



Geschiktheid zeewindparken voor maricultuur en passieve visserij

Een kwalitatieve beoordeling van geschiktheid van windparklocaties voor voedselproductie

Auteur(s): Lisanne van den Bogaart; Marnix Poelman, Linda Tonk, Sophie Neitzel, Jan Tjalling van der Wal; Joop W.P. Coolen; Marcel Machiels; met bijdrage van:
Marcel Rozemeijer; Ingeborg de Boois; Sophie Vergouwen²; Luca van Duren ²

2) Deltares

Wageningen University & Research
rapport C044/19

Geschiktheid zeewindparken voor maricultuur en passieve visserij

Een kwalitatieve beoordeling van geschiktheid van windparklocaties voor voedselproductie

Auteurs: Lisanne van den Bogaart; Marnix Poelman; Linda Tonk; Sophie Neitzel; Jan Tjalling van der Wal; Joop W.P. Coolen; Marcel Machiels, met bijdrage van Marcel Rozemeijer, Ingeborg de Boois, Sophie Vergouwen², Luca van Duren²

2) Deltares

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 'Duurzame voedselvoorziening & -productieketens & Natuur' (projectnummer BO-43-023.03-005)

Wageningen Marine Research
Yerseke, juni 2019

Wageningen Marine Research rapport C044/19

Keywords: multiuse, windmolenpark, voedselproductie

Opdrachtgever: Ministerie Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
T.a.v.: E. Knegtering
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BAS code BO-43-023.03-005

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/475934>
Wageningen Marine Research verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© 2016 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.

Inhoud

<i>Geschiktheid zeewindparken voor maricultuur en passieve visserij</i>	1
Samenvatting	5
1 Inleiding	6
1.1 Achtergrond	6
1.2 Probleemstelling	6
1.3 Vraagstelling	7
2 Methoden	8
2.1 Geanalyseerde windenergie-op-zee-locaties	8
2.2 Selectiematrix	10
2.3 Zeewieren	11
2.3.1 Data	11
2.3.2 Analyse	11
2.4 Weekdieren	11
2.4.1 Data	11
2.4.2 Analyse	12
2.5 Vissen	12
2.5.1 Data	12
2.5.2 Analyse	13
2.6 Kreeften en krabben	13
2.6.1 Data	13
2.6.2 Analyse	13
2.6.3 Samenvoeging resultaten modelleren & <i>slack</i>	14
3 Resultaten	15
3.1 Zeewieren	15
3.1.1 Conditities	15
3.1.2 Geschiktheid locaties	20
3.2 Weekdieren	22
3.2.1 Mossel (<i>Mytilus edulis</i>)	22
3.2.2 Platte oester (<i>Ostrea edulis</i>)	25
3.2.3 Zeekat (<i>Sepia officinalis</i>)	28
3.3 Vissen	30
3.3.1 Schol (<i>Pleuronectes platessa</i>)	30
3.3.2 Tong (<i>Solea solea</i>)	35
3.3.3 Kabeljauw (<i>Gadus morhua</i>)	40
3.3.4 Zeebaars (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	45
3.4 Kreeften en krabben	48
3.4.1 Noordzeekrab (<i>Cancer pagurus</i>)	48
3.4.2 Noordzeekreeft (<i>Homarus gammarus</i>)	51
3.3.2. Gewone spinkrab (<i>Hyas araneus</i>) en rode spinkrab (<i>Hyas coarctatus</i>)	54
3.5 Samenvatting van de grenswaarden	56
4 Conclusies en discussie	60
5 Aanbevelingen	63

6	<i>Kwaliteitsborging</i>	64
	<i>Literatuur</i>	65
	<i>Verantwoording</i>	69
	<i>Bijlage 1 Selectiematrix</i>	70
	<i>Bijlage 2 URL WMS webservices</i>	73

Samenvatting

In de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) zijn windparken gepland op diverse locaties. Door de windparken ontstaan nieuwe kansen voor multifunctioneel gebruik zoals maricultuur en niet-bodemberoerende visserij met passieve vistuigen. Deze studie heeft de relatieve geschiktheid van bestaande, geplande en mogelijke toekomstige windparklocaties op de Noordzee in beeld gebracht voor een aantal vormen van medegebruik met betrekking tot een kweek van een aantal soorten schelpdieren en zeewier en niet-bodemberoerende vangst van een aantal soorten vissen, schaaldieren en weekdieren. Om de relatieve geschiktheid te beoordelen is eerst inzicht nodig waar de verschillende soorten voorkomen en welke condities voor een optimale leefsituatie zorgen. Dit leidt tot een kwalitatieve beoordeling van geschiktheid van (potentiële) windparklocaties voor voedselproductie (i.e. kweek of vangst van de betreffende soorten). De resultaten zijn weergegeven in kaarten per soort waardoor een inschatting gemaakt is van de geschiktheid van de verschillende locaties.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het kabinet-Rutte III wil 4 miljoen ton extra CO₂-reductie realiseren via windenergie bovenop de reductieopgave uit het Energieakkoord (SER, 2013). Inmiddels is daartoe een routekaart Windenergie op Zee (WoZ) tot 2030 uitgebracht (Min. EZK 2018). Dat zal in elk geval de locaties Hollandse Kust (west), IJmuiden Ver en resterende kavel ten Noorden van de Waddeneilanden betreffen, terwijl in de loop van 2019 of 2020 waarschijnlijk ook nog andere (zoek)locaties in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) in beeld zullen komen. Dit betekent dat er potentieel een forse ruimteclaim in de Noordzee voor de energiesector ligt. Dit heeft mogelijk gevolgen voor de Noordzee als bron van voedsel (positief dan wel negatief) en daarmee de rol van de Noordzee bijvoorbeeld in de context van een groeiende bevolking en voedselzekerheid. Enerzijds zal de aanleg van windparken de mogelijkheden voor de sleepnetvisserij (doorvaart, vissen) beperken, waardoor gezocht moet worden naar andere visgronden. De ruimte voor sleepnetvisserij zal tegelijkertijd concentreren, krimpen of verplaatsen. Anderzijds ontstaan door de windparken nieuwe kansen voor multifunctioneel gebruik door de ontwikkeling van maricultuur (i.e. schelpdier- en zeeiwerteelt), niet-bodemberoerende visserij met passieve vistuigen (o.a. staandwant, longlines, fuiken, handlijn) en mogelijk toekomstige nieuwe visserijtechnieken.

In het kader van eerste vastgelegde beleidskeuzen over doorvaart en medegebruik (Min. IenM & Min. EZ, 2015) en het nog lopende traject Strategische Agenda Noordzee 2030, is het van belang inzicht te hebben in de relatieve geschiktheid van (potentiële) WoZ-locaties voor bepaalde vormen van medegebruik in relatie tot voedselvoorziening. In het bijzonder met betrekking tot de kweek van bepaalde soorten schelpdieren en zeewier en tot niet-bodemberoerende vangst van bepaalde soorten vissen, schaaldieren en inktvissen.

1.2 Probleemstelling

Informatie over mogelijk geschikte locaties om op verantwoorde wijze in de voedselvoorziening uit zee te kunnen voorzien (met het oog op de sterk groeiende wereldbevolking) is onvoldoende beschikbaar. In de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) zijn windparken gepland op diverse locaties. Aandacht voor medegebruik van windenergielocaties neemt sterk toe. Verschillende trajecten hebben aandacht besteed aan de mogelijkheden voor meervoudig ruimtegebruik in relatie tot voedselvoorziening. Deze mogelijkheden worden inmiddels in verschillende stadia van ontwikkeling zichtbaar. Het ontbreekt aan informatie die de potentie van voedselproductie (en biomassaontwikkeling) in de verschillende windparklocaties (zowel bestaande, geplande als potentiële locaties) weergeven. Deze informatie is van belang om de kansrijkheid van voedselproductie mee te nemen in het (ruimtelijk) Noordzeebeleid in het bijzonder in relatie tot windenergielocaties. Met een focus op biologische randvoorwaarden wordt in kaart gebracht welke windparken het meest geschikt zijn voor de voedselproductie van verschillende kansrijke soorten en technieken. Deze eerste stap dient gezet te worden om vervolgstappen, waaronder een kwantitatieve beoordeling van de kansrijkheid voor daadwerkelijke productie in deze gebieden door middel van modelberekeningen, te kunnen maken.

1.3 Vraagstelling

De relatieve abiotische en biotische geschiktheid van bestaande, geplande en mogelijke toekomstige windparklocaties op de Noordzee worden in dit project in kaart gebracht voor een aantal vormen van medegebruik met betrekking tot de kweek van bepaalde soorten schelpdieren en zeewier en de niet-bodemberoerende vangst van bepaalde soorten vissen, schaaldieren en weekdieren. Om de relatieve geschiktheid van de windenergielocaties voor eventueel medegebruik te beoordelen is eerst inzicht nodig in waar de verschillende soorten zouden kunnen voorkomen en welke condities, waaronder ook condities voor een optimale leefsituatie, die middels de bouw van windparken nog kunnen worden gecreëerd (b.v. door toepassing van (bepaalde) erosiebeschermende bestorting) kunnen worden begrepen. Dit leidt tot een kwalitatieve beoordeling van geschiktheid van windparklocaties voor voedselproductie (i.e. kweek of vangst van de betreffende soorten). Buiten de scope van dit onderzoek valt het geven van een kwantitatieve beoordeling van de kansrijkheid van de gebieden voor de potentiële productiviteit van een selectie aan soorten. Dit gebeurt in een later stadium (2019).

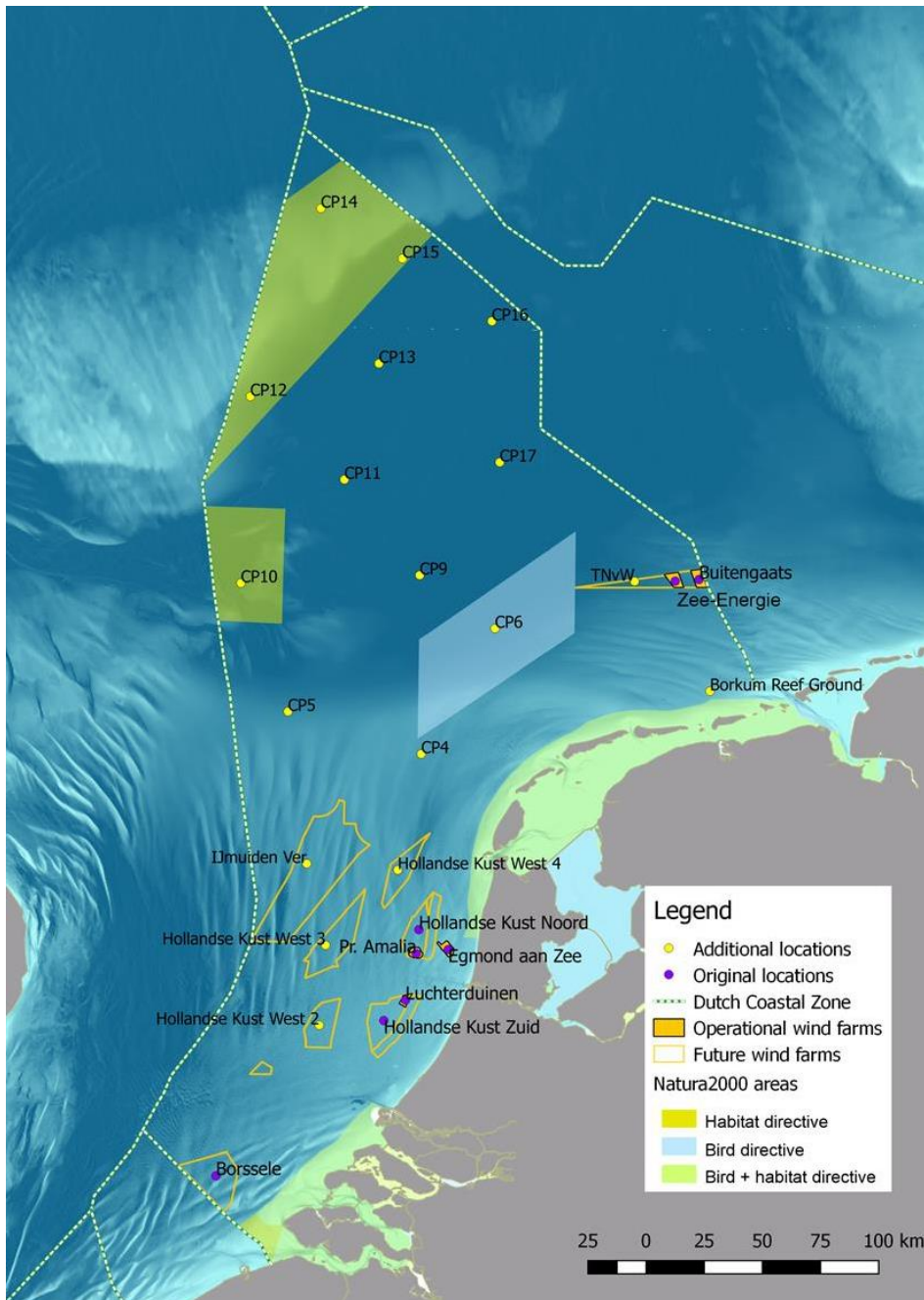
Het doel van de studie is het opleveren van kaartmateriaal met een beperkte onderbouwende rapportage.

2 Methoden

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de wijze waarop de geschiktheid- en verspreidingskaarten voor de verschillende soorten tot stand zijn gekomen. Bij de selectie van soorten is gekozen voor soorten die van nature voorkomen in de Noordzee. Daarnaast is rekening gehouden met de waarde van de soort voor menselijke consumptie. De volgende soorten zijn meegenomen in dit onderzoek: blaaswier (*Fucus vesiculosus*), dulse (*Palmaria palmata*), knotswier (*Ascophyllum nodosum*), suikerwier (*Saccharina latissima*), vingerwier (*Laminaria digitata*), mossel (*Mytilus edulis*), platte oester (*Ostrea edulis*), zeekat (*Sepia officinalis*), schol (*Pleuronectes platessa*), tong (*Solea solea*), kabeljauw (*Gadus morhua*), zeebaars (*Dicentrarchus labrax*), Noordzeekrab (*Cancer pagurus*), gewone spinkrab (*Hyas araneus*), rode spinkrab (*Hyas coarctatus*), Noordzeekreeft (*Homarus gammarus* L.).

2.1 Geanalyseerde windenergie-op-zee-locaties

In dit onderzoek is de kwalitatieve geschiktheid voor de kweek of vangst van genoemde soorten of soortgroep onderzocht van bestaande, geplande en potentiële (fictieve) windenergie-op-zee-locaties, zoals die ook zijn beschouwd door Kamermans *et al.* (2018a), met uitzondering van het door Kamermans *et al.* ook geanalyseerde gebied de Borkumse Stenen (is geen windenergie-op-zee-locatie) (zie Figuur 2.1).



Figuur 2.1: de in dit onderzoek geanalyseerde bestaande, geplande en potentiële (fictieve) windenergie-op-zee-locaties (uit Kamermans *et al.* 2018a). Toelichting: "Hollandse Kust West 2" = "Hollandse Kust (zuidwest)"; "Hollandse Kust West 3" = "Hollandse Kust (west)"; "Hollandse Kust West 4" = "Hollandse Kust (noordwest)"; *Borkum Reef Ground* (Borkumse Stenen) is geen windenergie-op-zee-locatie en niet meegenomen in voorliggend onderzoek.

2.2 Selectiematrix

De kanskaarten voor de organismen zijn gebaseerd op uit de literatuur verkregen abiotische en biotische parameters welke zijn samengevoegd in een selectiematrix (0). De selectiematrix is opgesteld voor de volgende soorten: blaaswier, dulse, knotswier, suikerwier, vingerwier, mossel, platte oester, zeekat, schol, tong, kabeljauw, zeebaars. Per soort is een beschrijving gegeven van de leefomstandigheden, de parameters die relevant zijn voor selectie zijn opgenomen in de selectiematrix.

Niet voor alle soorten in de selectiematrix is van elke abiotische of biotische parameter soortspecifieke informatie beschikbaar, bijvoorbeeld voor de optimale nutriëntconcentratie voor alle zeewiersoorten. In dat geval is er gekozen om een range per groep soorten te gebruiken. Voor de vissoorten is gebruik gemaakt van een optimale temperatuurrange, evenals voor de diepte waarop ze aangetroffen kunnen worden.

Voor Noordzeekreeft en Noordzeekrab zijn visuele observatiedata en aanwezigheidsgegevens gebruikt om kansrijke gebieden in te schatten. Hiervoor is gekozen, omdat het voorkomen van de Noordzeekreeft sterk afhangt van het beschikbare harde substraat. De spreiding van deze soort op basis van huidig voorkomen en de correlatie met omgevingsvariabelen worden gekwantificeerd met behulp van modellen. Tevens wordt een modelleringslag gemaakt om de extrapolatie naar potentieel toekomstige windparklocaties (en daarmee het aanbrengen van substraat) te maken. Wegens gebrek aan voldoende geschikte gegevens zijn gewone spinkrab en rode spinkrab niet meegenomen in de studie

Seizoensinformatie is gekoppeld aan temperatuur- en nutriëntenrange. Bij de optimale temperatuur is uitgegaan van, indien niet anders aangegeven, de overleving van volwassen organismen. De relevantie van de parameters verschilt per soort. Chlorofyl is relevant als voedsel voor schelpdieren, maar nutriëntconcentraties zijn meer van toepassing op zeewier. Hoge chlorofylwaarden in het water kunnen echter het doorzicht in de waterkolom en zo de groei van zeewier belemmeren. De absorptie van licht in kustwater wordt tevens sterk beïnvloed door de aanwezigheid van *total particulate matter* (TPM) en de hoeveelheid *dissolved organic components* (DOC) in de waterkolom. Deze factoren beïnvloeden de beschikbaarheid van het lichtspectrum op verschillende dieptes door absorptie van bepaalde golflengtes. Een aantal parameters (O_2 , pH) zal minder bepalend zijn voor het voorkomen van de soorten aangezien er weinig ruimtelijke variatie is in het Nederlands Continentaal Plat. Daarnaast kan de kweekmethode van invloed zijn op de geschiktheid van de parameter. Voor mosselen is de geschiktheid van het substraat afhankelijk van de kweekmethode (hangcultuur versus bodemcultuur). Er is voor schelpdieren (zowel oesters als mosselen) en zeewier in dit onderzoek uitgegaan van hangcultuur. Hierdoor zijn gegevens over restauratie van schelpdierbanken (m.n. oesters) op de bodem en hieraan verbonden kweekkansen niet meegenomen. Deze soorten zijn in eerder onderzoek uitvoerig geanalyseerd (Smaal *et al.*, 2017). De geschiktheidsindicaties voor platte oesters (Kamermans *et al.*, 2018a) zijn samengesteld uit verschillende factoren (larvenretentie, bodensamenstelling, bodemmobiliteit voedselbeschikbaarheid (inclusief effecten van stratificatie)). Deze indicatie is bedoeld om het restauratiepotentieel voor platte oesters in kaart te brengen, waarbij de kansen voor het vormen van bodembedekkende rifstructuren belangrijk is. Voor schelpdierkweek in hangcultures is deze classificering niet bruikbaar. De meeste parameters (stratificatie, larvenretentie en bodemeigenschappen) zijn hiervoor niet relevant. Voor schelpdierkweek is primair de voedselbeschikbaarheid relevant. Andere omgevingsfactoren zoals zuurstof, temperatuur en slibconcentraties lijken voor de bovenste lagen van de Noordzee niet relevant.

2.3 Zeewieren

2.3.1 Data

Voor dit onderzoek zijn vijf soorten wieren (blaaswier, dulse, knotswier, suikerwier en vingervier) geselecteerd die op de zogeheten Novelfoodlijst van de Europese Commissie (European Commission, 2019) staan (en hierdoor direct voor toepassing in de voedselketen in aanmerking komen) en die tevens van nature in Nederland voorkomen (in verband met het voorkomen van insleep van exotische soorten). Voor het maken van de geschiktheidskaarten voor de vijf soorten wieren is een selectieprocedure doorlopen, waarbij rekening is gehouden met de geschiktheid voor de ruigere omstandigheden betreffende offshorekweek en seizoensgeschiktheid.

2.3.2 Analyse

Met betrekking tot de analyse is zeewier niet onderscheiden op soortniveau, maar als groep behandeld. Hiervoor is gekozen omwille van de beperkte duur van de studie. De seizoenvariatie in nutriëntflux kan voor zeewiersoorten onderscheidend zijn. Echter, de nutriëntfluxen waarbinnen zeewier optimaal groeit, valt voor alle soorten binnen dezelfde range. Specifiek modelleren op seizoenvariaties kan bijdragen aan een verfijning van de resultaten. Dit bleek gedurende de looptijd van de studie niet haalbaar. Derhalve is uitgegaan van de winterperiode, aangezien dan de meeste wiersoorten groeien. Blaaswier en knotswier groeien in de lente en zomer, maar kunnen het hele jaar door geoogst worden. De maximum- en minimumtemperatuur zijn niet onderscheidend voor de windparklocaties. Locaties dichterbij de kust hebben echter wel meer variatie in maximumtemperatuur. Ook komen de locaties in de buurt van de kust dicht bij een minimumtemperatuur van 0 °C. Wat saliniteit (zoutgehalte) betreft zijn de locaties niet onderscheidend voor de vijf beschouwde soorten. Dat geldt ook voor de diepte, waarbij er hier vanuit wordt gegaan dat de wieren in hangcultuurkweeksystemen in windparken zullen worden geteeld. Hierbij is een minimale diepte van ongeveer 7 m benodigd, gebaseerd op een systeemdiepte van minimaal 5 m (voldoende lichtpenetratie) en 2 m ruimte onder het systeem. De technisch noodzakelijke diepte is afhankelijk van de uiteindelijke systeem keuze en technische oplossingen voor weerbaarheid tegen golfplast. De noodzakelijke diepte op basis van de huidige technische mogelijkheden kan oplopen tot 15 m (Reijs *et al.*, 2008).

2.4 Weekdieren

2.4.1 Data

Op basis van de aangeleverde data is, omwille van vergelijkbaarheid, voor elk van de te beoordelen locaties de geschiktheid bepaald en ingeschaald in vergelijkbare categorieën als die voor de wieren gehanteerd zijn.

Voor platte oester (*Ostrea edulis*) is uitgegaan van (Kamermans *et al.*, 2018b) waarbij de oorspronkelijke door hen gepresenteerde zes geschiktheids categorieën in voorliggend rapport zijn vereenvoudigd tot vier.

Voor mossel (*Mytilus edulis*) is door Wageningen Marine Research (WMR) op basis van door Deltares beschikbaar gestelde geografische databestanden (herkomst (Kamermans *et al.*, 2016)) op vergelijkbare wijze een afweging gemaakt zoals voor de platte oester. Hierbij zijn de uitgangspunten zoals vermeld door Kamermans (2016) gehanteerd.

De geschiktheidsindicaties voor platte oesters (Kamermans *et al.*, 2018), is samengesteld uit verschillende factoren (larvenretentie, bodensamenstelling, bodemmobiliteit voedselbeschikbaarheid (inclusief effecten van stratificatie). Deze indicatie is bedoeld om het restoratiepotentieel voor platte oesters in kaart te brengen, waarbij de kansen voor het vormen van bodembedekkende rifstructuren belangrijk is. Voor schelpdierkweek in hangcultures is deze classificering niet bruikbaar. De meeste parameters (stratificatie, larvenretentie en bodemeigenschappen) zijn hiervoor niet relevant. Voor schelpdierkweek is primair de voedselbeschikbaarheid relevant. Andere omgevingsfactoren, zoals zuurstof, temperatuur en slibconcentraties lijken voor de bovenste lagen van de Noordzee niet relevant. Larven beschikbaarheid is een relevante factor en afhankelijk van de kweekcondities en kweekcyclus. Deze zijn in voorliggende studie niet meegenomen.

2.4.2 Analyse

Bij de teelt van mosselen in windparken op zee is de keuze van het teeltsysteem, hangcultuur of bodemteelt, van invloed op de potentiële opbrengst (oogst van product in termen van gewicht). De opbrengst relateert aan de kosten voor de kweeksystemen. Tot een waterdiepte van ca. 80 m is de keuze voor kweek op de bodem mogelijk (Smaal *et al.*, 2017), bij diepere wateren is de opbrengst naar alle waarschijnlijkheid te klein om rendabel te kunnen zijn. Voor de resultaten in dit rapport wordt uitgegaan van hangcultuur, waarmee de mosselkweek in de bovenste waterlagen (fotosynthese vereist licht) plaats kan vinden. Bij offshorekweek van mosselen is daarbij het golfklimaat een factor die zwaar kan wegen voor de bouw- en onderhoudskosten voor een kweekstelsel (Kamermans *et al.*, 2016). De toch al relatief ongunstige locaties in de noordelijke delen van het NCP, zijn ook op dat punt minder gunstig vanwege een onstuimiger golfklimaat. Dat gaat naar verwachting gepaard met de noodzaak voor zwaardere constructies. Tevens is de afstand tot havens groter, wat de rentabiliteit van mosselkweek op deze locaties zal drukken (meer afstand impliceert meer reistijd en hogere brandstofkosten). In het zuiden van het Verenigd Koninkrijk is sinds 2016 een drijvende mosselkwekerij (offshorehangcultuur) gestationeerd op circa 5 à 10 km uit de kust. Het is de eerste commerciële offshoremosselkwekerij in Europa¹. In België zijn sinds 2016 succesvolle pilots uitgevoerd met kweek van mossel, platte oester en grote mantel. Hierbij wordt gezocht naar antwoorden op praktische vragen op het gebied van ecologie, technologie en economie².

De gebruikte data en methoden voor zeeekat staan beschreven in paragraaf 2.5.

2.5 Vissen

Om een indruk te krijgen van het (relatieve) voorkomen van de vissoorten schol, tong, kabeljauw, zeebaars en daarnaast van de zeeekat (weekdier) in het Nederlandse EEZ-gebied, worden VMS- (i.e. *Vessel Monitoring through Satellite*) en logboekgegevens van visserijvaartuigen in het gebied geanalyseerd samen met de gegevens van twee internationaal gecoördineerde surveys (International Bottom Trawl Survey IBTS en Beam Trawl Survey BTS) die het gebied bestrijken.

2.5.1 Data

2.5.1.1 Commerciële visserij

Het Nederlandse VMS-systeem is vanaf 1 januari 2000 in gebruik en wordt beheerd door de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA). De gegevens worden gebruikt voor toezicht, opsporing en handhaving maar ze zijn ook bruikbaar voor de analyse van ruimtelijke dynamiek van visserijvloeden. Schepen vanaf een lengte van 15 m zijn sinds 2005 VMS-plichtig en vanaf 2012 zijn schepen groter dan 12 m aan de VMS-plicht toegevoegd. Iedere twee uur (of een kortere intervaltijd indien dat gewenst is door de inspectiedienst) wordt er een VMS-sigitaal (ping) naar de satelliet gestuurd, waarbij de scheeps-ID, tijdstip, geografische positie, snelheid en richting van het schip wordt opgeslagen. Sinds 2015 is voor een aantal schepen deze intervaltijd verkort naar 30 minuten. Op basis van ID, tijd en positie kunnen VMS-gegevens gekoppeld worden aan logboekregistraties. In logboeken wordt dagelijks bijgehouden wat een visser gevangen heeft gedurende een reis. Naast de vangsthoeveelheden per soort staat in het logboek ook het type tuig, afmetingen en maaswijdte, motorvermogen van het schip en het ICES-kwadrant waar het grootste deel van vangst binnen het etmaal is gerealiseerd. Door een koppeling tussen VMS en logboeken te maken is het mogelijk de bevissingsfrequentie voor een specifiek deel van de Nederlandse vloot te onderzoeken. Of een schip aan het vissen is of niet wordt ingeschat aan de hand van de vaarsnelheid. Alleen die VMS-pings die duiden op visserijactiviteit worden meegenomen in de analyse. Een gedetailleerde beschrijving van de procedure met onderliggende aannames zijn te vinden in (Hintzen *et al.*, 2013).

