



Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee

Situatie 2017

S.T. Glorius, A. Meijboom, J.T. Wal van der & J.S.M. Cremer

WOT-technical report 138
WMR-Rapport C018/19



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

**Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee,
situatie 2017**

Dit Technical report is gemaakt conform het Kwaliteitsmanagementsysteem (KMS) van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research.

De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) te ondersteunen. We zorgen voor rapportages en data voor (inter)nationale verplichtingen op het gebied van agromilieu, biodiversiteit en bodeminformatie, en werken mee aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving zoals de Balans van de Leefomgeving.

Disclaimer WOt-publicaties

De reeks 'WOt-technical reports' bevat onderzoeksresultaten van projecten die kennisorganisaties voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu hebben uitgevoerd.

WOt-technical report 138 is het resultaat van een onderzoeksopdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Dit project is uitgevoerd door Wageningen Marine Research (WMR). WMR beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2017

S.T. Glorius, A. Meijboom, J.T. van der Wal & J.S.M. Cremer

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, december 2018

WOt-technical report 138

WMR-rapport C018/19

ISSN 2352-2739

DOI: 10.18174/466100

Referaat

Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. Wal van der, J.S.M. Cremer (2018). *Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2017*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WUR, Wageningen: WOt-technical report 138/ Wageningen Marine Research, Den Helder: WMR-rapport C018/19. 58 blz.; 29 fig.; ?? tab.; 41 ref; 4 Bijlagen.

Wageningen Marine Research bestudeert de ontwikkeling op de lange termijn van een aantal individuele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee met speciale aandacht voor de eigenschappen die het al dan niet overleven van mosselbanken bepalen. Het onderzoek wordt uitgevoerd in het WOT-thema Informatievoorziening Natuur. Een groot deel van de hier bestudeerde banken blijkt zich te kunnen handhaven sinds de start van het onderzoek dan wel ontstaan van de bank. In zijn algemeenheid blijkt dat de mosselbanken na het jaar van ontstaan langzaam in oppervlakte, bedekkingspercentage en populatiedichtheid achteruitgaan en dat het aandeel lege schelpen, macroalgen, en zeepokken toeneemt. De afname in oppervlakte en bedekking wordt af en toe tenietgedaan door een goede mosselbroedval waarna het proces opnieuw begint. Zo ontstaat er een mosselbank met meerdere jaarklassen. Introductie van Japanse oesters in bestaande mosselbanken blijkt een algemeen verschijnsel wat resulteert in een hoger bedekkingspercentage en een afname in de mosselbiomassa.

Trefwoorden: droogvallende mosselbank, litorale mosselbank, mosselen, Japanse oesters, Waddenzee

Abstract

Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. Wal van der, J.S.M. Cremer (2018). *Development of intertidal mussel beds in the Dutch Wadden Sea: Situation in 2017*. Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment (WOT Natuur & Milieu), WUR: WOt technical report 138/ Wageningen Marine Research, Den Helder: WMR-rapport C018/19. 55 p.; 29 figs; ?? tabs; 41 refs; 12 Appendices.

Wageningen Marine Research is studying the long-term development of a number of individual intertidal mussel beds in the Dutch Wadden Sea to identify the characteristics that determine the survival of such beds. The study is being carried out as part of the WOT theme Nature Information Infrastructure. A large proportion of the mussel beds have been able to maintain themselves since the beginning of the study or the establishment of the bed. After formation of a new mussel bed they gradually decline in area, coverage and population density, and the proportion of empty shells, macroalgae and barnacles increase. The decline in size and coverage is occasionally reversed by a good mussel spatfall, after which the process begins again. Japanese oysters have settled in all beds, leading to higher coverage and a decline in mussel biomass.

Keywords: intertidal mussel bed, littoral mussel bed, mussels, Japanese oysters, Wadden Sea

© 2018 **Wageningen Marine Research**

Ambachtsweg 8A, 1785 AJ Den Helder

Tel: (0317) 48 09 00; e-mail: imares@wur.nl

www.wur.nl/marine-research

De reeks WOt-technical reports is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen University & Research. Dit technical report is verkrijgbaar bij het secretariaat. De publicatie is ook te downloaden via www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wur.nl/wotnatuurenmilieu.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Woord vooraf

In deze jaarlijkse werkrapportage wordt de ontwikkeling van enkele individuele mosselbanken beschreven. Dit rapport beschrijft de situatie tot en met 2017. Aan de hand van de ontwikkelingen van de mosselbanken samen wordt een algemeen beeld geschetst van de ontwikkeling van mosselbanken over de jaren. Het project 'Ontwikkeling mosselbanken' wordt uitgevoerd in het kader van de wettelijke onderzoekstaken binnen het thema Informatievoorziening Natuur, gecoördineerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). De inventarisaties worden ingebracht in het Trilaterale Monitoring Programma zoals dat internationaal is overeengekomen voor de Waddenzee (TMAP) en onder andere gebruikt in rapportages over de toestand van de natuur in het Natura 2000-gebied Waddenzee. Dit onderzoek zou niet mogelijk zijn zonder de hulp en inzet van de bemanning van de schepen van de Waddenunit van het ministerie van LNV.

Sander Glorius

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	9
Summary	11
1 Inleiding	13
1.1 Mosselbanken	13
1.2 Doel en aanpak van het onderzoek	14
2 Methoden	17
2.1 Locatie mosselbanken	17
2.2 Bepalen oppervlakte mosselbank	17
2.3 Bedekkingsmeting	18
2.3.1 Raaien en subraaien	18
2.3.2 Verdeling van de raaien	19
2.3.3 Score van de mosselbedekking langs de raaien	19
2.4 Lengte-frequentieverdeling en samenstelling	20
3 Resultaten	23
3.1 Ontwikkeling contouren en oppervlakte	23
3.2 Ontwikkeling mosselen en oesters	27
3.3 Ontwikkeling doodmateriaal en overige soorten	31
3.4 Ontwikkeling per individuele mosselbank	31
3.4.1 Bank 101 - Balgzand	31
3.4.2 Bank 502 - Ameland Molengatplaat	32
3.4.3 Bank 503 - Ameland Ballumerbocht	33
3.4.4 Bank 603 - Schiermonnikoog Brakzand	33
3.4.5 Bank 606 - Zuid Oost Lauwers Noord	33
3.4.6 Bank 607 - Zuid Oost Lauwers Zuid	33
3.4.7 Bank 703 - Rottum Wantij	34
3.4.8 Bank 710 - Rottumerplaat	34
3.4.9 Bank 726 - Rottumerplaat Schild	34
3.4.10 Bank 734 - Rottumeroog Zuiderduintjes	35
3.4.11 Bank 735 - Rottumeroog	35
3.4.12 Bank 736 - Rottumeroog Oost	35
4 Discussie en conclusie	37
Referenties	39
Verantwoording en kwaliteitsborging	41
Bijlage 1 Bedekking mosselbanken	43
Bijlage 2 Oesterbedekking mosselbanken	47
Bijlage 3 Ontwikkeling mosselen	51
Bijlage 4 Ontwikkeling Oesters	53

Samenvatting

Mosselbanken worden algemeen gezien als een belangrijke ecotoop binnen de Waddenzee. In het beheerplan van de Waddenzee voor de periode 2016-2022 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016) is opgenomen dat herstel van droogvallende mosselbanken en zeegrasvelden noodzakelijk is om de kwaliteit van habitatype H1140 'droogvallende zandplaten' te verbeteren. Na het verdwijnen van de droogvallende mosselbanken in de jaren negentig van de vorige eeuw werd betwijfeld of mosselbanken wel meerdere jaren konden blijven bestaan. Daarom wordt binnen dit project sinds 1995 elk jaar een aantal mosselbanken op de droogvallende platen gekarteerd om zodoende de jaarlijkse veranderingen in locatie en bankomvang te kunnen documenteren. Om veranderingen beter te kunnen verklaren, wordt naast het karteren van ieder van de onderzochte mosselbanken ook informatie verzameld over de samenstelling van de bank. Zo worden onder andere bepaald: het met mosselen- en oesters bedekte oppervlak, de biomassa- en lengteverdeling van zowel mosselen als oesters en de aanwezigheid van andere organismen op de mosselbank. Hierdoor levert het project ook inzicht op in de vestiging en verspreiding van de Japanse oester in de Waddenzee sinds het jaar 2000 en de consequentie hiervan voor de mosselpopulaties.

In het voorjaar van 2017 werden de mosselbanken 502 (Ameland Molengatplaat), 503 (Ameland Ballumerbocht), 603 (Schiermonnikoog), 606 (Zuid Oost Lauwers Noord), 607 (Zuid Oost Lauwers Zuid) en 703 (Rottum Wantij) bezocht. In het najaar werden de banken 710 (Rottumerplaat) en 736 (Rottumeroog-Oost) bezocht. Aan de hand van de veranderingen van de individuele mosselbanken, wordt een algemeen beeld geschetst van de ontwikkeling van mosselbanken over de jaren tot en met 2017. Dit onderzoek wordt uitgevoerd als wettelijke onderzoekstaak binnen het thema Informatievoorziening Natuur, gecoördineerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Een groot deel van de hier onderzochte banken (502, 503, 603, 703, 710 en 736) blijken erg stabiel te zijn. Ze hebben zich, door onder andere periodiek terugkomende mosselbroedvallen, sinds de start van het onderzoek in 1995 kunnen handhaven en zijn reeds tussen de 12 en 23 jaar aanwezig op min of meer dezelfde plek. Ook de randen van de banken blijken, voor grote delen van de mosselbank, opvallend stabiel te zijn. Er blijken echter ook meer dynamische bankdelen te zijn die zich uitbreiden door verschuivingen van bankdelen na storm(en) en/of na een goede zaadval, en weer uiteenvallen na sterfte of wegspoeling. Langjarige bankoverleving is niet vanzelfsprekend. Zo zijn de afgelopen periode een aantal banken opgenomen in dit onderzoek (606, 607, 726 en 735) geheel of nagenoeg verdwenen nadat deze ongeveer vijf tot tien jaar aanwezig waren.

De introductie van de Japanse oester heeft grote invloed gehad op de mosselpopulatie en Japanse oesters worden inmiddels op alle banken aangetroffen. Qua aantallen zijn mosselen nog altijd in de meerderheid maar qua biomassa is dit voor bijvoorbeeld 502 en 503 al jaren niet meer zo. Er heeft een opvallend goede oesterbroedval plaatsgevonden in 2014 op de banken 603, 710 en 736. Door oestergroei in de jaren erop is het aandeel Japanse oester in de biomassa schelpdieren op die banken de laatste jaren sterk toegenomen en heeft het de schelpdierbiomassa gedomineerd in de afgelopen drie jaar op de banken 710 en 736. Het is momenteel niet duidelijk of het effect van oesters op de mosselpopulatie uitgewerkt is.

Zoals ook in de eerdere tussenrapportages (in o.a. Glorius *et al.*, 2017) is geconcludeerd, gaan de mosselbanken in het algemeen na het jaar van ontstaan langzaam in oppervlakte, bedekkingspercentage, mosseldichtheid en biomassa achteruit. Op de mosselbanken neemt dan het percentage lege schelpen, macroalgen, zeepokken en restgewicht toe in verhouding tot de levende mosselen. De afname in oppervlakte en bedekking wordt af en toe onderbroken door een goede broedval, waarna het proces opnieuw begint. Over de jaren ontstaat dus geleidelijk een mosselbank met meerdere jaarklassen en met een gevarieerde gemeenschap. Ondanks de overeenkomsten in algemene ontwikkeling, zijn er grote verschillen te zien in de ontwikkeling tussen individuele mosselbanken binnen een jaar. Deze verschillen kunnen ontstaan door locatie (en dus blootstellingen aan storm of predatie) of door karakteristieken van de mosselbank (de mate waarin deze bestand is tegen stormen en predatie).

Summary

Mussel beds are generally regarded as an important ecotope in the Wadden Sea. In the management plan for the Wadden Sea for the period 2016–2022, the Ministry of Infrastructure and the Environment (Min. I&M, 2016) states that a recovery of intertidal mussel beds and eelgrass beds is needed to improve the quality of Habitat Type H1140 'mudflats and sandflats not covered by seawater at low tide'. After the disappearance of intertidal mussel beds in the 1990s there were doubts whether mussel beds could remain intact for several years. To investigate this, in the present project a number of individual mussel beds on the intertidal flats have been mapped each year since 1995 to document the annual changes in location and size of the beds. To better explain these changes, besides the mapping of each of the mussel beds, data have been collected on the composition of the beds, including the area covered by mussels and oysters, the biomass and size class of mussels and oysters, and the presence of other organisms in the mussel beds. The project therefore also provides information on the establishment and distribution of Japanese oyster in the Wadden Sea since 2000 and the consequences of this for the mussel populations.

In the spring of 2017 the following mussel beds were visited and surveyed: 502 (Ameland Molengatplaat), 503 (Ameland Ballumerbocht), 603 (Schiermonnikoog), 606 (Zuid Oost Lauwers Noord), 607 (Zuid Oost Lauwers Zuid) and 703 (Rottum Wantij). In the autumn of the same year beds 710 (Roummerplaat) and 736 (Rottumeroog-Oost) were surveyed. From the changes in the individual mussel beds, an overall picture was obtained of the development of the mussel beds over the years to 2017. This research is being carried out as part of the statutory research tasks under the Nature Information Infrastructure theme, coordinated by the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality.

Large parts of the surveyed beds (502, 503, 603, 703, 710 and 736) are very stable. Replenished by periodic mussel spatfall, these beds have been able to maintain themselves for 12 to 23 years on more or less the same places. Most of the edges of the beds have also been remarkably stable. However, some parts of the beds are more dynamic, expanding due to rearrangement by storms and/or a good spatfall and then disappearing again due to mortality or the action of storms. Long-term survival of mussel beds is far from certain. In recent years several of the beds investigated in this survey (606, 607, 726 and 735) have largely or entirely disappeared about 5 to 10 years after they first appeared.

The introduction of Japanese oysters has had a big influence on the mussel population and they are now found in all beds. Numerically, mussels are still the dominant shellfish species, but in beds 502 and 503 they have not been the dominant shellfish in terms of biomass for several years. Following a particularly good oyster spatfall in beds 603, 710 and 736 in 2014 and subsequent rapid growth, Japanese oysters have dominated the shellfish biomass in beds 710 and 736 for the past three years. It is not yet clear whether or not the effect of the oysters on the mussel population has run its course.

As concluded in previous reports (e.g. Glorius *et al.*, 2017), a year after mussel beds become established they tend to decline in size, coverage, population density and biomass; at the same time, the percentage of empty shells, macroalgae, barnacles and other biomass increases relative to that of the living mussels. This decline in size and coverage is occasionally interrupted by a good mussel spatfall, after which the process begins again. The mussel beds develop gradually over the years into diverse communities with multiple year classes. Despite the similarities in the general pattern of development, individual mussel beds display major differences in development within years. These differences may result from the characteristics of the location (exposure to storms or predators) or of the mussel bed itself (vulnerability to storms and predation).

1 Inleiding

1.1 Mosselbanken

Ecologisch belang mosselbanken

Mosselbanken vormen een belangrijk landschappelijk element in de Waddenzee. De mosselbulten van een mosselbank kunnen meer dan een meter hoog worden en zijn in het verder vlakke landschap al van verre te zien. Tussen de mosselbulten ontstaan plassen en prieltjes, die soms meer dan 1,5 meter diep kunnen worden. Wanneer bij eb het zeewater zakt, verschijnen de bulten als eerste boven water. Het water stroomt via de prieltjes van de bank, waardoor snel stromende beekjes ontstaan. Zelfs als de mosselen door bijvoorbeeld storm van een mosselbank zijn verdwenen, blijven de ontstane structuren als kleibulten en schelplagen nog jaren zichtbaar en vormen een geschikte vestigingsplaats voor nieuw mosselbroed.

De individuele mosselen in de bank vormen een belangrijke schakel tussen de ecosystemen van het open water en de bodemzone daaronder (Dame 2011; Prins en Escarvage, 2005). Ze filteren slib en organisch materiaal uit het water en leggen dat vast (Prins *et al.*, 1998). Hiermee verhogen zij de lokale productie (Asmus & Asmus, 1991; Dame *et al.*, 1991; Petersen *et al.*, 2012). Daarnaast vormen zij door de stabiele structuur een hard substraat in een verder 'zachte' omgeving. Door deze eigenschappen bieden mosselbanken structuur en leefruimte aan andere soorten (Nehls *et al.*, 1997; Gutiérrez *et al.*, 2003; Buschbaum *et al.*, 2009). Op de mosselen zelf groeien zeepokken, macroalgen en andere soorten die graag op hard substraat voorkomen. Tussen de mosselen vinden soorten als de alikruik een geschikte leefomgeving en in de poeltjes tussen de mosselbulten zwemmen vissen als grondels en botten en andere bodemdieren als garnalen.

Mosselbanken vormen 'hotspots' in de omgeving; de biodiversiteit binnen de mosselbank is hoger dan in het aangrenzende zandige wad (Günther, 1996; Markert *et al.*, 2010; Buschbaum *et al.*, 2009; Kochmann *et al.*, 2008). Zowel het aantal soorten als diversiteit zijn afhankelijk van de leeftijd en complexiteit van de mosselbank (Tsuchiya & Nishihira, 1985; Tsuchiya & Nishihira, 1986). De mosselen op de mosselbank en de andere aan mosselbanken geassocieerde soorten vormen een voedselbron voor vogels en grote vissen. In de jaren tachtig van de vorige eeuw telde Zwartz (1991) 25% van alle wadvogels op de mosselbanken die toen 3% van het droogvallende wad innamen. Ook Ens en Alting (1996) vonden een positieve correlatie tussen vogeldichtheden en mosselbanken.

Bescherming en regelgeving voor mosselbanken

Mosselbanken vormen een belangrijk onderdeel voor een goede structuur en functie van habitattypen H1140 "bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten" binnen de Wet Natuurbescherming. Daarnaast zijn binnen deze wet instandhoudingsdoelstellingen opgesteld voor verschillende vogelsoorten voor wie schelpdieren een belangrijke voedselbron vormen zoals scholeksters. Mosselen en mosselbanken zijn hiermee wettelijk beschermd als belangrijke componenten in het ecosysteem.

In het beheerplan van de Waddenzee voor de periode 2016-2022 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016) is opgenomen dat herstel van droogvallende mosselbanken en zeegrasvelden noodzakelijk is om de kwaliteit van habitattypen H1140 'droogvallende zandplaten' te verbeteren. Om dit doel voor mosselbanken te bereiken, zijn gebieden gesloten voor mosselzaadvisserij en wordt mosselzaadvisserij op de overige wadplaten slechts toegestaan op jonge en instabiele mosselbanken onder zeer strikte voorwaarden waaronder de aanwezigheid van minimaal 2000 ha meerjarige litorale mosselbanken (LNV, 2004). Na 1994 is er alleen in 2001 nog op enkele mosselbanken op het droogvallende wad gevist (voor onderzoek).

Aanwezigheid en ontwikkeling mosselbanken in het verleden

Mosselbanken kwamen in het verleden naar alle waarschijnlijkheid veel voor. De banken kenmerken zich door een grote mate van plaatsvastheid, waardoor duidelijke 'mosselgebieden' aan te wijzen zijn (Dankers *et al.*, 2003, 2006; Dankers & Fey, 2015). De eerste kwantitatieve schatting – gebaseerd op luchtfoto-interpretatie – van de volledige Waddenzee werd gemaakt door Dijkema *et al.* (1989). Zijn kaart, gebaseerd op de situatie eind jaren zeventig, geeft een areaal van 4152 ha ± 4200 ha (Dankers en Koelamaij, 1989; Tydeman, 1996). Retrospectief onderzoek in het kader van EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserijbeleid) komt uit op uiterste grenzen tussen 1000 en 6000 hectare (Dankers *et al.*, 2003).

In de jaren tachtig nam het areaal mosselbanken af door intensieve visserij en strenge winters. In het voorjaar van 1987 was nog slechts 650 ha over, maar op oude banken ontwikkelden zich nieuwe banken die in de jaren 1988-1990 opnieuw werden weggevisst. Tussen 1991 en 1994 was minder dan 200 ha over (Dankers *et al.*, 2003). Veel banken die daarna in de jaren negentig ontstonden waren niet stabiel genoeg om winterstormen en ijsschade te overleven (Dankers *et al.*, 2004), maar geleidelijk nam het areaal weer toe.

