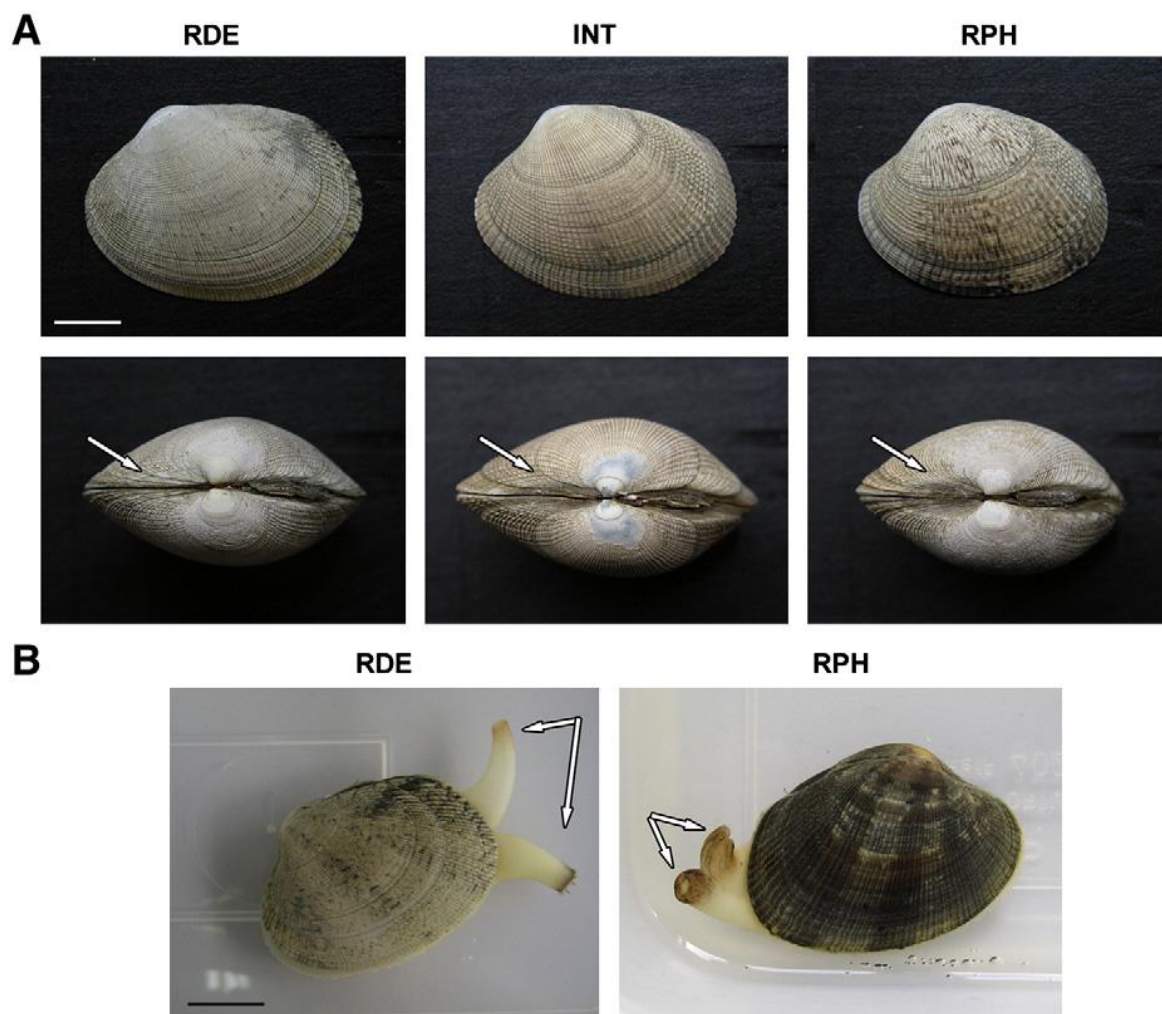
De Filipijnse tapijtschelp heeft een vrij dikke en stevige schelp met een geribbeld oppervlak. De schelpkleur wisselt sterk tussen exemplaren, wat de determinatie kan bemoeilijken. De kleuren variëren van wit/geelwit tot geelbruin/bruin en zelfs blauw. Daarnaast is er een grote variatie aan kleurpatronen op de schelp zoals banden, lijntjes of vlekken. Ook de vorm kan enigszins verschillen tussen individuen, soms zelfs binnen hetzelfde gebied. Over het algemeen wordt de vorm van de Filipijnse tapijtschelp beschreven als een wat ronder (minder hoekig) ten opzichte van de langwerpiger en hoekigere geruite tapijtschelp. Daarnaast is de Filipijnse tapijtschelp kleuriger en is de traliesculptuur (ribbels) nadrukkelijker aanwezig. De lengtes van de sifonen verschillen en ook scheiden de in- en uitstroom sifonen op een andere plek. Bij de Filipijnse tapijtschelp zitten de zeer korte sifonen over vrijwel de gehele lengte aan elkaar vast, terwijl die van de geruite tapijtschelp langer zijn en voor een groter deel los van elkaar zijn (Nerlović *et al.*, 2016). In Tabel 16 zijn de kenmerken van de drie soorten weergegeven.

Tabel 16. Kenmerken van de gewone tapijtschelp, Filipijnse tapijtschelp en geruite tapijtschelp.

Soort	Gewone tapijtschelp (<i>Venerupis corrugata</i>)	Filipijnse tapijtschelp (<i>Ruditapes philippinarum</i>)	Geruite tapijtschelp (<i>Ruditapes decussatus</i>)
Vorm	Langwerpige rechthoekige schelp, top duidelijk voor het midden	Breed-ovale tot rechthoekige schelp, iets gapend	Rechthoekige schelp
Sculptuur schelp	Fijne richeltjes gekruist door stralende groefjes vanaf top. Fijne netwerkstructuur	Kruidende stralende ribben en groeven, groeven scherper bij voor en achterkant	Sterk traliewerksculptuur met duidelijke goeistadia (lijnen)
Siphon	Lang, ongelijk van lengte en groot deel vergroeid	Relatief korte, brede sifonen, voor driekwart aaneengegroeid en ongelijke lengte	Lang en vrij dun, grotendeels van elkaar gescheiden
Slotband	Achter top langgerekt		Top op kwart van totale lengte
Vlees	Crème-wit uitgezonderd uiteinde van sifonen, kunnen variëren van bruin tot zwart achtig	Lichtgeel of wit Sifonen geel-grijs tot licht oranje, vaak vlekken/strepen aan uiteinde	Crème of grijswit soms geelachtig. Sifonen grijswit aan uiteinde vaak grijze/zwarte vlekjes
Mantellijn	De onderkant van mantellijn en mantelbocht vallen gedeeltelijk samen	Mantellijn breed, afgerond tongvormig (nooit hoekig) niet voorbij midden reikend	Mantelbocht reikt niet voorbij het midden, onderkant mantelbocht en mantellijn vallen niet tot nauwelijks samen, op diepste punt hoekig

5.3.4 Hybridisatie

Om de Filipijnse en de geruite tapijtschelp van elkaar te onderscheiden wordt gebruikt gemaakt van de uiterlijke kenmerken. Dit blijkt echter erg lastig in de gebieden waar beide soorten voorkomen, zoals in het noorden van Spanje. Uit onderzoek van (Hurtado *et al.*, 2011) en (Habtemariam *et al.*, 2015) blijkt dat de geruite en Filipijnse tapijtschelp kunnen hybridiseren. Door middel van genetische identificatie is gebleken dat er 'intermediate' exemplaren voorkomen. Hurtado *et al.* (2011) analyseerden 328 tapijtschelpen. In Figuur 28 zijn de Filipijnse tapijtschelp (RPH, rechts) en geruite tapijtschelp (RDE, links) weergegeven met een foto. Daar tussenin staat een als 'intermediate' aangemerkt individu (INT), de hybride voortgekomen uit een kruising tussen beide soorten. Enkele individuen waren op uiterlijk beoordeeld als geruite tapijtschelp, maar bleken op chromosoom niveau eigenschappen te hebben van beide soorten. Van alle onderzochte individuen bleken er negen (2,7%) hybride tussenvormen te zijn met genetische eigenschappen van beide soorten.

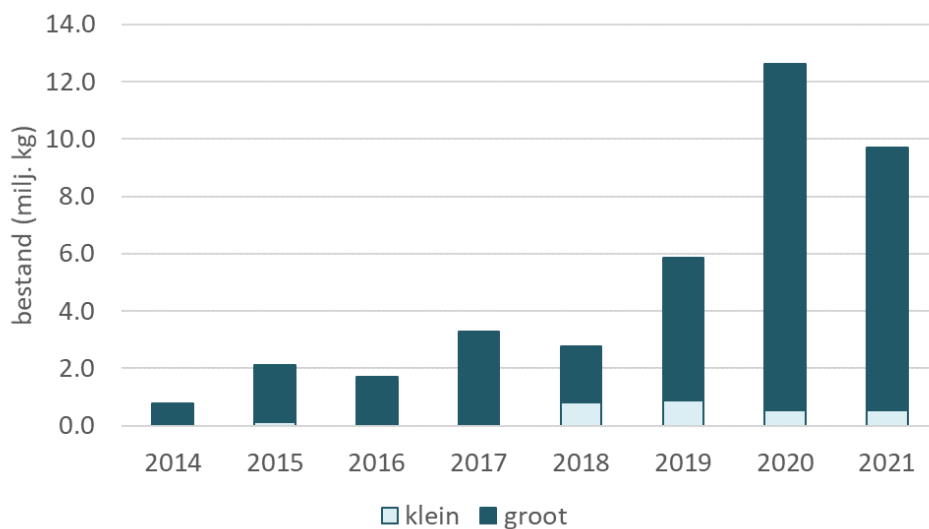


Figuur 28. Schelp en sifon morfologie van de geruite tapijtschelp (RDE), de Filipijnse tapijtschelp (RPH) en een hybride tussenvorm (INT). A: Externe schelp morfologie. B: de sifonen. Schaal in de foto is 1 cm. Figuur is afkomstig uit (Hurtado *et al.*, 2011).

5.3.5 Ontwikkeling van bestanden in de deltawateren

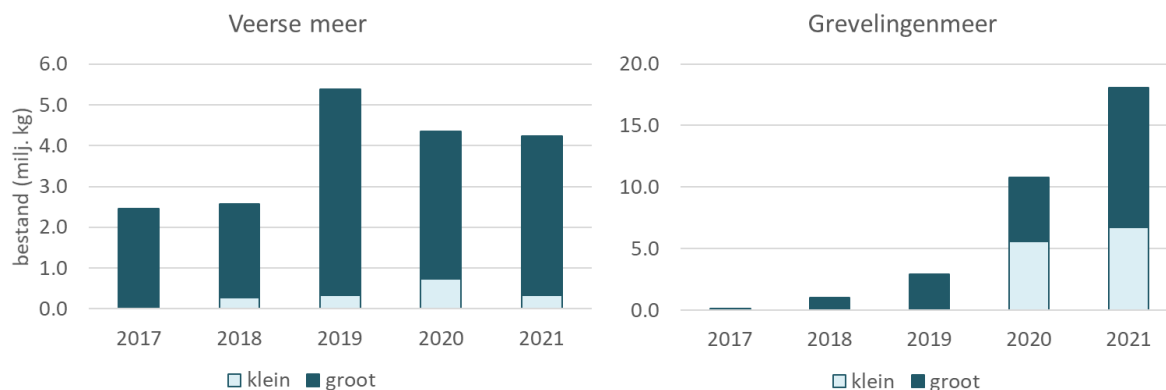
De Filipijnse tapijtschelp is in Nederland voornamelijk aanwezig in de deltawateren. Voor de tijdreeksen van de ontwikkeling in de Oosterschelde (Figuur 30), het Veerse meer (Figuur 31) en Grevelingenmeer (Figuren 31 en 32) is uitsluitend gebruik gemaakt van de resultaten van de jaarlijkse bemonstering met het kokkelschepje in het voorjaar. Sinds 2020 worden ook Filipijnse tapijtschelpen geregistreerd in de najaarsbemonsteringen in oesterbanken met de happer. In 2020 en 2021 lag het aandeel tapijtschelpen binnen de oesterbanken rond de 10% van het totaal. Om een goede vergelijking tussen jaren te kunnen maken zijn de gegevens, die pas sinds twee jaar beschikbaar zijn, buiten beschouwing gelaten. De hieronder gepresenteerde waarden voor 2021 wijken dus af van de getallen die in paragraaf 3.3.2 gepresenteerd zijn. In de grafieken wordt onderscheid gemaakt tussen lengteklasse *groot* (≥ 2 cm) en *klein* (< 2 cm).

De afgelopen jaren is het bestand in de Oosterschelde sterk toegenomen (Figuur 29). In 2014 werd het bestand nog geschat op 0,8 miljoen kg versgewicht. In 2020 was dit uitgegroeid tot 12,7 miljoen kg versgewicht. In 2021 is er een afname van ca. 3 miljoen kg berekend ten opzichte van 2020, maar dit is nog steeds veel hoger dan in de voorgaande jaren.



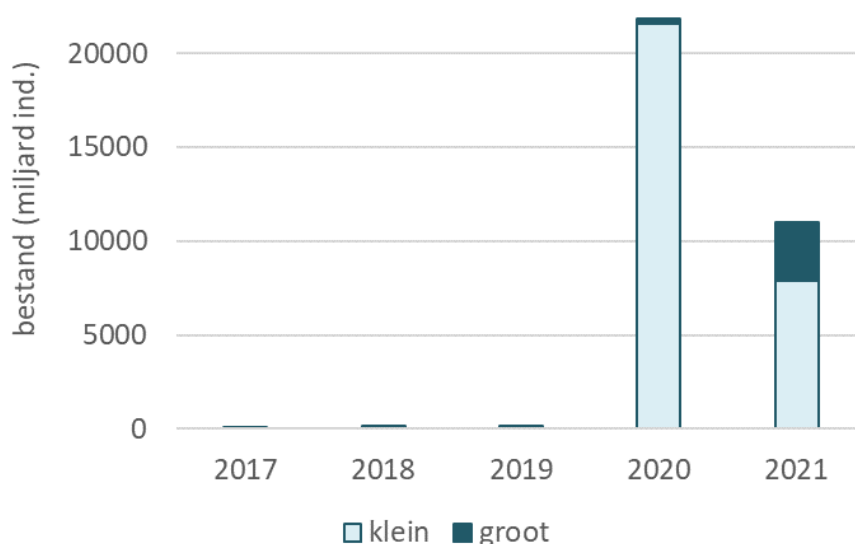
Figuur 29. Bestandsontwikkeling van Filipijnse tapijtschelpen in de Oosterschelde (miljoen kg versgewicht incl. schelp).

De schelpdierinventarisaties in het Grevelingenmeer en Veerse meer worden pas sinds 2017 uitgevoerd. In 2019 is een sterke toename zichtbaar in het Veerse meer, en in de jaren daarna blijft het bestand ongeveer op hetzelfde niveau (Figuur 30). In het Grevelingenmeer daarentegen lijkt het bestand nog steeds toe te nemen. Daar is een explosieve groei zichtbaar van 0,1 miljoen kg versgewicht in 2017 tot 18,1 miljoen kg slechts twee jaar later.



Figuur 30. Bestandsontwikkeling Filipijnse tapijtschelp in het Veerse meer en Grevelingenmeer in miljoen kg versgewicht (incl. schelp).

De explosieve toename in het Grevelingenmeer is toe te schrijven aan een succesvolle broedval in 2019. Omdat de survey in het voorjaar plaatsvindt, is het effect van deze broedval in de zomermaanden pas zichtbaar in de bestandsschatting van 2020. In het voorjaar van 2020 bleek het bestand aan Filipijnse tapijtschelpen te zijn toegenomen van 61 naar 21.543 miljard individuen (Figuur 31), voor 99% bestaand uit exemplaren kleiner dan 2 cm schelp lengte. Ook in het voorjaar van 2021 bestond een aanzienlijk deel van het bestand uit kleine exemplaren: 72%. Het is echter niet duidelijk of deze individuen afkomstig zijn van een nieuwe broedval, of dat het slecht groeiende individuen uit de broedval van 2019 betreft. Om meer duidelijkheid te krijgen over de populatiedynamiek moeten individuele schelp lengtes gemeten worden (zie het voorbeeld van de halfgeknotte strandschelp in paragraaf 5.1).



Figuur 31. Bestandsontwikkeling in het Grevelingenmeer in aantal (miljard) individuen.

5.3.6 Potentie tapijtschelpen voor visserij en natuur

Voedsel voor scholeksters

De snelle uitbreiding van de Filipijnse tapijtschelp roept vragen op over de rol van deze soort in de Nederlandse kust-ecosystemen. Een belangrijke vraag is of de soort een alternatieve of vervangende

voedselbron voor vogels kan zijn. Uit een Brits onderzoek van (Caldow *et al.*, 2007) in Poole Harbour, is aangetoond dat scholeksters Filipijnse tapijtschelpen eten. De auteurs schrijven dat de verspreiding van Filipijnse tapijtschelpen in de Europese wateren bevorderlijk zou kunnen zijn voor de overleving van schelpdier-etende vogelsoorten. Bij dezelfde dichtheden zijn Filipijnse tapijtschelpen mogelijk profijtlijker dan kokkels (*C. edule*), omdat ze sneller groeien, een grotere lengte bereiken en daardoor meer vlees bevatten (Caldow *et al.*, 2007; Kamermans & Leopold, 2021). De mogelijke rol van de Filipijnse tapijtschelp in de voedselvoorziening voor vogels in de Oosterschelde en Grevelingenmeer is beschreven door Kamermans en Leopold (2021). Zij stellen dat de Filipijnse tapijtschelp de potentie heeft als voedselbron te dienen, maar dat er in Nederland vooralsnog geen bewijs is van daadwerkelijke predatie door vogels. Mogelijk bevinden de vogels zich in een leercurve, en zal de predatie op Filipijnse tapijtschelpen toenemen. Nader onderzoek in 2022 door WMR zal moeten aantonen of dit het geval is. Mocht daaruit kunnen worden vastgesteld dat Filipijnse tapijtschelpen een min of meer gelijkwaardige voedselbron voor scholeksters zijn in vergelijking met kokkels, dan zouden beide schelpdiersoorten meegenomen moeten worden in de voedselreservering voor scholeksters (Kamermans & Leopold, 2021).

Visserij

Wereldwijd is de Filipijnse tapijtschelp de meest gekweekte schelpdiersoort, met een productie van ruim 4 miljoen ton in 2018 (Turolla *et al.*, 2020). De opkomst van de Filipijnse tapijtschelp in Nederland kan ook zeer interessant zijn met het oogpunt op visserij. Zo vertoont de soort een snelle groei onder de juiste omstandigheden, een hoge voortplantingscapaciteit en een hoge tolerantie voor omgevingsvariabelen zoals temperatuur, zout- en zuurstofgehalte (referenties in Smaal, 2020). Daarnaast zijn de schelpdieren vrij eenvoudig te oogsten, omdat ze zich in de bovenste laag van het sediment bevinden, tot een diepte van maximaal 4 cm (Kamermans & Leopold, 2021). Tevens is de prijs relatief hoog. In 2020 is de soort als bijvangst aangeland door kokkelvissers in de Oosterschelde, die in de zomer van 2020 voor het eerst sinds het seizoen 2006-2007 een vergunning kregen om daar te vissen. Omdat er in de zomer van 2020 wederom een kokkelsterfte heeft plaatsgevonden, troffen zij meer tapijtschelpen dan kokkels aan. Zo is er dat jaar ca. 5 ton versgewicht aan kokkels aangeland, tegenover 109 ton versgewicht aan Filipijnse tapijtschelpen (Keus, 2021).