¹ <https://fusionmarine.com/products/shellfish-systems/offshore-mussel-float/>, d.d. 19 april 2019

² <https://www.ilvo.vlaanderen.be/language/nl-NL/NL/Pers-en-media/Alle-media/articleType/ArticleView/articleId/4427/Kick-off-persconferentie-Noordzee-Aquacultuur.aspx%23.XMreLFUzapo>, d.d. 19 april 2019

2.5.1.2 Visserij-onafhankelijke data (surveys)

In deze studie zijn gegevens uit de North Sea International Bottom Trawl Survey (NS-IBTS) (ICES, 2015) en de Beam Trawl Surveys (BTS) (ICES, 2009) gebruikt. De DATRAS (DATAbase of TRAWL Surveys) database bevat verschillende door ICES gecoördineerde *trawl surveys* in onder meer de Noordzee. Deze gegevens zijn publiek toegankelijk via:

https://datras.ices.dk/Data_products/Download/Download_Data_public.aspx

2.5.2 Analyse

Van de vissoorten schol, tong, kabeljauw, zeebaars en daarnaast van de zeekat (weekdier) zijn vangsten, aanlandingen en de bijbehorende visserijinspanning binnen het studiegebied geaggregeerd tot opbrengsten per eenheid van visserijinspanning (Landings per unit effort, LpUE). Deze wordt bepaald op basis van VMS- en logboekgegevens van de commerciële visserij. De gemiddelde LpUE (kg per kW-zeedag) en LpUE (kg per uur vissen) voor de verschillende soorten zijn in kaart gebracht.

Van de surveys is de ruimtelijke verdeling van de 'Vangst per eenheid van visserijinspanning' (Catch per unit effort, CpUE) bepaald.

De opbrengsten van de verschillende soorten over alle schepen zijn, op een ruimtelijke schaal van 0.25x0.125 lengtegraden (= 1/16 ICES-kwadrant) voor de gegevens van de commerciële visserij en 1x0.5 lengtegraden (= 1 ICES-kwadrant) met de gegevens van de surveys samengevoegd en gedeeld door de totale visserijinspanning op dezelfde schaal.

2.6 Kreeften en krabben

2.6.1 Data

Voor de kartering van kansrijke gebieden voor de Noordzeekreeft en de Noordzeekrab zijn gegevens onttrokken aan verschillende bronnen en middels modellering en geschiktheidsclassificering gecombineerd. Er is gebruik gemaakt van ongepubliceerde kwantitatieve visuele observatiedata verzameld door de duikers van Stichting Duik de Noordzee schoon (DDNZS) en Stichting ANEMOON (zie Gmelig Meyling, Schrieken & Coolen, 2012) en van aanwezigheidsgegevens gepubliceerd op GBIF (GBIF.org, 2018) en EMODnet Biology (EMODnet - The European marine observation and data network, 2018).

De DDNZS-gegevens bestaan uit registratiedata van een brede groep soorten waaronder de Noordzeekrab en de Noordzeekreeft. Duikers vullen na afloop van een duik in de Noordzee in welke soorten wel of niet gezien zijn. Dat wordt gedaan door middel van het aankruisen van waarnemingsklassen met de waarden 0 (soort afwezig), 1 (1 tot 10 exemplaren gezien), 2 (10 tot 100 gezien) of 3 (meer dan 100 gezien). Bij onbekende soorten vult men in dat men de soort niet kent (om onjuiste afwezigheidsmeldingen te voorkomen). Dit programma loopt sinds 2010 en bevat inmiddels circa 85.000 waarnemingen van mariene soorten in de Noordzee. Binnen deze dataset waren 883 registraties beschikbaar voor de Noordzeekrab en 879 voor de Noordzeekreeft.

Wegens de beperkte databeschikbaarheid voor de gewone spinkrab en de rode spinkrab op hard substraat in de Noordzee kon de extrapolatie hiervoor niet op een eenduidige wijze plaatsvinden. Hierom zijn deze soorten niet verder opgenomen in de analyses.

2.6.2 Analyse

2.6.2.1 Modelleren

De correlatie tussen de aanwezigheid of dichtheden van kreeften en krabben en omgevingsvariabelen op basis van positie (waterdiepte, temperatuur, waterverplaatsing, zoöplanktonconcentraties, sediment en verstoring in de vorm van waterbeweging versus sedimenttype en diepte) werd gekwantificeerd met behulp van met Generalised Additive Modelling (GAM)-methoden. Voor een voorbeeld van GAM-analyse zie Coolen *et al.* (Coolen *et al.*, 2016, 2018). Er werden twee modellen gemaakt:

- 1) Op basis van de data van DDNZS, welke direct werden gebruikt in het model;
- 2) Op basis van aanwezigheidsdata van GBIF en EMODnet.

Beide modellen zijn daarna gebruikt om een voorspelling te doen op basis van gebiedsdekkende data van de eerder gebruikte omgevingsvariabelen. Aangezien deze extrapolatie soms onrealistisch hoge aantallen veroorzaakte, werden voor model 1 alle voorspelde waarden groter dan het maximum van de observaties, verlaagd tot het geobserveerde maximum. Vervolgens werden voor beide modellen de voorspelde waarden gedeeld door de maximum voorspelde waarde om het grid te schalen tussen 0 (ongeschikt) en 1 (geschikt). De resultaten zijn geëxporteerd als grid per model (twee grids totaal). Hierbij is niet geanticipeerd op het al-dan-niet aanbrengen van steenbestortingen rond turbinefunderingen maar enkel een gegeneraliseerde relatieve geschiktheid gemodelleerd.

2.6.2.2 *Slack*-methode

Als tweede methode wordt zogeheten '*slack*' (Guthery, 1999) gezocht in de geschikte habitats. Dit is gebaseerd op de theorie dat er niet slechts één optimum is voor een soort maar dat er waarschijnlijk een combinatie bestaat van verschillende optimale habitats waarbinnen de soort succesvol kan vestigen. Dit is eerder toegepast bij het beoordelen van habitatgeschiktheid voor vogels in een versnipperd gebied (Guthery, 1999). Aangezien windparken en met name scheepswrakken (bij de laatste zijn de meeste DDNZS-waarnemingen gedaan) ook als versnipperde gebieden gezien kunnen worden, wordt de *slack*-methode geschikt geacht. De methode geeft een erg grove indicatie van geschiktheid maar heeft in tegenstelling tot modelleren geen last van randeffecten. Voor de *slack*-methode worden alle datasets samengevoegd en per omgevingsvariabele bepaald wat de verdeling van de observaties is over het spectrum aan waarden. Daarbinnen wordt een minimum en maximum berekend ter grootte van respectievelijk het gemiddelde van de observaties min één standaarddeviatie en het gemiddelde plus één standaarddeviatie. Cellen met waarden van de omgevingsvariabele binnen deze minimum- tot maximumreeks krijgen vervolgens de waarde 1 toegekend, daarbuiten de waarde 0. Dit is herhaald voor alle omgevingsvariabelen en uiteindelijk opgeteld in één nieuw grid. Dit wordt gedeeld door het maximum om naar 0 tot 1 te schalen en geëxporteerd.

2.6.3 Samenvoeging resultaten modelleren & *slack*

De grids uit beide modellen en de *slack*-methode zijn vervolgens samengevoegd. De DDNZS-data hebben een waardering meegekregen van viermaal de waarde en de online-data van tweemaal de waarde, omdat is ingeschat dat de voorspellingen afliepen in betrouwbaarheid van DDNZS naar online-databases naar *slack*. Hierdoor wordt de samengevoegde voorspelling als het ware in de richting van de DDNZS-data getrokken maar worden de andere voorspellingen wel meegewogen. Het samengevoegde grid is vervolgens weer door het maximum gedeeld om opnieuw een grid te verkrijgen met waarden tussen 0 (ongeschikt) en 1 (geschikt).

3 Resultaten

De resultaten van de literatuurstudie en de analyse van de data is steeds per soortgroep weergegeven, waarbij de volgende parameters zijn aangegeven:

- 1) de condities (biotisch en abiotisch) die de verschillende soorten stellen aan hun leefomgeving (zie ook Tabel 1 met grenswaarden gehanteerd voor de kaartsamenstelling en Bijlage 1 selectiematrix);
- 2) de relatieve geschiktheid van bestaande, geplande en potentiële (fictieve) windenergie-op-zee-locaties in de Nederlandse EEZ voor de teelt of vangst van de betreffende soorten of soortgroep op basis van (meerdere) kaarten en een samenvattende tabel (Tabel 2).

3.1 Zeewieren

3.1.1 Conditie

3.1.1.1 Blaaswier (*Fucus vesiculosus*)



Figuur 3.1: *Fucus vesiculosus*. Overgenomen van (Ellrich, 2015). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=145548&pic=126889>).

Habitat en ecologie: blaaswier is een veelvoorkomend bruinwier aan de rotskusten van de Noord-Atlantische Oceaan (van den Hoek *et al.*, 1995). Het groeit voornamelijk in het bovenste gebied van de getijdenzone op hard substraat zoals rotsen. Het wier komt vooral voor in de meer beschutte en matig geëxponeerde kustgebieden (Lobban & Harrison, 1994). Blaaswier kan in Nederlandse wateren een lengte tot 50 cm bereiken. De typische vorm heeft drijfblazen paarsgewijs aan weerszijden van de middennerf en in de vork van de dichotome vertakking (Figuur 3.1). Deze typische vorm kan, afhankelijk van de omgeving, sterk in uiterlijk variëren (van Moorsel *et al.*, 2012). Bijvoorbeeld op kustlocaties waar meer blootstelling is aan brekende golven, zijn de wieren kort en ontbreken de typische blaasjes. Blaaswier beschikt over een aantal morfologische aanpassingen aan de ruwe omstandigheden van het leven in getijdenzones waaronder de discusvormige hechtschijf. Met deze wortelachtige structuur hecht het blaaswier zich aan de bodem of het substraat om wegspoelen te voorkomen. Een andere aanpassing aan de getijdenzone is de ontwikkeling van gelvormende polysacchariden die als stootkussen werken en de thallus beschermen bij het constante slaan tegen andere objecten. Deze polysacchariden beschermen het blaaswier ook tegen uitdroging tijdens het droogvallen in de getijdenzone (Harris, 2011). Blaaswier komt alleen in kustzones voor en wordt doorgaans niet in survey's van offshore harde substraten zoals boorplatforminstallaties of windmolenparken gevonden (Bos *et al.*, 2016, Bouma & Lengkeek, 2012, Didden *et al.*, 2012). Literatuuronderzoek levert geen informatie op over betreffende offshorecultivatie van blaaswier. De potentie voor offshorecultivatie van blaaswier in hangcultures of een andere vorm van cultivatie dient onderzocht te worden. De brede verspreiding van blaaswier en de

mogelijkheid van blaaswier om zich aan verschillende condities aan te passen, kunnen mogelijk een voordeel opleveren.

Seizoenspatroon: het is een meerjarig bruinwier dat het hele jaar door te oogsten is. Het groeiseizoen is met name in het late voorjaar en het begin van de zomer (Carlson, 1991).

Areaal en verspreiding: blaaswier komt veelvuldig voor in de getijdezone aan de kust van de Noordzee en Britse eilanden (en ook de west Baltische zee, de Atlantische en Pacifische oceaan) (White, 2008). In Nederland is blaaswier een algemeen voorkomende soort op hard substraat in Zeeland, langs de Noord- en Zuid-Hollandse kust en in het Waddengebied maar wordt ook vaak aangespoeld op het strand gevonden (Stegenga & Mol, 1983). Door de aanwezigheid van de blaasjes beschikt blaaswier over drijfvermogen en is daardoor voor transport niet afhankelijk van drijvende substraten. Hierdoor kan blaaswier zich over zeer grote afstanden (honderden kilometers) verspreiden (van Moorsel *et al.*, 2012).

Abiotische factoren: blaaswier kan een brede range in zoutgradiënt aan (het komt ook voor in de Baltische Zee waar de psu 5 bedraagt) maar groeit optimaal tussen 20 - 35 psu (Nygard & Dring, 2008). De optimale temperatuur gevonden voor blaaswier uit de Ierse Zee is rond de 15 – 20 °C (Nygard & Dring, 2008). Wat betreft benodigde nutriënten voor optimale groei van blaaswier is er vrij weinig bekend; algemeen wordt hier voor bruinwieren een concentratie van 140 -560 µg/L stikstof en meer dan 9.3 µg/L fosfaat aangenomen (Kerrison *et al.*, 2015). Deze informatie is gebaseerd op optimale nutriëntconcentraties van de bruinwieren suikerwier (*Saccharina polyschides*) en vingerwier (*Laminaria digitata*).

Gebruik: voor consumptie, diervoeding en bemesting. Blaaswier wordt ook gebruikt als verpakkingsmateriaal van schelpdieren zoals mosselen en oesters (Zeewierwijzer, 2019). Het blaaswier beschermt de schelpdieren tegen beschadiging en uitdroging.

3.1.1.2 Dulse (*Palmaria palmata*)



Figuur 3.2: *Palmaria palmata*. Overgenomen van (Bárbara, 2007). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=145771&pic=14925>).

Habitat en ecologie: dulse (Figuur 3.2) is wat betreft biomassa één van de belangrijkste roodwieren aan de Noord-Atlantische kust (Le Gall *et al.*, 2004). Het is een meerjarig wier en groeit voornamelijk op hard substraat in het intergetijdengebied tot een maximale diepte van 20 m. Dulse heeft een voorkeur voor beschutte en semi-geëxponeerde gebieden met een matig tot sterke stroming. Stroming heeft met name een positief effect op de groei vanwege de nutriëntuitwisseling. Dulse beschikt over een aantal verschillende pigmenten (chlorofyl a, chlorofyl d, phycocyanine en phycoerythrine) waarmee het wier ook licht met korte golflengtes kan absorberen wat het in staat stelt om op grotere dieptes te leven. Dulse groeit ook regelmatig als epifyt op vingerwier (*Laminaria digitata*).

Evenals blaaswier wordt dulse doorgaans niet offshore gevonden (Bos *et al.*, 2016, Bouma & Lengkeek, 2012, Didden *et al.*, 2012). De potentie voor offshorecultivatie van dulse aan longlinehangcultures is in 2009/2011 onderzocht in Ierland (Werner & Dring, 2011). Destijds werd de offshorecultivatie van dulse aan longlines nog niet commercieel rendabel bevonden. Desalniettemin waren de eerste resultaten omtrent groei en oogst van dulse op open zee positief. Locatie bleek bepalend mede door de behoefte aan matige tot sterke stroming. Potentie voor de Noordzee dient onderzocht te worden.

Seizoenspatroon: reproductie vindt in Frankrijk voornamelijk in de winter plaats (Le Gall *et al.*, 2004). Mede vanwege te ruwe en daardoor ongunstige condities op open zee in voornamelijk het najaar en in de winter, blijkt in Noord-Spanje de lente het optimale kweekseizoen voor dulse (Martinez *et al.*, 2006). In Nederland wordt dulse in de vroege zomer en het najaar geoogst. Nutriënten, temperatuur en licht zijn bepalend voor de groei van dulse. In offshorecultivatie van dulse in Ierland (waar hoge temperaturen in de zomer beperkend zijn voor de groei) werd de snelste groei gemeten van de vroege lente tot de vroege zomer. Resultaten gaven aan dat de hoogste kwaliteit dulse geoogst werd in de vroege tot medio lente. Na deze periode kan het materiaal door aangroei van organismen (fouling), begrazing, fotoinhibitie of losraken snel in kwaliteit verminderen. Een groeiperiode van 5 maanden van november tot april bleek optimaal voor de offshorelocatie in Ierland (Werner & Dring, 2011).

Areaal en verspreiding: rotsachtige kusten van het noordelijk halfrond, van Portugal tot IJsland (Guiry & Guiry, 2011).

Abiotische factoren: dulse kan een brede range (3-30 psu) aan zoutgradiënt aan (Kain, 1991). Optimale temperatuur gemeten in tanks lag tussen de 6 en 14°C (Morgan & Simpson, 1981). Dulse groeit doorgaans op ongeveer 5 m diepte maar kan in helder water tot een diepte van 20 m groeien. Voor de groei van dulse wordt voor stikstof minimaal 42 µg/L aangehouden met een optimale concentratie rond de 420 µg/L (Kain, 1991). Het optimum van meer dan 9.3 µg/L fosfaat is gebaseerd op de optimale nutriëntconcentraties van *Saccharina polyschides* (Kerrison *et al.*, 2015).

Gebruik: in Ierland en Brittannië voor menselijke consumptie en recentelijk ook als health food vanwege hoge gehalten aan vitamines, mineralen en sporenelementen. Hoge eiwitgehalten (tot 35%) maakt het ook geschikt voor gebruik als voedsel voor de kweek van de –niet in Nederland in het wild voorkomende– slakkensoort *Haliotis tuberculata* (ook wel gewone zeeoor genoemd) (Le Gall *et al.*, 2004).

3.1.1.3 Knotswier (*Ascophyllum nodosum*)



Figuur 3.3: *Palmaria palmata*. Overgenomen van (Nuyttens, 2006a). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=145771&pic=14925>).

Habitat en ecologie: knotswier komt veelvuldig voor op beschutte en matig geëxponeerde rotskusten in de getijdezone (Stengel & Dring, 1997). Het groeit voornamelijk in het bovenste gebied van de getijdezone. Wanneer het losraakt van het substraat, kan het wier nog lange tijd in leven blijven. Het bruinwier heeft met gas gevulde blaasjes of knobbels in de stengels waardoor het wier onder water rechtop staat (Figuur 3.3). Knotswier vormt beschutting voor andere wieren en ook kleine zeedieren zoals krabben.

Net als blaaswier wordt knotswier doorgaans niet offshore gevonden (Bos *et al.*, 2016, Bouma & Lengkeek, 2012, Didden *et al.*, 2012). De potentie voor offshorecultivatie van knotswier in hangcultures of een andere vorm van cultivatie dient onderzocht te worden.

Seizoenspatroon: hoogste groeisnelheden worden met name in het late voorjaar en in de vroege zomer gevonden (Stengel & Dring, 1997).

Areaal en verspreiding: knotswier komt voor in de Noordzee en de Noord-Atlantische Oceaan. Het komt met name veel voor aan de Noordwestkust van Europa (van Portugal tot Svalbard) en Oost-Groenland en de Noordoostkust van Noord-Amerika (Guiry & Guiry, 2011).

Abiotische factoren: de zoutgradiënt waarin knotswier te vinden is varieert tussen de 30 en 40 psu. Knotswier heeft een ruime temperatuurtolerantierange van 0 tot 28 °C weer (Luning, 1984), met een optimale groei rond de 15°C (Fortes & Luning, 1980). Knotswier heeft een minimumtemperatuur van 0 °C, waardoor deze soort mogelijk minder geschikt is voor locaties dichtbij de kust (tot enkele mijlen uit de kust) waar de temperatuur nabij de 0 °C kan zijn (voorbeeld min 1.5 graden in Hollandse kust Zuid Holland). Over de benodigde nutriënten voor optimale groei van knotswier is vrij weinig bekend. Algemeen wordt hier voor bruinwieren een concentratie van 140 -560 µg/L stikstof en meer dan 9.3 µg/L fosfaat aangenomen (Kerrison *et al.*, 2015). Deze informatie is gebaseerd op optimale nutriëntconcentraties van de bruinwieren suikerwier (*Saccharina polyschides*) en vingerwier (*Laminaria digitata*).

Gebruik: wordt veelal gebruikt voor consumptie (mens en dier) maar heeft ook toepassingen als alginaat en meststof (door een combinatie van macro- en micronutriënten) (Guiry & Morrison, 2013, Hall *et al.*, 2012, Overland *et al.*, 2019, Taskos *et al.*, 2019).

3.1.1.4 Suikerwier (*Saccharina latissima*)



Figuur 3.4: *Laminaria saccharina*. Overgenomen van (Nuyttens, 2009). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=145730&pic=24128>).

Habitat en ecologie: suikerwier is een meerjarig bruinwier waarvan de bladen een lengte tot 2 m kunnen bereiken (Figuur 3.4). Het groeit laag in de getijdzone en kan in helder water tot een diepte van 20 m groeien, maar groeit optimaal op een diepte van 5 tot 9 m (Buck & Buchholz, 2004). Het komt voornamelijk voor op hard substraat zoals rotsen en stenen en ook op artificieel substraat. Het kan zowel bij lagere en gematigde stroming leven als bij hogere stroomsnelheden ($1.5 \text{ m}^{-1}\text{s}^{-1}$) (Buck & Buchholz, 2004). Suikerwier heeft chlorofyl a en chlorofyl c als pigmenten en kan daarmee op grotere dieptes leven.

Suikerwier komt van nature voor in Europa en een aantal offshorecultivatatieprojecten met longlines zijn met succes uitgevoerd in onder andere de Ierse Zee (UK), de Noordzee (Nederland en Duitsland), Denemarken, Noorwegen en de Atlantische Oceaan (Spanje) (Handa *et al.*, 2013, Marinho *et al.*, 2015, Peteiro & Freire, 2011).

Seizoenspatroon: het groeiseizoen is in de winter en het vroege voorjaar (Bikker *et al.*, 2013).

Areaal en verspreiding: in Europa komt suikerwier voor van Spanje tot aan Spitsbergen en wordt ook gevonden in de Noordwest-Atlantische Oceaan en in het noorden van de Grote Oceaan (Moy & Christie, 2012). In de Noordzee wordt suikerwier zowel in de kustgebieden gevonden als minder frequent in offshoregebieden (verbonden aan vaste substraten) (Bos *et al.*, 2016).

Abiotische factoren: de optimale temperatuurrange waarbij suikerwier groeit op een testlocatie in de Oosterschelde bedraagt tussen de 5 en 10 °C (Bikker *et al.*, 2013). Ook een temperatuurrange tussen de 5 en 15 °C wordt aangegeven als zijnde optimaal (Kerrison *et al.*, 2015). Boven de 17 °C wordt de groei gelimiteerd en bij 23 °C sterven de wieren af. Optimale saliniteit is rond de 32 psu (Bikker *et al.*, 2013). De nutriëntopname voor nitraat is optimaal bij 10 $\mu\text{mol/L}$ (Kerrison *et al.*, 2015).

Gebruik: voor consumptie, extractie mannitol en alginaat (Bikker *et al.*, 2013).

3.1.1.5 Vingerwier (*Laminaria digitata*)



Figuur 3.5: *Laminaria digitata*. Overgenomen van (Wiktor & Tatarek, 2007). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&pic=9676&tid=145724>).

Habitat en ecologie: vingerwier (Figuur 3.5) kan een lengte bereiken van 2 tot 3 m en komt vaak voor bij hogere stroomsnelheden (Yesson *et al.*, 2015) op een diepte van ongeveer 5 m (Burrows, 2012). Vingerwier beschikt over de pigmenten chlorofyl a en chlorofyl c en kan daarmee, afhankelijk van de condities in de waterkolom, groeien tot op een diepte van 20 m. Vingerwier groeit net als suikerwier op rotsachtige substraten.

Documentatie van vingerwier op offshorelocaties ontbreekt. De potentie voor offshorecultivatie van vingerwier aan longlinehangcultures is in 2009/2011 onderzocht in Ierland (Edwards & Watson, 2011). Resultaten uit dit onderzoek lieten zien dat een maximale productie van 7-8 kg/m over een periode van 7 tot 8 maanden werd bereikt. Wanneer de cultures voor december uitgehangen werden was de productie het meest succesvol. Dit geeft aan dat ook het cultiveren van vingerwier in offshorewindparken tot de potentiële mogelijkheden behoort.

Seizoenspatroon: het groeiseizoen voor vingerwier is, net als voor vele bruinwieren, winter en het vroege voorjaar (Bikker *et al.*, 2013).

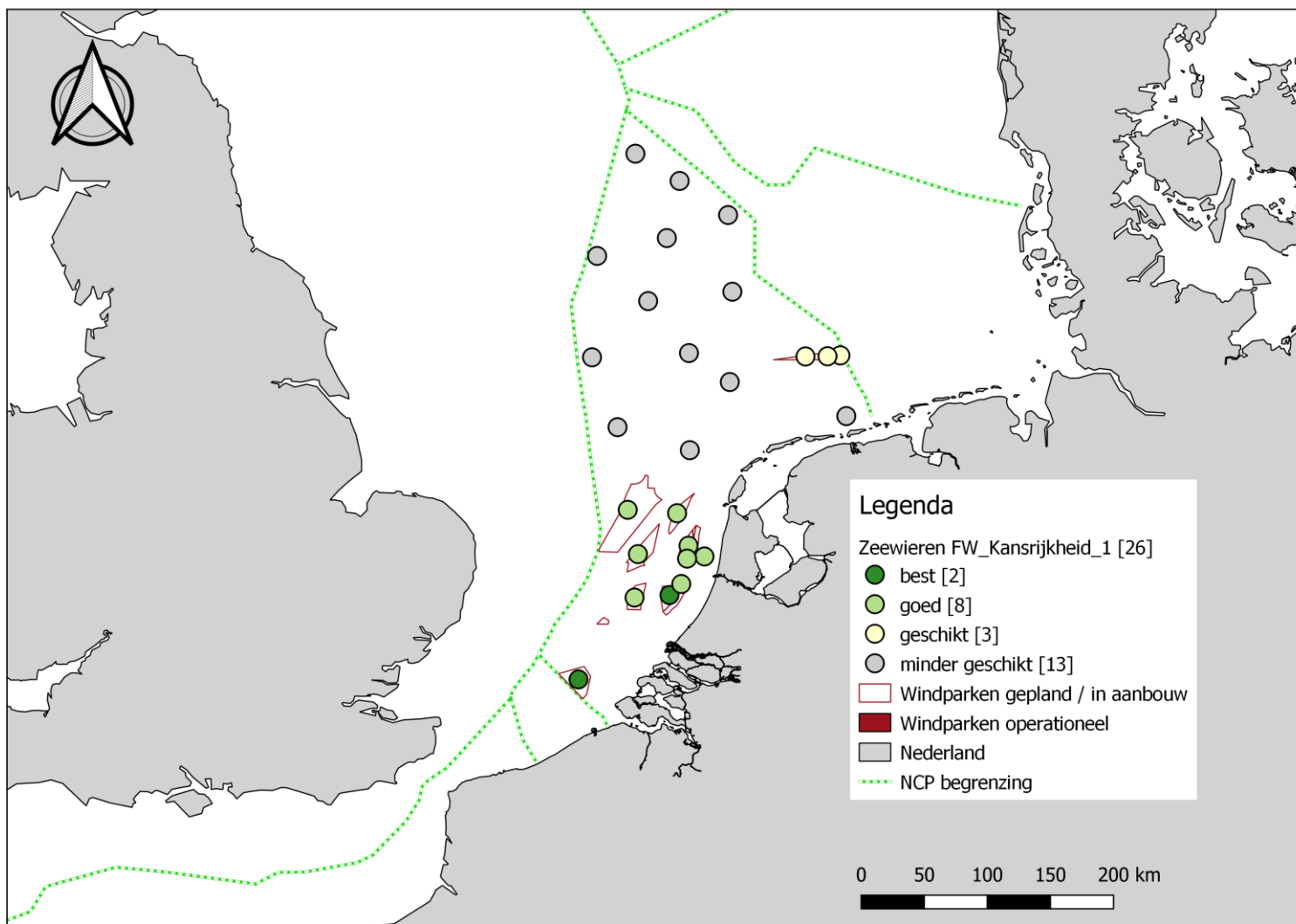
Areaal en verspreiding: vingerwier komt voor van de Atlantische kust in Europa tot Nova Zembla in het noorden en de Canarische eilanden in het zuiden. Komt ook voor in de Baltische en Zwarte zee. Vingerwier is abundant rond de Ierse en Engelse kust, maar komt door gebrek aan hard substraat en hogere turbiditeit matig voor aan de oostkust van Engeland (Hill, 2008).