Huidige ontwikkeling mosselbanken

Jaarlijks wordt in opdracht het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), binnen de wettelijke onderzoekstaken op het gebied van visserij, door Wageningen Marine Research het totale areaal aan droogvallende mossel- en Japanse oesterbanken geschat, alsmede de totale biomassa in deze banken (Van den Ende *et al.*, 2017). Uit deze inventarisatie is gebleken dat in het voorjaar van 2017 er (voorlopig) een areaal aan mossel- en mossel/oesterbanken van 3993 ha aanwezig was (Van den Ende *et al.*, 2017; Tabel 3). Dit is een verdubbeling ten opzichte van het voorgaande jaar. Een groot deel van het in 2017 gekarteerde areaal (49%) bestond dan ook uit (in 2016) nieuwgevormde mosselbanken. Mosselbroedvallen van dergelijke omvang komen niet veel voor.

1.2 Doel en aanpak van het onderzoek

Doel

Het doel van het project is het ter beschikking krijgen van gedetailleerde informatie over de toestand en langjarige ontwikkeling van een aantal geselecteerde mosselbanken in de Waddenzee.

De volgende onderzoeksvraag wordt gesteld:

Hoe ontwikkelen individuele mosselbanken zich met betrekking tot oppervlakte, bedekkingspercentage, lengtefrequentieverdeling en (soorten)samenstelling over de lange termijn?

Het project 'Ontwikkeling mosselbanken' werd de eerste jaren uitgevoerd in opdracht van de LNV-Directie Wetenschap en Kennisoverdracht (DWK), maar vanaf 2006 wordt het uitgevoerd als wettelijke onderzoekstaak binnen het thema Informatievoorziening Natuur, gecoördineerd door LNV (voorheen Ministerie van Economische Zaken). De inventarisaties worden ingebracht in het trilaterale monitoring programma (TMAP) en onder andere gebruikt in rapportages over de toestand van de natuur in het Natura 2000-gebied Waddenzee.

Aanpak

Om de ontwikkeling van mosselbanken op de lange termijn te bestuderen, worden een aantal mosselbanken gekarteerd om de locatie en omvang op dat moment vast te stellen, alsmede jaarlijkse veranderingen hierin te kunnen documenteren. Om geobserveerde veranderingen beter te kunnen verklaren, wordt naast het karteren van ieder van de onderzochte mosselbanken ook informatie verzameld over de samenstelling van de bank. Zo wordt bepaald:

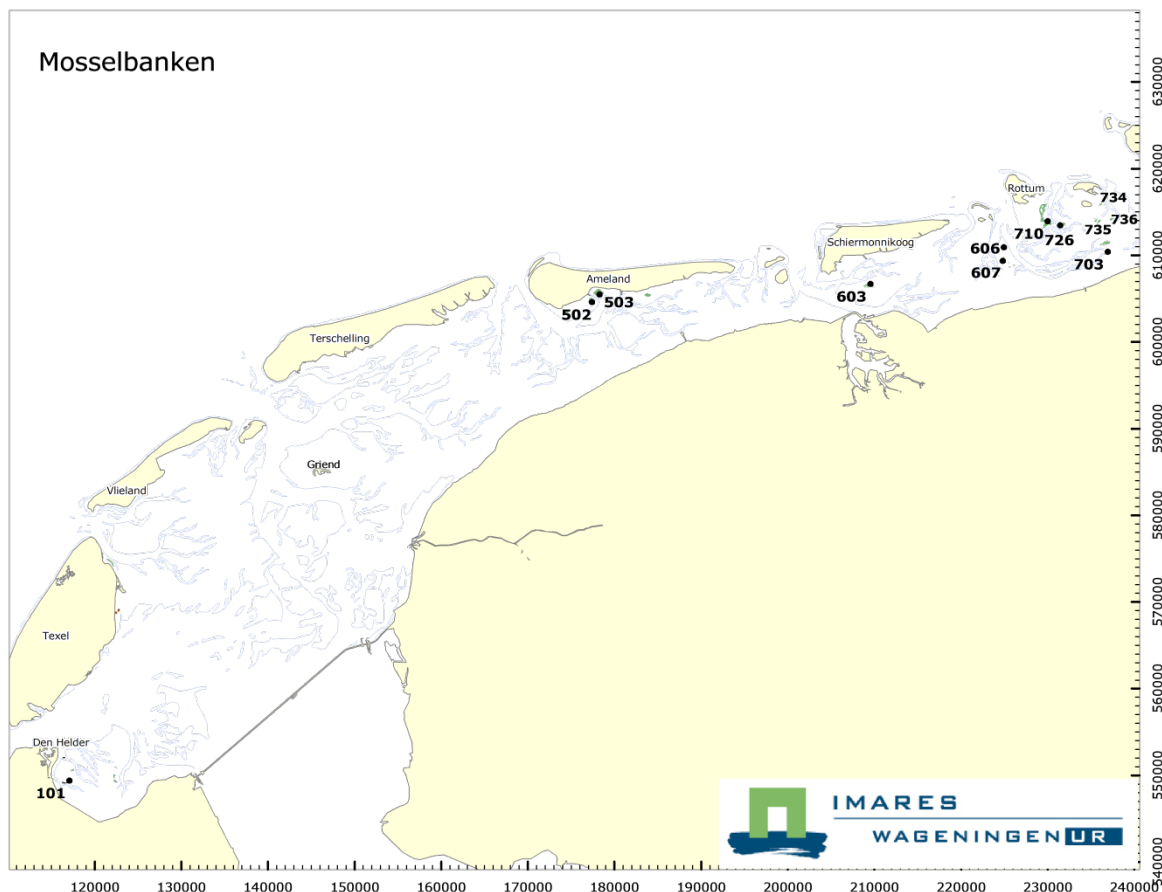
- de met mosselen- en oesters bedekte oppervlakte;
- biomassa- en lengteverdeling van mosselen & oesters;
- aanwezigheid van overige bodemdieren zoals wieren, krabben en overige schelpdieren.

Binnen dit project worden zes mosselbanken, gelegen in oostelijke Waddenzee, gevolgd. Eén bank is sinds 1995 jaarlijks bezocht, één sinds 1997, één sinds 1998 en drie sinds 2002. Deze banken worden in het voorjaar bezocht en hebben dus te maken gehad met wintersterfte van dat jaar, maar nog niet met eventuele nieuwe broedval. Daarnaast wordt in dit rapport de ontwikkeling van twee andere mosselbanken beschreven die gevolgd worden in het kader van een ander project, TMAP Rottum. In aansluiting met het bemonsteringsmoment van het TMAP-Rottumprogramma worden deze banken niet in het voorjaar maar in het najaar bemonsterd en kunnen daarom al te maken hebben gehad met broedval uit hetzelfde jaar. Deze banken zijn sinds 2006 jaarlijks bezocht.

2 Methoden

2.1 Locatie mosselbanken

In Figuur 2.1 worden de mosselbanken weergegeven die voor dit onderzoek (in 2017 en daarvoor) onderzocht werden. In april/mei 2017 werden de mosselbanken 502, 503, 603, 606, 607 en 703 onderzocht. In oktober 2017 werden de mosselbanken 710 en 736 onderzocht voor het project TMAP-Rottum. Mosselbanken 101, 726, 734 en 735 werden niet meer bezocht; mosselbank 101 in verband met het gekrompen budget en 726, 734 en 735 omdat ze in de voorgaande jaren zijn verdwenen.

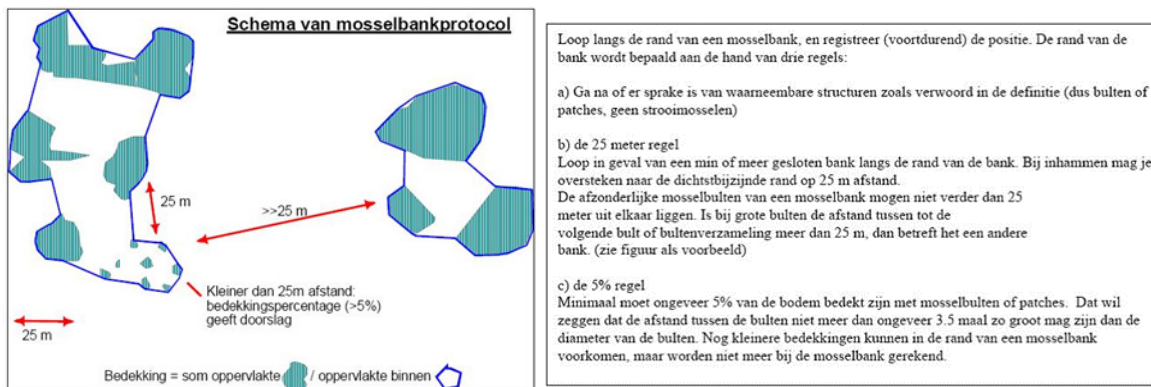


Figuur 2.1 Locatie van de mosselbanken 101, 502, 503, 603, 606, 607, 703, 710, 726, 734, 735 en 736 in de Waddenzee.

2.2 Bepalen oppervlakte mosselbank

De buitenste contour van de mosselbank wordt volgens het TMAP-protocol (Brinkman *et al.*, 2003) in kaart gebracht, zie Figuur 2.2. Hiervoor wordt met een GPS in de hand langs de rand van de bank om de bank heen gelopen waarbij de gelopen track wordt opgeslagen in GPS-files. Er is gebruik gemaakt van Garmin GPS; 76, map76cx of 78. Alleen wanneer de bodem voor >5% met mosselbulten bedekt wordt, is deze bij de bank gerekend. Mosselbulten die verder dan 25 meter van de hoofdbank liggen worden niet bij de bank gerekend. Zie voor details Figuur 2.2 en Brinkman *et al.*, (2003).

De GPS-files zijn in ARC-INFO GIS opgeslagen. In ArcGIS is aan de hand van de mosselbankcontour het bankoppervlak bepaald. De ontwikkeling van de mosselbanken over de jaren wordt bekeken door de contouren van verschillende jaren van dezelfde bank in één figuur weer te geven.



Figuur 2.2 TMAP protocol voor het inlopen van mosselbanken (Brinkman et al., 2003).

2.3 Bedekkingsmeting

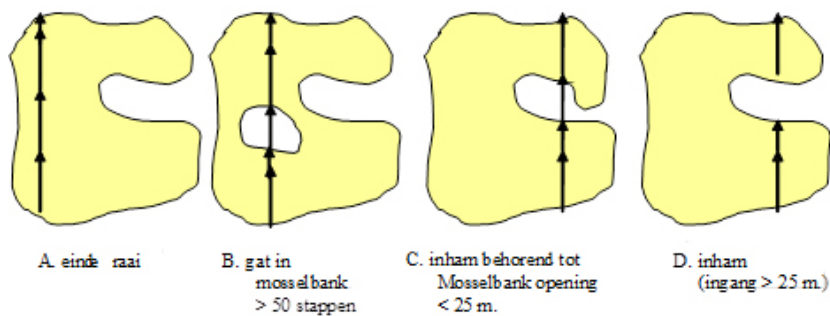
Om de mosselbedekking te bepalen worden over de mosselbank raaien gelopen waarlangs de met mosselen bedekte oppervlak bepaald wordt. Hiervoor wordt voor iedere raai (en subraai, zie onder) zowel het totaal aantal, als het aantal stappen dat op mosselen gezet is geteld en genoteerd. Door de gemiddelde bedekking (%) uit te rekenen kan het bankoppervlak verdeeld worden in een deel dat met mosselen bedekt is en het deel dat uit open plekken bestaat. In onderstaande paragrafen wordt de gevolgde procedure om de mosselbedekking te bepalen in detail beschreven.

2.3.1 Raaien en subraaien

De raai loopt van de rand van de mosselbank in een rechte lijn tot de tegenoverliggende rand van de mosselbank. Bij voorkeur wordt gebruik gemaakt van de in dat jaar en volgens het TMAP-protocol ingelopen contour van de bank. Wanneer deze nog niet aanwezig is wordt de rand van de bank ter plekke bepaald op basis van het TMAP protocol. Binnen deze raai worden subraaien genoteerd van elk 50 stappen om zodoende een meer gedetailleerd beeld van de bedekking te verkrijgen. Bij het startpunt en aan het eind van elke subraai wordt in de GPS een waypoint (lokatiemarkering) gemaakt. Bij het eindpunt van de raai (dus de rand van de mosselbank) wordt altijd een waypoint gemaakt, ook al zijn de 50 stappen nog niet voltooid. In dat geval wordt het werkelijk aantal gemaakte stappen genoteerd (Figuur 2.3a). Op het formulier moet duidelijk worden aangegeven wat de waypoints van de start en het einde van de totale raai zijn. Waypoints voor opmerkingen (oesters, etc.) moeten apart gemaakt worden en duidelijk aangegeven worden in het formulier zijnde niet behorend tot de (sub)raaien.

Wanneer zich een groot open stuk (gat groter dan 50 stappen) in de mosselbank bevindt waar de raai doorheen loopt dan dient de subraai te stoppen op de rand van het gat, zie Figuur 2.3b. Hier wordt weer een waypoint gemaakt. In het gat wordt een nieuwe subraai gestart. Deze subraai loopt helemaal door tot het eind van het gat (ook wanneer dit meer is dan 50 stappen), waarna weer een waypoint wordt gemaakt. Op het formulier wordt duidelijk aangegeven dat het hier om een gat in de mosselbank gaat. Na het gat wordt weer verder gelopen met subraaien totdat de raai is voltooid (Figuur 2.3b).

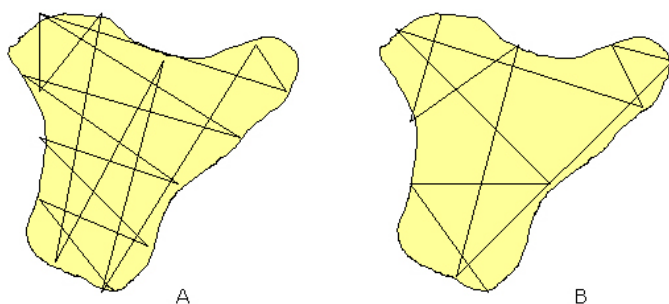
Wanneer het gat kleiner is dan 50 stappen worden er waypoints gemaakt om de randen van het gat aan te geven en een aantekening gemaakt op het formulier betreffende dit gat. Er hoeft geen nieuwe subraai gestart te worden. Inhammen die volgens het TMAP-protocol onderdeel uitmaken van de bank (dus afstand kleiner dan 25 m) worden net zo behandeld als een gat (Figuur 2.3c). Wanneer de inham niet binnen de definitie van een mosselbank valt (ingang > 25 m) dient de raai afgesloten te worden bij de rand van de inham. Er wordt in dezelfde lijn als de raai door de inham gelopen totdat de mosselbank weer begint (Figuur 2.3d).



Figuur 2.3 Protocol voor het lopen en markeren van raaien en subraaien. Met de pijltjes worden waypoints (locatiemarkering in de GPS) weergegeven, na 50 stappen of aan einde bank, begin of einde gat dan wel inham. Figuur A geeft de situatie weer voor een raai zonder inham of gat, Figuur B geeft de situatie weer voor een gat > 50 stappen, Figuur C een raai met een inham die bij de bank hoort (< 25), en Figuur D een inham die niet bij de bank hoort > 25m.

2.3.2 Verdeling van de raaien

De raaien worden zigzag, zoveel mogelijk in een hoofdrichting, over de mosselbank gelopen zodat de gehele mosselbank zoveel mogelijk gedekt wordt (Figuur 2.4). De hoeveelheid beschikbare tijd bepaalt de schaal van deze dekking, wanneer er veel tijd is, liggen de raaien dicht bij elkaar (Figuur 2.4A), wanneer er weinig tijd beschikbaar is liggen de raaien ruimer verdeeld (Figuur 2.4B).



Figuur 2.4 Verdeling raaien over mosselbank. In Figuur A worden de raaien schematisch weergegeven in een situatie waarbij veel tijd is en de verschillende raaien dicht op elkaar liggen. In Figuur B wordt de ligging van de raaien schematisch weergegeven in een situatie met weinig tijd. In dat geval liggen de raaien wat verder uit elkaar maar wordt alsnog de gehele bank bestreken.

2.3.3 Score van de mosselbedekking langs de raaien

Per subraai wordt op het formulier aangegeven hoeveel keer er, van de 50 subraaistappen, op mosselen gestapt wordt. Dit wordt bijgehouden met een handteller. Voor alle stappen geldt dat als de voet op een mossel komt, deze stap als mosselstap telt (ongeacht of dit 1 mossel is of 10 mosselen zijn). Het bedekkingspercentage wordt vervolgens berekend uit het aantal mosselstappen ten opzichte van het totaal aan stappen.

Op de raaien wordt de aanwezigheid van oesters geschat door de oester- en mosselbedekking visueel in te schatten en de z.g. 'oesterscore' (0 t/m 4) te noteren op het formulier. Hierbij worden vijf categorieën onderscheiden, zie (Tabel 2.1). Aan het eind van elke raai wordt een beschrijving gegeven (o.a. flora en fauna (zoals zeesla of kokkels) van de gelopen raai.

Tabel 2.1 De verhouding tussen de mossel- en oesterbedekking behorend bij de oesterscores 0 t/m 4.

Score	Omschrijving	Oester	Mossel
0	Geen	0%	100%
1	Weinig	0-20%	80-100%
2	Matig	20-50%	50 -80%
3	Veel	50-80%	20-50%
4	Alles	80-100%	0-20%

2.4 Lengte-frequentieverdeling en samenstelling

Op elke mosselbank worden tussen de twee en zes 'vierkantmonsters' genomen om informatie te verkrijgen over de lengtefrequentieverdeling van de levende mosselen en lege mosselschelpen en over de aanwezigheid van andere schelpdieren en algen. In Tabel 2.2 worden het aantal monsters dat per bank en per jaar genomen is weergegeven en in Bijlage 1 worden de locaties van de monsters weergegeven.

Tabel 2.2 Aantal vierkantmonsters per mosselbank per jaar

	101	502	503	603	606	607	703	710	726	734	735	736
1995	1	1										
1996	4	2										
1997	3	3		3								
1998	5	3	5	5								
1999	5	5	5	5								
2000	5	5	5	5								
2001	5	5	5	5								
2002		6		5								
2003		5	5	5	5	5	5					
2004		5	5	7	6	5	5					
2005		5	5	6	5	5	5					
2006		5	5	5	4	5	5	2		2	2	2
2007		5	5	5	2	5	5	2	2		2	2
2008		5	5	5			5	5	4		2	2
2009		5	5	5			5	3	3		3	3
2010		5	5	5			5	5	2		4	5
2011		5	5	5			5	5	2		2	5
2012		5	5	5			5	5				5
2013		5	5	5			5	5				5
2014		5	5	5			5	5				5
2015		5	5	5		4	5	5				5
2016		5	5	5			2	5				5
2017		5	5	5		5	2	5				3

De vierkantmonsters worden jaarlijks op nagenoeg dezelfde locatie genomen, dat wil zeggen zo mogelijk binnen dezelfde mosselpatch. Op de locatie wordt een representatief deel van de mosselbank uitgekozen waar het vierkantmonster wordt genomen. Het vierkant (16 x 32 cm) wordt hiervoor in de mosselbank gedrukt totdat de bovenkant gelijkligt met het mosseloppervlak. De toplaag van 10 cm wordt uit het vierkant geschraapt en in de zeef (1 mm) voorzichtig uitgespoeld. De exacte monsterlocatie wordt gemarkeerd met een waypoint. Het monster wordt verzameld in een plastic zak, gelabeld en naar het laboratorium vervoert voor analyse.

In het laboratorium worden de monsters nogmaals goed gespoeld en gezeefd (over 5 mm en 1 mm). Het monster wordt hierdoor onderverdeeld in twee delen: een grove- en fijne fractie. Beide delen worden gewogen (afgerond tot hele grammen). Hierna worden uit beide deelmonsters alle levende schelpdieren (incl. alikruiken), levende algen, krabben en lege hele mosselschelpen (zowel de nog aan

elkaar vastzittende kleppen, zgn 'doubletten', alsde losse kleppen) gehaald. Hierna wordt het restant van de grove en fijne fractie nogmaals gewogen. De pokken worden van de levende mosselen gescheiden en apart gewogen. De levende mosselen, de andere levende schelpdieren (incl. oesters), de levende algen en de lege doubletten en lege losse mosselschelpen worden afzonderlijk gewogen. De aantallen per soort van de andere levende schelpdieren worden ook op het formulier vermeld.

Hierna wordt de lengte (in mm) gemeten van alle levende mosselen, de andere levende schelpdieren (excl. de alikruiken) en van de losse kleppen- en doubletten van lege mosselschelpen.

