

Stichting Wageningen Research Centrum voor Visserijonderzoek (CVO)

Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren in 2019

M. van Asch, D. van den Ende, J. van der Pool, E. Brummelhuis, C. van Zweeden, Y. van Es en K. Troost

CVO rapport: 19.009

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

Projectnummer: 4311208022
BAS code: WOT-05-001-008

Publicatiedatum: 20 augustus 2019

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 gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

DOI: <https://doi.org/10.18174/497849>

© 2019 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 V09

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
Summary	5
1 Inleiding	6
1.1 Wettelijk kader	6
1.2 Doelstelling	7
2 Methoden	7
2.1 Monsternamen	7
2.1.1 Monsterpunten	7
2.1.2 Stratificatie	8
2.1.3 Uitvoering	9
2.2 Monsterverwerking.....	10
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
4.2 Oosterschelde.....	20
4.3 Westerschelde	20
Dankwoord	22
Kwaliteitszorg.....	22
Verantwoording	22
Literatuur	23
Bijlagen	24

Samenvatting

Wageningen Marine Research heeft in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit in het voorjaar van 2019 het kokkelbestand (*Cerastoderma edule*) in de Waddenzee, Oosterschelde en Westerschelde geïnventariseerd. Deze inventarisatie wordt jaarlijks uitgevoerd om te kunnen bepalen hoeveel kokkels opgevist mogen 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. Doel van deze inventarisaties ten behoeve van de visserij is het bepalen van de voorjaarsbestanden op de droogvallende platen in deze gebieden. Op basis hiervan wordt, door middel van extrapolatie, een schatting gemaakt van de oogstbare bestanden in september. Aanvullend wordt sinds 1993 het kokkelbestand in de Voordelta bepaald als onderdeel van de bestandsopnamen van mesheften en halfgeknotte strandschelpen in de Nederlandse kustzone, en sinds 2017 worden ook de Grevelingen en het Veerse Meer bemonsterd. Deze resultaten worden apart gerapporteerd (Perdon *et al.*, in prep.; Van der Pool *et al.*, in prep.).

In het litorale deel van de Waddenzee is het kokkelbestand in het voorjaar van 2019 geschat op 196,4 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 308,1 miljoen kg versgewicht bedragen. Dit komt bij een gemiddeld vleespercentage van 15% overeen met 46,2 miljoen kg kokkelvlees. In de Oosterschelde is het kokkelbestand in het voorjaar geschat op 13,8 miljoen kg versgewicht. De verwachte kokkelbiomassa in het najaar is 23,3 miljoen kg, wat overeenkomt met 3,5 miljoen kg kokkelvlees. In de Westerschelde is het kokkelbestand geschat op 6,3 miljoen kg versgewicht in het voorjaar. De verwachte kokkelbiomassa in het najaar bedraagt 10,0 miljoen kg versgewicht, wat overeenkomt met 1,5 miljoen kg kokkelvlees.

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 33,8 miljoen kg kokkelvlees, voor de Oosterschelde 1,8 miljoen kg en voor de Westerschelde 1,0 miljoen kg.

In alle gebieden wordt het bestand hoofdzakelijk gevormd door broedval van afgelopen jaar. Er heeft in de zomer van 2018 grote kokkelsterfte plaatsgevonden, vermoedelijk als gevolg van extreem hoge temperaturen (Troost en Van Asch, 2018). Op dat moment was er sprake van een sterk verouderd bestand dat hoofdzakelijk uit meerjarige kokkels bestond. Het grootste deel hiervan is dood gegaan tijdens de hittegolf in zomer 2018. Er had op dat moment al wel een vrij omvangrijke broedval plaatsgevonden. Hierdoor is het totale bestand aan biomassa in de Waddenzee ongeveer gelijk gebleven aan dat van vorig jaar. In de Oosterschelde was het bestand aan 1-jarige en meerjarige kokkels in de zomer van 2018 vrijwel geheel verdwenen, maar dankzij de omvangrijke broedval van 2018 ligt het bestand dat in het voorjaar van 2019 is aangetroffen "slechts" 56% lager dan in het voorjaar van 2018. In de Westerschelde is het bestand, hoewel laag ten opzichte van de andere gebieden, verdubbeld ten opzichte van vorig jaar.

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 2019 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 2019 are predicted 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 coastal area (since 1993) as well as in the lake Grevelingenmeer and lake Veerse Meer areas (since 2017). The results of those surveys are reported separately (Perdon *et al.*, in prep.; Van der Pool *et al.*, in prep.).

In the intertidal areas of the Dutch Wadden Sea the total cockle stock was estimated at 196.4 million kg fresh weight. Calculated biomass in autumn (September 1st) 2019 is 308.1 million kg fresh weight. Of this, 46.2 million kg is cockle flesh (assuming an average flesh weight of 15%). In the Oosterschelde bay total cockle stock in spring 2019 was estimated at 13.8 million kg fresh weight. Calculated biomass in autumn is 23.3 million kg fresh weight. Of this, 3.5 million kg is cockle flesh. In the Westerschelde estuary, the estimated total cockle stock was 6.3 million kg fresh weight. Calculated biomass in autumn 2019 is 10.0 million kg fresh weight. Of this, 1.5 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 33.8, 1.8 and 1.0 million kg cockle flesh in autumn, for the Wadden Sea, Oosterschelde bay and Westerschelde estuary, respectively.

In all three areas most of the cockle biomass is formed by last years' spatfall. During the summer of 2018 cockle mortality was very high, most likely due to the prolonged heatwave at the time (Troost and Van Asch, 2018). At that time the vast majority of cockles was several years old. Just before the heatwave a large spatfall occurred. These cockles are now 1-year old, and form the majority of the stock this year. Because of this large spatfall, cockle stock in de Wadden Sea is similar to that of the previous spring. In the Oosterschelde bay almost all cockles of 1-year and older died during the summer of 2018, but due to a large spatfall the cockle stock found in spring 2019 was "only" 56% lower than in spring 2018. Cockle stocks in the Westerschelde estuary, though relatively low, more than doubled compared to last year.

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-05-001-008. Dit rapport presenteert de resultaten van de voorjaarsbemonstering en de schatting van het bestand in het najaar van 2019. 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 (Van der Pool *et al.*, in prep.).

De jaarlijkse inventarisatie wordt 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 van 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 mag zowel mechanisch als handmatig op kokkels gevist worden. Er geldt een voedselreserveringsbeleid naar de inzichten uit het EVA II onderzoek (Ens *et al.*, 2004). Er mag pas worden gevist wanneer het kokkelbestand hoger is dan 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 voortschrijdend driejaargemiddelde van de populatieaantallen. Hierbij geldt een opslag van 10% om de scholeksterpopulatie ontwikkelingskansen te bieden. De handkokkelsector heeft 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 gevist 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).

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 Methoden

2.1 Monsternamen

De kokkelbestandsopnamen in de Waddenzee, de Oosterschelde en de Westerschelde zijn uitgevoerd in april, mei en juni 2019. Het veldwerk is uitgevoerd in samenwerking met medewerkers van de Waddenunit, 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, dus ook in 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.

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

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

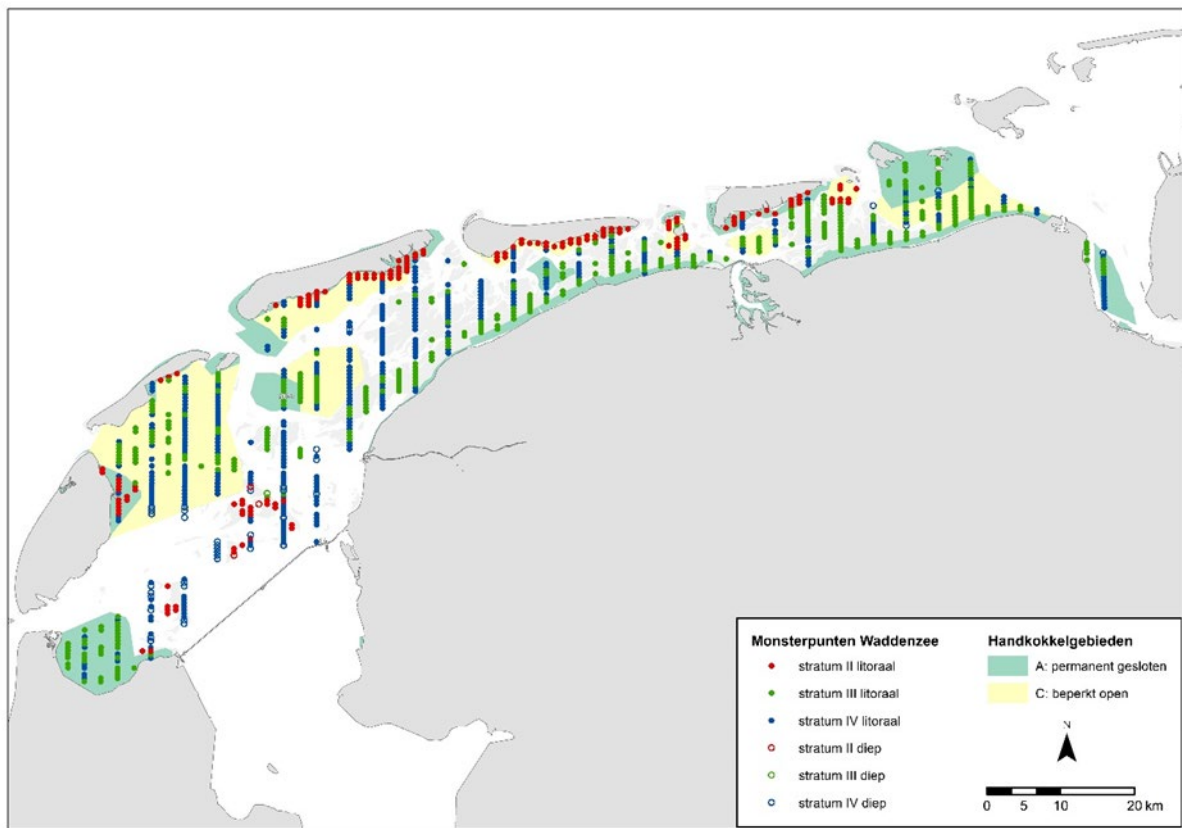
Bij het instellen van de handkokkelgebieden in 2011 was er oorspronkelijk ook sprake van B-gebieden. Tegenwoordig zijn deze voormalige B-gebieden echter permanent gesloten (A gebied) (Keus, 2016).

