



Begrenzing deel Voordelta als niet *Bonamia* – vrij gebied binnen de Nederlandse Noordzee

Auteur(s): Pauline Kamermans¹, Frank Kleissen², Luca van Duren², Marc Engelsma³

Wageningen University &
Research rapport C112/18

¹ Wageningen Marine Research, Wageningen University & Research, P.O.Box 77, 4400 AC Yerseke

² Deltares, Postbus 177, 2600 MH Delft

³ Wageningen Bioveterinary Research, P.O. Box 65, 8200 AB Lelystad

Begrenzing deel Voordelta als niet-*Bonamia*-vrij gebied binnen de Nederlandse Noordzee

Auteur(s): Pauline Kamermans¹, Frank Kleissen², Luca van Duren², Marc Engelsma³

Publicatiedatum: december 2018

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research, Wageningen Bioveterinary Research en Deltares in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Natuurlijk Kapitaal' (projectnummer BO-43-021.02-014)

Wageningen Marine Research Yerseke, oktober 2018

Wageningen Marine Research rapport C112/18



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Enabling Delta Life



Pauline Kamermans¹, Frank Kleissen², Luca van Duren², Marc Engelsma³, 2018. *Begrenzing deel Voordelta als niet-Bonamia-vrij gebied binnen de Nederlandse Noordzee*. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C112/18. blz. 22;

Keywords: **platte oester, Bonamia, Noordzee**

1 Wageningen Marine Research, Wageningen University & Research, P.O.Box 77, 4400 AC Yerseke

2 Deltares, Postbus 177, 2600 MH Delft

3 Wageningen Bioveterinary Research, P.O. Box 65, 8200 AB Lelystad

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Departement Natuur en Biodiversiteit
t.a.v. de heer E. Knegtering
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BAS code BO-43-021.02-014

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/467000>

Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research Wageningen UR is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

© 2018 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research, onderdeel
van Stichting Wageningen Research
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van Wageningen Marine Research is niet aansprakelijk 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.
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven
en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd
worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder
schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1 V27

Inhoud

| | |
|---|-----------|
| Samenvatting | 4 |
| 1 Kennisvraag | 5 |
| 2 Methoden | 6 |
| 2.1 Effect doorlaatmiddel in de Brouwersdam | 6 |
| 2.2 Hydrodynamische modellering larvenverspreiding | 7 |
| 2.3 Analyse larvenverspreiding in relatie tot zoutgehalte | 8 |
| 3 Resultaten | 9 |
| 3.1 Effect doorlaatmiddel in de Brouwersdam | 9 |
| 3.2 Verspreiding larven | 11 |
| 3.3 Larvenverspreiding in relatie tot zoutgehalte | 14 |
| 4 Conclusie | 15 |
| Kwaliteitsborging | 18 |
| Literatuur | 19 |
| Verantwoording | 21 |

Samenvatting

Het uitzetten van platte oesters (*Ostrea edulis*) in de Noordzee kan bijdragen aan herstel van harde substraten op de zeebodem. Herstel van platteoesterbanken behoort tot diverse beleidsvoornemens van LNV en IenW (zie: geactualiseerde Mariene Strategie, deel 1 (2018), Mariene Strategie 2012-2020 (deel 3) (2015), Beleidsnota Noordzee 2016-2021 (2015), Noordzee 2050 Gebiedsagenda (2014), Natuurambitie Grote Wateren 2050 en verder (2014), Uitvoeringsagenda Natuurlijk Kapitaal (2013)). *Bonamia ostreae* is een eencellige parasiet van de platte oester welke in Nederland tot nu toe alleen is vastgesteld in de Oosterschelde en Grevelingen en onlangs op een locatie in de Voordelta. Momenteel is onduidelijk of *Bonamia* verder op de Noordzee voorkomt. Verspreiding van platteoesterlarven vanuit de Grevelingen/Voordelta vormen een potentieel risico op verspreiding van *Bonamia*.

LNV vraagt een advies over welk deel van de Voordelta (Noordzee) door het bevoegd gezag voor de Regeling aquacultuur kan worden beschouwd als niet-*Bonamia*-vrij gebied. Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research, Wageningen Bioveterinary Research en Deltares in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Natuurlijk Kapitaal' (projectnummer BO-43-021.02-014).

Met behulp van modelsimulaties zijn de verspreidingsgebieden van oesterlarven in de Voordelta bepaald. Daarbij is ook geanticipeerd op een voorgenomen realisatie van een doorgang van de Grevelingen naar de Voordelta in de Brouwersdam waardoor de hydrodynamische omstandigheden in de Voordelta zouden kunnen veranderen. Daarnaast is een geschikt zoutgehalte van het water als randvoorwaarde voor overleving van de larven aangehouden.

Op basis van deze gegevens is het niet-*Bonamia*-vrije gebied binnen de Nederlandse Noordzee vastgesteld als het gebied in de Voordelta dat wordt begrensd door in het westen de grens van het Natura 2000-gebied Voordelta, in het zuiden een lijn loodrecht op de Kop van Schouwen en in het noorden een lijn loodrecht op Goeree (de betreffende coördinaten zijn in het rapport aangegeven).

1 Kennisvraag

Herstel van platteoesterbanken behoort tot diverse beleidsvoornemens van LNV en IenW (zie: geactualiseerde Mariene Strategie, deel 1 (2018), Mariene Strategie 2012-2020 (deel 3) (2015), Beleidsnota Noordzee 2016-2021 (2015), Noordzee 2050 Gebiedsagenda (2014), Natuurambitie Grote Wateren 2050 en verder (2014), Uitvoeringsagenda Natuurlijk Kapitaal (2013)). De platte oester (*Ostrea edulis*) is een rifvormende schelpdiersoort die in het verleden voorkwam in de Noordzee. Het uitzetten van platte oesters is een van de opties voor het bevorderen van de terugkeer van platteoesterbanken. Het aantal initiatieven voor het concreet uitzetten van platte oesters in de Nederlandse Noordzee neemt snel toe, onder meer in het kader van een door LNV geïnitieerde natuurinclusiefbouwenverplichting in kavelbesluiten voor Windenergie op Zee (WoZ) en LIFE-IP-acties. Van het bevoegd gezag wordt duidelijkheid over randvoorwaarden voor de activiteiten verwacht. Een groot deel van de Nederlandse Noordzee valt niet onder de externe werking van Natura 2000-gebieden met schelpdierdoelen.

Bonamia ostreae is een eencellige parasiet van de platte oester welke in Nederland tot nu toe alleen is vastgesteld in de Oosterschelde (1979) en Grevelingen (1988) (Van Banning, 1982, 1991; Engelsma et al., 2010) en onlangs (2017) in een locatie in de Voordelta (grenzend aan de Grevelingen) (Sas et al., 2018). Infectie met *Bonamia ostreae* is een aangifteplichtige dierziekte binnen de lijst van ziekten van de EU richtlijn 2006/88/EU. Momenteel is onduidelijk of *Bonamia* verder op de Noordzee voorkomt, doordat er niet gemonitord wordt in gebieden zonder kweekdoelstelling en waar geen oesters voorkomen. Vanuit de Native Oyster Restoration Alliance (NORA) wordt aanbevolen om gebieden waar platte oesters functioneel zijn uitgestorven (zoals de Noordzee) in praktijk te beschouwen als een *Bonamia*-vrij gebied (Pogoda et al., 2017). Platte oesters verspreiden zich door middel van vrij-zwemmende larven. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat platteoesterlarven geïnfecteerd kunnen zijn met *Bonamia* (Arzul et al., 2011). Verspreiding van platteoesterlarven vanuit de Grevelingen/Voordelta vormen dus een potentieel risico op verspreiding van *Bonamia*.