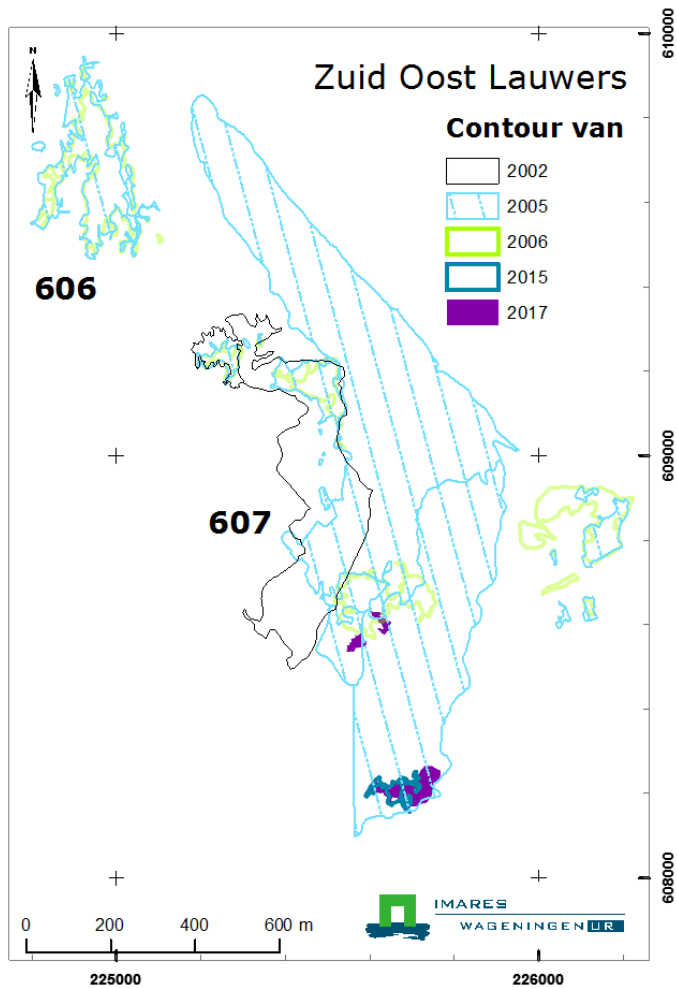
3 Resultaten

3.1 Ontwikkeling contouren en oppervlakte

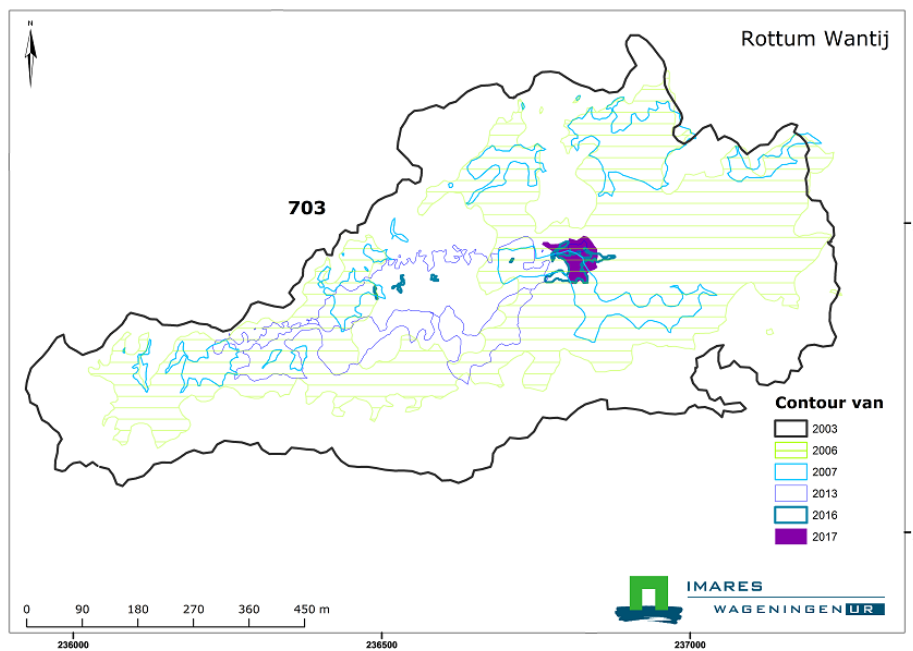
Elk jaar zijn de contouren (= buitengrenzen van de bank) van de individuele mosselbanken nauwkeurig ingemeten. Om het vergelijken van de contouren tussen de verschillende jaren te vergemakkelijken, zijn er kaarten gemaakt waarbij het oppervlak van het laatste jaar volledig is ingekleurd, zie de Figuren 3.1 t/m 3.6. De contouren van het voorgaande jaar en enkele daaraan voorafgaande jaren worden met gekleurde lijnen weergegeven in bovengenoemde figuren. Het bankoppervlak is berekend aan de hand van deze contouren en wordt weergegeven in Figuur 3.7. Hierbij is onderscheidt gemaakt tussen open plekken en het met mosselen bedekte oppervlak.

Figuur 3.1 *Contouren van mosselbanken 502 en 503 (Ameland) voor de jaren 2003, 2008, 2016 & 2017.*

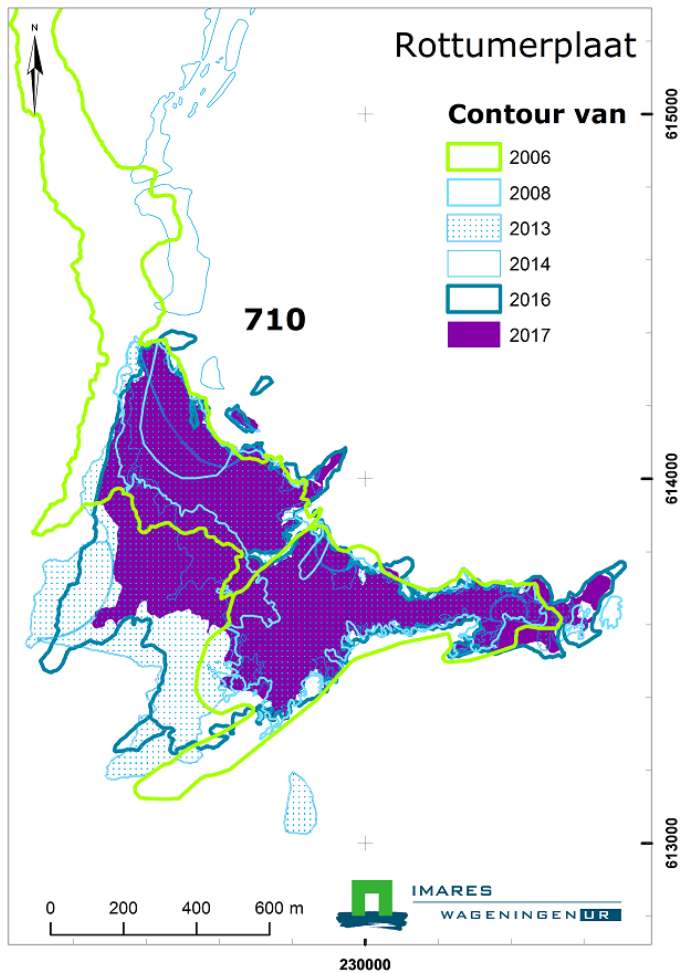
Figuur 3.2 *Contouren van mosselbank 603 (Brakzand, Schiermonnikoog) voor de jaren 2003, 2008, 2016 & 2017.*



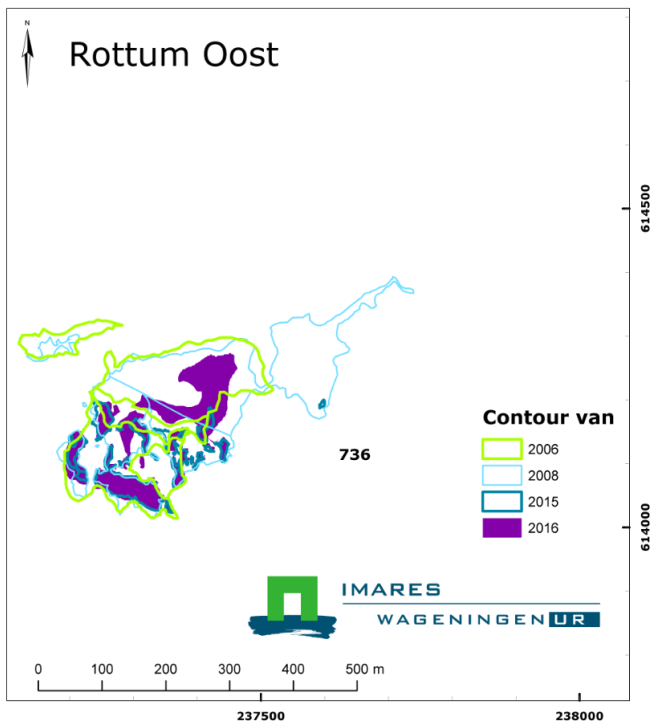
Figuur 3.3 Contouren van mosselbank 607 (Zuid Oost Lauwers Zuid) voor de jaren 2002, 2005, 2006, 2015 en 2017. In 2016 werd deze bank niet bezocht.



Figuur 3.4 Contouren van mosselbank 703 (Rottum Wantij) voor de jaren 2003, 2010, 2013, 2016 & 2017.

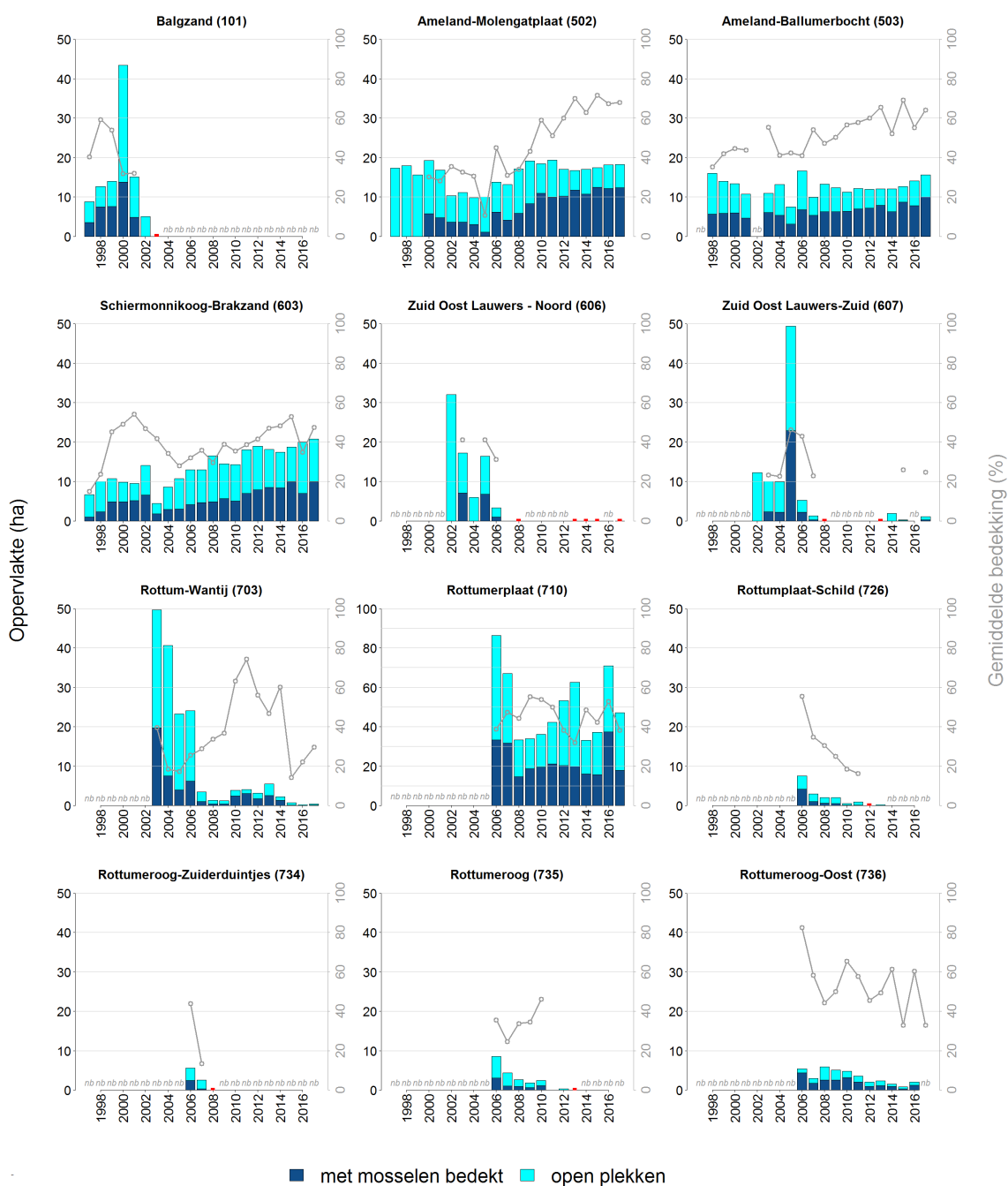


Figuur 3.5 Contouren van mosselbank 710 (Rottumerplaat) voor de jaren 2006, 2008, 2013, 2014, 2016 & 2017.



Figuur 3.6 Contouren van mosselbank 736 (Rottumeroog) voor de jaren 2006, 2008, 2015 & 2016. (in 2017 was het niet mogelijk de contour van de bank vast te stellen omdat door een verhoging van 75 cm de bank niet droog kwam te liggen).

Ontwikkeling areaal mosselbanken



Figuur 3.7 Ontwikkeling van de bankoppervlakte (in hectaren en weergegeven met balken uitgezet op de linker y-as) en de gemiddelde mosselbedekking (in procenten en weergegeven met een grijze gekleurde lijn uitgezet op rechter y-as) voor de banken 101, 502, 503, 603, 606, 607, 703, 710¹, 726, 734, 735 en 736 in de periode 1997 t/m 2017 (of tot wanneer ze bezocht zijn/aanwezig waren). De hoogte van de balk (licht + donkerblauwe deel) geeft het totale bankoppervlakte weer, het donkerblauwe deel de met mosselen bedekte oppervlakte en het lichtblauwe deel het areaal open plekken. Wanneer een bank wel bezocht werd maar deze niet aanwezig was, is dit met een rode stip aangegeven, wanneer een bank niet bezocht werd is dit met 'nb' aangegeven.

¹ in 2014 is ervoor gekozen het noordelijke deel van bank 710 bij de bank te rekenen ondanks dat deze >25m verwijderd is. Hiervoor zijn contouren gebruikt uit Van den Ende et al., 2014. In andere jaren is dat deel niet bij de bank gerekend en daarom is in dit rapport het areaal van het noordelijke deel van bank 710 in 2014 niet meegeteld. Wel is in andere jaren geconstateerd dat er mosselen aanwezig waren in het noordelijke deel.

De ligging, contour, bankoppervlak en het met mosselen bedekte oppervlak van de banken 502 (Ameland-Molengatplaat) en 603 (Schiermonnikoog-Brakzand) zijn in het jaar 2017 nagenoeg onveranderd gebleven ten opzichte van het jaar ervoor, zie de Figuren 3.1, 3.2 en 3.7. De subtiele veranderingen die opgetreden zijn bestaan er voor wat betreft bank 502 uit dat het zuidoostelijke deel van de bank, gelegen op een schelpenbank, wat kleiner is geworden. In bank 603 zijn, aan de zuidoostelijke zijde, enkele bankdelen verdwenen en is de bank aan de noordoostelijke zijde wat toegenomen in oppervlak. Verder hebben er zich geen noemenswaardige veranderingen opgetreden.

De contour van bank 503 (Ameland-Ballumerbocht) is voor het grootste deel ongewijzigd gebleven. Wel is de bank aan de noordwestelijke zijde gegroeid. Dit deel vindt zijn oorsprong waarschijnlijk door verwaaïing vanuit een in 2016 ontstaande mosselbank welke zich noordelijk van bank 503 bevindt (Van den Ende *et al.*, 2016). Dit deel kent een lage mosselbedekking.

Bank 606 (Zuidoost Lauwers – Noord) is niet teruggevonden in 2017. Op bank 607 (Zuidoost Lauwers – Zuid) houden de daar in 2015 aanwezige mosselbulten stand maar de bank blijkt wel opgeschoven te zijn naar het oosten. In het noorden zijn losse mosselbulten waargenomen, binnen de contouren van de oorspronkelijke bank zoals in 2006 bepaald. Gezamenlijk beslaan de bulten een gebied van 1 hectare. De mosselbedekking is ongewijzigd gebleven en bedraagt ongeveer 25%.

Mosselbank 703 heeft in 2017 standgehouden nadat in 2014 een groot deel van de bank verdween en in de opvolgende jaren het areaal steeds verder afnam, zie Figuur 3.4. Er heeft echter geen broedval van betekenis plaatsgevonden en de bank is ook in 2017 klein van omvang (0.37 ha) en kent een lage bedekking (29%).

De contour van mosselbank 710 (Rottumerplaat) is ten opzichte van 2016 alleen sterk veranderd aan de zuidwestelijke zijde waar grote bankdelen verdwenen zijn, zie Figuur 3.5. Als gevolg hiervan is ook het bankoppervlak afgenomen zoals te zien is in Figuur 3.7. Aan de overige randen van de bank is weinig veranderd. Het met mosselen (en oesters) bedekte oppervlak is onverminderd hoog (tot >80%) in deze delen van de bank, zie Bijlage 1. Net als in 2016 zijn in 2017 noordelijk van de bank losse bulten met jongen mosselen aangetroffen, maar omdat deze zich meer dan 25 meter van de hoofdbank bevonden en er zich bovendien een geul bevindt tussen beide bankdelen, wordt dit deel niet bij de bank gerekend.

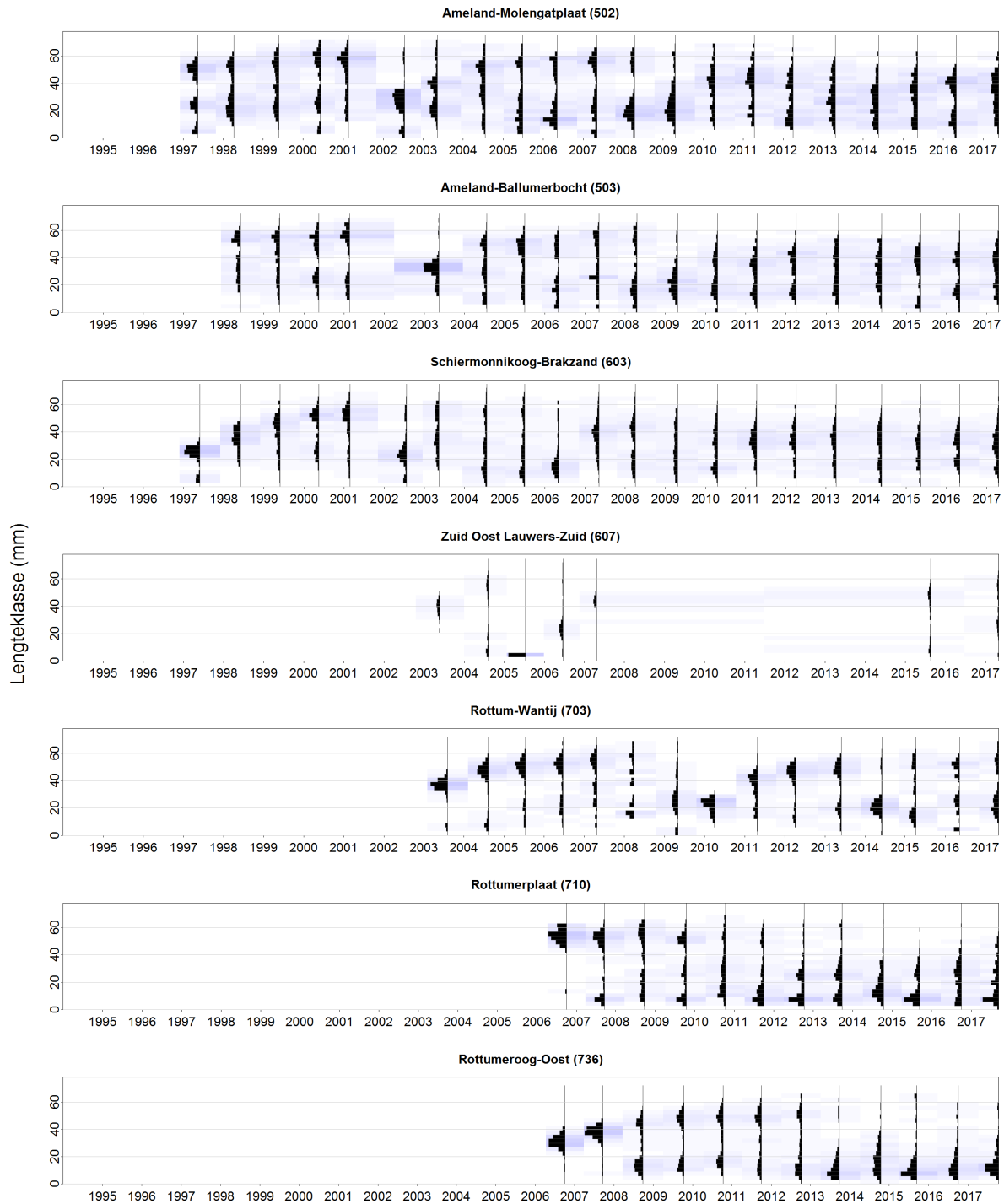
3.2 Ontwikkeling mosselen en oesters

In Figuur 3.8 is goed te zien hoe de jaarklassen mosselen van de eerste metingen op de banken 502, 603 en de banken bij Rottum (703, 710 en 736) zich over het verloop van de jaren verder ontwikkelen (groeien). Na ongeveer 6 jaar lijkt het eerste cohort uitgegroeid te zijn waarbij een lengte van ongeveer 60 mm bereikt is. Ook is goed te zien dat de banken bij Rottum ontstaan zijn enkele jaren voordat de eerste metingen uitgevoerd werden. Het prille begin van deze banken is niet gevolgd binnen dit programma; de eerste histogrammen voor deze banken pieken bij een lengteklasse van >20 mm voor de eerste jaren.

