



Perceelgebruik en kweekrendement mosselkweek in de Waddenzee

Helpdeskvraag KD-2019-015

Auteur(s): Jacob J. Capelle & Jeroen W.M. Wijsman

Wageningen University &
Research rapport C035/19

Perceelgebruik en kweekrendement mosselkweek in de Waddenzee

Helpdeskvraag KD-2019-015

Auteur(s): Jacob J. Capelle & Jeroen W.M. Wijsman

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Natuurinclusieve visserij' (projectnummer BO-43-023.02-007)

Wageningen Marine Research
Yerseke, april 2019

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C035/19

Keywords: Mosselkweek, rendement, Waddenzee, kweekpercelen

Opdrachtgever: Ministerie van LNV
T.a.v.: ir. B. Streefland
Bezuïdenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

BAS: BO-43-023.02-007

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/474522>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigt door Dr. M.C.Th.
Scholten, Algemeen directeur

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V28 (2018)

Inhoud

Samenvatting	4
1 Achtergrond	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Aanpak en leeswijzer	5
2 Perceelgebruik	6
2.1 Theoretische Productie Waarde (TPW)	6
2.2 Groei en overleving	7
2.3 Perceelgebruik	10
3 Rendement	14
3.1 Achtergrond	14
3.2 Rendement mosselweek	14
3.3 Ontwikkeling rendement	16
3.4 PRODUS model	18
4 Synthese	21
5 Kwaliteitsborging	22
Literatuur	23

Samenvatting

De mosselsector in Nederland zit momenteel in een transitiefase, waarin de visserij op wilde mosselbestanden stapsgewijs vervangen wordt door het verkrijgen van uitgangsmateriaal (mosselzaad) met MosselzaadInvangInstallaties (MZIs). Stapsgewijs betekent hier dat er gebieden gesloten worden voor bodemberoerende visserij op het moment er in voldoende mate gecompenseerd kan worden door de opbrengst vanuit de MZI voor het structurele verlies aan gevist bodemzaad. Afspraken rondom deze transitie zijn vastgelegd in een convenant tussen de mosselsector, de overheid en NGOs. In dit kader zijn een aantal kennisvragen gesteld naar perceelgebruik en rendementen van de mosselkweek bij een toenemend aanbod van MZI zaad. Deze kennisvragen zijn als volgt in voorliggende rapportage opgenomen:

1. Wat wordt er precies bedoeld met 'percelen van goede kwaliteit' en wat is de rol van het beschikbare perceelareaal voor de opkweek van mosselen?
2. Leidt toename in het zaadbestand (zoals door de ontwikkeling van MZIs) tot meer mosselen en daardoor tot een lager rendement op mosselpercelen in de Waddenzee?

Op basis van de best bekende data is het huidige perceelgebruik beschreven, door 1. een beschrijving te maken van het perceelareaal en de ruimtelijke karakteristieken en 2. een beschrijving te geven van het perceelgebruik in relatie tot de voorraad. Vervolgens is onderzocht wat het rendement over de jaren geweest is en wat het effect van de beschikbare hoeveelheid zaad op dit rendement was.'

Uit de analyse komt naar voren dat percelen op verschillende manieren gekarakteriseerd kunnen worden. Er zijn percelen die geschikt zijn om consumptiemosselen op te kweken; dat zijn percelen waar vooral de groei hoog is. Andere percelen zijn beter geschikt om mosselzaad op te kweken; dit zijn percelen waar vooral de overleving hoog is. In de praktijk blijkt meer dan de helft van het beschikbare areaal niet gebruikt te worden om mosselen te kweken, omdat deze percelen niet geschikt zijn als consumptiegrond, of als zaadgrond. Percelen van goede kwaliteit zijn stabiele percelen, waar om consumptiemosselen te kweken de groei hoog is en als zaadgrond, de overleving hoog is. Mosselkwekers hebben dus deze verschillende typen perceel nodig om succesvol mosselen te kunnen kweken, er vindt ook een voortdurende verplaatsing plaats van mosselen tussen percelen. In het huidige gebruik lijkt het er vooral op dat de voorraad percelen om zaad op te kunnen kweken beperkt is. Hierbij is niet het totaal areaal aan kweekpercelen de beperkende factor, maar het areaal wat van voldoende kwaliteit is. Door die beperkte beschikbaarheid aan geschikt areaal neemt de dichtheid aan mosselzaad bij een toenemend zaadbestand toe.

Het zaadbestand fluctueert sterk over de tijd, recentelijk neemt het aandeel MZI zaad toe, terwijl het aandeel bodemzaad een afnemende trend laat zien. Sinds 2005 is er door aandeel MZI zaad een toename in het zaadbestand, over de langere termijn vindt deze toename niet plaats. Het rendement is berekend voor elk jaar over de periode 1994-2018 met een model wat hiervoor ontwikkeld is in het PRODUS project. Dit model lijkt goed in staat om de aanvoer van mosselen te voorspellen uit de zaadvisgegevens in voorgaande jaren en de MZI oogst. Vooral in de jaren tot 2005 verklaart het PRODUS model de aanvoer redelijk goed. Vanaf 2006 neemt de onzekerheid van het model toe. Er is echter geen sprake van een afnemende trend over de laatste jaren (waarin het aandeel aan MZI mosselen dus toenam). Integendeel de aanvoer van mosselen in 2015 en 2016 was relatief hoger dan verwacht op basis van de zaadvisgegevens. Uit deze analyse volgt dat de recente toename in (MZI)zaad tot meer mosselen leidt en dat dit niet ten koste gaat van het kweekrendement.

1 Achtergrond

1.1 Aanleiding

De mosselsector in Nederland zit momenteel in een transitiefase, waarin de visserij op wilde mosselbestanden stapsgewijs vervangen wordt door het verkrijgen van uitgangsmateriaal (mosselzaad) met MosselzaadInvangInstallaties (MZIs). Stapsgewijs betekent hier dat er gebieden gesloten worden voor bodemberoerende visserij op het moment er in voldoende mate gecompenseerd kan worden door de opbrengst vanuit de MZI voor het structurele verlies aan gevist bodemzaad. Afspraken rondom deze transitie zijn vastgelegd in een convenant tussen de mosselsector, de overheid en NGOs.

In dit kader is de volgende kennisvraag gesteld:

"Volgens opgave bedroeg de hoeveelheid MZI zaad 18,07 of 18,4 mln kg (beide cijfer worden genoemd). Je zou verwachten dat de sluitingsstappen dan navenant zouden zijn. Is niet gebeurd, door de koppeling aan nieuwe kweekpercelen van goede kwaliteit. Er is vervolgens (vooral in 2016) veel meer bodemzaad opgevist (en minder MZI uitgezet). Alle kweekpercelen zijn vol gezaaid (of overvol). Het lijkt vervolgens een logisch gevolg dat de kwaliteit van de mosselen (klein) slecht en het kweekrendement dus laag zijn: men wil te veel op een te klein oppervlakte of voedselaanbod. Staat eigenlijk ook in het rapport (van Oostenbrugge et al. 2018): "het rendement van de opkweek ligt voor de totale sector de laatste 5 jaar rond 1,4 kg consumptiemosselen/kg zaad. Dit is lager (slechter) dan in de periode 2007-2011 en komt waarschijnlijk door de grote beschikbaarheid van zaad(blz 56/57). In plaats van dat deze constatering heeft geleid tot meer sluitingsstappen, vraagt de PO uitbreiding van het kweekareaal. Dat lijkt ons niet logisch en valt niet aan de CWN achterban uit te leggen. Een cruciale vraag is: waarom wordt niet aan opschaling van MZI's gedaan en neemt de bodemzaadvisserij niet af?"

In deze kennisvraag komen een aantal aspecten naar voren die in voorliggende rapportage behandeld worden.

Ten eerste worden er vragen gesteld over het perceelgebruik. Wat wordt er precies bedoeld met 'percelen van goede kwaliteit' en wat is de rol van het beschikbare perceelareaal voor de opkweek van mosselen?

Ten tweede wordt de vraag gesteld of een toename in het zaadbestand (zoals door de ontwikkeling van MZIs) geleid hebben tot meer mosselen en daardoor tot een lager rendement.

1.2 Aanpak en leeswijzer

In *hoofdstuk 2* wordt op basis van de best bekende data het huidige perceelgebruik beschreven. Hierbij worden achtereenvolgens de volgende twee deelaspecten behandeld. 1. Er wordt een beschrijving gemaakt van het perceelareaal en de ruimtelijke karakteristieken. 2. Er wordt een beschrijving gegeven van het perceelgebruik in relatie tot de voorraad.