LNV vraagt nu een advies over welk deel van de Voordelta (Noordzee) door het bevoegd gezag kan worden beschouwd als niet-*Bonamia*-vrij gebied. Daarbij wordt gevraagd ook te anticiperen op een voorgenomen realisatie van een doorlaat van de Grevelingen naar de Voordelta in de Brouwersdam waardoor de hydrodynamische omstandigheden in de Voordelta zouden kunnen veranderen (Nolte & Lagendijk, 2016).

Uitgaande van de aanname dat *Bonamia* zich verspreidt middels platteoesterlarven, is het doel van dit project om potentiële verspreidingsgebieden van platteoesterlarven binnen het Voordeltagebied aan te geven. Hierbij is gebruik gemaakt van modelsimulaties, rekening houdend met een voorgenomen extra doorlaat van de Grevelingen. Daarnaast is een geschikt zoutgehalte van het water als randvoorwaarde voor overleving van de larven aangehouden.

2 Methoden

De aanpak van het inschatten van het niet-*Bonamia*-vrije gebied bestaat uit drie delen:

- 1) Kwalitatieve analyse van het effect van het geplande doorlaatmiddel in de Brouwersdam op larventransport naar de Voordelta;
- 2) Modelleren van de potentiële verspreiding van platteoesterlarven in het Voordeltagebied op basis van een hydrodynamisch model;
- 3) Analyse van de nadere beperkingen in de potentiële verspreiding van platteoesterlarven in het Voordeltagebied door zoutgehaltes van het water.

2.1 Effect doorlaatmiddel in de Brouwersdam

Een voorgenomen realisatie van een doorlaat van de Grevelingen naar de Voordelta in de Brouwersdam zou de verspreiding van larven in de Voordelta kunnen veranderen. Daarom is en eerste stap bij het bepalen van de verspreiding van larven een kwalitatieve analyse van het effect van het doorlaat middel op het transport van larven in de Noordzee.

Deltares heeft in 2016 een larvenverspreidingstudie uitgevoerd waarbij een gepland doorlaatmiddel in de Brouwersdam niet is meegenomen. In deze studie, ook in samenwerking met WMR, is de verspreiding gemodelleerd van larven vanuit het Grevelingenmeer (Kleissen, 2016). Het hydrodynamische model dat in deze studie het transport van de larven aandrijft is afkomstig van een studie die door Deltares is uitgevoerd in het kader van de MER zandwinning (Van der Kaaij *et al.*, 2017). Het is mogelijk dat de beoogde extra uitstroom door de doorlaat effect heeft op het transport van de larven zoals dat in het model wordt uitgerekend. Als onderdeel van voorliggende studie naar de toekomstige verspreiding van larven van mogelijke locaties in de Voordelta is een kwalitatieve analyse van de effecten van dit doorlaatmiddel uitgevoerd.

In de Grevelingen zal een getij met een amplitude van gemiddeld 50 cm worden geïntroduceerd met behulp van een doorlaatmiddel in de Brouwersdam. Dit heeft consequenties voor stroming in de Voordelta rondom het doorlaatmiddel in het noordelijk deel van de dam. Veranderingen in stroomsnelheden en hydrodynamica zullen ook een effect hebben op het transport van larven vanuit dit gebied. De Grevelingen heeft een wateroppervlak van ongeveer 11000 m². Voor een getijslag van 50cm is een uitwisselend volume nodig van $5.5 \cdot 10^7$ m³. Het daggemiddelde debiet door het doorlaatmiddel is ongeveer 1500m³/s (De Vries et al, 2013). Het maximum debiet (i.e. aantal m³ water per seconde dat op een bepaald punt in een waterstroom passeert) kan oplopen tot ongeveer 5000 m³/s. De stroomsnelheden vanuit het doorlaatmiddel kunnen in en rond de doorlaatopening oplopen tot enkele meters per seconde.

De centrale vraag is tot hoe ver de invloed zal reiken van dit spuidebiet op de stroming in de Voordelta en dus het transport van larven. Het spuien staat loodrecht op de algemene stromingsrichting in de Noordzee, dat een stroomsnelheid heeft van ongeveer 1 m/s . Dit zal het gespuide water tijdens vloed afbuigen naar het noorden en tijdens eb naar het zuiden. Bij kentering van het getij (rondom de tijd dat er bijna geen stroming aanwezig) zal een pluim het verst van kust kunnen komen. Omdat het debiet door het doorlaatmiddel direct is gekoppeld aan het waterstandsverschil tussen Noordzee en Grevelingen stroomt water vanuit de Grevelingen naar de Noordzee rondom laagwater. Rondom hoog water stroomt water de Grevelingen in. Bij instromend water is het waarschijnlijk dat een deel van de vrijgekomen larven met de stroming worden meegevoerd en dus ook de Grevelingen instroomt. Tevens zullen met het uitstromend water, larven die al in de Grevelingen aanwezig zijn in de Voordelta stromen. Daarbij is de Grevelingen ook een belangrijke bron van larven vanwege de grote populatie aan platte oesters in de Grevelingen. De verspreiding van larven onder invloed van het doorlaatmiddel

zal hierdoor een pulserend karakter krijgen, met een periode van 12:25 uur (dubbeldaags getij) en een duur van ongeveer 6 uur.

2.2 Hydrodynamische modellering larvenverspreiding

De tweede stap is het modelleren van de verspreiding van larven vanuit een aantal locaties in het gebied van de Voordelta. Hierbij is uitgegaan van 8 modelsimulaties. Als onderliggend hydrodynamische model is gebruik gemaakt van modelresultaten op het ZUNO-DD-grid. Op basis daarvan is met de eerder hiervoor gebruikte module Delft3D-PART larvenverspreiding gesimuleerd voor 8 bronlocaties (Fig.1). De primaire variabele in de scenario's is de locatie waar de larven worden 'losgelaten'. De locaties zijn gekozen aan de grens van het N2000-gebied Voordelta (L3 en L6), in het windpark Borssele, twee locaties verder de zee op (L4 en L5) en drie locaties dicht bij de kust (de uitlaat van spuisluis in de Brouwersdam – Uitlaat - en de locaties van twee platteoesterpilots - Blokkendam en Bollen van de Ooster -). Op basis hiervan zijn verspreidingskaartjes gemaakt die per bronlocatie weergeven waar na 10 dagen in de waterkolom zich larven bevinden die klaar zijn om zich te vestigen.