Over het algemeen lijkt er op alle banken jaarlijks wel enige mosselbroed te vallen waardoor al na enkele jaren na het ontstaan van de bank meerdere jaarklassen onderscheiden kunnen worden. In de loop van de jaren zijn meestal twee, drie en soms vier jaarklassen te onderscheiden in de lengte-frequentiegrafieken. In sommige jaren zijn de individuele jaarklassen in elkaar vergroeid en zijn ze niet meer goed te onderscheiden.

Mosselbroedval op de mosselbanken 502, 503, 603 en 607 is, als gevolg van het bemonsteringsmoment in mei, pas zichtbaar in het jaar erop. Hierdoor zijn deze mosselen al wat groter en kan door optreden van wintersterfte dit wat minder duidelijk gezien worden in de lengte frequentiegrafieken. Voor deze banken (502, 503, 603 en 607) blijkt dat het mosselbroed dat in 2015 gevallen was ook in 2017 nog wat verder gegroeid is, zie Figuur 3.8.

Lengte frequentieverdeling mosselpopulatie



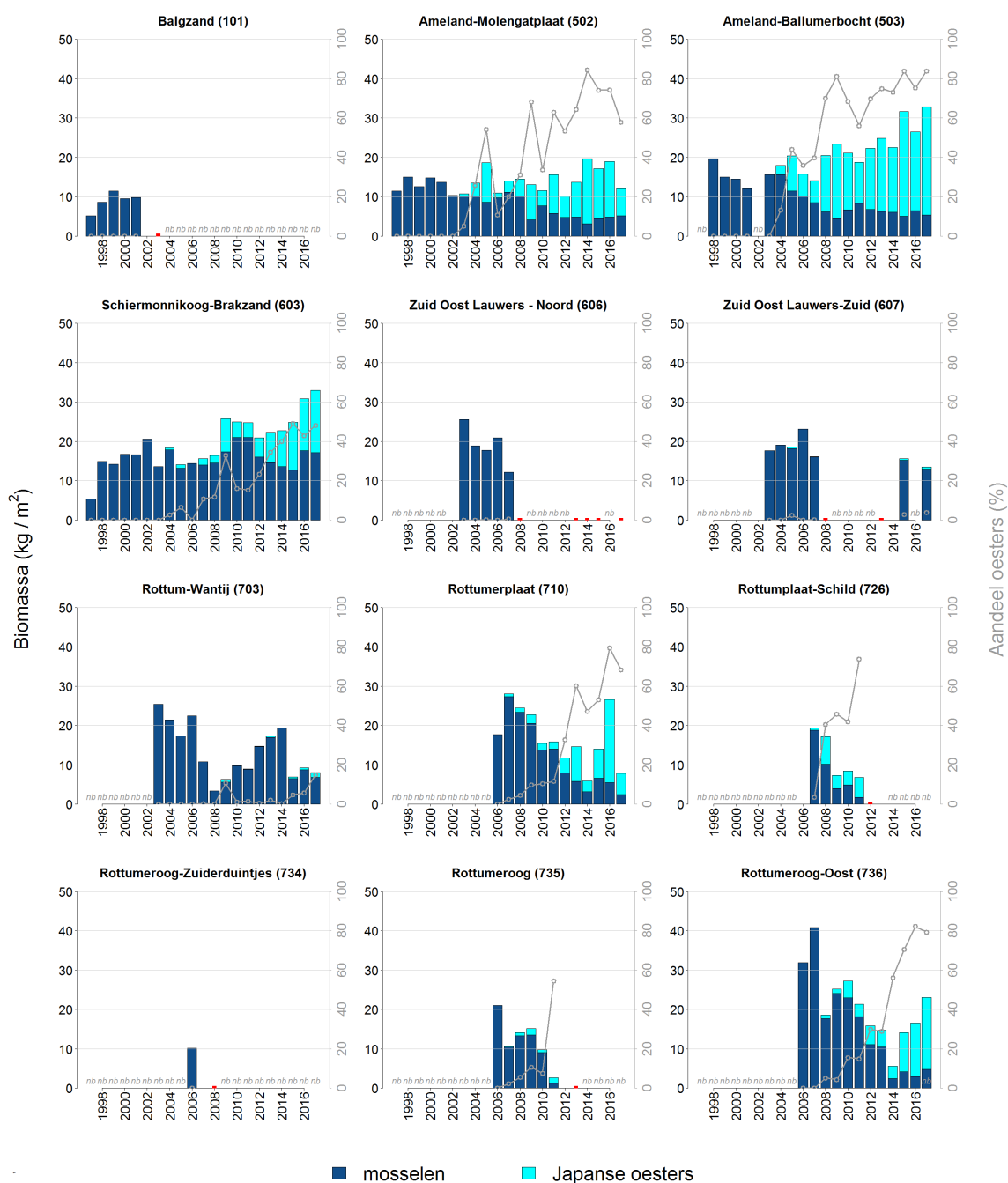
Figuur 3.8 Ontwikkeling van de lengtefrequentie (aantallen gestandaardiseerd naar 1000 mosselen en stapgrootte van 3 mm) van de mosselpopulatie op de mosselbanken 502, 503, 603, 607, 703, 710 en 736 vanaf 1995 t/m 2017.

Uit de lengte frequentiegrafiek van bank 502 en 503 uit 2017 blijkt verder dat de mosselzaadval van 2016 ofwel beperkt plaats heeft gevonden ofwel zich niet goed heeft kunnen ontwikkelen. Op bank 603 en de banken bij Rottum (700 nummers) is de broedval van 2016 meer succesvol gebleken, zie Figuur 3.8. Op bank 710 en 736 is, net als afgelopen jaren, het aandeel kleine mosselen groot en het aandeel grote mosselen juist klein wat op duidt op een mosselbroedval in de bank in 2017.

De biomassa mosselen en oesters en het aandeel oesters die in de monsters werden gevonden zijn weergegeven in Figuur 3.9. De oesterbedekking op de subraaien is weergegeven in Bijlage 2. Het gemiddelde aantal- en biomassa van mosselen en oesters in de vierkantmonsters is weergegeven in respectievelijk Bijlage 3 en 4.

Zoals ook in ander jaren werd gezien en als dusdanig in de rapportages werd beschreven vindt er inmiddels een ontwikkeling van Japanse oesters plaats in alle in dit onderzoek betrokken mosselbanken. Wel zijn er grote verschillen in dominantie van oesters te zien tussen de banken.

Biomassa ontwikkeling mosselen en oesters



Figuur 3.9 Ontwikking van de jaargemiddelde biomassa mosselen en Japanse oesters (uitgedrukt in kg natgewicht/m² en weergegeven in balken op de linker y-as) en het aandeel oesters (uitgedrukt in procenten en weergegeven in grijze lijnen op de rechter y-as) in de mossel-/oesterbiomassa zoals aangetroffen in de vierkantmonsters (1/20 m²) voor de banken 101, 502, 503, 603, 606, 607, 703, 710, 726, 734, 735 en 736 in de periode 1997 t/m 2017 (of tot wanneer ze bezocht zijn/ aanwezig waren). Wanneer een bank wel bezocht werd maar deze niet aanwezig was is dit met een rode stip aangegeven.

In mosselbank 607 (Zuidoost Lauwers – Zuid) is het aandeel oesters in de mossel- en oesterbiomassa nog minimaal te noemen, in 2017 was dit aandeel 3.9%. In mosselbank 703 (Rottum-Wantij) is het aandeel oesters in de mossel- en oesterbiomassa klein maar wel toegenomen van 5.6% in 2016 naar 14.8% in 2017, zie Figuur 3.9. Dit lijkt vooral veroorzaakt te zijn door groei van de reeds in 2016 aanwezige oesters.

Het aandeel oesters op de banken 502 (Ameland-Molengatplaat), 503 (Ameland-Ballumerbocht), 710 (Rottumerplaat) en 736 (Rottumeroog-Oost) is vele malen groter dan voorgenoemde banken, en bepaalt momenteel 60-80% van de gecombineerde mossel- en oesterbiomassa. De bank bij Schiermonnikoog (603) neemt een tussenpositie in en heeft momenteel een aandeel oesters van ongeveer 50%.

Zoals reeds in 2016 vastgesteld werd, neemt de mosselbiomassa in de jaren na vestiging van Japanse oesters gestaag af in de banken 502 (Ameland-Molengatplaat), 503 (Ameland – Ballumerbocht), 710 (Rottumerplaat) en 736 (Rottumeroog-Oost), zie Figuur 3.9. Afgelopen jaren lijkt er zich een mossel-oester evenwicht ingesteld te hebben met een min of meer stabiele mosselbiomassa die rond de 5 kg versgewicht/m² ligt. In 2017 is hierin geen verandering gekomen. Bank 603 (Schiermonnikoog – Brakzand) wijkt af van dit patroon; de vestiging en ontwikkeling van oesters in 2004 lijkt geen noemenswaardig effect gehad te hebben op de mosselbiomassa. Deze schommelt na het ontstaan van de mosselbank (momenteel reeds 20 jaar), rond de 16 kg versgewicht/m². Hiermee kent deze bank de hoogste mosselbiomassa per vierkante meter van de banken opgenomen in dit programma.

3.3 Ontwikkeling doodmateriaal en overige soorten

Een groot aandeel van het totaalgewicht van de vierkantmonsters (gemiddeld over alle banken en jaren, 39%) bestaat uit doodmateriaal. Dit bestaat voornamelijk uit lege mossel- en oesterschelpen. Jaarlijkse fluctuaties in het aandeel doodmateriaal zijn groot en het meest uitgesproken op de banken bij Rottum. Het gewicht aan algen/wieren wordt gedomineerd door blaaswier (*Fucus vesiculosus*) die vooral in de monsters genomen op de banken 502, 503 en 710 worden aangetroffen (Figuur 3.10, zie p. 32).

Naast mosselen en oesters zijn, in de periode 2014 tot en met 2017, de volgende schelpdieren aangetroffen in de vierkantmonsters; alikruiken, nonnetjes, kokkels, slijkgaper, strandgaper, tapijtschelp, boormossel en muiltje. De meeste van deze schelpdieren worden maar in enkele monsters en in lage dichtheden (<3 individuen) aangetroffen. Alikruiken, nonnetjes en kokkels komen vaker en in hogere dichtheden voor. In de monsters genomen op de Rottum banken (703, 710 en 736) is het aantal alikruiken relatief groot. In de monsters genomen op de Ameland banken (502 en 503) is juist het aantal nonnetjes in de monsters groot. Kokkels werden vooral in de jaren 2014 en 2015 aangetroffen op bank 710. Hiernaast komen in alle banken krabben voor. De krabbendichtheid op de banken 502 en 503 is relatief laag (Figuur 3.10, p. 32).

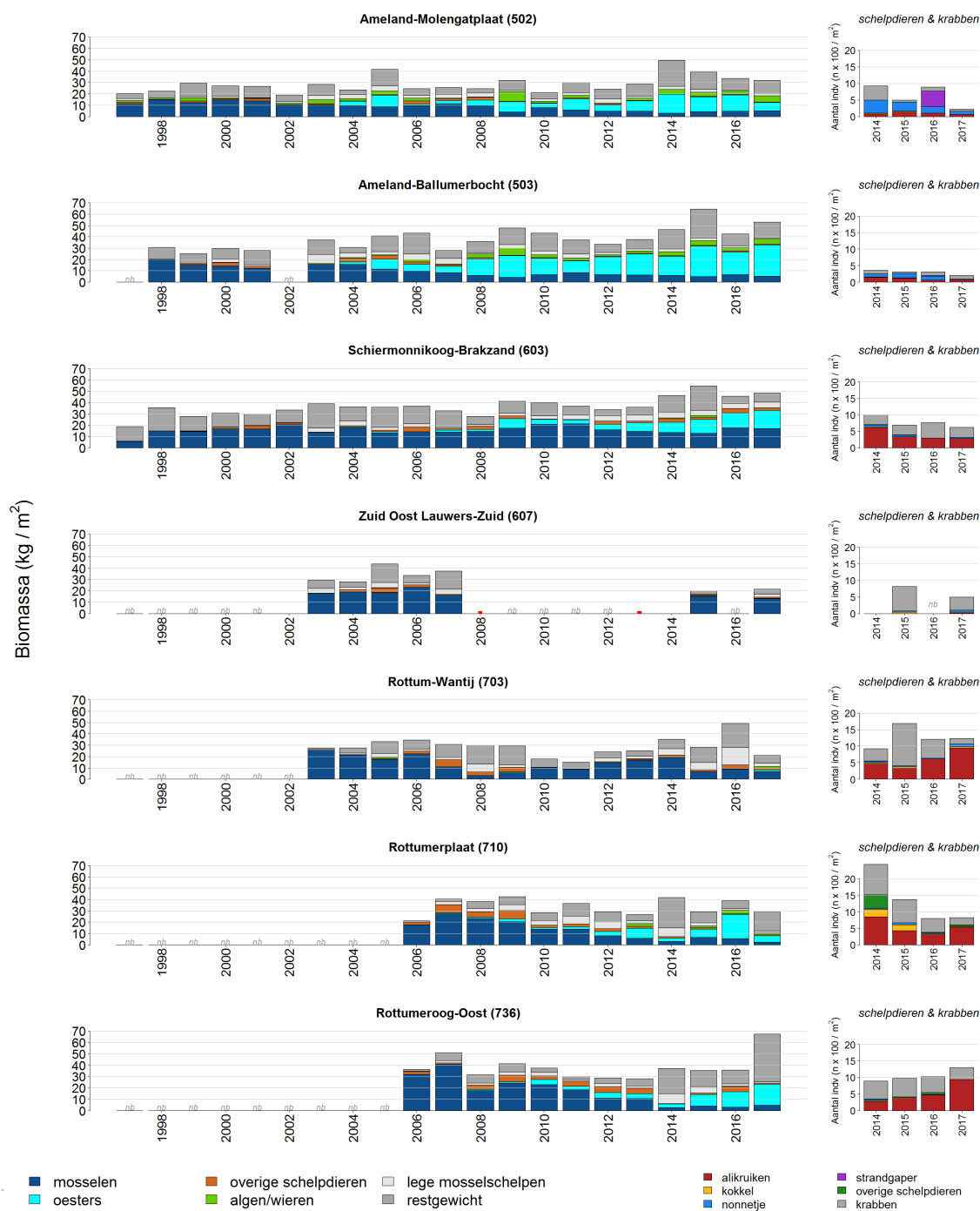
3.4 Ontwikkeling per individuele mosselbank

Deze paragraaf is vergelijkbaar met Glorius *et al.*, 2016 maar wordt jaarlijks aangevuld met nieuwe informatie uit het betreffende jaar. Wanneer er in eerdere conclusies iets verandert, wordt dit specifiek aangegeven. De beschrijving van mosselbanken 101, 726, 734 en 735 verandert niet meer omdat deze banken zijn verdwenen of niet meer bezocht werden. Omdat de ontwikkeling van deze verdwenen of niet meer bezochte banken wel bijdraagt aan de onderzoeksvraag worden ze hier wel elk jaar weergegeven.

3.4.1 Bank 101 - Balgzand

Deze mosselbank is ontstaan met de broedval van 1992. Voor die tijd lag er een kokkelbank op die plek. De bank is voor het eerst bezocht in 1994, maar de contour is pas vanaf 1997 met gps gemeten. In 1997 is de mosselbank goed bedekt met mosselbroed en kleine mosselen uit 1996. Tot 1999 viel er regelmatig nieuw broed op de mosselbank waardoor de bedekking min of meer gelijk blijft. In 2000 is er veel broed gevallen op de mosselbank, waardoor de oppervlakte flink toenam. De jaren daarna nam de bank jaarlijks in oppervlakte en bedekking af. Vanaf 2004 is de bank niet meer bezocht in verband met een krimp budget. Uit de jaarlijkse inventarisatie van het totale mosselareaal in de gehele Waddenzee (Van den Ende *et al.*, 2017) blijkt dat er op die locatie nog steeds een mosselbank ligt.

Samenstelling monsters



Figuur 3.10 Ontwikkeling van de gemeenschapssamenstelling zoals aangetroffen in de vierkantmonsters voor de banken 502, 503, 603, 703, 710 en 736 in de periode 1997 t/m 2017. Links gewicht mosselen, oesters, overige schelpdieren, algen/wieren, lege mosselschelpen en restgewicht, rechts dichtheid schelpdieren en krabben voor de jaren dat dit geregistreerd werd (2014 t/m 2017).

3.4.2 Bank 502 - Ameland Molengatplaat

Deze mosselbank is ontstaan in 1994 en in 1995 voor het eerst bezocht. In 1999, 2001, 2005, 2007, 2011 en 2015 is er een goede mosselbroedval op de bank geweest. In 2016 (zichtbaar in 2017) is de broedval beperkt van omvang geweest. In 2001 heeft er voor het eerst een oesterbroedval plaatsgevonden op de mosselbank. Vanaf 2008 werden in de gehele mosselbank oesters gevonden, maar vooral in het zuidelijke deel staan ze rechtop. Op de hele bank zijn, ook in het gedeelte met rechtopstaande oesters, nog (veel) mosselen te vinden. In de jaren na de vestiging van oesters in de bank nam het met mosselen(en oesters) bedekte oppervlak toe en het mosselgewicht af. De laatste jaren lijkt de toename in het met mosselen(en oesters) bedekte oppervlak gestagneerd te zijn tot

ongeveer 70% en de afname in mosselbiomassa tot ongeveer 5 kg/m². De mosselenbroed welke in 2015 in de bank gevallen is, is in 2017 wat verder gegroeid. De laatste jaren verandert de contour en ligging van de bank nauwelijks. De bank beslaat in 2017 een oppervlak van zo'n 18 hectare en al 24 jaar vormt deze bank nu een stabiele structuur.

3.4.3 Bank 503 - Ameland Ballumerbocht

De mosselbank is waarschijnlijk ontstaan in 1994, maar daarna door stormen sterk achteruitgegaan. Door mosselbroedval uit met name 2015 is deze bank aan de noordelijke zijde wat gegroeid en is het bankoppervlak afgelopen jaren wat toegenomen tot zo'n 14 hectaren in 2016. Door het verwaaien van bankdelen in het noorden is de bank in 2017 weer wat verder gegroeid tot zo'n 15,5 hectaren. Momenteel zijn duidelijk twee jaarklassen te onderscheiden. De schelpdierbedekking stabiliseert de laatste jaren rond de 60%. Dit wordt ook voor een deel door de oesters bepaald, vooral in het oostelijk deel. Het is bekend dat er in het oostelijk deel al vanaf 2000 veel oesters voorkwamen en dat deze zich over de zuidelijke rand van de mosselbank verder uitbreidden.

Vanaf 2004 worden oesters gevonden in de vierkantmonsters. Vanaf 2008 zijn in de gehele mosselbank oesters te vinden, maar vooral in het zuidelijke deel vormen ze rechtopstaande structuren en zijn dichtheden groot. Omdat overal nog (veel) mosselen te vinden zijn classificeert de bank zich tot gemengde mossel-oesterbank. Het mosselgewicht per oppervlakte-eenheid nam tot het jaar 2010 jaarlijks af en lijkt nu te stabiliseren. Afgelopen periode (vanaf 2012 tot en met 2017) ligt het mosselgewicht rond de 6 kg/m². De bank vormt al minimaal 23 jaar een stabiele structuur.

3.4.4 Bank 603 - Schiermonnikoog Brakzand

De mosselbank is ontstaan in 1994 en in 1995 voor het eerst bezocht. Al meer dan 20 jaar vormt de bank een stabiele structuur. De bank bestaat uit mosselen met oesters en er zijn veel diepe, snelstromende geulen. De oppervlakte van de bank neemt over de jaren langzaam toe en beslaat in 2017 zo'n 21 hectare.