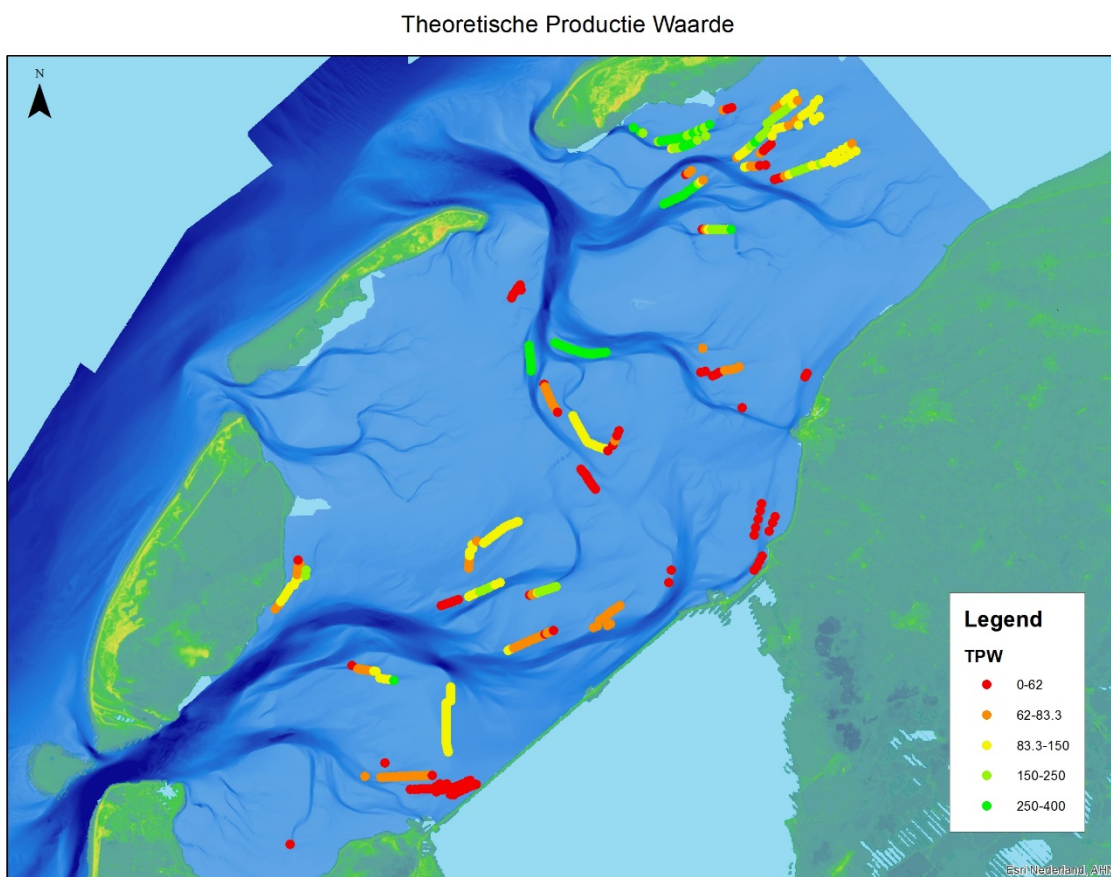
In *hoofdstuk 3* wordt onderzocht wat het rendement over de jaren geweest is en wat het effect van de beschikbare hoeveelheid zaad op dit rendement was.

Tenslotte vindt in *hoofdstuk 4* de synthese plaats.

2 Perceelgebruik

2.1 Theoretische Productie Waarde (TPW)

Tot aan het begin van de 21^{ste} eeuw werd de kwaliteit van mosselpercelen in de Waddenzee en Oosterschelde om de 3 à 4 jaar bepaald door visserijkundig ambtenaren van LNV. Deze Theoretische Productie Waarde (TPW) werd aan elk plot toegewezen en was bepalend voor de huurprijs die de kweker voor het perceel moest betalen. De TPW is een inschatting van de productie in mosselton (100 kg) in termen van consumptie-mossel equivalenten per hectare bruikbaar oppervlakte en is opgedeeld in 5 klassen (zoals weergegeven in de legenda in Figuur 1 en in Bijlage 1). De TPW waardering werd aan de hand van gerichte bemonsteringen en expert judgement vastgesteld en kan worden beschouwd als een inschatting van productieverwachtingen voor het betreffende perceel. In 2002 werd de TPW voor het laatst vastgesteld, tegenwoordig wordt dit systeem niet meer gehanteerd. De TPWs geven echter een goed ruimtelijk beeld van verschillen in de kwaliteit van percelen voor de productie van consumptiemosselen (Figuur 1).

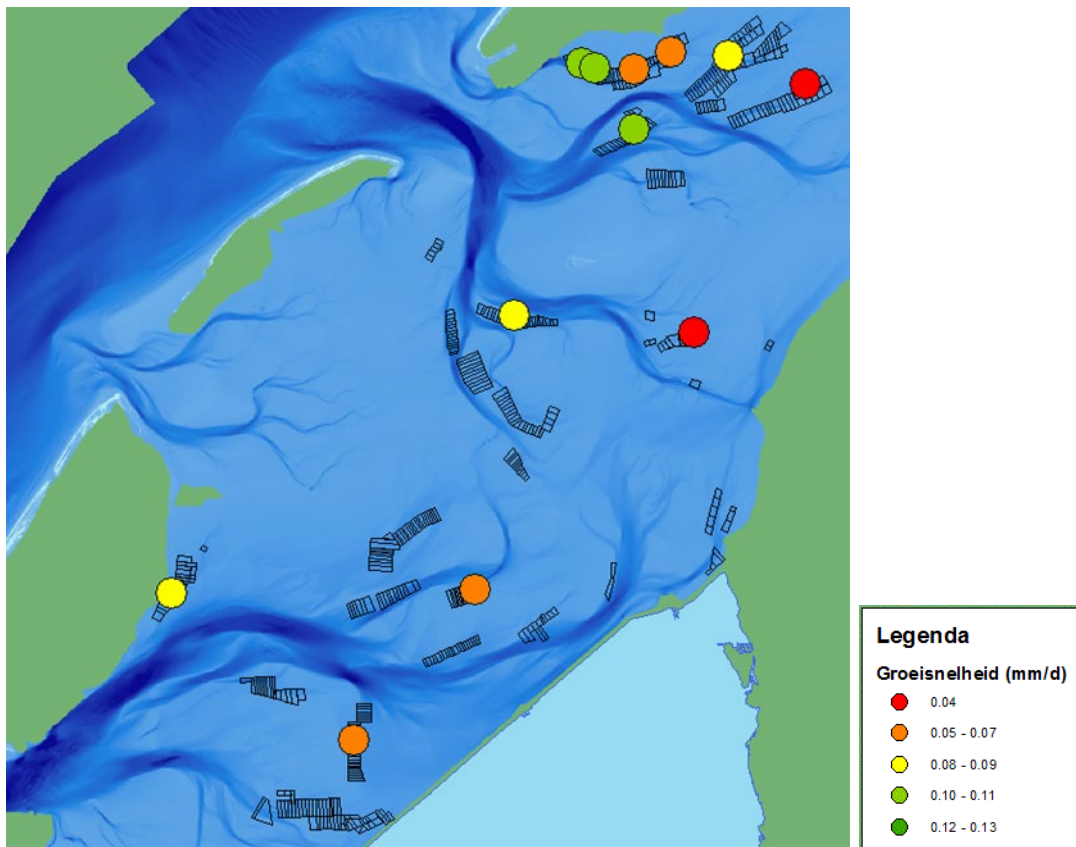


Figuur 1 Theoretische Productie Waarde (TPW) zoals vastgesteld in 2002. Voor elk perceel is obv expert judgement en gerichte bemonsteringen een inschatting gemaakt van de productiewaarde van elk perceel in aantallen mosselton per hectare (bron: PO mosselcultuur).

In Figuur 1 zijn de percelen die ingeschat zijn een hoge productie waarde te leveren groen gekleurd. De percelen waarbij ingeschat is dat de productie daar heel lag of nihil zal zijn, is rood gekleurd. Wat opvalt is dat percelen met een hoge productiewaarde schaars zijn en dat deze percelen voornamelijk bij de Vlietstroom gesitueerd zijn.

2.2 Groei en overleving

De Ruimtelijke patronen van de groei van mosselen op percelen in de Waddenzee (Figuur 2A & B) zijn bestudeerd in het recente EFMZV INNOPRO programma (2017-2019); voor de overleving (Figuur 3 A-C) gebeurde dit in het kader van het PRODUS onderzoek (2005-2012).

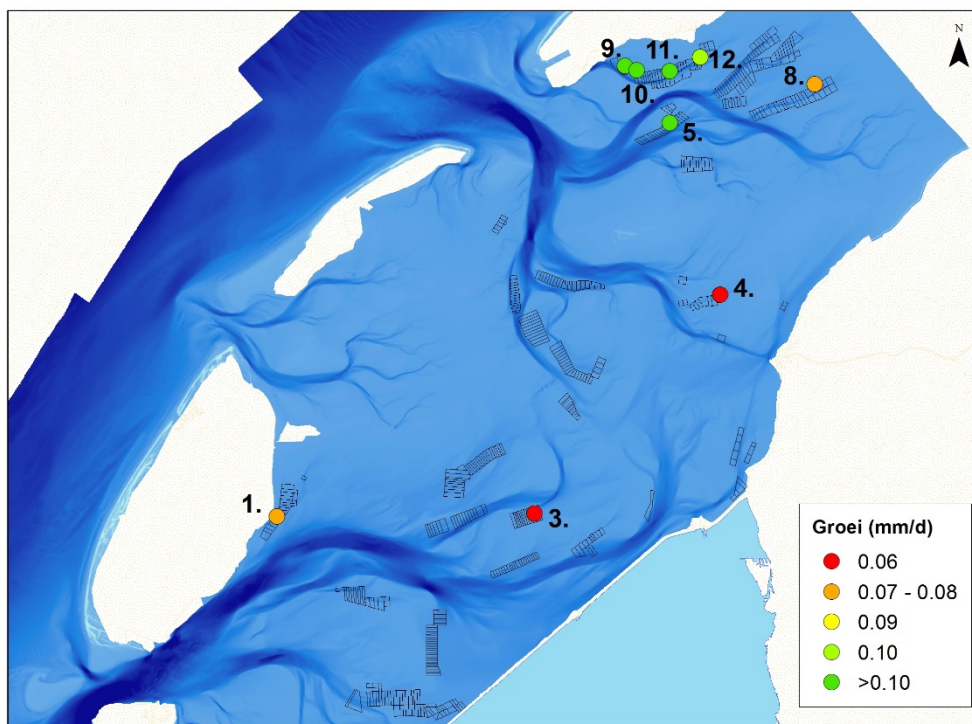


Figuur 2A Groei van mosselen (lengte) op 9 verschillende locaties in de Waddenzee in de periode april-oktober 2017. Mosselzaad van dezelfde afkomst is hierbij in mandjes op ca. 0.5 m boven de bodem opgehangen aan een bakken van een mosselperceel. De mosselen zijn vervolgens maandelijks bemonsterd. Percelen zijn aangegeven met zwarte lijnen.