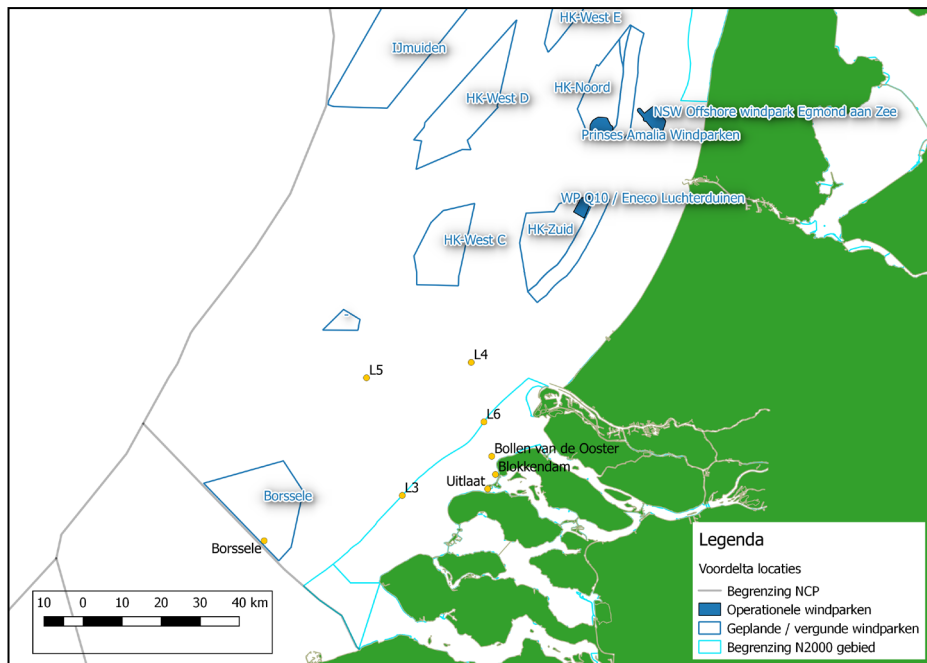


Fig. 1. Acht bronlocaties gebruikt in het larvenverspreidingsmodel (Borssele, L3, L4, L5, L6, de Uitlaat van spuisluis in de Brouwersdam en de pilot-locaties Blokkendam en Bollen van de Ooster). De bestaande en beoogde windmolenparken zijn aangegeven met zwarte contouren.

De aanpak van de modelstudie is gelijk aan die van Kamermans *et al.* (2018) en bestaat dus uit deeltjesmodellering met Delft3D-PART. Er is gebruik gemaakt van tijdsafhankelijke releases en het resultaat van het modelleren is samengevat in figuren die de gemiddelde verspreiding (concentratie) aangeven. Bij de huidige modelruns zijn echter alleen larvendichtheden weergegeven die na 10 dagen hoger waren dan een minimale dichtheid. Geschat is dat maximaal ongeveer de helft van de larven uiteindelijk in staat is om zich te vestigen (Walne, 1974). Voor voortplanting is een afstand van minder dan 1,5 m tussen twee oesters nodig (Smyth *et al.* in prep, gereviewde paper). Dit betekent dat de berekende dichtheden 2 of meer per m² moeten zijn. Om conclusies te kunnen trekken over het mogelijke verspreidingsgebied van levensvatbare larven is het noodzakelijk om de modelconcentraties te kunnen koppelen aan larvendichtheden. Het model levert echter een arbitraire hoeveelheid deeltjes op dat wordt gezien als een proxy voor de larven. De relatieve verdeling in de tijd van de release is in percentages van het totaal uitgerukt. In het model zijn geen processen meegenomen die niet-lineair zijn. Hierdoor kunnen concentraties worden geschaald zodat de concentraties gerelateerd zijn aan de larvendichtheden. Uit metingen van WMR is gebleken dat de maximale concentratie bij de Blokkendam

maximaal ongeveer 6000 larven/m³ bedraagt (Sas et al., 2018). Dit betekent effectief een levensvatbare concentratie van 3000 larven/m³. De resultaten van het model genereren een gemiddelde maximale concentratie (over de jaren 2003 t/m 2011) rondom de Blokkendam van 0.00074 eenheden per m³. Vergeleken met de waargenomen larvendichtheid geeft dit een schalingsfactor tussen larvendichtheid en modelconcentratie van ongeveer $3000/0.00074 = 4.1 \cdot 10^6$. Een dichtheid van 2 oesters of meer per m² betekent een minimale concentratie van $2/4.1 \cdot 10^6 = 4.9 \cdot 10^{-7}$. Hierbij wordt uitgegaan, net als in Kamermans *et al.* (2018), dat de gemodelleerde concentratie bij de bodem als maat wordt gezien voor vestiging, en dat volumeconcentratie (dus per m³) ook kan worden geïnterpreteerd als aantallen per m². Een minimale concentratie van larven bij de bodem van 2 per m² betekent voor het model dus een concentratie bij de bodem van $4.9 \cdot 10^{-7}$ per m² of meer. Concentraties lager dan dit worden niet getoond in de figuren.

2.3 Analyse larvenverspreiding in relatie tot zoutgehalte

De derde stap betreft een analyse van de beperkingen in de potentiële verspreiding van de larven in relatie tot zoutgehaltes van het water. Hierbij worden randvoorwaarden voor overleving van de larven voor een bepaalde periode bij een bepaald zoutgehalte uit de literatuur toegepast op de larvenverspreidings- en op de zoutgehaltekaart. Als een situatie voorkomt dat de overleving wordt belemmerd door een laag zoutgehalte (b.v. vanuit de Nieuwe Waterweg), wordt dit meegenomen in de begrenzing.

3 Resultaten

3.1 Effect doorlaatmiddel in de Brouwersdam

De centrale vraag is tot hoe ver de invloed zal reiken van het spuidebiet op de stroming in de Voordelta en dus het transport van larven. Het spuien staat loodrecht op de algemene richting van de restwaterstroom in de Noordzee, die een snelheid heeft van ongeveer 1 m/s. Dit zal het gespuide water tijdens vloed afbuigen naar het noorden en tijdens eb naar het zuiden. Bij kentering van het getij (rondom de tijd dat er bijna geen stroming aanwezig) zal een waterpluim vanuit de Grevelingen het verst van kust kunnen komen. Omdat het debiet door het doorlaatmiddel direct is gekoppeld aan het waterstandsverschil tussen Noordzee en Grevelingen stroomt water vanuit de Grevelingen naar de Noordzee rondom laagwater. Rondom hoogwater stroomt water de Grevelingen in. Bij instromend water is het waarschijnlijk dat een deel van de vrijgekomen larven met de stroming worden meegevoerd en dus ook de Grevelingen instroomt. Tevens zullen met het uitstromend water, larven die al in de Grevelingen aanwezig zijn in de Voordelta stromen. Daarbij is de Grevelingen ook een belangrijke bron van larven vanwege de grote populatie aan platte oesters in de Grevelingen. De verspreiding van larven onder invloed van het doorlaatmiddel zal hierdoor een pulserend karakter krijgen, met een periode van 12:25 uur (dubbeldaags getij) en een duur van ongeveer 6 uur. Wind kan hierbij een beperkte additionele rol spelen. Bij aanlandige wind zal door opstuwing de waterstand nabij de kering iets verhoogd zijn en het omgekeerde speelt bij afluende wind. Dit kan dus een effect hebben op het waterstandsverschil en daarmee de stroomsnelheden en op de timing. Bij aanlandige wind zal er iets eerder water van de Noordzee de Grevelingen instromen en vice versa.

Om een indruk te krijgen hoe groot de invloed van het doorlaatmiddel kan zijn, kan worden gekeken naar de verspreiding van het zoete water vanuit de Nieuwe Waterweg (Maasmond) en Haringvliet (zie in Fig. 2 en 3 de pluim (in roodtinten) ter hoogte van het Voordeltagebied). Het gemiddelde debiet bij Maasmond is ongeveer 1500 m³/s en door de Haringvlietluizen ongeveer 500 m³/s (data voor 2005-2015 – Waterbase: <https://live.waterbase.nl>) en totaal dus wat groter maar wel vergelijkbaar met het gemiddelde debiet van het doorlaatmiddel. De zoetwaterpluim geeft de verspreiding aan van het zoete water in de Noordzee. Ook wordt een indruk verkregen tot hoever van de kust dit water wordt getransporteerd. Het patroon van de minimale saliniteit geeft de maximale invloed aan van dit zoete water. Nu ontstaat in de Noordzee een zoutstratificatie waardoor de verspreiding van het zoete water bij de bodem kleiner is dan bij het oppervlak. De spreiding bij het oppervlak is gegeven in Fig. 2 en bij de bodem in Fig. 3. De pluim aan het oppervlak is zo'n 15-20 km breed, terwijl die bij de bodem slechts enkele kilometers bedraagt.

