



WAGENINGEN UR

For quality of life

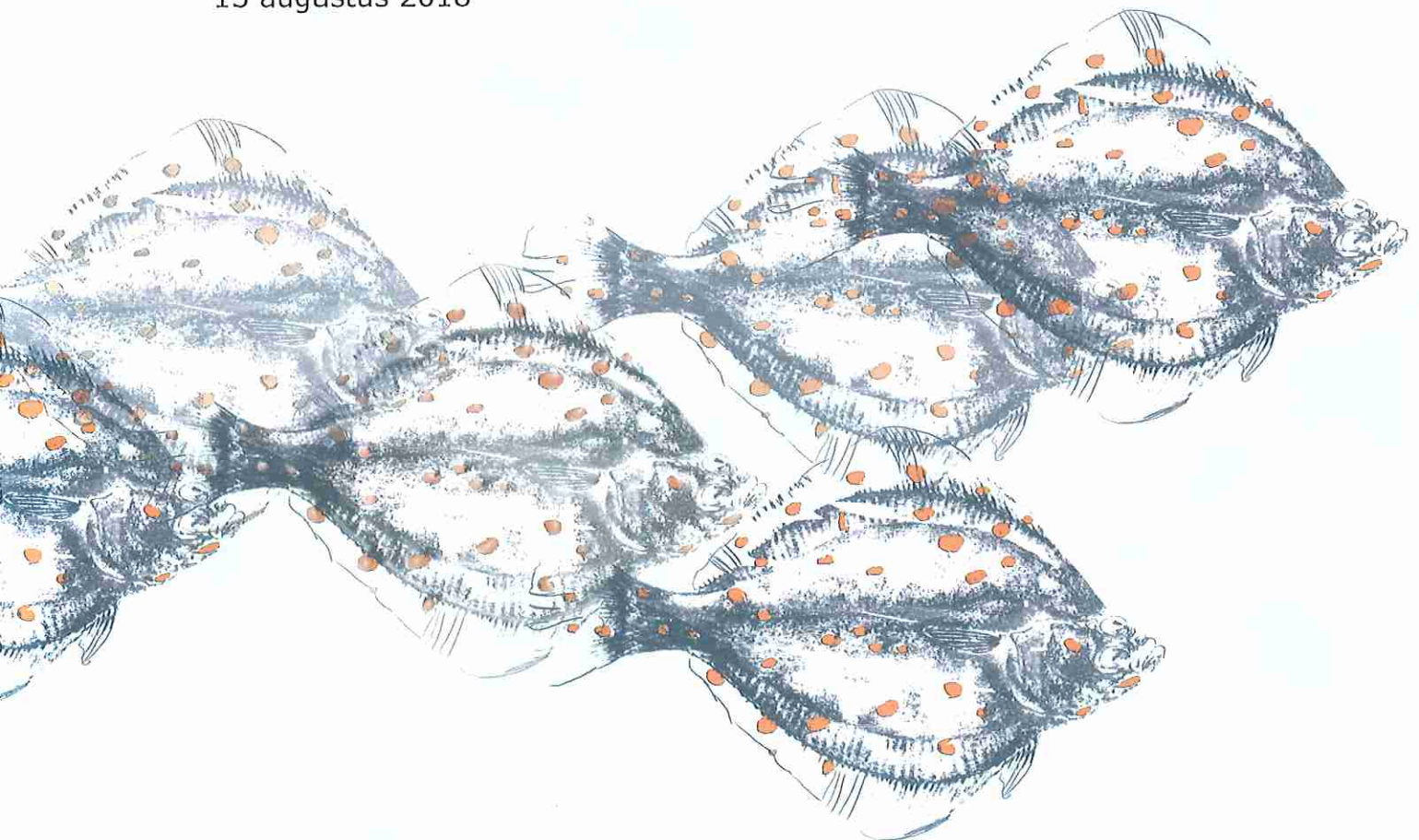
**Stichting Wageningen Research
Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)**

**Het Kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren
2018**

M. van Asch, E.B.M. Brummelhuis, D. van den Ende, K. Troost & C.
van Zweeden

CVO Report 18.011

13 augustus 2018



Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)

Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2018

M. van Asch, E.B.M. Brummelhuis, D. van den Ende, K. Troost & C. van Zweeden

CVO rapport: 18.011

Opdrachtgever:
Wilbert Schermer Voest
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Postbus 20401
2500 EK, Den Haag

Projectnummer: 4311208017
BAS code: WOT-05-001-008

Publicatiedatum: 13 augustus 2018

Stichting Wageningen Research
Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)
Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel. 0317-487418
Fax. 0317-487326

Bezoekadres:
Haringkade 1
1976 CP IJmuiden

Dit rapport is gratis te downloaden van: <https://doi.org/10.18174/456301>

© 2018 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. 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 V07

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
Summary	5
1 Inleiding.....	6
1.1 Wettelijk kader	6
1.2 Doelstelling	7
2 Methoden	7
2.1 Monstername	7
2.1.1 Monsterpunten	7
2.1.2 Stratificatie	8
2.1.3 Uitvoering	10
2.2 Monsterverwerking.....	11
2.3 Berekeningen	12
3 Resultaten	13
3.1 Het kokkelbestand in de Waddenzee	13
3.2 Het kokkelbestand in de Oosterschelde.....	16
3.3 Het kokkelbestand in de Westerschelde	18
4 Discussie en conclusies	20
4.1 Waddenzee	20
4.1.1 Bestand	20
4.1.2 Aanpassing monstergrid.....	20
4.2 Oosterschelde.....	21
4.2.1 Ontwikkeling van het kokkelbestand in de Oosterschelde	21
4.2.2 Zomersterfte in 2018.....	21
4.3 Westerschelde	22
4.4 Aanbevelingen.....	22
Kwaliteitszorg.....	23
Dankwoord	23
Ondertekening.....	23
Literatuur	24
Bijlagen.....	25

Samenvatting

Wageningen Marine Research heeft in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit in het voorjaar van 2018 het kokkelbestand (*Cerastoderma edule*) in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde geïnventariseerd. De inventarisatie wordt jaarlijks uitgevoerd om te kunnen bepalen hoeveel er gevestigd mag worden en is daarnaast ook van belang voor evaluatie van beheersmaatregelen en effectstudies in het kader van bijvoorbeeld Natura 2000 en de Wet Natuurbescherming.

De kokkelbestandsopname wordt sinds 1990 uitgevoerd in de Oosterschelde en de Waddenzee en sinds 1992 in de Westerschelde. Aanvullend wordt sinds 1993 het kokkelbestand in de Voordelta bepaald als onderdeel van de bestandsopnamen van mesheften en halfgeknotte strandschelpen in de Nederlandse kustzone (Perdon *et al.*, in prep.), en sinds 2017 worden ook de Grevelingen en het Veerse Meer bemonsterd (Troost *et al.*, 2018). Doel van deze inventarisaties ten behoeve van de visserij is het bepalen van de voorjaarsbestanden op de droogvallende platen in deze gebieden, op basis waarvan door middel van extrapolatie een schatting wordt gemaakt van de oogstbare bestanden in september.

In het litorale deel van de Waddenzee is het kokkelbestand in het voorjaar van 2018 geschat op 193,7 miljoen kg versgewicht. Uitgaande van het bestand in het voorjaar en de verwachte groei en sterfte van dit bestand gedurende de zomermaanden, zal het kokkelbestand in het najaar 199,9 miljoen kg versgewicht bedragen. Dit komt bij een gemiddeld vleespercentage van 15% overeen met 30,0 miljoen kg kokkelvles. In de Oosterschelde is het kokkelbestand in het voorjaar geschat op 30,8 miljoen kg versgewicht. De verwachte kokkelbiomassa in het najaar is 43,1 miljoen kg, wat overeenkomt met 6,5 miljoen kg kokkelvles. In de Westerschelde is het kokkelbestand geschat op 2,9 miljoen kg versgewicht in het voorjaar. De verwachte kokkelbiomassa in het najaar bedraagt 4,5 miljoen kg versgewicht, wat overeenkomt met 0,7 miljoen kg kokkelvles.

Het oogstbare bestand is, voor alle drie gebieden afzonderlijk, berekend als de biomassa aanwezig bij dichtheden van meer dan 50 kokkels per m². De schatting van de oogstbare biomassa in het najaar voor de Waddenzee bedraagt 15,6 miljoen kg kokkelvles, voor de Oosterschelde 4,4 miljoen kg en voor de Westerschelde 0,3 miljoen kg.

In de Waddenzee is het bestand ten opzichte van het voorjaar van 2017 met 21% afgenomen als gevolg van het uitblijven van een omvangrijke broedval en verdere veroudering van de populatie. Hierdoor is het geschatte oogstbare vleesgewicht lager dan de drempelwaarde van 21 miljoen kg, en daarmee is 2018 voor het eerst sinds de grote broedval van 2011 een zogeheten kokkelarm jaar. Dit heeft consequenties voor de toegestane kokkelvisserij intensiteit. In de Oosterschelde is het voorjaarsbestand met 74% toegenomen ten opzichte van 2017. Dit komt grotendeels door goede overleving en verdere groei onder de jaarklasse van 2016. Deze tweejarige kokkels maken 47% uit van het totale kokkelbestand in het voorjaar van 2018. Hoewel het bestand in de Westerschelde nog steeds relatief laag is, is ook hier sprake van een toename. Het voorjaarsbestand is toegenomen van 0,6 miljoen kg in 2017 tot 2,9 miljoen kg in 2018.

Bij afronding van dit rapport bleek in de Oosterschelde een aanzienlijk deel van de kokkels gestorven te zijn in de zomermaanden, mogelijk als gevolg van een aanhoudende hittegolf. Visueel werd op locaties waar in het voorjaar veel kokkels waren aangetroffen een sterfte van meer dan 80% geschat, ten gevolge waarvan de bestandschatting voor 1 september vrijwel zeker een overschatting is. Mogelijk is dit ook het geval voor de Westerschelde. Uit de Waddenzee zijn nog geen signalen gekomen van uitzonderlijke sterfte.

Summary

Wageningen Marine Research conducts cockle (*Cerastoderma edule*) stock assessments in the Dutch coastal waters. This is an annual inventory that takes place by order of the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality (LNV). Wageningen Marine Research started cockle stock assessments in the Dutch part of the Wadden Sea and Oosterschelde bay in 1990 and in the Westerschelde estuary in 1992. Based on these inventories, the Ministry of LNV determines quota permits each year. Furthermore, the survey results are highly relevant for the evaluation of effects of fisheries and nature management, and for impact studies e.g. within the framework of Natura 2000.

This report presents the results of the cockle stock inventory carried out in spring 2018 in the intertidal of the Dutch Wadden Sea, Oosterschelde bay and Westerschelde estuary. From this inventory, the expected total cockle stocks, and cockle stock in harvestable densities in September 2018 are calculated by extrapolation based on assumed growth and mortality. In addition to the surveys presented here, cockles are also monitored on a yearly basis in the Voordelta (since 1993) as well as in the Grevelingen and Veerse Meer areas (since 2017). The results of those surveys are reported separately.

In the intertidal areas of the Dutch Wadden Sea the total cockle stock was estimated at 193.7 million kg fresh weight. Calculated biomass in autumn (September 1st) 2018 is 199.9 million kg fresh weight. Of this, 30.0 million kg is cockle flesh (assuming an average flesh weight of 15%). In the Oosterschelde bay total cockle stock in spring 2018 was estimated at 30.8 million kg fresh weight. Calculated biomass in autumn is 43.1 million kg fresh weight. Of this, 6.5 million kg is cockle flesh. In the Westerschelde estuary, the estimated total cockle stock was 2.9 million kg fresh weight. Calculated biomass in autumn 2018 is 4.5 million kg fresh weight. Of this, 0.7 million kg is cockle flesh.

The harvestable stock is calculated for the three areas separately as the biomass present at densities of more than 50 cockles per m². Harvestable stock estimates are 15.6, 4.4 and 0.3 million kg cockle flesh in autumn, for the Wadden Sea, Oosterschelde bay and Westerschelde estuary, respectively.

In the Dutch Wadden Sea cockle stocks have declined further in the past year, with spring stock estimate reduced by 21% compared to 2017. This is a consequence of an aging stock and lack of recruitment. Because the harvestable stock in autumn has dropped below the threshold of 21 million kg freshweight, 2018 is officially a 'cockle poor' year in which additional limits will be set to the number of ships that are allowed to harvest cockles in certain areas.

In the Oosterschelde bay cockle stocks have increased substantially since last year (by 74% in spring and 58% in autumn). This increase is due to a spatfall in 2016. In the spring of 2018, 47% of the total stock consisted of this cohort. In the Westerschelde estuary the cockle stock has also increased, from 0.6 million kg in spring 2017 to 2.9 million kg in spring 2018.

While finishing this report it became clear that an unusually large proportion of the cockle stock in the Oosterschelde bay has died during the summer of 2018, possibly due to a prolonged period of unusually high temperatures. It was visually estimated that, on locations where high densities had been found in spring, more than 80% of the cockles had died. This means that the stock estimate for the autumn is probably overestimated. This may also be the case for the Westerschelde estuary. For the Wadden Sea there are no indications yet for a similarly high mortality.

1 Inleiding

Jaarlijks wordt ten behoeve van de kokkelvisserij het bestand aan kokkels in de Waddenzee en Deltawateren (Oosterschelde en de Westerschelde) geïnventariseerd. Deze inventarisatie vindt plaats door Wageningen Marine Research (WMR) in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) onder BAS code: WOT-05-001-018. Dit rapport presenteert de resultaten van de voorjaarsbemonstering en de schatting van het bestand in het najaar van 2018. Het bestand aan kokkels in de Voordelta wordt geschat binnen de bestandsopname van mesheften en halfgeknotte strandschelpen in de Nederlandse kustzone (Perdon *et al.*, in prep). Sinds 2017 wordt ook een schelpdierinventarisatie uitgevoerd in het Veerse Meer en het Grevelingenmeer (Troost *et al.*, 2018.)