Groei is gemeten door, in april, mosselen van één locatie op grootte te selecteren en deze in mandjes uit te hangen op 12 locaties in de Waddenzee. De mandjes zitten in een frame wat rondom een mosselbakken op (de rand van) een mosselperceel staat. De mandjes staan hierbij ongeveer 50 cm vanaf de bodem. Elke maand in de periode april-oktober wordt een monster genomen, waarvan onder andere de lengte wordt doorgemeten. Ruimtelijke patronen in groei (zie Figuur 2A en 2B) laten enigszins een verband zien met de TPW, in die zin dat de groeisnelheid toe lijkt te nemen in de richting van de Vliestroom. Dit is ook te verwachten aangezien productie vooral door de groei wordt bepaald die toeneemt nabij de Vliestroom (Capelle et al. 2016). De TPW en de groei laten zien dat niet alle percelen geschikt zijn voor de productie van consumptiemosselen.

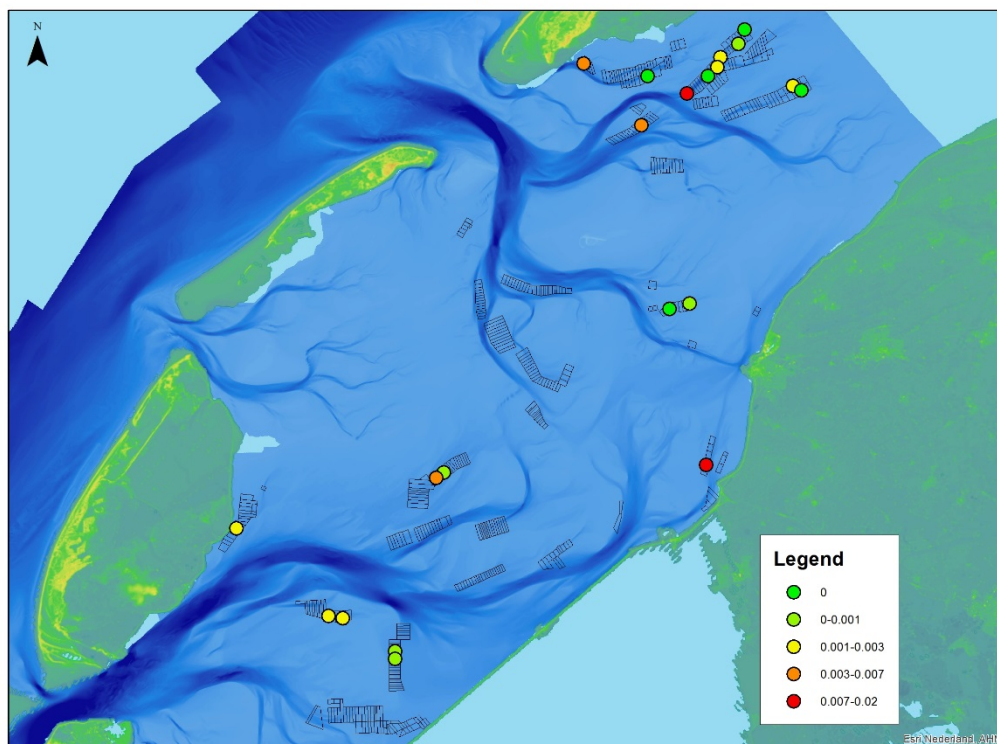
De overleving van mosselen (Figuur 3A-C) is gemeten in een monitoringsprogramma op mosselpercelen in het kader van het PRODUS programma waarvan de methodiek beschreven is in (Capelle et al. 2016). Ruimtelijke patronen in de overleving van mosselzaad worden sterk bepaald door het wegspoelrisico dat voor grote schade aan de mosselen kan zorgen, op percelen die blootgesteld zijn aan sterke stromingen, dan wel aan de invloed van stormen. De overleving laat daarom een ander ruimtelijk patroon zien dan de groei. De groei blijkt inderdaad vaak, vanwege het hoge voedselaanbod, optimaal te zijn op locaties met hoge stroomsnelheden waar de overleving hoger is in de luwere gebieden, achteraan de perceelblokken en niet direct aan de hoofdgeul (Zie patroon in Figuur 3).

Lengtegroei mosselen april-september 2018 Waddenzee



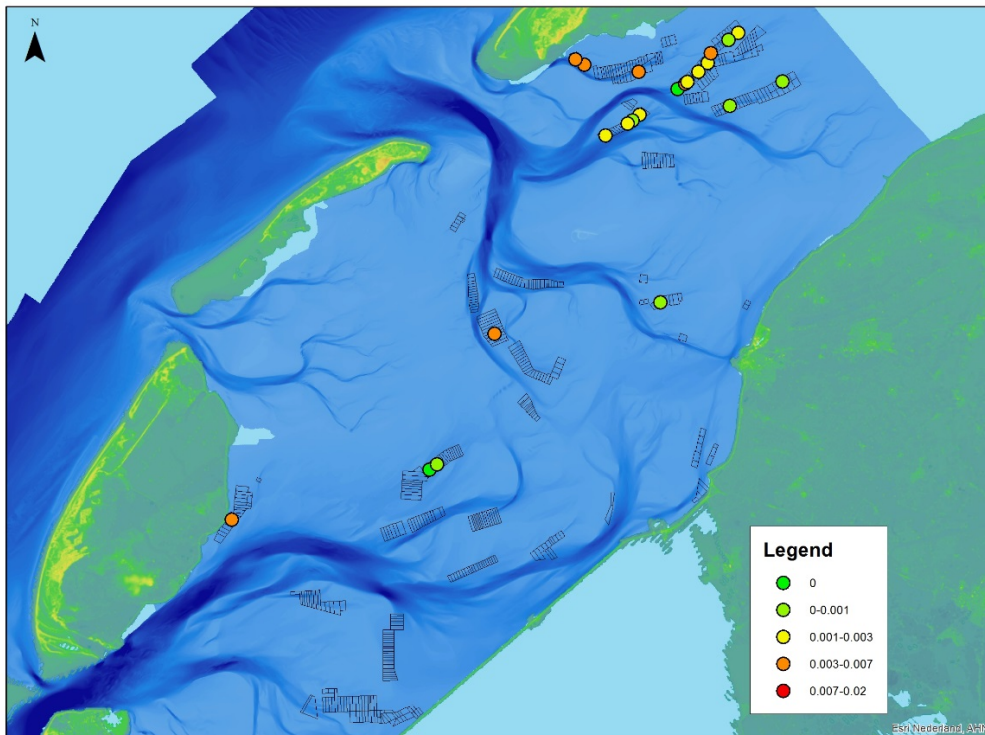
Figuur 2B Groei van mosselen (lengte) op 9 verschillende locaties in de Waddenzee in de periode april-september 2018. Mosselzaad van dezelfde afkomst is hierbij in mandjes op ca. 0.5 m boven de bodem opgehangen aan een bakken van een mosselperceel. De mosselen zijn vervolgens maandelijks bemonsterd. Percelen zijn aangegeven met zwarte lijnen.

Mosselverlies in aantal per dag: Mosselzaad (<30 mm)



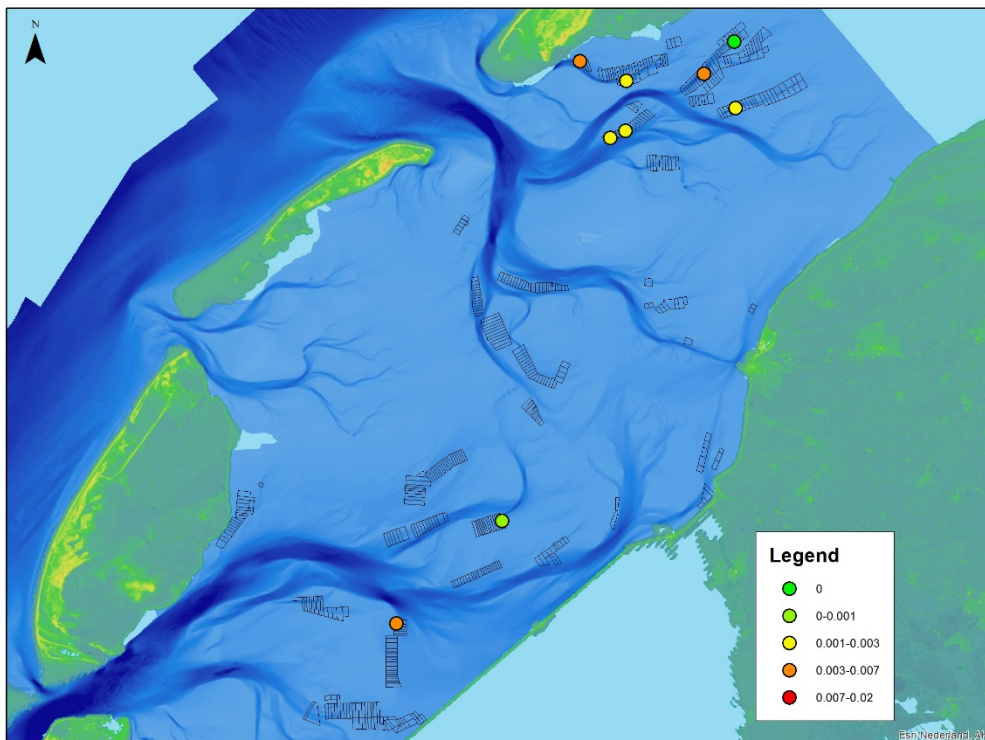
Figuur 3A verlies $[-(\log(N1)-\log(N0))/t]$ van mosselzaad op mosselpercelen in de Waddenzee zoals gemeten in een perceelbemonsteringsprogramma van 2009-2012 (Capelle et al. 2016). Percelen zijn aangegeven met zwarte lijnen.