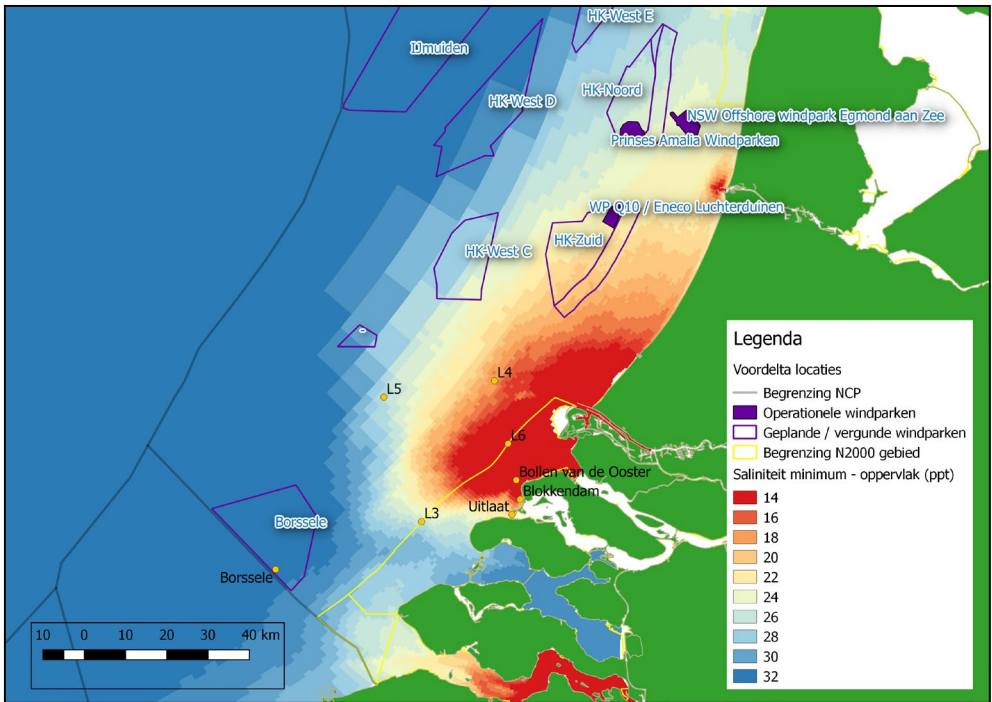


Fig. 2. Minimale saliniteit (ppt) van de zuidelijke Nederlandse kustwateren bij het oppervlak, bron: Hydrodynamisch model MER-Zandwinning (Van der Kaaij et al., 2017).

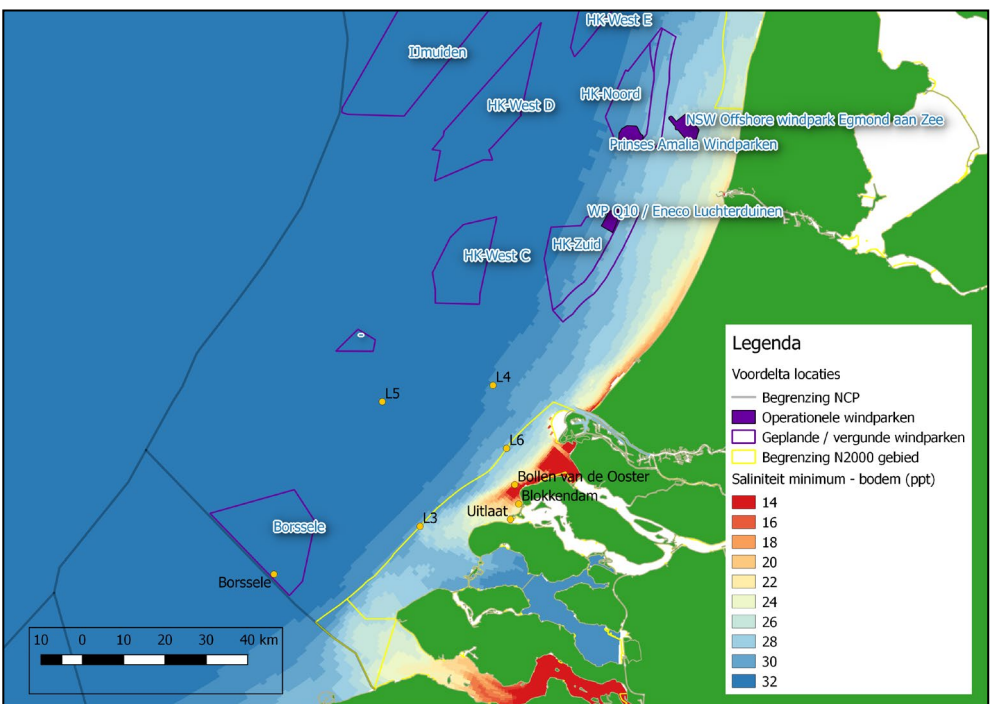


Fig. 3. Minimale saliniteit (ppt) van de zuidelijke Nederlandse kustwateren bij de bodem, bron: Hydrodynamisch model MER-Zandwinning (Van der Kaaij et al., 2017)

Zoals in de Figuur 2 is te zien valt locatie L6 aan het oppervlak ongeveer in het midden van de zoetwaterpluim. Deze locatie ligt ongeveer 10 km van de kust. Het centrum van deze pluim kan worden gezien als maatgevend voor het dwarstransport aan het oppervlak ten gevolge van stroming (advectie). De rest van de spreiding dwars op de kust is dan voornamelijk het resultaat van dispersie. Nu zijn er wel belangrijke verschillen tussen het water vanuit de Grevelingen en dat vanuit de Maasmond/Haringvliet. Het water vanuit de Grevelingen is voornamelijk zout terwijl dit niet zo is voor water van de Maasmond/Haringvliet. Tevens is de uitstroom vanuit de Maasmond/Haringvliet continue (weliswaar variërend) en het spuien vanuit de Grevelingen pulserend waarbij ook nog water de Grevelingen instroomt.

Omdat het dichtheidsverschil met het Noordzeewater door het zoute karakter van de Grevelingen veel kleiner is vergeleken met dat van de Maasmond/Haringvliet zal ook de stratificatie ten gevolge van het doorlaatmiddel veel kleiner zijn. Hierdoor zal een pluim bij het oppervlak minder ver en bij de bodem verder reiken dan de zoetwaterpluim van de Maasmond/Haringvliet. Tevens stroomt een deel van het gespuide water tijdens de vloed weer de Grevelingen in. Omdat het geen continue uitstroom is zal de pluim minder ver reiken dan de pluim vanuit de Maasmond/Haringvliet. Daarbij speelt ook nog dat het spuidebiet in de Brouwersdam naar verwachting ongeveer 30% minder zal zijn dan het gezamenlijke debiet van Maasmond/Haringvliet.