Het gebied bij de Hond en de Paap is niet meegenomen in de meerjarenaafspraken maar wel gesloten voor visserij en wordt in dit rapport dus beschouwd als A-gebied.

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 bevist indien daarvoor toestemming is gegeven door de betreffende mosselkweker.

De monsterpunten en 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.



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

2.1.2 Stratificatie

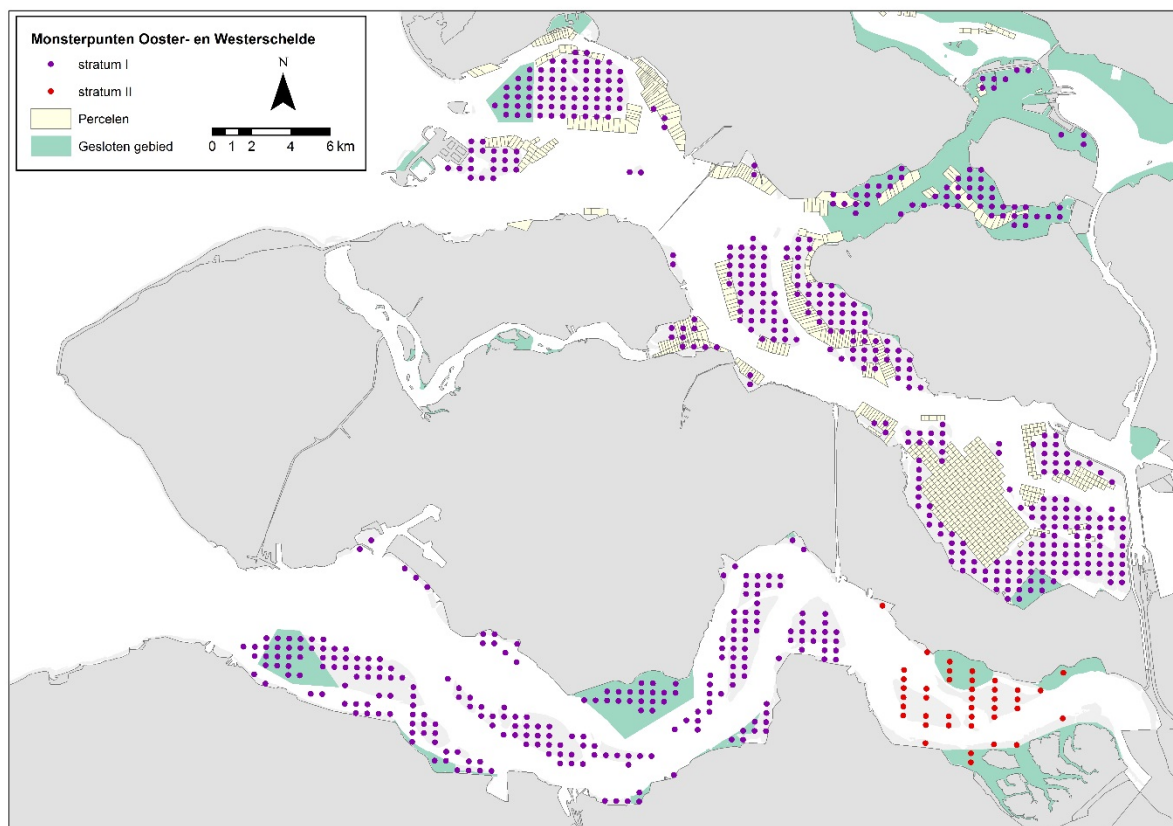
Het litoraal van de Waddenzee en de Deltawateren wordt volledig gedekt tijdens de bemonstering. Binnen de te inventariseren gebieden in de Waddenzee en Westerschelde is een stratificatie toegepast op basis van informatie over kokkeldichtheid uit eerdere jaren. In gebieden waar hogere dichtheden kokkels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

Er worden vier kokkelstrata onderscheiden:

- I. In 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. In het (relatief kokkelarme) oostelijk gedeelte van de Westerschelde en in de Waddenzee op locaties waar (hoge dichtheden) kokkels verwacht worden. De afstand tussen de bemonsterde raaien is in dit stratum 1 geografische minuut (ca. 1110 meter).
- III. In het gedeelte van de Waddenzee waar mogelijk kokkels verwacht worden. De afstand tussen de raaien in dit stratum is 2 geografische minuten (ca. 2220 meter).
- IV. In het resterende gedeelte van de Waddenzee. De afstand tussen de raaien in dit stratum is 4 geografische minuten (ca. 4440 meter).

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 Noord-Zuid richting), de afstand tussen raaien varieert per stratum maar is daarbinnen constant. Op deze manier representeert ieder station een oppervlak dat hoort bij het betreffende stratum.



Figuur 2. De bemonsterde litorale stations in de Oosterschelde en Westerschelde. Ook weergegeven zijn de gesloten gebieden (blauwgroen).

In de Waddenzee ligt ieder jaar een deel van de monsterpunten in het ondiepe sublitoraal. In 2019 lagen 919 monsterpunten in het litoraal en 41 in het ondiepe sublitoraal. Omdat de Waddenzee zeer veranderlijk is kunnen monsterpunten die rond de laagwaterlijn liggen het ene jaar in het litoraal liggen en het andere jaar in het sublitoraal. Deze punten maken jaarlijks deel uit van het monstergrid, en achteraf worden ze op basis van de meest actuele navigatiekaarten (TimeZero) in combinatie met aanvullende informatie uit luchtfoto's, satellietbeelden en het dieptelood tijdens monsternamen ingedeeld bij de litorale of sublitorale punten. In aanvulling op de litorale monsterpunten geven de sublitorale monsterpunten een vollediger beeld van de verspreiding van kokkels in de gehele Waddenzee. Ze worden echter 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. De stationslocaties zijn bepaald met behulp van GPS-apparatuur in combinatie met het navigatieprogramma MaxSea TimeZero. Voor locaties die 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 (aantal stations per monstertuig in tabel 1):

- Stempelkor (figuur 3): 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 (figuur 3): Dit monstertuig wordt toegepast in de Deltawateren en de Waddenzee en wordt bediend vanuit een bijboot. 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 (figuur 3): 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.

2.2 Monsterverwerking

Monsters die zijn genomen door medewerkers van WMR zijn meteen aan boord verwerkt (figuur 3 en 4). Monsters die zijn genomen door medewerkers van het ministerie van LNV (Waddenunit en visserijkundig ambtenaren) zijn ingevroren, naar WMR getransporteerd en daar verwerkt. 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.* (2016).



Figuur 3. De meest gebruikte monstertuigen: stempelkor (links), kokkelschepje (rechtsboven) en steekbuis met zeef (rechtsonder).

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			26	1343	131	13559	207	43020
	kokkelschepje			116	5991	206	21321	162	33668
	steekbuis			11	568	47	4865	11	2286
	oesterhapper							2	416
Waddenzee <i>sublitoraal</i>	stempelkor			2	103			34	7066
	kokkelschepje			1	52	1	104	3	623
Oosterschelde	kokkelschepje	402	10721						
	steekbuis	26	693						
Westerschelde	kokkelschepje	223	5971	37	1974				
	steekbuis	17	455	3	160				

Kokkels zijn op basis van groeiringen 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.

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 tijdens de gehele survey. Alleen de resultaten voor de kokkels worden hier gerapporteerd.



Figuur 4. Het zeven en spoelen van een monster aan boord van de YE42. Met rechts op de foto de mobiele labruimte waarin de monsters verder verwerkt worden.

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 groeicurve (Bijlage C in Kamermans *et al.*, 2003). De groei van 1-jarige kokkels in de Waddenzee kan afwijken van de standaard groeifactor 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 voorjaarbemonstering:

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

Waarbij:

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

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

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

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 (zie ook Bult en Kesteloo, 2002). 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.

3 Resultaten

3.1 Het kokkelbestand in de Waddenzee

De geschatte totale kokkelbiomassa in het litorale deel van de Waddenzee bedraagt op basis van de bemonstering in het voorjaar van 2019 196,4 miljoen kg versgewicht (95% betrouwbaarheidsinterval 169–225 miljoen kg). Zie voor de bestanden per gebied en leeftijd tabel 6. Het voorspelde versgewicht op 1 september 2019 bedraagt 308,1 miljoen kg. Uitgaande van een gemiddeld vleespercentage van 15% komt dit overeen met 46,2 miljoen kg kokkelvlees in het najaar.

De oogstbare biomassa in september is geschat op 33,8 miljoen kg kokkelvlees (tabel 3). Hiervan bevindt zich 4,9 miljoen kg in het permanent gesloten gebied (A), 7,3 miljoen kg in het lotingsgebied (C) en 21,5 miljoen kg in het open gebied (D). Voor handkokkelvisserij zijn met name de banken met dichtheden van minimaal 600 kokkels per m² belangrijke visgebieden. In de gehele Waddenzee is de hoeveelheid kokkelvlees op dat type banken in het najaar geschat op 20,6 miljoen kg en de totale oppervlakte van deze banken op 1345 hectare.

In figuur 5 en figuur 6 zijn de ontwikkelingen van de kokkelbestanden weergegeven vanaf 1990 voor respectievelijk het voorjaar (miljoen kg versgewicht) en het najaar (miljoen kg vleesgewicht). De biomassa is berekend voor de verschillende jaarklassen. Incidenteel waargenomen 0-jarige kokkels zijn samengevoegd met de biomassa van 1-jarige kokkels. Het totaalbestand aan kokkels (figuur 5) in het voorjaar van 2019 is vergelijkbaar met dat aangetroffen in 2018. Wel is de samenstelling van de populatie anders: dit jaar bestaat 74% van de aanwezige biomassa uit 1-jarige kokkels, tegenover 6% vorig jaar. Het voorspelde oogstbare bestand (figuur 6) is fors toegenomen ten opzichte van het oogstbare bestand vorig jaar. Dit komt omdat vrijwel het gehele bestand gevormd wordt door 1-jarige kokkels, die in relatief hoge dichtheden voorkomen (en dus veel punten >50/m²) en waarvan de voorspelde groei veel hoger is dan die van oudere kokkels. Het voorspelde najaarsbestand van 2018 (15,6 miljoen kg kokkelvlees) is na de reguliere rapportage (Van Asch *et al.*, 2018) naar beneden bijgesteld op basis van resultaten van een

herbemonstering (3,1 miljoen kg kokkelvlees) die na de extreme zomersterfte in 2018 is uitgevoerd (Troost en Van Asch, 2018).