De jaarlijkse inventarisatie wordt weliswaar primair uitgevoerd ten behoeve van visserijbeleid, maar is daarnaast ook van belang voor evaluatie van beheersmaatregelen en effectstudies, bijvoorbeeld in het kader van Natura 2000. Vanwege de sleutelrol die schelpdieren vervullen in het mariene voedselweb, zoals het reguleren van lagere en hogere trofische niveaus (resp. bijv. fytoplankton en steltlopers; Dame, 1993; Gosling, 2003), richten effectstudies zich in belangrijke mate op potentiële gevolgen van menselijke ingrepen op schelpdiervoorkomens. De jaarlijkse schelpdierinventarisaties lopen sinds 1990 en geven daarmee een inzicht in de langjarige trend en variaties van jaar tot jaar.

1.1 Wettelijk kader

Het beleid voor schelpdiervisserij in de Nederlandse kustwateren is vastgelegd in het Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005-2020 (LNV, 2004). Voor de afzonderlijke kustwateren staat het specifieke beleid ten aanzien van kokkelvisserij hieronder beschreven.

In de Waddenzee is alle visserij op kokkels handmatig. De kokkels worden opgevist met een hark waaraan een net is bevestigd. Het quotum dat jaarlijks mag worden opgevist is een wettelijk vastgesteld percentage (2,5%, Programma naar een Rijke Waddenzee, 2011) van het zogenaamde 'oogstbare bestand'. In 1993 is wettelijk vastgelegd dat het oogstbare bestand wordt berekend als het deel van het bestand dat voorkomt bij dichtheden van meer dan 50 kokkels per m² (LNV, 1993). Deze grens is destijds gekozen als de kritische grens voor scholeksters om nog profijtelijk te kunnen foerageren (Bult *et al.*, 2000). In kokkelarme jaren, dat wil zeggen jaren waarin het geschatte oogstbare bestand op 1 september lager is dan 21 miljoen kg vleesgewicht, wordt de visserij intensiteit beperkt in de zogeheten lotingsgebieden (zie verder paragraaf 2.1.1. en Programma naar een Rijke Waddenzee, 2011).

In de Oosterschelde is mechanische kokkelvisserij toegestaan. Er geldt een voedselreserveringsbeleid naar de inzichten uit het EVA II onderzoek (Ens *et al.*, 2004). Er mag pas worden gevestigd wanneer het kokkelbestand hoger is dan een totale hoeveelheid van 150 kg kokkelvlees per scholekster. De precieze grens wordt daarmee bepaald door het aantal scholeksters. Dit aantal wordt, conform het advies van de Beleidsadviesgroep EVA II, berekend als het voortschrijdende driejaargemiddelde van de populatieaantallen waarbij, teneinde de populaties ontwikkelingskansen te bieden, een opslag van 10% geldt. Daarnaast heeft de handkokkelsector recht op 1/17^e deel van de totaal mogelijke vangst bij dichtheden hoger dan 50 kokkels per m² (LNV, 2004).

Ook in de Westerschelde is zowel mechanische als handkokkelvisserij toegestaan. In het kader van het beleidsplan Westerschelde heeft de kokkelsector zelf bepaald dat in dat gebied niet gevestigd zal worden wanneer er in totaal minder dan 4 miljoen kg versgewicht kokkels aanwezig is. Indien er meer dan 4 miljoen kg aanwezig is maar minder dan 8 miljoen kg versgewicht zal een visplan worden opgesteld (LNV, 2004).

Het beleid voor schelpdiervisserij in de Voordelta is vastgelegd in het Beheerplan Voordelta (RWS, 2016). De algemene lijn is dat mechanische schelpdiervisserij in de gehele Voordelta, buiten de rustgebieden, is toegestaan. Een vergunning in het kader van de Wet Natuurbescherming is verplicht gesteld. In de vergunningsprocedure wordt rekening gehouden met de rol van schelpdieren in de voedselvoorziening van o.a. zwarte zee-eenden en eidereenden.

1.2 Doelstelling

Doel van de inventarisatie is een bepaling van het voorjaarsbestand van kokkels in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde. In verband met het beleid met betrekking tot de foerageermogelijkheden voor vogels in de komende winter en de tijd die nodig is voor eventuele vergunningverlening voor visserij worden de resultaten van de voorjaarsbemonstering geëxtrapoleerd naar een schatting van de kokkelbestanden en oogstbare biomassa's in het najaar (1 september).

2 Methodes

2.1 Monsternamen

De kokkelbestandsopnamen in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Westerschelde zijn uitgevoerd in april, mei en juni 2018. Het veldwerk is uitgevoerd in samenwerking met medewerkers van de Waddenunit en visserijkundig ambtenaren van het ministerie van LNV, en de bemanning van de betreffende schepen. De bemonsteringsmethodiek en monsterwerking is gedetailleerd beschreven in Troost *et al.* (2016).

2.1.1 Monsterpunten

Doel van de inventarisaties is een bepaling van het totale litorale kokkelbestand. Er wordt in principe gebiedsdekkend gemonsterd. Dit betekent dat er ook gemonsterd wordt binnen gebieden die geheel of gedeeltelijk gesloten zijn voor visserij. De grenzen van de gesloten gebieden zijn gebaseerd op kaarten die voor dit project ter beschikking gesteld zijn door het ministerie van LNV, Rijkswaterstaat, Vereniging Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer. Resultaten worden voor deze gebieden afzonderlijk gepresenteerd.

De gesloten gebieden voor de Ooster- en Westerschelde zijn:

- De sinds 1993 permanent gesloten gebieden zoals aangegeven in de Structuurnota Zee- en Kustvisserij (LNV, 1993);
- De gebieden die volgens artikel 2.5 van de Wet Natuurbescherming het gehele jaar door gesloten zijn en de gebieden in eigendom van Staatsbosbeheer, voor zover liggend buiten de bovengenoemde gebieden;
- Mosselkweekpercelen. De mosselkweekpercelen mogen overigens wel door handkokkelvisseren worden bevestigd indien daarvoor toestemming is gegeven door de betreffende mosselkweker.

In de Waddenzee zijn de gebieden ingedeeld conform 'Handkokkelgebieden Waddenzee in het kader van de meerjarenafspraken, 2011'. De indeling is als volgt:

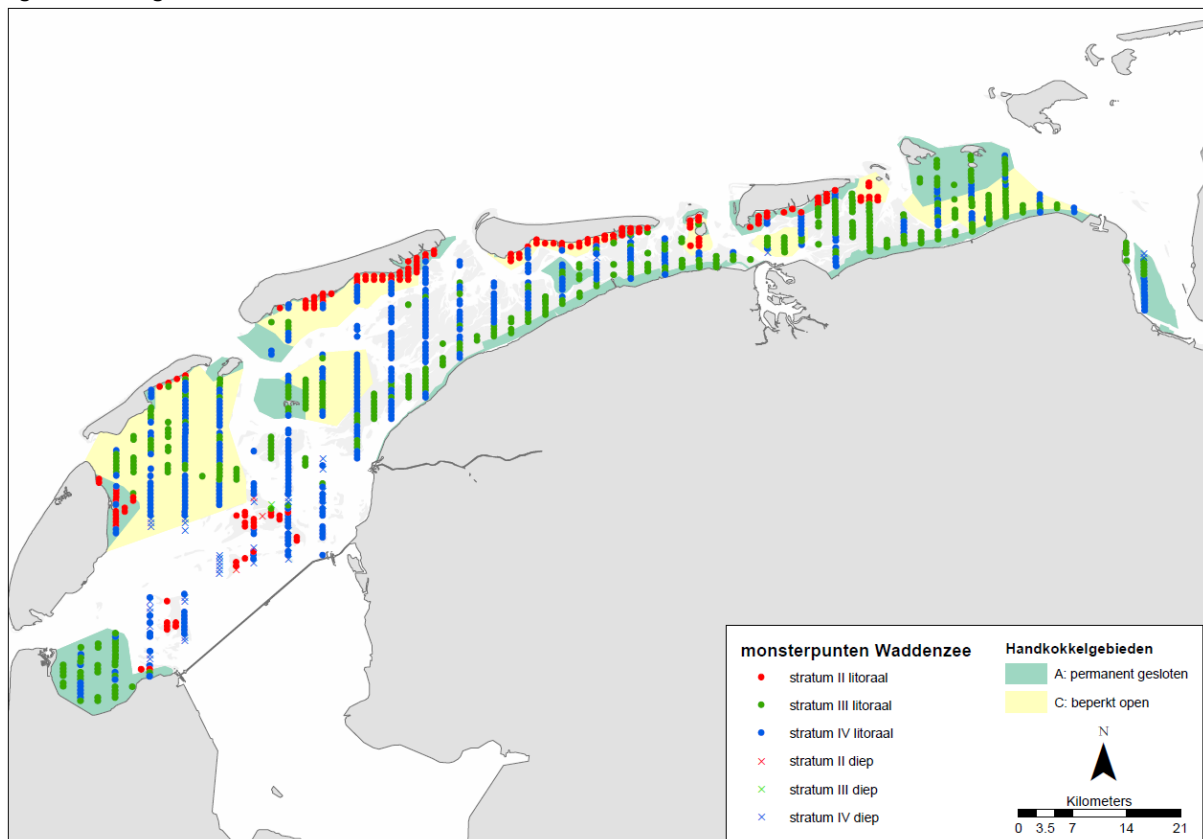
- A-gebieden: Gebieden die permanent voor de handkokkelvisserij gesloten zijn;
- C-gebieden: Lotingsgebieden die beperkt mogen worden bevestigd (max. 2 vaartuigen) tijdens kokkelarme jaren en 'minder beperkt' (max. 3 vaartuigen) mogen worden bevestigd tijdens kokkelrijke jaren;
- D-gebieden: Gebieden waarin te allen tijden door alle vergunninghouders mag worden gevestigd.

Het gebied bij de Hond en de Paap is niet meegenomen in de meerjarenafspraken. Het gebied is echter wel gesloten voor visserij en wordt in dit rapport dus beschouwd als A-gebied. Bij het instellen van de handkokkelgebieden in 2011 was er oorspronkelijk ook sprake van B-gebieden. Tegenwoordig zijn deze voormalige B-gebieden echter permanent gesloten (A gebied) (Keus, 2016).

De ligging van de gesloten gebieden in de Waddenzee, en de gesloten gebieden en percelen in de Oosterschelde en de Westerschelde zijn weergegeven in figuur 1 en 2.

2.1.2 Stratificatie

Het litoraal van de Waddenzee en de Deltawateren wordt volledig gedekt tijdens de bemonstering. Binnen de te inventariseren gebieden in de Waddenzee en Westerschelde is een stratificatie toegepast waarbij intensiever wordt gemonsterd in gebieden waar grotere dichtheden kokkels worden verwacht op basis van informatie uit eerdere jaren. Doel hiervan is een vergroting van de betrouwbaarheid van de bestandschattingen binnen de beschikbare middelen. De bemonsterde stations zijn weergegeven in figuur 1 en figuur 2.



Figuur 1. De bemonsterde stations in de Waddenzee. Onderscheid is gemaakt tussen de litorale (stippen) en sublitorale (kruisjes) stations. Ook weergegeven zijn de gebieden gesloten (groen) en beperkt toegankelijk (geel) voor handkokkelvisserij.

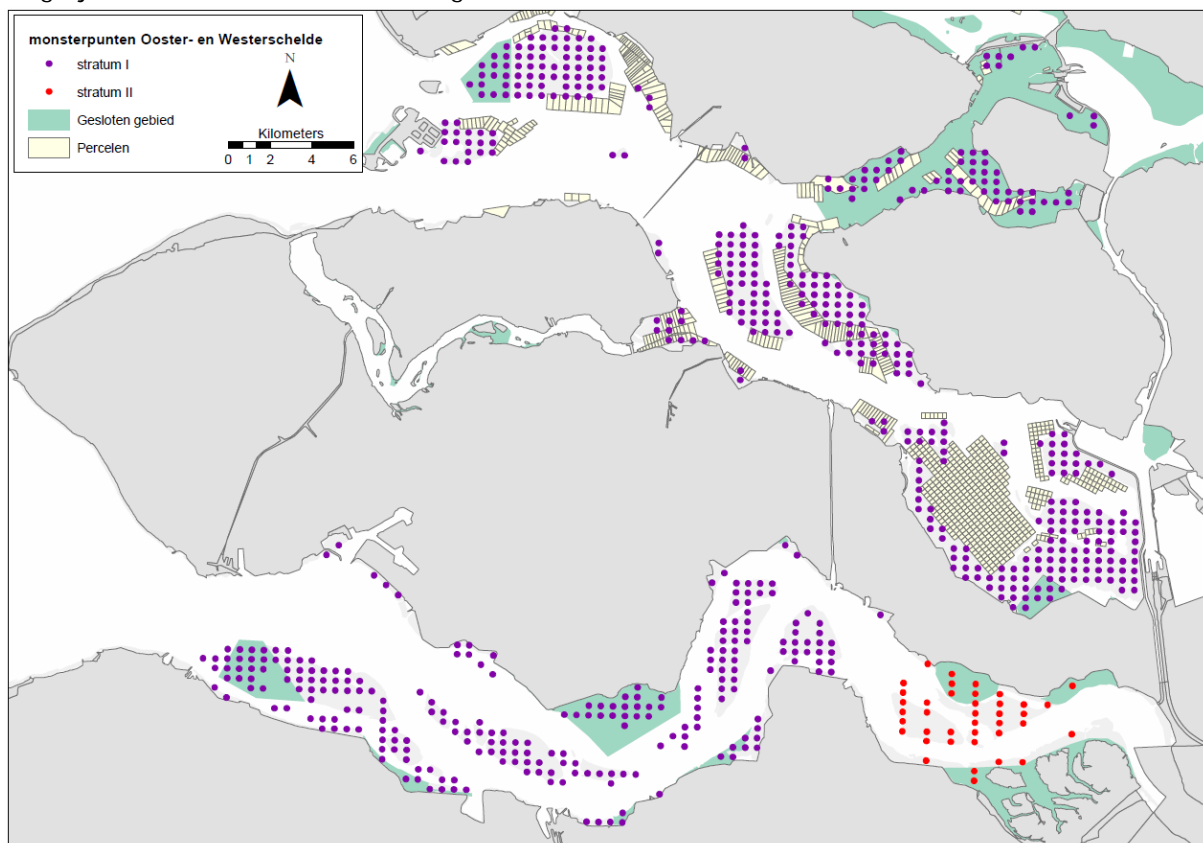
Er worden vier kokkelstrata onderscheiden:

- I. Dit stratum is van toepassing voor de gehele Oosterschelde en het Westelijk deel van de Westerschelde. In dit stratum is de afstand tussen de raaien 0,5 geografische minuten (ca. 555 meter).
- II. Dit stratum is van toepassing op het (relatief kokkelarme) oostelijk gedeelte van de Westerschelde en in de Waddenzee daar waar (hoge dichtheden) kokkels verwacht worden. De afstand tussen de bemonsterde raaien is in dit stratum 1 geografische minuut (ca. 1110 meter).