Smaal (2020) stelt dat duurzame exploitatie kan worden voortgebouwd op de ervaringen met de kokkelvisserij, omdat de leefwijze en morfometrie van de Filipijnse tapijtschelp overeenkomsten vertonen met die van de kokkel. Qua mogelijkheden kan er onderscheid gemaakt worden tussen vissen, uitdunnen en verzaaien, en gecontroleerde kweek. Omdat nog niet alle kennis voorhanden is wordt er gesuggereerd te beginnen met praktijkproeven onder begeleiding van onderzoek.

Om een duurzame visserij te realiseren is het van belang om, net als bij kokkels, een minimummaat aan te houden waarbij het overgrote deel van de éénjarige schelpdieren gespaard wordt. Bij kokkels is deze minimummaat vastgesteld op 21 mm. Bij het handbeugelen wordt deze maat aangehouden door een spijlbreedte van minimaal 15 mm te hanteren. Dit komt overeen met een schelphoogte van kokkels met een lengte van 21 mm. Uit een analyse van Kamermans en Leopold (Kamermans & Leopold, 2021) blijkt dat ook éénjarige Filipijnse tapijtschelpen kleiner zijn dan 21 mm, en dat ze bij deze lengte niet hoger zijn dan 15 mm. Dat zou betekenen dat, voor het handbeugelen op tapijtschelpen, de spijlbreedte van 15 mm niet hoeft te worden aangepast. De tapijtschelpen die met deze spijlbreedte worden gevangen, zijn groot genoeg om verhandeld te worden.

5.3.7 Toekomstperspectief

Een belangrijke vraag met betrekking tot toekomstige ontwikkelingen van schelpdierbestanden in de Nederlandse kustwateren is of de Filipijnse tapijtschelp beter bestand is tegen de huidige klimaatveranderingen. In de periode 2018-2020 stierf een groot deel van het kokkelbestand tijdens hittegolven (Troost & Van Asch, 2018; Van den Bogaart *et al.*, 2021). De toenemende frequentie van

hittegolven zou nadelig kunnen uitpakken voor het kokkelbestand (Suykerbuyk *et al.*, 2021). Filipijnse tapijtschelpen lijken hier beter tegen te kunnen, mogelijk omdat ze zich iets dieper in het sediment bevinden in vergelijking tot kokkels, waardoor ze minder (lang) worden blootgesteld aan extreme temperaturen. Hierdoor is het aannemelijk dat de Filipijnse tapijtschelp zich verder zal verspreiden en in aantallen zal toenemen (Smaal, 2020), waarbij mogelijk de ecologische en commerciële functie van de kokkel deels of geheel overgenomen gaat worden (Kamermans & Leopold, 2021). In zijn proefschrift stelt Harris (2016) dat litorale gebieden, met zacht sediment en een lage biodiversiteit, het meest vatbaar zijn voor de invasie van Filipijnse tapijtschelpen. Daarbij wordt de Waddenzee als potentieel verspreidingsgebied benoemd. Of de Filipijnse tapijtschelp de functie van de kokkel daadwerkelijk over gaat nemen blijft vooralsnog speculatief, aangezien er nog veel kennis ontbreekt. Uit het oogpunt van opwarming lijkt dit aannemelijk, maar er zijn ook andere factoren die meespelen, zoals in welke mate beide soorten bestand zijn tegen de effecten van stormen (Wiesebron *et al.*, submitted).

Inmiddels worden de kweek en visserij van Filipijnse tapijtschelpen door belanghebbende partijen verkend. Het Veerse meer en Grevelingenmeer lijken goede kansen te bieden. De soort gedijt hier goed en komt vooral voor beneden de laagwaterlijn in deze wateren met minimaal getijdenverschil. De schelpen zijn daardoor niet bereikbaar voor de meeste schelpdier-etende vogels. Duikende zee-eenden zoals de eidereend, zwarte en grote zee-eend zouden in staat zijn om tapijtschelpen tot een paar centimeter in grootte te eten, maar deze eenden zijn zeer schaars in de Zeeuwse deltawateren (Kamermans & Leopold, 2021).

In de Oosterschelde gedijt de soort goed op de droogvallende platen die bij laagwater druk bezocht worden door schelpdier-etende vogels. Scholeksters zien mogelijk als gevolg van klimaatverandering de kokkel als belangrijke prooi soort verdwijnen. Wanneer blijkt dat de Filipijnse tapijtschelpen een goede alternatieve of vervangende voedselbron voor scholeksters is, zou de uitbreiding van de Filipijnse tapijtschelp misschien voor dit verlies kunnen compenseren. Ditzelfde geldt ook voor vissers, die wellicht op Filipijnse tapijtschelpen over kunnen stappen indien de kokkel populatie afneemt door klimaatverandering. Zo zouden zowel vogels als vissers profijt kunnen hebben van de uitbreiding van deze exoot. Dit betekent ook dat er conflicten zouden kunnen ontstaan tussen natuurdoelen en visserij, net zoals dat het geval is bij de kokkel. Het is daarom van belang om goed te onderzoeken in welke opzichten de Filipijnse tapijtschelp overeenkomt met de kokkel als voedselbron voor scholeksters, en in welke opzichten er belangrijke verschillen zijn. Hiermee hebben Kamermans en Leopold (2021) een begin gemaakt, en dit onderzoek zal verder voortgezet worden in 2022.

Literatuur

- Bidegain, G., Juanes, J.A., 2013. Does expansion of the introduced Manila clam *Ruditapes philippinarum* cause competitive displacement of the European native clam *Ruditapes decussatus*? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 445, 44-52.
- Borsje, B.W., Bouma, T.J., Rabaut, M., Herman, P.M.J., Hulscher, S.J.M.H., 2014. Formation and erosion of biogeomorphological structures: A model study on the tube-building polychaete *Lanice conchilega*. *Limnology and Oceanography* 59, 1297-1309.
- Bos, O.G., Gittenberger, A., De Boois, I.J., Van Asch, M., Van der Wal, J.T., Cremer, J., Van der Hoorn, B., Pieterse, S., Bakker, P.A.J., 2016. Soortenlijst Nederlandse Noordzee. Wageningen Marine Research rapport, Rapport C125/16.
- Caldow, R.W.G., Stillman, R.A., Le Vasseur dit Durell, S.E.A., West, A.D., McGroarty, S., Goss-Custard, J.D., Wood, P.J., Humphreys, J., 2007. Benefits from invasion of a non-native shellfish. *Proceedings of the Royal Society B* 274, 1449-1455.
- Callaway, R., Desroy, N., Dubois, S., Fournier, J., Frost, M., Godet, L., Hendrick, V.J., Rabaut, M., 2010. Ephemeral Bio-engineers or Reef-building Polychaetes: How Stable are Aggregations of the Tube Worm *Lanice conchilega* (Pallas, 1766)? *Integrative and Comparative Biology* 50, 237-250.
- Craeymeersch, J.A., Perdon, K.J., 2006. De halfgeknotte strandschelp, *Spisula subtruncata*, in de Nederlandse kustwateren in 2005. Wageningen Research, IMARES & Centrum voor Visserij Onderzoek (CVO), C036/06.
- Craeymeersch, J.A., Van der Land, M.A., 1998. De schelpdierbestanden in de Voordelta 1993 - 1997. RIVO (Rijks Instituut voor Visserij Onderzoek), RIVO-DLO rapport C056/98.
- Craeymeersch, J.A., Van Stralen, M.R., Wijsman, J.W., Kesteloo, J., Perdon, J., De Mesel, I., 2007. Ontwikkeling van een monstertuig voor bestandsopnames van mesheften. IMARES, onderdeel van Wageningen-UR, IMARES Rapport C084/07.
- De Bruyne, R.H., Van Leeuwen, S.J., Gmelig Meyling, A.W., Daan, R., 2013. Schelpdieren van het Nederlands Noordzeegebied. Ecologische atlas van de mariene weekdieren (Mollusca). Uitgeverij Tirion, Utrecht & Stichting ANEMOON, Lisse.
- 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.
- Degraer, S., Moerkerke, G., Rabaut, M., Van Hoey, G., Du Four, I., Vincx, M., Henriët, J.-P., Van Lancker, V., 2008. Very-high resolution side-scan sonar mapping of biogenic reefs of the tube-worm *Lanice conchilega*. *Remote Sensing of Environment* 112, 3323-3328.
- 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).
- FAO, 2006. *Ruditapes philippinarum*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Text by Gouletquer, P.. Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. Updated 2006-03-02 [Cited Wednesday, February 2nd 2022].
- Habtemariam, T.B., Arias, A., García-Vázquez, E., Borell, Y.J., 2015. Impacts of supplementation aquaculture on the genetic diversity of wild *Ruditapes decussatus* from northern Spain. *Aquaculture Environment Interactions* 6, 241-254.
- Harris, M.R., 2016. A study of the naturalisation and dispersal of a non-native bivalve, the Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Adams and Reeve 1850) in estuaries along the South coast of England. University of Portsmouth.
- Heinrich, C., Feldens, P., Schwarzer, K., 2017. Highly dynamic biological seabed alterations revealed by side scan sonar tracking of *Lanice conchilega* beds offshore the island of Sylt (German Bight). *Geo-Marine Letters* 37, 289-303.
- Heuers, J., Jaklin, S., 1999. Initial settlement of *Lanice conchilega*. *Senckenbergiana Maritima* 29, 67-69.
- Houziaux, J.S., Craeymeersch, J.A., Merckx, B., Kerckhof, F., Van Lancker, V., Courtens, W., Stienen, E., Rabaut, M., Perdon, J., Goudswaard, P.C., Van Hoey, G., Vigin, L., Hostens, K., Vincx, M., Degraer, S., 2011. 'EnSIS' - Ecosystem Sensitivity to Invasive Species. Final Report. Brussels : Belgian Science Policy 2011 - Research Programme Science for a Sustainable Development.

- Hurtado, N.S., Pérez-García, C., Morán, P., Pasantes, J.J., 2011. Genetic and cytological evidence of hybridization between native *Ruditapes decussatus* and introduced *Ruditapes philippinarum* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) in NW Spain. *Aquaculture* 311, 123-128.
- 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.
- Kamermans, P., Leopold, M.F., 2021. De mogelijke rol van de Filipijnse tapijtschelp in de voedselvoorziening voor vogels in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer. Wageningen Marine Research, Rapport C053/21.
- Keus, B., 2021. Passende beoordeling handmatige kokkelvisserij Oosterschelde 2020. Agonus Fisheries Consultancy, Leiden.
- 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.
- Nerlović, V., Korlević, M., Mravinac, B., 2016. Morphological and molecular differences between the invasive bivalve *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) and the native species *Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758) from the Northeastern Adriatic Sea. *Journal of Shellfish Research* 35, 31-39.
- Rabaut, M., Guilini, K., Van Hoey, G., Vincx, M., Degraer, S., 2007. A bio-engineered soft-bottom environment: The impact of *Lanice conchilega* on the benthic species-specific densities and community structure. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75, 525-536.
- Rabaut, M., Vincx, M., Degraer, S., 2009. Do *Lanice conchilega* (sandmason) aggregations classify as reefs? Quantifying habitat modifying effects. *Helgoland Marine Research* 63, 37-46.
- Rijnsdorp, A.D., Vingerhoed, B., 2001. Feeding of plaice *Pleuronectes platessa* L. and sole *Solea solea* (L.) in relation to the effects of bottom trawling. *Journal of Sea Research* 45, 219-229.
- Smaal, A.C., 2020. Tapijtschelpen in de Oosterschelde. Karakteristieken en mogelijkheden voor duurzame exploitatie. Shellfish Consultancy, Zierikzee.
- Suykerbuyk, W., Van den Boogaart, L., Hamer, A., Walles, B., Troost, K., Tangelder, M., 2021. Hittestress op intergetijdenplaten van de Oosterschelde. Wageningen Marine Research, rapport C026/21.
- Troost, K., Perdon, K.J., Van Zwol, J., Jol, J., Van Asch, M., 2017. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2017. Centrum voor Visserij Onderzoek & Wageningen Marine Research, CVO 17.014.
- Troost, K., Van Asch, M., 2018. Herziene schatting van het kokkelbestand in de Waddenzee en Oosterschelde in het najaar van 2018. Centrum voor Visserij Onderzoek en Wageningen Marine Research, CVO rapport 18.014.
- 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., 2019. Handboek bestandsopnames schelpdieren WOT. Versie 3, december 2019. Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO) - Wageningen Marine Research, CVO rapport 18.013.
- 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.
- Turolla, E., Castaldelli, G., Fano, E.A., Tamburini, E., 2020. Life Cycle Assessment (LCA) proves that Manila clam farming (*Ruditapes philippinarum*) is a fully sustainable aquaculture practice and a carbon sink. *Sustainability* 12.
- Twisk, F., 1990. Groei en sterfte van overjarige kokkels in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat DGW, Notitie GWWS-90.13093.
- Van den Bogaart, L., Van Asch, M., Suykerbuyk, W., Troost, K., 2021. Metingen aan kokkelsterfte in de Oosterschelde in de zomer van 2019 en 2020. Wageningen Marine Research, rapport C036/21.
- Van Hoey, G., Vincx, M., Degraer, S., 2006. Some recommendations for an accurate estimation of *Lanice conchilega* density based on tube counts. *Helgoland Marine Research* 60, 317-321.
- 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 Stralen, M.R., Troost, K., 2021. Inventarisatie van het sublitorale wilde mosselbestand in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2021. Buro MarinX, 2021.193.

- 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.
- Wiesebron, L., Teeuw, L., Van Dalen, J., Van IJzerloo, L., Troost, K.T., Walles, B., Ysebaert, T., Bouma, T.J., submitted. Contrasting strategies to cope with storm-induced erosion events: a flume study comparing a native vs. invasive bivalve. Submitted for publication in *Limnology and Oceanography*.
- Zühlke, R., 2001. Polychaete tubes create ephemeral community patterns: *Lanice conchilega* (Pallas, 1766) associations studied over six years. *Journal of Sea Research* 46, 261-272.

Verantwoording

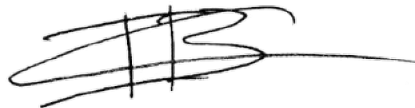
Rapport 22.011

Projectnummers: 4311208025, 4311208026, 4311208027

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en hoofd CVO.

Akkoord: Dr. I.B.C. van der Ouderaa
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 11-03-2022

Akkoord: Ing. S.W. Verver
Hoofd Centrum voor Visserijonderzoek

Handtekening:



Datum: 11-03-2022

Bijlage A. Overzicht gerapporteerde voorlopige schattingen 2021

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. Bij schattingen die sinds de briefrapportage zijn aangepast is een toelichting geplaatst.

Datum	Briefnummer	Gebied(en)	Soort(en)	Bestand (milj.kg)	Areaal (ha)
1 juni	2118238	Oosterschelde	Kokkel (<i>C. edule</i>)	0,6	
11 juni	2118241	Waddenzee	Kokkel (<i>C. edule</i>)	8,5	
		Westerschelde		0,2	
29 september	2125791	Kustzone ¹	Zwaardschede (<i>Ensis</i> sp.)	548,1	
			Halfgeknotte strandschelp (<i>S. subtruncata</i>)	1.199,8	
29 september	2125790	Waddenzee ²	Japanse oester (<i>C. gigas</i>)	26,1	1.190
			Mossel (<i>M. edulis</i>)	34,8	2.099

Toelichting: ¹ De in de brief gerapporteerde bestanden in deelgebieden "Waddeneilanden" en "Voordelta" bleken niet te kloppen als gevolg van een fout in de gebiedstoewijzing van een deel van de monsterpunten. De gecorrigeerde waarden zijn in Tabel 4 en Tabel 5 gepresenteerd. De totale bestanden voor de gehele kustzone zijn ongewijzigd gebleven.

² Een deel van de monsterpunten bleek niet meegenomen te zijn in de bestandsberekening als gevolg van een fout in de gebiedstoewijzing. De gecorrigeerde waarden zijn in paragraaf 3.2.2 gepresenteerd.