Abiotische factoren: een temperatuurrange tussen de 5 en 15 °C wordt aangegeven als zijnde optimaal (Kerrison *et al.*, 2015). Boven de 20 °C sterven de wieren af, waardoor deze soort mogelijk minder geschikt is voor locaties dichtbij de kust (enkele mijlen tot ruim genomen binnen de 12-mijlszone) waar, naarmate je dichtbij de kust komt, sprake is van een grotere variatie aan maximumtemperatuur. De nutriëntopname voor nitraat is optimaal tussen de 10 – 40 µmol/L en >0.3 µmol/L voor fosfaat (Kerrison *et al.*, 2015).

Gebruik: consumptie, extractie van mannitol en alginaat, rijke bron aan jodium (Bikker *et al.*, 2013).

3.1.2 Geschiktheid locaties

Er is een verdeling van goede (8) en meest geschikte (2) locaties in het zuiden van het Nederlandse gedeelte van de Noordzee en minder geschikte locaties (13) ten noorden hiervan (Figuur 3.6). De meest geschikte locaties voor zeeiwerteelt liggen in geplande offshorewindparken in Borssele en Hollandse Kust Zuid (Figuur 2.1, Tabel 2). Deze verdeling heeft enerzijds te maken met de nitraatflux (optimaal 20-30 µmol/m²/s, Tabel 1) die het hoogst is in Borssele en het laagst ten noorden van de Waddeneilanden met een gradiënt tussen deze gebieden. Anderzijds is de fosfaatflux onderscheidend, welke het hoogst is vanaf halverwege Hollandse kust Zuid t/m Borssele (optimaal: 1-1.5 µmol/m²/s, Tabel 1).



Figuur 3.6: kanskaart voor zeevierenweek op (potentiële) offshorewindenergielocaties.

3.2 Weekdieren

3.2.1 Mossel (*Mytilus edulis*)



Figuur 3.7: *Mytilus edulis*. Overgenomen van (De Wulf, 2014). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=140480&pic=100362>).

3.2.1.1 Condities

Habitat en ecologie: het habitat is deels afhankelijk van de kweekmethode: bodemteelt versus hangculturen. Op de bodem hebben mosselen een hard substraat of gruiszige, schelpachtige grond nodig zodat zij zich vast kunnen hechten met hun bysusdraden om niet weg te spoelen. Bij bodemteelt kunnen krabben en ook zeesterren een behoorlijk aandeel hebben in het verlies van mosselzaad (Capelle *et al.*, 2017). Maar dit is minder relevant bij hangculturen waarbij juist eidereenden een bedreiging kunnen vormen. Deze foerageren vaak op mosselpercelen in de Waddenzee (Bult *et al.*, 2004). Eidereenden zijn kustvogels en de verwachting is dat zij niet naar hangculturen op offshorelocaties zullen uitwijken.

Seizoenspatroon: mosselen groeien het hele jaar door. Het moment van broedval ligt in de zomer en is afhankelijk van de temperatuur van het water (Bayne, 1998).

Areaal en verspreiding: de gewone ofwel eetbare mossel (*Mytilus edulis*) (Figuur 3.7) komt in alle Europese wateren voor, van de Witte Zee in Rusland tot aan de Atlantische kust in Zuid-Frankrijk. Kweekmosselen komen in Nederland met name in de Waddenzee en de Oosterschelde voor. Mosselen zijn in de Noordzee veelvuldig aanwezig en worden aangetroffen zodra hard substraat (zowel natuurlijk als kunstmatig) aangeboden wordt (Kamermans *et al.*, 2016).

Abiotische factoren: voldoende hoge stroomsnelheid is voor mosselen van belang aangezien zij voornamelijk fytoplankton uit het water filteren met behulp van hun kieuwen. De groei van algen (netto primaire productie) is afhankelijk van de aanvoer van nutriënten en de hoeveelheid licht. Mosselen aan de randen van percelen en hangculturen doen het vaak beter dan de mosselen in het midden, omdat hier door de hoge dichtheden van mosselen voedseldepletie optreedt. Voldoende hoge stroomsnelheid is derhalve van belang om refiltratie te voorkomen (Capelle *et al.*, 2017, Rosland *et al.*, 2011). *M. edulis* is aangepast aan lage fytoplanktonconcentraties en filtreert continu wanneer de voedselconcentratie boven een triggerwaarde komt van ongeveer 0.5 tot 0.9 µg Chl a/L (Pascoe *et al.*, 2009, Riisgård *et al.*, 2011). Experimenten met hoge chlorofyl a-concentraties (>8 µg Chl a/L) laten zien dat deze resulteren in gereduceerde groei, omdat mosselen evolutionair gezien niet in staat zijn om zulke hoge aantallen fytoplankton te benutten en fysiologisch de hoeveelheid opgenomen voedsel zodanig kunnen reguleren dat de groeisnelheid hoog en constant blijft.

Mosselen zijn redelijk goed bestand tegen perioden van zuurstofloosheid. Ze kunnen hun schelp sluiten en overschakelen op een anaerobe ademhaling (deZwaan & Eertman, 1996). Echter, als de zuurstofloze periode te lang duurt, zal de mossel sterven. Bij een temperatuur van 10 °C kunnen mosselen 35 dagen

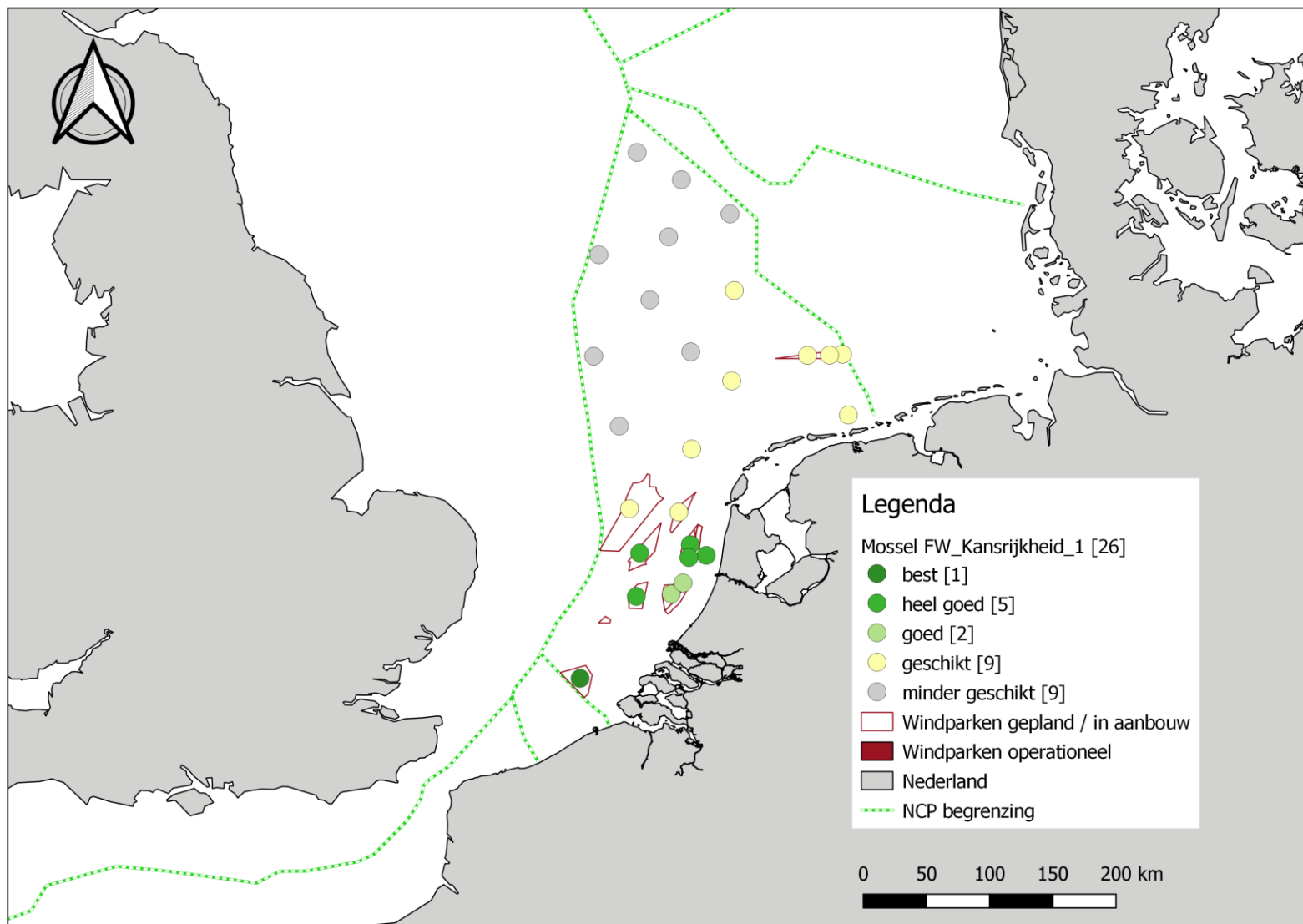
overleven zonder zuurstof (deZwaan & Eertman, 1996). Bij hogere watertemperaturen neemt deze periode af (Wijsman & Kleissen, 2012). Anaerobe overleving betekent dat er geen groei is, er komt geen voedsel binnen. De schaal en intensiteit van kweeksystemen en de combinatie met andere soorten (oa. zeewier) kan bepalend zijn op het effect van zuurstofloosheid.

Lagere zoutgehaltenes leiden tot een verminderde groei van mosselen. De optimale saliniteit (zoutgehalte) ligt rond de 25 psu (Riisgard *et al.*, 2014). De minimale saliniteit waarbij nog geen belemmering voor de groei optreedt is rond de 11 psu (Smaal & Kamermans, 2014).

Gebruik: wordt gebruikt voor consumptie en kent een belangrijke rol in de regeneratie van nutriënten.

3.2.1.2 Geschiktheid locaties

Zeventien van de 26 locaties vallen in de range van 'geschikte' tot 'beste' locatie voor mosselkweek. Deze locaties liggen voornamelijk in het zuidelijk deel van de Nederlandse Noordzee (Figuur 3.8). De offshorelocatie met de hoogste kansrijkheid voor mosselkweek is wederom Borssele (Figuur 2.1, Tabel 2). Borssele is een gebied met veel chlorofyl en vrij veel stroming, factoren die tot een hoge productie kunnen leiden. Negen locaties zijn minder geschikt bevonden voor mosselkweek. Deze locaties bevinden zich meer ten noorden en op grotere afstand van de kust (Figuur 3.8). Ten noorden van de Wadden (TNvW) is het gebied met de laagste productie vanwege de lage chlorofylconcentraties (alle delen van het jaar) in combinatie met de laagste stroomsnelheden vergeleken met andere windparken. Onderscheidende factoren hierbij zijn saliniteit (optimaal: >25 psu, gewing 17%), stroomsnelheid (optimaal: >0.514 m/s, gewing 17%), chlorofyl a (optimaal: 2-30 µg/l, gewing 33%) en SPM (optimaal: 10-90 µg/l, gewing 33%) (Tabel 1).



Figuur 3.8: kansenkaart voor mosselkweek op (potentiële) offshorewindenergielocaties.

3.2.2 Platte oester (*Ostrea edulis*)



Figuur 3.9: *Ostrea edulis*. Overgenomen van (Trausel & Slieker, 2013). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=140658&pic=68223>).

3.2.2.1 Conditie

Habitat en ecologie: de platte oester (Figuur 3.9) leeft op hard substraat, fijn zand (>63 µm) en stevig zilt zand of zilte gruisige ondergrond van schelpen en stenen (Kamermans et al., 2018b). Grote aantallen oesters kunnen oesterbanken vormen en leveren zo een substraatfunctie. Tot ongeveer een eeuw geleden vormden platte-oesterriffen een belangrijk habitat in de Noordzee. Door de intensieve visserij op de platte oester aan het einde van de 19^{de} eeuw is de populatie sterk afgenomen. Aan het begin van de 20^{ste} eeuw waren de oesterbedden zo goed als verdwenen (Gercken & Schmidt, 2014). Latere (boomkor) visserij heeft de restanten geëlimineerd. Daarnaast hebben andere factoren zoals strenge winters, vervuiling en populatie-oscillaties op langere termijn ook negatieve effecten gehad op de populatieomvang van de platte oester (Smaal et al., 2015).

Er zijn verschillende projecten ten behoeve van het herstel van platte-oesterriffen in offshorewindparken gestart (Kamermans et al., 2018b, Smaal et al., 2015). Hiervoor worden levende oesters gebruikt die als substraat en als bron voor oesterlarven kunnen dienen. Predatie is hierbij een limiterende factor. Platte oesters kunnen ook in manden worden uitgehangen om zo als larvenbron te dienen met minder kans op predatie.

Seizoenspatroon: de platte oester groeit het hele jaar door, de broedval vindt plaats in de zomer (Korringa, 1940).

Areaal en verspreiding: de platte oester komt van nature voor aan de West- en Zuidkust van Europa, van Noorwegen tot aan Marokko inclusief Groot-Brittannië en de Middellandse Zee. De platte oester heeft in estuaria in de Noordzee weten te overleven en recente waarnemingen van individuen op wrakken, boeien en offshorewindparken in de Noordzee tonen aan dat de platte oester kan overleven, reproduceren en zich in open zee kan verspreiden (Kerckhof et al., 2018). Daarbij is de herintroductie van de platte oester in windparken in de Nederlandse Noordzee gestart.

Abiotische factoren: de optimale temperatuur voor de ontwikkeling van gonaden ligt tussen de 7 en 17 °C. Optimale groei voor volwassen individuen vindt plaats tussen de 6-19 °C, met een maximum van 30 °C en een minimum temperatuur van 3 °C voor de overleving van broedval. De temperatuurrange voor de overleving en groei van larven ligt tussen de 10 en 31 °C (Kamermans et al., 2018b).

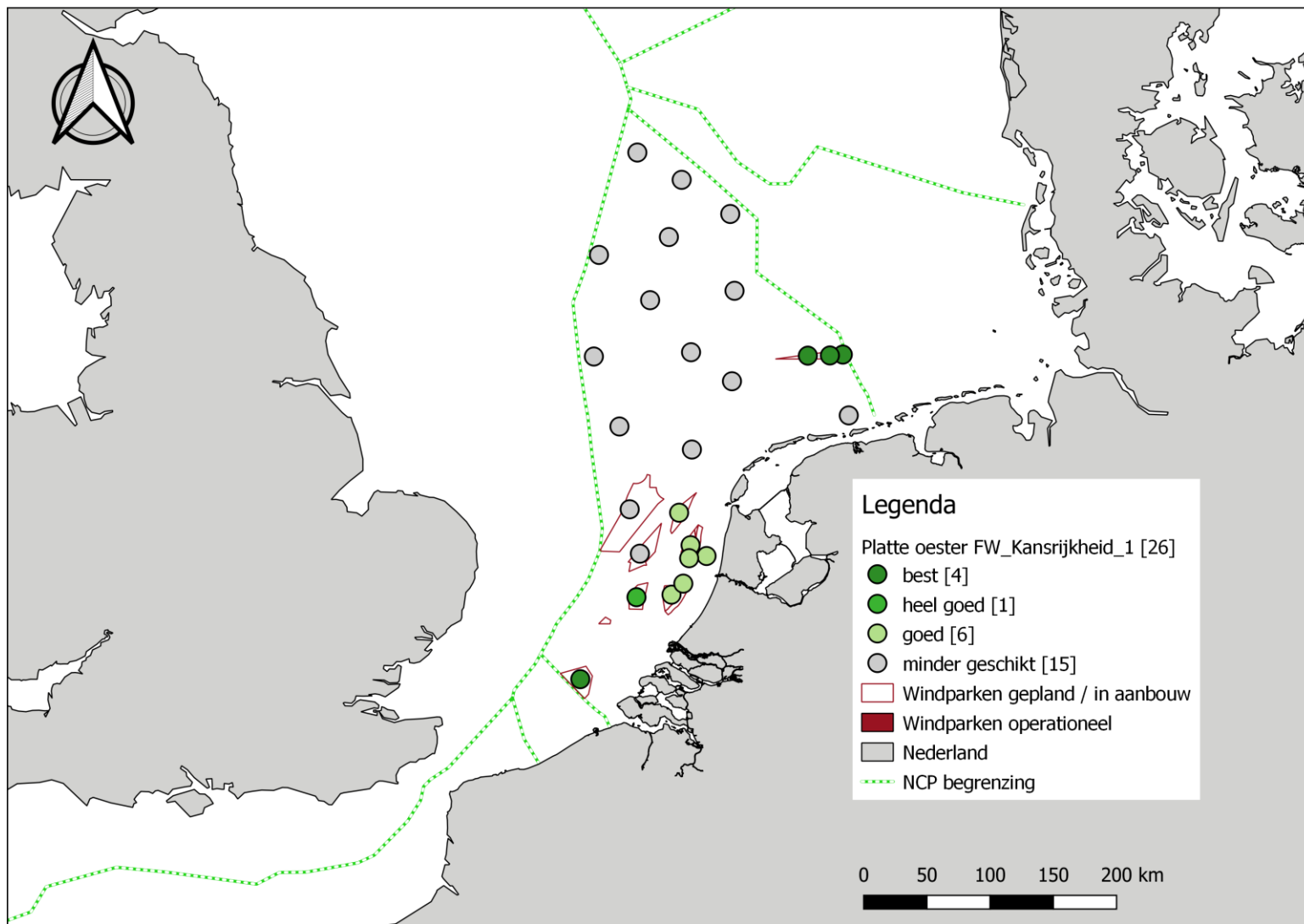
De minimale saliniteit voor de groei van volwassen individuen ligt boven de 19 PSU. De saliniteitrange voor de overleving en groei van larven ligt tussen de 20 en 39.5 PSU, met een optimum tussen de 25 en 35PSU (Kamermans et al., 2018b). De maximale waterdiepte waarop de platte oester is geobserveerd bedraagt 80 m en de maximale stroomsnelheid voor de overleving van volwassen individuen bedraagt minder dan 0.25 m/s met een optimum van 0.03 m/s. Voor de overleving van broedval en larven ligt de maximale stroomsnelheid hoger, namelijk <0.8 m/s. Voor de voedselopname wordt een maximale waarde van 90 mg/L TPM (total particulate matter) aangehouden en voor de ontwikkeling van gonaden een optimale chlorofyl a-concentratie van 1.68 µg/L (Kamermans et al., 2018b). Voor de overleving van volwassen individuen is een minimale O₂-concentratie van 0.5 mg/L gewenst.

Gebruik: wordt gebruikt voor consumptie en *building with nature* in windparken waarbij de natuurwaarden worden gestimuleerd om bij te dragen aan natuurherstelopgaven voor de Noordzee. Ook worden oesterriffen aangelegd om als golfbreker te dienen en sedimentatie te bevorderen (Forrest & Creese, 2006, Scyphers *et al.*, 2011).

3.2.2.2 Geschiktheid locaties

Elf van de 26 offshorelocaties vallen in de range van goed (6), heel goed (1) tot beste (4) locatie voor de platte oester (Figuur 3.10, Tabel 2). Deze locaties liggen voornamelijk in het zuidelijk deel van de Nederlandse Noordzee en relatief dichtbij de kust (met uitzondering van de Borkumse Stenen). Drie van de vier meest geschikte locaties (TwnV, Zee Energie en Buitengaats) liggen daarentegen vrij noordelijk (Figuur 2.1, Tabel 2). De vierde offshorelocatie met de hoogste kansrijkheid voor oesterkweek is Borssele. Deze locatie heeft het hoogste gehalte aan chlorofyl en vrij veel stroming, factoren die tot een hoge productie kunnen leiden. Vijftien locaties lijken minder geschikt voor oesterkweek (Tabel 2). Deze locaties bevinden zich voornamelijk in het noordelijk gedeelte van de Noordzee en op grotere afstand van de kust (Figuur 3.10). De onderscheidende factoren die zijn toegepast zijn maximum temperatuur (optimaal: 7-14 °C), diepte (optimaal: <80m), saliniteit (optimaal: 25-35 psu), stroomsnelheid (optimaal: < 0.25 m/s), chlorofyl a (optimaal: 0.5-8.0 µg/l) en SPM (optimaal: > 4 mg/l) (Tabel 1).

Er is geen vergelijking gemaakt tussen resultaten van de analyse voor bodemoesters (Kamermans *et al.*, 2018a) en kweek in de waterkolom (huidige studie), dit valt buiten de scope van de studie.



Figuur 3.10: kansenkaart voor teelt van platte oesters op (potentiële) offshorewindenergielocaties.

3.2.3 Zeekat (*Sepia officinalis*)



Figuur 3.11: *Sepia officinalis*. Overgenomen van (Hillewaert, 2008). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=141444&pic=34574>).

3.2.3.1 Condities

Habitat en ecologie: de zeekat of sepia (Figuur 3.11) wordt ongeveer 50 cm groot (mantellengte), weegt maximaal 4 kg en de mannetjes leven twee tot drie jaar, de vrouwtjes leven slechts één jaar (Reid *et al.*, 2005). Zeekatten hebben acht tentakels waarmee ze vooral 's nachts jagen op krabben, garnalen, kleine vissen, schelpdieren of andere inktvisachtigen. Overdag bevinden ze zich dicht op de zeebodem of graven ze zich in. Ze bezitten pigmentcellen waarmee ze snel van kleur kunnen veranderen en zich hierdoor kunnen aanpassen aan hun omgeving (Reid *et al.*, 2005).

Seizoenspatroon: voor de paai migreren zeekatten naar ondiepere kustzones. Dit gebeurt in het voorjaar en in het begin van de zomer. Paaien gebeurt in ondiep water met een optimale temperatuur van 13 – 15 °C. Na het paaien migreren ze naar diepere wateren tijdens de herfst en winterperiode (Reid *et al.*, 2005).

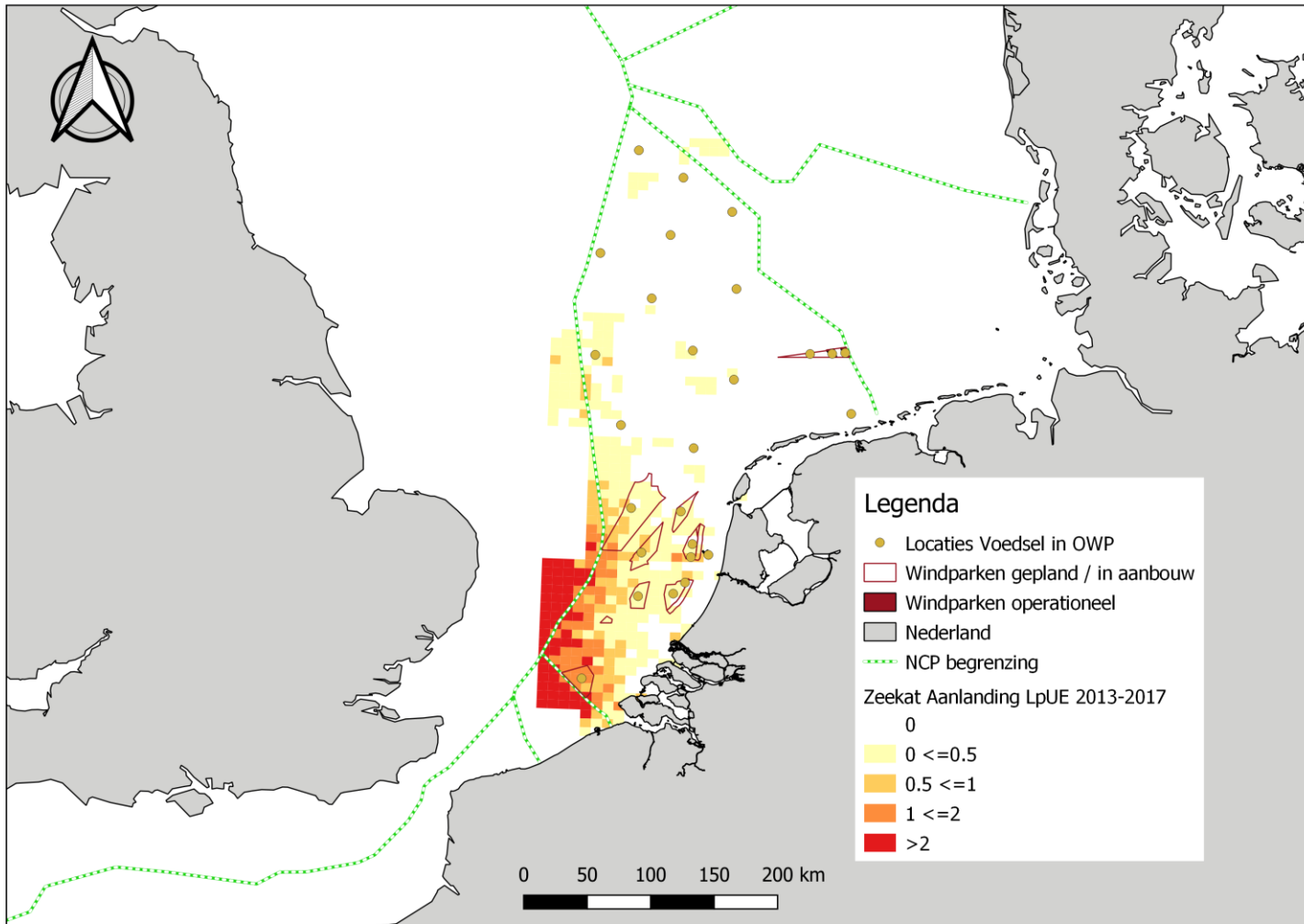
Areaal en verspreiding: de zeekat komt voor in de Atlantische Oceaan, van de Shetlandeilanden en het zuiden van Noorwegen tot in de Middellandse Zee en het noordwesten van Afrika. Ook in de Nederlandse en Belgische kustzone komt de zeekat voor (Reid *et al.*, 2005).

Abiotische factoren: zeekat komt voor tot op een diepte tot 200 m, maar is meest voorkomend tot een diepte van 100 m. Zeekat kan brak water tolereren (Reid *et al.*, 2005).

Gebruik: voor consumptie.

3.2.3.2 Geschiktheid locaties

Voor zeekat blijken op basis van de visserijgegevens de grootste kansen te liggen in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee (Figuur 3.12, Tabel 2). Ook op noordelijke locaties wordt zeekat aangetroffen, al lijken die locaties minder geschikt te zijn. De kansen voor vestigen en vangst zijn mede verbonden aan seizoenspatronen en kunnen mogelijk vergroot worden door het aanbrengen van geschikt substraat (de inrichtingseisen dienen nader onderzocht te worden). Op basis van de resultaten weergegeven in de kaart, blijkt Borssele de meest geschikte locatie voor medegebruik van zeekat.



Figuur 3.12: zeekat in de Nederlandse Noordzee, aanlanding gerelateerd aan visserijinspanning (LpUE) op basis van logboekgegevens.

3.3 Vissen

3.3.1 Schol (*Pleuronectes platessa*)



Figuur 3.13: *Pleuronectes platessa*. Overgenomen van (Fockedeij, 2013). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=127143&pic=75474>).