- III. De afstand tussen de raaien in dit stratum is 2 geografische minuten (ca. 2220 meter) en is van toepassing op het gedeelte van de Waddenzee waar mogelijk kokkels verwacht worden.
- IV. De afstand tussen de raaien in dit stratum is 4 geografische minuten (ca. 4440 meter) en is van toepassing op het resterende gedeelte van de Waddenzee.

Binnen een stratum worden de monsterpunten gelijkmatig over het te bemonsteren oppervlak verdeeld. De verdeling van de monsterpunten vindt plaats volgens een raster van Noord-Zuid lopende raaien. De onderlinge afstand tussen de monsterpunten op een raai bedraagt 0,25 geografische minuut (= 463 meter in NZ richting); De afstand tussen raaien varieert met het stratum. Op deze manier wordt een enkel station representatief verondersteld voor een oppervlak dat hoort bij het betreffende stratum.

Ten opzichte van 2017 is het monstergrid in de Waddenzee aangepast, omdat het gebied dat kansrijk geacht wordt voor het voorkomen van kokkelbanken is uitgebreid op basis van informatie van visserijkundig ambtenaren en handkokkelvisserij. Daarmee is het aantal monsterpunten in kokkelstrata II en III toegenomen ten opzichte van 2017. Daarnaast is een aantal sublitorale monsterpunten in de westelijke Waddenzee verwijderd aangezien dit dieper gelegen locaties betrof welke onbereikbaar zijn voor zowel handkokkelvisserij als schelpdier etende steltlopers. In hoofdstuk 4 (Discussie) wordt verder toegelicht met welk doel het monstergrid is aangepast, op welke wijze, en welke consequenties dit mogelijk heeft voor de bestandschatting.



Figuur 2. De bemonsterde litorale stations in de Oosterschelde en Westerschelde.

In totaal zijn er nog 44 sublitorale locaties bemonsterd. Dit zijn allemaal locaties die op basis van de meest actuele navigatiekaarten (TimeZero) in het ondiepe sublitoraal liggen. De Waddenzee is echter zeer dynamisch waardoor de hoogteligging ter plaatse van jaar tot jaar sterk kan veranderen, terwijl de navigatiekaarten niet jaarlijks worden aangepast aan de huidige situatie. Daarom is het mogelijk dat deze monsterpunten in werkelijkheid of in de nabije toekomst net boven de laagwaterlijn (komen te) liggen. Daarnaast geven deze monsterpunten een vollediger beeld van de verspreiding van kokkels in de gehele Waddenzee. De zeer ondiepe sublitorale gebieden zijn toegankelijk is voor handkokkelvisserij en

bij verlaagde waterstanden als gevolg van springvloed in combinatie met harde oostenwind ook voor vogels. De sublitorale locaties worden niet gebruikt bij de berekening van het bestand op de droogvallende platen.

2.1.3 Uitvoering

In de Waddenzee is de bemonstering voornamelijk uitgevoerd vanaf een kokkelschip van Roem van Yerseke B.V. (YE42 Anna Elizabeth, figuur 3). Aanvullend is een deel bemonsterd vanaf vaartuigen van de Rijksrederij (MS Phoca, MS Asterias, MS Krukel en MS Harder) door de medewerkers van de Waddenunit van het ministerie van LNV. In de Oosterschelde en Westerschelde is de bemonstering uitgevoerd met behulp van vaartuigen van de Rijksrederij (MS Regulus en MS Luctor) door WMR in samenwerking met de visserijkundig ambtenaren van het ministerie van LNV en de bemanning van de schepen. Op elk station is een monster genomen, waarbij voor de plaatsbepaling gebruik is gemaakt van GPS-apparatuur in combinatie met het navigatieprogramma MaxSea TimeZero. Wanneer locaties te voet of vanuit de bijboot zijn bemonsterd, is gebruik gemaakt van een hand-GPS (Garmin).

Tijdens de bemonstering is gebruik gemaakt van verschillende monstertuigen (tabel 1):

- Stempelkor: Een deel van de monsterpunten in de Waddenzee is bemonsterd met een speciaal hiervoor ontwikkelde stempelkor. De kor bemonstert per monsterpunt een vast oppervlak van 2 meter bij 20 cm (bemonsterd oppervlak 0,4 m²; 7 cm diep).
- Kokkelschepje: Dit monstertuig wordt toegepast in de Deltawateren en de Waddenzee en wordt bediend vanuit een bijboot (figuur 4). Met het schepje worden 3 monsters uit de bodem gestoken die als één worden behandeld (totaal bemonsterd oppervlak 0,1 m²; 7 cm diep).
- Steekbuis: Een deel van de monsterpunten in de Waddenzee is te voet bezocht en bemonsterd met een steekbuis. Op deze locaties is per monsterpunt een mengmonster gemaakt van 2 steekbuis-monsters (PVC-ring met een diameter van 24,4 centimeter, totaal bemonsterd oppervlak=0,1 m²; 7 cm diep). Ook de hooggelegen punten in de Ooster- en Westerschelde zijn met eenzelfde steekbuis bemonsterd.
- Hydraulische happer: Deze happer wordt speciaal gebruikt voor de bemonstering op dichte oesterbanken. De happer wordt bediend met een hydraulische kraan vanaf een schip. Het bemonsterde oppervlak is 1,06 m².

Tabel 1. Het aantal bemonsterde stations (N loc) per stratum en monstertuig met bijbehorend oppervlak in hectares (Opp.) waar deze bemonstering representatief voor is. De sublitorale locaties in de Waddenzee zijn niet meegenomen in de bestandschatting.

Gebied	Monstertuig	Stratum I		Stratum II		Stratum III		Stratum IV	
		N loc	Opp. (ha)	N loc	Opp. (ha)	N loc	Opp. (ha)	N loc	Opp. (ha)
Waddenzee <i>litoraal</i>	stempelkor			29	1489	129	13414	184	37786
	kokkelschepje			116	5955	211	21941	198	40661
	steekbuis			5	257	43	4471	7	1438
	oesterhapper					1	104	1	205
Waddenzee <i>sublitoraal</i>	stempelkor			3	154	1	104	36	7393
	kokkelschepje							4	821
Oosterschelde	kokkelschepje	411	11192						
	steekbuis	7	191						
Westerschelde	kokkelschepje	229	6107	36	1848				
	steekbuis	13	347	3	154				



Figuur 3. De YE42 "Anna Elizabeth".

2.2 Monsterverwerking

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) zijn ingevroren naar het lab van WMR getransporteerd en daar verwerkt. De monsters zijn gezeefd over 5 mm en vervolgens uitgezocht. Hierbij zijn alle dieren meegenomen, behalve de 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.* (2016).

Kokkels zijn op basis van groeiingen opgedeeld in 0-jarig (broed), 1-jarig, 2-jarig en meerjarig. Per leeftijdsklasse zijn het totale aantal en gewicht per monster bepaald. De inventarisatie richt zich niet op kokkelbroed, dat tijdens de inventarisatie ofwel nog niet aanwezig is, ofwel te klein is om op de zeef te blijven liggen.



Figuur 4. Nico Laros van de Waddenunit demonstreert het kokkelschepje.

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. Kapotte schelpdieren zijn alleen geteld als er in de schelp nog vleesresten aanwezig waren en wanneer het slot van de schelp nog herkenbaar was. De bijbehorende gewichten zijn berekend op basis van het gemiddelde gewicht van de schelpdieren van dezelfde soort en jaarklasse. Afhankelijk van de aanwezigheid van complete schelpdieren wordt dit gemiddelde gebaseerd op het monster, alle monsters genomen op dezelfde dag of alle monsters genomen in dezelfde week.

2.3 Berekeningen

Het totale kokkelbestand in het voorjaar is berekend door per monsterpunt de aangetroffen dichtheid en biomassa te vermenigvuldigen met de oppervlakte van het bijbehorende stratum. De resulterende biomassa's zijn vervolgens gesommeerd:

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

Waarbij:

B	=	biomassa versgewicht (g)
i	=	monsterlocatie i
n	=	totaal aantal monsters
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)
f_i	=	factor waarmee monster i opgedeeld is om tot subsample te komen

In dit rapport worden de 95% betrouwbaarheidsintervallen gepresenteerd voor de huidige bestandschattingen. Deze zijn berekend middels een permutatietest (Bult *et al.*, 2004). Schattingen van het kokkelbestand in het najaar worden berekend uit de voorjaarsgegevens en de verwachte groei en sterfte tussen moment van monsternamen en 1 september. Voor het berekenen van de groei wordt gebruik gemaakt van de berekeningsmethode volgens de Gompertz-groei-curve (Bijlage C in 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 survey-gegevens sinds 1990, welke zijn gebruikt om een relatie te leggen tussen de totale kokkelbiomassa en de groei van 1-jarige kokkels. Deze factor wordt elk jaar herberekend omdat de dataserie wordt aangevuld met de gegevens van de laatste bemonstering.

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

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

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

Waarbij:

B_{sept}	=	biomassa (gram versgewicht) per m ² op 1 september
$N_{voorjaar}$	=	aantal per m ² op bemonsteringsdatum in het voorjaar

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

Voor een verdere beschrijving van de in dit rapport gebruikte methoden voor de bestandsberekeningen per 1 september wordt verwezen naar Kamermans *et al.* (2003). Bij de omrekening van versgewichten naar hoeveelheden kokkelvles 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 en dus beschikbaar is voor scholeksters (Ens *et al.*, 2004). Per monsterpunt wordt het oogstbare deel van het bestand gevormd door de biomassa van kokkels die aanwezig is bij een dichtheid van meer dan 50 kokkels per m² (zie ook Bult en Kesteloo, 2002). Als voorbeeld wordt een locatie met een dichtheid van 200 kokkels per m² gegeven. Op deze locatie wordt het oogstbare bestand gevormd door de biomassa van 150 kokkels per m².

3 Resultaten

3.1 Het kokkelbestand in de Waddenzee

De geschatte totale kokkelbiomassa in het litorale deel van de Waddenzee, op basis van de bemonstering in het voorjaar van 2018, bedraagt 193,7 miljoen kg versgewicht (95%-betrouwbaarheidsinterval: 178 – 209 miljoen kg) (tabel 2). Het daaruit voorspelde versgewicht op 1 september 2018 bedraagt 199,9 miljoen kg. Uitgaande van een gemiddeld vleespercentage van 15%, komt dit overeen met 30,0 miljoen kg kokkelvles in het najaar.

De oogstbare biomassa in september is geschat op 15,6 miljoen kg kokkelvles (tabel 3). Hiervan bevindt 5,6 miljoen kg zich in het permanent gesloten gebied (A), 4,6 miljoen kg in het lotingsgebied (C), en 5,4 miljoen kg in het open gebied (D). Voor handkokkelvissers zijn met name de banken met dichtheden van minimaal 600 kokkels per m² belangrijke visgebieden. In de gehele Waddenzee is de hoeveelheid kokkelvles op dat type banken in het najaar geschat op 1,5 miljoen kg kokkelvles, de totale oppervlakte van deze banken is geschat op 208 hectare.

In figuur 5 en figuur 6 zijn de ontwikkelingen van de kokkelbestanden weergegeven over de periode 1990 tot en met 2018 voor respectievelijk het voorjaar (miljoen kg versgewicht) en het najaar (miljoen kg vleesgewicht). De biomassa is berekend voor de verschillende jaarklassen. Daarbij zijn incidenteel waargenomen 0-jarige kokkels samengevoegd met de biomassa van 1-jarige kokkels.

Het totaalbestand aan kokkels (figuur 5) in het voorjaar van 2018 is 21% lager dan in het voorjaar van 2017. Het bestand bestaat evenals voorgaande jaren voornamelijk uit meerjarige kokkels, aangevuld met een zeer bescheiden biomassa aan één- en 2-jarige kokkels. Ook het oogstbare bestand (figuur 6) ligt in 2018 lager dan in 2017.

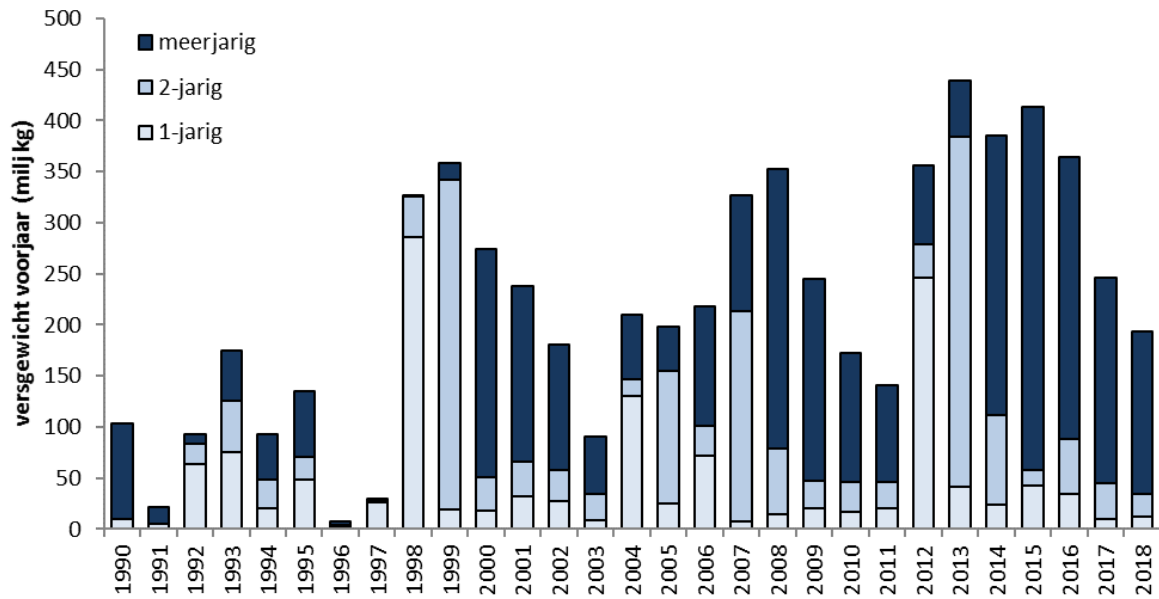
Kaartjes met de verspreiding (aantal en biomassa) van kokkels in de Waddenzee staan in figuren 11 t/m 14 van de bijlage. Op 5 van de 44 in het ondiepe sublitoraal gelegen monsterpunten zijn kokkels aangetroffen. Hieruit is een bestand berekend van 1,0 miljoen kg versgewicht aan kokkels in de bemonsterde sublitorale gebieden (zie voor de verspreiding figuren 11 t/m 14 in de bijlage).