Mosselverlies in aantal per dag: Hlafwas (30-45 mm)



Figuur 3B verlies $[-(\log(N1)-\log(N0))/t]$ van halfwasmosselen op mosselpercelen in de Waddenzee zoals gemeten in een perceelbemonsteringsprogramma van 2009-2012 (Capelle et al. 2016). Percelen zijn aangegeven met zwarte lijnen.

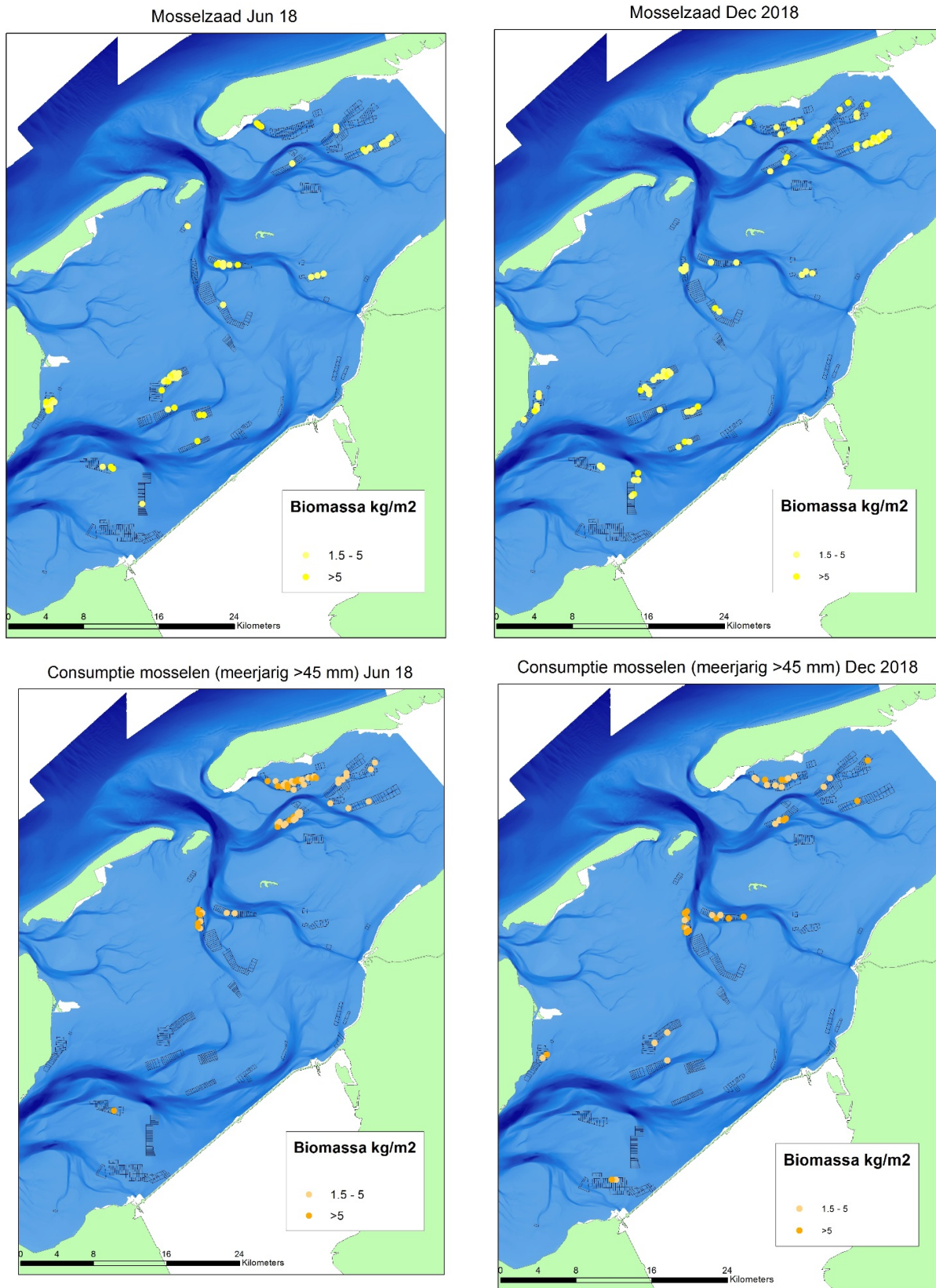
Mosselverlies in aantal per dag: Consumptie (>45 mm)



Figuur 3C verlies $[-(\log(N1)-\log(N0))/t]$ van consumptiemosselen op mosselpercelen in de Waddenzee zoals gemeten in een perceelbemonsteringsprogramma van 2009-2012 (Capelle et al. 2016). Percelen zijn aangegeven met zwarte lijnen.

2.3 Perceelgebruik

Het perceelareaal in de Waddenzee bedraagt ca. 7700 ha opgedeeld in ca 510 percelen.



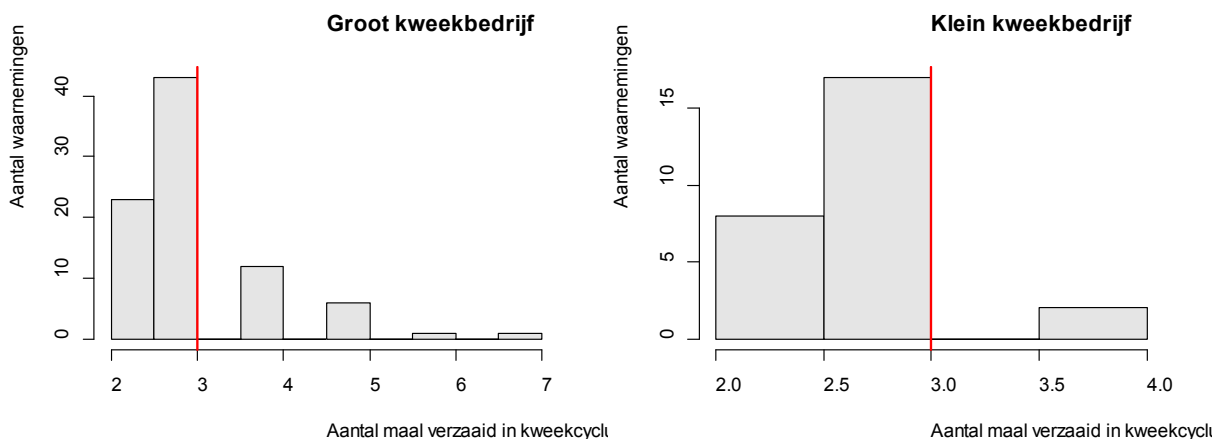
Figuur 4A Mosselzaadbestand (kg m⁻²) op percelen in A. de zomer van 2018 en in B. de winter van 2018 & bestand aan consumptiemosselen op percelen in C. de zomer van 2018 en in D. de winter van 2018 (Data: bestandopnames mosselpercelen 2018). Percelen zijn aangegeven met zwarte lijnen.

In Figuur 4A-D is weergegeven wat het mosselbestand was op de percelen in 2018 opgedeeld in zomer (jun 18) en winter (dec 18), voor mosselzaad (0-jarig) en voor consumptie mosselen (meerjarig >45mm). In december was er meer dan twee maal zoveel mosselzaad aanwezig dan in juni. Het bestand aan consumptiemosselen toonde geen noemenswaardig verschil tussen zomer en winter. Het valt op dat er een aantal gebieden intensief gebruikt worden voor mosselzaad en voor consumptiemosselen en dat deze gebieden ver van elkaar blijken te liggen. Waarbij de consumptiemosselen vooral liggen op de percelen met hoge TWP waarden en dus gekenmerkt door een hoge groei concentreert het mosselzaad zich vooral op de wat luwere delen van de percelen, waar de overleving hoger lijkt te zijn.

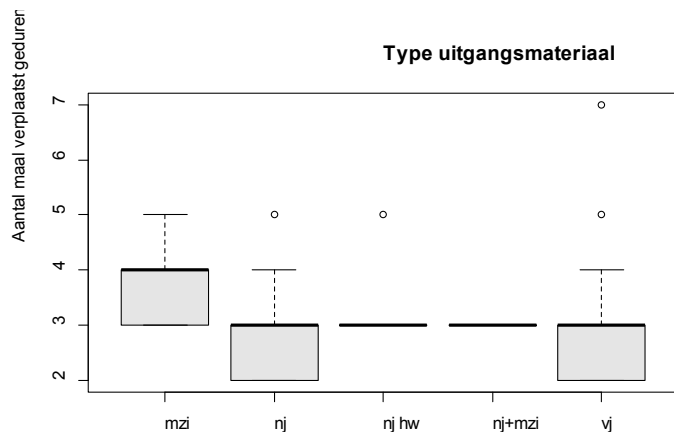
Daarnaast is er ook een seizoensverschil in het perceelgebruik. Voor de winter worden mosselen weggehaald van de stormgevoelige locaties en verplaatst naar de wat luwere delen. In het voorjaar (na het stormseizoen) worden ook de locaties met een hoger wegspoelrisico weer in gebruik genomen.