In 1997 bestond de mosselbank uit broedval van 1995 en 1996. In 2005, 2007, 2009 en in 2015 is er een behoorlijke broedval geweest op deze mosselbank. De mosselen op de bank bestaan nu uit twee duidelijk te onderscheiden jaarklassen. De bedekking met mosselen en oesters schommelt al jaren stabiel rond de 40%. De laatste jaren lijkt het mosselgewicht per oppervlakte-eenheid stabiel te blijven rond de 15,5 kg/m². Door broedval in 2016 (zichtbaar in lengte frequentiegrafieken in 2017) heeft er verjonging plaatsgevonden.

In 2004 werden voor de eerste keer enkele (jonge) oesters aangetroffen in de vierkantmonsters. De oesters nemen jaarlijks toe en hebben zich in 2007 verder uitgebreid over het centrale deel van de mosselbank en momenteel bestaat de mossel-oesterbiomassa voor 48% uit oesters.

3.4.5 Bank 606 - Zuid Oost Lauwers Noord

De bank is ontstaan in 2001 en voor het eerst bezocht in 2002. Over de jaren is het bankoppervlak vrij snel afgenomen, hoewel in 2005 nog een toename door nieuwe broedval te zien was. Ook de bedekking nam snel af. Deze bank is sinds 2008 geheel verdwenen. In 2011 en 2012 is de locatie niet bezocht. In het voorjaar van 2013 bleek de bank nog steeds geheel verdwenen, op sommige plekken leefden wel veel zandkokerwormen. In het najaar van 2013 bleek er nieuw broed te zijn gevallen. Dit was echter in de daaropvolgende winter geheel verdwenen. Sindsdien heeft er zich geen broedval meer plaatsgevonden. In 2017 is de locatie wel bezocht, maar is de bank niet aangetroffen.

3.4.6 Bank 607 - Zuid Oost Lauwers Zuid

De kern van deze bank is ontstaan in 2000 en in 2002, na de zaadval van 2001, voor het eerst goed ingemeten. In 2005 viel veel nieuw mosselbroed op deze locatie, waardoor de oppervlakte en de bedekking toenam. Het nieuwe mosselbroed was in 2006 al weer grotendeels verdwenen, waardoor de oppervlakte van de bank weer terugviel tot die van 2004. Daarna ging de bank jaarlijks in oppervlakte

en bedekking achteruit, tot deze in 2008 geheel was verdwenen. In 2011 en 2012 is de locatie niet bezocht. In het voorjaar van 2013 leek de bank nog steeds geheel verdwenen, op sommige plekken leefde veel zandkokerwormen. In het najaar van 2013 bleek er nieuw mosselbroed te zijn gevallen. Dit was echter in de daaropvolgende winter grotendeels verdwenen. In 2015 werden nog enige mosselbulten gevonden die in 2017 wat meer verspreid zijn aangetroffen en naar het oosten zijn opgeschoven. Het geringe areaal is hiermee toegenomen en bedraagt in 2017 zo'n 1 ha.

3.4.7 Bank 703 - Rottum Wantij

Deze mosselbank is ontstaan in 2001 en in 2003 voor het eerst bezocht. De oppervlakte van deze bank nam de daaropvolgende jaren snel af.

De mosselbank bestond in 2009 alleen nog maar uit enkele (weliswaar grote) bulten die nog waren overgebleven van de oorspronkelijke mosselbank. Tussen deze bulten lag een groot slibvlak met kokkels, kokkelschelpen, mosselschelpen, pokken en strooimosselen. In de zomer van 2009 is nieuw mosselbroed gevallen op deze schelpenresten welke in de opeenvolgende jaren goed is gegroeid. De mosselbank is hierdoor weer in oppervlakte en bedekking toegenomen. In 2012 is er aan de oostkant een klein deel weggeslagen, maar in 2013 is het zuidelijke deel verder uitgebreid door wederom een mosselbroedval. Overleving was echter slecht en in 2014 is de oppervlakte weer afgenomen met name doordat het zuidelijke deel is verdwenen (zo'n 3,3 ha). In de volgende jaren verdween steeds ongeveer 30% van het bankoppervlak waarbij ook dik bedekte delen verdwenen en in 2016 was het bankoppervlak afgenomen tot slechts 0,5 ha. In 2016 heeft er beperkte broedval plaatsgevonden en is in 2017 de bedekking en het oppervlak marginaal toegenomen.

Op deze mosselbank wordt vanaf 2006 (start van het volgen van de oesterontwikkeling) af en toe een enkele oester waargenomen. In 2011 leek een kleine oesterbroedval te hebben plaatsgevonden. Ook in de opvolgende jaren worden steeds geringe aantallen oesters gevonden. De oesters zijn in 2017 wel wat gegroeid. De oesterbiomassa is toegenomen van 6% in 2016 tot 15% in 2017 van de mossel-oesterbiomassa.

3.4.8 Bank 710 - Rottumerplaat

Het betreft een mosselbank die in het najaar van 2006 voor het eerst is bezocht. Waarschijnlijk is de mosselbank ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). Het slikkige noordelijke deel, dat in 2006 en 2007 nog aanwezig was, is in 2008 geheel verdwenen. Hierdoor halveerde toen de mosselbankoppervlakte. Daarna nam het bankoppervlak weer langzaam toe, met name omdat in 2011 in het zuidwestelijke deel nieuw mosselbroed was gevallen. Dit deel had zich goed gevestigd en breidde elk jaar iets uit. De bedekking nam wel af en in 2014 is dit deel zo weinig bedekt (<5%) dat het als strooimosselen wordt geclassificeerd en niet meer meetelt in de oppervlakte. Door zaadval in het zuidwestelijke deel is de bank op die plek weer gegroeid in 2015 en in 2016. De bedekking in dit deel was laag, namelijk 20-60% (in vergelijking, de bedekking in het noordoostelijke deel bedroeg rond de 80%). De mosselbulten in dit zuidwestelijke deel bleken geen stand gehouden te hebben en in 2017 waren grote delen weer verdwenen.

Er wordt nagenoeg elk jaar mosselzaad aangetroffen in de monsters op deze in het najaar bemonsterde bank, maar deze hebben nog niet te maken gehad met de wintersterfte. De mosselbank bevat op sommige plekken, net als in voorgaande jaren, ook veel oesters. De mosselbiomassa loopt sinds 2007 (toen er 27 kg/m² lag) terug en schommelt de afgelopen jaren rond de 5 kg/m².

3.4.9 Bank 726 - Rottumerplaat Schild

Deze mosselbank is in het najaar van 2006 voor het eerst bezocht. Waarschijnlijk is de bank ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). In 2007 is een goede broedval geweest die resulteerde in een hoog percentage kleine mosselen in 2008. De mosselbank nam jaarlijks (lineair) in oppervlakte en bedekking af, waarschijnlijk door stormen. De laatste jaren bestond de mosselbank voornamelijk uit oesters met oude mosselen ertussen. Het nieuwe zuidelijke deel (2008) bestond voornamelijk uit jonge oesters op dode schelpen van strandgaper, kokkel en mossel. In 2010 was dit deel verdwenen, waarschijnlijk als gevolg van stormschade. De delen met grote oesters leken langer

dichter bedekt te blijven. Het overgebleven deel was in 2012 zo klein en de bedekking was toen zo laag, dat niet langer over een mosselbank gesproken kan worden. Het hele oorspronkelijke mosselbankoppervlak lag in de jaren daarna vol met dode schelpen van mossel, strandgaper, kokkel en oesters. Sindsdien is op deze bank de oppervlakte en bedekking niet meer bepaald en zijn geen monsters meer genomen.

3.4.10 Bank 734 - Rottumeroog Zuiderduintjes

In het najaar van 2006 werd deze plek binnen dit project voor het eerst bezocht. Waarschijnlijk is de mosselbank ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). Vanaf 2006 ging de bank jaarlijks in oppervlak en bedekking achteruit tot er in 2008 niets meer van over was. In 2008 was de mosselbank geheel verdwenen en vanaf 2009 wordt de bank niet meer bezocht.

3.4.11 Bank 735 - Rottumeroog

Het betreft een mosselbank die in het najaar van 2006 voor het eerst is bezocht. Waarschijnlijk is de mosselbank ontstaan uit de broedval van 2001 (Steenbergen *et al.*, 2003). De oorspronkelijke mosselbank nam sinds 2006 jaarlijks (lineair) in oppervlakte af. In 2008 en 2009 was er een goede broedval op deze bank, daarna vond geen noemenswaardige broedval meer plaats en is de bank ook in bedekking langzaam achteruitgegaan. Vanaf 2006 werd een enkele losliggende oester waargenomen, vanaf 2007 kwamen ze ook voor in de vierkantmonsters. Jaarlijks nam dit aantal toe, maar er kwamen nog steeds voornamelijk mosselen voor op de mosselbank. Een losliggend deel aan de westkant bevatte wel meer oesters. Het gewicht aan levende mosselen leek te stabiliseren rond de 10 kg/m². In 2011 nam dit plots af tot <2 kg/m². Het aandeel oesters en lege schelpen (anders dan mosselschelpen) leek de afgelopen jaren langzaam toe te nemen. Het lijkt of er in 2010 zand over de bank is gespoeld, er lag toen veel zand op en tussen de mosselen. In 2012 was deze mosselbank geheel verdwenen.

Vanaf die tijd zijn geen monsters meer genomen op deze mosselbank. In 2010 zijn er ten westen twee nieuwe mosselbanken ontstaan uit mosselbroed van 2008, vlak naast de oorspronkelijke mosselbank die toen nog steeds aanwezig was. Deze zijn niet meegenomen in de oppervlakteberekeningen. De nieuwe mosselbanken ten westen van de oude zijn nog steeds aanwezig en in 2013 is er weer nieuw mosselbroed gevallen op die locatie.

3.4.12 Bank 736 - Rottumeroog Oost

Deze bank is waarschijnlijk ontstaan uit een mosselbroedval van 2005. In 2006 is deze bank binnen dit project voor het eerst bezocht. De mosselbank ligt in de luwte van een ouder oesterrif dat het zuidwestelijke deel beslaat. Mogelijk dat hier eerder al wel mosselen hebben gelegen (Steenbergen *et al.*, 2003). Het oesterrif zorgde waarschijnlijk voor een sterke rand die afkalving aan de zuidzijde voorkomt. In 2007 bleek dat in een groot deel van het oesterrif zich zoveel mosselen hadden genesteld dat van een gemengd deel gesproken kon worden. De laatste jaren zijn er wel delen van dit rif verdwenen.

De vierkantmonsters zijn alleen in het mosseldeel genomen. Hierin kwamen tot 2008 nauwelijks oesters voor, in 2010 is het aantal oesters in dit middendeel flink toegenomen. In 2014 heeft er een oesterbroedval op de bank plaatsgevonden welke in de opvolgende jaren goed gegroeid bleek te zijn.

In 2014 zijn er, net als voorgaande jaren, aan de noordzijde delen verdwenen. In 2014 lag er erg veel schelpengruis op de bank, zowel van mosselen als van andere schelpdieren. Waarschijnlijk is er veel doodgegaan op deze mosselbank, mogelijk door stormschade. De resterende mosselbank heeft grote hoogteverschillen met mosselbulten van ongeveer 1 meter hoog. De oppervlakte nam vanaf 2009 steeds af en in 2015 verdween aan de noordelijke kant een groot stuk mosselbank waarna 0,8 ha overbleef. Na broedval in 2016 en 2017 kon dit stuk wel weer tot de bank gerekend worden waardoor het areaal steeg naar 2 ha in 2017. In 2017 kon het areaal niet betrouwbaar bepaald worden. Het gewicht aan levende mosselen leek te stabiliseren rond de 20 kg/m², maar nam vanaf 2012 sterk af en bedraagt in 2017 ongeveer 5 kg/m².

4 Discussie en conclusie

Wageningen Marine Research bestudeert in detail de ontwikkelingen van een zevental mosselbanken op lange termijn. Drie daarvan worden sinds voorjaar 1997 gevolgd, één sinds voorjaar 1998, twee mosselbanken worden sinds voorjaar 2002 gevolgd en één sinds voorjaar 2003. Naast deze mosselbanken wordt sinds najaar 2006 een vijftal mosselbanken in detail bestudeerd naar aanleiding van andere onderzoeksprojecten, deze mosselbanken bij Rottum worden in deze rapportage ook meegenomen (710, 726, 734, 735 en 736). In het voorjaar van 2017 werden de mosselbanken 502 (Ameland Molengatplaat), 503 (Ameland Ballumerbocht), 603 (Schiermonnikoog), 606 (Zuid Oost Lauwers Noord), 607 Zuid Oost Lauwers Zuid en 703 (Rottum Wantij) bezocht. In het najaar werden de banken 710 (Rottumerplaat) en 736 (Rottumeroog-Oost) bezocht.

De resultaten van de jaarlijkse kartering van deze banken en de populatiemetingen geven een beeld van de ontwikkeling van mosselbanken over een groot aantal jaren. De algemene conclusie, die ook al in voorgaande tussenrapportages wordt beschreven (o.a. Glorius *et al.*, 2017), verandert daarmee niet. De mosselbanken gaan in het algemeen na het jaar van ontstaan langzaam in oppervlakte, bedekkingspercentage en populatiedichtheid achteruit. Op de mosselbanken neemt dan het percentage lege schelpen, marcoalgen en zeepokken toe in verhouding tot de levende mosselen. De afname in oppervlakte en bedekking wordt af en toe tenietgedaan door een goede broedval, waarna het proces opnieuw begint. Over de jaren ontstaat dus geleidelijk een mosselbank met meerdere jaarklassen en met een gevarieerde gemeenschap. Introductie van Japanse oesters in bestaande mosselbanken blijkt een algemeen verschijnsel in de Waddenzee wat resulteert in een hoger bedekkingspercentage aan schelpdieren en een afname in de biomassa mosselen.

Mosselbanken kunnen dus een stabiel en langdurig (decennia) verschijnsel zijn op een bepaalde locatie, al kunnen individuele mosselen, bankdelen en complete banken ook verdwijnen en veel korter aanwezig zijn. Ondanks de overeenkomsten in algemene ontwikkeling zoals hierboven beschreven, zijn er jaarlijks grote verschillen te zien in de ontwikkeling van individuele mosselbanken die in deze studie gevolgd zijn. Sommige banken nemen in oppervlak en bedekking af, andere juist toe of veranderen nagenoeg niet. Op sommige mosselbanken vindt er een mossel- of oesterbroedval plaats, op andere niet, etc.. Folmer en anderen hebben de dynamiek in bankgrootte van litorale mosselbanken aanwezig in de Nederlandse en Duitse Waddenzee bestudeerd voor de periode (1999-2010) en kwamen tot de conclusie dat groei van banken uit verschillende stroomgebieden niet synchroon verloopt (Folmer *et al.*, 2014). De auteurs stellen dat lokale verschillen in de verspreiding van mossellarven en de barrière die de uitstroom van rivieren hierin speelt, mogelijk belangrijk zijn. Beukema en andere vonden wel gelijktijdige groei van mosselbanken over grote gebieden (>100 km) na koude winters (Beukema *et al.*, 2015). Ze stellen dat de bestudeerde periode in de studie van Folmer en andere te kort was en geen strenge winters bevatten om deze relatie op te merken.

Onderzoek wijst uit dat veel verschillende factoren bepalend zijn voor de overleving en ontwikkeling van litorale mosselbanken en dat deze ook samenhangen met eigenschappen van de mosselbank zelf en met de levensfase van de mosselbank (Dankers & Fey, 2015). Zo wordt mosselbroedval op een bank bepaald door aanvoer van mossellarven met waterstromen die bovendien voldoende groot (en zwaar) moeten zijn om te kunnen bezinken op momenten met weinig stroming (Dankers & Fey, 2015). Het moment waarop de larven groot genoeg gegroeid zijn om zich op de bodem te vestigen wordt medebepaald door het moment waarop de mosselen hun zaad- en eiercellen uitscheiden (afhankelijk van de watertemperatuur) en door de groeisnelheid van de larven wat afhankelijk is van onder andere voedselcondities (Gosling, 1992).

Succesvolle vestiging van mossellarven wordt medebepaald door het substraat waarbij in ieder geval mosselen zelf (Kangeri *et al.*, 2014), kokkels, oesters, dode schelpen en de kokers van kokerwormen (Pulfrich, 1996; Callaway, 2003, Dankers & Fey, 2015), geschikt blijken te zijn. Direct na vestiging is predatie door krabben en garnalen belangrijk (Veer van der *et al.*, 1998; Dankers & Fey, 2015; Waser,

2018). In alle levensfasen van mosselbanken kan erosie van bankdelen door golven, stromingen en ijsvorming belangrijk zijn (Donker, 2015) en kunnen er grote verliezen optreden door predatiedruk uitgeoefend door vogels (Waser, 2018). Ook bankeigenschappen zelf zijn van belang. De ruimtelijke structuur van de mosselen (Liua *et al.*, 2013), de ligging ten opzichte van overheersende stroomrichting, het reliëf en de aan- dan wel afwezigheid van mosselbulten (Donker, 2015) bepalen onder andere de gevoeligheid van mosselbanken voor erosie door golven en stromingen en de beschikbaarheid van voedsel.

De voedselbeschikbaarheid wordt verder bepaald door de ligging van de bank ten opzichte van geulen die voor aanvoer van algen (voedsel) zorgt en de hoogteligging die bepaalt hoe lang de bank onder water staat en dus hoe lang mosselen de tijd hebben het water te filtreren (Dankers & Fey, 2015). Japanse oesters kunnen mosselen bescherming bieden en verliezen door predatie verminderen (Waser *et al.*, 2015). De hier gepresenteerde meerjarige gegevens met betrekking tot de ontwikkeling van mosselbanken kunnen bijdragen aan de verdere ontwikkeling van kennis over de invloed van bankeigenschappen en omgevingsfactoren die van belang zijn voor het overleven van mosselbanken evenals de invloed van oesters op de mosselbank- en mosselpopulatie-dynamiek.

Referenties

- Asmus R.M. & H. Asmus (1991). Mussel beds: limiting or promoting phytoplankton? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 148:215-32.
- Beukema, J.J., R. Dekker, M.R. Stralen van, J. Vlas de, (2015). Large-scale synchronization of annual recruitment success and stock size in Wadden Sea populations of the mussel *Mytilus edulis* L. *Helgol Mar Res* (69), pp 327 – 333.
- Brinkman AG, T Bult, N Dankers, A Meijboom, D den Os, MR van Stralen, J de Vlas (2003). Mosselbanken kenmerken, oppervlaktebepaling en beoordeling van stabiliteit. Alterra rapport 707. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Buschbaum, C. S. Dittmann, J-S Hong, I-S Hwang, M. Strasser, M. Thiel, N. Valdivia, S-P Yoon, K. Reise (2009). Mytilid mussels: global habitat engineers in coastal sediments. *Helgoland Marine Resources* 63:47-58.
- Callaway, R. (2003). Long-term effects of imitation polychaete tubes on benthic fauna: they anchor *Mytilus edulis* (L.) banks. *Journal Experimental Marine Biology Ecology* (283), pp 115-132.
- Dame, R.F. (2011). Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach, 2nd edition. Boca Raton, FL, CRC Marine Sciences. 283 pp.
- Dame, R.F., N. Dankers, T. Prins, H. Jongsma & A. Smaal (1991). The influence of mussel beds on nutrients in the western Wadden Sea and Eastern Scheldt estuaries. *Estuaries* 130-138-14.
- Dankers, N. & Fey-Hofstede, F. (2015). Een zee van Mosselen. *Handboek ecologie, bescherming, beleid en beheer van mosselbanken in de Waddenzee*. Lisse, pp. 108
- Dankers N & K Koelemaij (1989). Variations in the mussel population of the Dutch Waddensea in relation to monitoring. *Helgwiss. Meeresunters.* 43: 529–535.
- Dankers N, Cremer J, Dijkman E, Brasseur S, Dijkema K, Fey F, de Jong M, Smit C (2006). *Ecologische Atlas Waddenzee*. IMARES Wageningen UR, Texel.
- Dankers N; Meijboom A; Cremer JSM; Dijkman EM; Hermes Y; te Marvelde L (2003). Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. *Alterra-rapport 876*. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Dankers N; Meijboom A; de Jong M; Dijkman E; Cremer J; van der Sluis S (2004). Het ontstaan en verdwijnen van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. *Alterra-rapport 921*. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Donker, J. J. A., (2015). "Hydrodynamic processes and the stability of intertidal mussel beds in the Dutch Wadden Sea", Thesis University Utrecht, pp 134.
- Dijkema KS, G Van Tienen & JJ Van Beek (1989). Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea 1:100 000. Research Institute for Nature Management, Texel/Veth Foundation, Leiden: 24 maps.
- Ende van den D, van Asch M, Troost K, (2014). Het mosselbestand en het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen van de Waddenzee in het voorjaar van 2014. *IMARES Rapport C131/14*. IMARES Wageningen UR.
- Ende van den D, Troost K, van Asch M, Brummelhuis E, Zweeden van C, (2016). Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwater 2017; bestand en arealen. *CVO rapport 17.022*.
- Ens BJ & Altling D (1996). The effect of an experimentally created mussel bed on bird densities and food intake of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea*, 84A, 493-507.
- Folmer, E.O., Drent, J., Troost, K., Buttger, H., Dankers, N., Jansen, J., Stralen van M., Millat, G., Herlyn, M., Philippart, C.J.M. (2014). Large-Scale Spatial Dynamics of Intertidal Mussel (*Mytilus edulis* L.) bed coverage in the Gemena and Dutch Wadden Sea. *Ecosystems* (17), pp 550-566.
- Glorius, ST., Meijboom, A., Wal van der, J.T., Cremer, J.S.M. (2017). Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2016. *WOT-technical report 105 / WMR-rapport C164/15*.