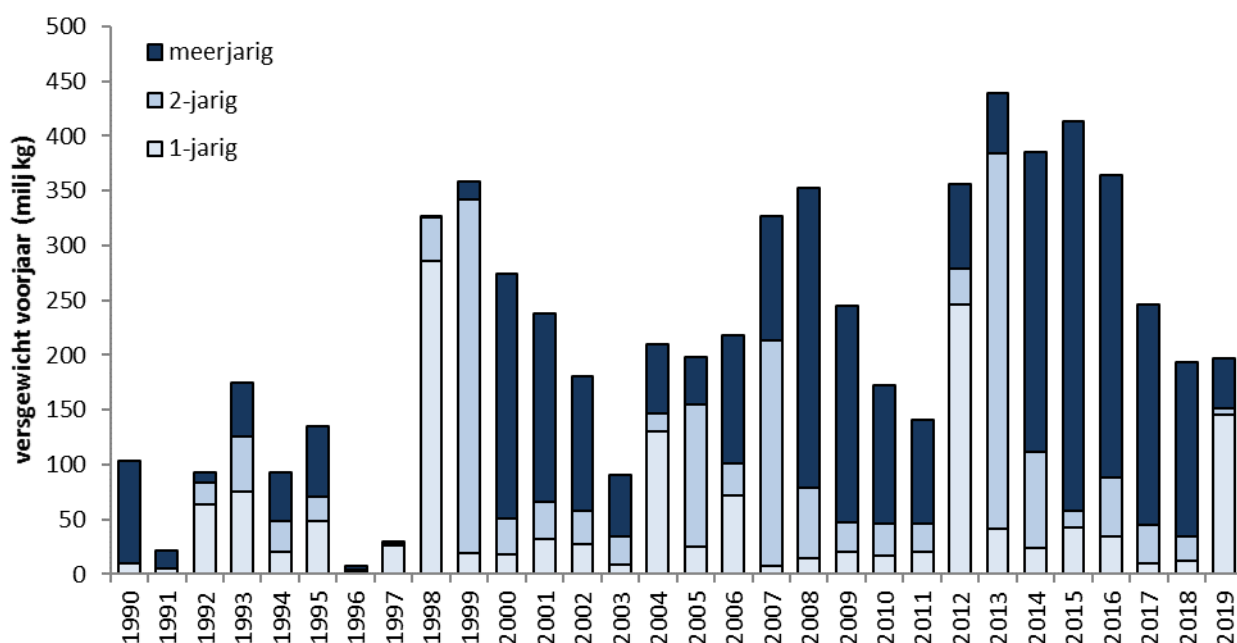
Tabel 2. De geschatte litorale kokkelbiomassa in miljoen kg versgewicht in de Waddenzee in het voorjaar en het daaruit berekende bestand op 1 september 2019, onderverdeeld naar de voor de visserij gesloten (A), beperkt open (C) en open (D) gebieden. Kokkelvleesgewicht in het najaar is berekend als 15% 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	110	24,3	12,4	42,0	13,6	6,3
	2-jarig	23	1,6	0,8	2,3	0,7	0,3
	meerjarig	47	8,6	4,4	8,2	2,7	1,2
A totaal (N=212)		120	34,6	17,6	52,4	17,0	7,9
C beperkt	1-jarig	149	42,7	21,7	69,5	22,6	10,4
	2-jarig	15	1,8	0,9	1,8	0,6	0,3
	meerjarig	49	8,1	4,1	7,2	2,3	1,1
C totaal (N=308)		161	52,6	26,8	78,6	25,5	11,8
D open	1-jarig	129	78,0	39,7	148,4	48,2	22,3
	2-jarig	19	3,3	1,7	3,8	1,2	0,6
	meerjarig	82	27,9	14,2	24,9	8,1	3,7
D totaal (N=399)		159	109,2	55,6	177,1	57,5	26,6
Waddenzee	1-jarig	388	144,9	73,8	259,9	84,4	39,0
	2-jarig	57	6,8	3,5	7,9	2,6	1,2
	meerjarig	178	44,7	22,8	40,2	13,1	6,0
Waddenzee totaal (N=919)		440	196,4	100,0	308,1	100,0	46,2

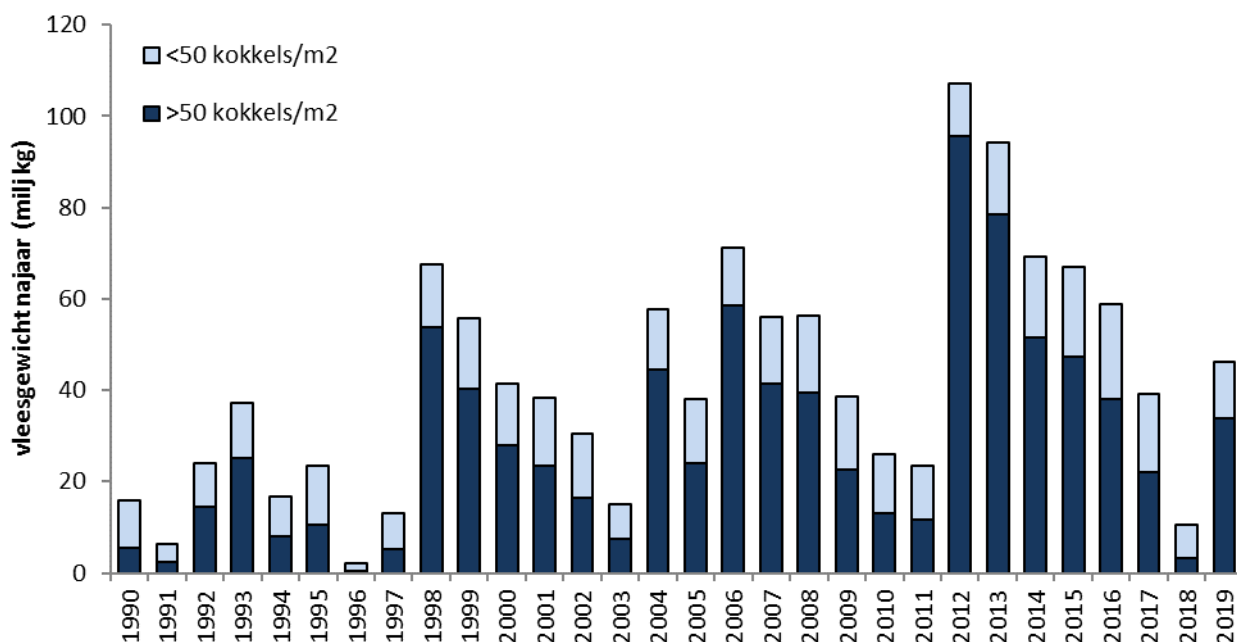
Tabel 3. Het berekende litorale kokkelbestand en de oogstbare gedeelten daarvan in de verschillende deelgebieden in de Waddenzee in het najaar van 2019. De oogstbare biomassa is berekend als de biomassa bij dichtheden van >50 kokkels per vierkante meter. Voor de oogstbare biomassa is zowel het versgewicht, als het vleesgewicht (=15% versgewicht) en het bijbehorende oppervlak 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	212	34,6	52,4	32,7	4,9	3778
C beperkt	308	52,6	78,6	48,8	7,3	4503
D open	399	109,2	177,1	143,6	21,5	5803
Waddenzee						
Totaal	919	196,4	308,1	225,0	33,8	14083

De verspreiding (aantal en biomassa) van kokkels in de Waddenzee staat in figuren 11 t/m 14 van de bijlage. Op 8 van de 41 in het ondiepe sublitoraal gelegen monsterpunten zijn kokkels aangetroffen. Hieruit is een bestand berekend van 0,6 miljoen kg versgewicht kokkels in de bemonsterde sublitorale gebieden.



Figuur 5. De geschatte litorale kokkelbiomassa (miljoen kg versgewicht) bij de voorjaarsbemonstering in de Waddenzee in de periode 1990-2019, 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 1990-2019, 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. In 2018 is het naar aanleiding van de extreme zomersterfte gecorrigeerde najaarsbestand weergegeven (Troost en Van Asch, 2018).

3.2 Het kokkelbestand in de Oosterschelde

De totale biomassa in de Oosterschelde tijdens de bemonstering in het voorjaar van 2019 is 13,8 miljoen kg versgewicht (95%-betrouwbaarheidsinterval 12-16 miljoen kg versgewicht). Zie voor de bestanden per gebied en leeftijd tabel 4. Het voorspelde bestand op 1 september bedraagt 23,3 miljoen kg versgewicht, wat overeenkomt met 3,5 miljoen kg kokkelvlees, uitgaande van een vleespercentage van 15%. De oogstbare biomassa in het najaar is bepaald op 1,8 miljoen kg kokkelvlees (tabel 5). De verspreiding van kokkels qua dichtheid (aantal/m²) en biomassa versgewicht (gram/m²) in de Oosterschelde in het voorjaar van 2019 is weergegeven in figuren 15 en 16 van de bijlage.