Hieruit kan dan ook worden afgeleid dat het dwarstransport vanuit de Grevelingen weliswaar dezelfde orde van grootte heeft maar waarschijnlijk kleiner is ten opzichte van de pluim van de Rijn/Maas. Vanwege het gespuide debiet zullen de concentraties van larven in die pluim lager uitvallen dan gemodelleerd, dit hangt ook af van de larvenconcentratie die in de Grevelingen aanwezig zijn. De saliniteit in de pluim vanuit de Rijn/Maas laat zien dat de verdunning van zout met zoet water nabij het oppervlak kan oplopen tot ongeveer een factor 2 ter hoogte van L6 (. In de buurt van de bodem reikt dit gebied tot maximaal 2 kilometer vanaf de kustlijn (tot ongeveer aan de Bollen van de Ooster).

Nu is de situatie bij de Maasmond/Haringvliet niet helemaal vergelijkbaar met het gebied rondom de Grevelingen-doorlaat, maar op basis van deze analyse kan worden afgeleid dat de invloed van de pluim vanuit het doorlaatmiddel op de stroming en dus op transport van larven in de orde van grootte van 5 km zou kunnen zijn. Dit zou betekenen dat de locaties bij de Blokkendam en Bollen van de Ooster direct beïnvloed kunnen worden door het debiet uit de Grevelingen. Met name larven vanuit de locatie Blokkendam worden dan verder van de kust gedreven. Of de verspreiding van larven vanuit de Bollen van de Ooster zeewaarts significant wordt beïnvloed kan niet met zekerheid worden gezegd. Verder van de kust dan deze 5 km heeft de doorlaat van de Grevelingen een beperkte invloed op het transport van de larven omdat dan de stroming langs de kust sterk overheerst.

3.2 Verspreiding larven

De figuren met de gemiddelde concentraties van larven die 10 dagen oud zijn, uitgerekend voor de 3 maanden-simulatie voor alle 9 beschikbare jaren laten een aantal algemene tendensen zien (Fig. 4 en 5). Uit de figuren kan worden opgemerkt dat de hoogste concentratie niet direct bij het lozingspunt te zien is. Dit is het gevolg van het feit dat de leeftijd van de larven vlakbij het lozingspunt minder dan 10 dagen is en de figuren alleen de larven laten zien die 10 dagen oud (en dus klaar om zich te vestigen) zijn. De figuren laten ook zien dat de maximale concentraties van 10-dagen oude larven ten oosten/noordoosten van de bronlocatie te zien zijn. Met name dicht bij de kust is dit meer het geval. Voor locaties verder van de kust is dit minder prominent.

Omdat de leeftijd van de larven 10 dagen is, is de getijbeweging relatief belangrijk. Een kleine fractie van de larven die op het juiste moment in het getij zijn losgelaten (bijvoorbeeld tijdens maximale getijstroming in noordoostelijke richting) kan in 10 dagen verder in het noorden terecht komen (gedreven door de netto-stroming die in de Noordzee langs de kust ongeveer 5 cm/s bedraagt). Deze netto noordelijke stroming zorgt in 10 dagen voor een verplaatsing van ongeveer 40 km, hetgeen consistent is met de maximaal door larven afgelegde afstand die op de figuren kan worden gezien (daarbij rekening houdend met de horizontale getijbeweging van ongeveer 10-15 km parallel aan de kust en de aangenomen horizontale dispersie van 1 m²/s). Verder van de kust (bijvoorbeeld vanuit de locatie Borssele) is dit minder, met name ook omdat daar de Noordzee dieper is en de invloed van de kustlijn op de stroming minder is.

Wat verder ook een rol speelt is het feit dat de larven bij de bodem in het model worden losgelaten. Dit omdat de moederoesters op de bodem liggen. Bij de bodem zijn stroomsnelheden lager dan bij het oppervlak en dit beïnvloedt het transport. Inspectie van de resultaten laten dan ook hogere

larvenconcentratie bij de bodem zien vergeleken met het oppervlak. Omdat de uitstroom van de rivieren Rijn/Maas uit zoet water bestaat heeft dit ook invloed op het transport van water bij de bodem. Wanneer het lichtere zoete water zich over het oppervlak verspreidt kan dit een tegengestelde stroming bij de bodem opwekken. Verder van de kust is dit minder prominent, en dit kan een factor zijn bij het netto transport van de larven richting de kust.

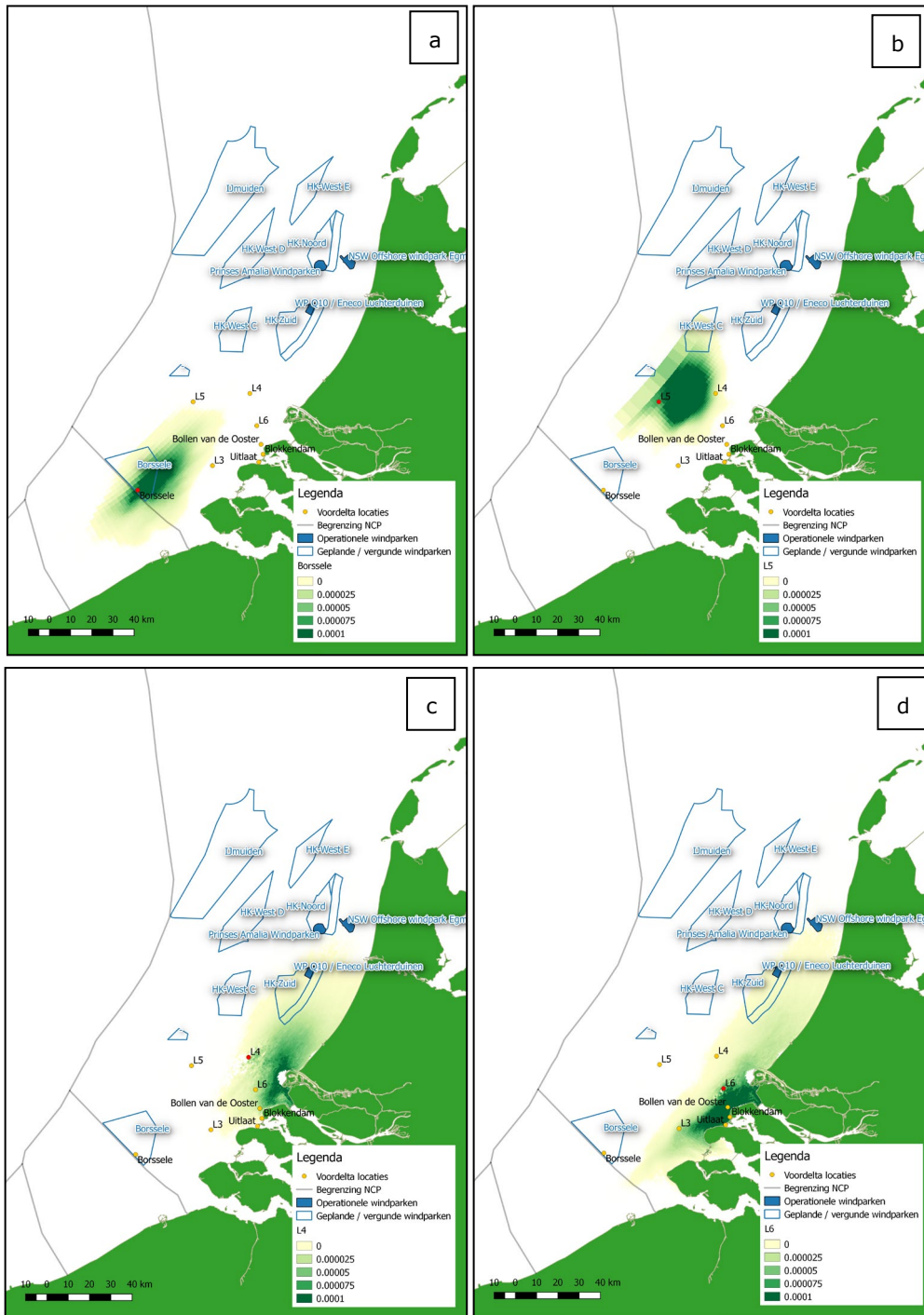


Fig. 4. Verspreiding van plattoesterlarven die 10 dagen oud zijn in gemiddelde concentratie-eenheden, uitgerekend voor de 3 maanden-simulatie voor 2003 t/m 2011 volgens het Delft3D-PART simulatiemodel met verschillende bronlocaties (aangegeven in rood): a. Borssele, b. L5, c. L4, d. L6.