- Gosling, E.G., (1992). Reproduction, settlement and recruitment. In: The Mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and culture. Developemnts in aquaculture and fisheries science. Amsterdam: Elsevier. Pp 131-168.
- Günther CP (1996). Development of small *Mytilus* beds and its effects on resident intertidal macrofauna. *Mar. Ecol.* 17(1–3):117–130.
- Gutiérrez J.L., C.G. Jones, D.L. Strayer, O.O. Iribarne (2003). Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. *Oikos* 101: 79-90.
- Kangeri, A.K., Jansen, J.M., Joppe, D.J., Dankers, N.M.J.A. (2014). In *situ* investigation of the effects of current velocity on sedimentary mussel bed stability. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (485), pp 65-72.
- Liu, Q.X., Doelmann, A., Rottschäfer, V., Jäger de M., Hermana, P.M.J., Rietkerk, M., Koppel, van de J. (2013). Phase separation explains a new class of selforganized spatial patterns in ecological systems. *PNAS*.
- Markert, A. A. Wehrmann, I. Kröncke (2010). Recently established *Crassostrea*-reefs versus native *Mytilus*-beds: differences in ecosystem engineering affects the macrofaunal communities (Wadden Sea of Lower Saxony, southern German Bight). *Biological Invasions*, 12:15-32.
- Ministerie van LNV (2004). Ruimte voor zilte oogst. Naar een omslag in de Nederlandse schelpdiercultuur. Beleidsbesluit Schelpdiervisserij 2005-2020.in N. e. V. Ministerie van Landbouw, editor.. Den Haag.
- Ministerie van LNV (2008). Profieldocument H1140 december NB-wet Natura 2000. http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_1140.pdf
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Natura 2000-beheerplan Waddenzee, periode 2016 – 2022. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag. pp 331.
- Nehls G., I. Hertzler, G. Scheiffarth (1997). Stable mussel *Mytilus edulis* beds in the Wadden Sea: they're just for the birds. *Helgolander Meeresuntersuchungen* 51:361-72.
- Petersen, J.K., M. Maar, F. Mohlenberg and J.E. (2012). Benthic grazing impact: Coupling and uncoupling in relation to physical forcing. *Marine Ecology Progress Series* 463: 127-139.
- Prins, T.C., A.C. Smaal and R.F. Dame (1998). A review of the feedbacks between bivalve grazing and ecosystem processes. *Aquatic Ecology* 31: 349-359.
- Prins, T.C. & V. Escaravage (2005). Can bivalve suspension feeders affect pelagic food web structure? In: *The Comparative Roles of Suspension Feeders in Ecosystems*. R.F. Dame and S. Olenin. Dordrecht Springer: 31-51.
- Pulfrich, A. (1996). Attachment and settlement of post-larval mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Schleswig-Holstein Wadden Sea. *J. Sea Res.* 36, pp 239–250.
- Steenbergen J, JMDD Baars, MR van Stralen, J Kesteloo-Hendrikse & TP Bult (2003). Het mosselareaal en –bestand op de droogvallende platen in de Waddenzee in het voorjaar van 2003. RIVO-rapport C070/03. RIVO, IJmuiden.
- Tsuchiya M, Nishihira M (1985). Islands of *Mytilus* as a habitat for small intertidal animals: effect of island size on community structure. *Mar Ecol Prog Ser* 25:71–81
- Tsuchiya M, Nishihira M (1986). Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna and community organization. *Mar Ecol Prog Ser* 31:171–187
- Tydeman, P (1996). Ecologisch profiel van de wilde litorale mosselbank (*Mytilus edulis* L.). Rapport RIKZ 96.026. RIKZ, Den Haag.
- Veer, van der, H.W., Feller, R.J., Weber, A., Witte, J. (1998). Importance of predation by crustaceans upon bivalve spat in the intertidal zone of the Dutch Wadden Sea as revealed by immunological assays of gut contents. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology* (231), pp 139 – 157.
- Waser, A. M. (2018). Predation on intertidal mussels: Influence of biotic factors on the survival of epibenthic bivalve beds. PhD Thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands.
- Waser, A. M., W. Splinter, and J. van der Meer (2015). Indirect effects of invasive species affecting the population structure of an ecosystem engineer. *Ecosphere* 6(7):109. <http://dx.doi.org/10.1890/ES14-00437.1>
- Zwarts L. (1991). Mosselbanken: wadvogels op een kluitje. *Vogels* 66: 8–12.

Verantwoording en kwaliteitsborging

WOt-technical report 138 / WMR-Rapport C018/19
WMR-Projectnummer: 431.81001.05

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van Wageningen Marine Research.

Akkoord: Robbert Jak
 Onderzoeker

Handtekening:



Datum: december 2018

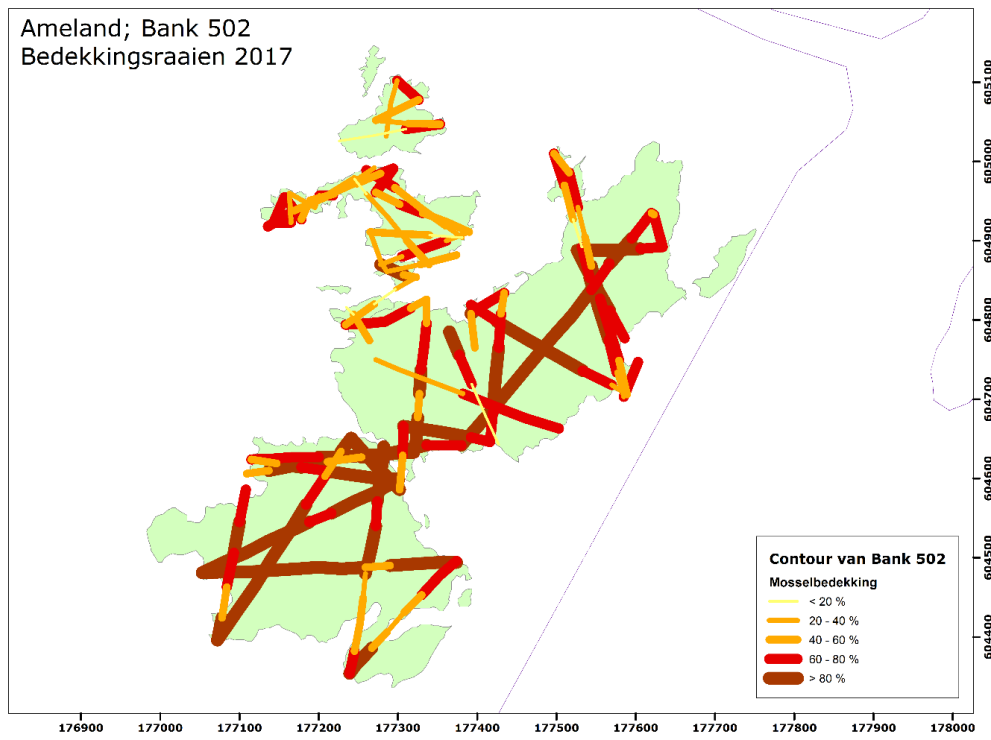
Akkoord: Jakob Asjes
 Manager integratie

Handtekening:

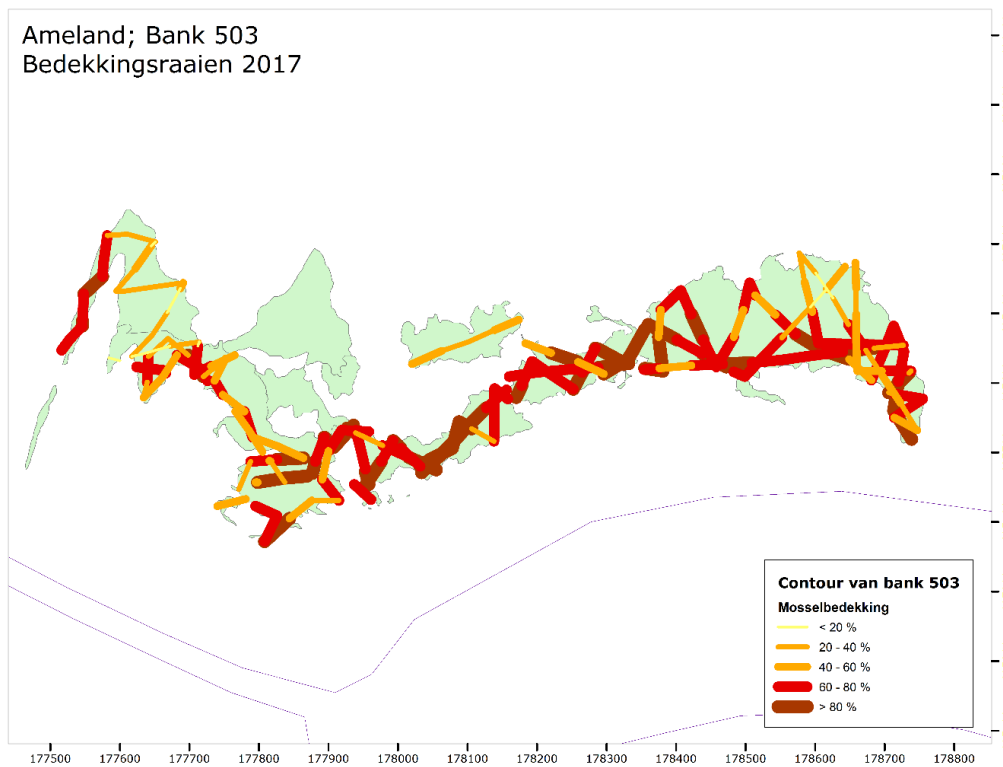


Datum: december 2018

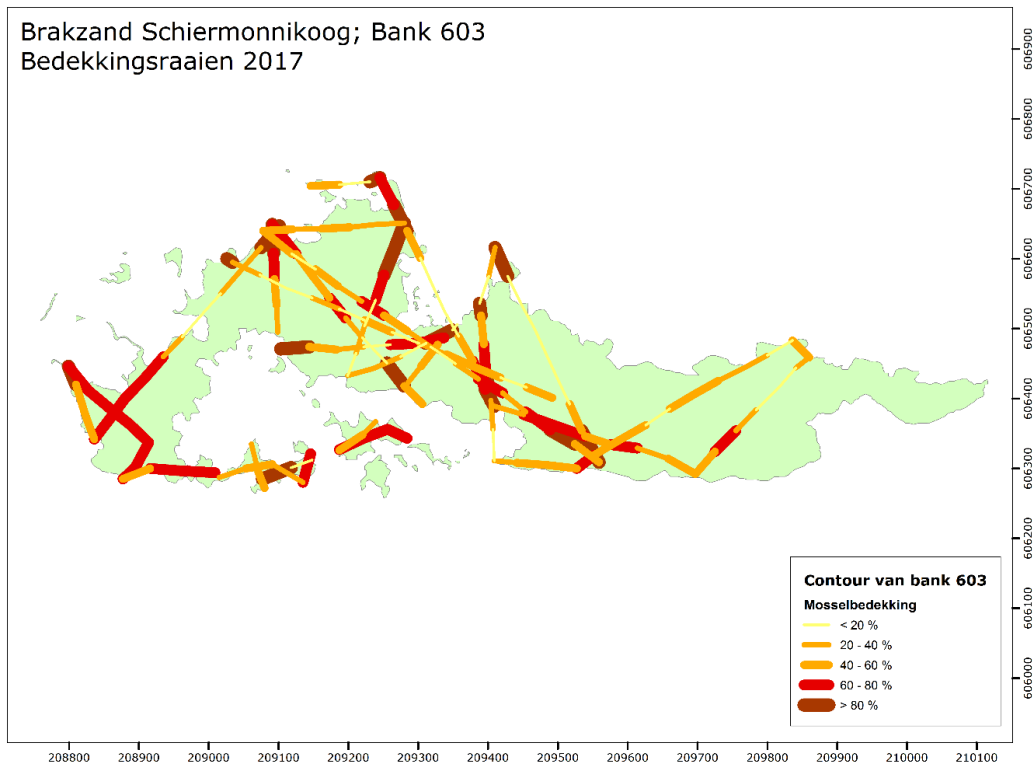
Bijlage 1 Bedekking mosselbanken



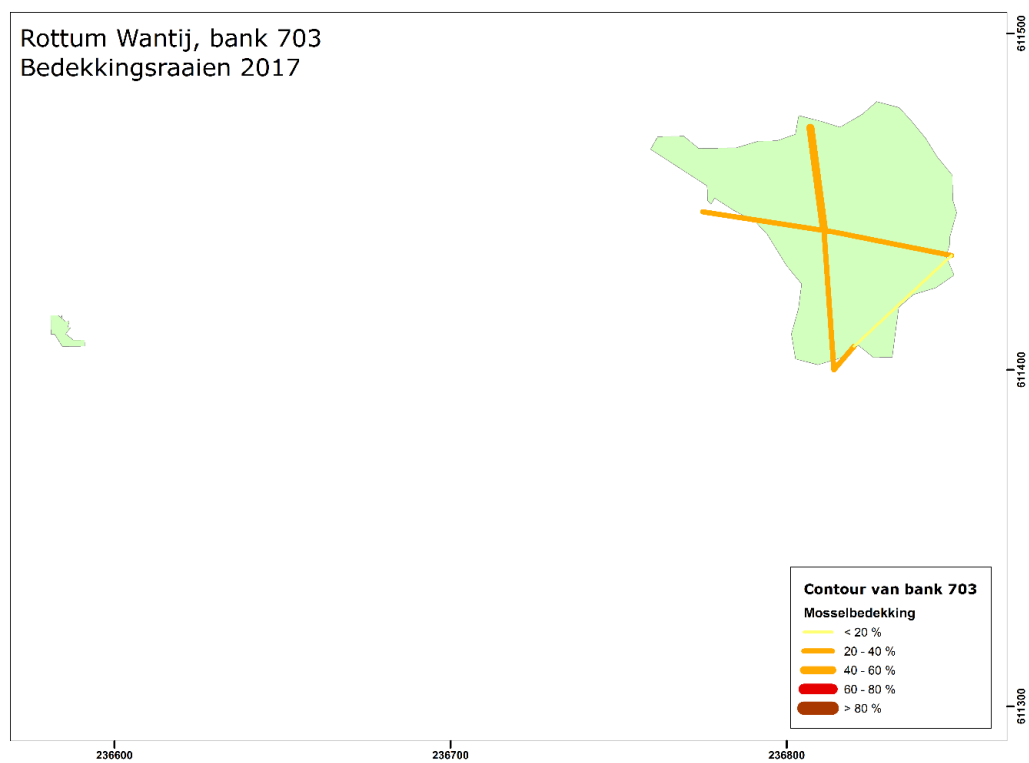
Figuur B2.1 Mosselbedekking op de subraaien op mosselbank 502 in 2017



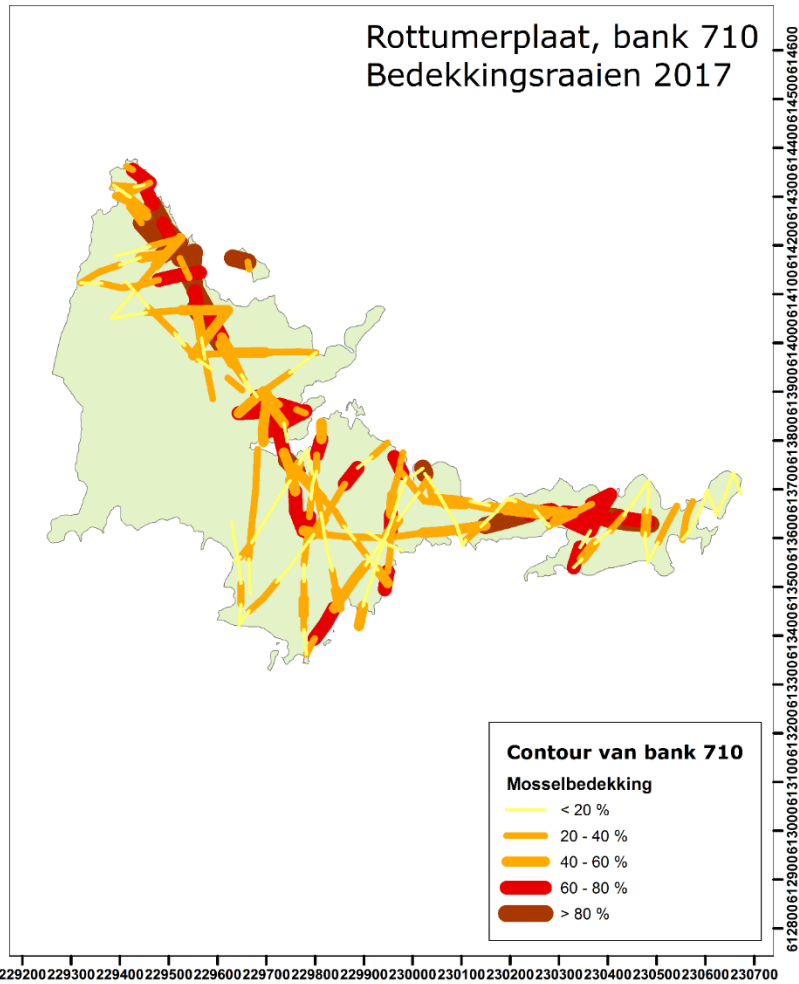
Figuur B2.2 Mosselbedekking op de subraaien op mosselbank 503 in 2017



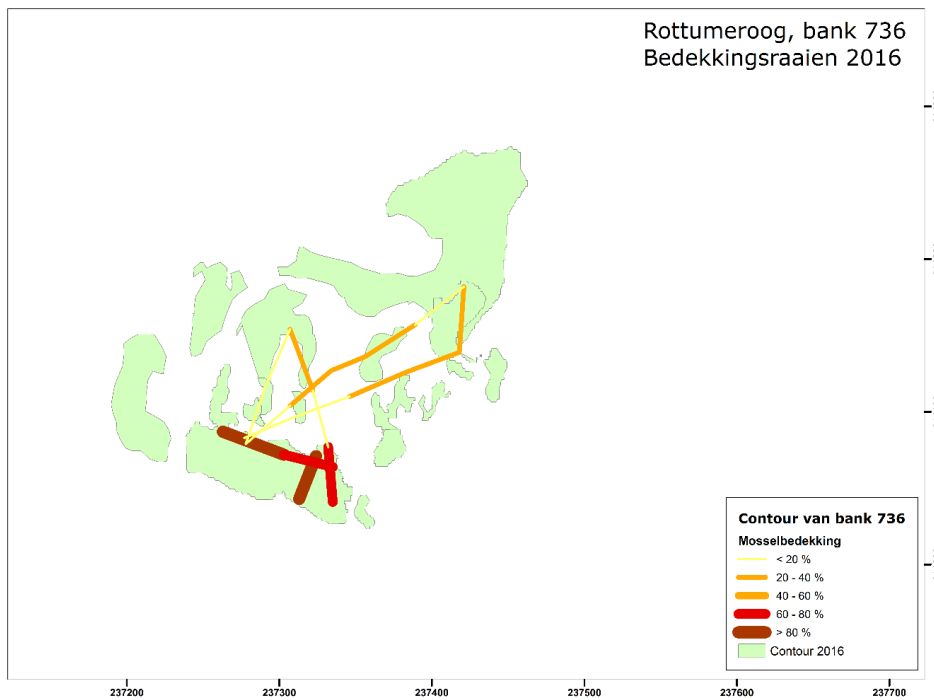
Figuur B2.3 Mosselbedekking op de subraaien op mosselbank 603 in 2017



Figuur B2.4 Mosselbedekking op de subraaien op mosselbank 703 in 2017.