Mosselen worden dus, tijdens het kweekproces, verplaatst tussen percelen met verschillende karakteristieken. Hiermee oefent de kweker invloed uit op de groei en overleving van de mosselen. Om een inschatting te kunnen maken van het gemiddelde aantal verplaatsingen in de kweekcyclus, zijn de logboekgegevens van twee kweekbedrijven gebruikt. Er is voor gekozen om alleen gegevens uit de Waddenzee te gebruiken, en wel van een groot kweekbedrijf (18 percelen gebruikt) én van een klein kweekbedrijf (8 percelen gebruikt). Voor het grote kweekbedrijf waren gegevens over de hele kweekcyclus beschikbaar van 2001 tot en met 2009, van het kleine kweekbedrijf was dat van 2003 tot en met 2010 (Figuur 5).

Er is ook onderzocht of er verschil te vinden is in de frequentie van het verplaatsen van mosselen voor verschillende typen uitgangsmateriaal (Figuur 3). Hierbij kon onderscheid gemaakt worden tussen zaad afkomstig uit de voorjaarszaadvisserij (n=37), zaad afkomstig uit de najaarszaadvisserij (n=48), zaad afkomstig van MZI's (n=5), MZI zaad gemengd met bodemzaad (n=1) en halfwas mosselen afkomstig van de najaarszaadvisserij (n=5).

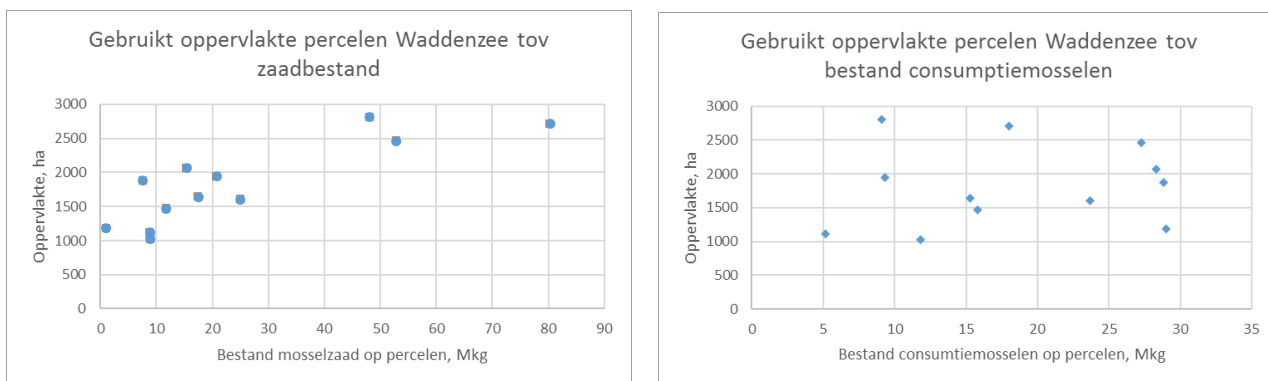


Figuur 5 Frequentieverdeling met de frequentie waarmee mosselen gedurende de kweekcyclus tussen percelen verplaatst zijn (exclusief de visserij) voor a. een groot kweekbedrijf (18 percelen gebruikt) en b. een klein kweekbedrijf (8 percelen gebruikt), de rode lijn is de mediaan.



Figuur 6 Frequentie waarmee mosselen gedurende de kweekcyclus tussen percelen verplaatst zijn (exclusief de visserij) voor verschillende typen uitgangsmateriaal (mzi: MZI zaad, nj: najaarszaadvisserij, nj hw: halfwas uit najaarszaadvisserij, nj+mzi: MZI zaad gemengd met bodemzaad, vj: voorjaarszaadvisserij).

Resultaten van deze analyse laten zien, dat nadat de mosselen op de percelen uitgezaaid zijn, ze gemiddeld (inclusief oogst) nog 3 maal opgevisst worden. Deze gemiddelde frequentie is niet anders voor het grote kweekbedrijf dan voor het kleine kweekbedrijf. De onderliggende distributie van de punten laat wel zien dat het grote kweekbedrijf de beschikking heeft over meer percelen en daardoor ook soms meer verplaatst, maar dat in het grootse deel van de gevallen de mosselen voor de oogst slechts 1 á 2 maal verplaatst worden. Een groot kweekbedrijf heeft vaak ook goede percelen tot zijn beschikking waar de mosselen in korte tijd vanuit zaad tot consumptiemosselen opgekweekt kunnen worden. MZI mosselen worden vaker verplaatst, omdat deze mosselen in vergelijking met bodemzaad vroeger in het jaar geogst worden. Op dat moment is er nog veel voorraad op de percelen wat de beschikbare ruimte beperkt. Daarnaast leidt het vroeg zaaien van mosselzaad tot een dikke laag slib onder de mosselen in het begin van de winter, mosselkwekers vissen de mosselen dan op omdat de sliblaag het mosselzaad gevoeliger maakt voor wegspoeling.



Figuur 7 Relatie tussen het mosselbestand en het bezaaide oppervlakte van de percelen voor mosselzaad (A) en consumptiemosselen (B) (Data: bestandopnames percelen 2005-2012 & 2017-2018)

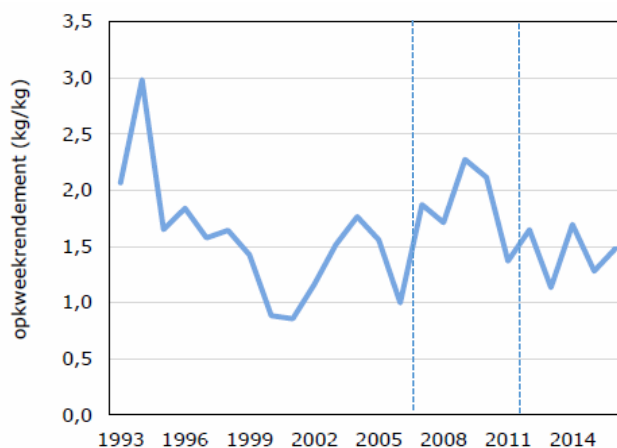
Bovenstaande analyses laten zien dat het perceelareaal niet uniform is: elk perceel heeft zijn eigen karakteristieken, wat het meer of minder geschikt maakt voor het type mosselen. Het perceelareaal is hiermee ook beperkt zowel voor zaad als voor consumptiemosselen. Dat wil zeggen dat de beste percelen voor een bepaald type eerst gebruikt zullen worden en dat bij meer aanbod ook percelen van minder kwaliteit bezaaid zullen worden, tot ofwel het areaal op is, ofwel er geen geschikt areaal meer voorhanden is. Dit is terug te zien voor mosselzaad in Figuur 7A waarbij het bestand mosselzaad op de percelen uitgezet is tegen de oppervlakte aan gebruikt kweekareaal. Het valt op dat de oppervlakte bij een toename aan bestand uitvlakt tot onder de 3000 ha. Dit is overigens nog minder dan de helft van het bestaande kweekareaal. Dat betekent dat bij een groot zaadbestand de mosselen in hogere

dichtheid op de percelen uitgezaaid worden. Voor consumptiemosselen (Figuur 7B) is er geen duidelijke trend te zien. Het lijkt dus dat het areaal vooral voor mosselzaad beperkend is.

3 Rendement

3.1 Achtergrond

Van Oostenbrugge et al. (2018) hebben het rendement van de Nederlandse mosselkweek berekend op basis van de aanvoer aan consumptiemosselen bij de veiling en de mosselzaadproductie (inclusief MZI) in de drie jaar voorafgaand aan het jaar van de aanvoer. De resultaten lieten zien dat de rendementen in de jaren 2012 tot en met 2016 significant lager waren dan in de jaren 2007 tot en met 2011 (Figuur 8). Zij suggereren dat dit waarschijnlijk komt door de grote beschikbaarheid aan zaad in de laatste 5 jaar waardoor de rendementen afnemen. Tevens geven ze aan dat er geen sprake is van een langjarige trend in productiviteit van alle percelen voor de periode na 2001. In dit rapport worden de onderliggende gegevens nader geanalyseerd om te onderzoeken of de rendementen de laatste jaren inderdaad zijn afgenomen. Tevens zijn de data aangevuld met de beschikbare gegevens na 2016.



Figuur 8 Berekende rendement van mosselkweek (productie consumptiemosselen / gemiddelde productie van mosselzaad in de 3 voorafgaande jaren). De verticale lijnen geven de periodes 2007 tot en met 2011 en 2012 tot en met 2016 (uit: Van Oostenbrugge et al., 2018).

3.2 Rendement mosselkweek

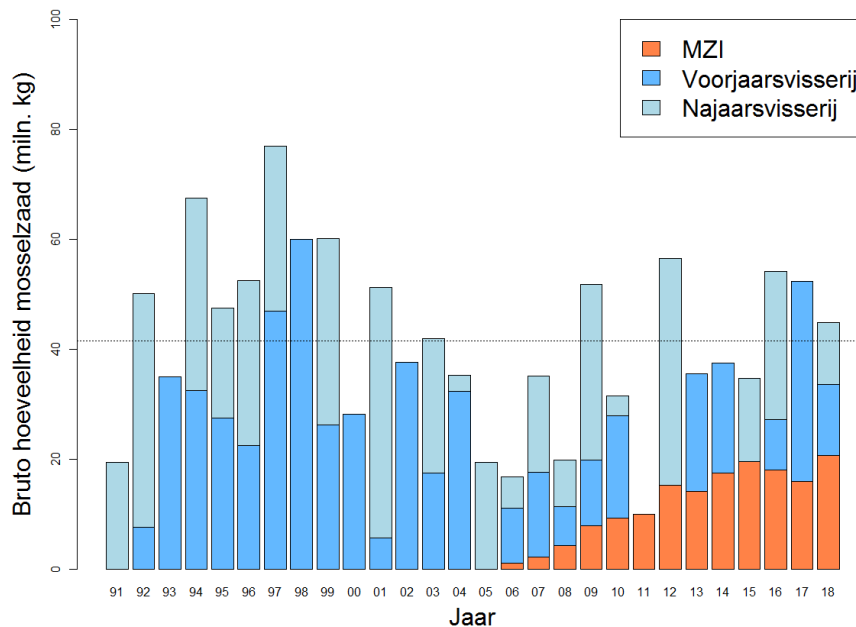
Bij de kweek van mosselen wordt mosselzaad, dat is opgevisst van wilde banken of is ingevangen met behulp van MZI's, uitgezaaid op de kweekpercelen in de Waddenzee en de Oosterschelde. Na een periode van 1 tot 3 jaar zijn de mosselen uitgegroeid tot consumptieformaat en worden ze opgevisst en verhandeld aan de mosselveiling in Yerseke. Tijdens de kweekperiode nemen de mosselen toe in gewicht door groei, maar ook vindt er verlies plaats als gevolg van predatie, sterfte en wegspoelen door storm. Het rendement van de mosselkweek wordt bepaald door drie factoren (Wijsman et al., 2014):