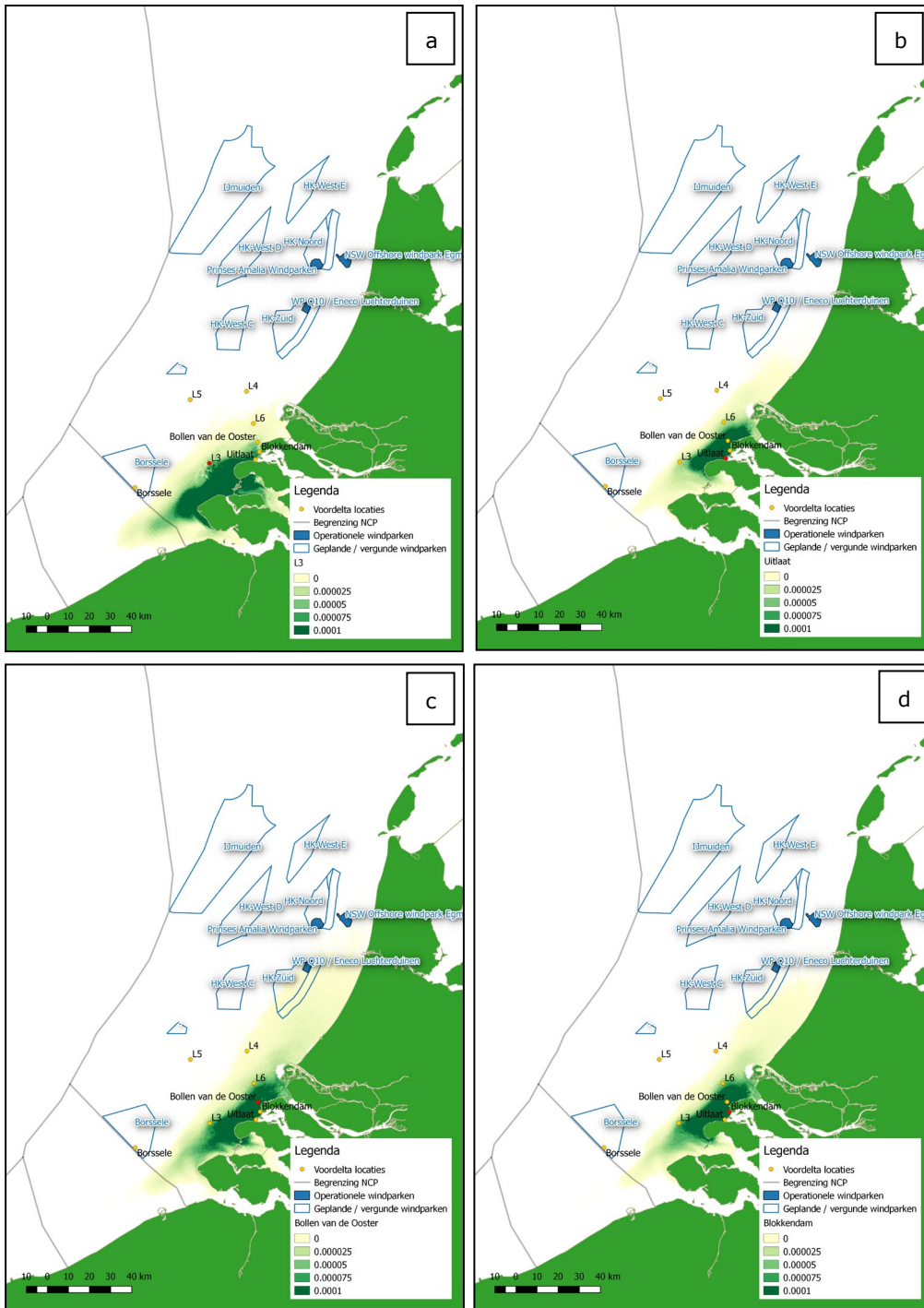


Fig. 5. Verspreiding van platteoesterlarven die 10 dagen oud zijn in gemiddelde concentratie-eenheden, uitgerekend voor de 3 maanden-simulatie voor 2003 t/m 2011 volgens het Delft3D-PART simulatiemodel met verschillende bronlocaties (aangegeven in rood): a. L3, b. Uitlaat, c. Bollen van de Ooster, d. Blokkendam.

Het verspreidingsmodel laat zien dat de verspreiding van platteoesterlarven via de spuisluis in de Brouwersdam en van larven vanuit de bestaande platteoesterbank bij de Blokkendam globaal een gebied beslaat vanaf in het zuiden de Belgische grens tot in het noorden de Nieuwe Waterweg en vanaf in het oosten de kust tot in het westen de lijn L3 – L4. Vanuit locaties L4 en L6 kunnen larven zich vrij ver langs de kust naar het noorden verspreiden. Larven losgelaten op de locaties Borssele en L5 laten een verspreidingspatroon zien dat duidelijk gescheiden is van de Voordelta.

Wanneer larven verder van de kust komen door het spuien, is het gezien de modelresultaten aannemelijk dat de maximale verspreidingsafstand naar het noorden toe wat minder wordt. Wanneer meegenomen wordt dat de larven worden verdund door het gespuide water, kan de noordelijke grens van mogelijke vestigingsgebieden van platte oesters nog wat naar het zuiden toe opschuiven. Hoe

groot deze effecten zijn is op dit moment niet af te leiden, ook omdat met het gespuide water larven kunnen meekomen die al in de Grevelingen aanwezig zijn.

3.3 Larvenverspreiding in relatie tot zoutgehalte

Platteoesterlarven overleven zoutgehaltes lager dan 20 ppt niet (Davies & Ansell, 1962). Dit betekent dat larven die zich dicht bij het wateroppervlak bevinden tijdens transport naar het noorden sterfte zullen laten zien rondom de Nieuwe Waterweg (Fig. 2). Voor larven die zich bij de bodem bevinden wordt de overleving vooral belemmerd direct ten zuiden van de Maasvlakte (Fig. 3). Platteoesterlarven bevinden zich in de gehele waterkolom, maar nabij de bodem vlak voor vestiging (Korringa, 1940). Het gebied dat wordt beïnvloed door een lager zoutgehalte aan de bodem bevindt zich vooral aan de kust. Hierdoor zal larven verspreiding vanuit Blokkendam en Bollen van de Ooster en locatie L6 naar het noorden belemmerd worden. Verspreiding vanuit de andere locaties wordt niet beïnvloed.