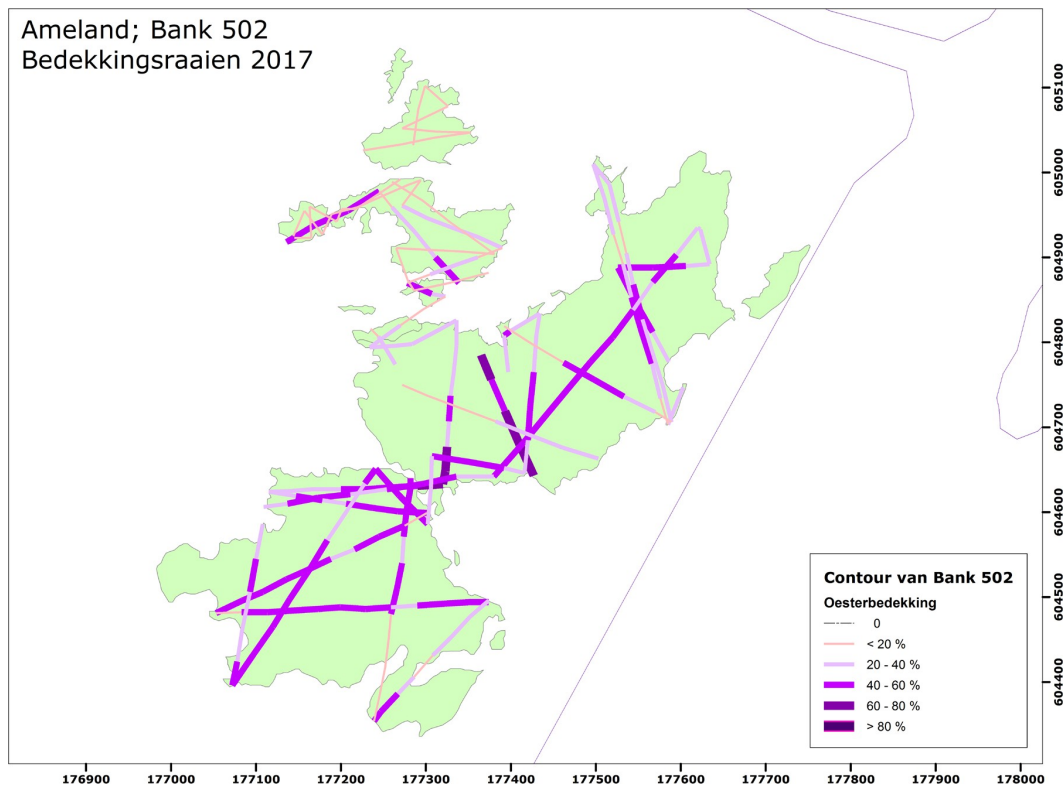


Figuur B2.5 Mosselbedekking op de subraaien op mosselbank 710 in 2017.

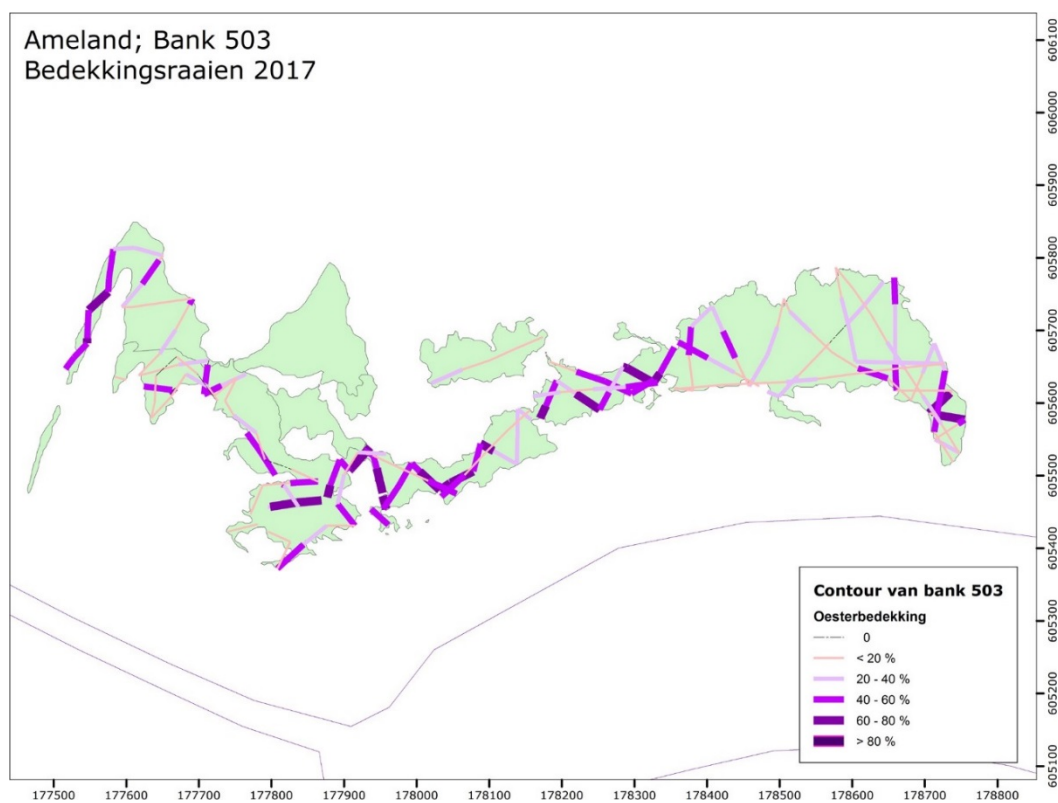


Figuur B2.6 Mosselbedekking op de subraaien op mosselbank 736 in 2017 op contour van 2016.

Bijlage 2 Oesterbedekking mosselbanken

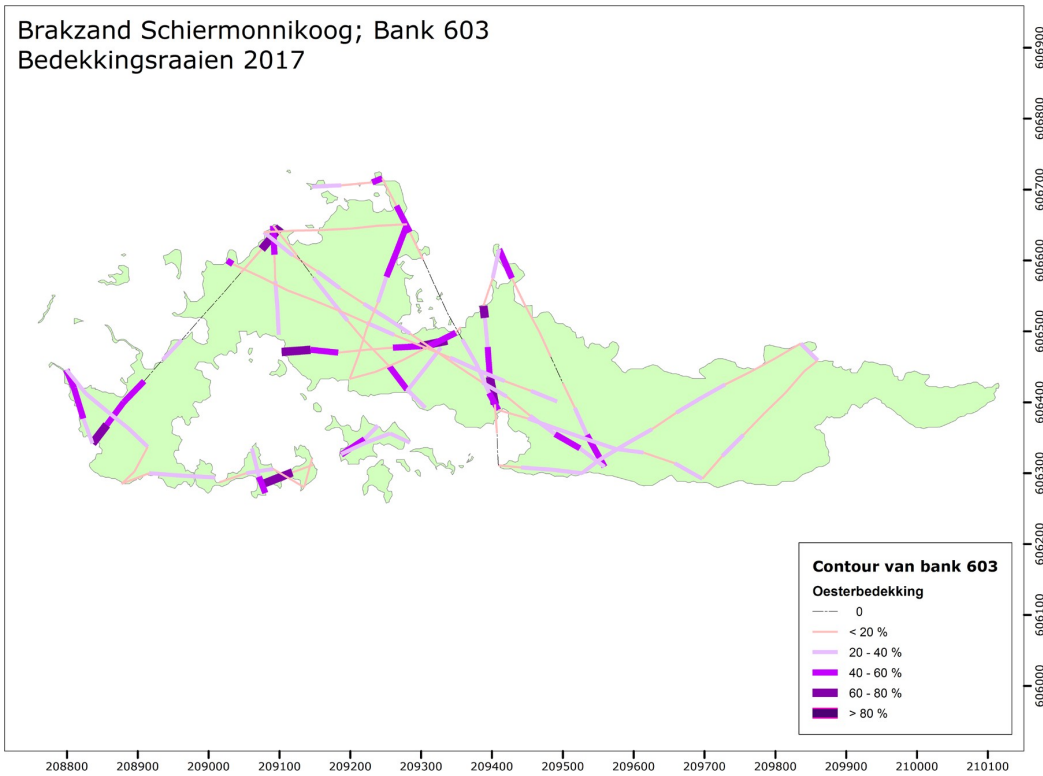


Figuur B3.1 Oesterbedekking op de subraaien op mosselbank 502 in 2017.



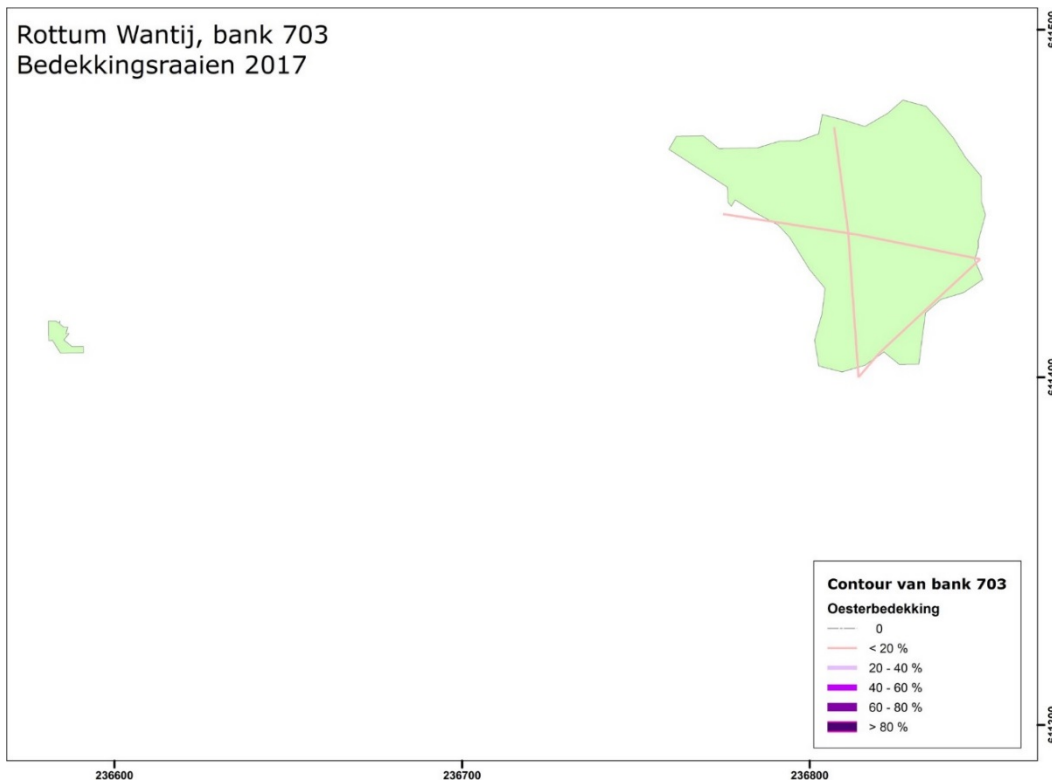
Figuur B3.2 Oesterbedekking op de subraaien op mosselbank 503 in 2017.

Brakzand Schiermonnikoog; Bank 603
 Bedekkingsraaien 2017

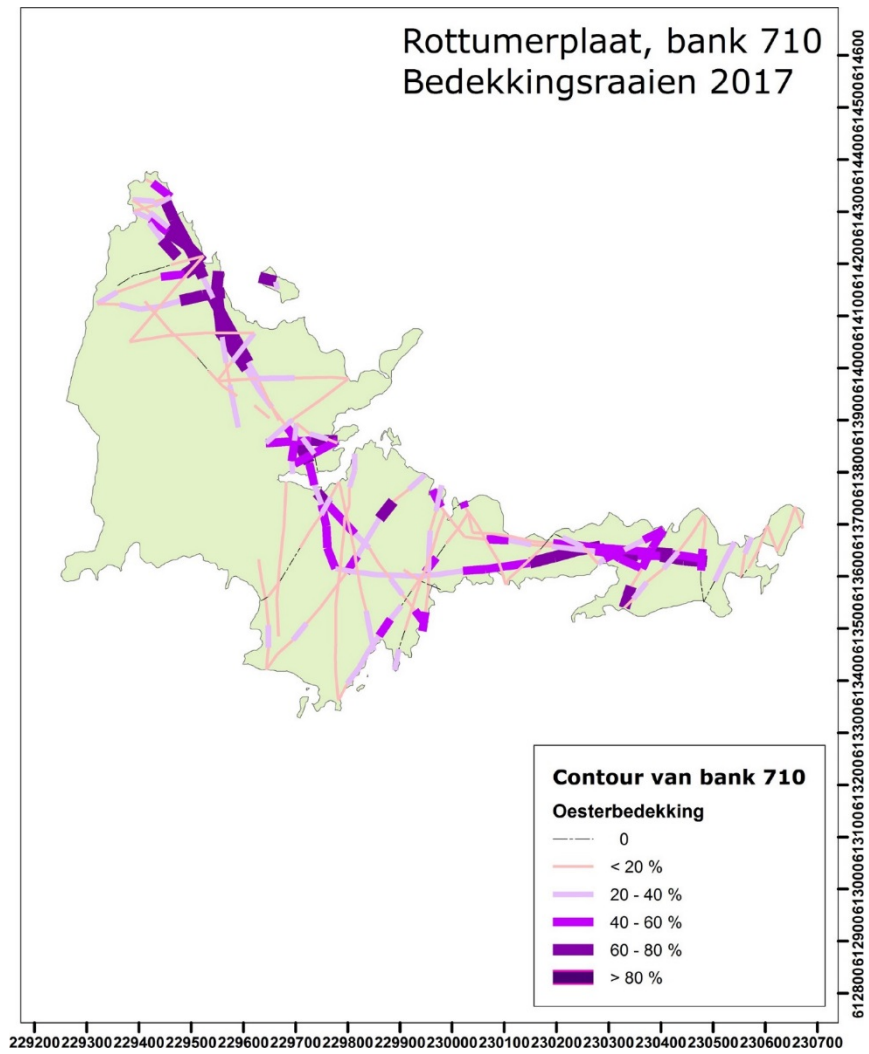


Figuur B3.3 Oesterbedekking op de subraaien op mosselbank 603 in 2017.

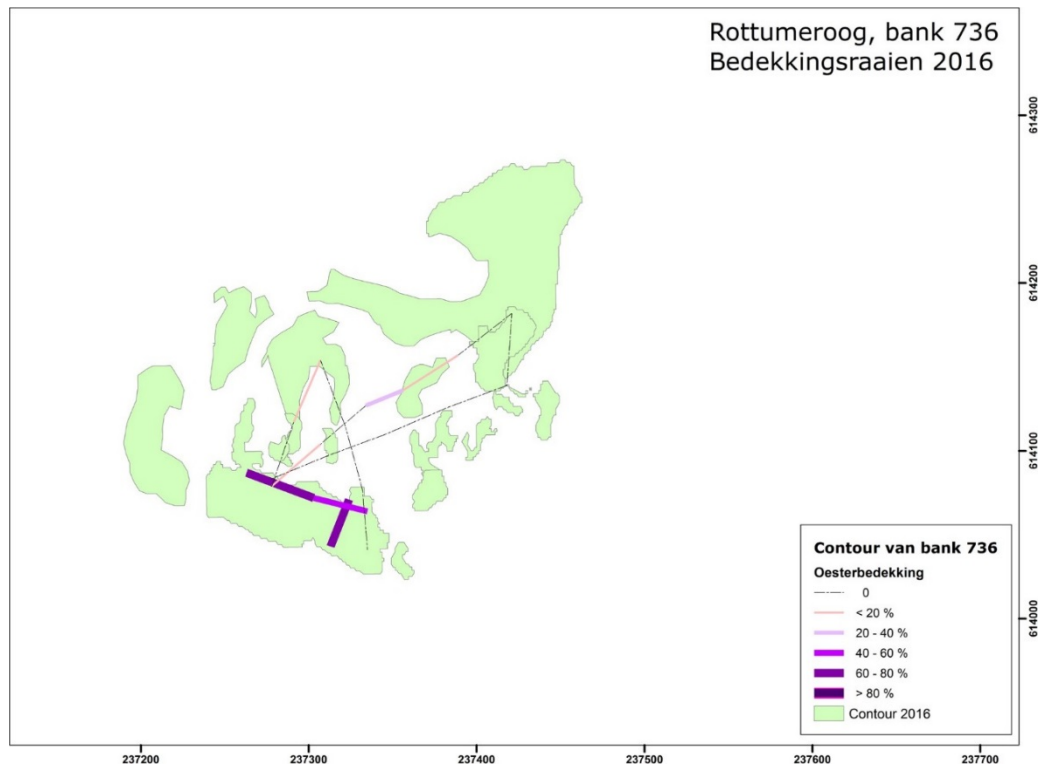
Rottum Wantij, bank 703
 Bedekkingsraaien 2017



Figuur B3.4 Oesterbedekking op de subraaien op mosselbank 703 in 2017.



Figuur B3.5 Oesterbedekking op de subraaien op mosselbank 710 in 2017.

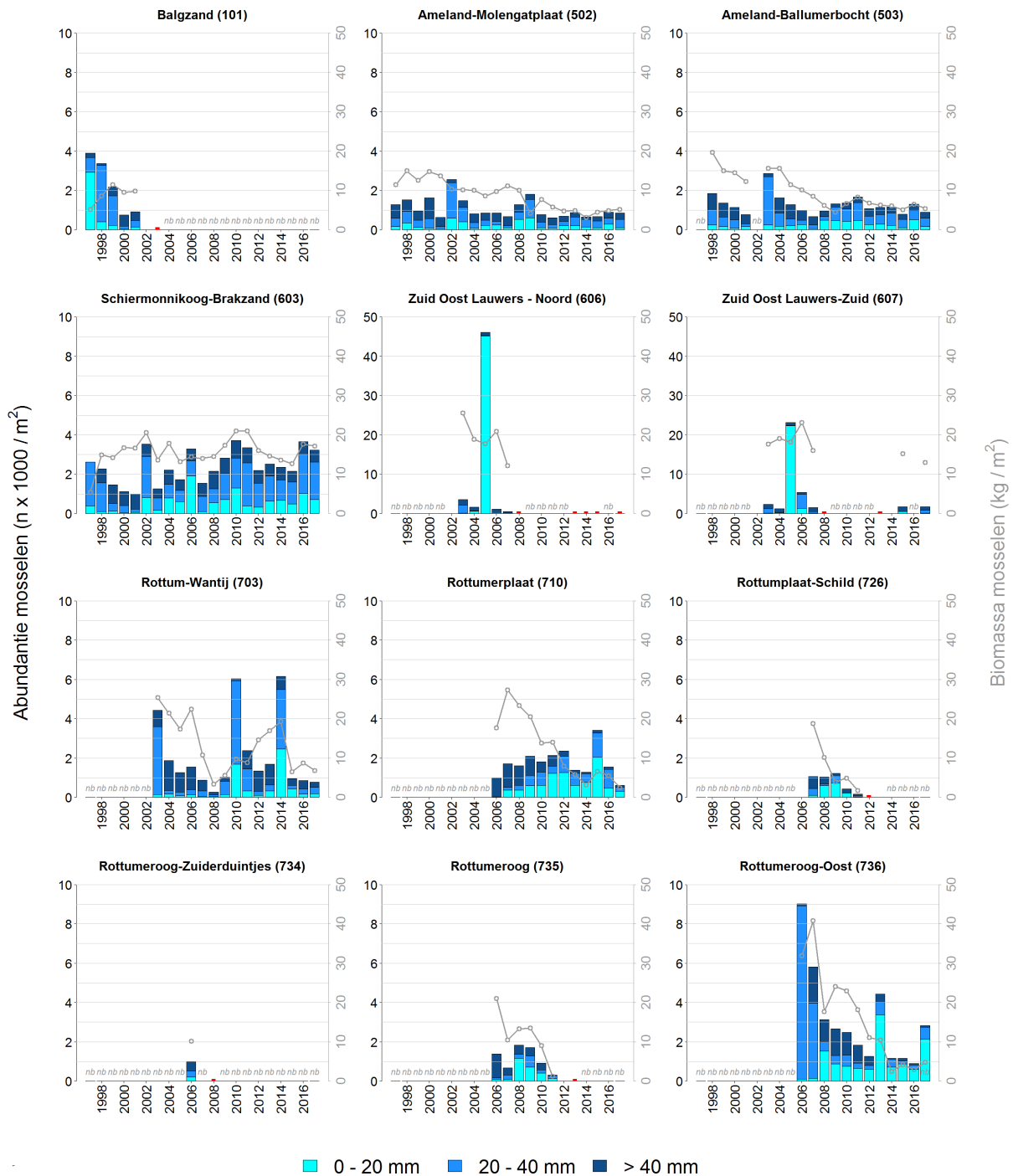


Figuur B3.6 Oesterbedekking op de subraaien op mosselbank 736 in 2017 op de contour uit 2016.