3.3.1.1 Condities

Habitat en ecologie: schol (Figuur 3.13) is een donkerbruine platvis met een maximale lengte van 100 cm, een gewicht tot 7 kg en een leeftijd tot maximaal 50 jaar. Schollen leven vooral van schelpdieren met dunne schalen, kleine kreeftachtigen als garnalen en wormachtigen, maar jagen ook sporadisch op vissen als zandspiering en jonge haring. Schollen zijn voornamelijk actief gedurende de nacht, terwijl ze overdag vaak ingegraven liggen (Frimodt, 1995, Kottelat & Freyhof, 2007).

Seizoenspatroon en voortplanting: de soort migreert naar de paaigronden waar ze zich in de periode van januari tot maart voortplanten bij een optimale watertemperatuur van 6 °C. Schollen zijn zogenaamde *batch spawners*: een individu kan meerdere keren paaien in een paaiseizoen. In de Noordzee vormt de Waddenzee een zeer belangrijke paaigrond en opgroeigebied voor juveniele schol (Cooper & Chapleau, 1998).

Areaal en verspreiding: schol wordt aangetroffen van de Barentssee tot aan de Middellandse zee (Cooper & Chapleau, 1998).

Abiotische factoren: schol leeft voornamelijk in kustzones en estuaria tot een maximale diepte van 200 m en bij temperaturen tussen de 2-15 °C (Bristow, 1992, Muus *et al.*, 1999, Riede, 2004).

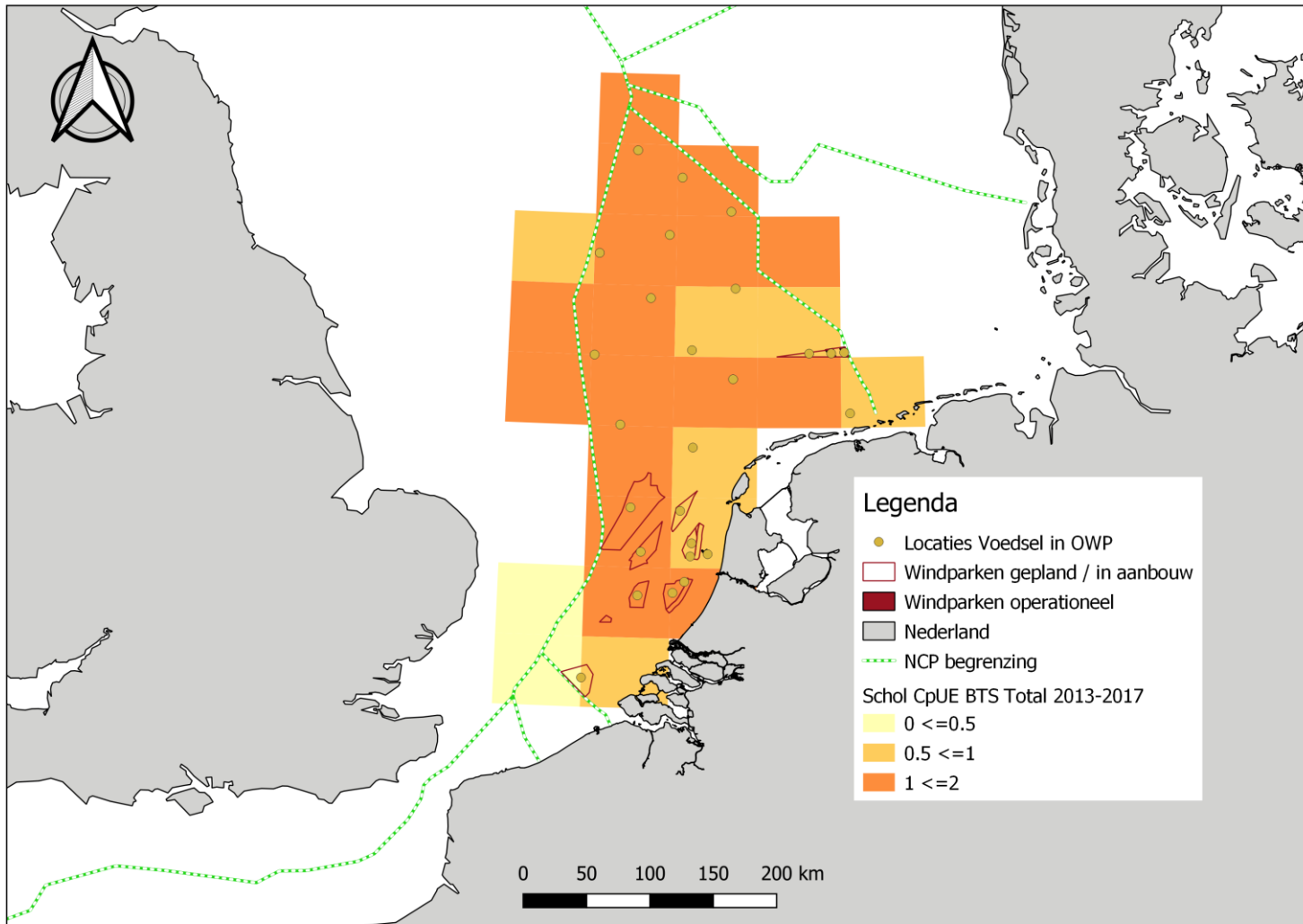
Gebruik: voor consumptie.

3.3.1.2 Geschiktheid locaties

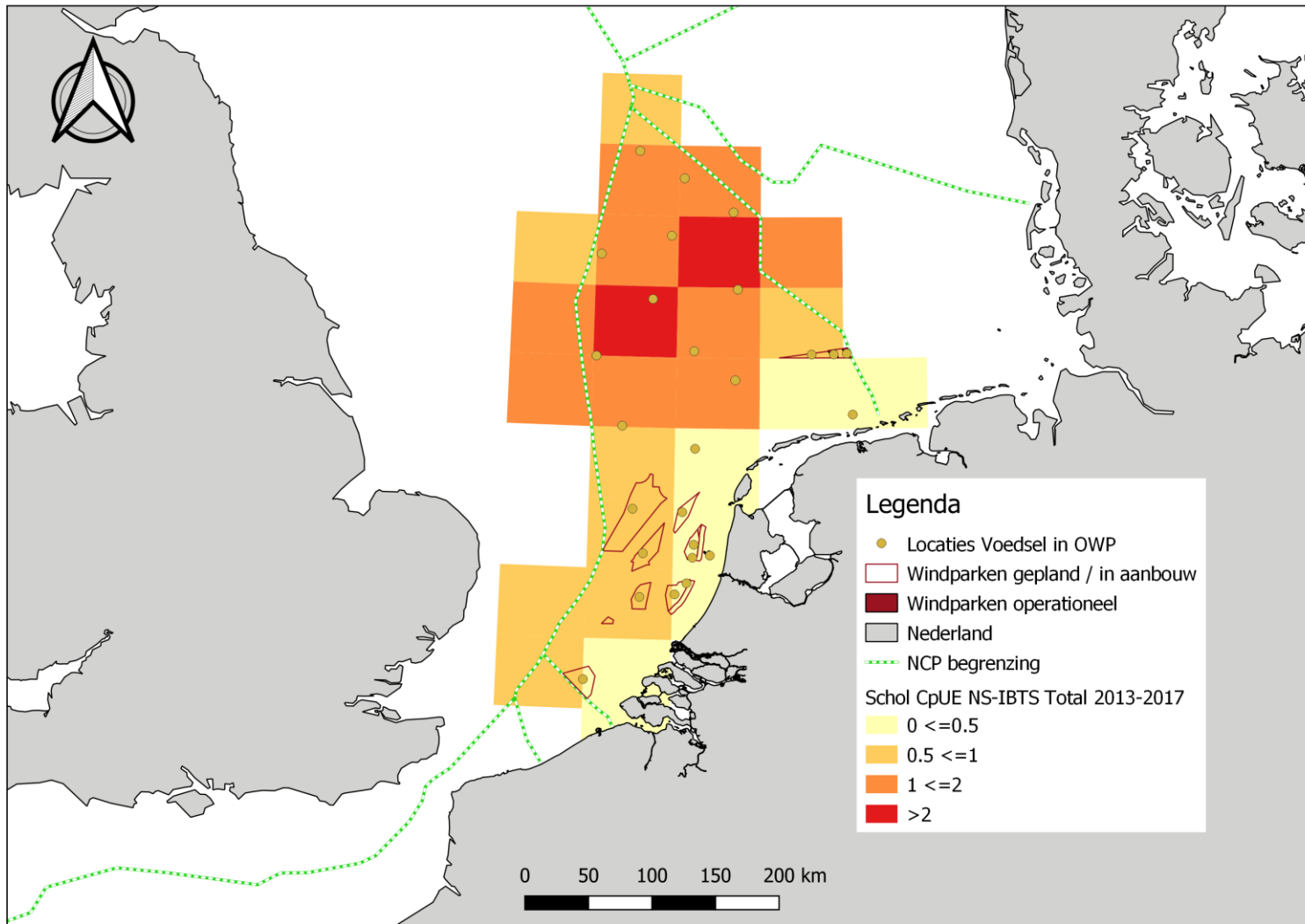
Uit verschillende databronnen, namelijk surveygegevens en visserijgegevens, komen verschillende bestandsdichtheden van schol voort. De gebruikte data is gebaseerd op werkelijk voorkomen van schol en is dus niet geëxtrapoleerd naar mogelijke dichtheden bij het aanbrengen van additioneel substraat. Schol komt voornamelijk voor op zanderige bodems en naar verwachting zal het aanbrengen van harde substraten hun voorkomen dus niet bevorderen. Het is echter moeilijk in te schatten in hoeverre hard substraat een effect zal hebben op het voorkomen van schol.

Uit de resultaten van zowel de surveys als de commerciële visserij blijkt dat schol in het gehele Nederlandse deel van de Noordzee wordt aangetroffen (Figuur 3.14, Tabel 2). Op basis van de ruimtelijke verdeling van de visserijinspanning van de Beam Trawl Surveys (BTS) is te zien dat de 'vangst per eenheid van visserijinspanning' (Catch per unit effort, CpUE) vrij gelijkmatig verdeeld is over de Nederlandse EEZ (Figuur 3.14a). De vangst per eenheid van visserijinspanning is lager aan de kust gekeken naar de resultaten van de International Bottom Trawl Survey (IBTS) (Figuur 3.14b). De windparken in het noorden lijken het meest geschikt voor het voorkomen van schol. Op basis van de resultaten van de aanlandingen blijkt eveneens dat schol voornamelijk in het noordelijke deel van de

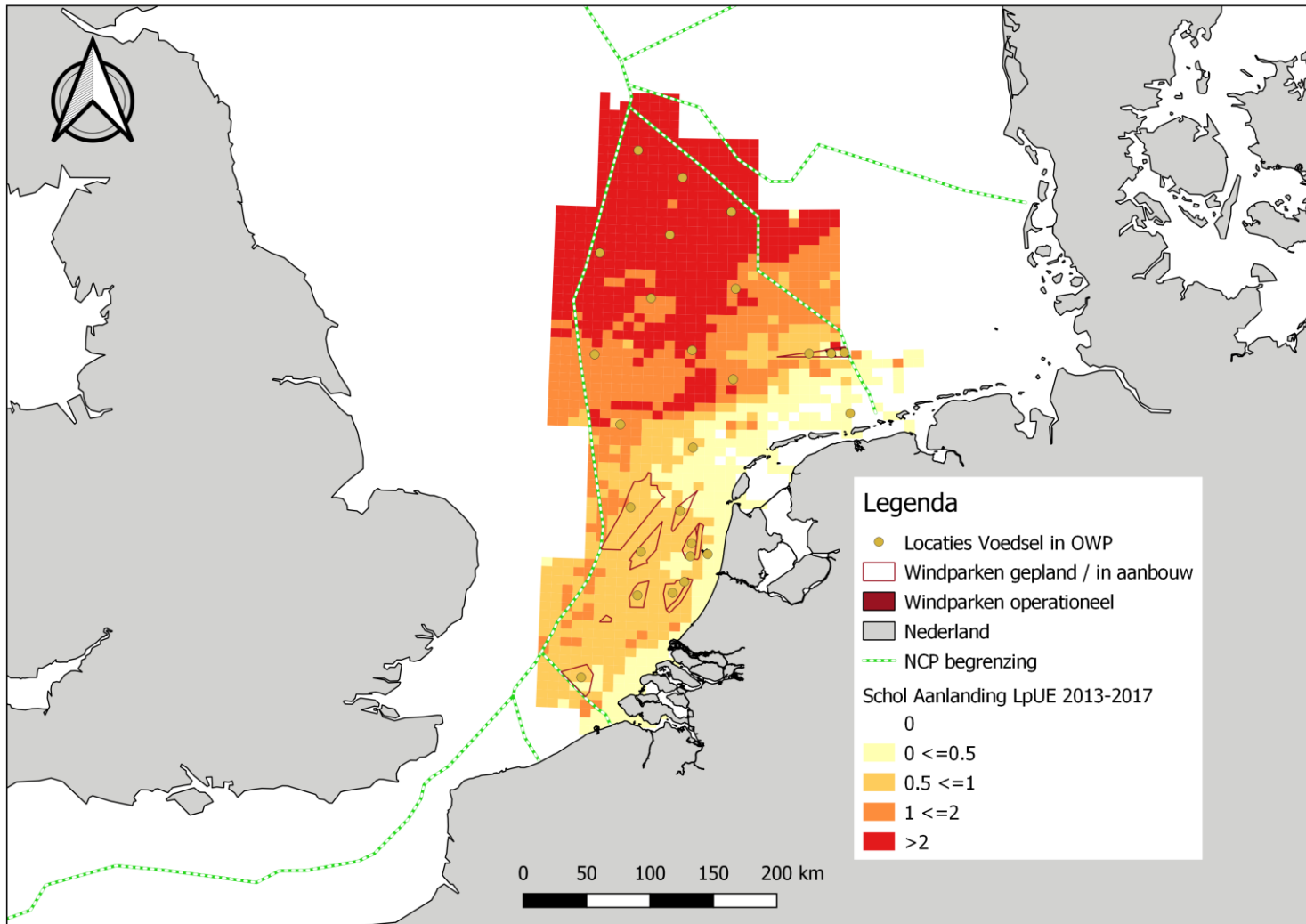
Nederlandse EEZ voorkomt. Direct boven de Waddeneilanden en aan de kust zijn de opbrengsten per eenheid van visserijinspanning (LpUE) lager. In het zuiden zijn gemiddelde opbrengsten waargenomen (Figuur 3.14c). Op basis van deze kaarten, voornamelijk de aanlandingen, lijken de aangewezen locaties CP5, CP6 en CP9 t/m CP17 het meest geschikt voor medegebruik met schol (Figuur 2.1).



Figuur 3.14a: Schol in de Nederlandse Noordzee: visserijinspanning (CpUE) BTS-survey.



Figuur 3.14b: Schol in de Nederlandse Noordzee: visserijinspanning (CpUE) IBTS-survey.



Figuur 3.14c: Schol in de Nederlandse Noordzee: aanlanding (LpUE) op basis van logboekgegevens.

3.3.2 Tong (*Solea solea*)



Figuur 3.15: *Solea solea*. Overgenomen van (Pillon, 2012b). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=127160&pic=64655>).

3.3.2.1 Conditie

Habitat en ecologie: tong (Figuur 3.15) is een slanke, donkerbruine platvis met een maximale lengte tot 70 cm, een gewicht tot 3 kg en een leeftijd tot 26 jaar (Bristow, 1992, Deniel, 1990, Quéro *et al.*, 1986). Ze leven voornamelijk ingegraven in zand of modderige bodems waar ze 's nachts jagen op wormen, schelpdieren en kleine kreeftachtigen.

Seizoenspatroon en voortplanting: In de wintermaanden migreren tongen naar diepere wateren (Frimodt, 1995). De paai vindt plaats van februari tot mei, afhankelijk van de locatie en watertemperatuur. De eitjes worden afgezet in de waterkolom door volwassen tongen vanaf een leeftijd van 3-5 jaar, met een lengte van 25-30 cm (Murua & Saborido-Rey, 2003, Muus *et al.*, 1999). Na 5 dagen komen de eitjes uit en groeien de larven gedurende 35 dagen op tot juveniele tongen. Deze juvenielen migreren na 2-3 jaar in de kustzone te zijn opgegroeid naar diepere wateren (ICES, 2012).

Areaal en verspreiding: tong wordt aangetroffen in de Oost Atlantische oceaan van Noorwegen tot de Middellandse zee en ten Zuidwesten van de Zwarte zee tot aan Senegal en Kaapverdië (Bauchot, 1986).

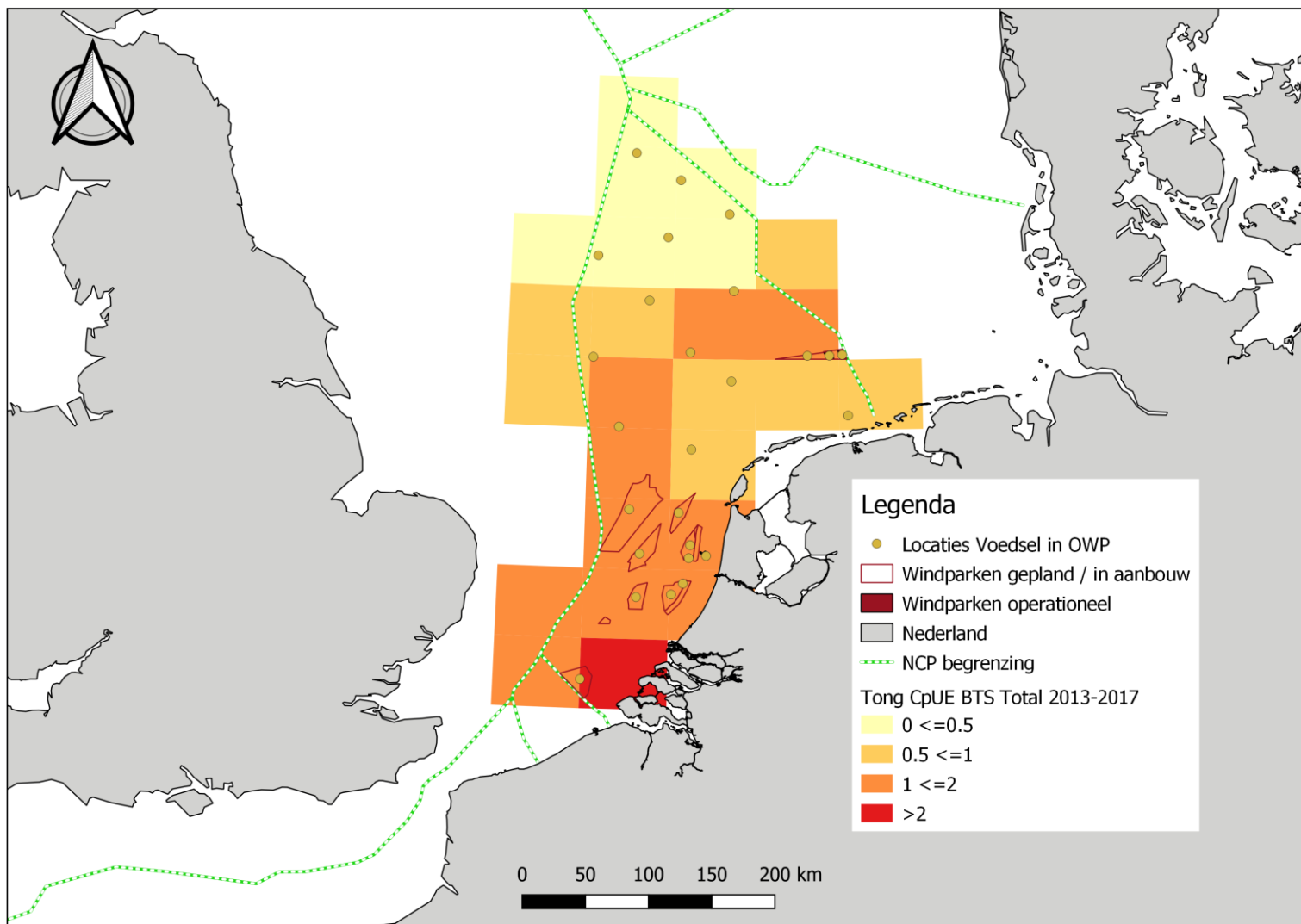
Abiotische factoren: tong wordt aangetroffen tot een maximale diepte van 150 m (Quéro *et al.*, 1986, Riede, 2004). De tong komt voornamelijk voor bij watertemperaturen tussen de 8-24 °C (Moreira *et al.*, 1992).

Gebruik: voor consumptie.

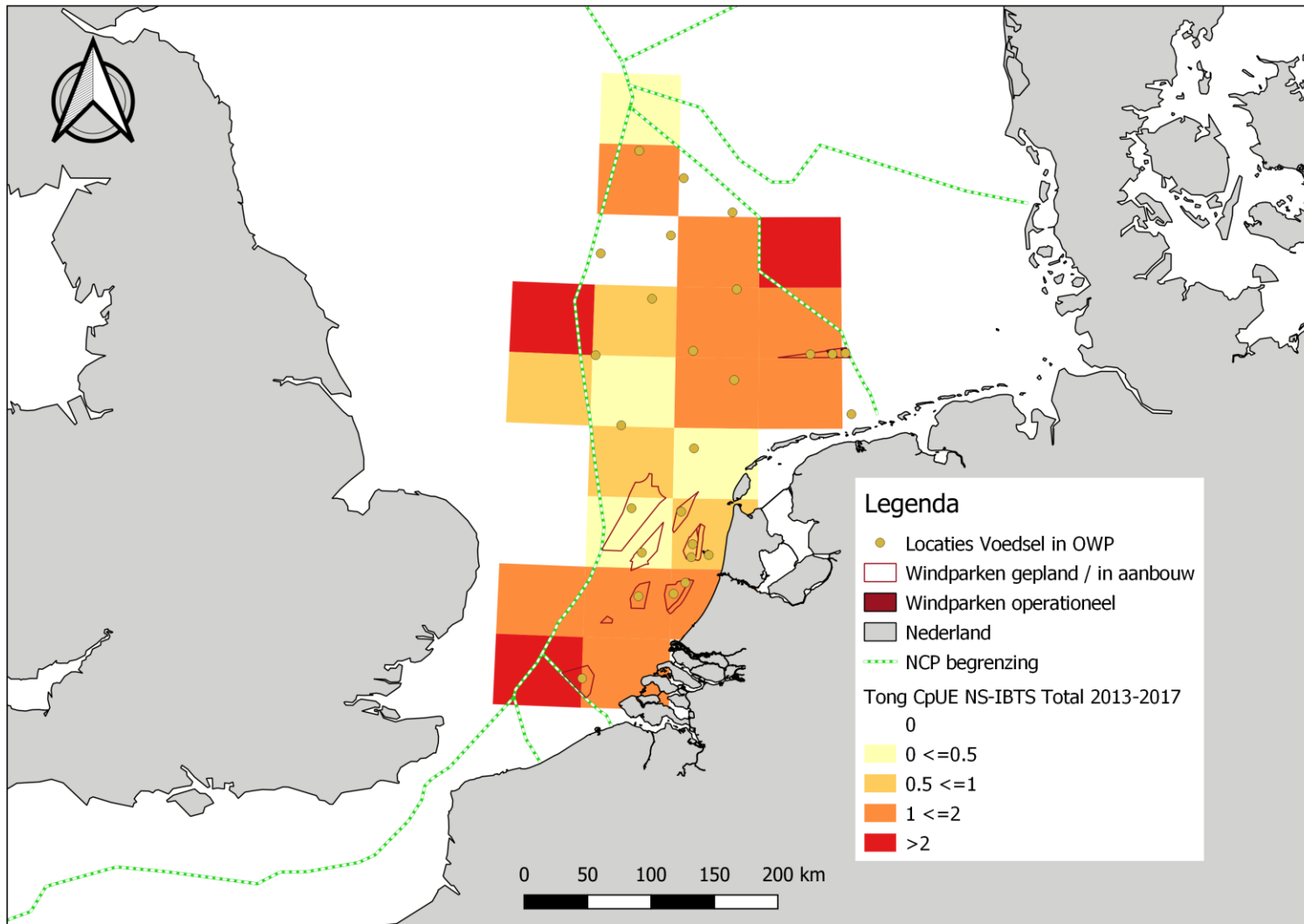
3.3.2.2 Geschiktheid locaties

Uit de resultaten van zowel de surveys als de commerciële visserij blijkt dat tong in de gehele Nederlandse EEZ wordt aangetroffen, afgezien van CP12, CP13 en CP16 op basis van de resultaten van de IBTS (Figuur 3.16, Tabel 2). Er lijkt een hogere vangst per eenheid van visserijinspanning in het zuiden gebaseerd op de data van de BTS (Figuur 3.16a). Er is echter geen duidelijke verspreiding waar te nemen op basis van de IBTS (Figuur 3.16b). De ruimtelijke verdeling van de opbrengst per eenheid van visserijinspanning laat een hogere opbrengst zien in het zuidelijke deel (Figuur 3.16c). De parken gelegen in het noorden lijken minder geschikt voor medegebruik met tong. Egmond aan Zee zou op basis van deze resultaten de beste locatie zijn, gevolgd door in het zuiden en midden de locaties Hollandse Kust Noord, Pr. Amalia, IJmuiden ver, Hollandse kust zuidwest, Luchterduinen, Hollandse kust zuid, Hollandse kust west, Hollandse kust noordwest, Borssele, CP4, CP5 en CP11 en ten noorden van de Waddeneilanden de locaties Buitengaats en Zee-energie (Figuur 2.1). Deze data zijn gebaseerd op werkelijk voorkomen van tong en hierbij is geen rekening gehouden met de effecten van het aanbrengen

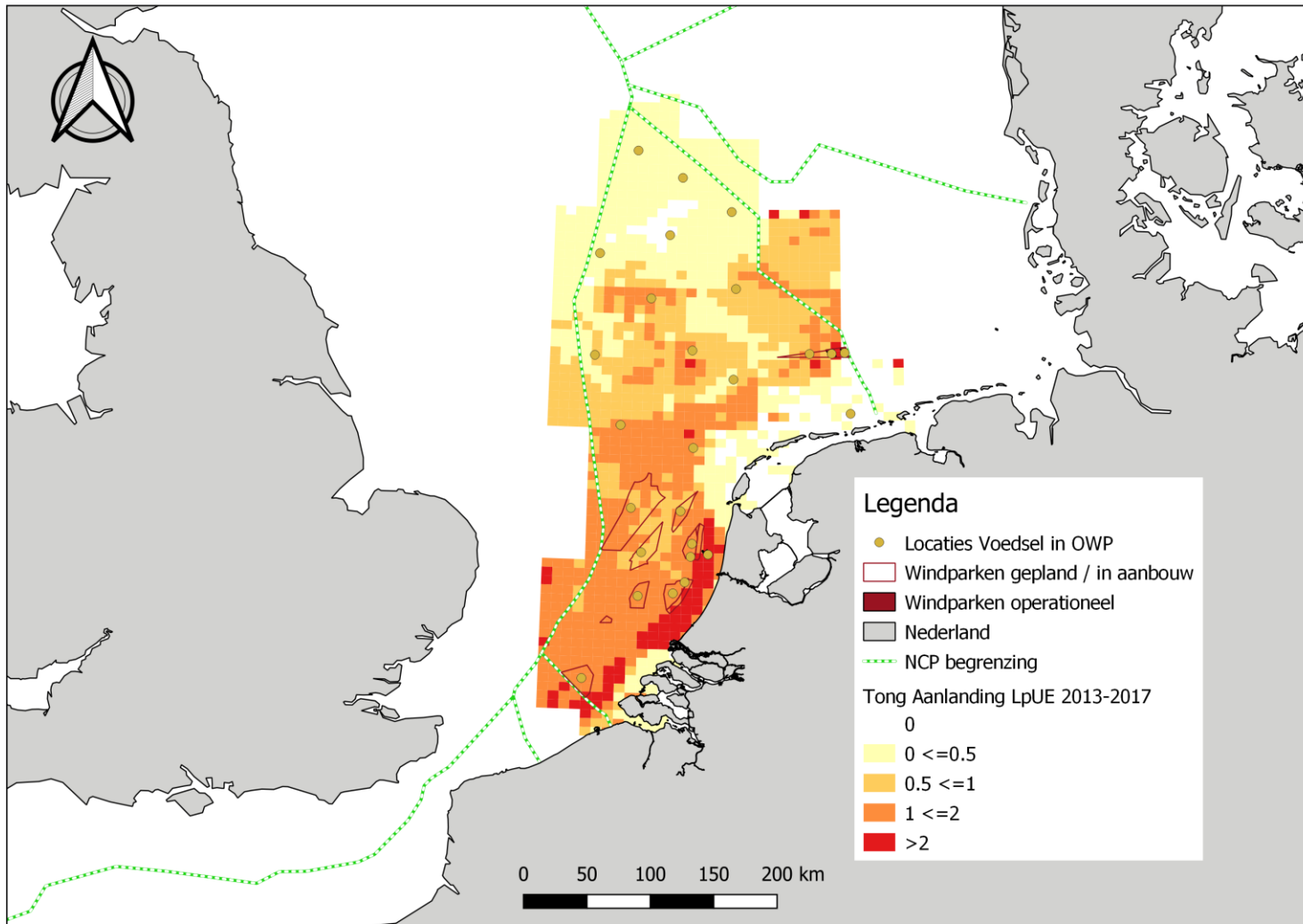
van additioneel hard substraat. Net als schol is tong een bodemvis die voornamelijk op zacht substraat voorkomt waarin het zich kan ingraven. Wat de effecten van het toevoegen van hard substraat op tong zullen zijn is moeilijk in te schatten.