4 Conclusie

Voor het inschatten van het niet-*Bonamia*-vrije gebied is een analyse uitgevoerd in drie stappen:

1) De kwalitatieve analyse van het effect van het geplande doorlaatmiddel in de Brouwersdam op larventransport naar de Voordelta laat zien dat de maximale verspreidingsafstand van larven naar het noorden toe minder wordt;

2) Het verspreidingsmodel laat zien dat de verspreiding van platteoesterlarven via de spuisluis in de Brouwersdam en van larven vanuit de bestaande platteoesterbank bij de Blokkendam globaal een gebied beslaat vanaf in het zuiden de Belgische grens tot in het noorden de Nieuwe Waterweg en vanaf in het oosten de kust tot in het westen de lijn L3 – L4. Vanuit locaties L4 en L6 kunnen larven zich vrij ver langs de kust naar het noorden verspreiden. Larven losgelaten op de locaties Borssele en L5 laten een verspreidingspatroon zien dat duidelijk gescheiden is van de Voordelta.

3) Analyse van de nadere beperkingen in de potentiële verspreiding van platte oesterlarven in het Voordeltagebied door het zoutgehalte van het water laat zien dat het gebied dat wordt beïnvloed door een lager zoutgehalte aan de bodem zich vooral aan de kust bevindt. Hierdoor zal larven verspreiding vanuit Blokkendam, Bollen van de Ooster en locatie L6 naar het noorden belemmerd worden. Verspreiding vanuit de andere locaties wordt niet beïnvloed.

Op basis van alle gegevens is het niet-*Bonamia*-vrije gebied binnen de Nederlandse Noordzee te beschouwen als het gebied in de Voordelta dat wordt begrensd door in het westen de grens van het Natura 2000-gebied Voordelta, in het zuiden een lijn loodrecht op de Kop van Schouwen en in het noorden een lijn loodrecht op Goeree tussen de Bollen van de Ooster en locatie L6 en aan de (zuid)oostzijde wordt het gebied begrensd door de Brouwersdam en land (Fig. 6 en tabel 1).

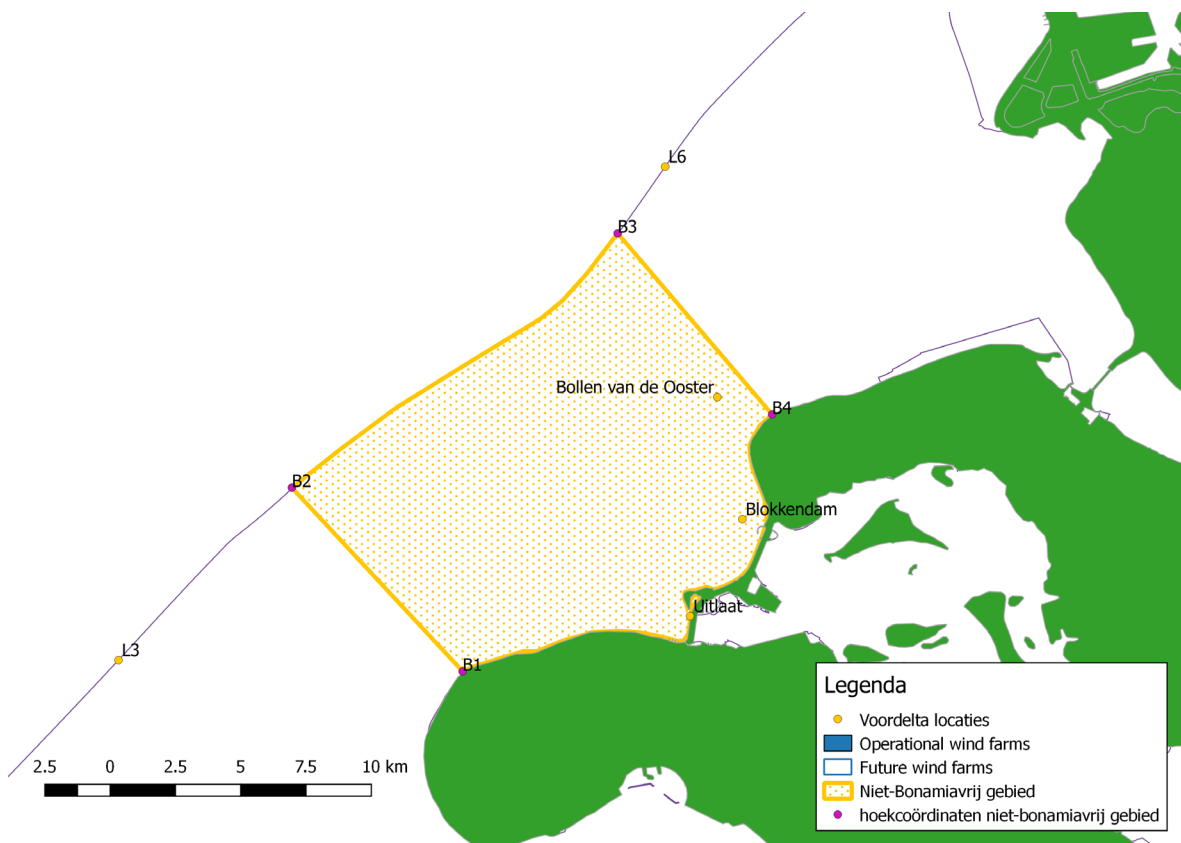


Fig. 6. Voorgestelde begrenzing niet-Bonamia-vrij gebied binnen de Nederlandse Noordzee aangegeven in oranje. B2 = VD_1; B3 = VD_18.

Tabel 1. Coördinaten (WGS84 in decimale graden) van de voorgestelde begrenzing van het niet-Bonamia-vrije gebied in de Nederlandse Noordzee. Aan de noordzijde: punten B3-B4; aan de zuidzijde: punten B1-B2); aan westzijde: de grens het Natura 2000-gebied Voordelta (i.e. punten B2=VD_1 en B3=VD18, bron RVO).

| Punt | Oosterlengte | Noorderbreedte | Opmerking |
|------------|---------------|----------------|-------------------|
| B1 | 3.6987641° | 51.7279974° | "Zuid land" |
| B2 = VD_1 | 3,60125089000 | 51,78995632700 | "Zuid zeewaarts" |
| VD_2 | 3,60731934900 | 51,79352096000 | |
| VD_3 | 3,61159522500 | 51,79532542800 | |
| VD_4 | 3,61437842100 | 51,79677971600 | |
| VD_5 | 3,63263994300 | 51,80644131300 | |
| VD_6 | 3,64582676700 | 51,81297874200 | |
| VD_7 | 3,65904619400 | 51,81902075800 | |
| VD_8 | 3,66909794700 | 51,82323691100 | |
| VD_9 | 3,69072669100 | 51,83192611100 | |
| VD_10 | 3,71052687500 | 51,83956473200 | |
| VD_11 | 3,72431962900 | 51,84502468100 | |
| VD_12 | 3,73500947100 | 51,84956505200 | |
| VD_13 | 3,74367295900 | 51,85370661300 | |
| VD_14 | 3,74928188100 | 51,85693718400 | |
| VD_15 | 3,75648636600 | 51,86168461700 | |
| VD_16 | 3,76585330400 | 51,86874614400 | |
| VD_17 | 3,77298568900 | 51,87466190200 | |
| B3 = VD_18 | 3,77895465100 | 51,87992230900 | "Noord zeewaarts" |
| B4 | 3.8672494° | 51.8186017° | "Noord land" |

Een overzicht van het voorkomen van platte oesters in de Voordelta geeft aan dat de soort zicht tot nu heeft kunnen vestigen in het gebied tussen de Blokkendam en de Bollen van de Ooster (Fig. 7). Dit beperkte verspreidingsgebied ondersteunt de voorgestelde begrenzing.