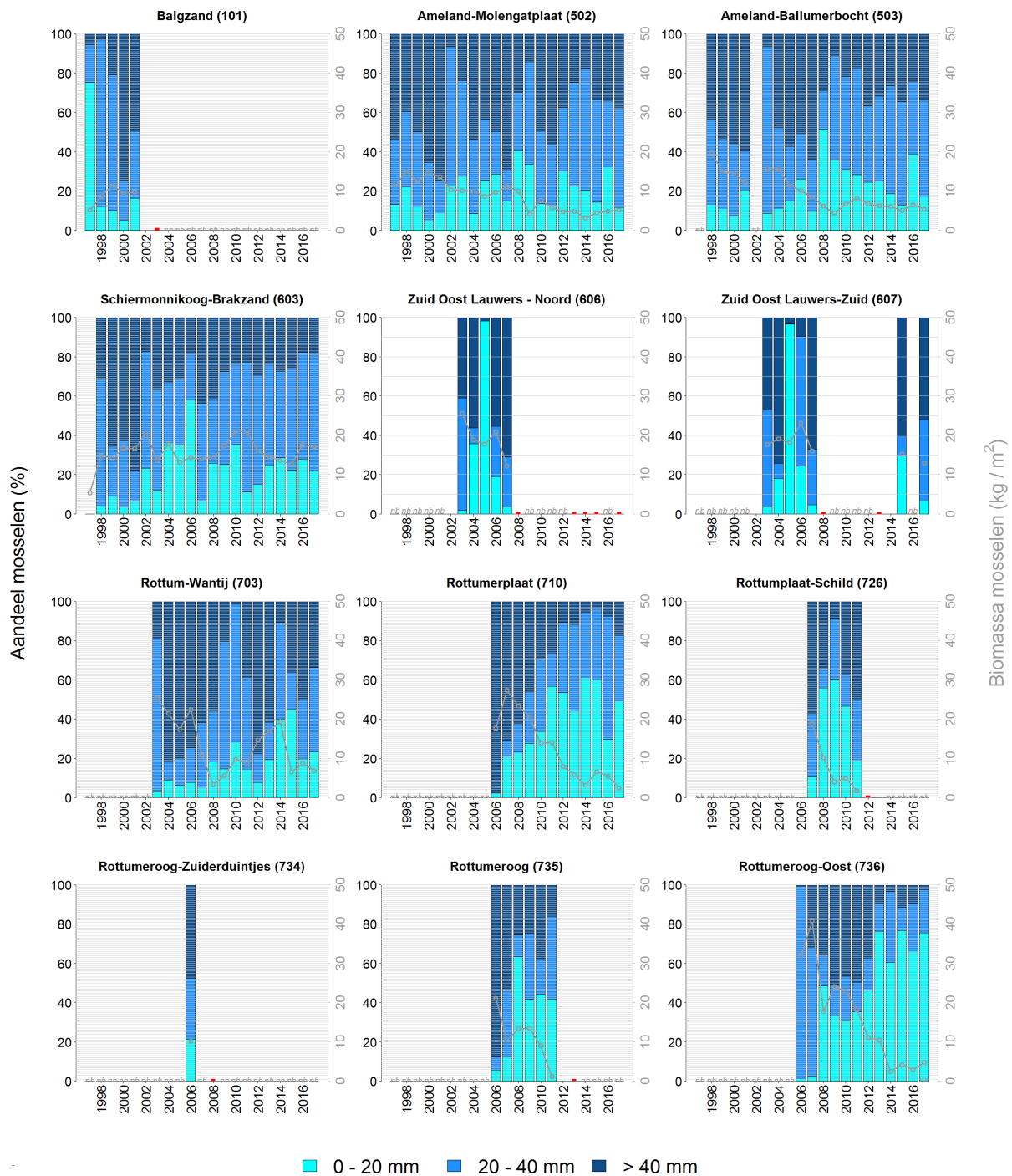
Bijlage 3 Ontwikkeling mosselen

Ontwikkeling van de mosselpopulatie



Figuur B3.1 Ontwikkeling van jaargemiddelde dichtheid ($n \times 1000/m^2$) en biomassa ($kg \text{ natgewicht}/m^2$) mosselen zoals aangetroffen in de vierkantmonsters ($1/20 \text{ m}^2$) voor de banken 101, 502, 503, 603, 606, 607, 703, 710, 726, 734, 735 en 736 in de periode 1997 t/m 2017 (of tot wanneer ze bezocht zijn/ aanwezig waren). Wanneer een bank wel bezocht werd maar deze niet aanwezig was is dit met een rode stip aangegeven.

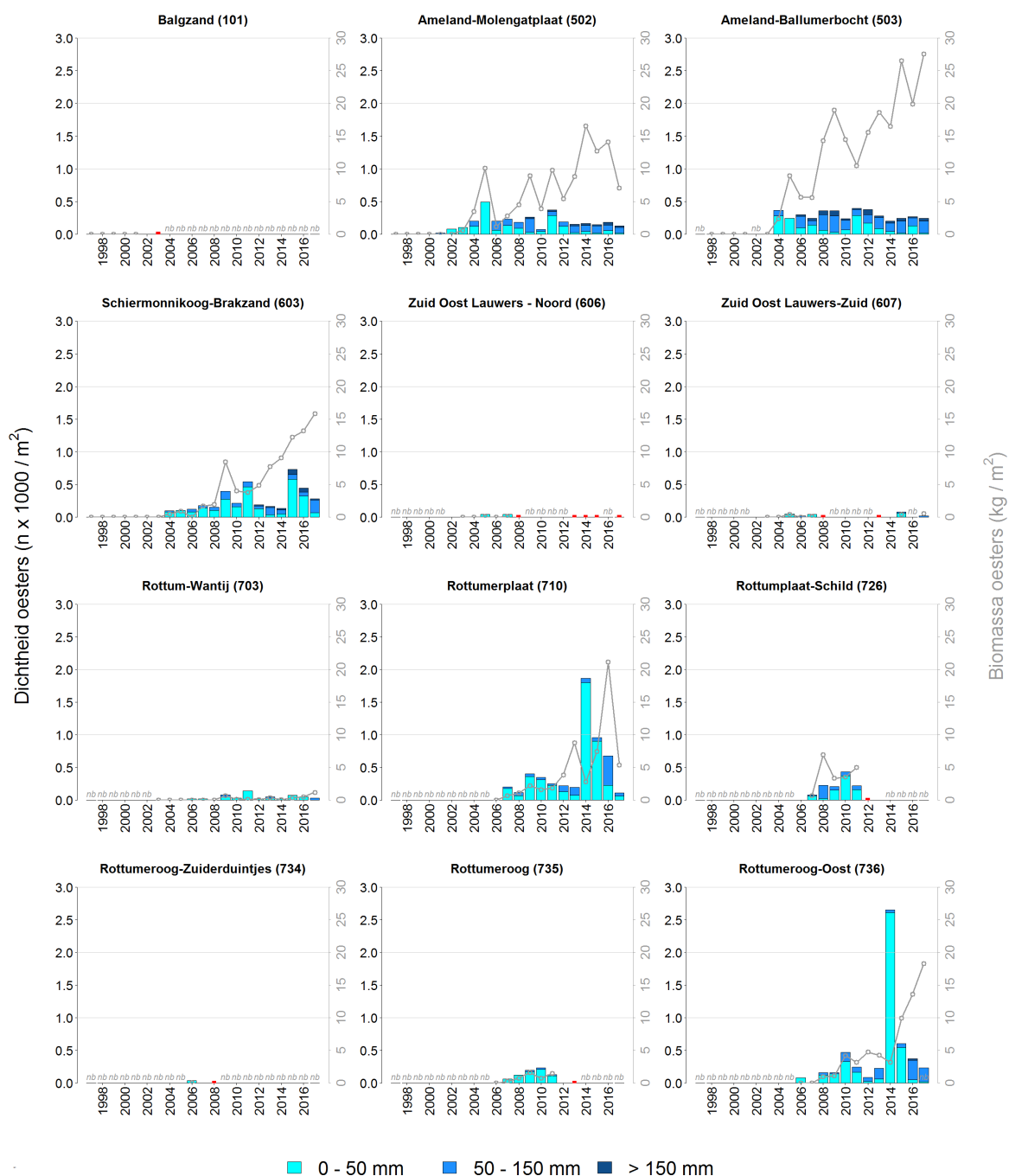
Ontwikkeling mosselstock



Figuur B3.2 Ontwikkeling van de jaargemiddelde mosselsamenstelling (procentueel aandeel van het aantal individuen per lengteklassen) en biomassa (kg natgewicht/m²) mosselen zoals aangetroffen in de vierkantmonsters (1/20 m²) voor de banken 101, 502, 503, 603, 606, 607, 703, 710, 726, 734, 735 en 736 in de periode 1997 t/m 2017 (of tot wanneer ze bezocht zijn/ aanwezig waren). Wanneer een bank wel bezocht werd maar deze niet aanwezig was is dit met een rode stip aangegeven.

Bijlage 4 Ontwikkeling Oesters

Ontwikkeling oesterpopulatie



Figuur B4.1 Ontwikkeling van jaargemiddelde dichtheid ($n \times 1000/m^2$) en biomassa (kg natgewicht/ m^2) Japanse oesters zoals aangetroffen in de vierkantmonsters ($1/20 m^2$) voor de banken 101, 502, 503, 603, 606, 607, 703, 710, 726, 734, 735 en 736 in de periode 1997 t/m 2017 (of tot wanneer ze bezocht zijn/ aanwezig waren). Wanneer een bank wel bezocht werd maar deze niet aanwezig was is dit met een rode stip aangegeven

Verschenen documenten in de reeks Technical reports van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2017

WOT-technical reports zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; E info.wnm@wur.nl

WOT-technical reports zijn ook te downloaden via de website www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

88	Mol-Dijkstra, J.P. & G.J. Reinds (2017). <i>Technical documentation of the soil model VSD+; Status A</i>	101	Daamen, W.P., A.P.P.M. Clerckx & M.J. Schelhaas (2017). <i>Veldinstructie Zevende Nederlandse Bosinventarisatie (2017-2021)</i> .
89	Arets, E.J.M.M., J.W.H. van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2017). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2016</i>	102	Boer, T.A. de & F.L. Langers (2017). <i>Maatschappelijk draagvlak voor natuurbeleid en betrokkenheid bij natuur in 2017</i>
90	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2014. Berekeningen met het model NEMA</i>	103	Buijs, A.E., B.H.M. Elands & C.S.A. van Koppen (2017) <i>Vijfentwintig jaar burgerbetrokkenheid in het natuurbeleid. Analyse van beleidsdiscoursen en publiek draagvlak</i>
91	Os van, J., M.G.T.M. Bartholomeus, L.J.J. Jeurissen & C.G. van Reenen (2017). <i>Rekenregels rundvee voor de landbouwtelling. Verantwoording van het gebruik van I&R gegevens voor de landbouwtelling</i>	104	Cremer, J.S.M., S.M.J.M. Brasseur, A. Meijboom, J. Schop & J.P. Verdaat (2017). <i>Monitoring van gewone en grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee, 2002-2017</i>
92	Haas, W. de, R.J. Fontein & M. Pleijte (2017). <i>Is eenvoudig beter? Twee essays natuur en landschap in het nieuwe omgevingsbeleid</i>	105	Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. van der Wal & J.S.M. Cremer (2017). <i>Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2016</i>
93	Schuling, C., A.M. Schmidt, I.J. La Rivière & R.A. Smidt (2017). <i>Beschermde gebiedenregister; Technische documentatie, Status A.</i>	106	Hennekens, S.M., W.A. Ozinga & J.H.J. Schaminée (2017). <i>BioScore 3 – Plants. Background and pre-processing of distribution data</i>
94	Henkens, R.J.H.G., M.M.P. van Oorschoot en J. Ganzevles (2017). <i>Bijdrage van Green Deals aan de beleidsdoelen voor natuur en biodiversiteit</i>	107	Melman, Th.C.P., M.H.C. van Adrichem, M. Broekmeyer, J. Clement, R. Jochem, H.A.M. Meeuwse, F.G.W.A. Ottburg, A.G.M. Schotman & T. Visser (2017). <i>Natuurcombinaties en Europese natuurdoelen; Ontwikkeling van een methode om natuurdoelen te realiseren buiten het Natuurnetwerk Nederland</i>
95	Arets, E.J.M.M., J.W.H. van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2017). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2017</i>	108	Vries, S. de, W. Nieuwenhuizen & J.M.J. Farjon (2017) <i>HappyHier: hoe gelukkig is men waar?; Gegevensverzameling en bepaling van de invloed van het type grondgebruik - deel I.</i>
96	IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, L. Solé & A. Gröne (2017). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2016.</i>	109	Overbeek, M.M.M., E. Smeets & D. Verhoog (2017). <i>Biobased materialen, circulaire economie en natuurlijk kapitaal.</i>
97	Verburg, R.W., W.H.G.J. Hennen, L.F. Puister, R. Michels & K. van Duijvendijk (2017). <i>Estimating costs of nature management in the European Union; Exploration modelling for PBL's Nature Outlook</i>	110	Pouwels, R., G.W.W. Wamelink, M.H.C. van Adrichem, R. Jochem, R.M.A. Wegman en B. de Knegt. (2017). <i>MetaNatuurplanner v4.0 - Status A; Toepassing voor Evaluatie Natuurpact</i>
98	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2017). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2015. Berekeningen met het model NEMA</i>	111	Commissie Deskundigen Meststoffenwet (2017). <i>Advies Mestverwerkingspercentages 2018.</i>
99	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2017). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2016/2017</i>	112	Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Nienhuis, H. Schekkerman, J. Postma & K. Oosterbeek (2017). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee. Resultaten 2015-2016 en trends in broedsucces in 2005-2016.</i>
100	Adriaanse, P.I. & W.H.J. Beltman (2017) <i>Comparison of pesticide concentrations at drinking water abstraction points in The Netherlands simulated by DROPLET version 1.2 and 1.3.2 model suites</i>	113	Arets, E.J.M.M., J.W.H. van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman & M.J. Schelhaas (2018). <i>Greenhouse gas reporting for the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2018</i>

114	Bos-Groenendijk, G.I. en C.A.M. van Swaay (2018). <i>Standaard Data Formulieren Natura 2000-gebieden; Aanvullingen vanwege wijzigingen in Natura 2000-aanwijzingsbesluiten</i>		<i>and for expert use of TOXSWA kernel v3.3; User's Guide version 5</i>
115	Vonk, J. , S.M. van der Sluis, A. Bannink, C. van Bruggen, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J.W.H. van der Kolk, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.V. Oude Voshaar & G.L. Velthof (2018.) <i>Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH4, NH3, N2O, NOx, PM10, PM2.5 and CO2 with the National Emission Model for Agriculture (NEMA)</i>	127	Van der Heide, C.M. & M.M.M. Overbeek (2018). <i>Natuurinclusief handelen en ondernemen. Scopingstudie 'Bedrijven, economie en natuur'</i>
116	IJsseldijk, L.L., M.J.L. Kik, & A. Gröne (2018). <i>Postmortaal onderzoek van bruinvissen (Phocoena phocoena) uit Nederlandse wateren, 2017. Biologische gegevens, gezondheidsstatus en doodsoorzaken.</i>	128	Langers, F. (2018). <i>Recreatie in groenblauwe gebieden; Actualisatie van CLO-indicator 1258 (Bezoek aan groenblauwe gebieden) op basis van data van het Continu Vrijetijdsonderzoek uit 2015</i>
117	Mattijssen, T.J.M. & I.J. Terluin (2018). <i>Ecologische citizen science; een weg naar grotere maatschappelijke betrokkenheid bij de natuur?</i>	129	Glorius, S.T., I.Y.M. Tulp, A. Meijboom, L.J. Bolle and C. Chen (2018). <i>Developments in benthos and fish in gullies in an area closed for human use in the Wadden Sea; 2002-2016</i>
118	Aalbers, C.B.E.M., D. A. Kamphorst & F. Langers (2018). <i>Bedrijfs- en burgerinitiatieven in stedelijke natuur. Hun succesfactoren en knelpunten en hoe de lokale overheid ze kan helpen slagen.</i>	130	Kamphorst, D.A & T.J.M. Mattijssen (2018). <i>Scopingstudie Vermaatschappelijking van natuur. Een overzicht van onderzoek bij Wageningen Universiteit & Research voor het Planbureau voor de Leefomgeving en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit</i>
119	Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). <i>Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model NEMA</i>	131	Breman, B.C., T.J.M. Mattijssen & T.M. Stevens (2018). <i>Natuur 2.0. Het natuurdebat op social media.</i>
120	Sanders, M.E., F. Langers, R.J.H.G. Henkens, J.L.M. Donders, R.I. van Dam, T.J.M. Mattijssen & A.E. Buijs (2018). <i>Maatschappelijke initiatieven voor natuur en biodiversiteit; Een schets van de reikwijdte en ecologische effecten en potenties van maatschappelijke initiatieven voor natuur in feiten en cijfers</i>	132	Vries, S. de & W. Nieuwenhuizen (2018) HappyHier: hoe gelukkig is men waar?; Gegevensverzameling en bepaling van de invloed van het type grondgebruik, deel II
121	Farjon, J.M.J., A.L. Gerritsen, J.L.M. Donders, F. Langers & W. Nieuwenhuizen (2018). <i>Conditie voor natuurinclusief handelen. Analyse van vier praktijken van natuurinclusief ondernemen</i>	133	Kistenkas, F.H., W. Nieuwenhuizen, D.A. Kamphorst & M.E.A. Broekmeyer (2018). <i>Natuur- en landschap in de Omgevingswet.</i>
122	Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst & W. Nieuwenhuizen (2018). <i>Instrumenten voor maatschappelijke betrokkenheid. Overzicht en analyse van vier cases</i>	135	Sanders, M.E. (2018). <i>Voortgang realisatie natuurnetwerk. Technische achtergronden bij de digitale Balans van de Leefomgeving 2018</i>
123	Vullings, L.A.E., A.E. Buijs, J.L.M. Donders, D.A. Kamphorst, H. Kramer & S. de Vries (2018). <i>Monitoring van groene burgerinitiatieven; Analyse van de resultaten van een pilot en nulmeting in vier gemeenten</i>	136	Koffijberg K., J.S.M. Cremer, P. de Boer, J. Nienhuis, K. Oosterbeek & J. Postma (2018). <i>Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2017</i>
124	Boonstra, F.G., Th.C.P. Melman, W. Nieuwenhuizen & A. Gerritsen (2018). <i>Aanpak evaluatie stelselvernieuwing agrarisch natuurbeheer; Uitgangspunten en opties voor een beleidsevaluatie</i>	137	Egmond, F.M. van, S. van der Veeke, M. Knotters, R.L. Koomans, D. Walvoort, J. Limburg (2018). <i>Mapping soil texture with a gamma-ray spectrometer: comparison between UAV and proximal measurements and traditional sampling; Validation study</i>
125	Vullings, L.A.E., A.E. Buijs, J.L.M. Donders & D.A. Kamphorst (2018). <i>Monitoring van groene burgerinitiatieven; Methodiek, indicatoren en ervaring met pilot en nulmeting.</i>	138	Glorius, S.T., A. Meijboom, J.T. Wal van der, J.S.M. Cremer (2018). <i>Ontwikkeling van enkele droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee; situatie 2017.</i>
126	Beltman, W.H.J., M.M.S. ter Horst, P.I. Adriaanse & A. de Jong (2018). <i>Manual for FOCUS_TOXSWA v5.5.3</i>	139	Berg, F. van den, A. Tiktak, D.W.G. van Kraalingen, J.G. Groenwold & J.J.T.I. Boesten (2018). <i>User manual for GeoPEARL version 4.4.4.</i>
		140	Kuiters, A.T., G.A. de Groot, D.R. Lammertsma, H.A.H. Jansman & J. Bovenschen (2018). <i>Genetische monitoring van de Nederlandse otterpopulatie; Ontwikkeling van populatieomvang en genetische status 2017/2018</i>
		141	Müsken G.J.D.M., M.J.J. La Haye, R.J.M. van Kats & A.T. Kuiters (2018). <i>Ontwikkeling van de hamsterpopulatie in Limburg. Stand van zaken voorjaar 2018</i>



Thema Informatievoorziening Natuur
Wettelijke Onderzoekstaken
Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T (0317) 48 54 71
E info.wnm@wur.nl

ISSN 2352-2739

www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