Figuur 3.16a: Tong in de Nederlandse Noordzee: visserijinspanning (CpUE) BTS-survey.



Figuur 3.16b: Tong in de Nederlandse Noordzee: visserijinspanning (CpUE) IBTS-survey.



Figuur 3.16c: Tong in de Nederlandse Noordzee: aanlanding (LpUE) op basis van logboekgegevens.

3.3.3 Kabeljauw (*Gadus morhua*)



Figuur 3.17: *Gadus morhua*. Overgenomen van (Mees, 2014).
(<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=126436&pic=99369>).

3.3.3.1 Condities

Habitat en ecologie: kabeljauw (Figuur 3.17) is een goudkleurige vis met een duidelijke witte zijlijn met een maximale lengte tot 200 cm, een gewicht tot 96 kg en een leeftijd tot 25 jaar (Cohen *et al.*, 1990). Ze leven vooral in scholen boven de bodem waar zij vooral in de vroege ochtend of op het einde van de dag jagen op wormachtigen, kreeftachtigen als krabben, kleine vis en zelfs juveniele kabeljauw (Uzars & Plikshs, 2000).

Seizoenspatroon en voortplanting: Kabeljauwen migreren tussen foerageergronden, paaigronden en overwintergebieden (Cohen *et al.*, 1990). Kabeljauwen paaien in grote scholen in de periode van december tot mei, voornamelijk op zee dicht tegen de zeebodem aan. De larven komen na 14 dagen uit en groeien in ongeveer 3 maanden op tot juveniel (Cohen *et al.*, 1990).

Areaal en verspreiding: kabeljauw wordt aangetroffen in de Noord-Atlantische oceaan tot aan de Noordpool, Canada, Noord-Amerikaanse kust, Groenland, IJsland tot aan de Barentssee en in het Zuiden tot aan de golf van Biskaje (Cohen *et al.*, 1990, Riede, 2004).

Abiotische factoren: kabeljauwen komen voor op dieptes van 0–600 m. Ze prefereren watertemperaturen tussen 0–15 °C (Cohen *et al.*, 1990).

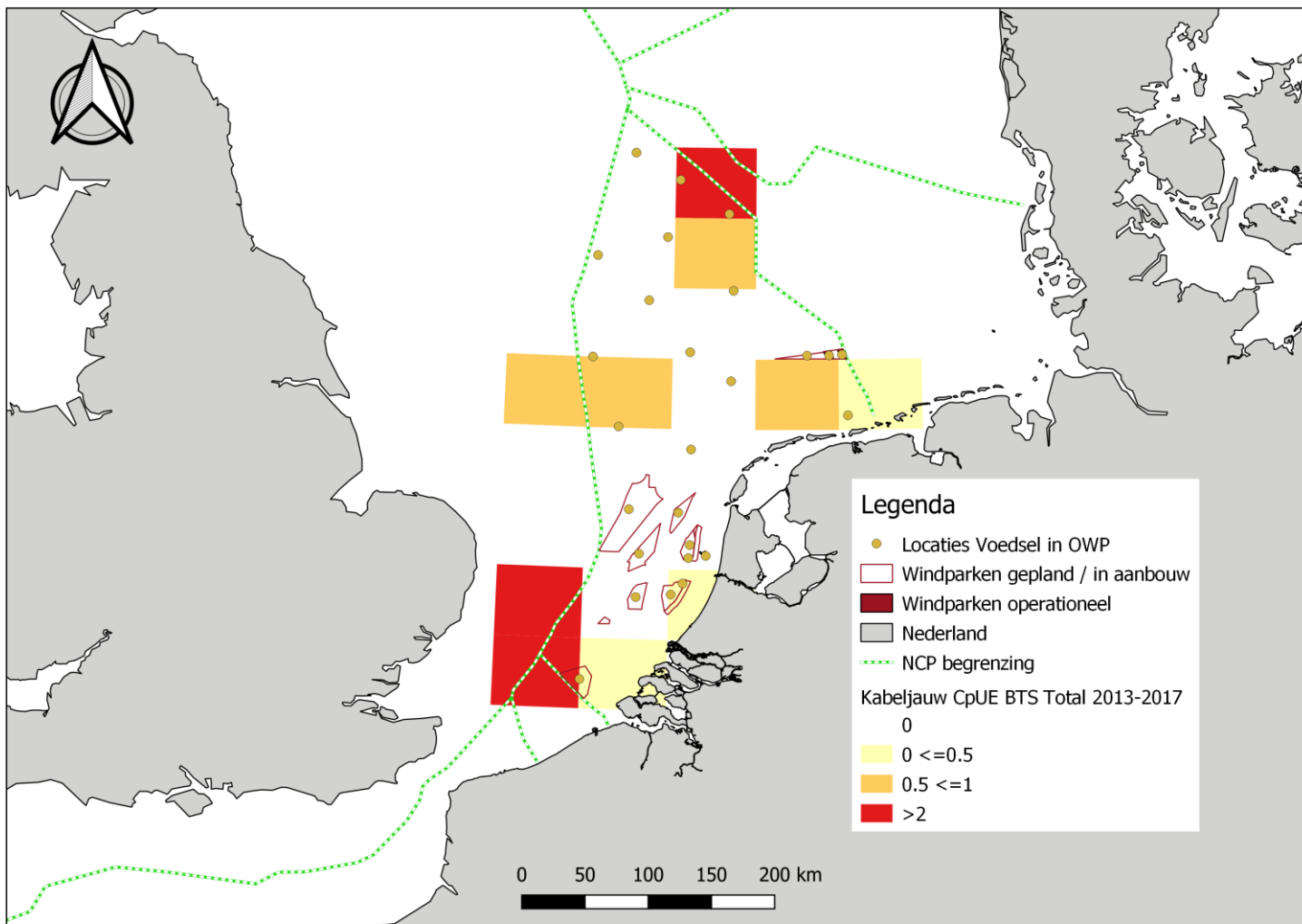
Gebruik: voor consumptie.

3.3.3.2 Geschiktheid locaties

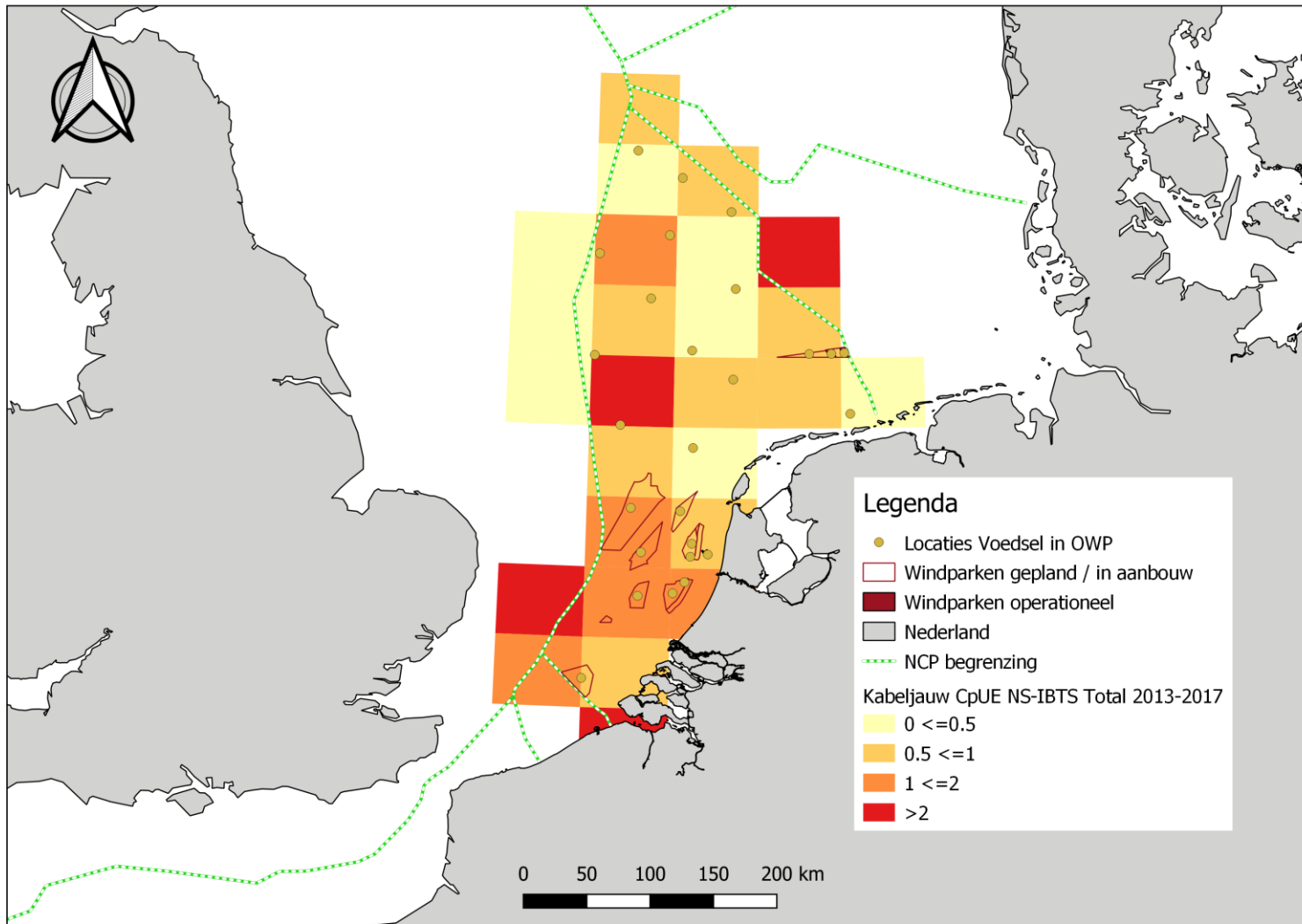
Uit de resultaten van zowel de surveys als de visserijgegevens blijkt dat kabeljauw verspreid over de Nederlandse EEZ wordt aangetroffen (Figuur 3.18 Tabel 2). Uit de verschillende databronnen komen verschillende bestandsdichtheden voort. Hierbij is nog geen rekening gehouden met het aanbrengen van erosiebeschermende bestorting in toekomstige windparken. In vervolgstudies kunnen de beschikbare data wel gebruikt worden om mogelijke scenario's voor visserij en de effecten van het aanbrengen van additioneel substraat te beoordelen. Volgens een studie uitgevoerd door Lengkeek *et al.*, zou de aanwezigheid van kabeljauw bevorderd kunnen worden door het aanbrengen van aangepaste erosiebeschermende bestortingen in windparken (Lengkeek *et al.*, 2017). Kabeljauw zou in de huidige windparken aangetrokken worden door de harde substraten om te foerageren, maar er zijn momenteel onvoldoende schuilmogelijkheden. Het aanbrengen van schuilplaatsen zou grotere aantallen kabeljauw aan kunnen trekken, zowel jonge als volwassen exemplaren. Het is echter niet duidelijk of er daadwerkelijk meer individuen van deze soort zullen komen (productie-effect op bestandsniveau) of dat er rondom de erosiebeschermende bestorting meer kabeljauw voor zal komen maar op andere plekken juist minder. Er is meer onderzoek nodig om dit te verhelderen. In het ontwerpkevelbesluit voor Hollandse Kust (noord), kavel V zijn er op basis van deze gegevens concrete voorschriften opgenomen

met het oog op het bevorderen van kabeljauw als 'paraplusoort' (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2019).

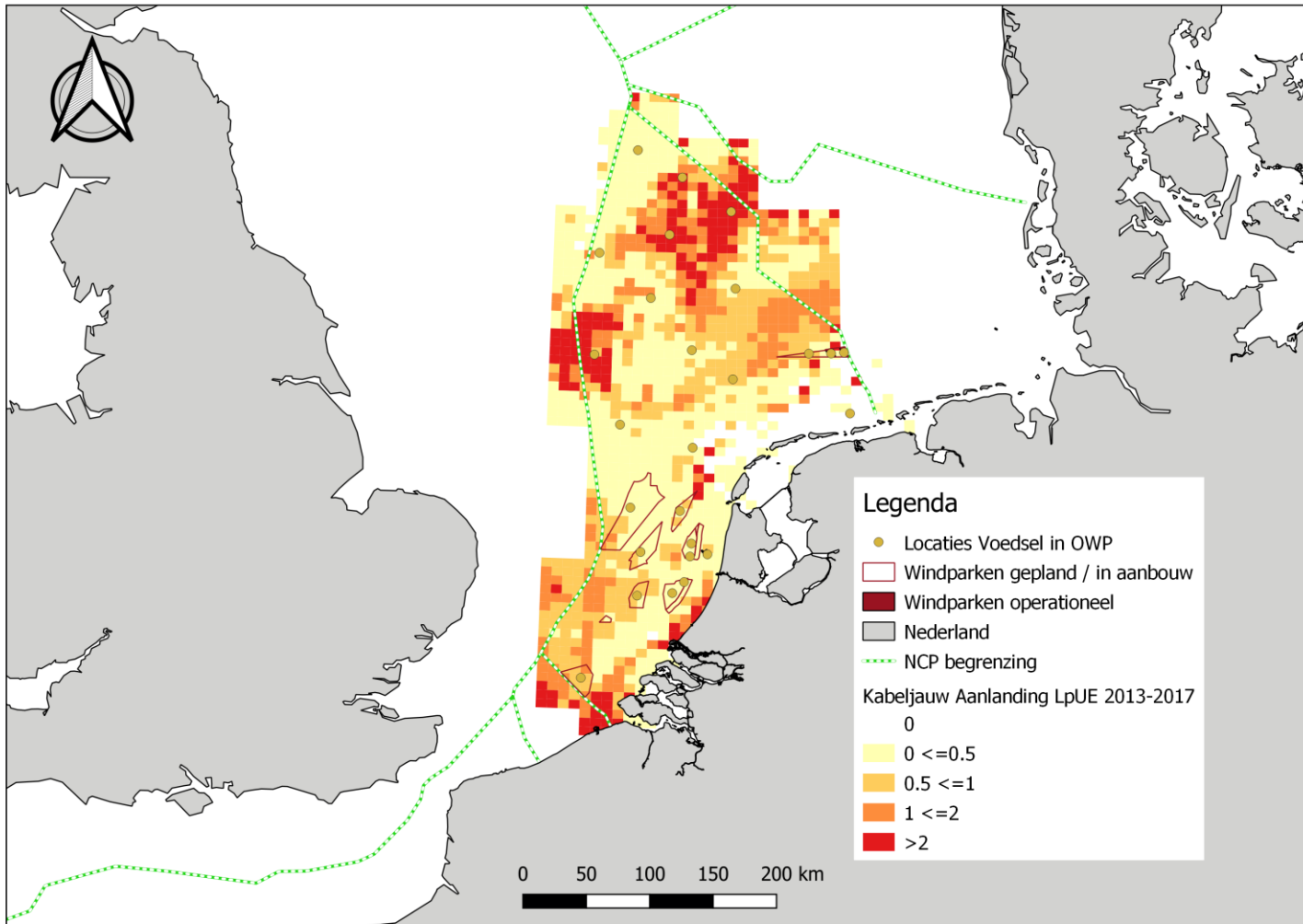
Op basis van de BTS gegevens blijkt kabeljauw niet overal aanwezig in de EEZ (Figuur 3.18a). Uit de resultaten van de IBTS blijkt kabeljauw echter wel overal te zijn aangetroffen, al lijkt de vangst per eenheid visserijinspanning willekeurig verdeeld over de EEZ (Figuur 3.18b). Dit is ook terug te zien in de resultaten van de aanlandingen (Figuur 3.18c). De opbrengst per eenheid van visserijinspanning lijkt willekeurig verspreid, er is geen duidelijke clustering te zien. Op basis van deze kaart, blijken de locaties C10, C13, C15 en C16 het meest geschikt te zijn voor kabeljauw (Figuur 2.1). Echter, ook in het zuiden en andere locaties in het noorden zouden geschikt kunnen zijn.



Figuur 3.18a: kabeljauw in de Nederlandse Noordzee: visserijinspanning (CpUE) BTS-survey.



Figuur 3.18b: kabeljauw in de Nederlandse Noordzee: visserijinspanning (CpUE) IBTS-survey.



Figuur 3.18c: kabeljauw in de Nederlandse Noordzee: aanlanding (LpUE) op basis van logboekgegevens.

3.3.4 Zeebaars (*Dicentrarchus labrax*)



Figuur 3.19: *Dicentrarchus labrax*. Overgenomen van (Pillon, 2012a). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=126975&pic=64090>).

3.3.4.1 Conditie

Habitat en ecologie: zeebaars (Figuur 3.19) is een zilvergrijze vis die een maximale lengte van 100 cm, een gewicht tot 12 kg en een maximale leeftijd van 30 jaar kan bereiken. De soort houdt zich vaak op in scholen vlak boven de zeebodem waar ze jagen op kreeftachtigen, wormen en kleinere vissen als zandspiering, haring en sprat. De jongere exemplaren foerageren vooral op kreeftachtigen en wormen. Het dieet verandert naarmate ze groter worden: dan neemt vis een grotere plaats in het dieet in (Kottelat & Freyhof, 2007, Whitehead *et al.*, 1984).

Seizoenspatroon en voortplanting: voortplanting vindt plaats van januari tot maart. Zeebaarzen paaien in scholen waarna de 1.1-1.5 mm grote eitjes in de waterkolom een drift maken (pelagisch). De eitjes komen na drie dagen uit. De larven zijn maximaal 3 mm groot bij het uitkomen (Smith, 1990).

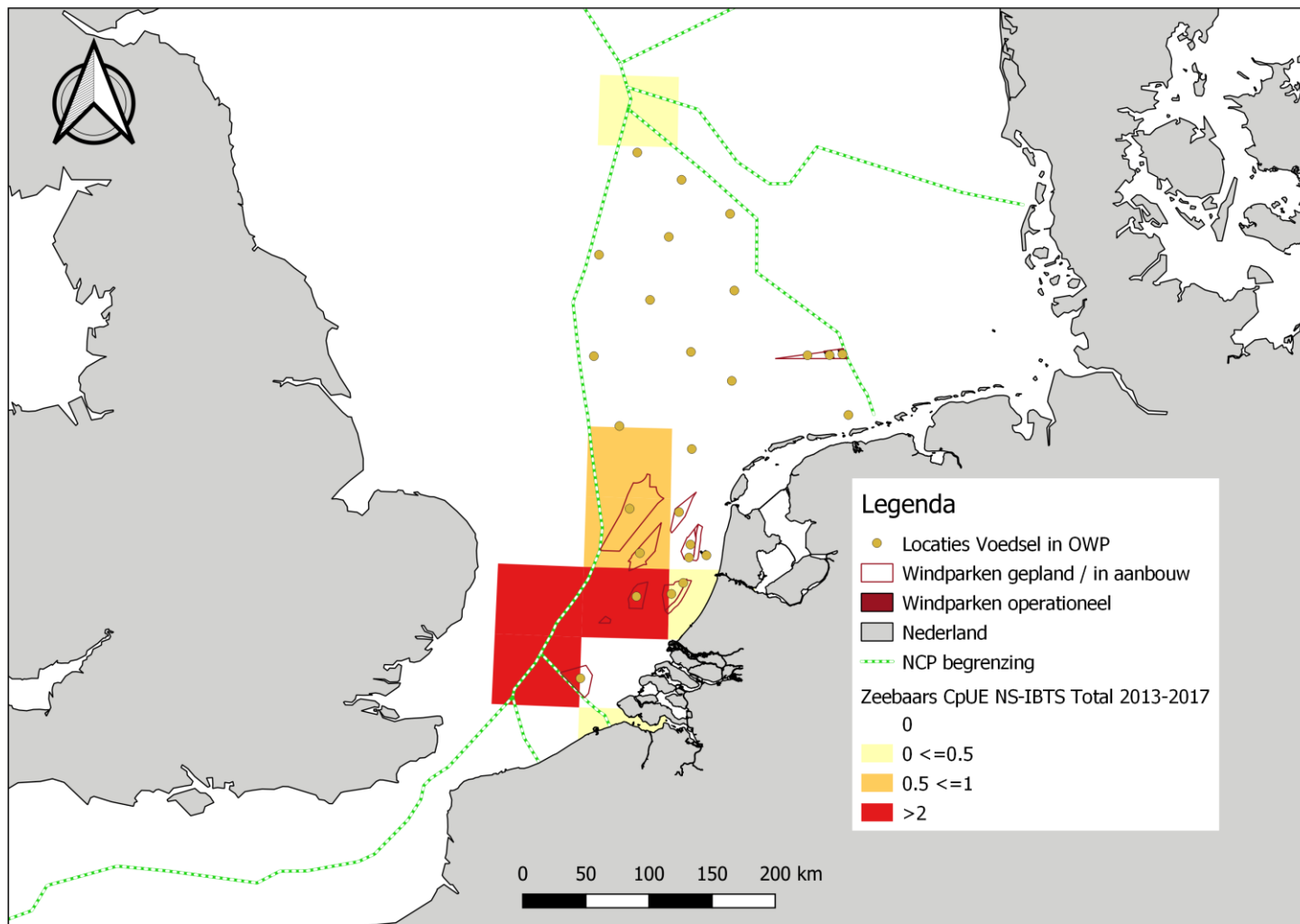
Areaal en verspreiding: de zeebaars is een inheemse soort voor de Zuidelijke en Westelijke Europese kustzones en voor Noord-Afrikaanse kustgebieden (Kottelat & Freyhof, 2007). Er wordt een onderscheid gemaakt tussen twee genetisch verschillende populaties. De één komt voor in de Noordoost-Atlantische Oceaan en de andere populatie komt voor in de West-Middellandse Zee. De soort migreert in de zomer verder naar het noorden en landinwaarts en keert in de winter terug naar het zuiden (Smith, 1990).

Abiotische factoren: zeebaarzen kunnen worden aangetroffen in zowel oceanen als in ondiepere kustzones, estuaria en riviermondingen tot een maximale diepte van 100 m (Lévêque *et al.*, 1990). Zeebaars prefereert een watertemperatuur tussen de 8 en 24 °C (Moreira *et al.*, 1992).

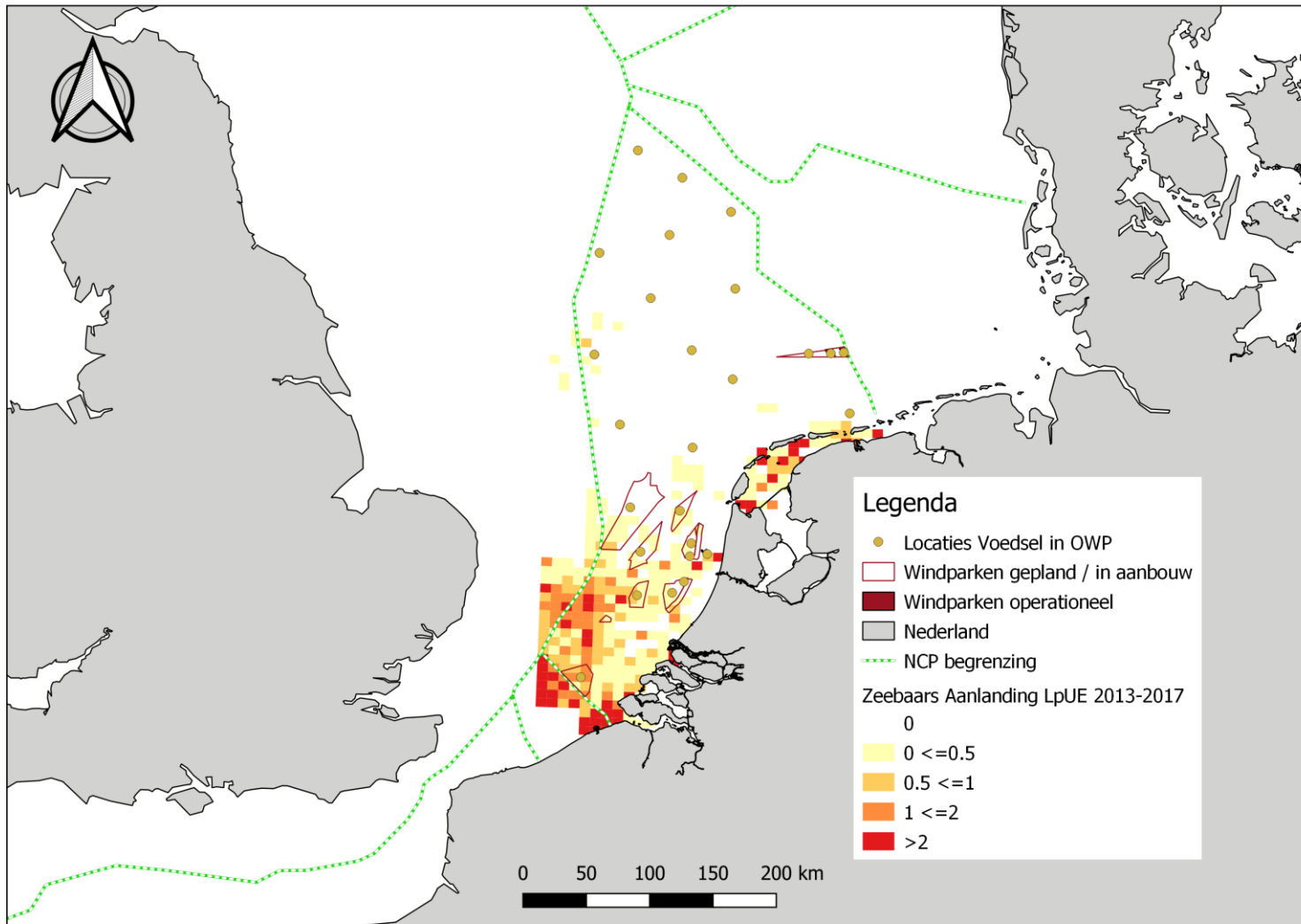
Gebruik: voor consumptie.