Bijlage B. Aangetroffen soorten

Tabel B1. Alle soorten aangetroffen in de kustzone van de Noordzee in 2021, gesorteerd op de Nederlandse naam.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Klasse/Phylum	N stations aangetroffen (totaal = 892)
Afgeknotte gaper	<i>Mya truncata</i>	Bivalvia	8
Amerikaanse boormossel	<i>Petricola pholadiformis</i>	Bivalvia	9
Amerikaanse strandschelp	<i>Mulinia lateralis</i>	Bivalvia	12
Artemisschelp	<i>Dosinia exoleta</i>	Bivalvia	4
Blauwpootzwemkrab	<i>Liocarcinus depurator</i>	Malacostraca	6
Breedpootkrab	<i>Portumnus latipes</i>	Malacostraca	78
Brokkelster	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Ophiuroidea	15
Chinese wolhandkrab	<i>Eriocheir sinensis</i>	Malacostraca	1
Draadarmige slangster	<i>Amphiura filiformis</i>	Ophiuroidea	8
Erwttenkrabbetje	<i>Pinnotheres pisum</i>	Malacostraca	2
Fluwelen zwemkrab	<i>Necora puber</i>	Malacostraca	1
Gemarmerde zwemkrab	<i>Liocarcinus marmoreus</i>	Malacostraca	5
Geplooide zonnenschelp	<i>Gari fervensis</i>	Bivalvia	5
Gevlochten fuikhoorn	<i>Tritia reticulatus</i>	Gastropoda	229
Gewimperde zwemkrab	<i>Liocarcinus navigator</i>	Malacostraca	73
Gewone heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	Malacostraca	197
Gewone papierschelp	<i>Thracia phaseolina</i>	Bivalvia	2
Gewone slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	Ophiuroidea	588
Gewone tapijtschelp (inheems)	<i>Venerupis corrugata</i>	Bivalvia	48
Gewone zeeappel	<i>Psammechinus miliaris</i>	Echinoidea	2
Gewone zwemkrab	<i>Liocarcinus holsatus</i>	Malacostraca	461
Gladde snavelneut	<i>Yoldia limatula</i>	Bivalvia	5
Glanzende tepelhoren	<i>Euspira nitida</i>	Gastropoda	27
Grof geribde fuikhoorn	<i>Tritia nitidus</i>	Gastropoda	118
Grote strandschelp	<i>Mactra stultorum</i>	Bivalvia	16
Grote tepelhoren	<i>Euspira catena</i>	Gastropoda	161
Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	Bivalvia	419
Helmkrab	<i>Corystes cassivelaunus</i>	Malacostraca	149
Hemigrapsus (spec.)	<i>Hemigrapsus (spec.)</i>	Malacostraca	6
Hooiwagenkrab (spec.)	<i>Macropodia (spec.)</i>	Malacostraca	13
Japanse oester	<i>Crassostrea gigas</i>	Bivalvia	2
Kamster	<i>Astropecten irregularis</i>	Asteroidea	93
Kleine heremietkreeft	<i>Diogenes pugilator</i>	Malacostraca	270
Kleine slangster	<i>Ophiura albida</i>	Ophiuroidea	229
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Bivalvia	4
Korfschelp	<i>Varicorbula gibba</i>	Bivalvia	3
Melk Witte arkschelp	<i>Striarca lactea</i>	Bivalvia	1
Moddergarnaal (spec.)	<i>Callinassa (spec.)</i>	Malacostraca	7

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Klasse/Phylum	N stations aangetroffen (totaal = 892)
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Bivalvia	10
Muiltje	<i>Crepidula fornicata</i>	Gastropoda	44
Nagelkrab	<i>Thia scutellata</i>	Malacostraca	207
Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	Bivalvia	229
Noordzeekrab	<i>Cancer pagurus</i>	Malacostraca	3
Noorse hartschelp	<i>Laevicardium crassum</i>	Bivalvia	4
Otterschelp	<i>Lutraria lutraria</i>	Bivalvia	321
Ovale strandschelp	<i>Spisula elliptica</i>	Bivalvia	88
Ovale zeeklitschelpje	<i>Tellimya ferruginosa</i>	Bivalvia	2
Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	Bivalvia	2
Pokken (spec)	<i>Balanoidea</i>	Maxillopoda	1
Porceleinkrab	<i>Pisidia longicornis</i>	Malacostraca	2
Prismatische dunschaal	<i>Abra prismatica</i>	Bivalvia	17
Rechtsgestreepte platschelp	<i>Fabulina fabula</i>	Bivalvia	333
Ronde komschelp	<i>Diplodonta rotundata</i>	Bivalvia	3
Sabelschede	<i>Phaxas pellucidus</i>	Bivalvia	1
Schepje	<i>Philine quadripartita</i>	Gastropoda	1
Stevige strandschelp	<i>Spisula solida</i>	Bivalvia	123
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Bivalvia	31
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	Malacostraca	100
Tapijtschelp (exoot)	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Bivalvia	6
Tere hartschelp	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	Bivalvia	3
Tere platschelp	<i>Macomangulus tenuis</i>	Bivalvia	127
Venusschelp	<i>Chamelea striatula</i>	Bivalvia	402
Wenteltrap	<i>Epitonium clathrus</i>	Gastropoda	6
Witte boormossel	<i>Barnea candida</i>	Bivalvia	3
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	Bivalvia	200
Wulk	<i>Buccinum undatum</i>	Gastropoda	1
Zaagje	<i>Donax vittatus</i>	Bivalvia	362
Zeeanemonen	<i>Actinaria</i>	Anthozoa	315
Zeester	<i>Asterias rubens</i>	Asteroidea	119
Zwaardscheden (spec.)	<i>Ensis (spec.)</i>	Bivalvia	629

Tabel B2. Alle soorten aangetroffen op de droogvallende platen van de Waddenzee in 2021, gesorteerd op de Nederlandse naam.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Klasse/Phylum	N stations aangetroffen (totaal =1282)
Alikruik	<i>Littorina littorea</i>	Gastropoda	170
Amerikaanse boormossel	<i>Petricolaria pholadiformis</i>	Bivalvia	3
Amerikaanse strandschelp	<i>Mulinia lateralis</i>	Bivalvia	49
Filipijnse tapijtschelp	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Bivalvia	1
Harige porceleinkrab	<i>Porcellana platycheles</i>	Arthropoda	1
Heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	Arthropoda	11
Japanse oester	<i>Crassostrea gigas</i>	Bivalvia	115
Keverslak	<i>Lepidochitona cinerea</i>	Polyplacophora	12
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Bivalvia	642
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Bivalvia	301
Muiltje (Slipper)	<i>Crepidula fornicata</i>	Gastropoda	23
Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	Bivalvia	710
Penseelkrab/blaasjeskrab	<i>Hemigrapsus</i>	Arthropoda	43
Platte oester	<i>Ostrea edulis</i>	Bivalvia	1
Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	Bivalvia	70
Pokken (spec.)	<i>Balanoidea</i>	Arthropoda	131
Rechtsgestreepte platschelp	<i>Fabulina fabula</i>	Bivalvia	1
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Bivalvia	372
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	Arthropoda	272
Tapijtschelp (inheems)	<i>Venerupis corrugata</i>	Bivalvia	5
Tere dunschaal	<i>Abra tenuis</i>	Bivalvia	15
Tere platschelp	<i>Macomangulus tenuis</i>	Bivalvia	13
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	Bivalvia	1
Zeester	<i>Asterias rubens</i>	Echinodermata	7
Zwaardscheden (spec.)	<i>Ensis (spec.)</i>	Bivalvia	116

Tabel B3. Alle soorten aangetroffen in de deltawateren (Oosterschelde, Westerschelde, Veerse meer en Grevelingenmeer) in 2021, gesorteerd op de Nederlandse naam.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Klasse	N stations aangetroffen (van totaal)			
			Ooster- schelde (570)	Wester- schelde (276)	Veerse Meer (277)	Grevelingen- meer (223)
Alikruik	<i>Littorina littorea</i>	Gastropoda	97		9	9
Amerikaanse boormossel	<i>Petricolaria pholadiformis</i>	Bivalvia		1	1	1
Amerikaanse oesterboorder	<i>Urosalpinx cinerea</i>	Gastropoda	3			1
Amerikaanse strandschelp	<i>Mulinia lateralis</i>	Bivalvia		3	3	4
Amerikaanse venusschelp	<i>Mercenaria mercenaria</i>	Bivalvia	2			
Anemonen (order)	<i>Actiniaria</i>	Cnidaria			2	
Asgrouwe tolhoren	<i>Steromphala cineraria</i>	Gastropoda	1			1
Aziatische korfschelp	<i>Potamocorbula amurensis</i>	Bivalvia		5		
Bonte mantel	<i>Mimachlamys varia</i>	Bivalvia				2
Brakwaterkokkel	<i>Cerastoderma glaucum</i>	Bivalvia			10	18
Breedpootkrab	<i>Portumnus latipes</i>	Arthropoda	1			
Brokkelster	<i>Ophiothrix fragilis</i>	Echinodermata	8			
Callianassa (spec.)	<i>Callianassa (spec.)</i>	Arthropoda	1			
Fluwelen zwemkrab	<i>Necora puber</i>	Arthropoda	2			
Fuikhorens (spec.)	<i>Tritia (spec.)</i>	Gastropoda	19		127	46
Gebochelde streepschelp	<i>Musculus discors</i>	Bivalvia			3	
Gewimperde zwemkrab	<i>Liocarcinus navigator</i>	Arthropoda	8			3
Gewone schaalhoren	<i>Patella vulgata</i>	Gastropoda	19			
Gewone slangster	<i>Ophiura ophiura</i>	Echinodermata	2	1		
Glanzende dunschaal	<i>Abra nitida</i>	Bivalvia	2	3		
Halfgeknotte strandschelp	<i>Spisula subtruncata</i>	Bivalvia	1	1		
Harig porseleinkrabbetje	<i>Porcellana platycheles</i>	Arthropoda	42		2	10
Helmkrab	<i>Corystes cassivelaunus</i>	Arthropoda			2	
Hemigrapsus (spec.)	<i>Hemigrapsus</i>	Arthropoda	65	1	75	78
Heremietkreeft	<i>Pagurus bernhardus</i>	Arthropoda	9			
Hooiwagenkrab (spec.)	<i>Macropodia</i>	Arthropoda	9		1	
Japanse oester	<i>Magallana gigas</i>	Bivalvia	84	1	61	71
Japanse oesterboorder	<i>Ocenebra inornata</i>	Gastropoda	38			14
Keverslak	<i>Lepidochitona cinerea</i>	Polyplacophora	2			1
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Bivalvia	213	42	3	26
Korfschelp	<i>Varicorbula gibba</i>	Bivalvia			12	1
Zwaardscheden (spec.)	<i>Ensis</i>	Bivalvia	27	5	6	31
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Bivalvia	40		56	52
Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	Bivalvia	94	125	1	3
Penseelkrab	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	Arthropoda			10	2
Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	Bivalvia	47	66	11	2
Platte zeeuwse oester	<i>Ostrea edulis</i>	Bivalvia	17		14	66
Porceleinkrab	<i>Pisidia longicornis</i>	Arthropoda	2			
Purperslak	<i>Nucella lapillus</i>	Gastropoda	1			
Rechtsgestreepte platschelp	<i>Fabulina fabula</i>	Bivalvia	9	1		

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Klasse	N stations aangetroffen (van totaal)			
			Ooster- schelde (570)	Wester- schelde (276)	Veerse Meer (277)	Grevelingen- meer (223)
Ruig krabbetje	<i>Pilumnus hirtellus</i>	Arthropoda	6			1
Schepje	<i>Philine quadripartita</i>	Gastropoda				1
Slipper	<i>Crepidula fornicata</i>	Gastropoda	65		52	68
Stompe alikruik	<i>Littorina obtusata</i>	Gastropoda	3			
Strandgaper	<i>Mya arenaria</i>	Bivalvia	13	8	82	17
Strandkrab	<i>Carcinus maenas</i>	Arthropoda	137	9	18	22
Tapijtschelp (exoot)	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Bivalvia	159	22	139	105
Tapijtschelp (inheems)	<i>Venerupis corrugata</i>	Bivalvia	1	2		20
Tere dunschaal	<i>Abra tenuis</i>	Bivalvia	8	18		7
Tere hartschelp	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	Bivalvia	1		1	7
Tere plaatschelp	<i>Macomangulus tenuis</i>	Bivalvia	4			1
Witte boormossel	<i>Barnea candida</i>	Bivalvia	1			
Witte dunschaal	<i>Abra alba</i>	Bivalvia	1	2		2
Zeeappel	<i>Psammechinus miliaris</i>	Echinodermata	13			15
Zeekreeft	<i>Homarus gammarus</i>	Arthropoda				1
Zeespinnen (klasse)	<i>Pycnogonida</i>	Arthropoda	3			
Zeester	<i>Asterias rubens</i>	Echinodermata	9			

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*).


Figuur C5. otterschelpen (*Lutraria lutraria*).

Figuur C6. venusschelpen (*Chamelea striatula*).

Figuur C7. zaagjes (*Donax vittatus*).

Voor bovenstaande soorten 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



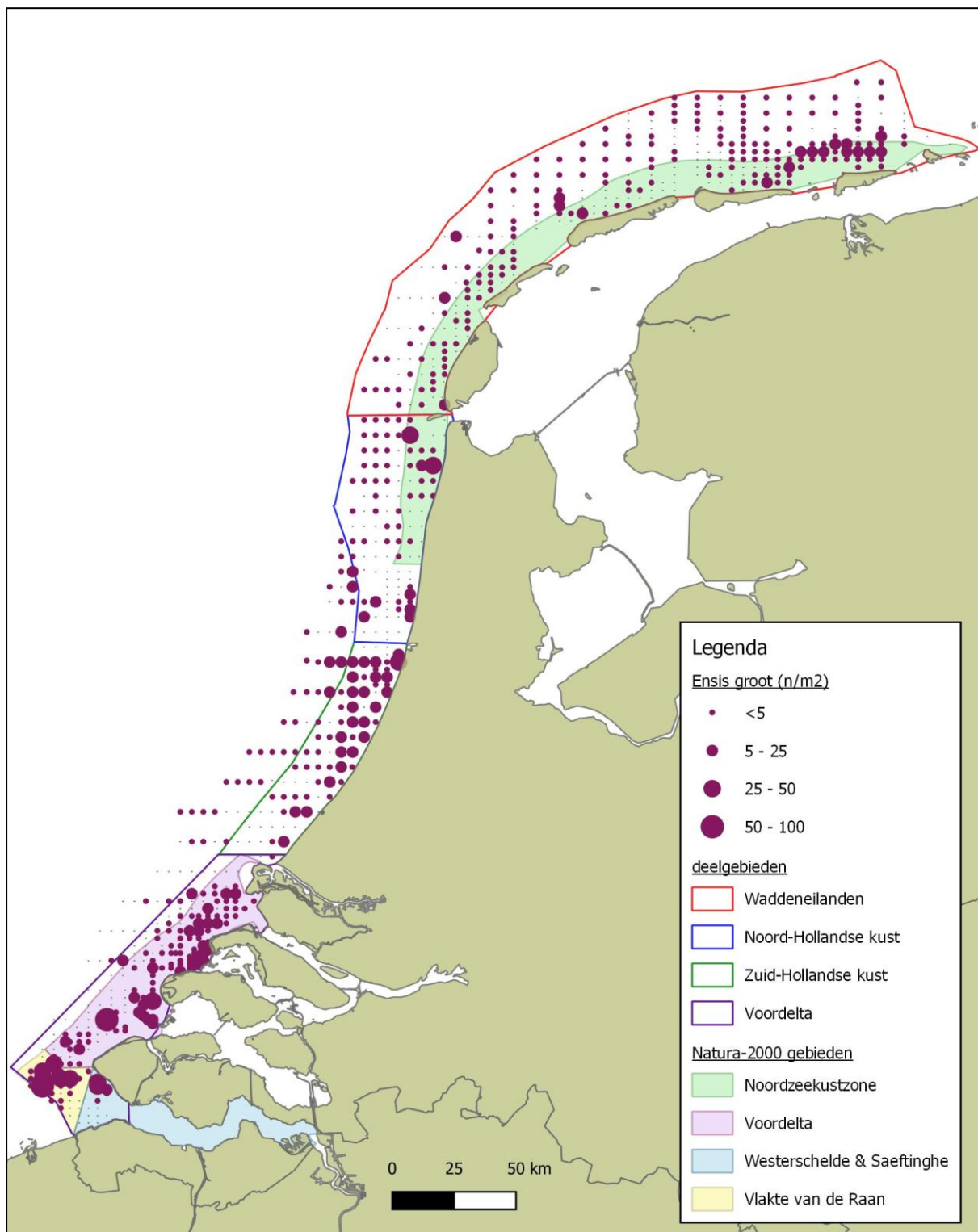
Monitor 3: Schelpdieren op de droogvallende platen van de Waddenzee



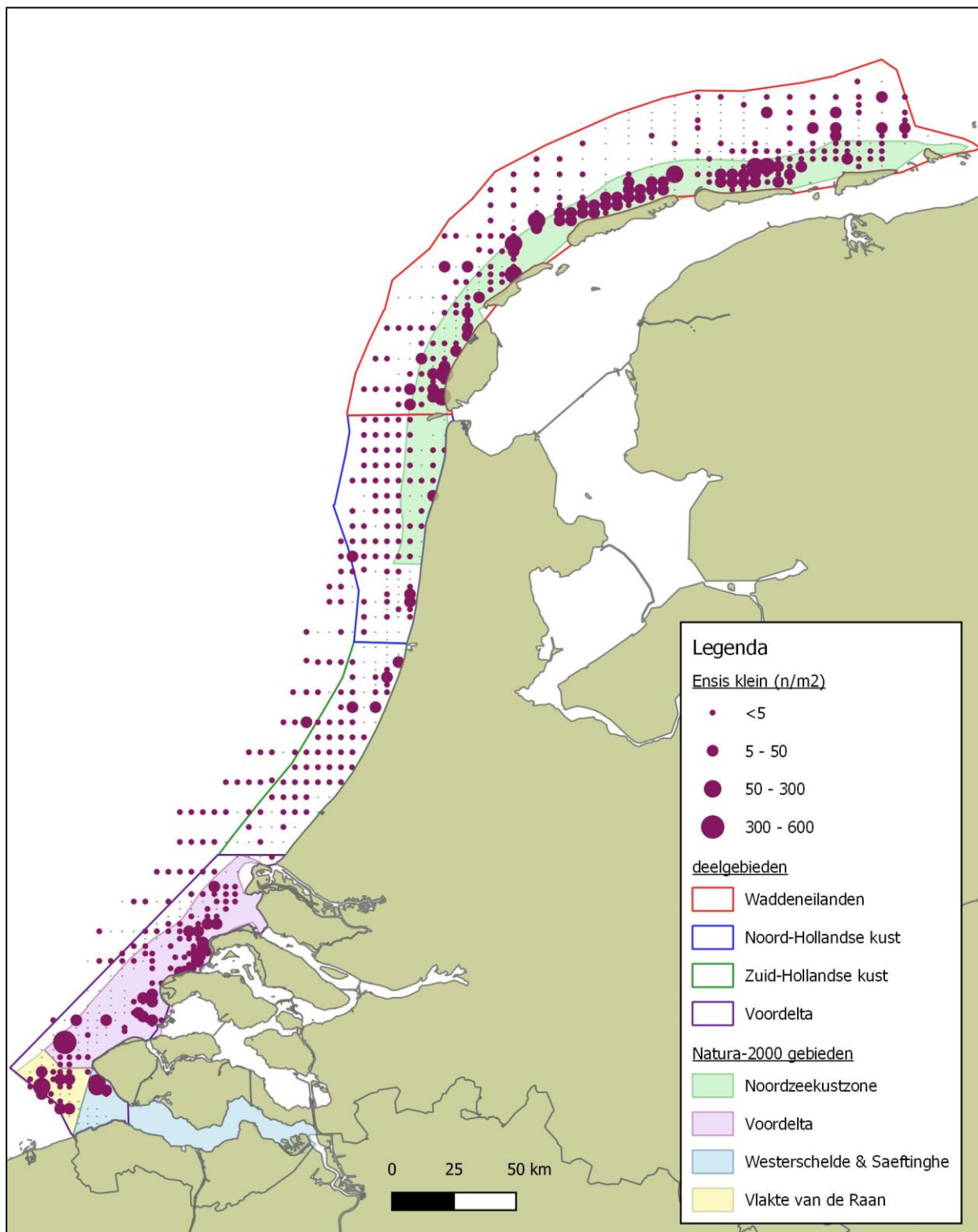
Monitor 4: Kartering van droogvallende schelpdierbanken