Tabel 2. De geschatte litorale kokkelbiomassa in miljoen kg versgewicht in de Waddenzee in het voorjaar en het daaruit berekende bestand op 1 september 2018, onderverdeeld naar de voor de visserij gesloten (A), beperkt open (C) en open (D) gebieden. Kokkelvleesgewicht in het najaar is berekend als 15% van het najaarsversgewicht. Het aantal locaties waarop kokkels zijn aangetroffen is weergegeven in de kolom "N loc aanwezig".

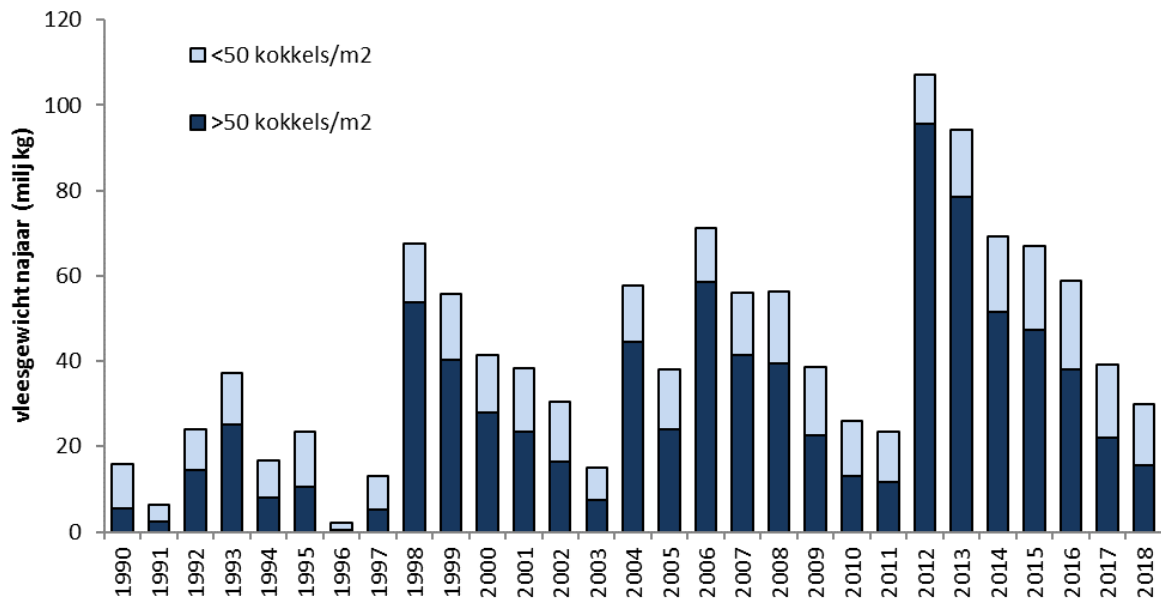
Gebied	Jaar klasse	N loc aanwezig	Biomassa versgewicht voorjaar		Biomassa versgewicht najaar		Vleesgewicht najaar
			miljoen kg	% van totaal	miljoen kg	% van totaal	miljoen kg
A gesloten	1-jarig	62	5.1	2.6	12.5	6.2	1.9
	2-jarig	43	9.3	4.8	9.9	4.9	1.5
	meerjarig	80	47.0	20.1	44.7	22.3	6.7
A totaal (N=217)		113	61.5	27.6	67.0	33.5	10.1
C beperkt	1-jarig	36	2.9	1.5	5.7	2.9	0.9
	2-jarig	38	4.2	2.2	4.3	2.1	0.6
	meerjarig	93	54.7	28.2	51.7	25.9	7.8
C totaal (N=307)		116	61.8	31.9	61.7	30.9	9.3
D open	1-jarig	38	3.6	1.9	6.0	3.0	0.9
	2-jarig	55	9.3	4.8	11.1	5.5	1.7
	meerjarig	111	57.4	29.7	54.1	27.0	8.1
D totaal (N=400)		143	70.4	36.3	71.2	35.6	10.7
Waddenzee	1-jarig	136	11.7	6.0	24.2	12.1	3.6
	2-jarig	136	22.9	11.8	25.2	12.6	3.8
	meerjarig	284	159.1	78.0	150.5	75.3	22.6
Waddenzee totaal (N=924)		372	193.7	95.9	199.9	100.0	30.0

Tabel 3. Het berekende litorale kokkelbestand en de oogstbare gedeelten daarvan in de verschillende deelgebieden in de Waddenzee in het najaar van 2018. De oogstbare biomassa is berekend als de biomassa bij dichtheden van >50 kokkels per vierkante meter. Voor de oogstbare biomassa is zowel het versgewicht, als het vleesgewicht (=15% versgewicht) en het bijbehorende oppervlakte waar de kokkels zijn aangetroffen weergegeven.

Gebied	N loc bemonsterd	Biomassa versgewicht (miljoen kg)		Biomassa oogstbaar najaar (miljoen kg)		
		voorjaar totaal	najaar totaal	versgewicht N>50	vleesgewicht N>50	opp. hectare N>50
Deelgebied						
A gesloten	217	61.5	67.0	37.3	5.6	4243
C beperkt	307	61.8	61.7	30.7	4.6	3154
D open	400	70.4	71.2	35.8	5.4	4256
Waddenzee						
Totaal	924	193.7	199.9	103.9	15.6	11652



Figuur 5. De geschatte litorale kokkelbiomassa (miljoen kg versgewicht) bij de voorjaarsbemonstering in de Waddenzee in de periode 1990-2018, onderverdeeld in jaarklassen (1-jarig (inclusief incidenteel aangetroffen broed = 0-jarig), 2-jarig en meerjarig).



Figuur 6. De berekening van de litorale kokkelbiomassa (miljoen kg vleesgewicht) in september in de Waddenzee voor de periode 1990-2018, berekend uit de voorjaarsinventarisaties van WMR. Er is onderscheid gemaakt tussen het oogstbare bestand in donkerblauw (>50 kokkels per m²) en het bestand bij dichtheden tot en met 50 kokkels per m² in lichtblauw.

3.2 Het kokkelbestand in de Oosterschelde

De totale biomassa in de Oosterschelde tijdens de bemonstering in het voorjaar van 2018 is 30,8 miljoen kg versgewicht (95%-betrouwbaarheidsinterval van 28 tot 34 miljoen kg versgewicht) (tabel 5). Het hieruit voorspelde bestand op 1 september bedraagt 43,1 miljoen kg versgewicht, wat overeenkomt met 6,5 miljoen kg kokkelvlees, uitgaande van een vleespercentage van 15%. De oogstbare biomassa in het najaar is bepaald op 4,4 miljoen kg kokkelvlees (tabel 6).

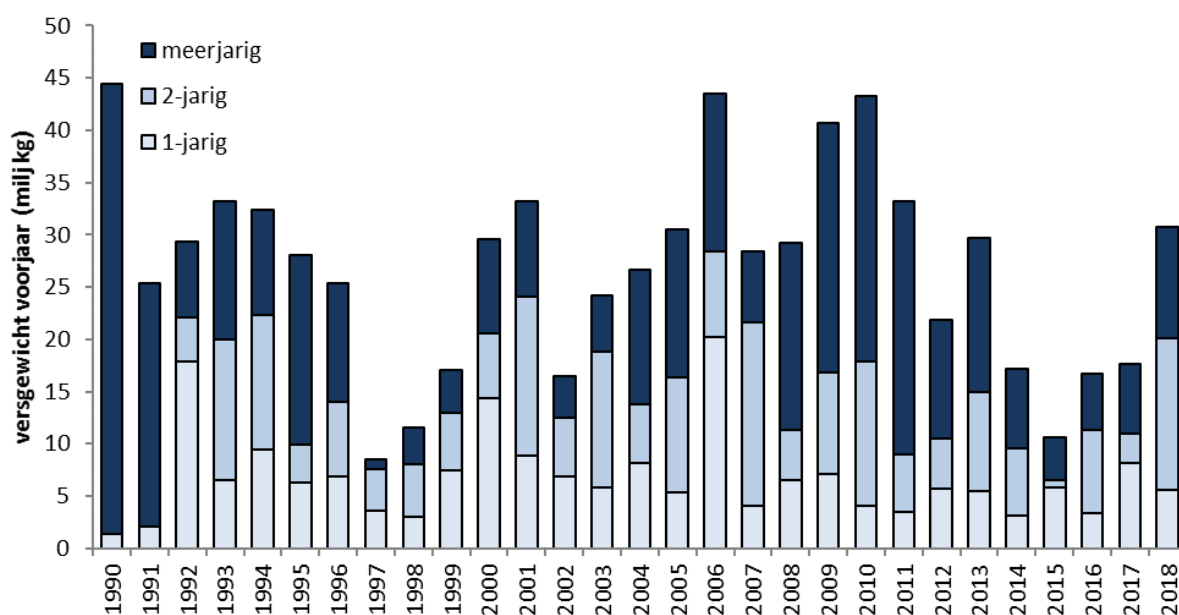
Tabel 5. De geschatte kokkelbiomassa in miljoen kg versgewicht in de Oosterschelde in het voorjaar en het berekende bestand op 1 september 2018, onderverdeeld naar de voor de visserij permanent gesloten (SN, volgens de structuurnota) gebieden, schelpdierkweekpercelen en open gebieden. Kokkelvleesgewicht in het najaar is berekend als 15% van het najaars-versgewicht.

Gebied	Jaar klasse	N loc aan- wezig	Biomassa versgewicht voorjaar		Biomassa versgewicht najaar		Vleesgewicht najaar
			miljoen kg	% van totaal	miljoen kg	% van totaal	miljoen kg
SN gesloten	1-jarig	29	0.7	2.2	1.6	3.6	0.2
	2-jarig	31	3.5	11.4	5.5	12.7	0.8
	meerjarig	19	0.9	3.0	0.9	2.1	0.1
SN totaal (N=75)		43	5.1	16.6	7.9	18.4	1.2
Percelen	1-jarig	1	0.01	0.0	0.01	0.0	0.00
	2-jarig	2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.01
	meerjarig	6	0.2	0.8	0.2	0.5	0.03
Percelen totaal (N=47)		8	0.3	1.0	0.3	0.7	0.0
Open	1-jarig	104	4.9	15.8	9.1	21.0	1.4
	2-jarig	108	11.0	35.9	15.5	36.1	2.3
	meerjarig	89	9.5	30.7	10.3	23.9	1.5
Open totaal (N=296)		164	25.4	82.4	34.9	80.9	5.2
OS	1-jarig	134	5.5	18.0	10.6	24.6	1.6
	2-jarig	141	14.6	47.4	21.1	48.9	3.2
	meerjarig	114	10.6	34.5	11.4	26.5	1.7
Oosterschelde (N=418)		215	30.8	100.0	43.1	100.0	6.5

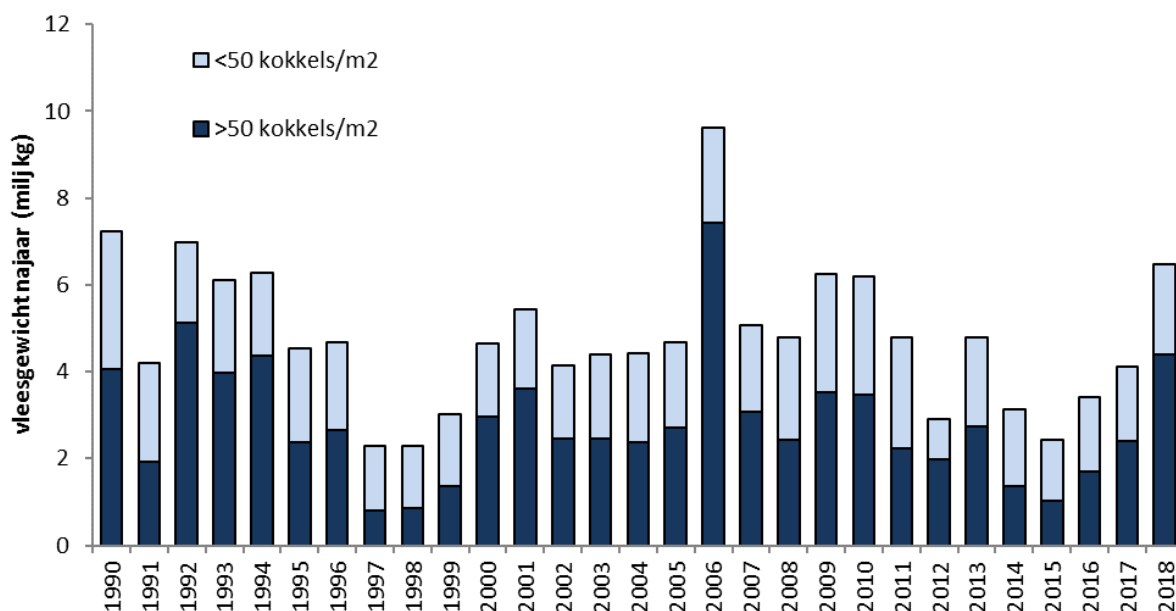
Tabel 6. Het berekende kokkelbestand in miljoen kg versgewicht en de oogstbare gedeelten daarvan in de permanent gesloten gebieden (SN, volgens structuurnota), op schelpdierkweekpercelen en in de open gebieden in de Oosterschelde in het najaar van 2018. Voor de oogstbare biomassa is zowel het versgewicht, als het vleesgewicht (=15% versgewicht) en het bijbehorende oppervlakte waar de kokkels zijn aangetroffen weergegeven.