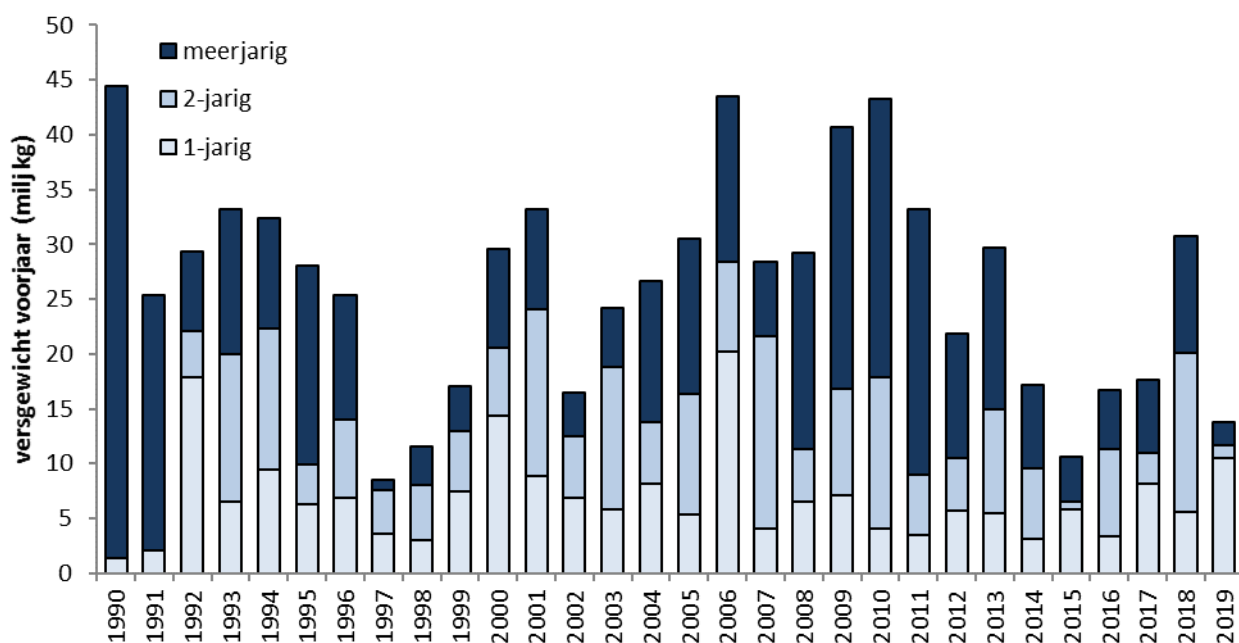
Tabel 4. De geschatte kokkelbiomassa in miljoen kg versgewicht in de Oosterschelde in het voorjaar en het berekende bestand op 1 september 2019, onderverdeeld naar de voor de visserij permanent gesloten gebieden (SN, volgens de structuurnota), schelpdierkweekpercelen en open gebieden. Kokkelvleesgewicht 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	38	2,1	15,4	4,3	18,4	0,6
	2-jarig	5	0,1	0,7	0,1	0,5	<0,1
	meerjarig	6	0,4	2,6	0,3	1,2	<0,1
SN totaal (N=84)		41	2,6	18,7	4,7	20,2	0,7
Percelen	1-jarig	7	0,13	0,9	0,18	0,8	<0,1
	2-jarig	1	0,0	0,1	<0,1	0,1	<0,1
	meerjarig	2	0,1	0,5	0,1	0,3	<0,1
Percelen totaal (N=41)		8	0,2	1,6	0,3	1,1	<0,1
Open	1-jarig	164	8,3	59,8	15,5	66,5	2,3
	2-jarig	37	1,1	7,8	1,3	5,4	0,2
	meerjarig	42	1,7	12,1	1,6	6,7	0,2
Open totaal (N=303)		174	11,0	79,7	18,3	78,7	2,7
OS	1-jarig	209	10,5	76,1	19,9	85,7	3,0
	2-jarig	43	1,2	8,6	1,4	6,0	0,2
	meerjarig	50	2,1	15,2	1,9	8,2	0,3
Oosterschelde (N=428)		223	13,8	100,0	23,3	100,0	3,5

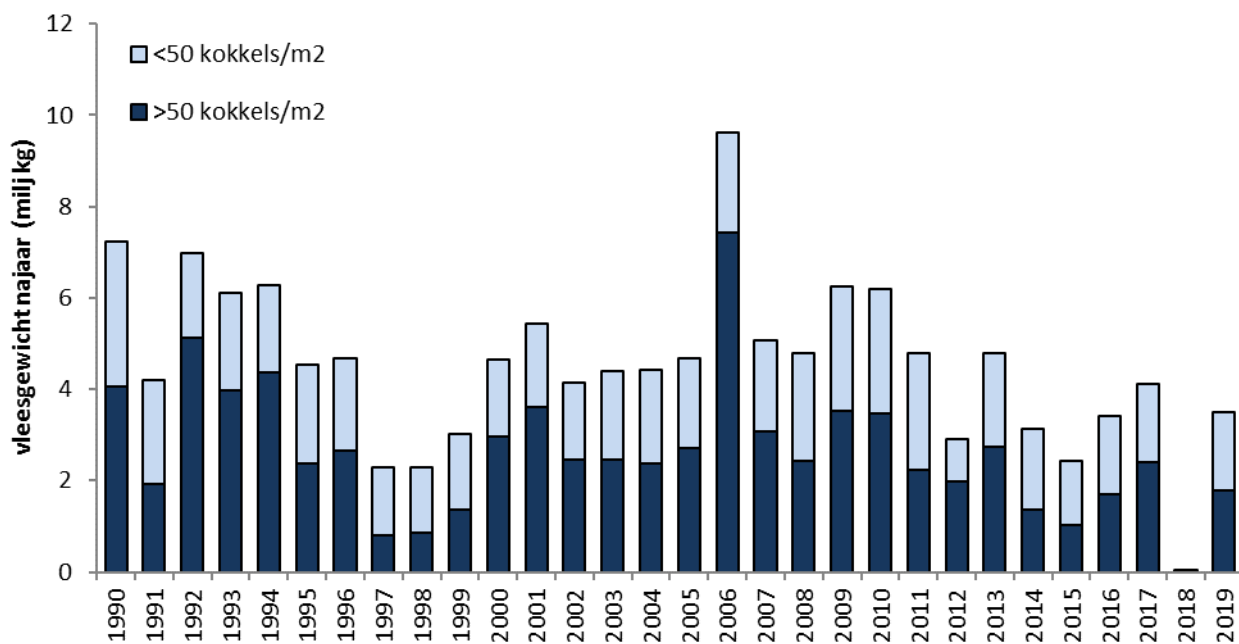
Tabel 5. Het berekende kokkelbestand in miljoen kg versgewicht en de oogstbare gedeelten daarvan in de permanent gesloten gebieden (SN, volgens structuurnota), op percelen en in de open gebieden in de Oosterschelde in het najaar van 2019. Voor de oogstbare biomassa is zowel het versgewicht, als het vleesgewicht (=15% versgewicht) en de bijbehorende oppervlakte waar de kokkels zijn aangetroffen weergegeven.

15% vergewicht en de bijbehorende oppervlakte waar de kokkeis zijn aangebracht weergegeven.						
Gebied	N loc bemonsterd	Biomassa vergewicht (milj kg)		Biomassa oogstbaar najaar (miljoen kg)		
		voorjaar totaal	najaar totaal	vergewicht N>50	vleesgewicht N>50	opp. hectare N>50
Deelgebied						
SN	84	2,6	4,7	2,8	0,4	507
Percelen	41	0,2	0,3	0	0	0
Open	303	11,0	18,3	9,0	1,4	1707
Oosterschelde						
Totaal	428	13,8	23,3	11,9	1,8	2214

Het kokkelbestand in de Oosterschelde is afgenomen ten opzichte van 2018 (figuur 7). Het aangetroffen bestand bestaat voornamelijk uit 1-jarige kokkels. Het geschatte bestand op 1 september is weer terug op het niveau van vóór 2018 (figuur 8). Het geschatte najaarsbestand (4,4 miljoen kg kokkelvlees, Van Asch *et al.*, 2018) in de Oosterschelde in 2018 is bijgesteld (0,05 miljoen kg kokkelvlees, Troost en Van Asch, 2018) naar aanleiding van de extreme zomersterfte.



Figuur 7. De kokkelbiomassa (miljoen kg versgewicht) bij de voorjaarsbemonstering in de Oosterschelde in de periode 1990-2019, 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 1990-2019, 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. In 2018 is het gecorrigeerde najaarsbestand weergegeven (Troost en Van Asch, 2018).

3.3 Het kokkelbestand in de Westerschelde

De waargenomen kokkelbiomassa in de Westerschelde in het voorjaar bedroeg 6,3 miljoen kg versgewicht (95% betrouwbaarheidsinterval 5-8 miljoen kg). Zie voor de bestanden per gebied en leeftijd tabel 6. Het berekende bestand op 1 september 2019 bedraagt 10,0 miljoen kg versgewicht. Uitgaande van een vleespercentage van 15% komt dit overeen met 1,5 miljoen kg kokkelvlees in het najaar. De oogstbare biomassa in het najaar is bepaald op 1,0 miljoen kg kokkelvlees (tabel 7).