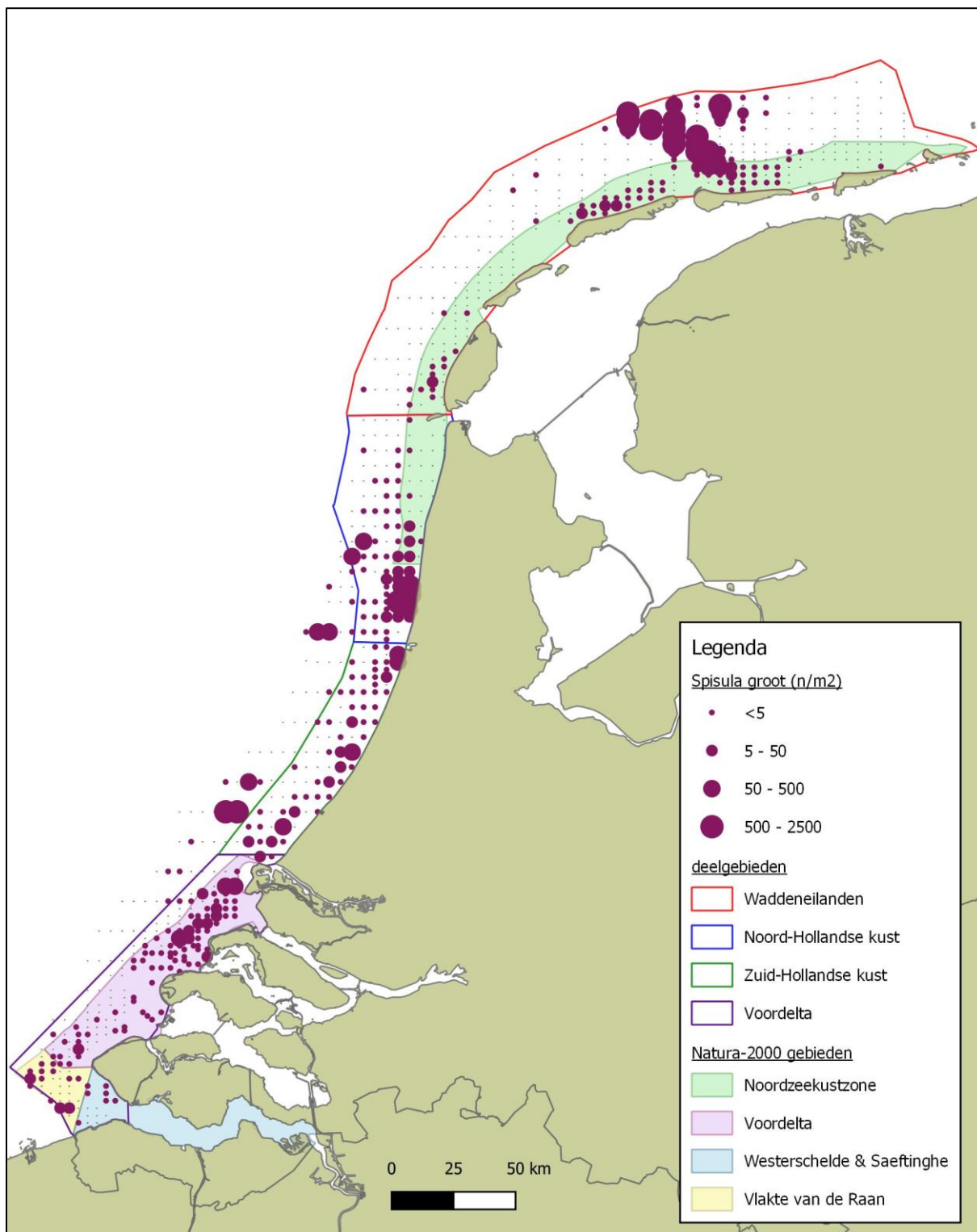
Monitor 5: Schelpdieren in de zoute wateren van de zuidwestelijke delta



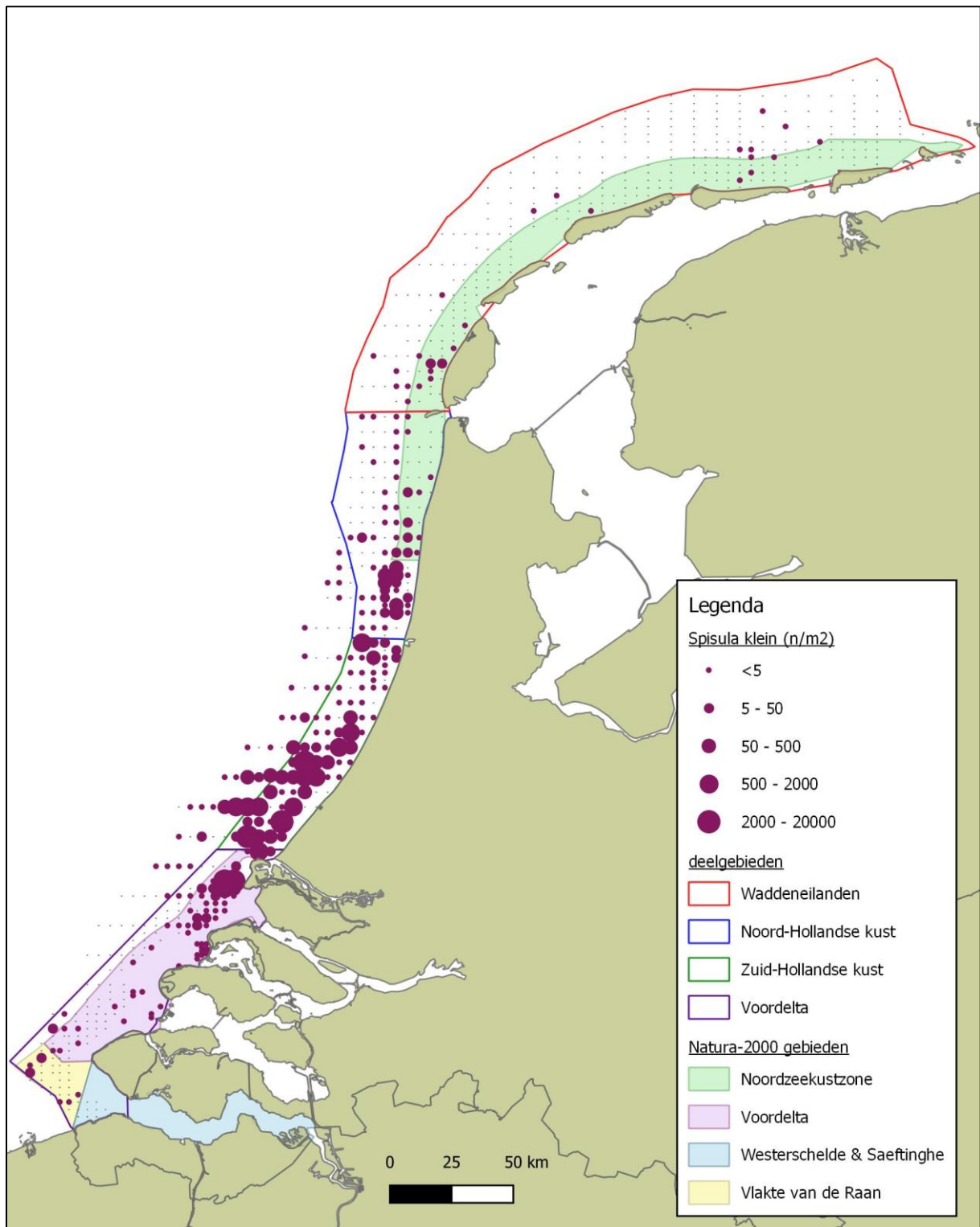
Figuur C1. Verspreiding van grote exemplaren van zwaardscheden (*Ensis sp.*) in de kustzone in 2021.



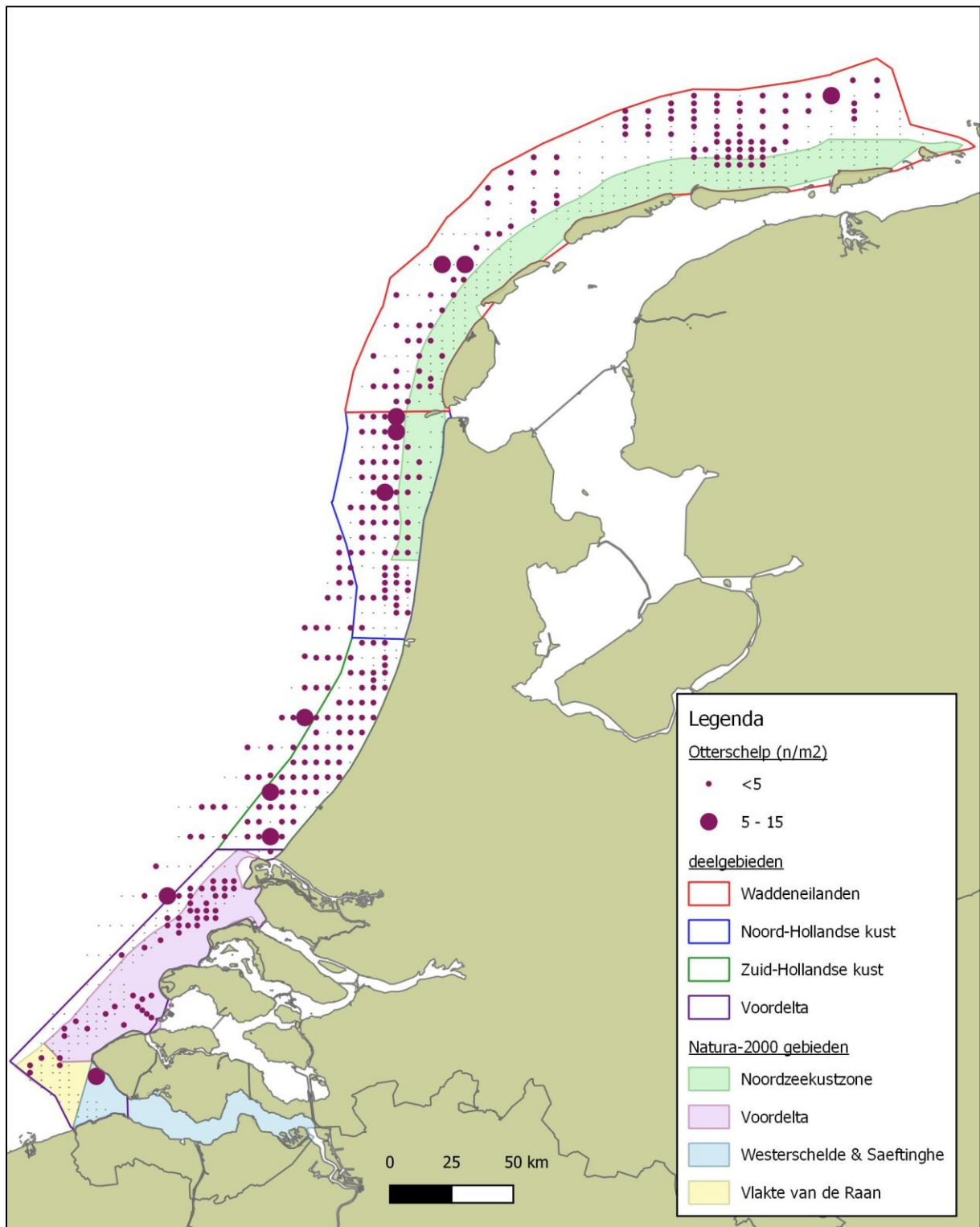
Figuur C2. Verspreiding van kleine exemplaren van zwaardscheden (*Ensis sp.*) in de kustzone in 2021.



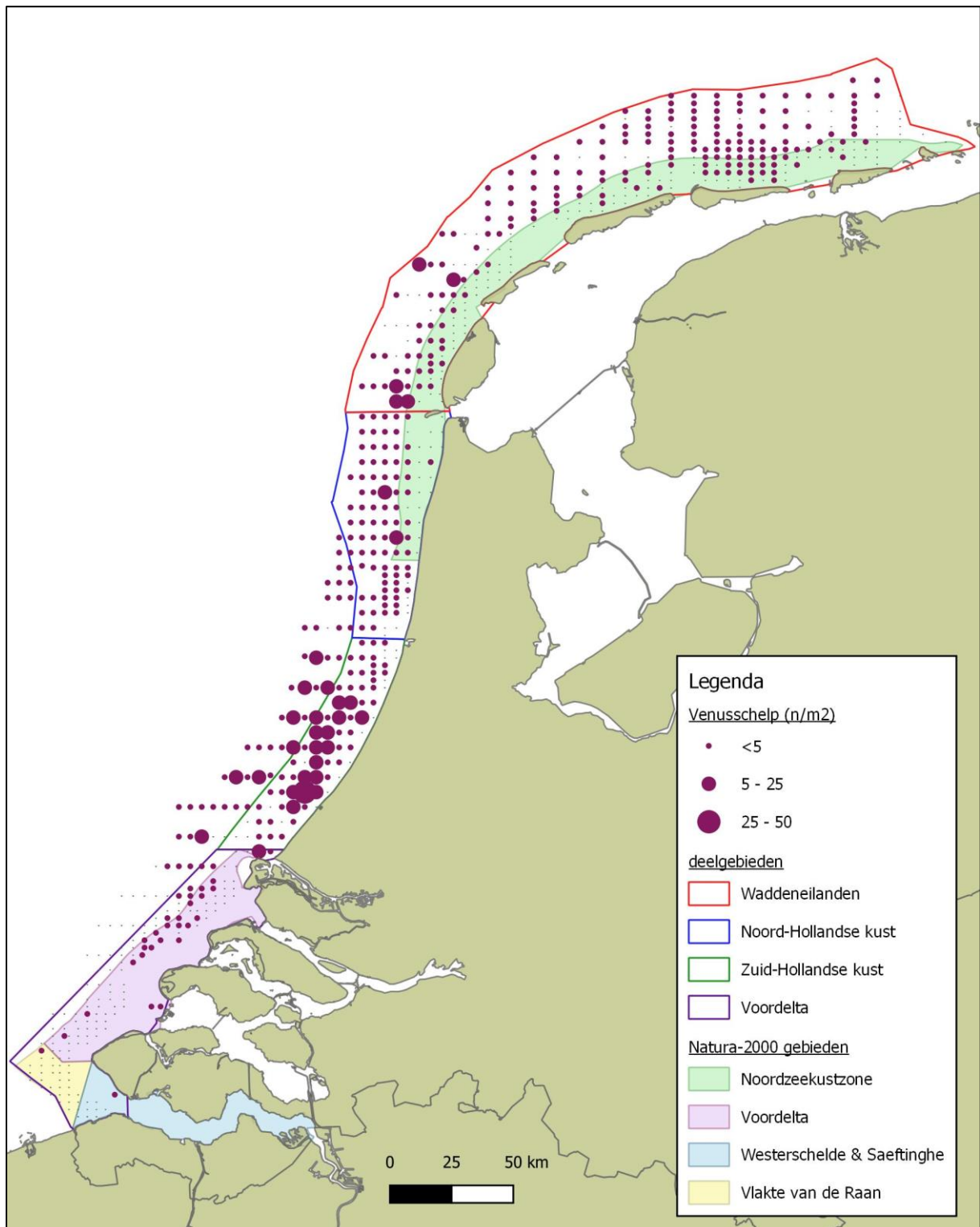
Figuur C3. Verspreiding van grote exemplaren van halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) in de kustzone in 2021.



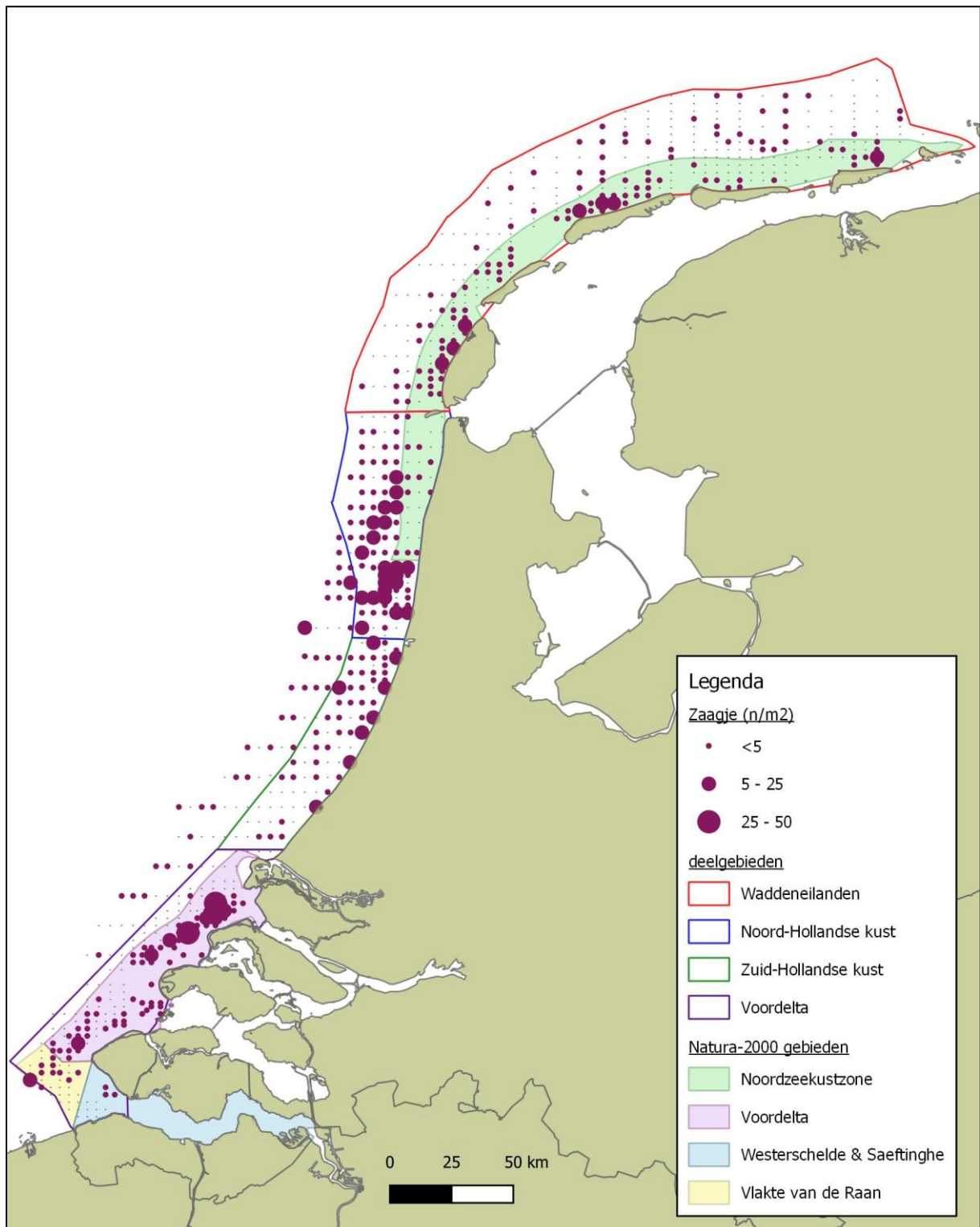
Figuur C4. Verspreiding van kleine exemplaren van halfgeknotte strandschelpen (*Spisula subtruncata*) in de kustzone in 2021.



Figuur C5. Verspreiding van otterschelpen (*Lutraria lutraria*) in de kustzone in 2021.



Figuur C6. Verspreiding van venusschelpen (*Chamelea striatula*) in de kustzone in 2021.



Figuur C7. Verspreiding van zaagjes (*Donax vittatus*) in de kustzone in 2021.

Bijlage D. Kaarten Waddenzee

Droogvallende schelpdierbanken

Figuur D1. omgeving Balgzand en Texel (Mokbaai).

Figuur D2. omgeving Vlieland en Terschelling.

Figuur D3. omgeving Ameland en Schiermonnikoog.

Figuur D4. onder de Rottums en in de Eems-Dollard.


Kokkels


Figuur D5. Dichtheid in de westelijke Waddenzee.

Figuur D6. Dichtheid in de oostelijke Waddenzee.