Gebied	N loc bemonsterd	Biomassa versgewicht (milj kg)		Biomassa oogstbaar najaar (miljoen kg)		
		voorjaar totaal	najaar totaal	versgewicht N>50	vleesgewicht N>50	opp. hectare N>50
Deelgebied						
SN	75	5.1	7.9	5.3	0.8	572
Percelen	47	0.3	0.3	0.0	0.0	0
Open	296	25.4	34.9	24.0	3.6	2042
Oosterschelde						
Totaal	418	30.8	43.1	29.3	4.4	2614

Uit figuur 7 blijkt dat het kokkelbestand in de Oosterschelde is toegenomen ten opzichte van 2017. Dit zijn met name 2-jarige kokkels, d.w.z. de kokkels die in 2017 1-jarig waren (broedval 2016). Ook het geschatte bestand op 1 september is toegenomen ten opzichte van 2017 (Figuur 8). De verspreiding van kokkels qua dichtheid (aantal/m²) en biomassa versgewicht (gram/m²) in de Oosterschelde in het voorjaar van 2018 is weergegeven in figuren 15 en 16 van de bijlage.



Figuur 7. De kokkelbiomassa (miljoen kg versgewicht) bij de voorjaarsbemonstering in de Oosterschelde in de periode 1990-2018, onderverdeeld in jaarklassen 1-jarig (inclusief incidenteel aangetroffen broed = 0-jarig), 2-jarig en meerjarig).



Figuur 8. De septemberschatting van de kokkelbiomassa (in miljoen kg vleesgewicht) in de Oosterschelde in de periode 1990-2018, berekend uit de voorjaarsinventarisaties van WMR. Er is onderscheid gemaakt tussen het oogstbare bestand in donkerblauw (>50 kokkels per m²) en het bestand bij dichtheden tot en met 50 kokkels per m² in lichtblauw.

3.3 Het kokkelbestand in de Westerschelde

De waargenomen kokkelbiomassa in de Westerschelde in het voorjaar bedroeg 2,9 miljoen kg versgewicht (95% betrouwbaarheidsinterval van 2,3 tot 3,5 miljoen kg) (tabel 7). Het hieruit berekende bestand op 1 september 2018 bedraagt 4,5 miljoen kg versgewicht. Uitgaande van een vleespercentage van 15% komt dit overeen met 0,7 miljoen kg kokkelvlees in het najaar. De oogstbare biomassa in het najaar is bepaald op 0,3 miljoen kg kokkelvlees (tabel 8).

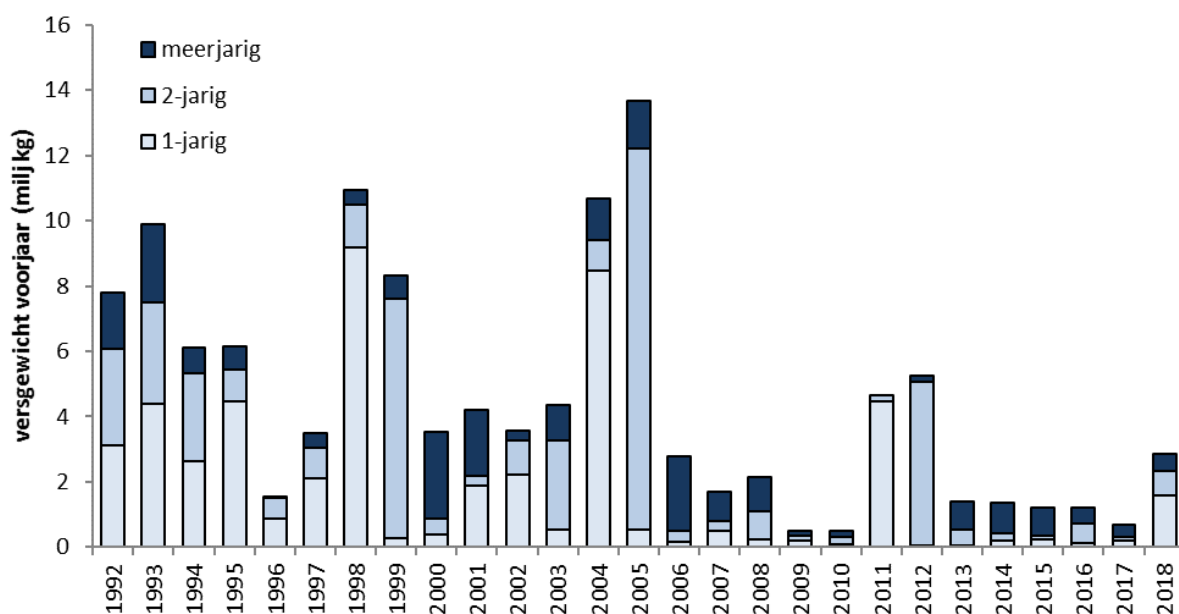
Tabel 7. De kokkelbiomassa in miljoen kg versgewicht in de Westerschelde in het voorjaar en het berekende bestand op 1 september 2018, onderverdeeld naar de voor de visserij open en gesloten gebieden. Kokkelvleesgewicht in het najaar is berekend als 15% van het najaars-versgewicht.

Gebied	Jaar klasse	N loc aan- wezig	Biomassa versgewicht voorjaar		Biomassa versgewicht najaar		Vleesgewicht najaar
			miljoen kg	% van totaal	miljoen kg	% van totaal	miljoen kg
Open	1-jarig	45	1.5	53.5	3.0	66.3	0.4
	2-jarig	28	0.6	20.7	0.7	15.9	0.1
	meerjarig	14	0.5	16.3	0.4	9.2	0.1
Open totaal (N=228)		55	2.6	90.5	4.1	91.4	0.6
Gesloten	1-jarig	5	0.1	2.5	0.2	3.9	<0.1
	2-jarig	4	0.1	5.3	0.2	3.7	<0.1
	meerjarig	2	0.0	1.7	0.0	1.0	<0.1
Gesloten totaal (N=53)		6	0.3	9.5	0.4	8.6	0.1
WS	1-jarig	50	1.6	56.1	3.1	70	0.5
	2-jarig	32	0.7	26.0	0.9	20	0.1
	meerjarig	16	0.5	18.0	0.5	10	0.1
Westerschelde (N=281)		98	2.9	100.0	4.5	100.0	0.7

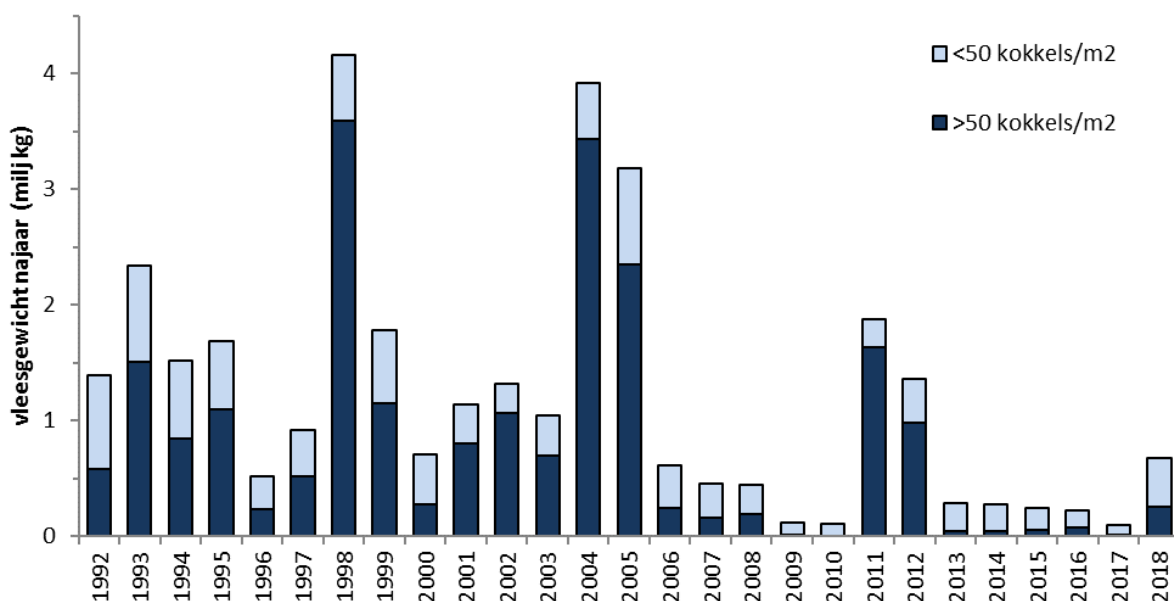
Tabel 8. Het berekende kokkelbestand in miljoen kg versgewicht en de oogstbare gedeelten daarvan in de permanent gesloten en de open gebieden in de Westerschelde in het najaar van 2018. Voor de oogstbare biomassa is zowel het versgewicht, als het vleesgewicht (=15% versgewicht) en het bijbehorende oppervlakte waar de kokkels zijn aangetroffen weergegeven.

Gebied	N loc bemonsterd	Biomassa versgewicht (milj kg)		Biomassa oogstbaar najaar (miljoen kg)		
		voorjaar totaal	najaar totaal	versgewicht N>50	vleesgewicht N>50	opp. hectare N>50
Open/Gesloten						
Open	228	2.6	4.1	1.6	0.2	400
Gesloten	53	0.3	0.4	0.1	<0.1	27
Westerschelde						
Totaal	281	2.9	4.5	1.7	0.3	427

Het verloop over de tijd van het waargenomen versgewicht in het voorjaar (figuur 9) en van het berekende vleesgewicht in het najaar (figuur 10) in de Westerschelde laten zien dat het kokkelbestand voor het eerst sinds jaren weer is toegenomen. Het bestand bestond in het voorjaar van 2018 voor meer dan de helft (56%) uit 1-jarige kokkels. De verspreiding van kokkels qua dichtheid (aantal/m²) en biomassa (gram/m²) in de Westerschelde in het voorjaar van 2018 is weergegeven in figuren 17 en 18 in de bijlage.



Figuur 9. De kokkelbiomassa (miljoen kg versgewicht) bij de voorjaarsbemonstering in de Westerschelde in de periode 1992-2018, onderverdeeld in jaarklassen 1-jarig (inclusief incidenteel aangetroffen broed = 0-jarig), 2-jarig en meerjarig.



Figuur 10. De septemberschatting van de kokkelbiomassa (miljoen kg vleesgewicht) in de Westerschelde in de periode 1992-2018, berekend uit de voorjaarsinventarisaties van WMR. Er is onderscheid gemaakt tussen het oogstbare bestand in donkerblauw (>50 kokkels per m²) en het bestand bij dichtheden tot en met 50 kokkels per m² in lichtblauw.

4 Discussie en conclusies

4.1 Waddenzee

4.1.1 Bestand

Het totale kokkelbestand in de Waddenzee is voor het derde jaar op rij afgenomen, van 246,3 miljoen kg versgewicht in het voorjaar van 2017 naar 193,7 miljoen kg vers in het voorjaar van 2018. Dit komt voornamelijk door het uitblijven van nieuwe aanwas van enige omvang. Het kokkelbestand wordt gedomineerd (75%) door meerjarige kokkels. Door de natuurlijke sterfte van de jaarklasse van 2011, en omdat er weinig tot geen fysieke groei meer zit in deze oudere dieren (Iglesias & Navarro, 1991) is het geschatte oogstbare bestand op 1 september 2018 29% lager dan op 1 september 2017.

Het oogstbare bestand van 15,6 miljoen kg vleesgewicht ligt onder de grens van 21 miljoen kg vlees (Programma naar een Rijke Waddenzee, 2011). Daarmee geldt 2018 voor het eerst sinds de grote broedval in 2011 als een kokkelarm jaar, wat betekent dat er in de C-gebieden met minder schepen gevist mag worden.

4.1.2 Aanpassing monstergrid

In 2018 is voor het eerst sinds 2004 een aanpassing gemaakt in het monstergrid. Tot 2004 werd het monstergrid jaarlijks aangepast op basis van resultaten uit de inventarisatie van de mechanische kokkelsector. De kokkelvisser tekenden ieder jaar, voorafgaand aan de WOT survey, op kaarten in waar zij kokkelbanken hadden aangetroffen. Deze inventarisatie werd Waddenzee-breed uitgevoerd op de droogvallende platen. De resulterende ruwe verspreidingskaarten werden vervolgens, samen met informatie van visserijkundig ambtenaren en surveyresultaten uit voorgaande jaren, gebruikt als basis voor het monstergrid. Met het verdwijnen van de mechanische kokkelvisserij uit de Waddenzee, is ook deze jaarlijkse gedetailleerde bron van informatie verdwenen. Daarom is in 2004, op basis van alle kennis over de verspreiding van kokkels sinds aanvang van de WOT survey in 1990, een vast monstergrid gemaakt. Daarbij is er onderscheid gemaakt tussen het 'kansrijke' gebied dus waar het voorkomen van kokkelbanken kansrijk is, en het 'overige' gebied waar sinds 1990 nooit kokkelbanken waren aangetroffen. In de kansrijke gebieden zijn monsterpunten gelegd volgens kokkelstrata II en III (II in de meest kansrijke gebieden) en in de overige gebieden kokkelstratum IV.

Na de omvangrijke broedval van 2011 bleek dat het grootste deel van deze jaarklasse zich bevond binnen de als kansrijk bestempelde gebieden. Toch bleken er ook kokkelbanken ontstaan te zijn in het overige gebied, waar in de periode 1990-2011 nooit eerder kokkelbanken waren aangetroffen. Hoewel in het overige gebied voldoende monsterpunten (516) lagen om ook hiervoor een betrouwbare bestandschatting te maken, kan de nauwkeurigheid van de bestandschatting vergroot worden door ook deze nieuwe gebieden op te nemen in het kansrijke gebied. Hiertoe is in 2018 informatie gebruikt afkomstig van visserijkundig ambtenaren en is door handkokkelvisser op een kaart ingetekend in welke gebieden de afgelopen jaren (sinds 2011 maar ook daarvoor) kokkelbanken gezien zijn. Dit leverde zeer gedetailleerde informatie op welke vervolgens is gebruikt om het gebied bestempeld als kansrijk te vergroten.