1. Groei
2. Overleving
3. Beslissingen van de kwekers

Door groei nemen de mosselen toe in gewicht van ongeveer 2 tot 15 gram (versgewicht). De snelheid van de groei is afhankelijk van de voedselsituatie (concentratie algen) en de concurrentie om het voedsel met andere schelpdieren (voornamelijk mosselen). De overleving van de mosselen op de

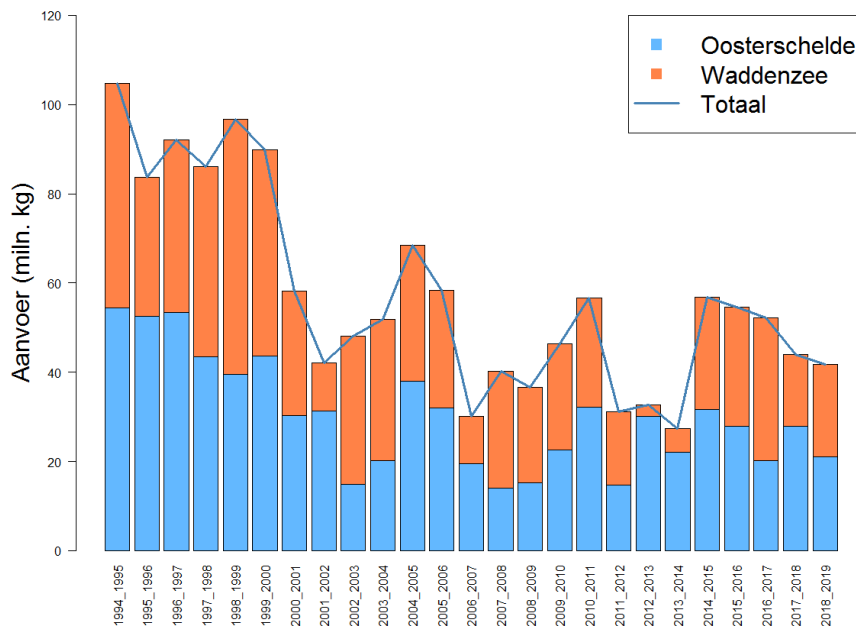
kweekpercelen wordt beïnvloed door de hoeveelheid predatoren, wegspoelrisico, het verzaaien en de tijd dat de mosselen op de percelen liggen (Capelle, 2017). De kweker heeft, binnen bepaalde grenzen, invloed op zowel de groei als de overleving van de mosselen door keuzes te maken bijvoorbeeld waar en wanneer de mosselen worden uitgezaaid, hoe dik er wordt uitgezaaid, of predatoren (e.g. zeesterren) worden bestreden en op welk moment de oogst plaats vindt. Hierbij wordt de kweker ook beïnvloed door zijn omgeving (handelen van andere kwekers, marktprijs). Hoewel beide sterk gecorreleerd zijn zal een kweker bij voorkeur eerder sturen op het verwachte financieel rendement dan op het productie rendement.

Bij het berekenen van het productie rendement is het van belang om onderscheid te maken tussen netto en bruto (inclusief tarra) hoeveelheden. Meestal wordt er bij het bezaaien van de percelen gerekend met de bruto biomassa. Voor mosselzaad wordt vaak een tarrapercentage van 40% en voor halfwasmosselen wordt doorgaans een tarrapercentage van 25% aangehouden (Van Stralen et al., 2018). MZI zaad is doorgaans "schoner" en heeft een tarrapercentage van ongeveer 15% (Capelle et al., 2016). De aanvoer van consumptiemosselen aan de veiling in Yerseke wordt zowel geregistreerd in netto als bruto (inclusief tarra) aanvoer. In Figuur 9 is de jaarlijkse hoeveelheid mosselzaad (bruto) dat is uitgezaaid op de mosselpercelen in de Waddenzee en de Oosterschelde uitgezet. In deze figuur zijn ook de resultaten van de zaadvisserij in de delta (Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta) opgenomen. In de figuur is goed de toename te zien van de MZI oogst tot ongeveer 20 Mkg per jaar. Gemiddeld is de totale hoeveelheid mosselzaad 41.6 Mkg bruto (netto 28.9 Mkg).



Figuur 9 Bruto hoeveelheid mosselzaad, opgesplitst in zaad uit de voorjaarsvisserij, de najaarsvisserij en MZI's over de periode 1991 tot en met 2018. De horizontale stippellijn geeft het gemiddelde aan over de periode 1991 tot en met 2018 (41.6 Mkg per jaar).

De totale aanvoer van consumptiemosselen uit de Waddenzee en de Oosterschelde zijn uitgezet in Figuur 10. De gemiddelde aanvoer over de jaren is 57.2 Mkg netto. Ongeveer 53% van de aanvoer kwam uit de Oosterschelde. Op basis van deze gegevens kan het gemiddelde rendement van de Nederlandse mosselkweek worden geschat op 1.38 kg netto consumptiemosselen uit 1 kg bruto zaad. Dit komt overeen met 1.98 kg netto consumptiemosselen per kg netto zaad.



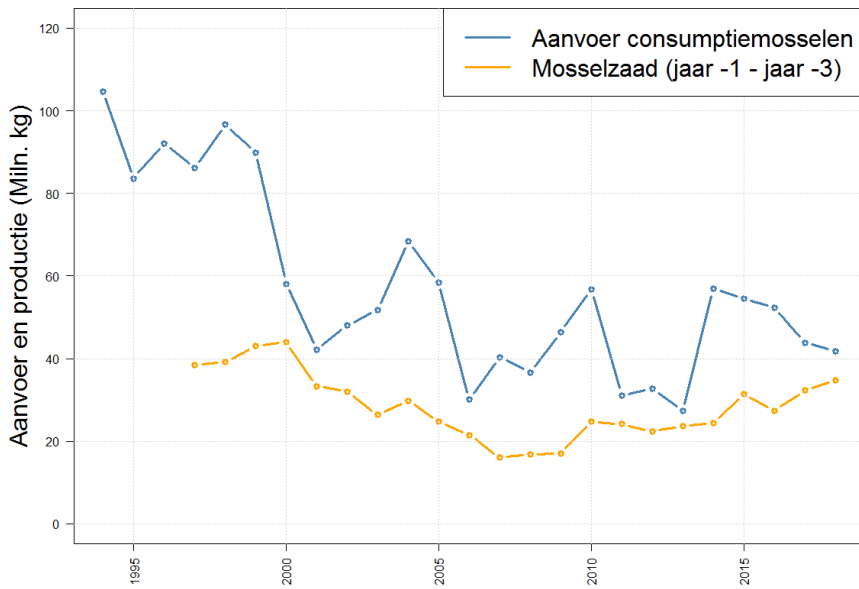
Figuur 10 Aanvoer (Mkg netto) van consumptiemosselen vanuit de Waddenzee en de Oosterschelde zoals geregistreerd aan de veiling in Yerseke over de seizoenen 1994_1995 tot en met 2018_2019. Voor het seizoen 2018_2019 zijn de data tot 31 december 2018 meegenomen.

3.3 Ontwikkeling rendement

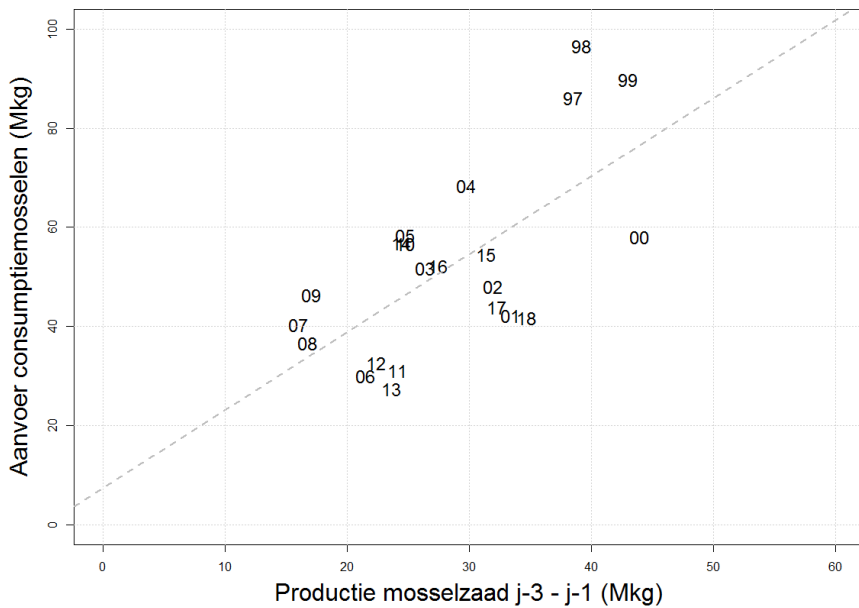
In Figuur 11 is de aanvoer van consumptiemosselen (Mkg netto) en de gemiddelde productie aan mosselzaad (Mkg netto) in de drie jaar voorafgaand in één figuur uitgezet. Het verschil met Figuur uit Van Oostenbrugge et al. (2018) is dat er twee jaren zijn toegevoegd en dat het mosselzaad is uitgedrukt in netto in plaats van bruto hoeveelheid. Tevens is het zaad dat er over de jaren is opgevisst in de delta (Oosterschelde, Westerschelde en Voordelta) toegevoegd aan de data. In Figuur zijn dezelfde data tegen elkaar uitgezet in de vorm van een scatterplot. De stippellijn geeft het resultaat van de lineaire regressie (F-test, $p < 0.01$, $R^2 = 0.42$). In de jaren boven de regressielijn was het rendement hoger dan het gemiddelde over alle jaren. In de jaren onder de lijn liggen was het rendement lager dan gemiddeld. Omdat de aanvoer gegevens voor het seizoen 2018_2019 nog niet compleet zijn (lopen tot 31 december 2018) zal dit punt nog omhoog schuiven in de y-richting. Uit Figuur 11 is ook af te leiden dat met de introductie van de MZIs het zaadbestand toeneemt over de periode 2005-nu, daarvoor was het zaadbestand hoger. De aanvoer van mosselen fluctueert sterk en was in de jaren 90 bijna twee maal zo hoog als in recente jaren.