Voor bovenstaande 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**
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



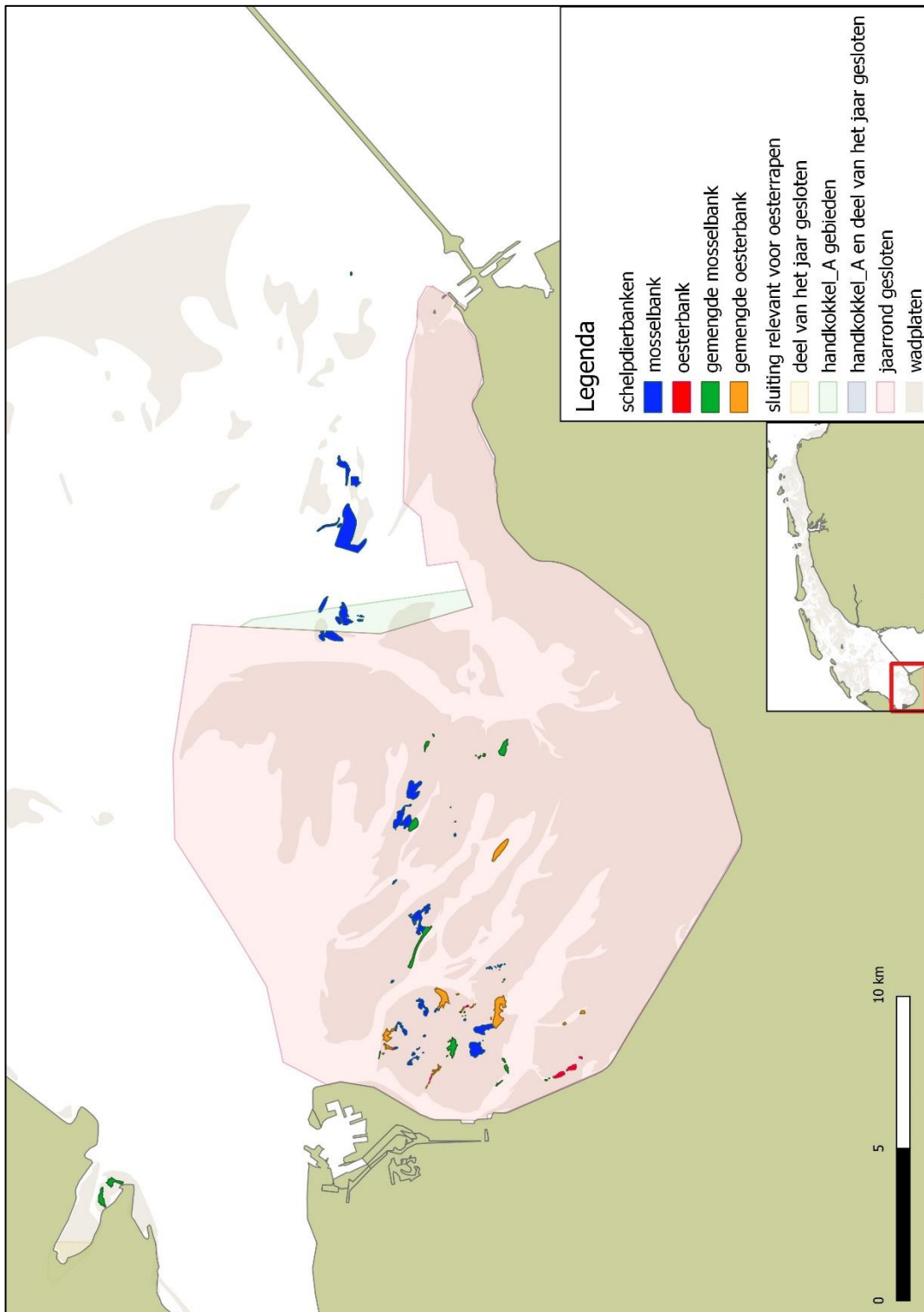
Monitor 3: Schelpdieren op de droogvallende platen van de Waddenzee



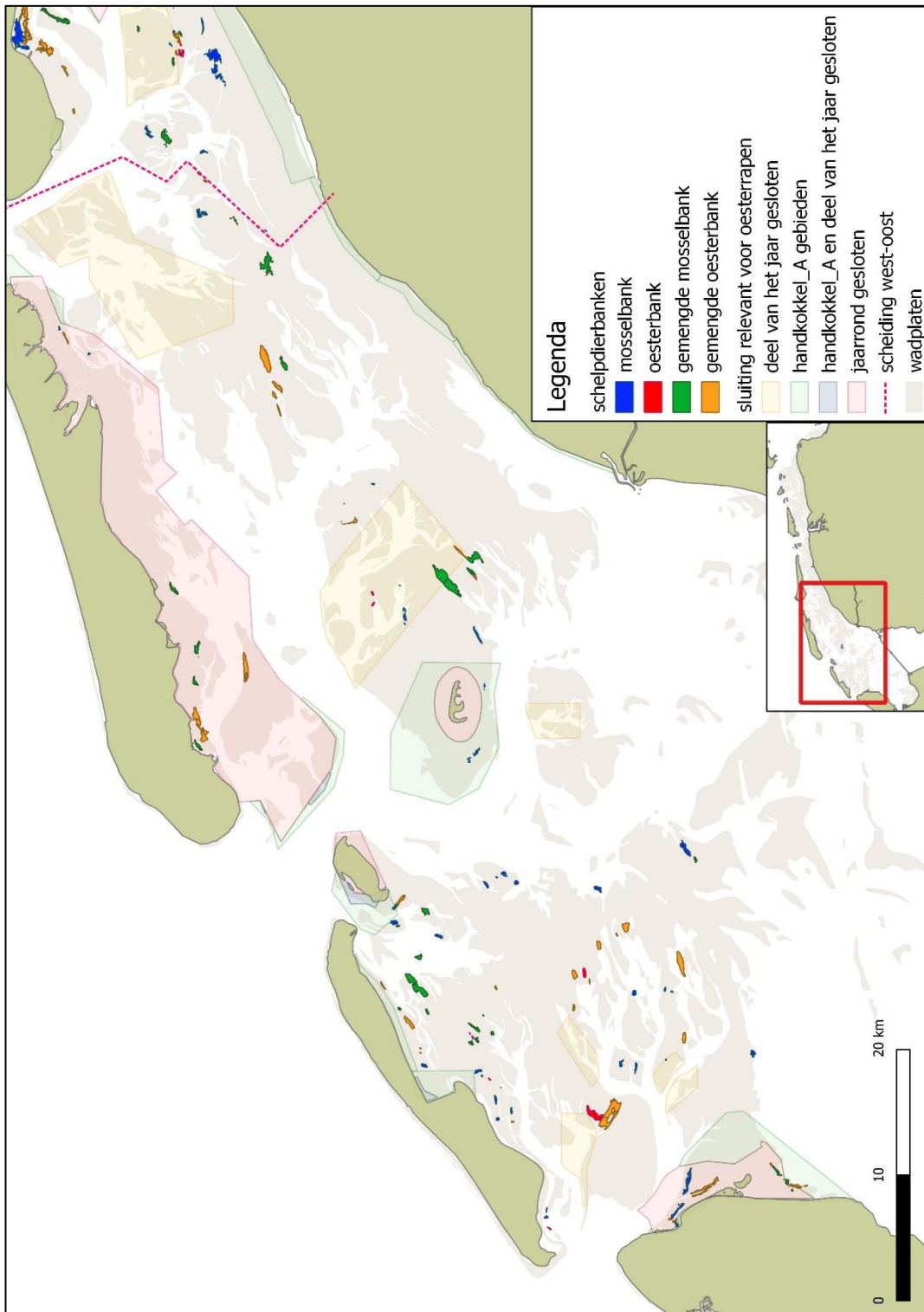
Monitor 4: Kartering van droogvallende schelpdierbanken



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



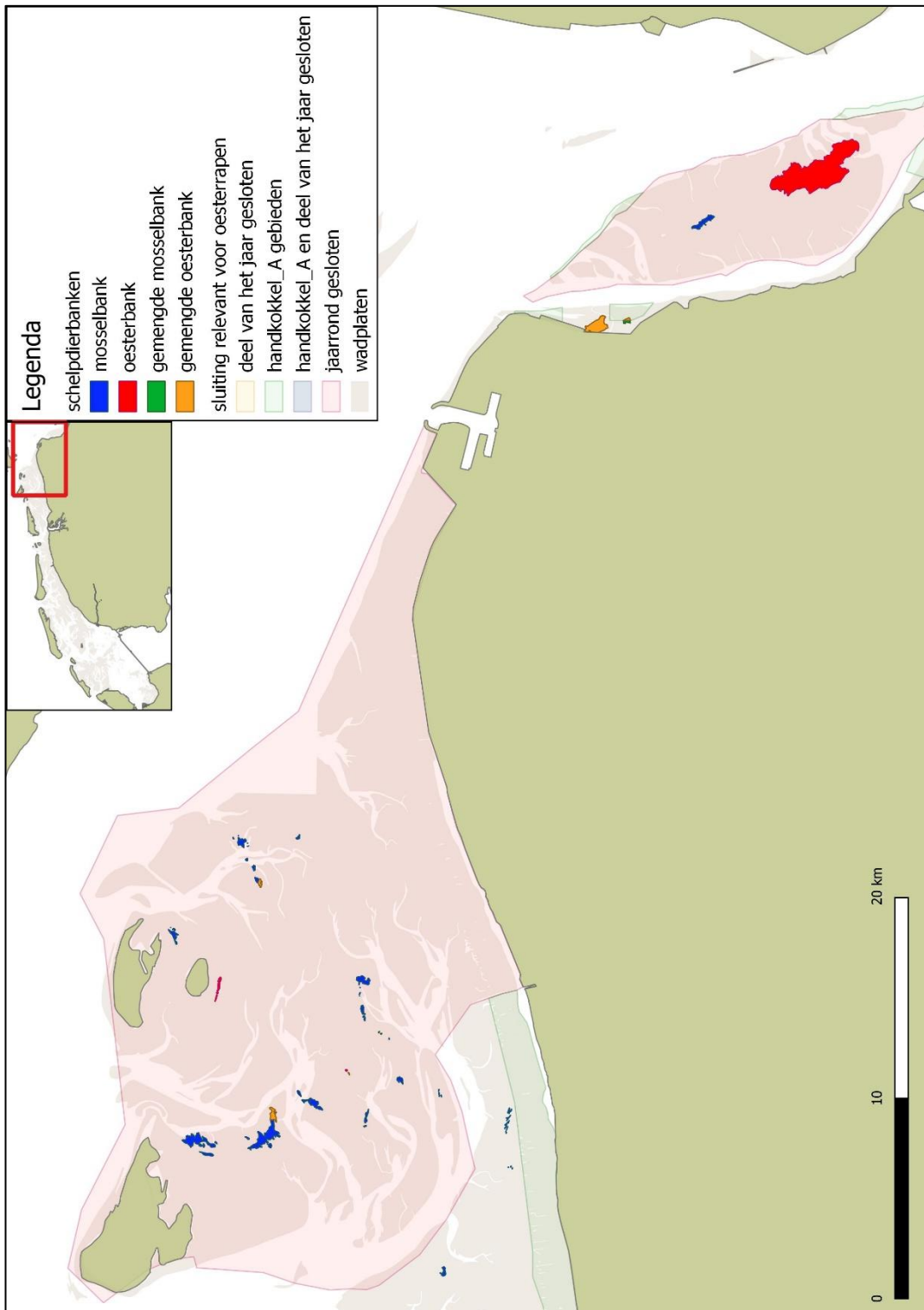
Figuur D1. Droogvallende schelpdierbanken in omgeving Balgzand en Texel (Mokbaai) in 2021.



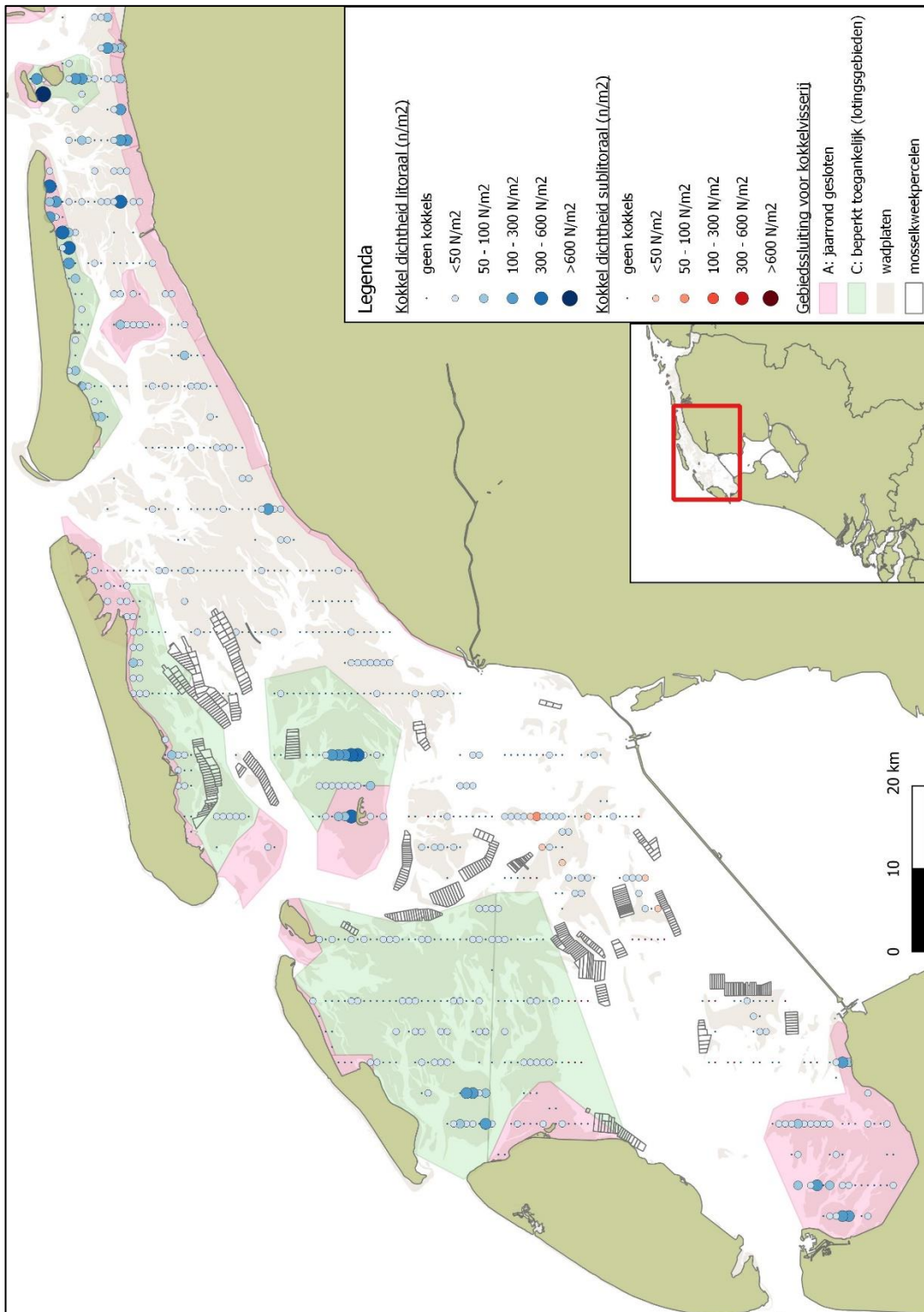
Figuur D2. Droogvallende schelpdierbanken in omgeving Vlieland en Terschelling in 2021.



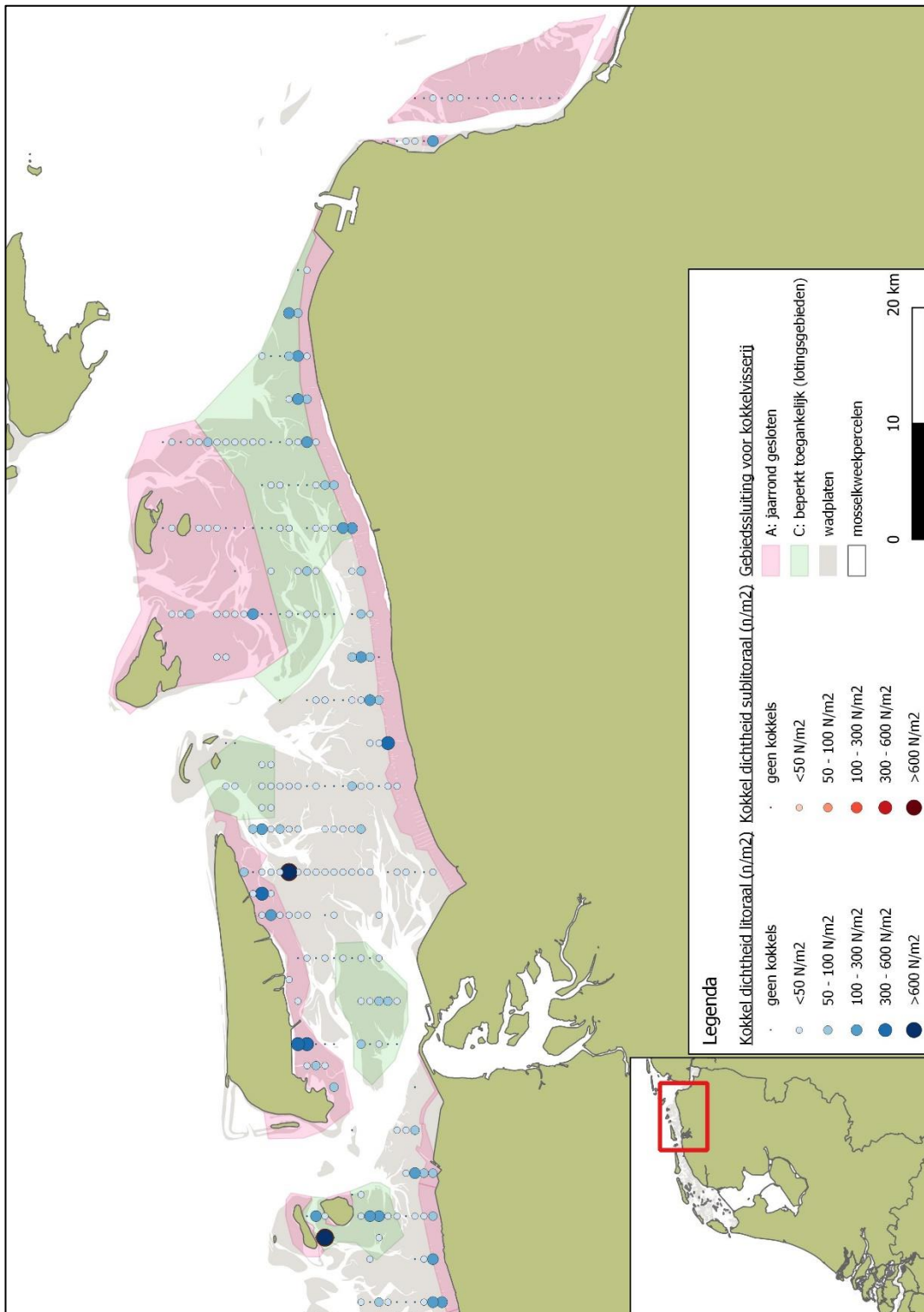
Figuur D3. Droogvallende schelpdierbanken in omgeving Ameland en Schiermonnikoog in 2021.