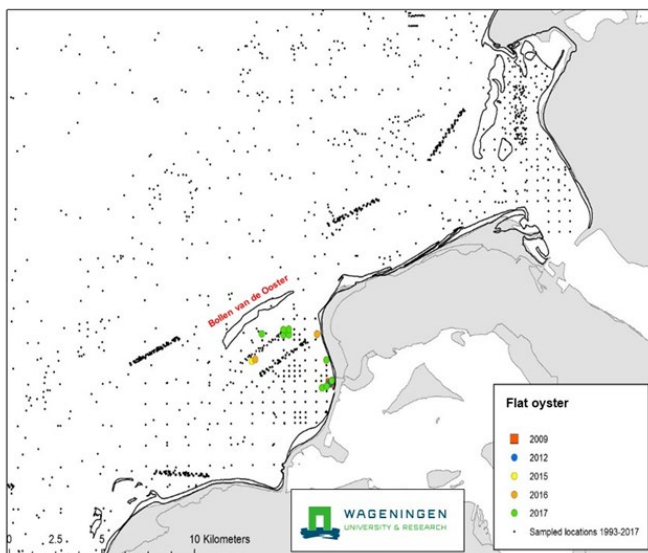


Fig. 7. WMR survey-locaties (zwarte punten) en platteoesterobservaties in de Voordelta (gekleurde punten) uit de periode 2009-2017, uit Sas et al. (2018).

Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.

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 standard.
- 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

- Arzul, I., Langlade, A., Chollet, B., Robert, M., Ferrand, S., Omnes, E., & Garcia, C., 2011. Can the protozoan parasite *Bonamia ostreae* infect larvae of flat oysters *Ostrea edulis*? *Vet. Parasitol.* 179 (1), 69–76.
- Davis, H.C. & A.D. Ansell. 1962. Survival and growth of larvae of the European oyster (*Ostrea edulis* L.) at lowered salinities. *Biological Bulletin* 122: 33-39.
- De Vries, I., Sprengers, C., Nolte, A. Stengs, B., Weiler, O. en Jongeling, T. (2013) Verwachte waterkwaliteit in een verbonden en zout Grevelingen - Volkerak-Zoommeer met getij, resultaten van 1D en 3D modellering, Deltares rapport 1207783-000
- Engelsma, M.Y., Kerkhoff, S., Roozenburg, I., Haenen, O.L.M., Van Gool, A., Sistermans, W., Wijnhoven, S. & Hummel, H. (2010). Epidemiology of *Bonamia ostreae* infecting European flat oysters *Ostrea edulis* from Lake Grevelingen, The Netherlands. *Marine Ecology Progress Series* 409: 131–142.
- Kamermans, P., Van Duren, L.A., & Kleissen, F. (2018). European flat oysters on offshore wind farms: additional locations; Opportunities for the development of European flat oyster (*Ostrea edulis*) populations on planned wind farms and additional locations in the Dutch section of the North Sea. Wageningen, Wageningen Marine Research (University & Research centre), Wageningen Marine Research report C053/18. 33 pp.
- Kleissen, F. (2016) Deltares Memo Oesterlarventransport in de Voordelta (1230725-000-ZKS-0005)
- Korringa, P. (1940) Experiments and observations on swarming, pelagic life and setting in the European flat oyster. *Ostrea edulis* L. PhD Thesis University of Amsterdam, 249 pp.
- Ministerie van Economische Zaken [Min. EZ] (2014). Natuurambitie Grote Wateren 2050 en verder. Den Haag. <
<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/publicaties/2013/10/31/beleidsverkenning-natuurambitie-grote-wateren-2050-2010/natuurambitie-grote-wateren-2050-en-verder-dec-2014.pdf> >.
- Ministerie van Economische Zaken & Ministerie van Infrastructuur en Milieu [Min. EZ & Min. IenM] (2013). Brief van de Staatssecretarissen van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu, mede namens de Minister voor Buitenlandse Handel en Ontwikkelingssamenwerking, over de Uitvoeringsagenda Natuurlijk Kapitaal: behoud en duurzaam gebruik van biodiversiteit. Tweede Kamer, vergaderjaar 2012–2013, 26 407, nr. 85; <
<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-26407-85.html> >.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken [Min. IenM & Min. EZ] (2014). Noordzee 2050 Gebiedsagenda. Den Haag. <
https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/122073/noordzee_2050_gebiedsagenda_met_brief_aan_tweede_kamer_3400.pdf >.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken [Min. IenM & Min. EZ] (2015a). Beleidsnota Noordzee 2016-2021. Den Haag. <
https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/122021/beleidsnota_noordzee_2016-2021_4841.pdf >.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu & Ministerie van Economische Zaken [Min. IenM & Min. EZ] (2015b). Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020 (deel 3): KRM-programma van maatregelen; Bijlage 5 bij het Nationaal Waterplan 2016-2021. Den Haag. <
https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/123341/mariene_strategie_voor_het_nederlands_e_deel_van_de_noordzee_2012-2020_deel_3_4885.pdf >.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat & Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit [Min. IenW & Min. LNV] (2018). Mariene Strategie (deel 1): actualisatie van huidige milieutoestand, goede milieutoestand, milieudoelen en indicatoren; 2018-2024. Den Haag. <
https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/151699/mariene_strategie_deel_1_actualisatie_2018.pdf >.

-
- Nolte, A.J. en Lagendijk, O.G. 2016. Grevelingenmeer van stagnant naar beperkt getij : synthesesdocument "Beschikbare kennis en resterende kennisvragen met betrekking tot het effect van introductie beperkte getijslag op het natuurlijk systeem van Grevelingenmeer en Voordelta". Deltares rapport 1230426
- Pogoda, B., J. Brown, B. Hancock, & H von Nordheim (2017) Berlin Oyster Recommendation on the Future of Native Oyster Restoration in Europe, Part I Preface and Recommendations. Kick-off Workshop Berlin, November 1st – 3rd, 2017 „Native oyster restoration in Europe - current activities and future perspectives“
- Sas, H., Kamermans, P., Van der Have, T.M., Christianen, M.J.A., Coolen, J.W.P., Lengkeek, W., Dideren, K., Driessen, F., Bergsma, J., Van Dalen, P., Van Gool, A., Van der Pool, J. & Van der Weide, B.E. (2018). Shellfish bed restoration pilots Voordelta The Netherlands. Annual report 2017. Amsterdam: Sas Consultancy; Culemborg: Bureau Waardenburg; Yerseke: Wageningen University & Research
- Van Banning, P. (1982). Some aspects of the occurrence, importance and control of the oyster pathogen *Bonamia ostreae* in the Dutch oyster culture. Invertebrate pathology and microbial control: proceedings: IIIrd International Colloquium on Invertebrate Pathology and XVth Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology, September 6-10, 1982 University of Sussex, pp. 243-245. United Kingdom: Brighton.
- Van der Kaaij, T., Van Kessel, T., Troost, T., Van Duren, L.A., & Villars, M.T. (2017). Modelondersteuning MER winning suppletie- en ophoogzand Noordzee 2018 – 2027; Modelvalidatie Deltares. 1230888-002.

Verantwoording

Rapport C112/18

Projectnummer: 4318100231

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: Marnix Poelman
onderzoeker

Handtekening:



Datum: 20 december 2018

Akkoord: Jakob Asjes
Manager integratie

Handtekening:



Datum: 20 december 2018

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

Visitors address

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



Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

Wageningen University & Research is specialised in the domain of healthy food and living environment.

The Wageningen Marine Research vision:

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

The Wageningen Marine Research mission

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.