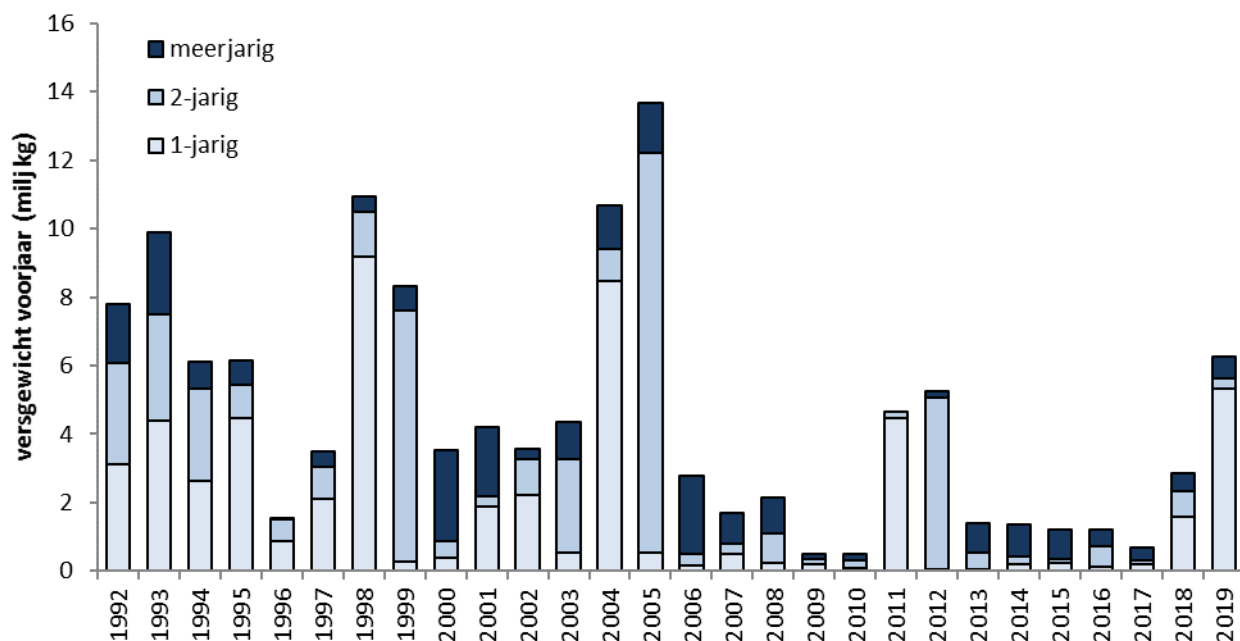
Het verloop over de tijd van het waargenomen versgewicht in het voorjaar (figuur 9) en van het berekende vleesgewicht in het najaar (figuur 10) in de Westerschelde laten een toename zien in het kokkelbestand. In de Westerschelde heeft vorig jaar geen herbemonstering plaatsgevonden omdat daar, vanwege een te laag kokkelbestand, geen visserij gepland was. De najaarschatting in 2018 is dus niet gecorrigeerd voor de zomersterfte van 2018. Het overgrote merendeel van de kokkelbiomassa (85%) in het voorjaar van 2019 bestaat uit 1-jarige kokkels. De verspreiding van kokkels qua dichtheid (aantal/m²) en biomassa (gram/m²) in de Westerschelde in het voorjaar van 2019 is weergegeven in figuren 17 en 18 in de bijlage.

Tabel 6. De kokkelbiomassa in miljoen kg versgewicht in de Westerschelde in het voorjaar en het berekende bestand op 1 september 2019, onderverdeeld naar de voor de visserij open en gesloten gebieden. Kokkelvleesgewicht in het najaar is berekend als 15% van het najaars-versgewicht.

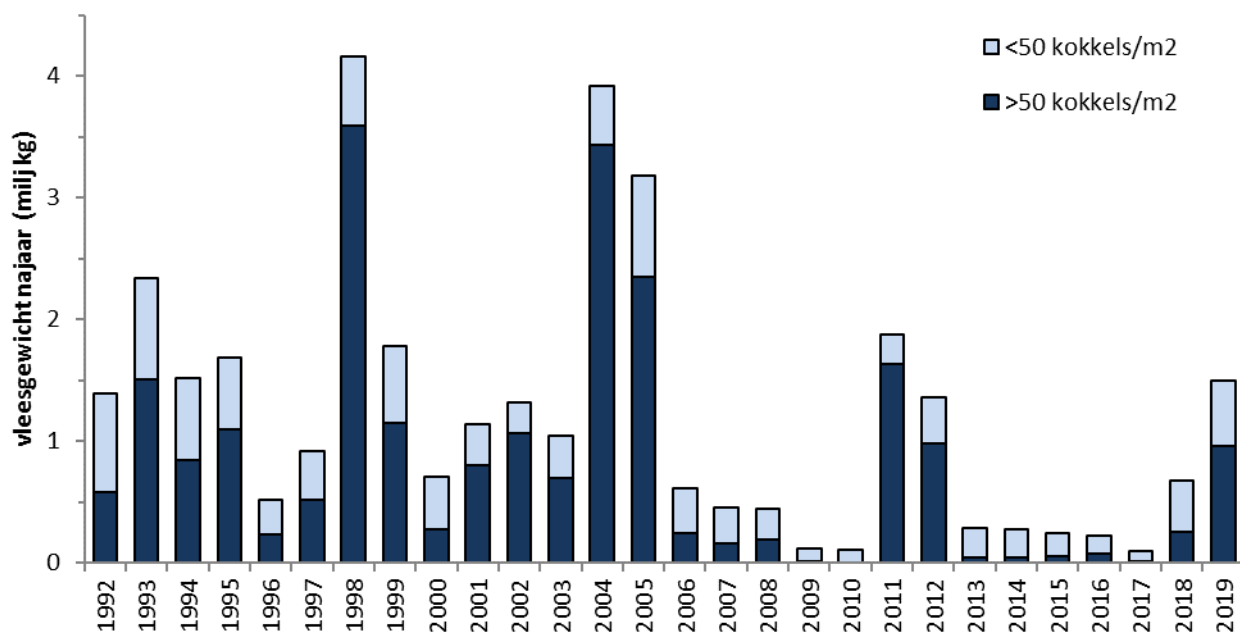
Gebied	Jaar klasse	N loc aan- wezig	Biomassa versgewicht voorjaar		Biomassa versgewicht najaar		Vleesgewicht najaar
			miljoen kg	% van totaal	miljoen kg	% van totaal	miljoen kg
Open	1-jarig	60	3,3	52,1	6,9	69,3	1,0
	2-jarig	12	0,3	4,1	0,3	2,7	<0,1
	meerjarig	14	0,5	8,6	0,5	5,0	0,1
Open totaal (N=227)		62	4,1	64,8	7,7	77,0	1,2
Gesloten	1-jarig	10	2,1	33,1	2,1	21,5	0,3
	2-jarig	1	<0,1	0,7	0,1	0,5	<0,1
	meerjarig	2	0,1	1,4	0,1	0,9	<0,1
Gesloten totaal (N=53)		10	2,2	35,2	2,3	23,0	0,3
WS	1-jarig	70	5,3	85,2	9,1	91	1,4
	2-jarig	13	0,3	4,8	0,3	3	<0,1
	meerjarig	16	0,6	10,0	0,6	6	0,1
Westerschelde (N=280)		72	6,3	100,0	10,0	100,0	1,5

Tabel 7. 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 2019. 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	227	4,1	7,7	4,9	0,7	562
Gesloten	53	2,2	2,3	1,5	0,2	187
Westerschelde						
Totaal	280	6,3	10,0	6,4	1,0	750



Figuur 9. De kokkelbiomassa (miljoen kg versgewicht) bij de voorjaarsbemonstering in de Westerschelde in de periode 1992-2019, onderverdeeld in jaarklassen 1-jaarig (inclusief incidenteel aangetroffen broed = 0-jaarig), 2-jaarig en meerjarig).



Figuur 10. De septemberschatting van de kokkelbiomassa (miljoen kg vleesgewicht) in de Westerschelde in de periode 1992-2019, berekend uit de voorjaarsinventarisaties van WMR. Er is onderscheid gemaakt tussen het oogstbare bestand in donkerblauw (>50 kkokels per m²) en het bestand bij dichtheden tot en met 50 kkokels per m² in lichtblauw.

4 Discussie en conclusies

4.1 Waddenzee

Het in de Waddenzee aangetroffen voorjaarsbestand (196,4 miljoen kg) heeft vrijwel dezelfde omvang als het voorjaarsbestand van 2018 (193,7 miljoen kg). De samenstelling is echter zeer verschillend als gevolg van de extreme sterfte die in de zomer van 2018 is opgetreden onder kokkels ouder dan 1 jaar (Troost en Van Asch, 2018) en de omvangrijke broedval die in 2018 heeft plaatsgevonden. Waar in het voorjaar 2018 het kokkelbestand nog sterk verouderd was (78% meerjarige kokkels), bestond het bestand in het voorjaar van 2019 voor 74% uit 1-jarige kokkels.

De oorspronkelijke schatting van het najaarsbestand van 2018 lag onder de grens van 21 miljoen kg vlees en betekende dus een "kokkelarm" jaar. De consequentie hiervan was een limitering van de toegestane visserij-intensiteit (Programma naar een rijke Waddenzee, 2011). Uit de herbemonstering naar aanleiding van de extreme zomersterfte is het geschatte najaarsbestand naar beneden bijgesteld, namelijk van 15,6 miljoen kg naar 3,1 miljoen kg vleesgewicht (Troost en Van Asch, 2018). Naar aanleiding hiervan is het quotum voor de visserij naar beneden aangepast. Als gevolg van de omvangrijke broedval die in 2018 heeft plaatsgevonden ligt het geschatte najaarsbestand in 2019 met 33,8 miljoen kg weer boven de grens van 21 miljoen kg. De geschatte toename van het bestand, van 196,4 miljoen kg versgewicht in het voorjaar naar 308,1 miljoen kg versgewicht in het najaar, is relatief groot omdat het bestand grotendeels bestaat uit 1-jarige kokkels welke sneller groeien dan hun oudere soortgenoten.

Op het moment van afronden van dit rapport is echter duidelijk geworden, op basis van observaties door de Waddenunit en handkokkelvisserij, dat zich in 2019 wederom een zomersterfte van uitzonderlijke omvang heeft voorgedaan in de Waddenzee. Het najaarsbestand wordt berekend volgens een gemiddelde zomersterfte van 28%, wat betekent dat normaal gesproken in sommige jaren het najaarsbestand is overschat en in andere jaren onderschat. Op basis van de observaties schatten wij in dat de zomersterfte in 2019 een extreme omvang had, waardoor het najaarsbestand aanzienlijk is overschat.