Figuur D4. Droogvallende schelpdierbanken onder de Rottums en in de Eems in 2021.



Figuur D5. Dichtheid van kokkels in de westelijke Waddenzee (inclusief enkele punten in het ondiepe sublittoraal) in 2021.



Figuur D6. Dichtheid van kokkels in de oostelijke Waddenzee (inclusief enkele punten in het ondiepe sublitoraal) in 2021.

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 Ossensisse.

Dichtheden van schelpdieren

- Figuur E7. Kokkels op de droogvallende platen van de Oosterschelde.
- Figuur E8. Kokkels op de droogvallende platen van de Westerschelde.
- Figuur E9. Japanse oesters in het Veerse meer en Grevelingenmeer.
- Figuur E10. Mosselen in het Veerse meer en Grevelingenmeer.
- Figuur E11. Filipijnse tapijtschelpen in het Veerse meer en Grevelingenmeer.
- Figuur E12. Filipijnse tapijtschelpen op de droogvallende platen van de Oosterschelde.
- Figuur E13. Platte oesters in het Grevelingenmeer.


Voor bovenstaande en andere soorten zullen in de loop van het voorjaar van 2022 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**.

Onderwijs & Opleidingen Onderzoek & Resultaten Waardecreatie & Samenwerking 


[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



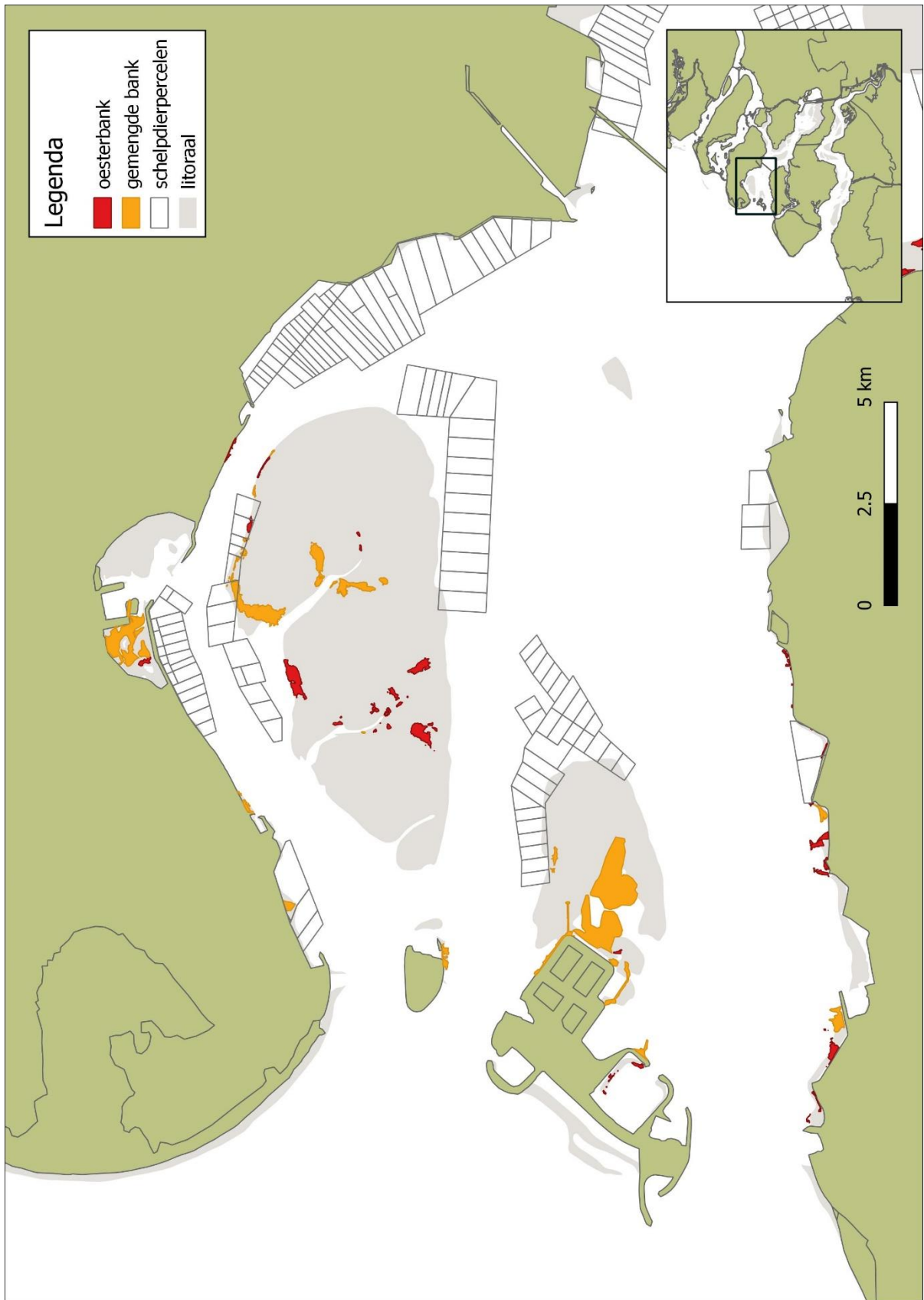
Monitor 3: Schelpdieren op de droogvallende platen van de Waddenzee



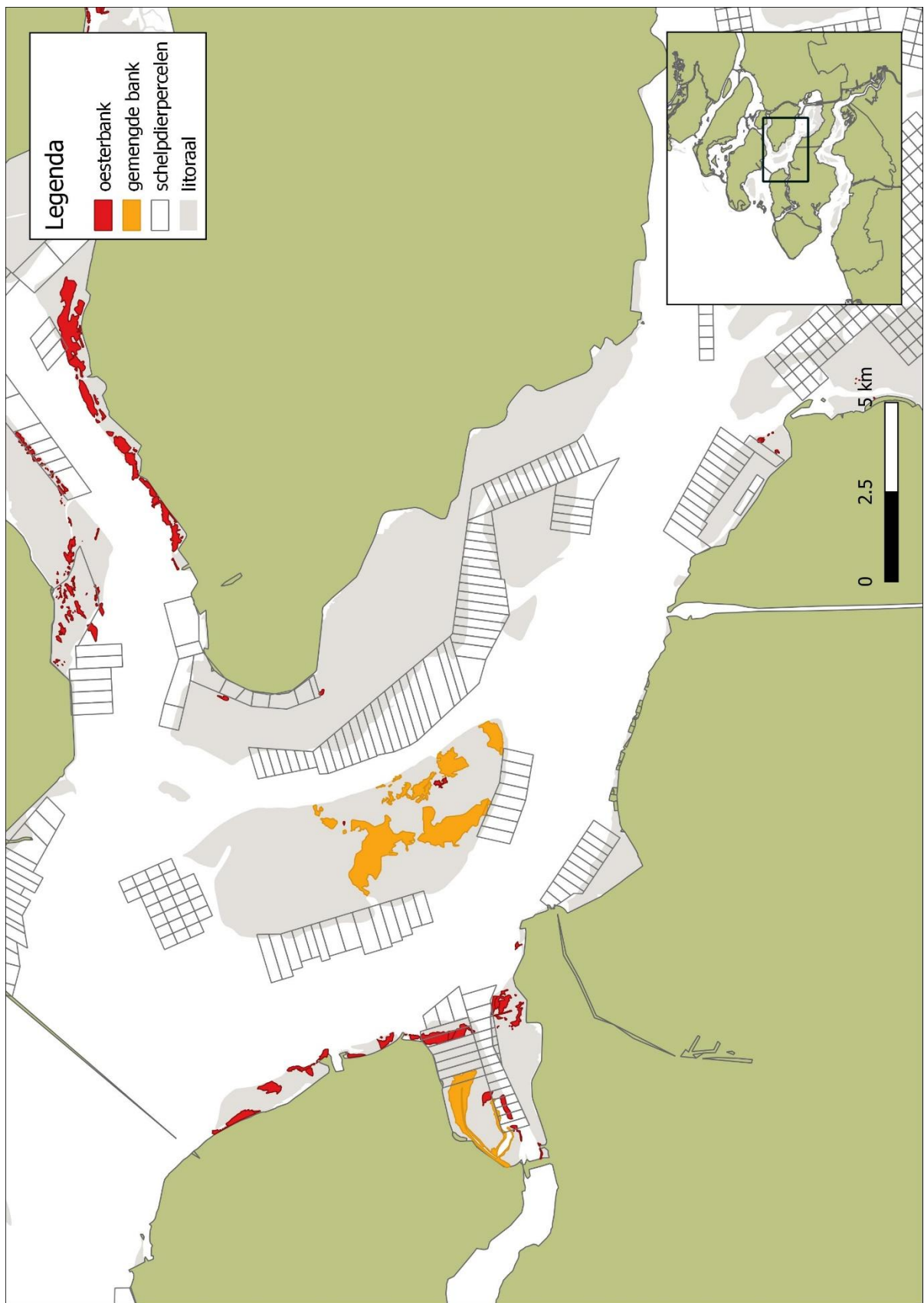
Monitor 4: Kartering van droogvallende schelpdierbanken



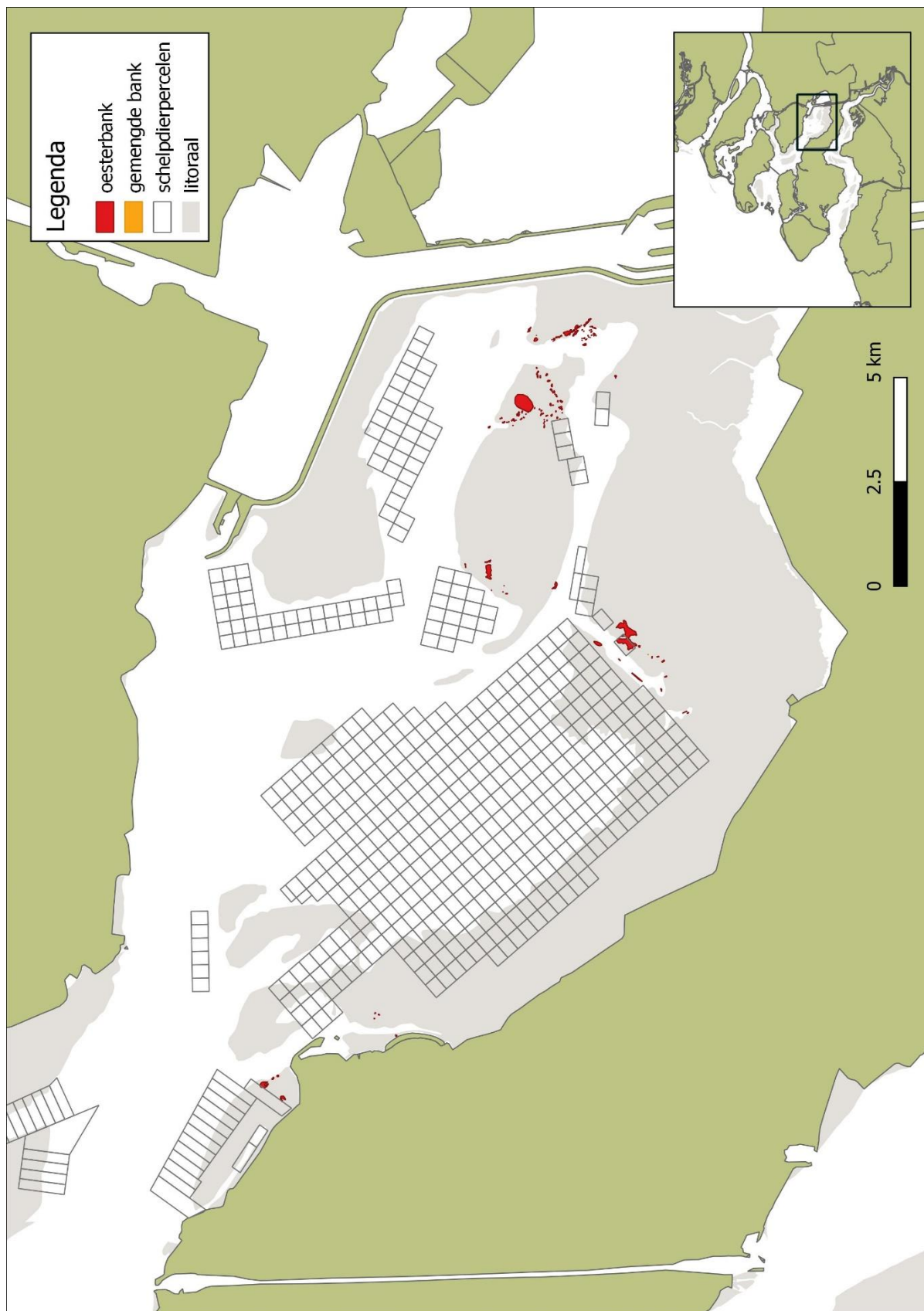
Monitor 5: Schelpdieren in de zoute wateren van de zuidwestelijke delta



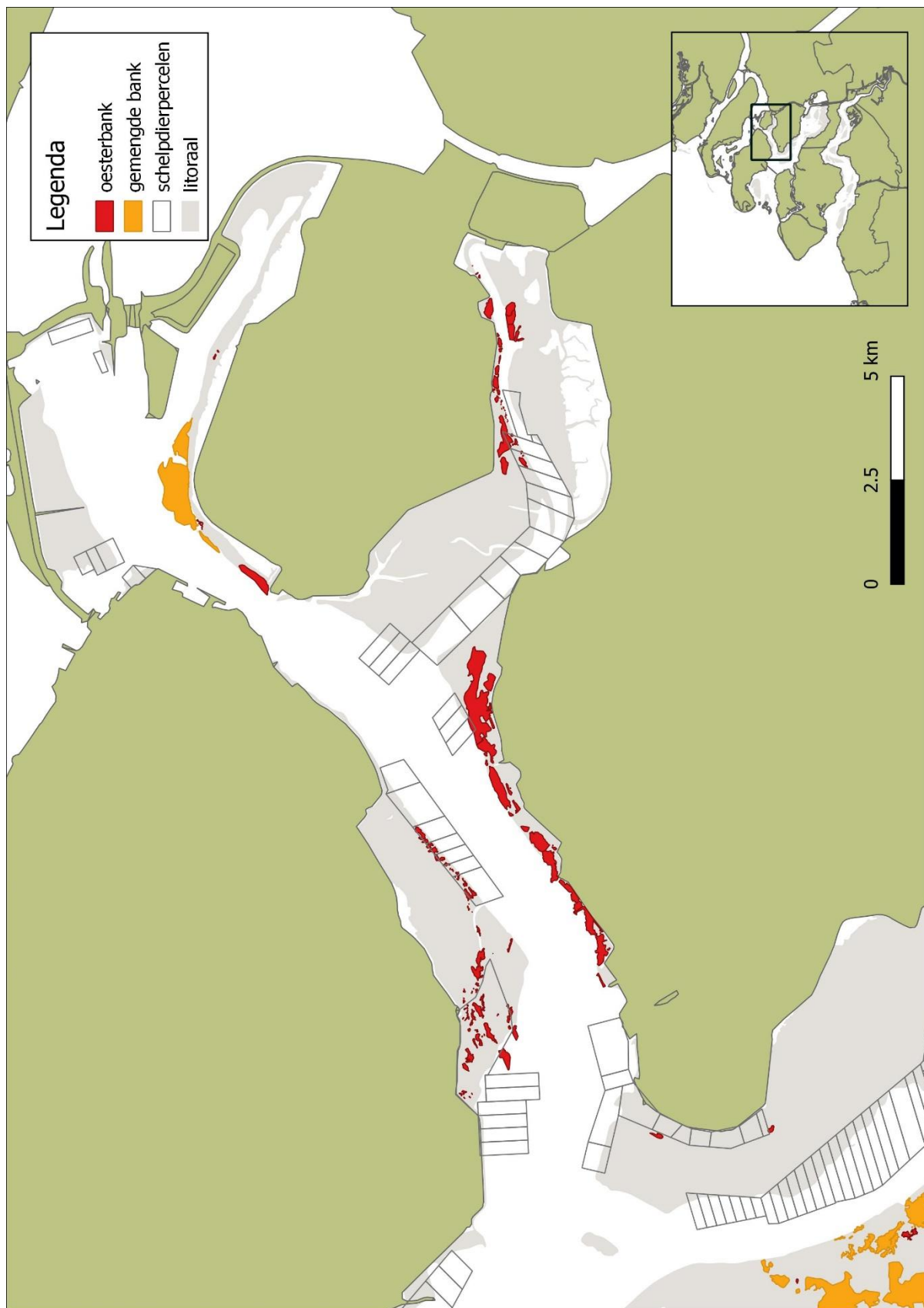
Figuur E1. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde, deelgebied 'Monding' in 2021.



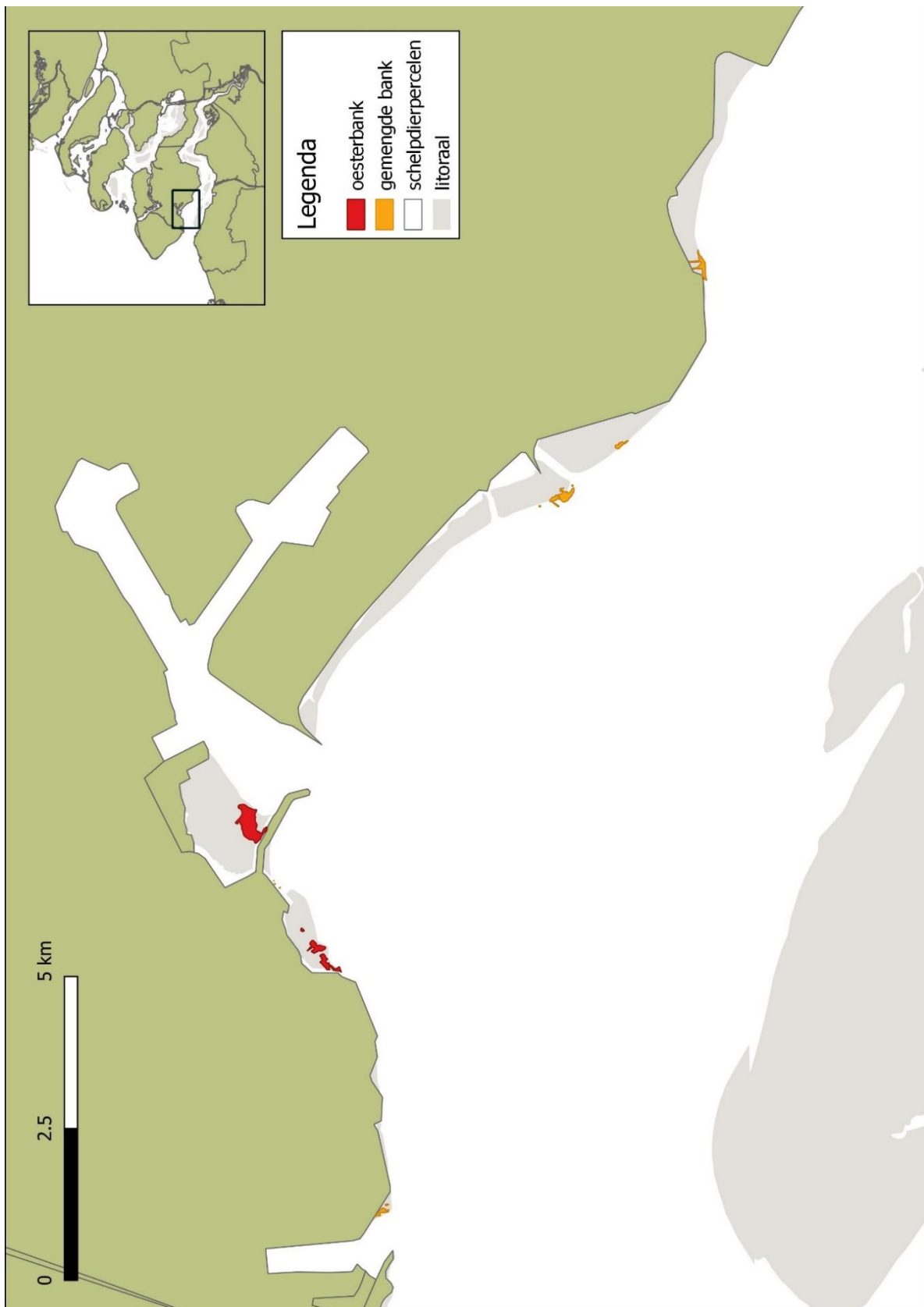
Figuur E2. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde, deelgebied 'Midden' in 2021.