3.3.4.2 Geschiktheid locaties

Voor zeebaars zijn de vangsten tot op heden voornamelijk beperkt tot het zuidelijk deel van de Noordzee (Figuur 3.20, Tabel 2). Hierbij is nog geen rekening gehouden met het aanbrengen van erosiebeschermende bestorting in toekomstige windparken. Het toevoegen van hard substraat zal waarschijnlijk leiden tot een plaatselijke toename van vissoorten die met hard substraat geassocieerd zijn (zeebaars, alsook kabeljauw). Het is echter niet duidelijk of er daadwerkelijk meer individuen zullen komen op bestandsniveau of dat er slechts een verplaatsing optreedt. De technische aspecten van de mogelijk bevorderende elementen vallen buiten de scope van dit onderzoek. De locaties gelegen in het zuidelijke deel van de Nederlandse EEZ lijken op basis van deze resultaten het meest geschikt voor de vangst van zeebaars (Figuur 3.20a, Figuur 3.20b). De aangegeven locaties geven een indicatie van het spreidingsgebied voor zeebaars en hiermee de kansrijke gebieden voor visserijactiviteiten en natuurinclusieve bouwmaatregelen.



Figuur 3.20a: zeebaars in de Nederlandse Noordzee: visserijinspanning (CpUE) IBTS-survey.



Figuur 3.20b: zeebaars in de Nederlandse Noordzee: aanlanding (LpUE) op basis van logboekgegevens.

3.4 Kreeften en krabben

3.4.1 Noordzeekrab (*Cancer pagurus*)



Figuur 3.21: *Cancer pagurus*. Overgenomen van (Nuyttens, 2006b).
(<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=107276&pic=3389>).

3.4.1.1 Condities

Habitat en ecologie: de Noordzeekrab (Figuur 3.21) is een wijdverspreide allesetende en commercieel belangrijke soort van de orde decapoda (kreeften, krabben en garnalen) (Steenbergen *et al.*, 2012). Ze eten andere krabbensoorten, slakken en tweekleppigen (Neal & Wilson, 2008). De Noordzeekrab maakt gebruik van een breed scala aan omgevingen, variërend van zachte modder waarin hij zich kan verbergen of kan graven naar voedsel, tot rotsachtige substraten waar hij onderdak zoekt in holen en spleten. Harde substraten in een zanderige omgeving zoals olieplaatvormen, wrakken en windturbines trekken benthische organismen aan, welke als belangrijke voedselbron voor Noordzeekrab kunnen dienen (Bouma & Lengkeek, 2012). Daarnaast zouden windturbines een geschikt habitat kunnen vormen voor krabben, kunnen ze functioneren als collector van larven van Noordzeekrab en zelfs als kraamkamer (Krone *et al.*, 2017). Aan welke eigenschappen deze substraten zouden moeten voldoen, valt buiten de scope van deze studie. Anderzijds zijn de potentieel negatieve effecten van windmolenparken op Noordzeekrab en Noordzeekreeft, zoals onderwatergeluid en elektromagnetische straling, onvoldoende onderzocht (Hooper & Austen, 2014).

In tegenstelling tot kreeften is de Noordzeekrab geen obligate rifbewoner (Buck *et al.*, 2017, Steenbergen *et al.*, 2012). Noordzeekrabben zijn vooral 's nachts actief, waarschijnlijk om predatoren te mijden (Steenbergen *et al.*, 2012).

De groeisnelheid van de Noordzeekrab is gemiddeld 1-10 mm per jaar en hangt af van leeftijd, geslacht en waterdiepte en varieert daarmee tussen verschillende regio's op de Noordzee. De groeisnelheid vermindert met de leeftijd en is hoger in diepere wateren. Mannetjes groeien sneller dan vrouwtjes (Nautilus consultants, 2009). Naar alle waarschijnlijkheid varieert ook de leeftijd waarop Noordzeekrabben volwassen en geslachtsrijp worden. De range voor geslachtsrijp worden voor vrouwtjes is een schildbreedte van 100 tot 200 mm (ongeveer 4-5 jaar oud) en voor mannetjes ten minste 80 mm (ongeveer 3 à 4 jaar) (Steenbergen *et al.*, 2012). Ze kunnen 20 tot 100 jaar oud worden (Neal & Wilson, 2008).

Voortplanting: Noordzeekrabben planten zich voort in de winter. De vrouwtjes dragen hun eieren nog lange tijd bij zich, waarna ze de eieren begraven in de bodem of onder rotsen. In het late voorjaar tot vroege zomer komen de larven vrij in de waterkolom. Ze blijven ongeveer twee maanden in het water drijven (afstand afgelegd potentieel > 10 km). In de late zomer/vroege herfst zetten de jonge krabben zich vast op de zeebodem in het intergetijdengebied. Ze blijven in dit gebied tot ze een breedte van 60-70 mm bereiken. Dit duurt ongeveer drie jaar, waarna ze verder zeewaarts trekken (Nautilus consultants, 2009).

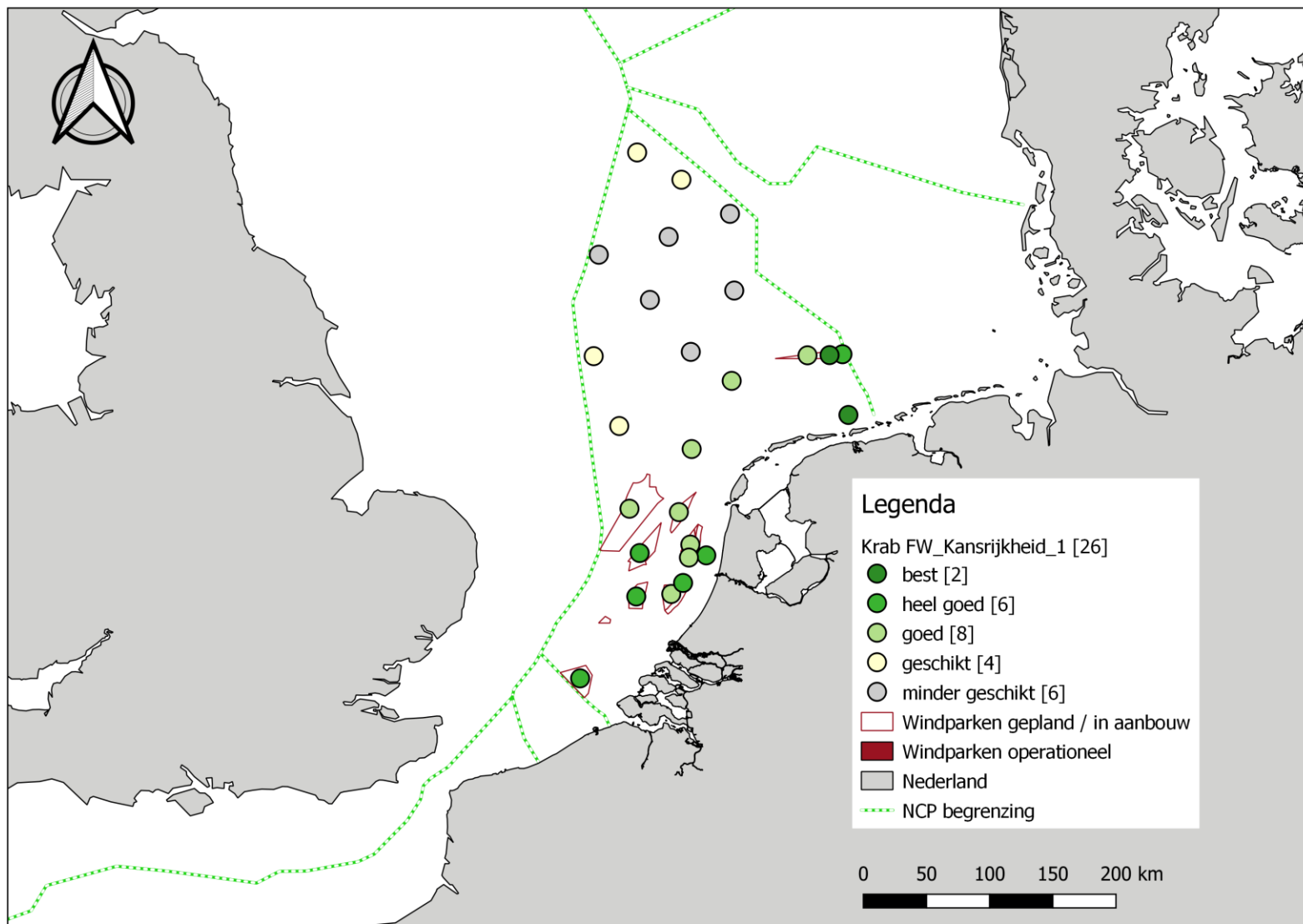
Areaal en verspreiding: Noordzeekrab komt voor van Noorwegen tot in de Middellandse Zee. In de Noordzee lijken de kusten van Nederland, Duitsland en Denemarken (tot zo'n 50 km uit de kust) zeer belangrijk met een trend dat de aantallen oplopen van lage aantallen in het zuiden tot hogere aantallen in het noorden bij Duitsland en Denemarken. De Noordzeekrabben trekken in de herfst naar diepere wateren omdat ze gevoelig zijn voor lage temperaturen. In het voorjaar/zomer trekken de dieren weer terug naar de kustwateren. Noordzeekrabben kunnen tijdens deze migratie grote afstanden afleggen, tot 258 km. Deze migratie blijkt sekseafhankelijk te zijn, de vrouwtjes leggen grotere afstanden af dan hun mannelijk soortgenoten (Coleman & Rodrigues, 2017).

Abiotische factoren: Naast het brede scala van habitats gebruikt door Noordzeekrab is een tolerantie van stroomsnelheden variërend van 0 tot 3 knopen, variërende belichting en een dieptebereik van 0 tot 100 m (Linley *et al.*, 2007, Neal & Wilson, 2008). Volwassen Noordzeekrab is gevoelig voor verminderde zoutgehalten (<17 ‰), een gevoeligheid die niet geldt voor juvenielen (Linley *et al.*, 2007).

Gebruik: voor consumptie.

3.4.1.2 Geschiktheid locaties

Voor Noordzeekrab is de studie met name uitgevoerd op basis van het huidige voorkomen op hard substraat (o.a. wrakken), waarbij een modelleringslag heeft plaatsgevonden om de extrapolatie naar potentieel toekomstige windparklocaties te maken. Uit de resultaten blijkt dat voornamelijk de locaties verder van de kust minder geschikt zijn (Figuur 3.22, Tabel 2). Het best geschikt blijkt de locatie Zee-energie. Locaties die ook heel goed geschikt lijken te zijn, zijn Egmond aan Zee, Luchterduinen, Buitengaats, Borssele, Hollandse kust zuidwest en Hollandse kust west. Het onderscheid tussen 'best' en 'heel goed' is een minimaal verschil.



Figuur 3.22: kansenkaart voor de vangst van Noordzeekrab op (potentiële) offshorewindenergielocaties.

3.4.2 Noordzeekreeft (*Homarus gammarus*)



Figuur 3.23: *Homarus gammarus*. Overgenomen van (Decleer, 2006). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=107253&pic=3588>).

3.4.2.1 Condities

Habitat en ecologie: de Noordzeekreeft (Figuur 3.23) wordt meestal niet groter dan een totale lengte van 50 cm, maar soms worden exemplaren waargenomen van bijna 100 cm. Het zijn solitair levende dieren. Onder gunstige omstandigheden kunnen ze 20 jaar oud worden en een bericht bereiken tot vijf kilogram (Holthuis, 1950). Vanwege bevissing bereiken de kreeften echter zelden dit formaat. De scharen zijn bijna even groot als de kop en het rugschild samen (Holthuis, 1950). De Noordzeekreeft komt voor vanaf de laagwaterlijn tot grotere diepten, waargenomen tot dieptes van meer dan 100 m. De soort is veel te vinden in gebieden met holen, afgezien van de pelagische larven. Een rotsachtige omgeving heeft na het larvaal stadium de voorkeur, alsook veenlagen en stevige kleilagen waarin holtes gegraven kunnen worden (Holthuis, 1950). Uit een desktopstudie van Rozemeijer & van de Wolfshaar (2019) blijkt dat Noordzeekreeften in een vroeg stadium volledig afhankelijk zijn van schuilplaatsen in het substraat om predatoren te vermijden. In een later stadium worden ze minder afhankelijk van schuilplaatsen maar ze behouden een voorkeur voor hard substraat. De holtes in rotsen moeten groot genoeg zijn voor de kreeft om in zijn geheel in te verdwijnen. Wanneer ze groeien, verplaatsen ze zich naar grotere holtes (Rozemeijer & van de Wolfshaar, 2019). De erosiebeschermende bestorting in windparken zou een goed potentieel habitat kunnen vormen voor Noordzeekreeft, bijvoorbeeld door gebruik te maken van specifieke structuren beschreven in o.a. Buck *et al.* En Jensen *et al.* (Buck *et al.*, 2017, Jensen *et al.*, 2000). Rozemeijer & van de Wolfshaar beschrijven het optimale habitat voor Noordzeekreeft op basis van verschillende referenties als een habitat waarbij een heterogene laag van stenen en keien aanwezig is bovenop een doordringbaar substraat waardoor schuilplaatsen voor kreeften van iedere grootte ontstaan. Volgens dezelfde desktopstudie is meer onderzoek nodig om een beter inzicht te krijgen in de benodigde structuren voor het overleven en gedijen van kreeften van verschillende formaten in een bepaald gebied (Rozemeijer & van de Wolfshaar, 2019). Meer informatie over de stimulering van het voorkomen van kreeft door middel van bestortingen is te vinden in de studie van Rozemeijer & van de Wolfshaar (2019) en valt verder buiten de scope van deze studie. Noordzeekreeften gaan 's nachts op rooftocht en het lijkt erop dat ze wel enigszins selectief zijn en een voorkeur hebben voor krabben, kreeften, vis, algen, aas en schelpdieren (Rozemeijer & van de Wolfshaar, 2018).

Voortplanting: Noordzeekreeften zijn geslachtsrijp als ze vijf jaar zijn. Ze planten zich één keer per jaar voort, in de nazomer (bij vervelling). De vrouwtjes dragen circa 5000 tot 40000 eieren negen maanden met zich mee tussen de zwemboten onder het gesegmenteerde achterlijf (Holthuis, 1950). Als de larven uitkomen zijn ze circa één cm groot en leiden daarna tot de derde vervelling een planktonisch bestaan (dispersieve larvale fase), van ongeveer één maand. Hierna vestigen de larven zich op de bodem en volgt de vroege bentische fase (EBP), welke twee tot drie jaar duurt (Prodöhl *et al.*, 2007). Settende larven zoeken hun habitat vooral op plaatsen waar ze beschutting kunnen vinden omdat ze zeer kwetsbaar zijn voor predatie (Linley *et al.*, 2007, Prodöhl *et al.*, 2007).

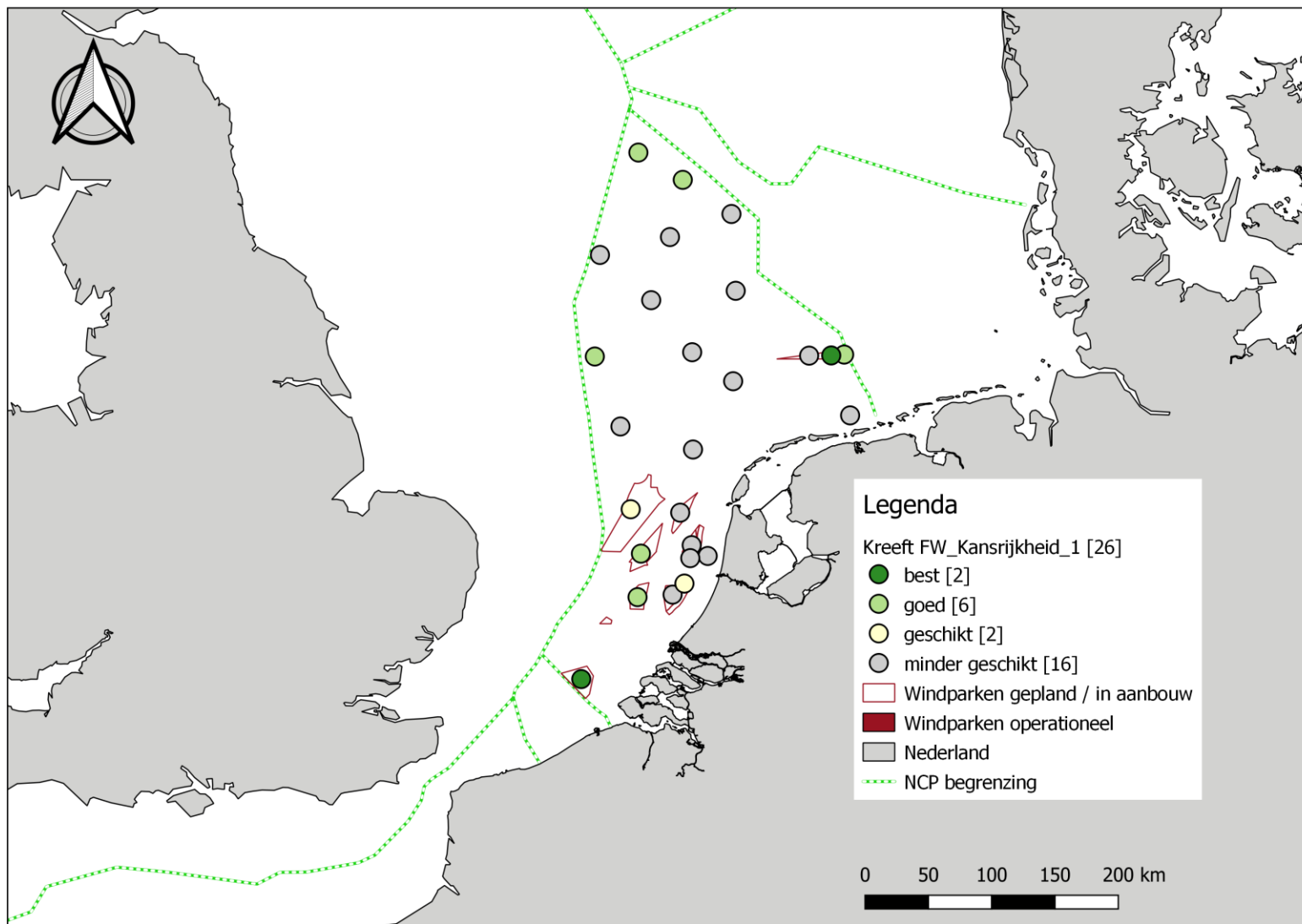
Areaal en verspreiding: van Noord-Noorwegen tot Marokko, in de Middellandse Zee en de Zwarte Zee. Hun 'commercieel relevante gebied' is echter momenteel beperkt tot Noord-Frankrijk, Groot-Brittannië en Ierland. In Noorwegen en Shetland zijn de voorraden aanzienlijk gedaald of ingestort. In de Middellandse Zee en buiten het Iberisch schiereiland, ten noorden van de Golf van Biskaje, zijn Noordzeekreeften zeldzaam en meestal ver beneden het commerciële niveau (Phillips, 2008, Prodöhl *et al.*, 2007).

Abiotische factoren: de diepteverdeling van Noordzeekreeften wordt bepaald door met de diepte geassocieerde fysische factoren zoals blootstelling aan wind en getijstromen, zoutgehalte en temperatuur. De Noordzeekreeft kan een zoutgehalte van slechts 10 ppt overleven gedurende lange perioden (dagen tot weken), echter als gevolg daarvan lijdt de kreeft aan verhoogde metabolische kosten en lagere groeipercentages (Linley *et al.*, 2007).

Gebruik: voor consumptie.

3.4.2.2 Geschiktheid locaties

Voor Noordzeekreeft is de studie met name uitgevoerd op basis van het huidige voorkomen op hard substraat (o.a. wrakken), waarbij een modelleringslag heeft plaatsgevonden om de extrapolatie naar potentieel toekomstige windparklocaties te maken. De data laten zien dat niet alle locaties voldoende kansen voor ontwikkeling van kreeftbiomassa. De data met betrekking tot hard substraat zijn niet overal dekkend, waardoor de mogelijkheid bestaat dat toename van hard substraat en eventuele aanvullende natuurinclusieve elementen ook de verspreiding van deze soorten op termijn positief zou kunnen bevorderen. Op basis van de resultaten, blijken Zee-energie en Borssele het meest geschikt (Figuur 3.24, Tabel 2).



Figuur 3.24: kansenkaart voor de vangst van Noordzeekreeft op (potentiële) offshorewindenergielocaties.

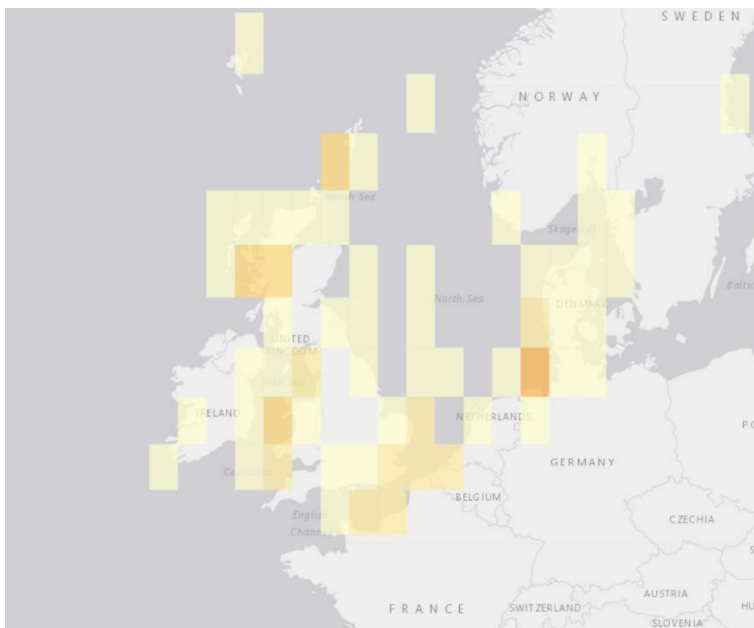
3.3.2. Gewone spinkrab (*Hyas araneus*) en rode spinkrab (*Hyas coarctatus*)

Wegens beperkte beschikbaarheid van gegevens over gewone spinkrab en rode spinkrab, zijn deze soorten niet meegenomen in de analyse. Desondanks wordt hier een beknopt overzicht gegeven van de beschikbare gegevens.



Figuur 3.25: *Hyas araneus*. Overgenomen van (Fisheries and Oceans Canada, 2011a). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=107322&pic=40632>).

De gewone spinkrab (Figuur 3.25) is roodbruin van kleur en heeft een carapace tot 10 cm lengte en 8 cm breedte. Het is een noordelijke soort en komt voor van Noorwegen tot in Het Kanaal (Cornelius *et al.*, 1995) (Figuur 3.26). In het Nederlandse deel van de Noordzee is de soort aangetroffen op dieptes van 0 tot 60 m, in de Noordzee kustzone (0 tot 20 m) en offshore (20 tot 60 m). De soort is zowel aangetroffen op hard substraat als op zacht substraat (Bos *et al.*, 2016).



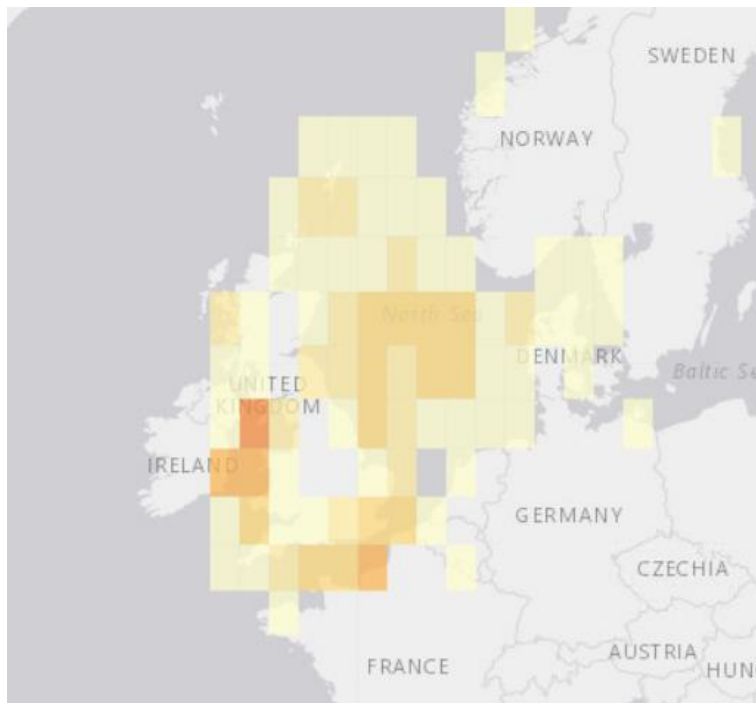
Figuur 3.26: verspreidingskaart van gewone spinkrab. Overgenomen van <https://mapper.obis.org/?taxonid=107322>. Hoe donkerder de kleur, hoe meer waarnemingen, voor grijze gebieden ontbreken gegevens. Deze kaart is gebaseerd op waarnemingen en zegt dus niets over de geschiktheid van een gebied op basis van (a)biotische factoren.

De carapace van de rode spinkrab (Figuur 3.27) kan een lengte bereiken tot 6 cm en een breedte tot 4 cm. De rode spinkrab is roodbruin van kleur en komt voor tot een diepte van minstens 50 m, vaak

dieper dan de gewone spinkrab. De rode spinkrab is, net als de gewone spinkrab, een noordelijke soort die voorkomt van Svalbard en Noorwegen tot aan Groot-Brittannië (Cornelius *et al.*, 1995) (Figuur 3.28).



Figuur 3.27: *Hyas coarctatus*. Overgenomen van (Fisheries and Oceans Canada, 2011b). (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=107323&pic=40634>).



Figuur 3.28: verspreidingskaart van rode spinkrab. Overgenomen van <https://mapper.obis.org/?taxonid=107323>. Hoe donkerder de kleur, hoe meer waarnemingen, voor grijze gebieden ontbreken gegevens. Deze kaart is gebaseerd op waarnemingen en zegt dus niets over de geschiktheid van een gebied op basis van (a)biotische factoren.

3.5 Samenvatting van de grenswaarden

De uitgevoerde literatuurstudie geeft een richtlijn voor de grenswaarden van abiotische factoren waarbinnen optimale en minder optimale groei van de geanalyseerde soorten, waaronder zeewier, mossel en oester, plaatsvindt. Deze grenswaarden zijn gebruikt als uitgangspunt voor het onderscheiden van de geschiktheid van de locaties (Tabel 1), het kaartmateriaal hiertoe is opgenomen bij de betreffende soorten in dit hoofdstuk. Een samenvatting met de relatieve abiotische en biotische geschiktheid van bestaande, geplande en mogelijke toekomstige windparklocaties op de Noordzee voor een aantal vormen van medegebruik van de soorten is weergegeven in Tabel 2.

De grenswaarden en het kaartmateriaal geven de kansrijkheid aan van gebieden waarin de betreffende soorten op basis van abiotische en biotische factoren voor kunnen komen. Hiermee geeft dit een indicatie van de mogelijkheden om door het stimuleren van geschikt substraat de ontwikkelkans te vergroten. Per soort zal het soort substraat en de leefomgeving specifiek geanalyseerd dienen te worden om maximaal rendement te behalen op visserijstimulerende maatregelen of natuurinclusieve maatregelen.