In Figuur 12 is het verloop van het kweekrendement (kg netto consumptiemosselen per kg netto zaad in de drie jaar voorafgaand) uitgezet over de jaren. Het gemiddelde kweekrendement was 1.87 kg netto consumptiemosselen per kg netto zaad. In 2014 was het rendement, na een drietal jaren met lage rendementen relatief hoog (2.33 kg netto consumptiemosselen per kg netto zaad) waarna het rendement is afgenomen tot 2018¹.

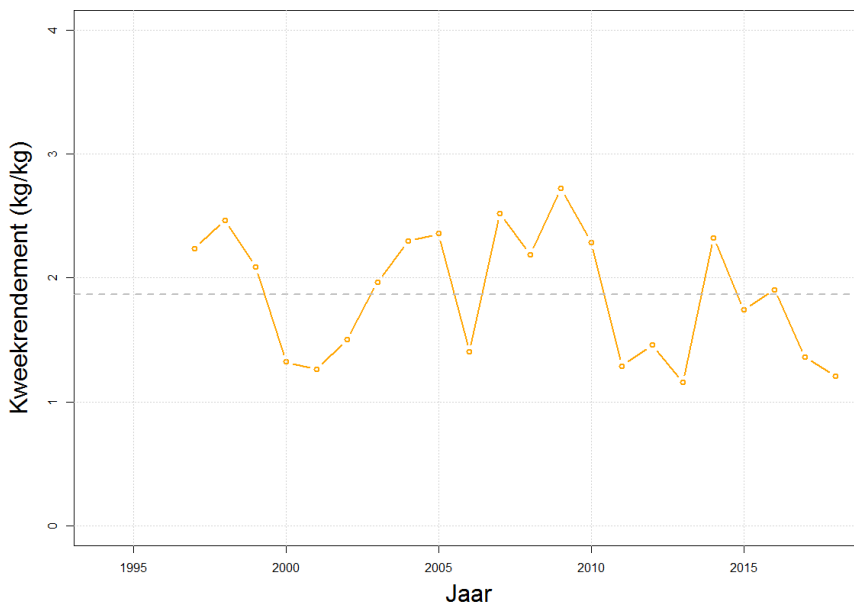
¹ Omdat de aanvoergegevens van het seizoen 2018_2019 niet compleet zijn zal het rendement voor 2018 nog toenemen.



Figuur 11 Aanvoer (Mkg netto) van consumptiemosselen vanuit de Waddenzee en de Oosterschelde (blauwe lijn) en de totale hoeveelheid mosselzaad (Mkg Netto) in de drie jaren voorafgaand.



Figuur 12 Scatterplot van de aanvoer van consumptiemosselen (Mkg netto) op de y-as en de productie van mosselzaad (Mkg netto) aan de drie jaren voorafgaand (x-as). De stippellijn geeft de regressielijn. De marker geeft het jaar aan waarin het seizoen is gestart (bijvoorbeeld 00 is het seizoen 2000_2001). De aanvoergegevens van het seizoen 2018_2019 zijn niet compleet en lopen tot 31 december 2018.

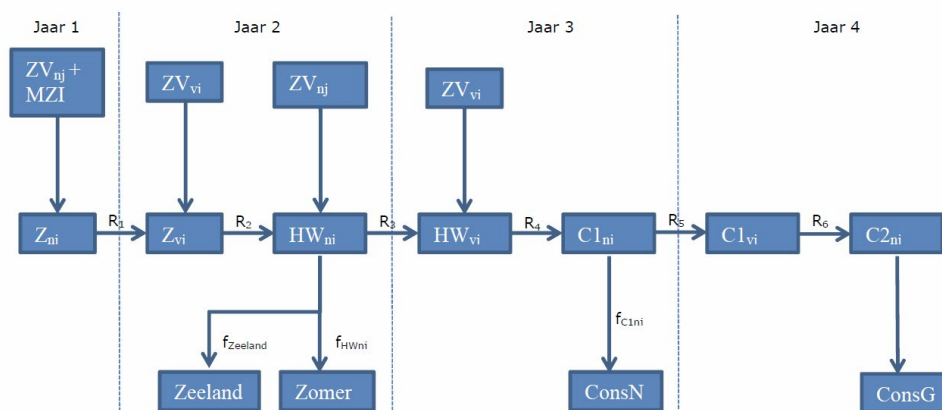


Figuur 13 Ontwikkeling van het kweekrendement (uitgerekend uit de netto oogst / netto productie aan mosselzaad in de 3 voorafgaande jaren). De horizontale stippellijn geeft het gemiddelde rendement weer (1.87 kg netto consumptiemosselen per kg netto zaad).

De aanvoer aan consumptiemosselen blijkt redelijk goed in te schatten op basis van de hoeveelheid mosselzaad in de jaren ervoor ($R^2 = 0.42$, Figuur 13). Echter, de hoeveelheid mosselzaad, een jaar, twee jaar en drie jaar voor het jaar van aanvoer hoeven niet noodzakelijk even zwaar mee te wegen in de voorspelling van de aanvoer in het betreffende jaar.

3.4 PRODUS model

Wijsman et al. (2014) hebben in het kader van het PRODUS (Project onderzoek duurzame schelpdiercultuur) project een model ontwikkeld om de aanvoer van mosselen van de percelen in de Waddenzee te berekenen uit de zaadvisserij gegevens en de MZI oogst (zie Figuur 14). In het model wordt een gemiddeld rendement (R_1 tot en met R_6) aangenomen op de percelen in de overgangen tussen de verschillende leeftijdsstadia (zaad najaar, zaad voorjaar, halfwas najaar, halfwas voorjaar, consumptie najaar, consumptie voorjaar en tweedejaars consumptie najaar).

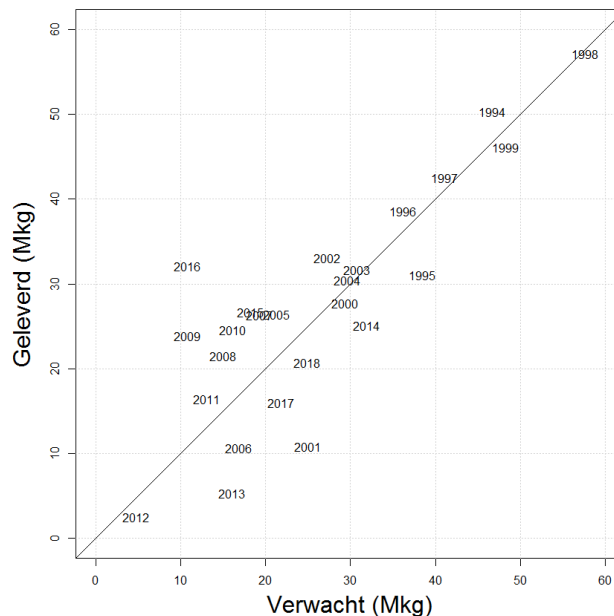


Figuur 14 Schematisch overzicht van het budget model voor het berekenen van het rendement van mosselen op kweekpercelen in de Waddenzee (Wijsman et al., 2014). Zie Tabel 1 voor een verklaring van de symbolen.

Tabel 1 Verklaring van de symbolen in (Figuur) (uit: Wijsman et al., 2014).