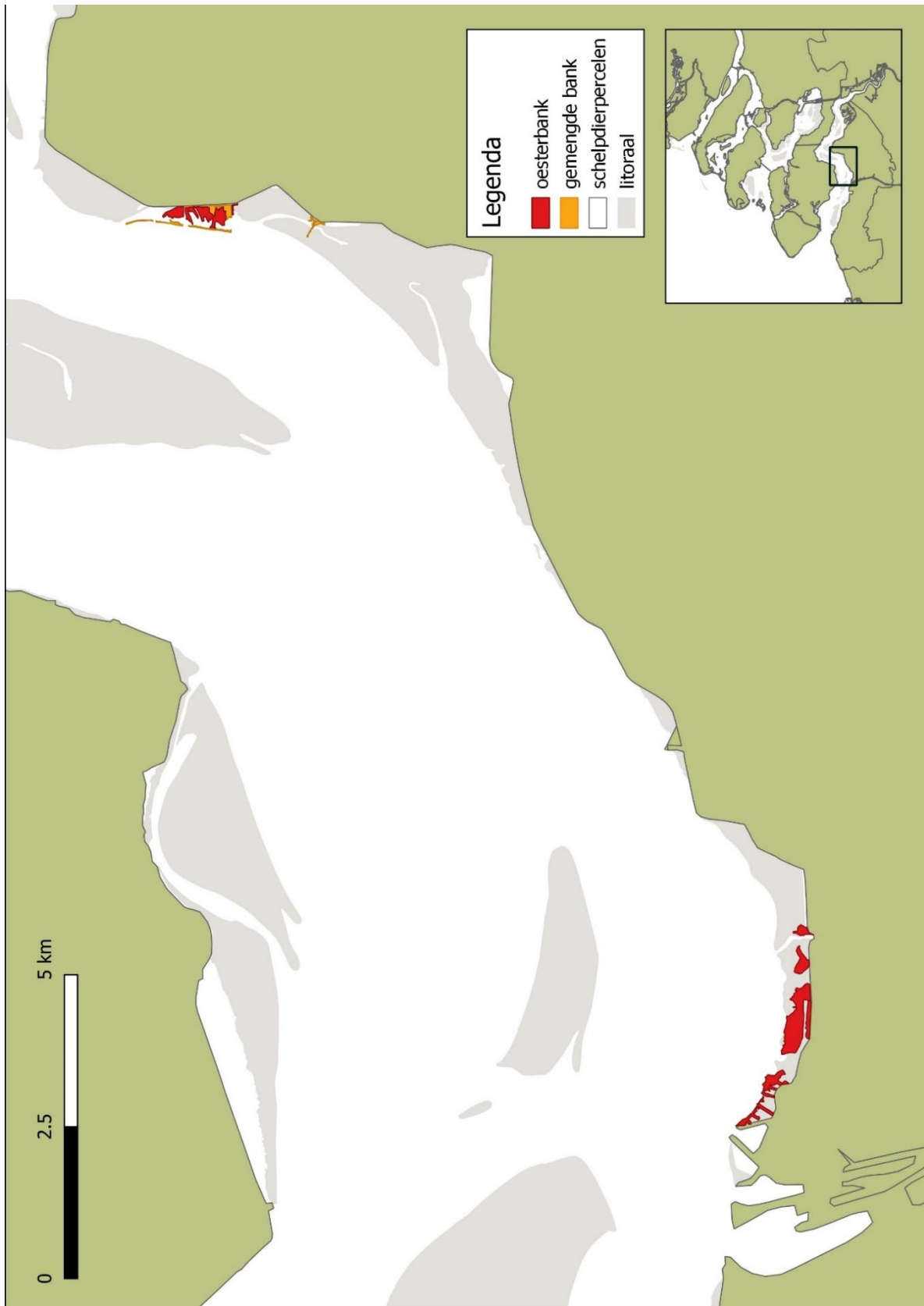
Figuur E3. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde, deelgebied 'Kom' in 2021.



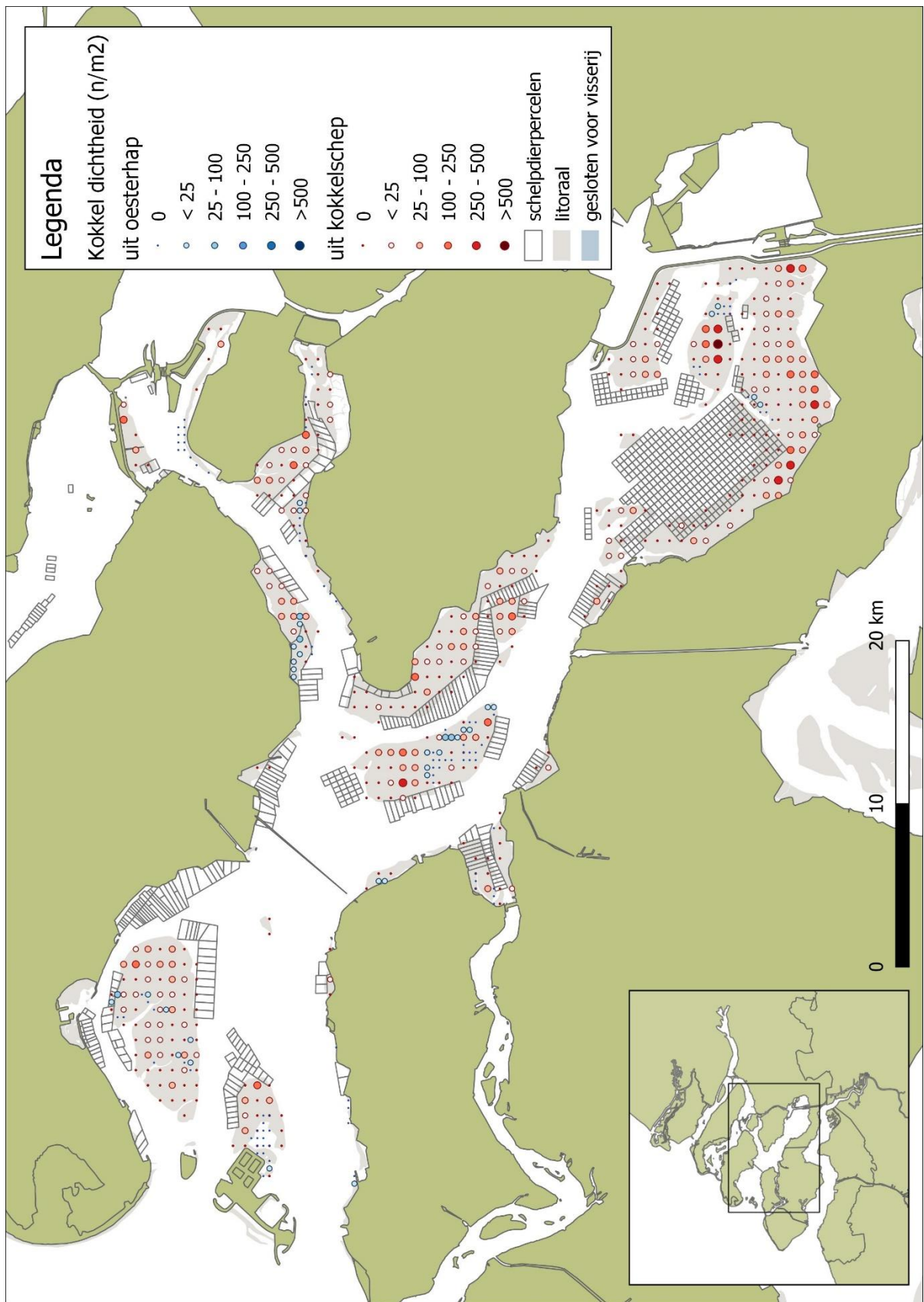
Figuur E4. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Oosterschelde, deelgebied 'Noordtak' in 2021.



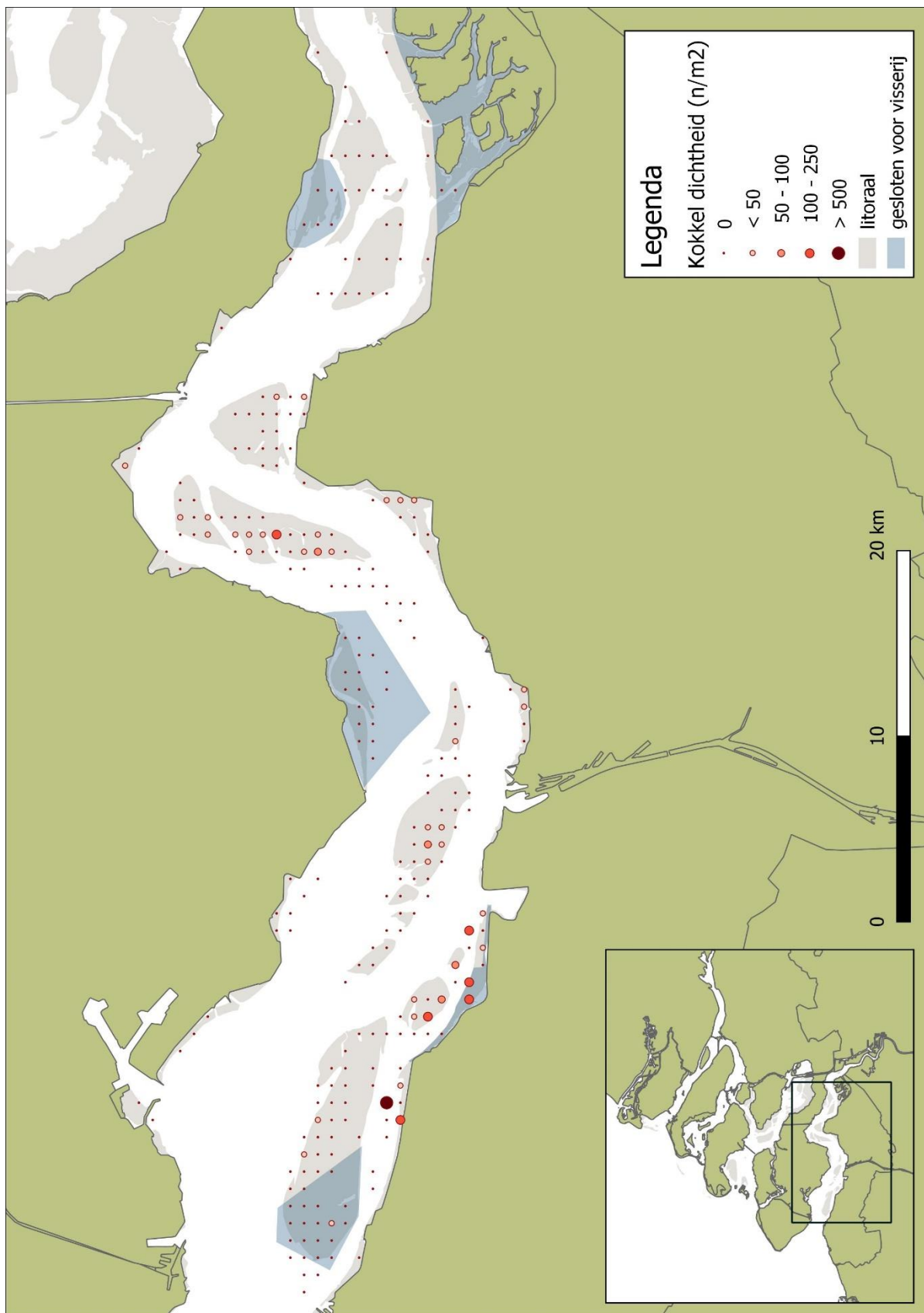
Figuur E5. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Westerschelde, omgeving Sloehaven-Borssele in 2021.



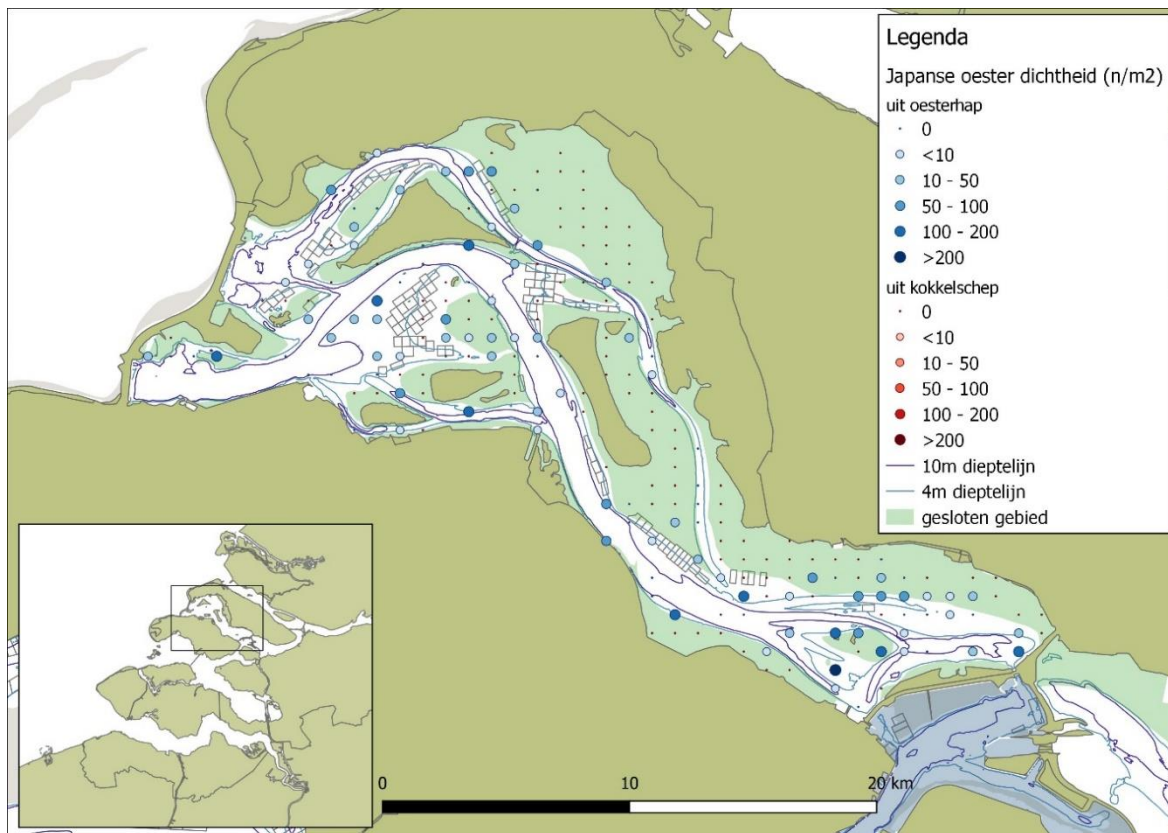
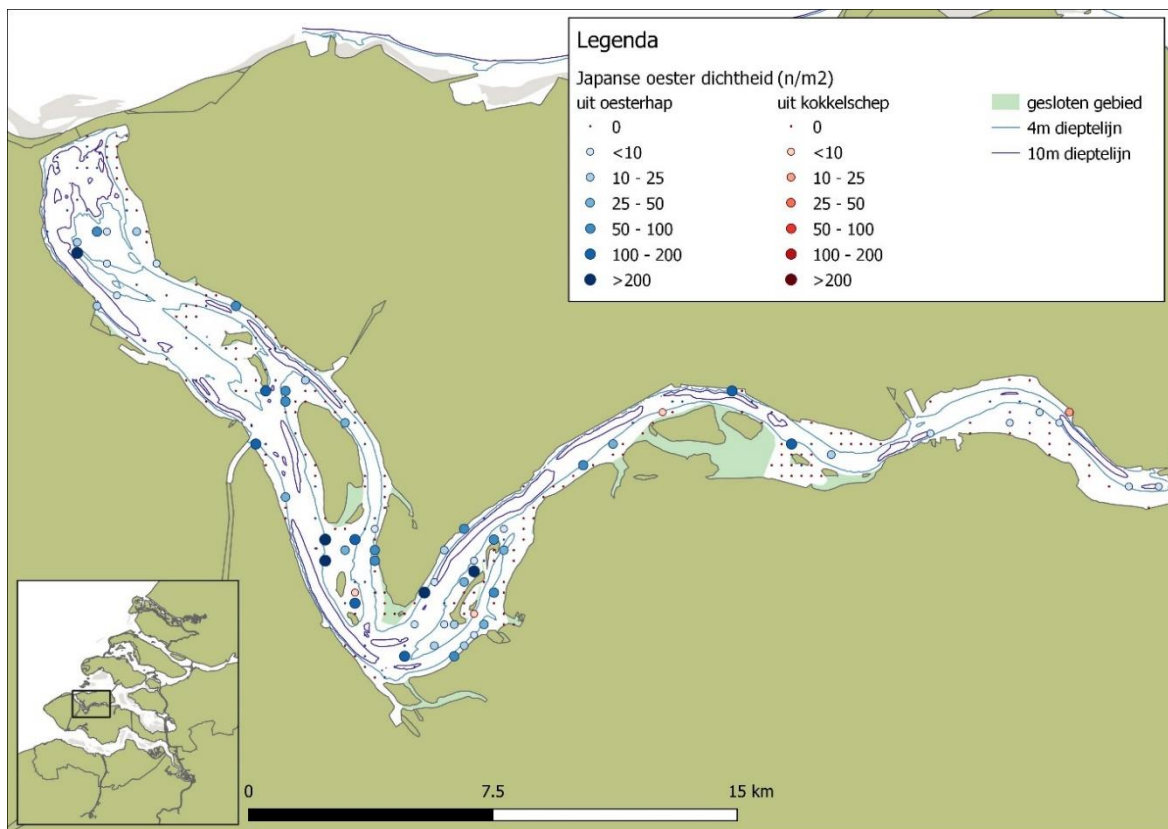
Figuur E6. Schelpdierbanken op de droogvallende platen van de Westerschelde in 2021, omgeving Ossenisse.