Tabel 1: Grenswaarden gehanteerd voor de kaartsamenstelling rond de kansrijkheid van kweek in windparken.

		Zeewier	Mossel	Platte oester
Temperatuur (min.)	minder geschikt	niet onderscheidend	niet onderscheidend	niet onderscheidend
	geschikt	niet onderscheidend	niet onderscheidend	niet onderscheidend
	optimaal	niet onderscheidend	niet onderscheidend	niet onderscheidend
Temperatuur (max.)	minder geschikt	niet onderscheidend	niet onderscheidend	> 14 °C
	geschikt	niet onderscheidend	niet onderscheidend	7-14 °C
	optimaal	niet onderscheidend	niet onderscheidend	7-14 °C
Saliniteit	minder geschikt	niet onderscheidend	<25 psu	<25 psu
	geschikt	niet onderscheidend	<25 psu	25-35 psu
	optimaal	niet onderscheidend	>25 psu	25-35 psu
Diepte	minder geschikt	niet onderscheidend	niet toegepast	>80 m.
	geschikt	niet onderscheidend	niet toegepast	<80 m.
	optimaal	niet onderscheidend	niet toegepast	<80 m.
Stroomsnelheid (gem.)	minder geschikt	niet toegepast	<0.514 m/s	>0.25 m/s
	geschikt	niet toegepast	>0.514 m/s	<0.25 m/s
	optimaal	niet toegepast	>0.514 m/s	<< 0.25 m/s
N-gehalte	minder geschikt	<10 µmol/L	niet toegepast	niet toegepast
	geschikt	<10 µmol/L	niet toegepast	niet toegepast
	optimaal	10-40 µmol/L	niet toegepast	niet toegepast
N-flux	minder geschikt	<20 µmol/m ² /s	niet toegepast	niet toegepast
	geschikt	20-30 µmol/m ² /s	niet toegepast	niet toegepast
	optimaal	>30 µmol/m ² /s	niet toegepast	niet toegepast
P-gehalte	minder geschikt	<0.3 µmol/L	niet toegepast	niet toegepast
	geschikt	<0.3 µmol/L	niet toegepast	niet toegepast
	optimaal	>0.3µmol/L	niet toegepast	niet toegepast
P-flux	minder geschikt	<1.0 µmol/m ² /s	niet toegepast	niet toegepast
	geschikt	<1.0 µmol/m ² /s	niet toegepast	niet toegepast
	optimaal	max. 1.0 - 1.5 µmol/m ² /s	niet toegepast	niet toegepast
Chlorofyl-a	minder geschikt	niet toegepast	0.5-2 resp. 30-104 µg/l	<0.5 of >8 µg/l
	geschikt	niet toegepast	2-30 µg/l	0.5-8 µg/l
	optimaal	niet toegepast	2-30 µg/l	0.5-8 µg/l
SPM	minder geschikt	niet toegepast	<10 of >90 mg/l	<4 mg/l
	geschikt	niet toegepast	10-90 mg/l	>4 mg/l
	optimaal	niet toegepast	10-90 mg/l	>4 mg/l
Weging		niet toegepast	Stroomsnelheid, Saliniteit elk 17%; Chl-a, SPM elk 33%	

Tabel 2: Relatieve abiotische en biotische geschiktheid van bestaande, geplande en mogelijke toekomstige windparklocaties op de Noordzee voor een aantal vormen van medegebruik met betrekking tot de kweek van bepaalde soorten schelpdieren en zeewier en de niet-bodemberoerende vangst van bepaalde soorten schaaldieren en weekdieren.

Windparklocatie	zeewier (voorspelling) [Fig. 3.6]	mossel (voorspelling) [Fig. 3.8]	platte oester (voorspelling) [Fig. 3.10]	zeekat (aanlanding) [Fig. 3.12]	schol (visserijinspanning (BTS)) [Fig. 3.14a]	schol (visserijinspanning (IBTS)) [Fig. 3.14b]	schol (aanlanding) [Fig. 3.14c]	tong (visserijinspanning (BTS)) [Fig. 3.16a]	tong (visserijinspanning (IBTS)) [Fig. 3.16b]	tong (aanlanding) [Fig. 3.16c]	kabeljauw (visserijinspanning (BTS)) [Fig. 3.18a]	kabeljauw (visserijinspanning (IBTS)) [Fig. 3.18b]	kabeljauw (aanlanding) [Fig.3.18c]	zeebaars (visserijinspanning (BTS))	zeebaars (visserijinspanning (IBTS)) [Fig. 3.20a]	zeebaars (aanlanding) [Fig. 3.20b]	Noordzeekrab (voorspelling) [Fig. 3.22]	Noordzeekreeft (voorspelling) [Fig. 3.24]
<i>Bestaande en geplande locaties:</i>																		
Egmond aan Zee	+	++	+	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	1	++	-
Pr. Amalia	+	++	+	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	+	-
Luchterduinen	+	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	1	0	++	0
Buitengaats (Gemini)	0	0	+++	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	++	+
Zee-energie (Gemini)	0	0	+++	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	+++	+++
Borssele	+++	+++	+++	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	1	1	++	+++
Holl. Kust (zuid)	+++	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	1	0	+	-
Holl. Kust (noord)	+	++	+	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	+	-
Holl. Kust (zuidwest)	+	++	++	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	1	1	++	+
Holl. Kust (west)	+	++	-	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	1	++	+
Holl. Kust (noordwest)	+	0	+	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	1	0	+	-
IJmuiden Ver	+	0	-	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	1	0	+	0
Ten Noorden van de Wadden (resterend)	0	0	+++	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	+	-
<i>Additionele potentiële locaties:</i>																		
CP4	-	0	-	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	+	-
CP5	-	-	-	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	0	0	0	-
CP6	-	0	-	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	+	-
CP9	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	-	-

CP10	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NA	0	0	0	+
CP11	-	-	-	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	-	-	
CP12	-	-	-	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	NA	0	0	-	-	
CP13	-	-	-	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	NA	0	0	-	-	
CP14	-	-	-	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	0	+	
CP15	-	-	-	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	NA	0	0	0	+	
CP16	-	-	-	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	NA	0	0	-	-	
CP17	-	0	-	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	NA	0	0	-	-	

Noot: potenties op basis van daadwerkelijk vastgestelde aan-/ afwezigheid: geen data in de buurt van deze locatie (NA), afwezig (0), aanwezig (1); potenties op basis van voorspelde gradiënten: best (+++), heel goed (++), goed (+), geschikt (0), minder geschikt (-).

4 Conclusies en discussie

De studie resulteert in kaartmateriaal en een samenvattende tabel dat de geschiktheid van bestaande, geplande en potentiële (fictieve) windparklocaties in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) voor maricultuur en passieve visserij op zee kwalitatief in beeld brengt. Het kaartmateriaal is geproduceerd met als doel een grafische weergave te geven van de kansrijkheid voor ontwikkeling van activiteiten die de betreffende soort aangaan. De resultaten staan in tabelvorm weergegeven in tabel 2 van hoofdstuk 3. Hierbij is voor zeewier, mossel en oester met name uitgegaan van een kweeksituatie in de waterkolom (off-bottom). Hierbij is geen rekening gehouden met mogelijke technische beperkingen en geschiktheid van de locatie op basis van andere activiteiten. De kaarten zijn primair gebaseerd op de kansrijkheid van de ontwikkeling van soorten op basis van biologische kenmerken, gecombineerd met abiotische data. Aangezien deze kweekvormen en -soorten in die situatie niet bodemgebonden zijn, hoeft geen rekening gehouden te worden met het huidige ontbreken van harde substraten op sommige windparklocaties. Hiermee wordt een eerste aanzet gegeven voor de kansrijkheid van de ontwikkelingen van de betreffende soorten. Ontwikkelingen en groei van de soorten zijn echter afhankelijk van vele factoren, waaronder configuratie van het windpark, toekomstige hydrodynamiek, schaalgrootte, kweekconfiguratie en mede-gebruik (natuur-scheepvaart-kweek). Toekomstige kweeksystemen dienen dan ook rekening te houden met maximale inpasbaarheid en robuustheid. Daarnaast is een essentiële beperkende factor te vinden in de draagkracht van het systeem, waarbij niet alleen de off-bottomkweek, maar het totale complex aan biomassa een bepalende factor is.

De kaarten zijn voor zeewier en schelpdieren weergegeven in mate van geschiktheid. Hierbij dient gesteld te worden dat mindere geschiktheid niet betekent dat de locaties ongeschikt zijn. Hier kan nog steeds potentiële productie plaatsvinden, echter de biomassaontwikkeling en de schaalgrootte van de kweek zal op deze locaties naar verwachting beperkter zijn als gevolg van de niet optimale omgevingscondities.

Voor zeewier is duidelijk te zien dat locaties in het zuidelijkere deel van de Noordzee geschikter lijken dan de noordelijke locaties, dit is met name een gevolg van de N- en P-stromen uit het Deltagebied. Dit is primair te vinden in de N- en P-fluxen die sterk bepalend zijn voor de groeimogelijkheden van zeewier. Locaties dichtbij de kust hebben echter wel meer variatie in maximumtemperatuur waardoor vingerwier, met een maximum van 20 °C, mogelijk kwetsbaarder is. Uit het rapport van Bolman *et al.* blijkt bovendien dat vanwege de noordoost-zuidwestoriëntatie die noodzakelijk is voor zeewierkweek om haaks op de stroming te staan, de beschikbare ruimte per windpark zal verschillen (Bolman *et al.*, 2019). In alle gevallen zal de schaalgrootte, kostprijs en productiviteit de economische haalbaarheid bepalen.

Voor oester en mossel geldt dat een groot deel van het Nederlands deel van de Noordzee geschikt lijkt voor de productie van biomassa. Hierbij zijn met name locaties ver uit de kust minder geschikt. Hierbij moet onderstreept worden dat het om een kwalitatieve inschatting voor schelpdierproductiviteit gaat. Voor een kwalitatieve inschatting is behalve inzicht in stroming, ook de primaire productie van algen van belang. Daarbij zal de aanwezigheid van kweekinstallaties ook een effect op de stroming rondom de schelpdieren hebben en daarmee bepalend voor de productie zijn. Ook hier geldt dat ongeschiktheid geen definitief uitsluitsel geeft over het niet kunnen kweken op deze locatie. Wel dient rekening gehouden te worden met een beperktere biomassa-productiecapaciteit door het ontbreken van optimale omgevingscondities. Onderzoek naar actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren laat zien dat platte oesters met name dichtbij de kust, in de Oosterschelde en Waddenzee aangetroffen worden en dat de meest kansrijke locaties dichtbij de kust liggen (Kamermans *et al.*, 2018a, Bos *et al.*, In prep). Mosselen worden veel vaker aangetroffen en hebben een grotere verspreiding. Een voorspelling van potentiële dichtheden op basis van hardsubstraatdata laat zien dat de grootste dichtheden mosselen nabij het wateroppervlak worden verwacht in de zuidelijke Noordzee en boven de Waddeneilanden (Bos *et al.*, In prep). De kansrijkheid op basis van de in dit rapport toegepaste omgevingsvariabelen komt overeen met de voorspelling voor mosseldichtheden door Bos (In prep.) maar lijkt hoger in het gebied tussen de zuidelijke Noordzee en boven de Waddeneilanden (Figuur 2.2). Een eventuele combinatie van zeewier- en mosselteelt zoals voorgesteld in Bolman *et al.* (2019), zou

voordeel kunnen leveren in verband met uitwisseling van benodigde stoffen voor groei. Eventuele competitie tussen zeewier en plankton (voedsel voor schelpdieren) is afhankelijk van de schaalgrootte en de draagkracht van het ecosysteem.

Voor zeeekat blijken op basis van de visserijgegevens de grootste kansen te liggen in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee. Waarbij ook op noordelijke locaties zeeekat aangetroffen wordt. De kansen voor vestigen en vangst zijn mede verbonden aan seizoenale patronen en kunnen mogelijk vergroot worden door het aanbrengen van geschikt substraat (de inrichtingseisen dienen nader onderzocht te worden).

Voor krabben en kreeften is de studie met name uitgevoerd op basis van het huidige voorkomen op hard substraat (o.a. wrakken), waarbij een modelleringslag heeft plaatsgevonden om de extrapolatie naar potentieel toekomstige windparklocaties te maken. Hierbij laten de data zien dat niet alle locaties voldoende kansen bieden voor ontwikkeling van kreeftbiomassa. De data met betrekking tot hard substraat zijn niet overal dekkend, waardoor de mogelijkheid bestaat dat toename van hard substraat en eventuele aanvullende natuurinclusieve elementen ook de verspreiding van deze soorten op termijn positief zou kunnen bevorderen. Voor visserij in en rond windparken zijn de bevissingsmethoden (vangstmogelijkheden) en soortkeuze hard substraat van groot belang. Wat voor soort eigenschappen dit harde substraat zou moeten hebben om het voorkomen van bepaalde soorten te bevorderen, valt buiten de scope van deze studie.

Voor schol, tong en kabeljauw is de verspreiding over 2013-2017 berekend, hetgeen een goed beeld geeft van het voorkomen en de kansen voor visserij. Uit verschillende databronnen, namelijk visserijgegevens en surveygegevens, komen verschillende bestandsdichtheden voort. Deze data zijn niet geïnterpreteerd, aangezien de interpretatie sterk afhangt van de doelstelling van de analyse. Deze data zijn gebaseerd op werkelijk voorkomen van tong en hierbij is geen rekening gehouden met de effecten van het aanbrengen van additioneel hard substraat. Net als schol is tong een bodemvis die voornamelijk op zacht substraat voorkomt waarin het zich kan ingraven. Wat de effecten van het toevoegen van hard substraat op tong zullen zijn is moeilijk in te schatten. De beschikbare data kunnen in vervolgstudies gebruikt worden om mogelijke scenario's voor visserij te beoordelen. Hierbij kan gedacht worden aan verplaatsingsmogelijkheden (na aanvullende analyse) van visserijactiviteiten, verandering van vismethodiek in windparken, ontwikkeling van combinatiegebruik (vis-schelpdierenriffen) en omschakeling naar nieuwe methoden.

Op basis van de BTS-gegevens blijkt kabeljauw niet overal aanwezig in de EEZ. Uit de resultaten van de IBTS blijkt kabeljauw echter wel overal te zijn aangetroffen, al lijkt de vangst per eenheid visserijinspanning willekeurig verdeeld over de EEZ. Dit is ook terug te zien in de resultaten van de aanlandingen. De opbrengst per eenheid van visserijinspanning lijkt willekeurig verspreid, er is geen duidelijke clustering te zien. Uit de verschillende databronnen komen verschillende bestandsdichtheden voort. Hierbij is nog geen rekening gehouden met het aanbrengen van erosiebeschermende bestorting in toekomstige windparken. In vervolgstudies kunnen de beschikbare data wel gebruikt worden om mogelijke scenario's voor visserij en de effecten van het aanbrengen van additioneel substraat te beoordelen. Volgens een studie uitgevoerd door Lengkeek *et al.*, zou de aanwezigheid van kabeljauw bevorderd kunnen worden door het aanbrengen van aangepaste erosiebeschermende bestortingen in windparken (Lengkeek *et al.*, 2017). Kabeljauw zou in de huidige windparken aangetrokken worden door de harde substraten om te foerageren, maar er zijn momenteel onvoldoende schuilmogelijkheden. Het aanbrengen van schuilplaatsen zou grotere aantallen kabeljauw aan kunnen trekken, zowel jonge als volwassen exemplaren. Het is echter niet duidelijk of er daadwerkelijk meer individuen van deze soort zullen komen (productie-effect op bestandsniveau) of dat er rondom de erosiebeschermende bestorting meer kabeljauw voor zal komen maar op andere plekken juist minder. Er is meer onderzoek nodig om dit te verhelderen.

Voor zeebaars zijn de vangsten tot op heden voornamelijk beperkt tot het zuidelijk deel van de Noordzee. Hierbij is nog geen rekening gehouden met het aanbrengen van erosie beschermende bestorting in toekomstige windparken. Het toevoegen van hard substraat zal waarschijnlijk leiden tot een plaatselijke toename van vissoorten die met hard substraat geassocieerd zijn (zeebaars, alsook kabeljauw). Het is echter niet duidelijk of er daadwerkelijk meer individuen zullen komen op bestandsniveau of dat er slechts een verplaatsing optreedt. De technische aspecten van de mogelijk bevorderende elementen vallen buiten de scope van dit onderzoek.

Voor zeebaars zijn de vangsten tot op heden voornamelijk beperkt tot het zuidelijk deel van de Noordzee. Onder gelijkblijvende (a)biotische omstandigheden zal dit in een situatie met windparken zo blijven.

5 Aanbevelingen

De studie laat zien dat windparken op zee een wisselende geschiktheid hebben voor de kweek of visserij van verschillende soorten. Dit resultaat wordt gezien als een eerste stap bij het in beeld brengen van het potentiële meervoudig ruimtegebruik in de toekomst.

Enkele aanbevelingen voor het vervolgproces zijn:

- Kansrijkheidsbenadering voor andere soorten (spinkrab (op basis van visserijdata), inktvissen, fluwelen zwemkrab) op basis van visserijgegevens;
- Kwantitatieve benadering voor kansrijkheid schaaldieren en vis;
- Seizoensafhankelijke kanskaarten voor schelpdieren en zeewier met als doel onderscheid te maken in de potentie voor mogelijke combinatieweek en seizoensweek van zeewiersoorten;
- Kennisontwikkeling rond interactie tussen verschillende soorten (ecosysteembenadering);
- Kennisontwikkeling interactie tussen bodemsoorten en pelagische soorten;
- Draagkracht studies rond potentiële productie scenario's (incl. lokale en cumulatieve effecten);
- Potentiële negatieve en positieve impacts van kweek op zee identificeren;
- Modelleren visserij, ecologische en economische gevolgen visserij door scenario's voor concentratie van visserij, verplaatsing van visserij en/of technische innovaties;
- Vangstmogelijkheden visserij in en rond windparken uitwerken (theoretisch en praktisch).

6 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.

Jaarlijks wordt de kennis van demersale vis en benthos bij medewerkers van WMR getest (de Boois, 2018). Tijdens de surveys zijn er altijd minimaal twee mensen aanwezig die goed in staat zijn de verschillende soorten op naam te brengen.

Literatuur

- Bárbara, I. 2007. *Palmaria palmata* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=145771&pic=14925>.
- Bauchot, M. 1986. Sparidae. In 'Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean vol. 2'. (Eds PJP Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese.) pp. 883-907. UNESCO: Paris.
- Bayne, B. L. 1998. The physiology of suspension feeding by bivalve molluscs: an introduction to the Plymouth "TROPHEE" workshop. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **219**:1-19.
- Bikker, P., Contreras, A. L., Palstra, A. & Brandenburg, W. 2013. A Triple P review of the feasibility of sustainable offshore seaweed production in the North Sea. In: Burg Van Den, S., Stuiver, M. & Veenstra, F. [Eds.]. IMARES, Wageningen.
- Bolman, B., A., B., Maarse, M., Roetert, T., Schouten, J.-J. & Vergouwen, S. 2019. Verkenning toekomstig medegebruik windparken. Deltares, Delft.
- Bos, O., Coolen, J. W. P. & van der Wal, J. T. In prep. Biogene riffen in de Noordzee. Actuele en potentiële verspreiding van rifvormende schelpdieren en wormen. Wageningen Marine Research, Den Helder.
- Bos, O., Gittenberger, A., De Boois, I., Van Asch, M., Van der Wal, J., Cremer, J., Van der Hoorn, B., Pieterse, S. & Bakker, P. 2016. Soortenlijst Nederlandse Noordzee. Wageningen Marine Research.
- Bouma, S. & Lengkeek, W. 2012. Benthic communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Bristow, P. 1992. The illustrated encyclopedia of fishes. *Chancellor Press*:303.
- Buck, B. H. & Buchholz, C. M. 2004. The offshore-ring: A new system design for the open ocean aquaculture of macroalgae. *Journal of Applied Phycology* **16**:355-68.
- Buck, B. H., Krause, G., Pogoda, B., Grote, B., Wever, L., Goseberg, N., Schupp, M. F., Mochtak, A. & Czybulka, D. 2017. The German Case Study: Pioneer Projects of Aquaculture-Wind Farm Multi-Uses. *Aquaculture Perspective of Multi-Use Sites in the Open Ocean*. Springer, pp. 253-354.
- Bult, T. P., van Stralen, M. R., Brummelhuis, E. & Baars, J. M. D. D. 2004. Mosselvisserij en -kweek in het sublitoraal van de Waddenzee: Eindrapport EVA II deelproject F4b (Evaluatie Schelpdiervisserij tweede fase). Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO).
- Burrows, M. T. 2012. Influences of wave fetch, tidal flow and ocean colour on subtidal rocky communities. *Marine Ecology Progress Series* **445**:193-U462.
- Capelle, J., Blanco, A. & van Stralen, M. 2017. Invang van mosselzaad in MZI's: results 2017. Wageningen Marine Research, Yerseke.
- Carlson, L. 1991. SEASONAL-VARIATION IN GROWTH, REPRODUCTION AND NITROGEN-CONTENT OF FUCUS-VESICULOSUS L IN THE ORESUND, SOUTHERN SWEDEN. *Botanica Marina* **34**:447-53.
- Cohen, D. M., Inada, T., Iwamoto, T. & Scialabba, N. 1990. Gadiform fishes of the world. *FAO fisheries synopsis* **10**:I.
- Coleman, M. & Rodrigues, E. 2017. Orkney Brown Crab (*Cancer pagurus*) Tagging Project. *Orkney Shellfish Research Project*. Orkney Sustainable Fisheries Ltd, pp. Pp 21.
- Cooper, J. A. & Chapleau, F. 1998. Monophyly and intrarelationships of the family Pleuronectidae (Pleuronectiformes), with a revised classification. *Fish. Bull.* **96**:686-726.
- Cornelius, P., Manuel, R., Ryland, J., Hayward, P. & Ryland, J. 1995. Handbook of the marine fauna of north-west Europe. Oxford University Press, Oxford.
- De Wulf, L. 2014. *Mytilus edulis* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=140480&pic=100362>.
- Decler, M. 2006. *Homarus gammarus* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=107253&pic=3588>.
- Deniel, C. 1990. Comparative study of growth of flatfishes on the west coast of Brittany. *Journal of Fish Biology* **37**:149-66.
- deZwaan, A. & Eertman, R. H. M. 1996. Anoxic or aerial survival of bivalves and other euryoxic invertebrates as a useful response to environmental stress - A comprehensive review. *Comp Biochem Phys C* **113**:299-312.
- Didderen, K., Lengkeek, W., Coolen, J. W. P. & Waardenburg, H. W. 2012. Harde substraten en biodiversiteit: Vooronderzoek naar kunstmatige objecten in de Noordzee (NCP). Bureau Waardenburg BV, Culemborg, pp. 52.
- Edwards, M. D. & Watson, L. 2011. Cultivating *Laminaria digitata*. *Aquaculture explained*. Bord Iascaigh Mhara (BIM), Dublin.
- Ellrich, J. A. 2015. *Fucus vesiculosus* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=145548&pic=126889>.
- Fisheries and Oceans Canada, C. D. 2011a. *Hyas araneus* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=107322&pic=40632>.
- Fisheries and Oceans Canada, C. D. 2011b. *Hyas coarctatus* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=107323&pic=40634>.
- Fockedeij, N. 2013. *Pleuronectes platessa* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=127143&pic=75474>.
- Forrest, B. M. & Creese, R. G. 2006. Benthic impacts of intertidal oyster culture, with consideration of taxonomic sufficiency. *Environ Monit Assess* **112**:159-76.
- Fortes, M. D. & Luning, K. 1980. GROWTH-RATES OF NORTH-SEA MACROALGAE IN RELATION TO TEMPERATURE, IRRADIANCE AND PHOTOPERIOD. *Helgolander Meeresuntersuchungen* **34**:15-29.
- Frimodt, C. 1995. *Multilingual illustrated guide to the world's commercial coldwater fish*. Fishing News Books Ltd.,

- Gercken, J. & Schmidt, A. 2014. Current Status of the European Oyster (*Ostrea edulis*) and Possibilities for Restoration in the German North Sea. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Germany.
- Guiry, M. D. & Guiry, G. M. 2011. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway.
- Guiry, M. D. & Morrison, L. 2013. The sustainable harvesting of *Ascophyllum nodosum* (Fucaceae, Phaeophyceae) in Ireland, with notes on the collection and use of some other brown algae. *Journal of Applied Phycology* **25**:1823-30.
- Guthery, F. S. 1999. Slack in the configuration of habitat patches for northern bobwhites. *The Journal of wildlife management*:245-50.
- Hall, A. C., Fairclough, A. C., Mahadevan, K. & Paxman, J. R. 2012. *Ascophyllum nodosum* enriched bread reduces subsequent energy intake with no effect on post-prandial glucose and cholesterol in healthy, overweight males. A pilot study. *Appetite* **58**:379-86.
- Handa, A., Forbord, S., Wang, X. X., Broch, O. J., Dahle, S. W., Storseth, T. R., Reitan, K. I., Olsen, Y. & Skjermo, J. 2013. Seasonal- and depth-dependent growth of cultivated kelp (*Saccharina latissima*) in close proximity to salmon (*Salmo salar*) aquaculture in Norway. *Aquaculture* **414**:191-201.
- Harris, B. 2011. *Fucus vesiculosus*, bladderwrack. La Crosse, USA.
- Hill, J. M. 2008. *Laminaria digitata* Oarweed. In: Tyler-Walters, H. & Hiscock, K. [Eds.] *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*. Marine Biological Association of the United Kingdom, Plymouth.
- Hillewaert, H. 2008. *Sepia officinalis* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=141444&pic=34574>.
- Hintzen, N., Coers, A. & Hamon, K. 2013. A collaborative approach to mapping value of fisheries resources in the North Sea (Part 1: Methodology). IMARES.
- Holthuis, L. 1950. Fauna van Nederland. Afl. XV: Decapoda (K IX). A. Natantia, Macrura Reptantia, Anomura en Stomatopoda (K X). *Fauna van Nederland* **15**:1-166.
- Hooper, T. & Austen, M. 2014. The co-location of offshore windfarms and decapod fisheries in the UK: Constraints and opportunities. *Marine Policy* **43**:295-300.
- ICES 2009. Manual for the Offshore Beam Trawl Surveys. 1.2 ed., pp. 30.
- ICES 2012. Report of the Working Group on the Assessment of Demersal Stocks in the North Sea and Skagerrak (WGNSSK). 27 April - 03 May 2012, ICES Headquarters, Copenhagen. ICES, pp. 1346.
- ICES 2015. Manual for the International Bottom Trawl Surveys. *Series of ICES Survey Protocols SISP 10 - IBTS IX*. pp. 86.
- Jensen, A., Wickins, J. & Bannister, C. 2000. The potential use of artificial reefs to enhance lobster habitat. *Artificial Reefs in European Seas*. Springer, pp. 379-401.
- Kain, J. M. 1991. Cultivation of attached seaweeds. In: Guiry, M. D. & Blunden, G. [Eds.] *Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential*. JohnWiley and Sons Ltd., Chichester, UK, pp. 309-77.
- Kamermans, P., Soma, K. & Van Den Burg, S. 2016. Haalbaarheid mosselteelt binnen offshorewindparken in de Nederlandse kustzone. IMARES, Wageningen.
- Kamermans, P., Van Duren, L. A. & Kleissen, F. 2018a. 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 Marine Research, Yerseke.
- Kamermans, P., Walles, B., Kraan, M., van Duren, L. A., Kleissen, F., van der Have, T. M., Smaal, A. C. & Poelman, M. 2018b. Offshore Wind Farms as Potential Locations for Flat Oyster (*Ostrea edulis*) Restoration in the Dutch North Sea. *Sustainability* **10**.
- Kerckhof, F., Coolen, J. W. P., Rumes, B. & Degraer, S. 2018. Recent findings of wild European flat oysters *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) in Belgian and Dutch offshore waters: new perspectives for offshore oyster reef restoration in the southern North Sea. *Belgian Journal of Zoology* **148**:13-24.
- Kerrison, P. D., Stanley, M. S., Edwards, M. D., Black, K. D. & Hughes, A. D. 2015. The cultivation of European kelp for bioenergy: Site and species selection. *Biomass & Bioenergy* **80**:229-42.
- Korringa, P. 1940. *Experiments and observations on swarming, pelagic life and setting in the European flat oyster, Ostrea edulis L.* Amsterdam.,
- Kottelat, M. & Freyhof, J. r. 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat,
- Krone, R., Dederer, G., Kanstinger, P., Krämer, P., Schneider, C. & Schmalenbach, I. 2017. Mobile demersal megafauna at common offshore wind turbine foundations in the German Bight (North Sea) two years after deployment-increased production rate of *Cancer pagurus*. *Marine environmental research* **123**:53-61.
- Le Gall, L., Pien, S. & Rusig, A. M. 2004. Cultivation of *Palmaria palmata* (Palmariales, Rhodophyta) from isolated spores in semi-controlled conditions. *Aquaculture* **229**:181-91.
- Lengkeek, W., Didderen, K., Teunis, M., Driessen, F., Coolen, J., Bos, O., Vergouwen, S., Raaijmakers, T., De Vries, M. & Van Koningsveld, M. 2017. Eco-friendly design of scour protection: potential enhancement of ecological functioning in offshore wind farms: Towards an implementation guide and experimental set-up. Bureau Waardenburg.
- Lévêque, C., Paugy, D. & Teugels, G. G. 1990. *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest= The fresh and brackish water fishes of West Africa: Tome 1*.
- Linley, E., Wilding, T., Black, K., Hawkins, A. & Mangi, S. 2007. Review of the reef effects of offshore wind farm structures and their potential for enhancement and mitigation. *Report to the Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform. RFCA* **5**.
- Lobban, C. S. & Harrison, P. J. 1994. *Seaweed Ecology and Physiology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK,
- Luning, K. 1984. TEMPERATURE TOLERANCE AND BIOGEOGRAPHY OF SEaweEDS - THE MARINE ALGAL FLORA OF HELGOLAND (NORTH-SEA) AS AN EXAMPLE. *Helgolander Meeresuntersuchungen* **38**:305-17.
- Marinho, G. S., Holdt, S. L., Birkeland, M. J. & Angelidaki, I. 2015. Commercial cultivation and bioremediation potential of sugar kelp, *Saccharina latissima*, in Danish waters. *Journal of Applied Phycology* **27**:1963-73.