Door uitbreiding van het kansrijke gebied werd het areaal waarbinnen het verdichte grid toegepast zou moeten worden (strata II en III) uitgebreid. Om toch het totale aantal monsterpunten ongeveer gelijk te houden is standaard binnen het kansrijke gebied stratum III toegepast. Het aantal monsterpunten in kansrijk gebied is door de aanpassing toegenomen van 338 in 2017 naar 534 in 2018. De verwachting was dat dit de nauwkeurigheid van de bestandschatting zou vergroten, hoewel dit nog niet te zien is in het berekende betrouwbaarheidsinterval (2017: -8% tot +10%; 2018: -8% tot +8%).

Het meest verdichte grid (II) is alleen toegepast in specifieke gebieden om de verdeling van het aantal monsterpunten tussen de A, C en D gebieden meer gelijk te trekken, ook als ingezoomd wordt op deelgebieden zoals bijvoorbeeld de vangstgebieden (deelgebieden waarvoor oogstgegevens uit de handkokkelvisserij geregistreerd worden). Dit vergroot de statistische zeggingskracht bij onderzoeken naar de ontwikkeling van kokkelbestanden in de deelgebieden, en de relatie met handkokkelvisserij.

Als gevolg van de aanpassing van het monstergrid kunnen artefacten zijn ontstaan waar het bestanden en hectares betreft die berekend zijn op basis van zeer kleine steekproefgroottes. Zo is de ogenschijnlijke toename van het areaal met kokkelbanken bij een dichtheid van meer dan 600 kokkels per m² een direct gevolg van de aanpassing. In 2017 werd dit areaal geschat op 104 hectare en in 2018 op 208 hectare. Dit areaal is in beide jaren berekend op basis van slechts twee monsterpunten, welke in 2017 binnen stratum II vielen en in 2018 in stratum III waardoor het bijbehorende oppervlak is verdubbeld. Het betreft hier dus geen werkelijke toename. Daarbij is een schatting op basis van slechts twee monsterpunten omgeven door een grote mate van onzekerheid. De conclusie is dat uit de inventarisatie geen verandering blijkt in het areaal van kokkelbanken met een dichtheid van meer dan 600 kokkels per m².

4.2 Oosterschelde

4.2.1 *Ontwikkeling van het kokkelbestand in de Oosterschelde*

In de Oosterschelde is in het voorjaar van 2018 een groter kokkelbestand aangetroffen dan in voorgaande jaren: 30,8 miljoen kg versgewicht in het voorjaar van 2018 ten opzichte van 17,7 miljoen kg vers in het voorjaar van 2017. Dit komt vooral door een relatief grote broedval in 2016. In 2017 was deze jaarklasse aanwezig als 1-jarige kokkels, het hoogst waargenomen bestand aan 1-jarige kokkels sinds 2006. In het voorjaar van 2018 vormde deze jaarklasse, inmiddels twee jaar oud, 47% van de totale biomassa aan kokkels.

Ook het geschatte oogstbare najaarsbestand is hoger dan in 2017, met 4,4 miljoen kg vlees. Hiermee zou voor het eerst sinds 2006 de hoeveelheid kokkels boven de minimale grens komen waarboven er mogelijk gevist kan worden (zie 1.1. Wettelijk kader).

4.2.2 *Zomersterfte in 2018*

Tijdens afronding van dit rapport bleek echter dat een zeer groot deel van het kokkelbestand in de Oosterschelde is gestorven in de zomer van 2018. Tussen 25 juli en 2 augustus is door medewerkers van WMR en de visserijkundig ambtenaren en bemanning van MS Luctor en MS Regulus een uitzonderlijk omvangrijke sterfte onder alle jaarklassen van de aanwezige kokkels waargenomen. Op basis van een visuele inschatting ter plaatse werd deze door meerdere mensen onafhankelijk van elkaar op minstens 80% ingeschat. Deze schatting is gebaseerd op enerzijds het aantal doubletten van pas gestorven kokkels, al dan niet nog met vlees in de schelp in combinatie met de hoeveelheid levende kokkels die al gravend met de hand nog in de bodem aangetroffen werd. De sterfte is waargenomen in alle gebieden waar in het voorjaar van 2018 hoge kokkeldichtheden werden gevonden, namelijk Dwars in de Weg (Krabbenkreek), de slikken van Viane, de slikken van de Dortsman, de Speelmansplaten, de Hoge Kraaijer, het Verdrongen land van Zuid-Beveland, de Yerseke Bank, Neeltje Jans en de Roggenplaat.

De extreme zomersterfte is mogelijk veroorzaakt door de extreem hoge temperaturen in juli en begin augustus 2018. Op 27 juli werd in Vlissingen een maximum temperatuur van 36,8°C gemeten (www.knmi.nl). Dit was de laatste dag van een hittegolf die (in De Bilt) 13 dagen heeft aangehouden. Verdelhos *et al.* (2015) vonden 100% sterfte onder kokkels bij blootstelling aan 35°C gedurende zes uur, en bij blootstelling aan 32°C gedurende 84 uur. Bij blootstelling aan 29°C was 70% van de kokkels dood

na 120 uur. Het is mogelijk dat de kokkels in de Oosterschelde aan dergelijke hoge temperaturen zijn blootgesteld, aangezien de bovenste sedimentlaag en stilstaand water op de plaat tijdens laagwater snel op kunnen warmen. Visserijkundig ambtenaar Harry Heidekamp heeft op 2 augustus een maximale temperatuur van 30,9°C gemeten in het laagje zeewater dat bij laagwater nog op de plaat stond, terwijl die dag in Vlissingen een maximale luchttemperatuur van 25,6°C is gemeten (www.knmi.nl).

Gezien de waargenomen sterfte is de schatting van het kokkelbestand op 1 september hoogstwaarschijnlijk overschat. In de berekening van het bestand op 1 september uit het voorjaarsbestand wordt een gemiddelde sterfte van 28% aangenomen voor de periode van 1 mei tot 1 augustus. Op basis van de waarnemingen stellen we dat deze sterfte sterk onderschat is voor de zomer van 2018 en het bestand op 1 september dus overschat. Waarschijnlijk ligt het werkelijke oogstbare bestand op 1 september onder de grens waarboven gevist zou mogen worden.

Om in kunnen schatten welk percentage van het kokkelbestand is gestorven en onder welke leeftijdsklassen de sterfte vooral is opgetreden wordt aanbevolen om in de gebieden waar in het voorjaar van 2018 nog hoge dichtheden aan kokkels werden aangetroffen een aantal stations opnieuw te bemonsteren in de nazomer van 2018.

4.3 Westerschelde

In de Westerschelde is het kokkelbestand in het voorjaar, als gevolg van een broedval in 2017, voor het eerst sinds 2012 weer toegenomen: 2,9 miljoen kg versgewicht dit jaar t.o.v. 0,6 miljoen kg in 2017. Ruim de helft (56%) hiervan bestaat uit 1-jarige kokkels.

Nog onbekend bij oplevering van dit rapport is of in de Westerschelde ook een extreme sterfte heeft plaatsgevonden, net als in de Oosterschelde. Daarom kan niet uitgesloten worden dat ook hier het bestand op 1 september is overschat.

4.4 Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling om in de Oosterschelde een aantal in het voorjaar bemonsterde stations opnieuw te bemonsteren in de nazomer 2018 (zie paragraaf 4.2.2). Op deze manier is vast te stellen hoeveel kokkels gestorven zijn in de zomer van 2018, onder welke leeftijdsklassen de sterfte vooral is opgetreden, en is in te schatten of (en in welke mate) het bestand op 1 september is overschat. Ook voor de Westerschelde zou een dergelijke beperkte herbemonstering waardevol zijn indien uit visuele inspecties door WMR onderzoekers en visserijkundig ambtenaren in augustus 2018 blijkt dat ook hier een aanzienlijke sterfte is opgetreden. Voor de Waddenzee lijkt dit vooralsnog niet nodig, aangezien daar nog geen signalen vandaan komen over een gebiedsbrede uitzonderlijk hoge sterfte.

Als gevolg van klimaatverandering zouden dit soort warme zomers vaker op kunnen gaan treden, met als gevolg mogelijk een hogere zomersterfte onder kokkels. Met het gemiddelde sterftepercentage van 28% waarmee het bestand op 1 september wordt berekend zou in de toekomst het bestand op 1 september mogelijk vaker overschat worden. Dit sterftepercentage is gebaseerd op onderzoek aan de zogeheten 'kokkelvakken', in de EVAII onderzoeksperiode (Kamermans *et al.*, 2004). Aanbevolen wordt om opnieuw gedurende enkele jaren onderzoek te doen aan groei en sterfte onder kokkels, in relatie tot omgevingsvariabelen zoals temperatuur, dus om het kokkelvakken onderzoek (Kamermans *et al.*, 2004) voort te zetten.

Kwaliteitszorg

CVO beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaat nummer: 187378CC1-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De certificering is uitgevoerd door DNV GL Business Assurance B.V.

De inventarisatie wordt uitgevoerd middels methodieken die beschreven staan in handboeken (Troost *et al.*, 2016; Perdon & Troost, 2018). De kwaliteit van soortenkennis van schelpdieren en leeftijdsbepaling bij kokkels wordt onderhouden middels een jaarlijkse schelpdiertoets (Perdon & Troost, 2018).

Dankwoord

We bedanken onze collega's Yoeri van Es, Jesse van der Pool, Erika Koelemij, Arnold Bakker en Hans Verdaat voor assistentie tijdens het veldwerk. We willen graag de mensen van de Waddenunit bedanken voor de assistentie die zij hebben verleend aan boord van de YE42, en voor de door hen zelf uitgevoerde monsternames. Ook aan de visserijkundig ambtenaren en bemanning van de schepen in de Deltawateren zijn wij onze dank verschuldigd voor het samen met ons plannen en uitvoeren van de monsternames, alsmede voor het nemen en aanleveren van monsters. In het bijzonder bedanken wij Jouke Visser voor het gedetailleerd intekenen van kokkelbanken. Tot slot bedanken wij de bemanning van de YE42 voor hun onvermoeibare inzet en collegialiteit.

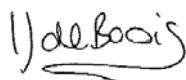
Ondertekening

Rapport 18.011

Projectnummer: 4311208017

Akkoord: Ingeborg de Boois
Plv. hoofd CVO

Handtekening:



Datum: 10 augustus 2018

Akkoord: Dr. Pauline Kamermans
Senior onderzoeker, Wageningen Marine Research

Handtekening:



Datum: 6 augustus 2018

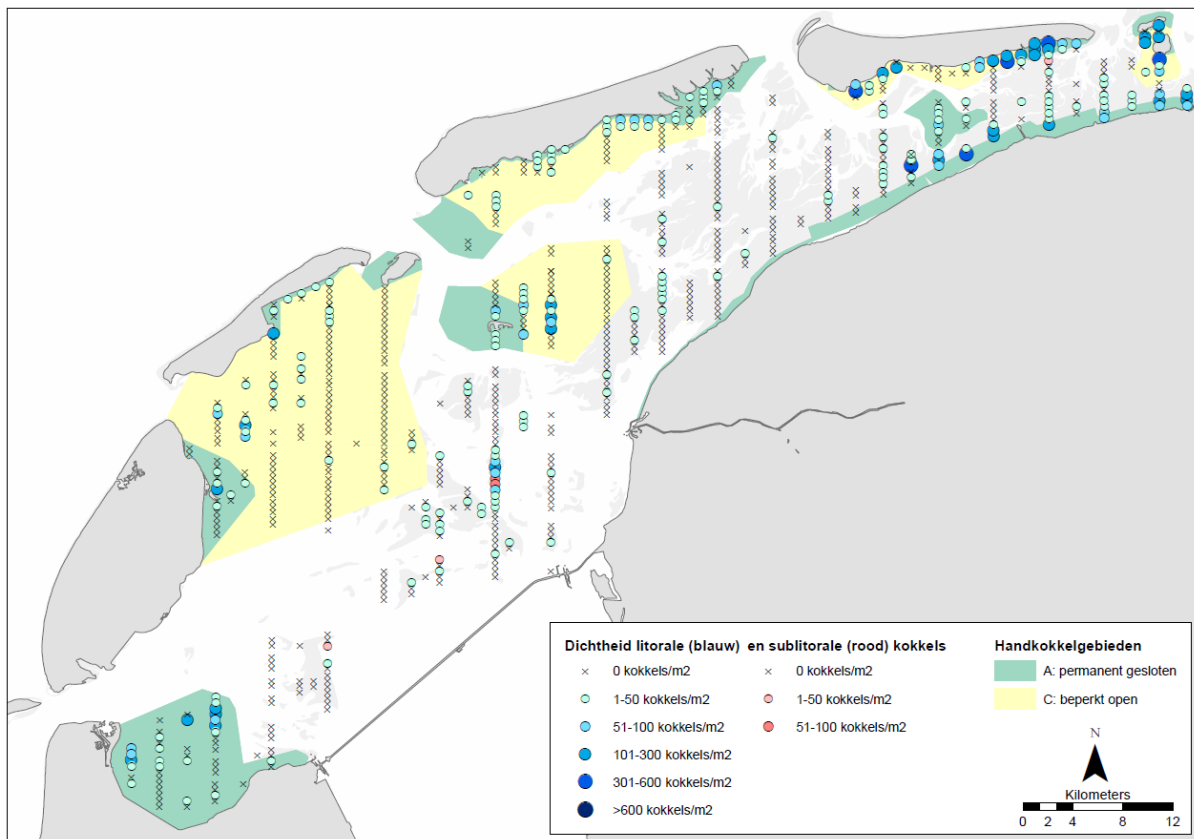
Literatuur

- Bult, T.P., B.J. Ens, R.L.P. Lanfers, A.C. Smaal en L. Zwarts, 2000. Korte Termijn Advies Voedselreservering Oosterschelde. Samenvattende Rapportage in het kader van EVAII. Rapport RIKZ/2000.042. Rijkswaterstaat, Rijks Instituut voor Kust en Zee.
- Bult T.P. & J. J. Kesteloo, 2002. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2002. RIVO-rapport C038/02.
- Bult T.P., B.J. Ens, D. Baars, R. Kats & M. Leopold, 2004. Eindrapport EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase). Deelproject B3: Evaluatie van de meting van het beschikbare voedselaanbod voor vogels die grote schelpdieren eten. RIVO-rapport C018/04.
- Dame R.F., 1993. Bivalve filter feeders in estuarine and coastal ecosystem processes NATO ASI Series, series G: Ecological Sciences. Springer-Verlag.
- Ens B.J., A.C. Smaal & J. de Vlas, 2004. The effects of shellfish fishery on the ecosystems of the Dutch Wadden Sea and Oosterschelde (EVAII). Alterra-rapport 1011; RIVO-rapport C056/04; RIKZ-rapport RKZ/2004.031. Alterra, Wageningen.
- Gosling E., 2003. Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture. Blackwell Publishing, Oxford.
- Iglesias, J.I.P. & E. Navarro, 1991. Energetics of growth and reproduction in cockles (*Cerastoderma edule*): seasonal and age-dependent variations. Marine Biology 111: 359-368.
- Kamermans P., J.J. Kesteloo & D. Baars, 2003. Eindverslag Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase. Deelproject H2: Evaluatie van de geschatte omvang en ligging van de kokkelbestanden in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Westerschelde. RIVO-rapport C054/03.
- Kamermans, P., T. Bult, B. Kater, D. Baars, J. Kesteloo, J. Perdon & E. Schuiling, 2004. Eindrapport EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase). Deelproject H4: Invloed van natuurlijke factoren en kokkelvisserij op de dynamiek van bestanden aan kokkels (*Cerastoderma edule*) en nonnen (*Macoma balthica*) in de Waddenzee, Ooster- en Westerschelde. RIVO-rapport C058/03.
- Keus, B., 2016. Habitattoets handmatige kokkelvisserij Waddenzee. Agonus Fisheries Consultancy, Leiden.
- LNV, 1993. Structuurnota Zee- en Kustvisserij. Evaluatie van de maatregelen in de kustvisserij gedurende de eerste fase (1993-1997), bijlage V.
- LNV, 2004. Ruimte voor een zilte oogst: Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005–2020. Ministerie van landbouw, natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Perdon J. & K. Troost, in prep. CVO handboek monstertuigen schelpdierinventarisaties, versie2. Intern CVO-rapport 18.004
- Perdon, J. & K. Troost, 2018. Species identification workshop 2017. Shellfish and other macrozoobenthos in Dutch coastal waters. Internal Wageningen Marine Research report C18.001.
- Perdon, J., Troost, K. & J. van Zwol, in prep. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2018. CVO rapport 18.010.
- Programma naar een Rijke Waddenzee, 2011. Meerjarenafspraken Handkokkelvisserij in de Waddenzee.
- RWS, 2016. Beheerplan Natura2000 Voordelta 2015 - 2021. 2016. Ministerie van Infrastructuur en Milieu | Rijkswaterstaat.
- Stralen, M.R. van, 1990. Het kokkelbestand in de Oosterschelde en de Waddenzee in 1990. RIVO rapport AQ 90 - 03.
- Troost, K., M. van Asch, E. Brummelhuis, D. van den Ende, J. Jol, J. Perdon & C. van Zweeden, 2016. Handboek bestandsopnames schelpdieren WOT. Versie2, mei 2016. Intern CVO rapport: 16.005
- Troost, K., E.B.M. Brummelhuis, M. van Asch & J. van Zwol, 2018. Schelpdierbestanden in Veerse Meer en Grevelingenmeer in 2017. CVO rapport 17.015.
- Twisk, F., 1990. Groei en sterfte van overjarige kokkels in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat DGW. Notitie GWWS-90.13093.
- Verdelhos, T., J.C. Marques & P. Anastácio, 2015. Behavioral and mortality responses of the bivalves *Scrobicularia plana* and *Cerastoderma edule* to temperature, as indicator of climate change's potential impacts. Ecological Indicators 58: 95-103.

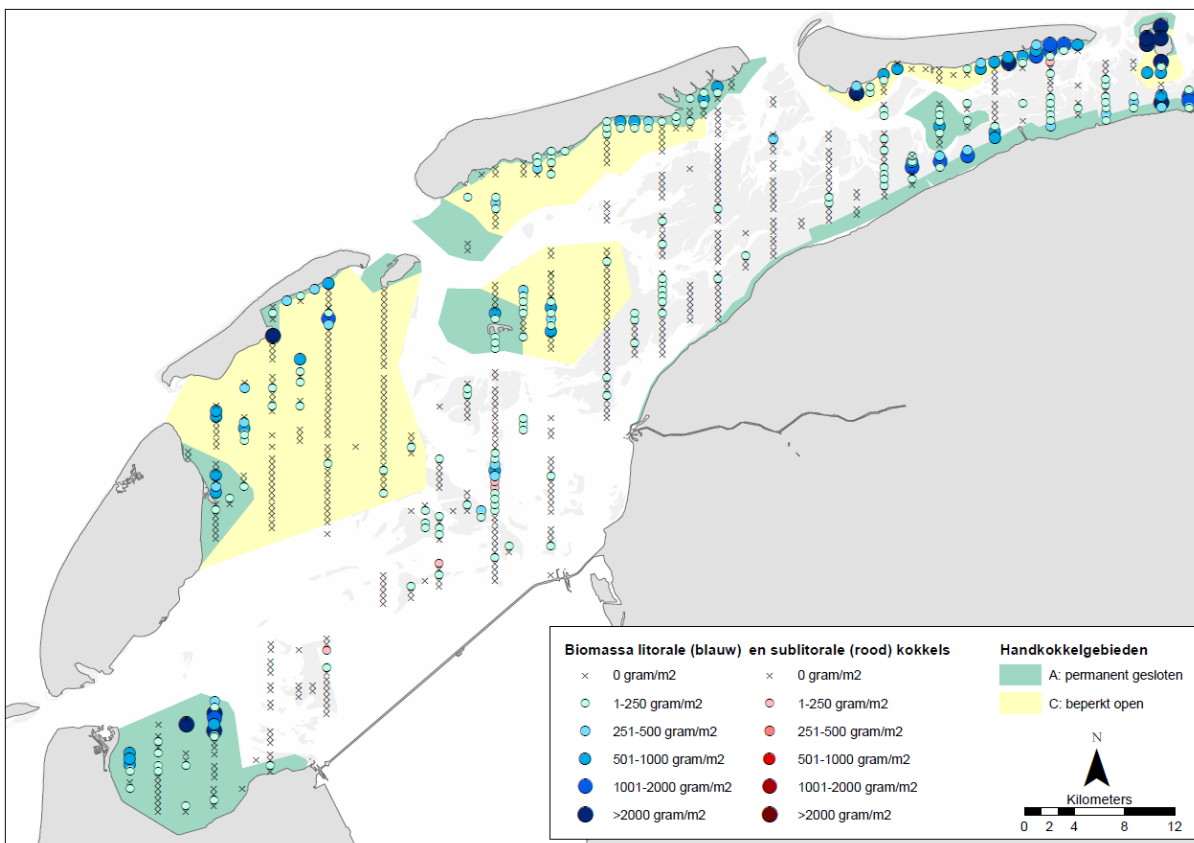
Bijlagen

Verspreiding van kokkels in de:

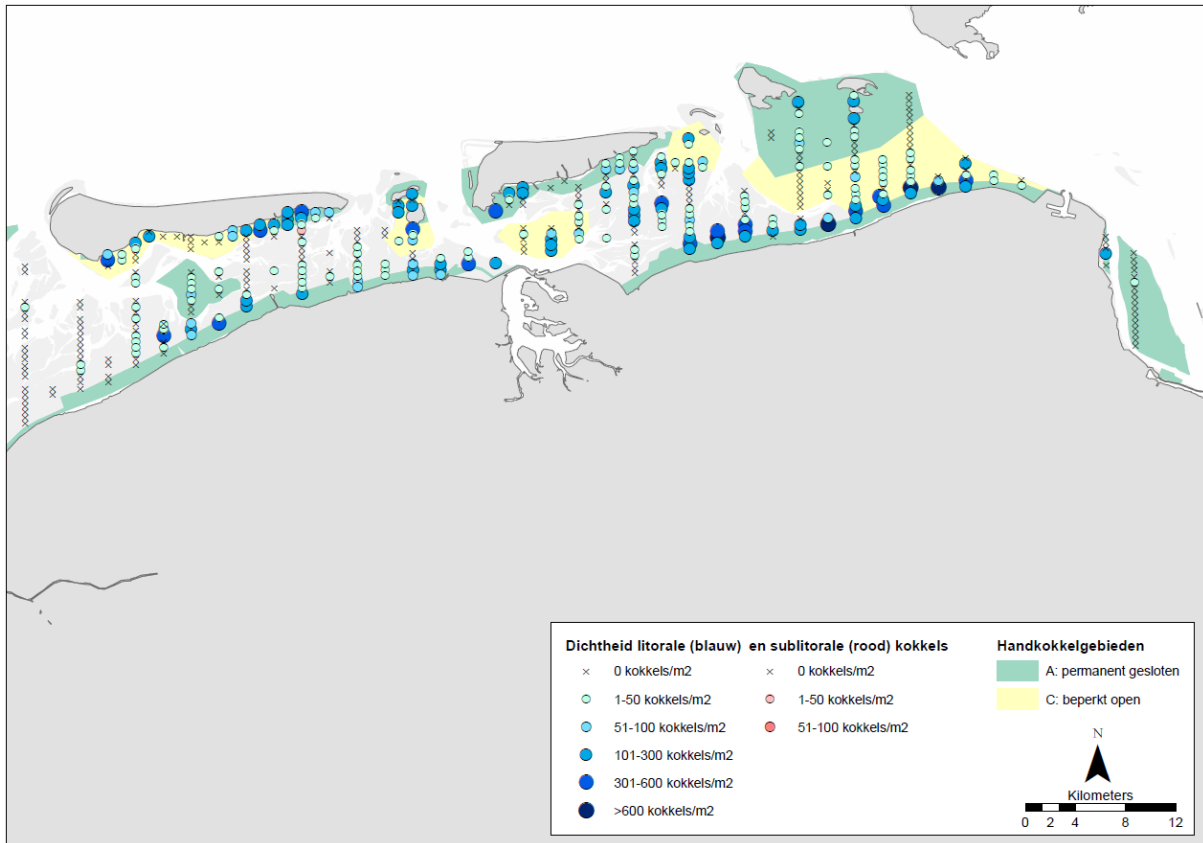
<u>Westelijke Waddenzee</u>		<i>blz.</i>
<i>Dichtheid</i>	<i>Figuur 11</i>	<i>26</i>
<i>Biomassa</i>	<i>Figuur 12</i>	<i>26</i>
<u>Oostelijke Waddenzee</u>		
<i>Dichtheid</i>	<i>Figuur 13</i>	<i>27</i>
<i>Biomassa</i>	<i>Figuur 14</i>	<i>27</i>
<u>Oosterschelde</u>		
<i>Dichtheid</i>	<i>Figuur 15</i>	<i>28</i>
<i>Biomassa</i>	<i>Figuur 16</i>	<i>28</i>
<u>Westerschelde</u>		
<i>Dichtheid</i>	<i>Figuur 17</i>	<i>29</i>
<i>Biomassa</i>	<i>Figuur 18</i>	<i>29</i>



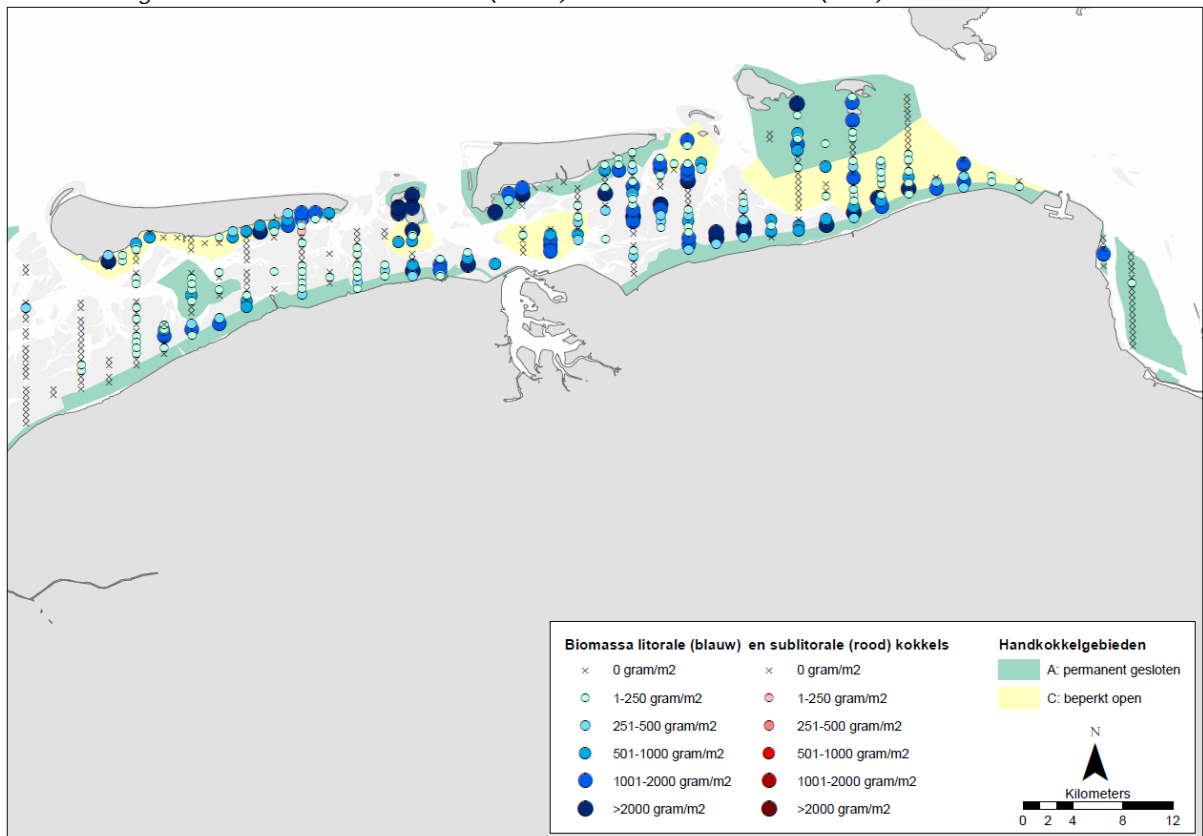
Figuur 11. Dichtheden van kokkels (aantal per m²) in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2018. Er is onderscheid gemaakt tussen litorale locaties (blauw) en sublitorale locaties (rood).