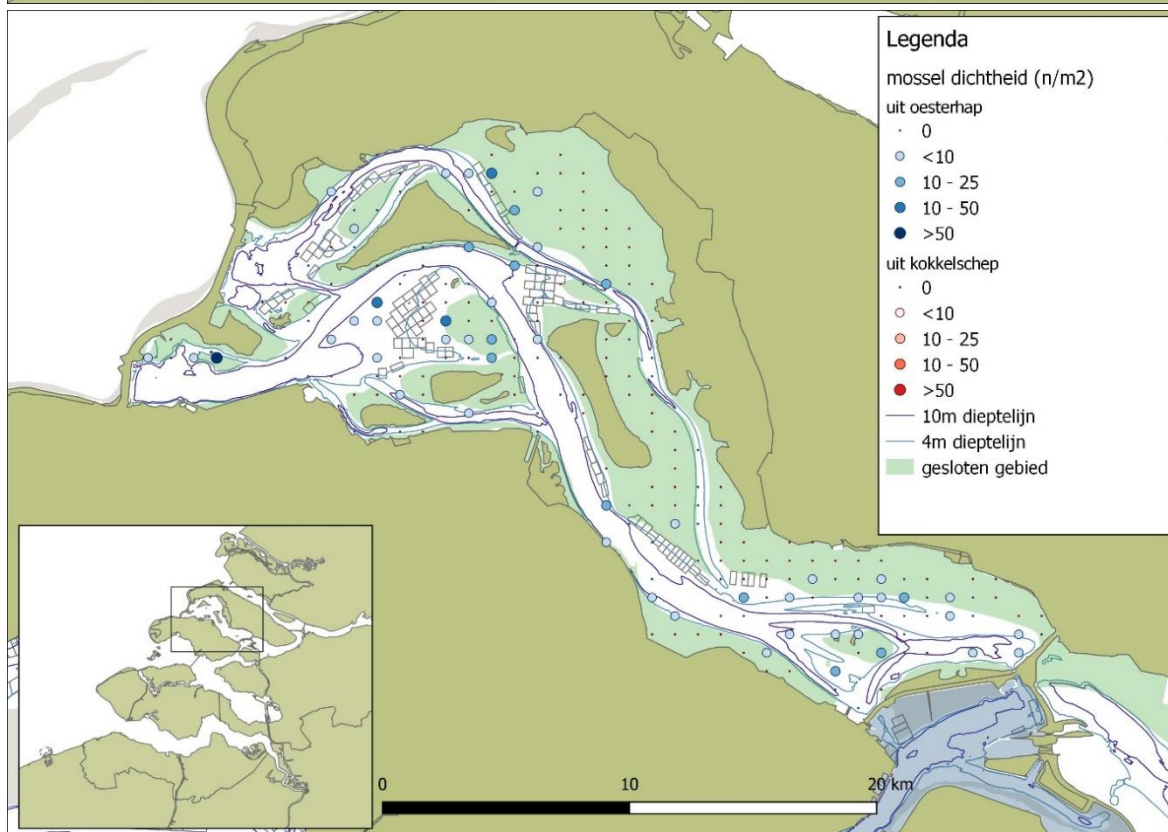
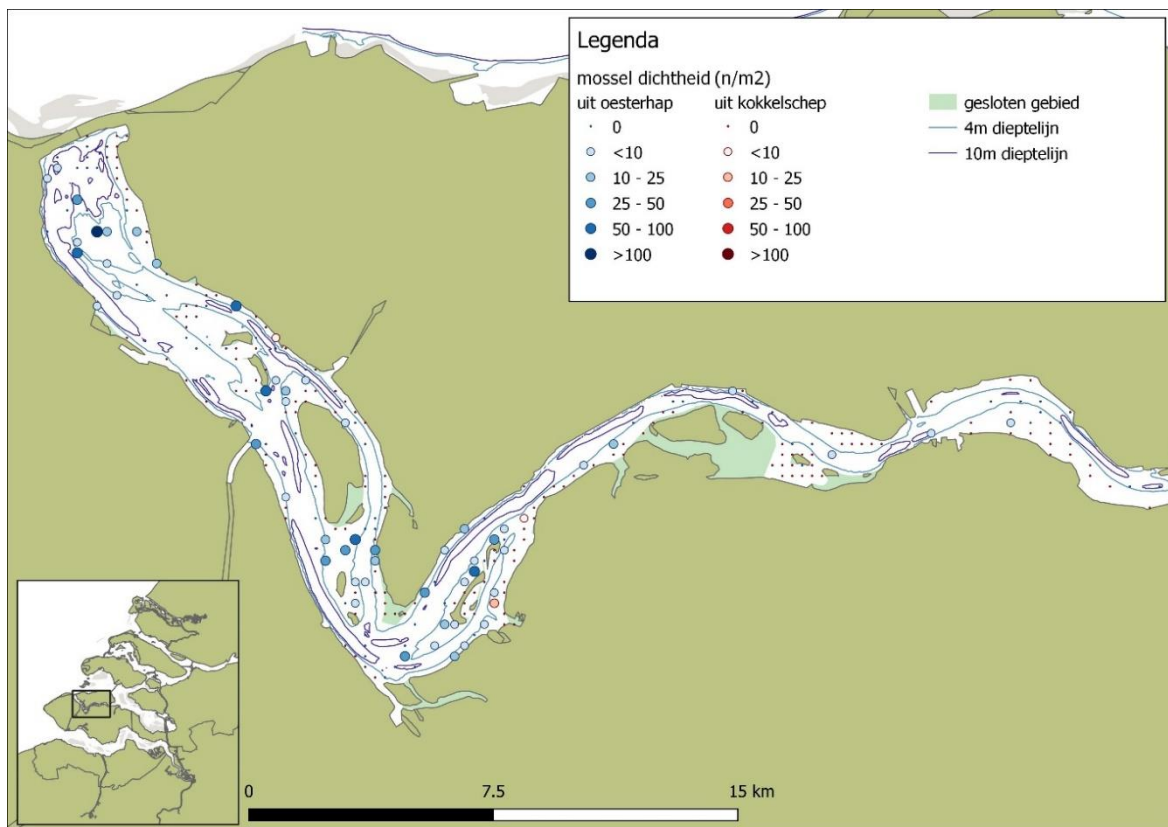
Figuur E7. Dichtheid (n/m²) van kokkels op de droogvallende platen van de Oosterschelde in 2021.



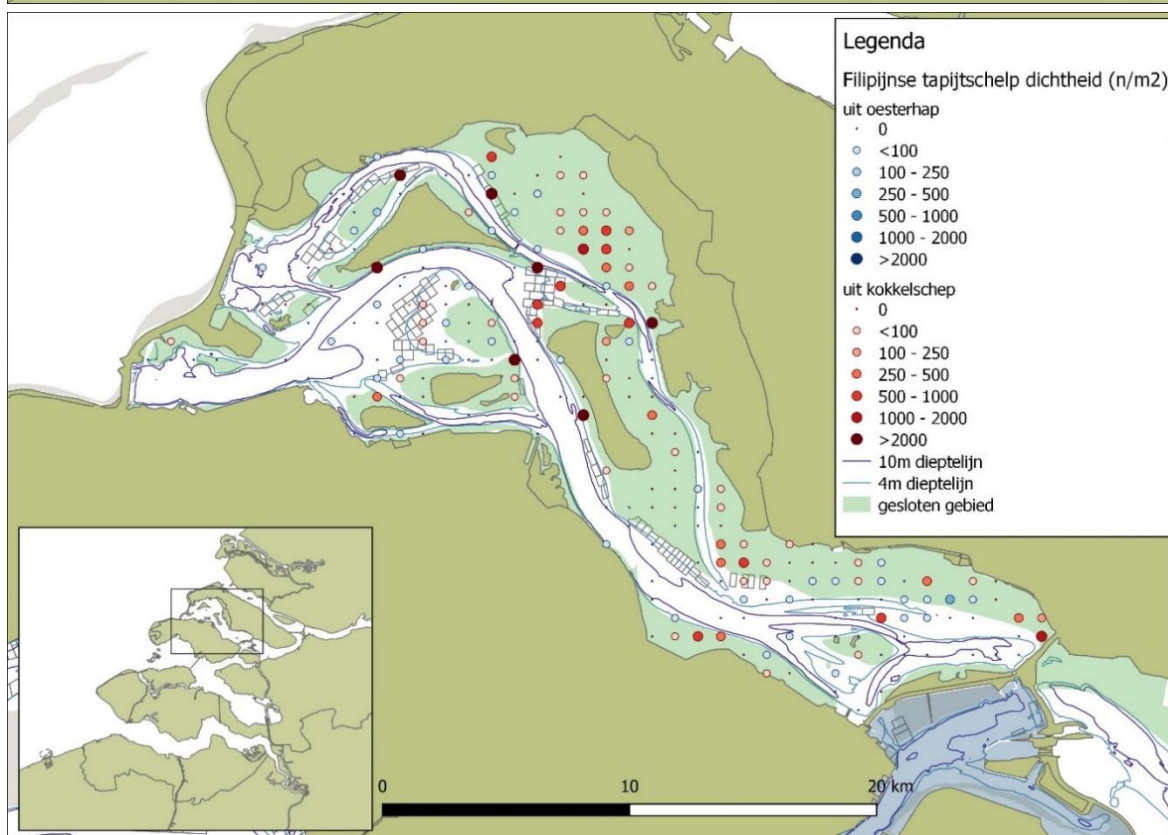
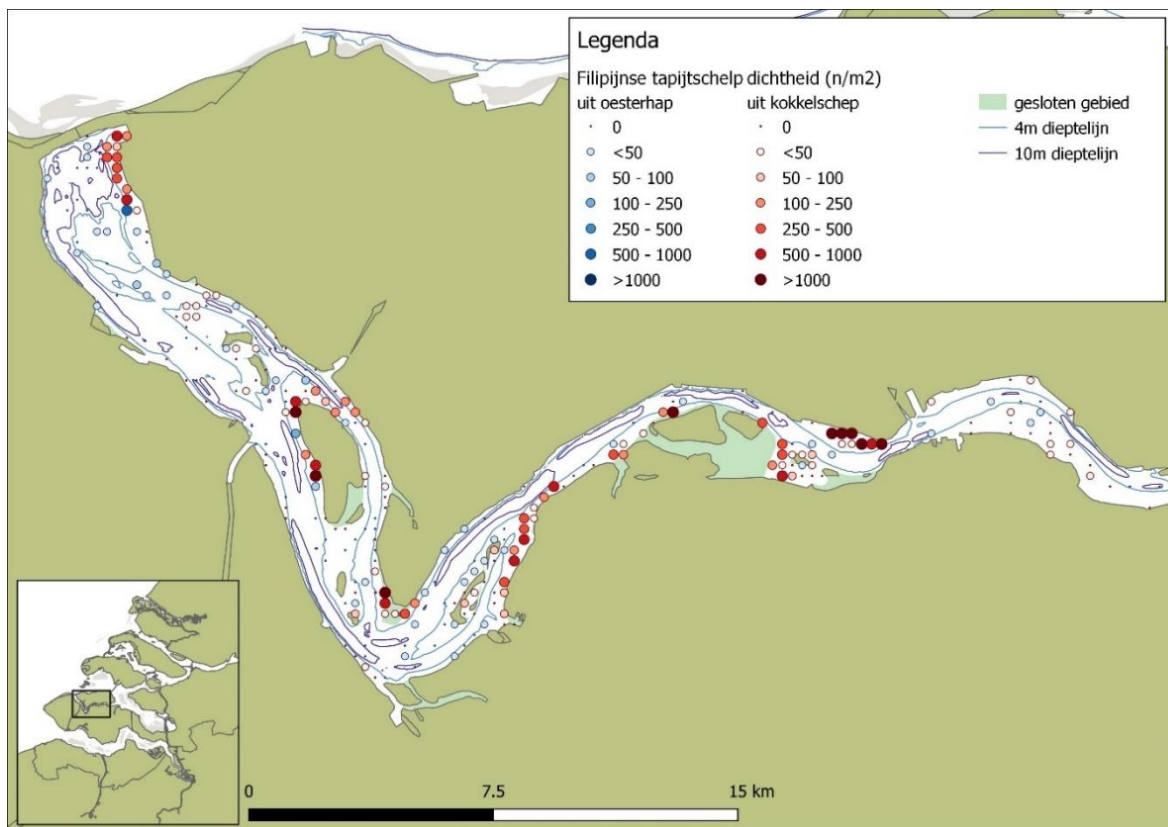
Figuur E8. Dichtheid (n/m²) van kokkels op de droogvallende platen van de Westerschelde in 2021.



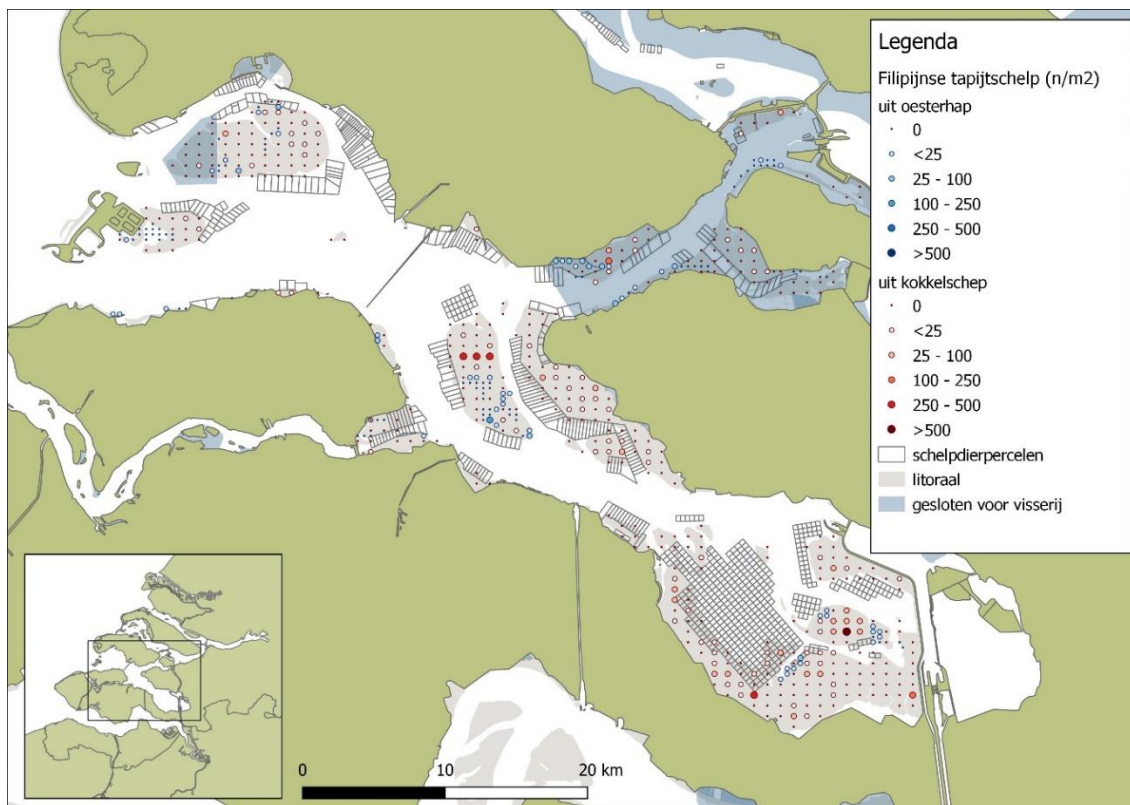
Figuur E9. Dichtheid (n/m²) van Japanse oesters in het Veerse meer (boven) en Grevelingenmeer (onder) in 2021.



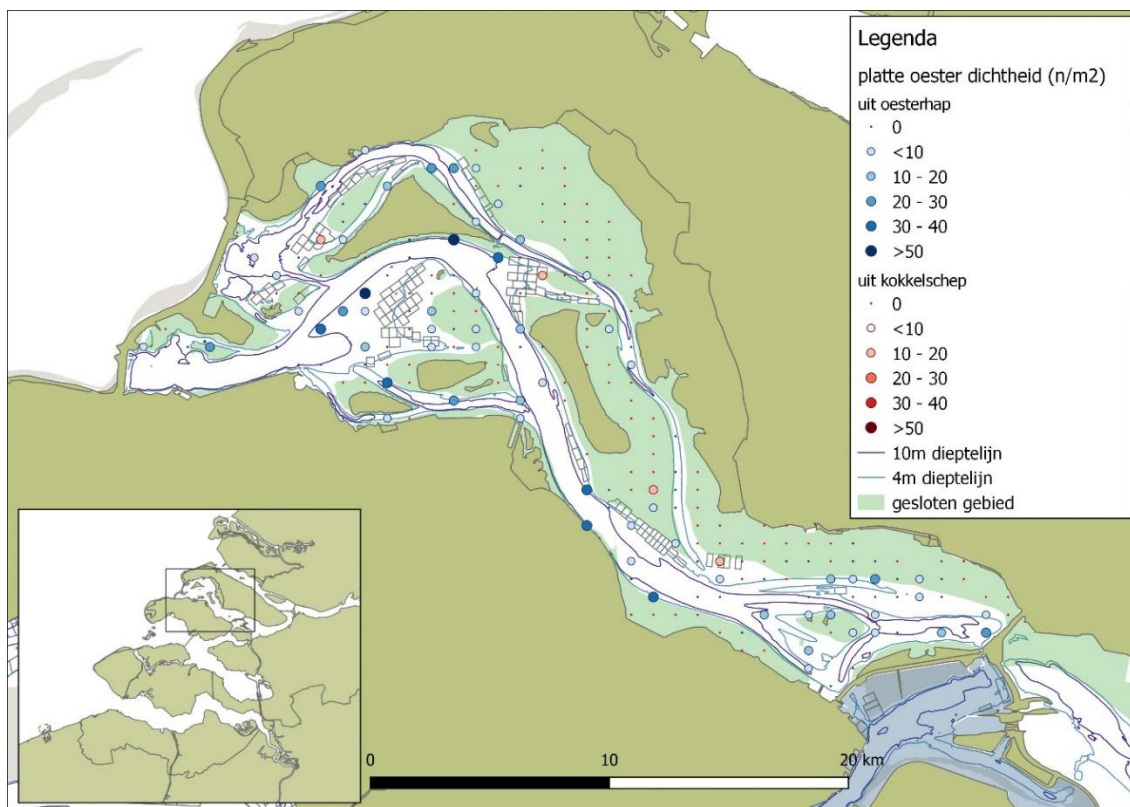
Figuur E10. Dichtheid (n/m²) van mosselen in het Veerse meer (boven) en Grevelingenmeer (onder) in 2021.



Figuur E11. Dichtheid (n/m²) van Filipijnse tapijtschelpen in het Veerse meer (boven) en Grevelingenmeer (onder) in 2021.



Figuur E12. Dichtheid (n/m²) van Filipijnse tapijtschelpen in de Oosterschelde in 2021.



Figuur E13. Dichtheid van platte oesters in het Grevelingenmeer in 2021.