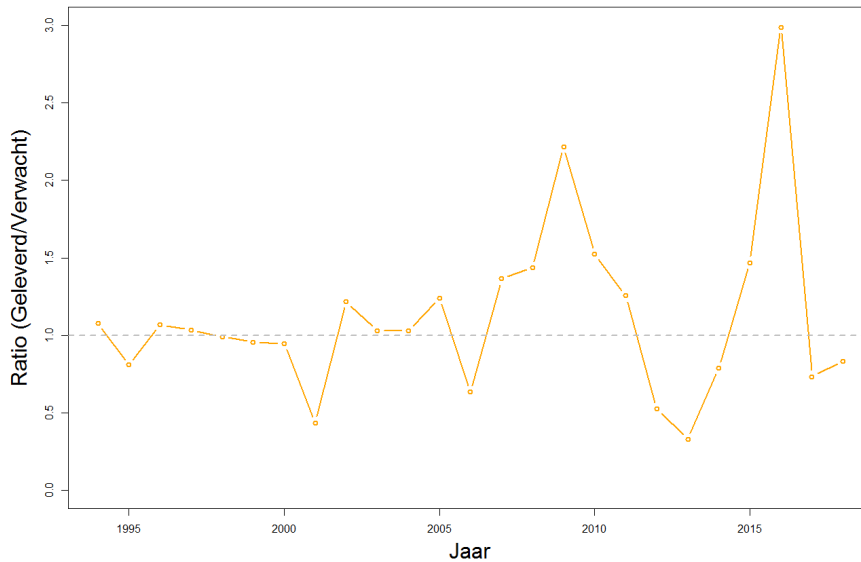
	Beschrijving	Eenheid
ZV _{nj} +MZI	Zaadvisserij en MZI-oogst najaar Waddenzee	10 ⁶ kg bruto
ZV _{vj}	Zaadvisserij voorjaar Waddenzee	10 ⁶ kg bruto
MZI	MZI oogst Waddenzee	10 ⁶ kg bruto
Zeeland	Afvoer naar Zeeland	10 ⁶ kg netto
Zomer	Oogst van zomermosselen	10 ⁶ kg netto
ConsN	Oogst van eerstejaars consumptie	10 ⁶ kg netto
ConsG	Oogst van tweedejaars consumptie	10 ⁶ kg netto
Z _{nj}	Zaad najaar	10 ⁶ kg netto
Z _{vj}	Zaad voorjaar	10 ⁶ kg netto
HW _{nj}	Halfwas najaar	10 ⁶ kg netto
HW _{vj}	Halfwas voorjaar	10 ⁶ kg netto
C1 _{nj}	Eerstejaars consumptie najaar	10 ⁶ kg netto
C1 _{vj}	Eerstejaars consumptie voorjaar	10 ⁶ kg netto
C2 _{nj}	Tweedejaars consumptie najaar	10 ⁶ kg netto
R ₁	Rendement zaad najaar – zaad voorjaar	-
R ₂	Rendement zaad voorjaar – halfwas najaar	-
R ₃	Rendement halfwas najaar –halfwas voorjaar	-
R ₄	Rendement halfwas voorjaar – C1 najaar	-
R ₅	Rendement C1 najaar C1 voorjaar	-
R ₆	Rendement C1 voorjaar – C2 najaar	-
f _{HW_{nj}}	Fractie van HW _{nj} dat wordt geoogst als zomermossel	-
f _{C1_{nj}}	Fractie van C1 _{nj} dat wordt geoogst als ConsN	-
f _{Zeeland}	Fractie van HW _{nj} dat naar Zeeland wordt gebracht	-

De parameters van het model zijn opnieuw gefit aan de data tot en met 2018. Dit heeft geleid tot de volgende waarden: $R_1 = 1.53$; $R_2 = 1.8$, $R_3 = 1.19$, $R_4 = 1.19$, $R_5 = 0.95$, $R_6 = 1.02$, $f_{HW_{nj}} = 0.14$, $f_{C1_{nj}} = 0.64$ en $f_{Zeeland} = 0.61$ (MSE = 78 milj kg²). In Figuur 15 is de gemeten aanvoer aan de veiling uitgezet tegen de berekende aanvoer op basis van het model. De R^2 van dit model is 0.67 en dit is hoger dan het model waarbij de gemiddelde hoeveelheid mosselzaad in de drie jaar voorafgaand wordt gebruikt ($R^2 = 0.42$, Figuur 12). Uit Figuur 15 is vooral opvallend dat in 2016 er aanzienlijk meer mosselen zijn geleverd uit de Waddenzee dan verwacht op basis van de hoeveelheid mosselzaad.



Figuur 15 Relatie tussen de gerealiseerde oogst van mosselen uit de Waddenzee (y-as) en de verwachte oogst berekend met het model van Wijsman et al. (2014) op basis van de zaadgegevens (x-as).

In Figuur 16 is de ratio uitgezet tussen de gerealiseerde en de verwachte oogst van mosselen uit de Waddenzee, gebaseerd op het model van Wijsman et al. (2014). Deze ratio is te zien als een relatieve maat van het rendement die niet direct is te verklaren door de jaarlijkse variatie in zaadvisserij en de MZI en is dus het gevolg van specifieke omstandigheden in betreffende jaren. Zo is bijvoorbeeld te zien dat de gerealiseerde oogst in 2016 drie keer zo hoog was als verwacht op basis van de zaadvisserij en MZI oogst in de jaren ervoor en de gemiddelde rendementen. In *Figuur* laat tevens zien dat tot 2005 (m.u.v. 2001) de aanvoer redelijk goed is in te schatten uit de zaadvisserijgegevens. Vanaf 2006 neemt de onzekerheid van het model toe.



Figuur 16 Ratio tussen gerealiseerde en de verwachte oogst op basis van de hoeveelheden mosselzaad in de voorgaande jaren, berekend met het model van Wijsman et al. (2014).

4 Synthese

Wordt er precies bedoeld met 'percelen van goede kwaliteit' en wat is de rol van het beschikbare perceelareaal voor de opkweek van mosselen?

Percelen kunnen op verschillende manieren gekarakteriseerd worden. Er zijn percelen die geschikt zijn om consumptiemosselen op te kweken; dat zijn percelen waar vooral de groei hoog is. Andere percelen zijn beter geschikt om mosselzaad op te kweken; dit zijn percelen waar vooral de overleving hoog is. In de praktijk blijkt meer dan de helft van het beschikbare areaal niet gebruikt te worden om mosselen te kweken, omdat deze percelen niet geschikt zijn als consumptiegrond of als zaadgrond. Percelen van goede kwaliteit zijn dus stabiele percelen, waar om consumptiemosselen te kweken de groei hoog is en als zaadgrond, waar de overleving hoog is. Mosselkwekers hebben deze verschillende typen perceel nodig om succesvol mosselen te kunnen kweken, er vindt dan ook een voortdurende verplaatsing plaats van mosselen tussen percelen. In het huidige gebruik lijkt het er vooral op dat de voorraad percelen om zaad op te kunnen kweken beperkt is. Hierbij is niet het totaal areaal aan kweekpercelen de beperkende factor, maar het areaal wat van voldoende kwaliteit is. Door die beperkte beschikbaarheid aan geschikt areaal neemt de dichtheid aan mosselzaad bij een toenemend zaadbestand toe.

Leidt een toename in het zaadbestand (zoals door de ontwikkeling van MZIs) tot meer mosselen en daardoor tot een lager rendement?

Het zaadbestand fluctueert sterk, recentelijk neemt het aandeel MZI zaad toe, terwijl het aandeel bodemzaad een afnemende trend laat zien. Over de langere termijn lijkt er geen toename in het zaadbestand te zijn. Het PRODUS model lijkt beter in staat om de aanvoer van mosselen te voorspellen uit de zaadvisgegevens in voorgaande jaren en de MZI oogst dan het model dat is gebruikt in Van Oostenbrugge et al. (2018). Vooral in de jaren tot 2005 verklaart het PRODUS model de aanvoer redelijk goed. Vanaf 2006 neemt de onzekerheid van het model toe. Echter er is geen sprake van een afnemende trend over de laatste jaren (waarin het aandeel aan MZI mosselen dus toenam). Integendeel de aanvoer van mosselen in 2015 en 2016 was relatief hoger dan verwacht op basis van de zaadvisgegevens. Ook in Van Oostenbrugge et al. (2018) wordt geconcludeerd dat er geen sprake is van een langjarige dalende trend van het opkweekrendement. Uit deze analyse volgt dat de recente toename in (MZI)zaad tot meer mosselen leidt en dat dit niet ten koste gaat van het kweekrendement.

5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research 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.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2021 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwaame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd. Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standaard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Literatuur

- Capelle, J. J., J. W. M. Wijsman, M. Van Stralen, P. M. J. Herman en A. C. Smaal (2016) Effect of seeding density on biomass production in mussel bottom culture. *Journal of Sea Research* 110: 8-15.
- Capelle, J. J. (2017) Production efficiency of mussel bottom culture. PhD thesis, Wageningen University.
- Van Oostenbrugge, J. A. E., N. Steins, A. Mol, S. R. Smith en M. N. J. Turenhout (2018) Mosseltransitie en natuurherstel. Sociaal-economische draagkracht en ontwikkelingen Nederlandse mosselsector, 2008-20017. Wageningen Economic Research, Rapport nummer: 2018-040, 79 pagina's.
- Van Stralen, M., D. Van den Ende en K. Troost (2018) Inventarisatie van het sublitorale wilde mosselbestand in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2018. Bureau MarinX, Rapport nummer: 2018.180, 21 pagina's.
- Wijsman, J. W. M., T. Schellekens, M. Van Stralen, J. J. Capelle en A. C. Smaal (2014) Rendement van mosselkweek in de westelijke Waddenzee. IMARES, Rapport nummer: C047/14, 79 pagina's.

Verantwoording

Rapport C035/19

Projectnummer: 4318200070

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

Akkoord: V. Escaravage
Onderzoeker

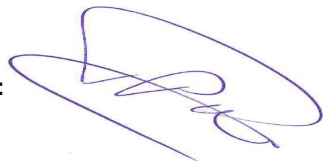
Handtekening:



Datum: 5 april 2019

Akkoord: Dr.Ir. T.P. Bult
Director

Handtekening:



Datum: 5 april 2019

Bijlage 1 TPW classificatie

Klasse	Gebruiksdoel	Waardering (mosselton/ha)
3	Laagste kwaliteit grond Opslag mosselzaad Natuurlijke mosselzaadval	62
2	Halfwasgrond Opgroei voorafgaand aan verplaatsing naar productiegronden	83.3
1C	Productiegrond, minste kwaliteit	150
1B	Productiegrond, gemiddelde kwaliteit	250
1A	Productiegrond: beste kwaliteit	400

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'