- Martinez, B., Viejo, R. M., Rico, J. M., Rodde, R. H., Faes, V. A., Oliveros, J. & Alvarez, D. 2006. Open sea cultivation of *Palmaria palmata* (Rhodophyta) on the northern Spanish coast. *Aquaculture* **254**:376-87.
- Mees, J. 2014. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=126436&pic=99369>.
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat 2019. Ontwerpkavelbesluit V windenergiegebied Hollandse Kust (noord).
- Moreira, F., Assis, C., Almeida, P., Costa, J. & Costa, M. 1992. Trophic relationships in the community of the upper Tagus estuary (Portugal): a preliminary approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **34**:617-23.
- Morgan, K. C. & Simpson, F. J. 1981. THE CULTIVATION OF PALMARIA-PALMATA - EFFECT OF LIGHT-INTENSITY AND TEMPERATURE ON GROWTH AND CHEMICAL-COMPOSITION. *Botanica Marina* **24**:547-52.
- Moy, F. E. & Christie, H. 2012. Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway. *Mar Biol Res* **8**:309-21.
- Murua, H. & Saborido-Rey, F. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic.
- Muus, B., Nielsen, J., Dahlstrom, P. & Nystrom, B. 1999. Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book–Hedehusene. Narayana Press, Odder.
- Neal, K. J. & Wilson, E. 2008. Cancer pagurus Edible crab. . In: (eds), I. T.-W. H. a. H. K. [Ed.] *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*. [on-line]. Plymouth: Marine Biological Association of the United Kingdom, <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1179>.
- Nuyttens, F. 2006a. *Ascophyllum nodosum*. [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=145541&pic=3518>.
- Nuyttens, F. 2006b. *Cancer pagurus* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=107276&pic=3389>.
- Nuyttens, F. 2009. *Laminaria saccharina* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=145730&pic=24128>.
- Nygaard, C. A. & Dring, M. J. 2008. Influence of salinity, temperature, dissolved inorganic carbon and nutrient concentration on the photosynthesis and growth of *Fucus vesiculosus* from the Baltic and Irish Seas. *European Journal of Phycology* **43**:253-62.
- Overland, M., Mydland, L. T. & Skrede, A. 2019. Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals. *J Sci Food Agr* **99**:13-24.
- Pascoe, P. L., Parry, H. E. & Hawkins, A. J. S. 2009. Observations on the measurement and interpretation of clearance rate variations in suspension-feeding bivalve shellfish. *Aquat Biol* **6**:181-90.
- Peteiro, C. & Freire, O. 2011. Offshore Cultivation Methods Affects Blade Features of the Edible Seaweed *Saccharina latissima* in a Bay of Galicia, Northwest Spain. *Russian Journal of Marine Biology* **37**:319-23.
- Phillips, B. 2008. *Lobsters: biology, management, aquaculture and fisheries*. John Wiley & Sons,
- Pillon, R. 2012a. *Dicentrarchus labrax* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=126975&pic=64090>.
- Pillon, R. 2012b. *Solea solea* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=127160&pic=64655>.
- Prodöhl, P., Jørstad, K., Triantafyllidis, A., Katsares, V. & Triantaphyllidis, C. 2007. European lobster-*Homarus gammarus*. *Genetic impact of aquaculture activities on native populations*:91.
- Quéro, J.-C., M. , Desoutter & F. Lagardère . . Whitehead, M.-L. B., J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) . UNESCO, Paris. Vol. 3. 1986. *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. 1308-24.
- Reid, A., Jereb, P. & Roper., C. F. E. 2005. Family Sepiidae. In: P. Jereb & C.F.E. Roper, eds. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species known to date. In: Purposes, F. S. C. f. F. [Ed.]. FAO, Rome, pp. 57–152.
- Reijs, T. A., Oorschot, R., Poelman, M. & Kals, J. 2008. Aquacultuur op open zee. TNO Bouw en Ondergrond.
- Riede, K. 2004. *Global register of migratory species: from global to regional scales: final report of the R&D-Projekt 808 05 081*. Federal Agency for Nature Conservation,
- Riisgard, H. U., Larsen, P. S., Turja, R. & Lundgreen, K. 2014. Dwarfism of blue mussels in the low saline Baltic Sea - growth to the lower salinity limit. *Marine Ecology Progress Series* **517**:181-92.
- Riisgård, H. U., Parnuna, P. E. & Saaverdra, I. B. 2011. Feeding Behaviour of the Mussel, *Mytilus edulis*: New Observations, with a Minireview of Current Knowledge. *Journal of Marine Biology* **2011**:13.
- Rosland, R., Bacher, C., Strand, O., Aure, J. & Strohmeier, T. 2011. Modelling growth variability in longline mussel farms as a function of stocking density and farm design. *Journal of Sea Research* **66**:318-30.
- Rozemeijer, M. & van de Wolfshaar, K. 2019. Desktop study on autecology and productivity of European lobster (*Homarus gammarus*, L) in offshore wind farms. Wageningen Marine Research.
- Rozemeijer, M. J. C. & van de Wolfshaar, K. E. 2018. Developing ecological modelling tools to determine production potential for passive aquaculture of lobster in offshore wind farms. Wageningen Marine research.
- Scyphers, S. B., Powers, S. P., Heck, K. L. & Byron, D. 2011. Oyster Reefs as Natural Breakwaters Mitigate Shoreline Loss and Facilitate Fisheries. *Plos One* **6**.
- Smaal, A., Kamermans, P., Kleissen, F., van Duren, L. & van der Have, T. 2017. Flat oysters on offshore wind farms: opportunities for the development of flat oyster populations on existing and planned wind farms in the Dutch section of the North Sea. Wageningen Marine Research.
- Smaal, A. C. & Kamermans, P. 2014. Effecten zoetwaterbelasting via de Krammersluizen op de schelpdiercultuur in de Noordelijke tak van de Oosterschelde. IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies, Wageningen.
- Smaal, A. C., Kamermans, P., Van der Have, T. M., Engelsma, M. Y. & Sas, H. 2015. Feasibility of Flat Oyster (*Ostrea edulis* L.) restoration in the Dutch part of the North Sea. . IMARES, Yerseke.
- Smith, C. L. 1990. *Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA)*. Paris,

-
- Steenbergen, J., Rasenberg, M., van der Hammen, T. & Bierman, S. 2012. Gerichte visserij op Noordzeekrab. IMARES.
- Stegenga, H. & Mol, I. 1983. *Flora van de Nederlandse zeewieren*. KNNV, Amsterdam, 257.
- Stengel, D. B. & Dring, M. J. 1997. Morphology and in situ growth rates of plants of *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyta) from different shore levels and responses of plants to vertical transplantation. *European Journal of Phycology* **32**:193-202.
- Taskos, D., Stamatiadis, S., Yvin, J. C. & Jamois, F. 2019. Effects of an *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. extract on grapevine yield and berry composition of a Merlot vineyard. *Sci Horti-Amsterdam* **250**:27-32.
- Trausel, J. & Slieker, F. 2013. *Ostrea edulis* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 overgenomen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=140658&pic=68223>.
- Uzars, D. & Plikshs, M. 2000. Cod (*Gadus morhua* L.) cannibalism in the Central Baltic: interannual variability and influence of recruit abundance and distribution. *ICES Journal of Marine Science* **57**:324-29.
- van den Hoek, C., Mann, D. G. & Jahns, H. M. 1995. *Algae: and introduction to phycology*. Cambridge University Press., Cambridge, UK,
- van Moorsel, G. W. N. M., Bouma, S., Meijer, M. J. M., Witte, R. H., Lensink, R., Poot, M. J. M., Reitsma, J. M. & van Beek, G. C. W. 2012. Het belang van de ruimtelijke rangschikking van gebieden voor het voorkomen van soorten in de Noordzee en kustwateren: implicaties voor locatiekeuze en succes van herstelmaatregelen. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Werner, A. & Dring, M. J. 2011. Cultivating *Palmaria palmata*. *Aquaculture explained*. Bord Iascaigh Mhara (BIM), Dublin.
- White, N. 2008. *Fucus vesiculosus* Bladder wrack. In: Tyler-Walters, H. & Hiscock, K. [Eds.] *Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Reviews*. Marine Biological Association of the United Kingdom, Plymouth.
- Whitehead, P. J. P., Bauchot, M., Hureau, J., Nielsen, J. & Tortonese, E. 1984. *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. v. 1.
- Wijsman, J. & Kleissen, F. 2012. Potenties van een zout Volkerak-Zoommeer voor mossel- en oestercultuur. IMARES, Wageningen.
- Wiktor, J. & Tatarek, A. 2007. *Laminaria digitata* [Online afbeelding]. Op 26 april 2019 verkregen van <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&pic=9676&tid=145724>.
- Yesson, C., Bush, L. E., Davies, A. J., Maggs, C. A. & Brodie, J. 2015. The distribution and environmental requirements of large brown seaweeds in the British Isles. *J Mar Biol Assoc Uk* **95**:669-80.
- Zeewierwijzer, S. 2019. Zeewier: eten en weten.

Verantwoording

Rapport C044/19

Projectnummer: BO-43-023.03-005

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: Dr. P. Kamermans
Senior Onderzoeker



Handtekening:

Datum: 18 juni 2019

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



Handtekening:

Datum: 18 juni 2019

Bijlage 1 Selectiematrix

Soort	Blaaswier (<i>Fucus vesiculosus</i>)	Dulse (<i>Palmaria palmata</i>)	Knotswier (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	Suikerwier (<i>Saccharina latissima</i>)	Vingerwier (<i>Laminaria digitata</i>)
Saliniteit	20-35 psu (Nygard & Dring, 2008)	3-30 psu (Kain, 1991)	30-40 psu (marLIN)	Op: 24-35 (Kerrison et al 2015), 32 (Bicker et al., 2016)	Op: 20-35 (Kerrison et al., 2015)
Groeiseizoen	laat voorjaar en vroege zomer (Carlson 2009), meerjarig, hele jaar door te oogsten (zeewierwijzer)	Fertility presumably during winter (Le Gall et al., 2004), spring (nort Spain, Martinez et al 2006), ook vroege zomer & midden najaar (zeewierwijzer)	Laat voorjaar en vroege zomer (groeit hele jaar door) (Stengel & Dring, 2010)	Winter en vroeg voorjaar (Burg et al., 2013)	Winter en vroeg voorjaar (Burg et al., 2013)
Min diepte	Intertijdengebied (MarLIN)	Intertijdengebied (MarLIN)	Intertijdengebied (MarLIN)	5 - 8 m (Buck & Buchholz, 2004)	5 -8 m (Buck et al., 2004)
Diepte (m)	Intertijdengebied (MarLIN)	gem. 5 m, max: 20 m (Groenendijk et al., 2016)	Intertijdengebied (marLIN)	5 – 9 m (Buck & Buchholz, 2004)	5 – 9 m (Buck et al., 2004)
Stroming	Beschut tot matige blootstelling (Barbara et al 1995)	< 1 knoop tot sterk (3 tot 6 knopen (marLIN))	< 1 knoop tot sterk (3 tot 6 knopen (marLIN))	Optimaal lage tot gemiddelde stroming. Kan ook goed groeien in sterke stromingen (1.53 m s-1; Buck & Buchholz, 2005)	Optimaal grote stroomsnelheid maar wordt ook gevonden bij lage stroomsnelheid (marLIN).
Minimum Temperatuur (°C)	-	-	0°C (Luning, 1984)	-	-
Optimale Temperatuur (°C)	10-15°C (Nygard & Dring, 2008)	6-14°C (Morgan & Simpson, 1981); 5-20°C (Kain 1991)	15°C (Fortes & Luning, 1980)	5 –15°C (Kerrison et al., 2015), 5-10°C (Bicker et al., 2016)	5-15°C (Kerrison et al., 2015)
Maximum Temperatuur (°C)	28°C (Luning 1984)	-	28°C (Luning 1984)	22°C (Kerrison et al 2015)	20°C (Kerrison et al 2015)
Nutriënten N (µg/l)	Op: 10 – 40 µM NO ₃ -*; 140 - 560 N µg/L (gebasseerd op <i>Laminaria digitata</i> , Kerrison et al., 2015)	Min: 42 ug/L; Op: 420 ug/L (Kain 1991) (gebasseerd op <i>Laminaria digitata</i> , Kerrison et al., 2015)	Op: 10 – 40 µM NO ₃ - (gebasseerd op <i>Laminaria digitata</i> , Kerrison et al., 2015)	Op: 10 µM NO ₃ - (gebasseerd op <i>Laminaria digitata</i> , Kerrison et al., 2015)	Op: 10 – 40 µM NO ₃ - (gebasseerd op <i>Laminaria digitata</i> , Kerrison et al., 2015)
Nutriënten P (µg/l)	Op: > 0.3 µM PO ₄ ,3-; > 9.3 P µg/L (gebasseerd op <i>Saccharina polyschides</i> , Kerrison et al., 2015)	Op: > 0.3 µM PO ₄ ,3- (gebasseerd op <i>Saccharina polyschides</i> , Kerrison et al., 2015)	Op: > 0.3 µM PO ₄ ,3- (gebasseerd op <i>Saccharina polyschides</i> , Kerrison et al., 2015)	Op: > 0.3 µM PO ₄ ,3- (gebasseerd op <i>Saccharina polyschides</i> , Kerrison et al., 2015)	Op: > 0.3 µM PO ₄ ,3- (gebasseerd op <i>Saccharina polyschides</i> , Kerrison et al., 2015)
pH	-	-	-	Op: 7.5 - 8.4 (longline.co.ck)	-
Zuurstof (mg/l)	-	-	-	Op: 8.6 - 10.7 (longline.co.ck)	-
Sediment	Kunstmatige bodem, gesteente, keistenen (marLIN)	macroalgae, gesteente, grote keien (marLIN)	gesteente, keistenen (marLIN)	hard substraat (gesteente en keistenen), kunstmatige bodem (marLIN)	hard substraat (gesteente en keistenen), kunstmatige bodem (marLIN)

Soort	Mossel (<i>Mytilus edulis</i>)	Platte oester (<i>Ostrea edulis</i>)	Schol (<i>Pleuronectes platessa</i>)	Tong (<i>Solea solea</i>)	Kabeljauw (<i>Gadus morhua</i>)	Zeebaars (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Zeekat (<i>Sepia officinalis</i>)
Saliniteit	25 psu (Risgard et al., 2012)	25-35	15-32 psu	33-35 psu	Brak tot marien	Zoet tot marien	Brak tot marien
Groeiseizoen	Groeit het hele jaar door, larven vestigen in lente	Groeit het hele jaar door, larven vestigen in lente	Januari - maart	Mei - juni	December - mei	Januari - maart	Groeit het hele jaar door, paaien in het voorjaar
Diepte (m)	> 20 m (Langhan & Horton., 2003)	< 80 m	1-200 m (meestal <50m)	1-100 m (maximaal 250 m, meestal <50m)	1-600 m	1-100 m	0-200 m
Stroming	Gemiddeld tot sterk	<0.25, Optimaal 0.03 m s-1	-	-	-	-	-
Minimum Temperatuur (°C)	2°C (longline.co.uk)	3°C	2°C	8°C	0°C	8°C	-
Optimale Temperatuur (°C)	5-20°C	7-14°C	2-15°C	8-24°C	0-20°C	8-24°C	Voor paaien: 13-15°C
Maximum Temperatuur (°C)	29°C	30°C	15°C	24°C	20°C	24°C	-
Nutriënten (Nitrate, µg/l)	Op: N/A - 0.04 (longline.co.uk)	Op: N/A - 16 (longline.co.uk)	-	Op: N/A - 90 (longline.co.uk)	-	Op: N/A - 90 (longline.co.uk)	-
Nutriënten P (µg/l)	-	-	-	-	-	-	-
Chl a opt (ug/l)	Optimaal: <8, verminderde groei: >8 (Larsen et al., 2018)	Groei > 0.5, Gonaden ontwikkeling > 1.68	-	-	-	-	-
TPM (mg/l)	Drempelwaarde > 4 (Widdows et al., 1997), kunnen aanpassen aan waarden tussen de 9-10 (Bayne 1998, Hawkins et al., 1998). Hoge SPM levels kunnen primaire productie verminderen (Wilson, 2002)	Maximale waarde voor voedselopname: 90	-	-	-	-	-
Zuurstof (mg/l)	Op: 3.6 - 9.5	>0.5	-	Op: 5.5 - 8.5 (longline.co.uk)	-	Op: 6 - 8 (longline.co.uk)	-
Sediment	hard substraat, schelpen of gruiszige grond (Leuchter et al., 2015)	Fijn zand (>63 µm) en siltig zand of ziltig grind met schelpen en stenen	Zanderige, modderige bodems	Zanderige, modderige bodems	Zanderige bodems maar vaak met hard substraat in de buurt	Verschillend, vaak boven de bodem	Zanderige of modderige bodems
Bodemschuifspanning (tau N/m2)	-	Average <1, Max < 10	0-1.5	0-1.5	-	-	-
Bodem beweeglijkheid (cm/day)	-	< 0.8	-	-	-	-	-
Larven	Larven blijven meerdere weken in de waterkolom voordat ze vestigen	Larven blijven in de buurt	-	-	-	-	-
Predatie	Krabben, zeesterren, eidereenden	Veel predatoren tezamen kunnen de populatie aantasten	<i>Conger conger</i> , <i>Myoxocephalus scorpius</i> , <i>Cyclopterus lumpus</i> , <i>Tursiops truncatus</i> , <i>Gadus morhua</i> , <i>Halichoerus grypus</i> , <i>Phoca vitulina</i> , <i>Raja clavata</i> , <i>Squalus acanthias</i> , <i>Trachinus vipera</i> , <i>Chelidonichthys gurnardus</i> , <i>Lophius piscatorius</i>	<i>Merlangius merlangus</i> , <i>Phoca vitulina</i> , <i>Leucoraja naevus</i> , <i>Raja brachyura</i> , <i>Raja clavata</i> , <i>Synodus saurus</i> , <i>Chelidonichthys gurnardus</i> , <i>Conger conger</i> , <i>Gadus morhua</i>	<i>Gadus morhua</i> , <i>Eledone cirrhosa</i> , <i>Sebastes fasciatus</i> , <i>Sebastes mentella</i> , <i>Mergus merganser</i> , <i>Tursiops truncatus</i> , <i>Merlangius merlangus</i> , <i>Phoca vitulina</i> ,	<i>Phalacrocorax carbo</i> , <i>Halichoerus grypus</i>	-
Competitie	Competitie voor voedsel kan groeisnelheid en reproductie verminderen	Competitie voor voedsel kan groeisnelheid en reproductie verminderen	Weekdieren met dunne schelp en borstelwormen	Borstelwormen, weekdieren en kleine kreeftachtigen	Borstelwormen, weekdieren en kleine kreeftachtigen en vis	Vis, garnalen, krabben, octopus en weekdieren	-
Referenties	Risgard et al., 2012; Langhan & Horton., 2003; Larsen et al., 2018; Bayne 1998, Hawkins et al., 1998; Widdows et al., 1997; Leuchter et al., 2015	Kamermans et al 2018	Fishbase, Fish Atlas, FAO	Fishbase, FAO, Fish Atlas, Maxwell, DL., Stelzenmüller, V., Eastwood, PD, Rogers, SI. (2009). Modelling the spatial distribution of plaice (<i>Pleuronectes platessa</i>), sole (<i>Solea solea</i>) and thornback ray (<i>Raja clavata</i>) in UK waters for marine management and planning	Fishbase, Fish Atlas, FAO	Fishbase, Fish Atlas, FAO	Reid et al., 2015

Bijlage 2 URL WMS webservices

Van de kansenkaarten die voor dit project gemaakt zijn, is voor elke kaart WMS webservice beschikbaar. Met zo'n WebMapService (WMS) is de opgemaakte kaartlaag online beschikbaar en kan bijvoorbeeld in een data-viewer op een website gebruikt worden of in een GIS (geografisch informatie systeem) met ander kaartmateriaal gecombineerd worden. Onderstaand overzicht geeft de webadressen (URLs) waar de opgemaakte kaartlagen gevonden kunnen worden.

De URLs zijn bruikbaar om in een webbrowser een preview van een kaartlaag te bekijken en geschikt om in een GIS de gegevens te kunnen tonen.

WMS biedt de mogelijkheid om het aangeboden materiaal te bekijken op de juiste locatie op de wereldbol en in relatie tot andere geografische gegevens. De weergave van een WMS-kaartlaag is vooraf vastgesteld door de aanbieder en kan niet worden aangepast door een afnemer. WMS biedt niet de mogelijkheid om de onderliggende gegevens te benaderen of te manipuleren.

URLs voor de Kansenkaarten

1 Wier (soortgroep) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:FW_Macroalgae_SuitableOWPlocations&styles=&bbox=3.0034773680078017,51.7074000286568,6.10715055512051,55.4565357163401&width=423&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers
2 Mossel http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:FW_Mussel_SuitableOWPlocations&styles=&bbox=3.0034773680078017,51.7074000286568,6.10715055512051,55.4565357163401&width=423&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers
3 Platte Oester http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:FW_Oyster_SuitableOWPlocations&styles=&bbox=3.0034773680078017,51.7074000286568,6.10715055512051,55.4565357163401&width=423&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers
4 Zeekat LpUE Logbooks (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:LpUE_PLE_2013-2017%20Logbooks&styles=&bbox=2.5,51.30000000000004,7.0,55.86250000000004&width=504&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers
5 Schol LpUE Logbooks (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:LpUE_PLE_2013-2017%20Logbooks&styles=&bbox=2.5,51.30000000000004,7.0,55.86250000000004&width=504&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers CpUE IBTS (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:CpUE%20NS-IBTS%20%20Total%20%20Pleuronectes%20platessa%202013-2017&styles=&bbox=2.0,51.0,7.0,56.0&width=512&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers CpUE BTS Total (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:CpUE%20BTS%20%20Total%20%20Pleuronectes%20platessa%202013-2017&styles=&bbox=2.0,51.5,7.0,56.0&width=512&height=460&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers

6 Tong
<p>LpUE Logbooks (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:LpUE_SOL_2013-2017%20Logbooks&styles=&bbox=2.5,51.300000000000004,7.0,55.862500000000004&width=504&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers</p> <p>CpUE IBTS (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:CpUE%20NS-IBTS%20%20Total%20%20Solea%20solea%202013-2017&styles=&bbox=2.0,51.0,7.0,56.0&width=512&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers</p> <p>CpUE BTS Total (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:CpUE%20BTS%20%20Total%20%20Solea%20solea%202013-2017&styles=&bbox=2.0,51.5,7.0,56.0&width=512&height=460&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers</p>
7 Kabeljauw
<p>LpUE Logbooks (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:LpUE_COD_2013-2017%20Logbooks&styles=&bbox=2.5,51.300000000000004,7.0,55.862500000000004&width=504&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers</p> <p>CpUE IBTS (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:CpUE%20NS-IBTS%20%20Total%20%20Gadus%20morhua%202013-2017&styles=&bbox=2.0,51.0,7.0,56.0&width=512&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers</p> <p>CpUE BTS Total (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:CpUE%20NS-IBTS%20%20Total%20%20Gadus%20morhua%202013-2017&styles=&bbox=2.0,51.0,7.0,56.0&width=512&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers</p>
8 Zeebaars
<p>LpUE Logbooks (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:LpUE_BSS_2013-2017%20Logbooks&styles=&bbox=2.5,51.300000000000004,7.0,55.862500000000004&width=504&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers</p> <p>CpUE IBTS (2013-2017) http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:CpUE%20NS-IBTS%20%20Total%20%20Dicentrarchus%20labrax%202013-2017&styles=&bbox=2.0,51.0,7.0,56.0&width=512&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers</p> <p>CpUE BTS Total (2013-2017) Niet beschikbaar</p>
9 Noordzeekrab
http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:FW_Crab_SuitableOWPlacements&styles=&bbox=3.0034773680078017,51.7074000286568,6.10715055512051,55.4565357163401&width=423&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers
10 Noordzeekreeft
http://scomp1184.wur.nl/geoserver/WMRwms/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=WMRwms:FW_Lobster_SuitableOWPlacements&styles=&bbox=3.0034773680078017,51.7074000286568,6.10715055512051,55.4565357163401&width=423&height=512&srs=EPSG:4326&format=application/openlayers

N.B. WMR biedt geen ondersteunende WMS-kaartlagen aan, zoals kustlijn, begrenzing EEZ etc. Zulke WMS worden door andere instanties al aangeboden. Hierbij kan o.a. gedacht worden aan InformatieHuis Marien, Publieke Dienstverlening op Kaart (PDOK) en het Nationaal Georegister.

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'