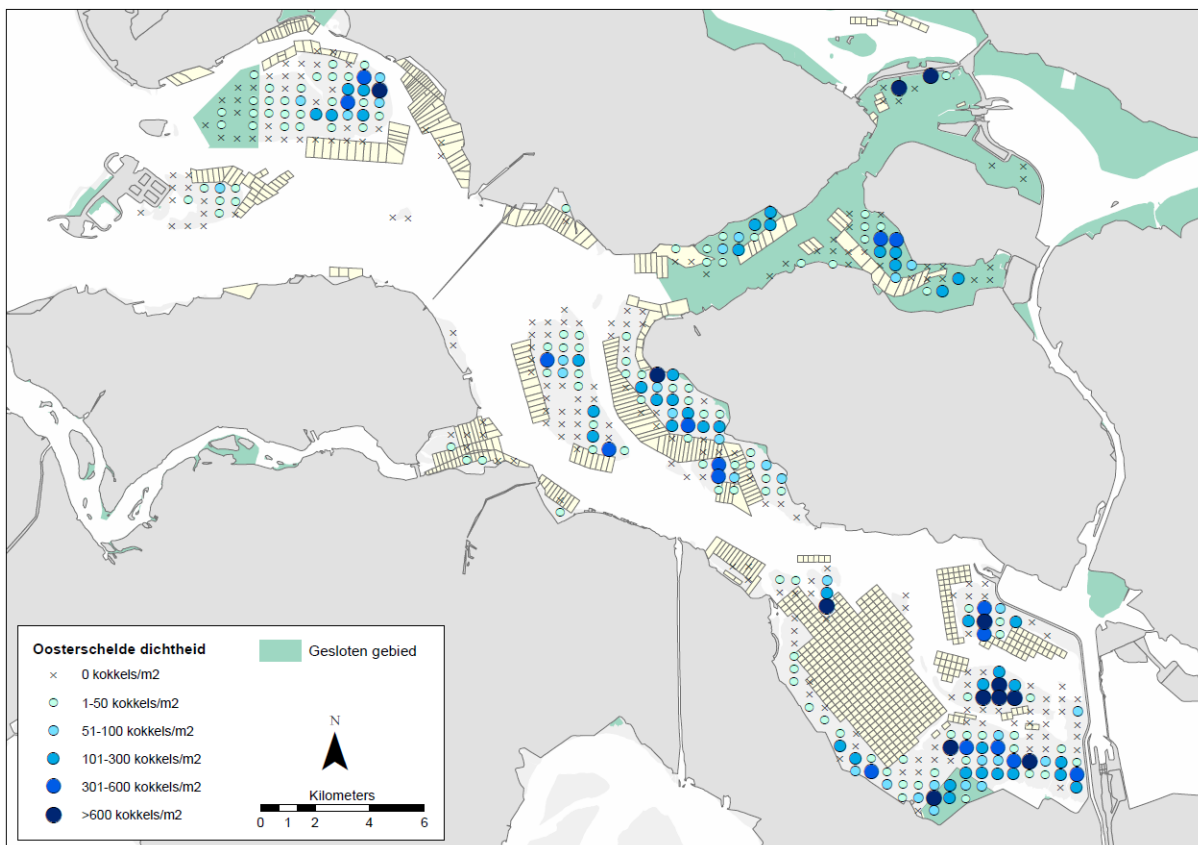
Figuur 12. Biomassa van kokkels (gram versgewicht per m²) in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2018. Er is onderscheid gemaakt tussen litorale locaties (blauw) en sublitorale locaties (rood).



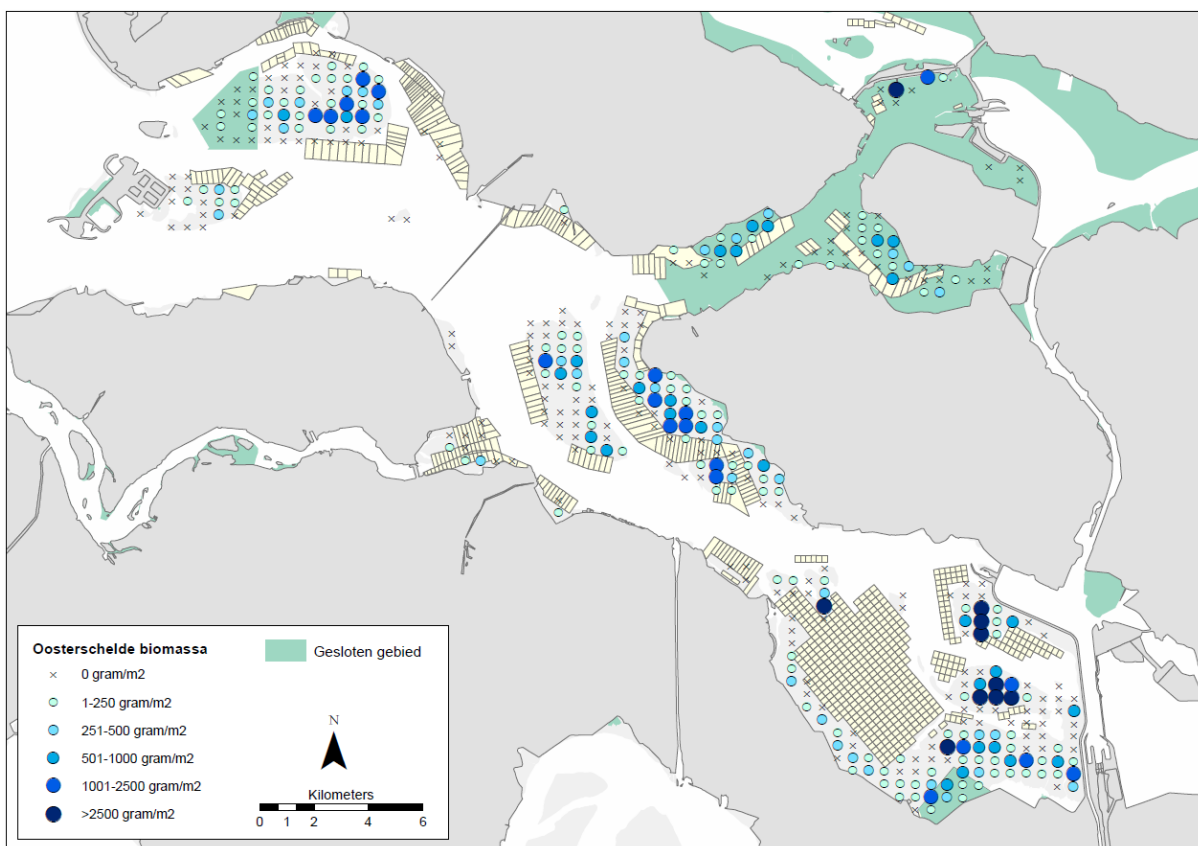
Figuur 13. Dichtheden van kokkels (aantal per m²) in de oostelijke Waddenzee in het voorjaar van 2018. Er is onderscheid gemaakt tussen littorale locaties (blauw) en sublittorale locaties (rood).



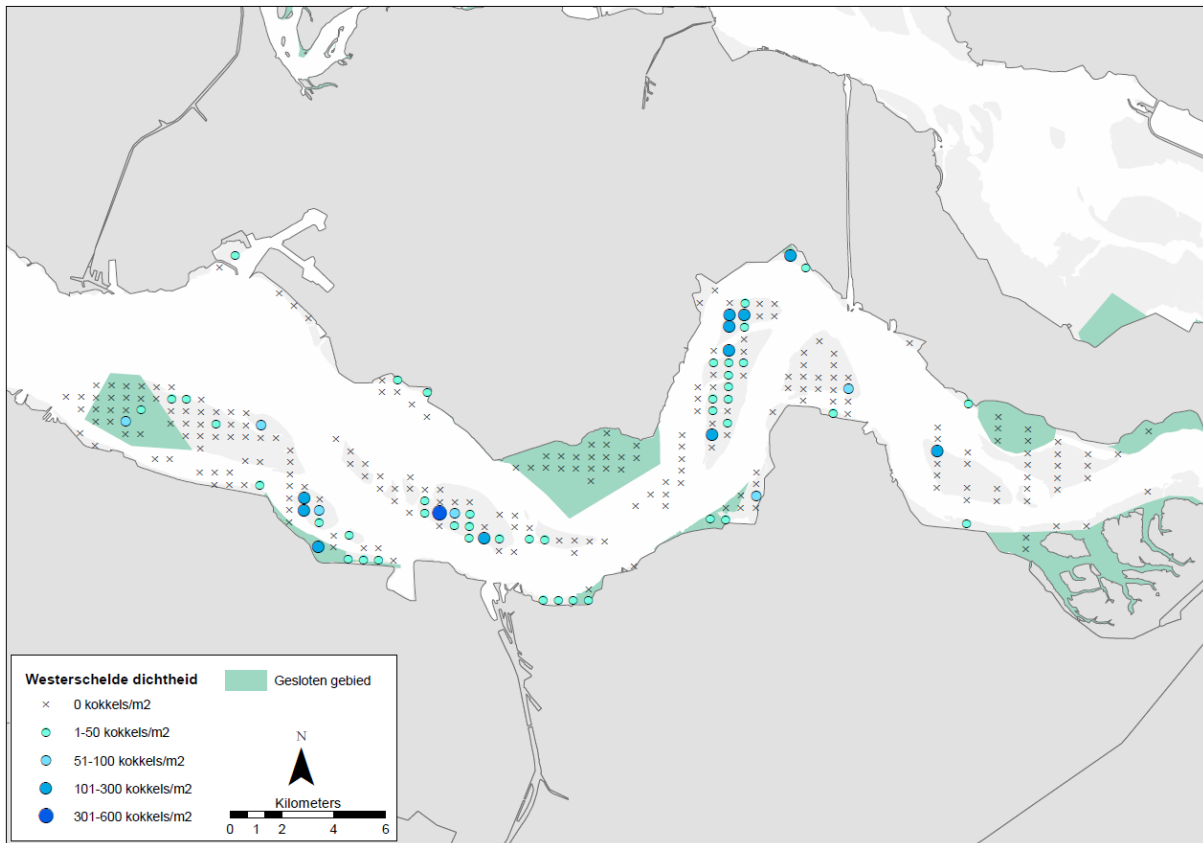
Figuur 14. Biomassa van kokkels (gram versgewicht per m²) in de oostelijke Waddenzee in het voorjaar van 2018. Er is onderscheid gemaakt tussen littorale locaties (blauw) en sublittorale locaties (rood).



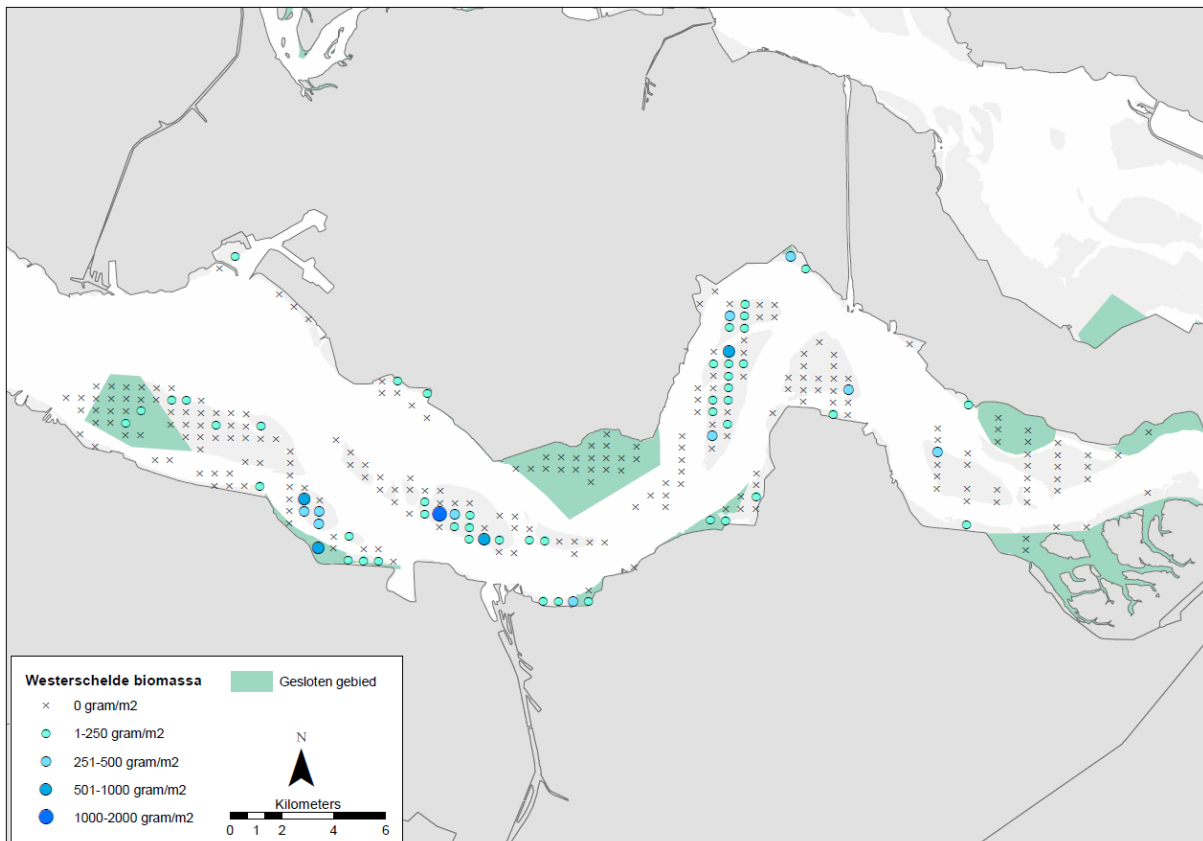
Figuur 15. Dichtheden van kokkels (aantal per m²) in het litoraal van de Oosterschelde in het voorjaar van 2018.



Figuur 16. Biomassa van kokkels (gram versgewicht per m²) in het litoraal van de Oosterschelde in het voorjaar van 2018.



Figuur 17. Dichtheden van kokkels (aantal per m²) in het litoraal van de Westerschelde in het voorjaar van 2018.



Figuur 18. Biomassa van kokkels (gram versgewicht per m²) in het litoraal van de Westerschelde in het voorjaar van 2018.