4.2 Oosterschelde

De totale biomassa versgewicht in voorjaar 2019 (13,8 miljoen kg) in de Oosterschelde is vergelijkbaar met die in de periode 2014 t/m 2017. In 2018 werd in het voorjaar 30,8 miljoen kg aangetroffen, maar hiervan heeft 90% de lang aanhoudende hittegolf in de zomer van 2018 niet overleefd (Troost en Van Asch, 2018). De verwachting was daarom dat in het voorjaar van 2019 een fors lager bestand aangetroffen zou worden. Deze verwachting is uitgekomen, met een 56% lager voorjaarsbestand in 2019. Toch kwam deze schatting hoger uit dan verwacht zou mogen worden op basis van de zomersterfte van 2018 alleen. In 2018 was namelijk ook sprake van een omvangrijke broedval, wat geresulteerd heeft in een verjonging van het kokkelbestand in de Oosterschelde, dat in het voorjaar van 2019 voor 76% bestond uit 1-jarige kokkels. Dankzij deze broedval is het geschatte najaarsbestand in 2019 van ongeveer dezelfde omvang als in de afgelopen jaren. Hoewel ook in de Oosterschelde een verhoogde sterfte is waargenomen in de zomer van 2019, lijkt deze sterfte vooralsnog niet een uitzonderlijke omvang te hebben.

4.3 Westerschelde

In de Westerschelde is het kokkelbestand voor het tweede jaar op rij toegenomen, van 2,9 miljoen kg in 2018 naar 6,3 miljoen kg versgewicht in voorjaar 2019. Het overgrote deel (85%) van het voorjaarsbestand bestaat uit 1-jarige kokkels, wat erop duidt dat ook in de Westerschelde in 2018 een meer dan gemiddeld grote broedval heeft plaatsgevonden. De biomassa aan 2- en meerjarige kokkels is

relatief slechts weinig afgenomen (van 1,2 miljoen kg in voorjaar 2018 naar 0,9 miljoen kg in voorjaar 2019). In vergelijking met de Oosterschelde (van 25,3 naar 3,3 miljoen kg) en Waddenzee (van 182,0 naar 50,5 miljoen kg) lijkt onder oudere kokkels in de Westerschelde dus beduidend minder sterfte te zijn opgetreden tijdens de lang aanhoudende hittegolf in 2018. In tegenstelling tot de Oosterschelde en Waddenzee is in de Westerschelde in 2018 géén herbemonstering uitgevoerd.

Dankwoord

We willen graag de medewerkers 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 monstername, alsmede voor het nemen en aanleveren van monsters. Tot slot bedanken wij de bemanning van de YE42 voor hun onvermoeibare inzet en collegialiteit.

Kwaliteitszorg

CVO beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaat nummer: 268632-2018-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De certificering is uitgevoerd door DNV GL Business Assurance B.V. B.V.

Verantwoording

Rapport 19.009

Projectnummer: 4311208022

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

Akkoord: Dr. P. Kamermans
Senior Onderzoeker Marine Ecologie en Aquacultuur

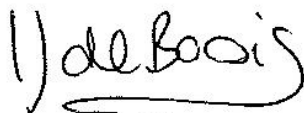
Handtekening:



Datum: 20 augustus 2019

Akkoord: Ing. I.J. de Boois
Plv. hoofd Centrum voor Visserijonderzoek

Handtekening:



Datum: 20 augustus 2019

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 EVAlI. 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.
- 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, J. van Zwol, in prep. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2019. CVO rapport 19.010.
- Programma naar een Rijke Waddenzee, 2011. Meerjarenaafspraken 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., M. van Asch. Herziene schatting van het kokkelbestand in de Waddenzee en Oosterschelde in het najaar van 2018. CVO rapport: 18.014
- Twisk, F., 1990. Groei en sterfte van overjarige kokkels in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat DGW. Notitie GWWS-90.13093.
- Van Asch, M., E.B.M. Brummelhuis, D. van den Ende, C. van Zweeden, K. Troost, 2018. Het kokkelbestand in de Nederlandse kustwateren 2018. CVO rapport 18.011.
- Van der Pool, J. *et al*, in prep. Schelpdierbestanden in Veerse Meer en Grevelingenmeer in 2019. CVO rapport 19.011.

Bijlagen

Verspreiding van kokkels in de:

Westelijke Waddenzee

Dichtheid *Figuur 11*

Biomassa *Figuur 12*

Oostelijke Waddenzee

Dichtheid *Figuur 13*

Biomassa *Figuur 14*

Oosterschelde

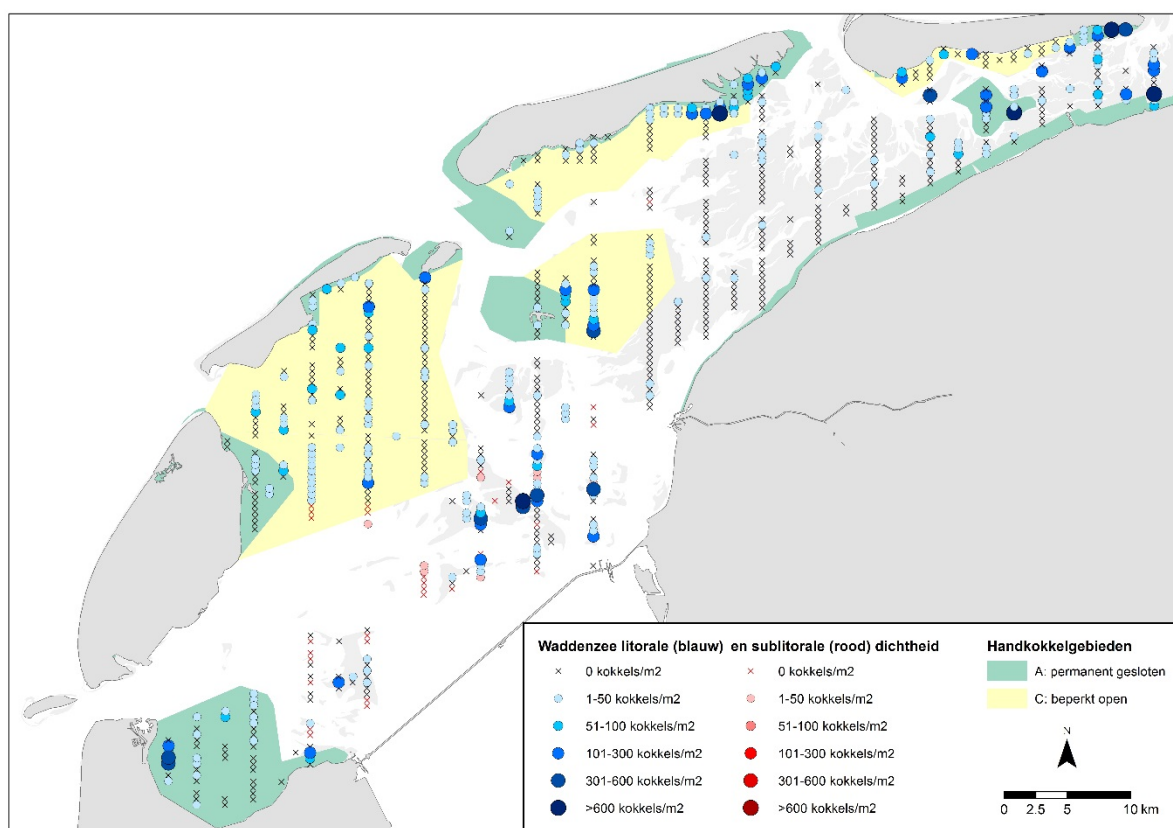
Dichtheid *Figuur 15*

Biomassa *Figuur 16*

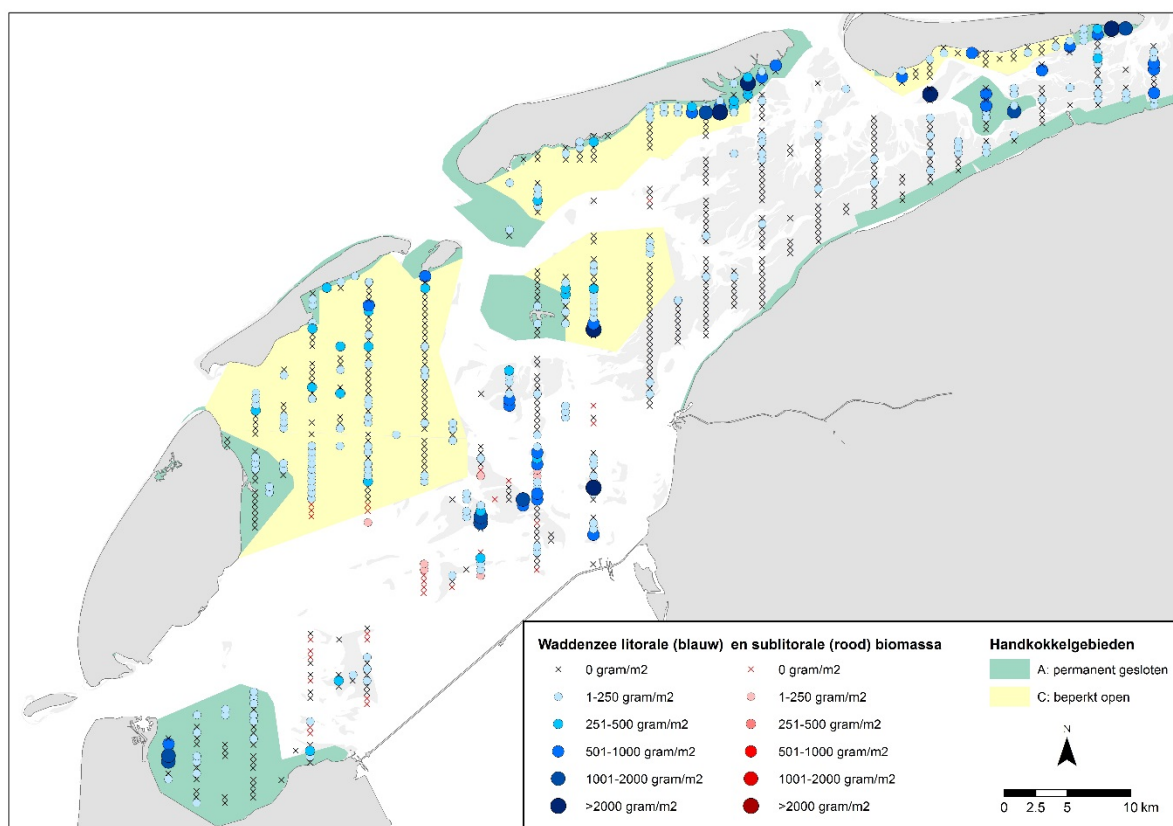
Westerschelde

Dichtheid *Figuur 17*

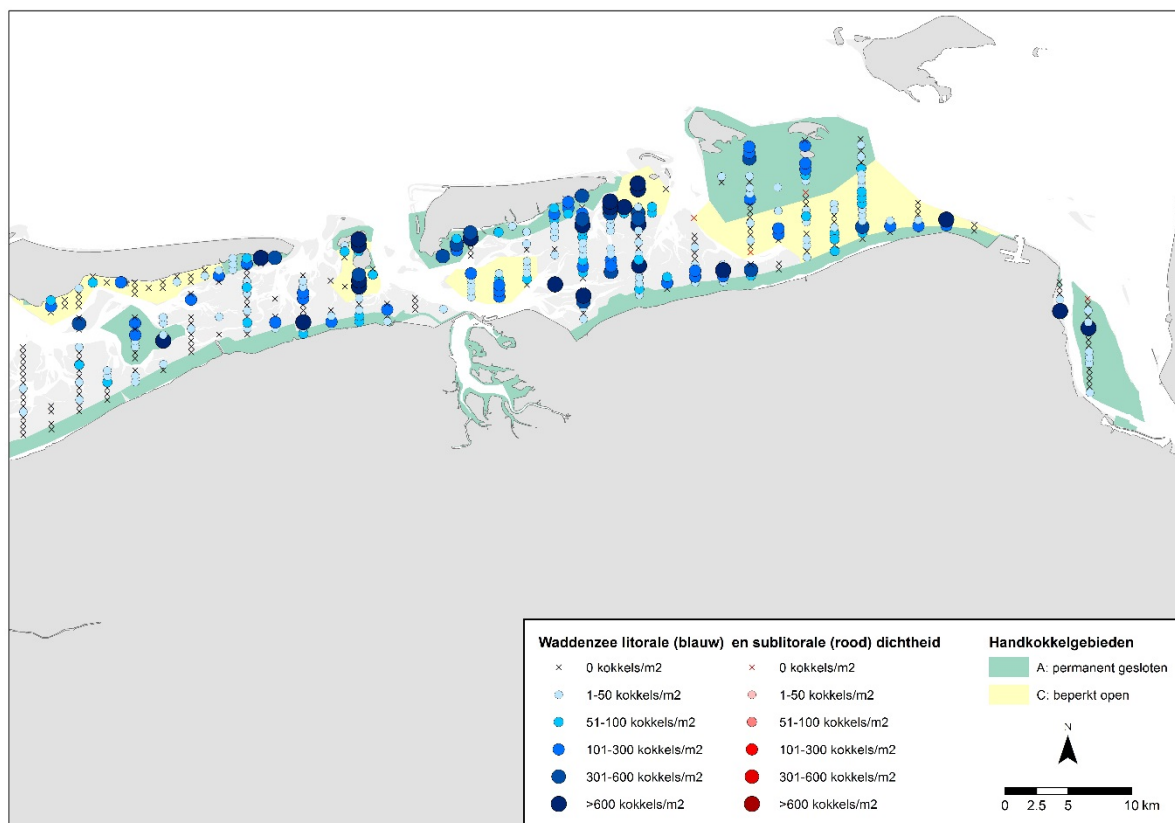
Biomassa *Figuur 18*



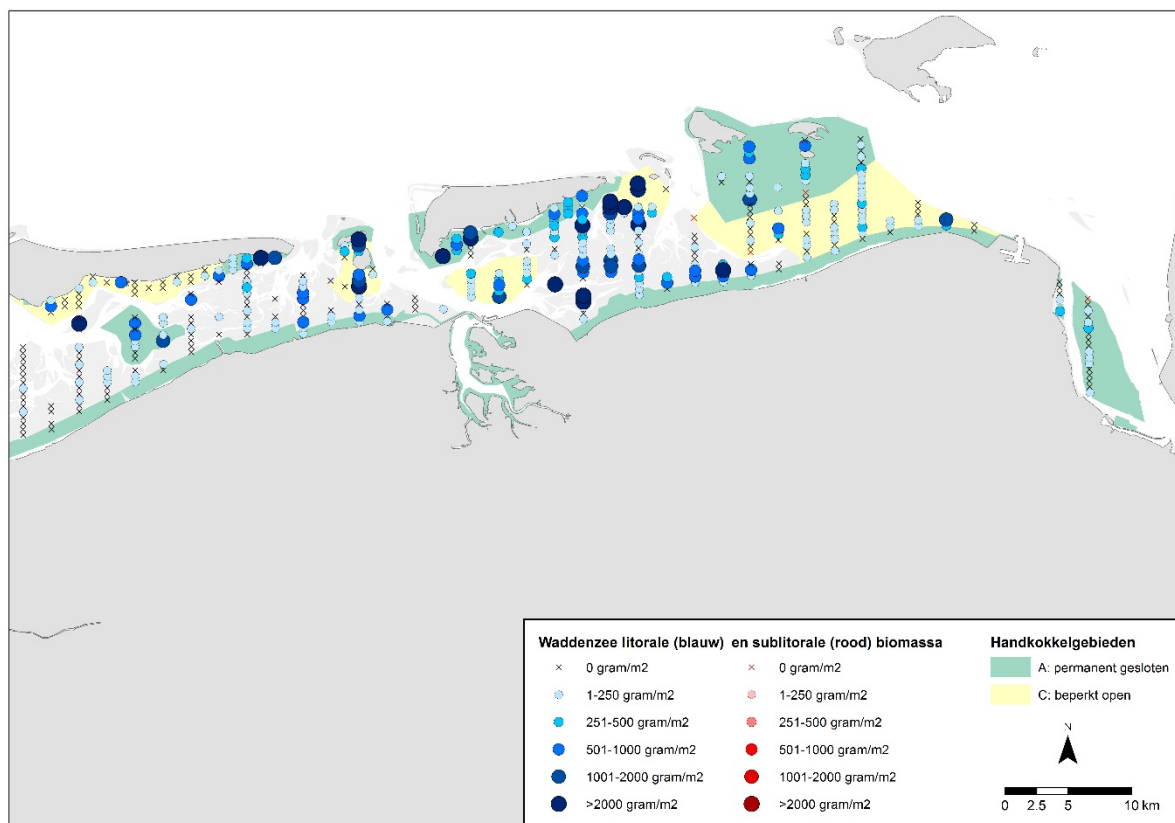
Figuur 11. Dichtheden van kokkels (aantal per m^2) in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2019. Er is onderscheid gemaakt tussen litorale locaties (blauw) en sublitorale locaties (rood).



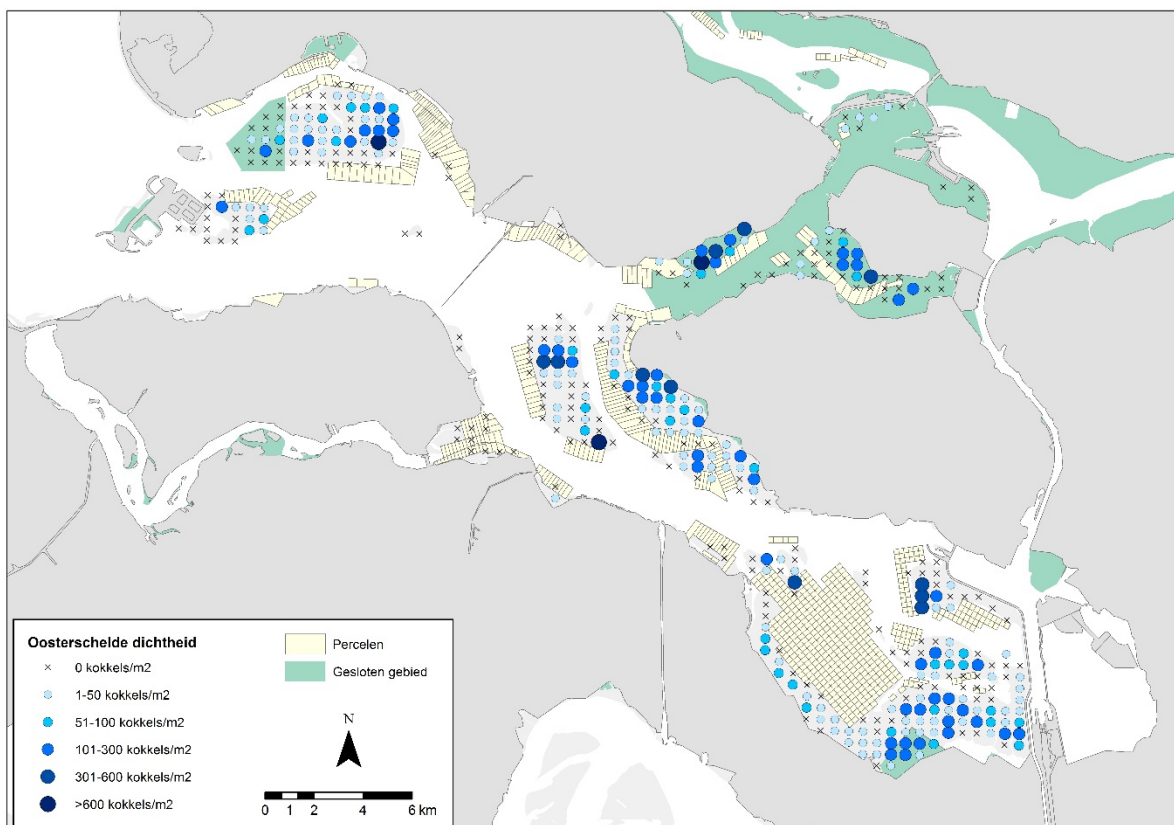
Figuur 12. Biomassa van kokkels (gram versgewicht per m^2) in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2019. Er is onderscheid gemaakt tussen litorale locaties (blauw) en sublitorale locaties (rood).



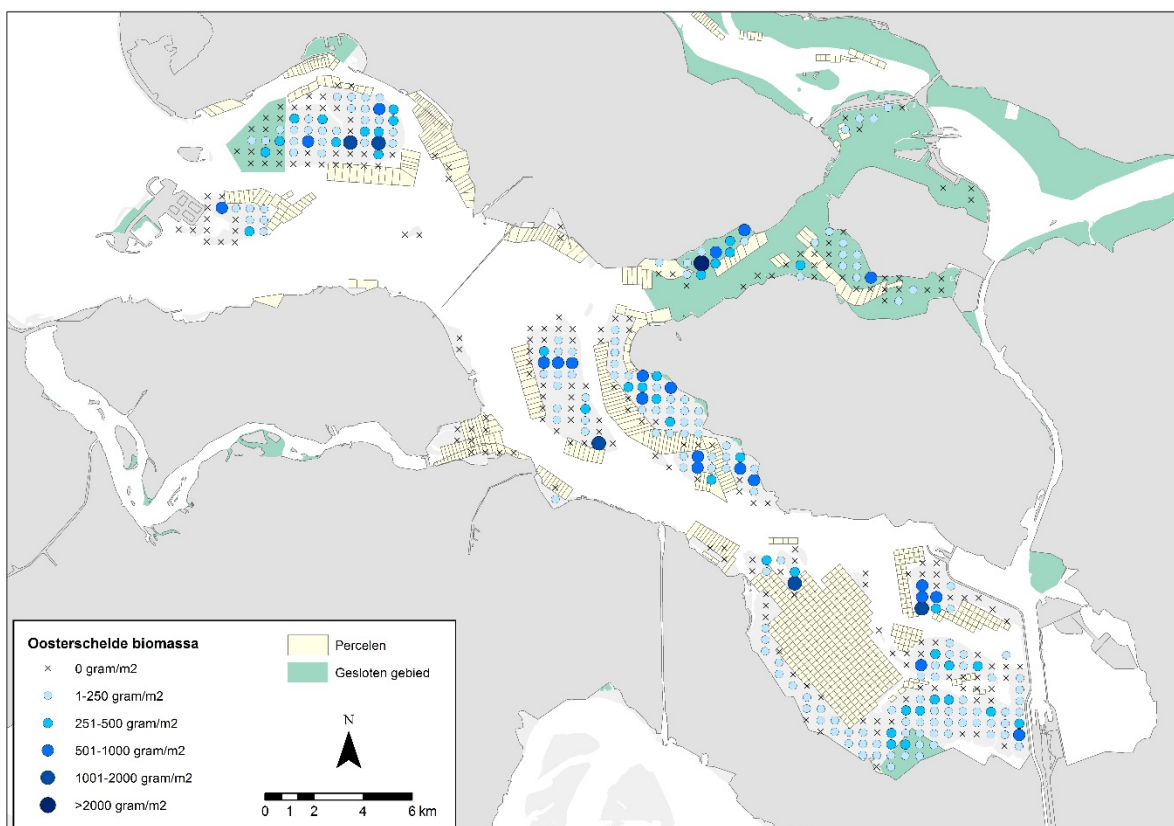
Figuur 13. Dichtheden van kokkels (aantal per m^2) in de oostelijke Waddenzee in het voorjaar van 2019. Er is onderscheid gemaakt tussen litorale locaties (blauw) en sublitorale locaties (rood).



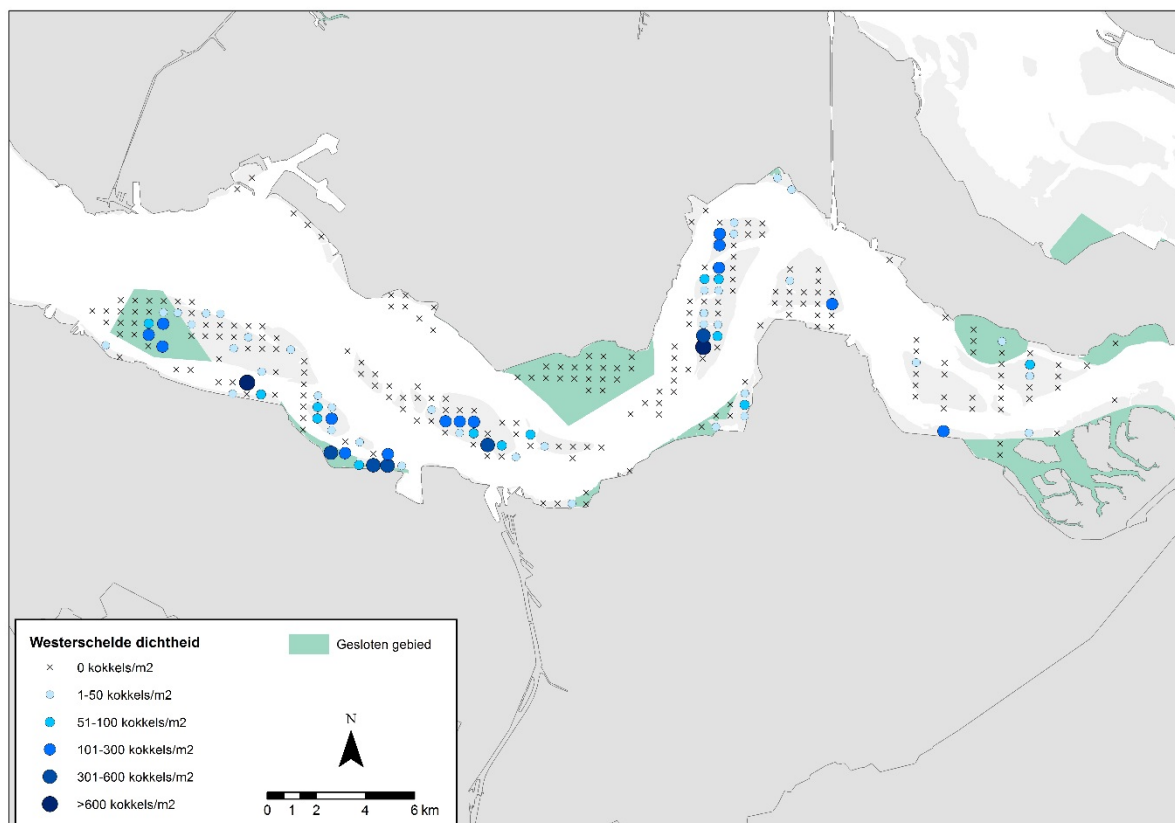
Figuur 14. Biomassa van kokkels (gram versgewicht per m^2) in de oostelijke Waddenzee in het voorjaar van 2019. Er is onderscheid gemaakt tussen litorale locaties (blauw) en sublitorale locaties (rood).



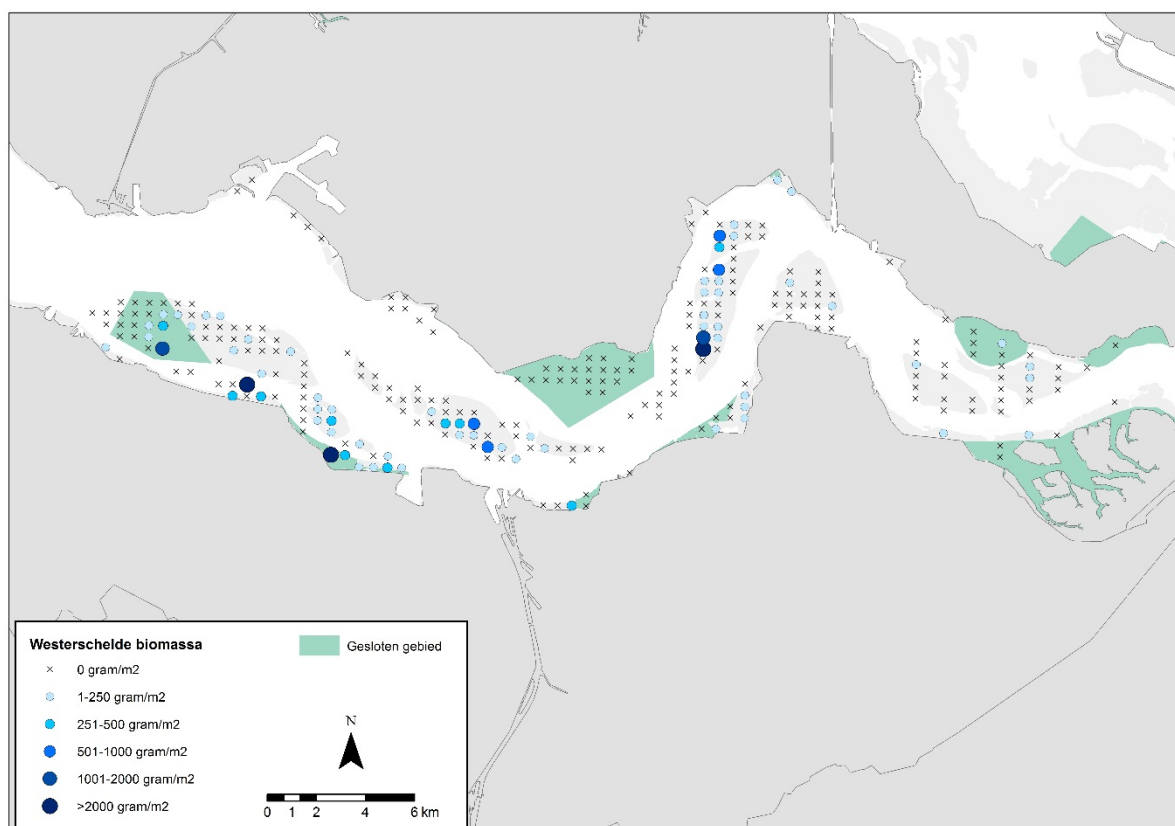
Figuur 15. Dichtheden van kokkels (aantal per m²) in het litoraal van de Oosterschelde in het voorjaar van 2019.



Figuur 16. Biomassa van kokkels (gram versgewicht per m²) in het litoraal van de Oosterschelde in het voorjaar van 2019.



Figuur 17. Dichtheden van kokkels (aantal per m²) in het litoraal van de Westerschelde in het voorjaar van 2019.



Figuur 18. Biomassa van kokkels (gram versgewicht per m²) in het litoraal van de Westerschelde in het voorjaar van 2019.