



MOOIWERK MOOIWAD

**Natuurwaarden
sublitorale Waddenzee**

PROGRAMMA NAAR EEN
RIJKE WADDENZEE

Natuurwaarden sublitorale Waddenzee

Februari 2017

Auteurs:

Els van der Zee
Anneke Rippen
Joris Latour



Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden

Rapportnummer 2292

MOOI WERK
MOOI WAD

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Inleiding | 3 |
| Sublitorale natuurwaarden Waddenzee | 5 |
| • Aanpak | 5 |
| • Uitvoering | 6 |
| • Natuurwaarden | 8 |
| ○ Mosselen | |
| ○ Platte oester | |
| ○ Japanse oester | |
| ○ Zeegras | |
| ○ Hard substraat (Bestorringen, stenen, schelpen) | |
| • Hotspotkaart | 14 |
| Inspiratiekaart voor natuurversterking | 15 |
| • Aanpak | 15 |
| • Inspiratiekaarten voor natuurversterking | 19 |
| ○ Mosselen | |
| ○ Platte oester | |
| ○ Zeegras | |
| • Integrale inspiratiekaart natuurversterking | 22 |
| Conclusie | 23 |
| Referenties | 26 |
| Bijlagen 1 | 28 |

Inleiding

Achtergrond

De Waddenzee is een getijdengebied met droogvallende platen (litoraal) en permanent onder water gelegen delen (sublitoraal). Ongeveer 27% van de Waddenzee is sublitoraal (Vorberg et al. 2009). De flora en fauna in dit sublitorale deel van de Waddenzee wordt gekenmerkt door een combinatie van soorten uit de Noordzee en soorten die voorkomen op de droogvallende platen in de Waddenzee. Veel voorkomende soorten in en op de bodem zijn wormen zoals zandzagers (*Nephtys* spp.), schelpkokerwormen (*Lanice conchilega*) en borstelwormen (*Spio* spp.), schelpdieren zoals de mossel (*Mytilus edulus*), nonnetje (*Macoma balthica*), strandgaper (*Mya arenaria*) en Japanse oester (*Crassostrea gigas*), en kreeftachtigen zoals de Strandkab (*Carcinus maenas*) en Grijs garnaal (*Crangon crangon*). Plaatselijk liggen er, op de overwegend zandige bodem, ook harde structuren zoals stenen, grind en bestortingen (abiotisch) en schelpdierbaneken (biotisch). Sublitorale soorten die te vinden zijn op dit substraat zijn zeeanemonen zoals de zeeanjelier (*Metridium senile*), zakpijpen, zeesterren, zeenaaktslakken en wieren. De visgemeenschap in de Waddenzee bestaat uit een divers palet aan soorten (<http://www.waddenzeevismonitor.nl/>) met verschillende voedselkeuzes (benthos, plankton, garnalen/vis), die in verschillende fasen van hun leven (juveniel, volwassen, resident) of seizoenen (trekvissen, seizoensgasten) gebruik maken van de Waddenzee. Zeezoogdieren die in de Waddenzee te vinden zijn, zijn voornamelijk de Grijs en Gewone zeehond.

Er is de afgelopen jaren veel aandacht geweest voor onderzoek naar en herstel van natuurwaarden in het litorale deel van de Waddenzee (o.a. de programma's Waddensleutels, Mosselwad, Zeegrasherstel). Dit heeft geresulteerd in veel kennis over het litorale deel in Waddenzee. Over het sublitorale deel van de Waddenzee is echter veel minder bekend. Hoewel voor het sublitoraal de afgelopen jaren meerdere studies zijn gedaan die betrekking hebben op het voorkomen en de verspreiding van een aantal van soorten (e.g. Dekker & Drent 2013; Ens et al. 2007; Fey et al. 2014; Gittenberger et al. 2009; Smaal et al. 2014; Troost et al. 2015; Van der Heide et al. 2006; Van Stralen 2016; Vorberg et al. 2009) zijn de gegevens beperkt tot een paar soorten en regio's in de Waddenzee (vooral in de Westelijke Waddenzee en gerelateerd aan de mosselvisserij). Recentelijk zijn er daarom studies uitgevoerd naar mogelijkheden om de sublitorale natuur te versterken. Zo is er een verkenning naar de haalbaarheid van herintroductie van de platte oester in de Nederlandse Waddenzee (Van der Have & Van der Zee 2016) uitgevoerd en loopt het initiatief om de bescherming van scheepswrakken te combineren met kansen voor biobouwers. Tegen deze achtergrond is er een groeiende behoefte aan een integraal overzicht van de losstaande studies zodat het mogelijk is om gebieden te onderkennen die nu of op termijn veel sublitorale natuurwaarden kunnen hebben.

Doel

Het Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW) heeft aan A&W gevraagd om de beschikbare kennis over de natuurwaarden van de sublitorale Waddenzee bijeen te brengen, in kaart te brengen, te onderzoeken waar zich mogelijk kansrijke plekken bevinden en waar mogelijk actief dan wel passief de sublitorale natuur behouden en/of versterkt kan worden.

In dit rapport wordt de focus gelegd op de soorten die biogene structuren vormen zoals Mosselbanken, Japanse oesterbanken en in het verleden Zeegras en Platte oesters. Deze structuren bieden vestigings- en schuilmogelijkheden aan tal van andere organismen en dragen bij aan (een verhoging van) de biodiversiteit (Van der Zee et al. 2015; 2016). Behoud en/of versterking van deze soorten heeft daardoor indirect ook effect op veel andere organismen. Bestaande kennis over de verspreiding en habitatgeschiktheid van de volgende sublitorale natuurwaarden is weergegeven: Mosselbanken, Japanse oesterbanken, Zeegras en Platte oesters. Daarnaast is ook de aanwezigheid van abiotisch Hard substraat meegenomen. Tevens is er een zogenaamde hotspotkaart gemaakt waarin de informatie van de afzonderlijke natuurwaarden is samengevoegd zodat duidelijk wordt welke deelgebieden van de Waddenzee in potentie waardevol zijn voor meerdere sublitorale natuurwaarden. Per natuurwaarde is ook een inspiratiekaart opgesteld met daarop potentieel kansrijke gebieden om de sublitorale waarden te versterken door bijvoorbeeld biologische verrijking of het verminderen van de bodemverstoringe

invloed door de visserij. Daarnaast is in dit rapport een samengestelde inspiratiekaart opgesteld voor versterking van sublitorale natuurwaarden tezamen. Naast onderhavige rapportage is er ook een interactieve kaart (NatWad) opgesteld. Met de interactieve kaart kan een gebruiker inzoomen op gebieden en zelf naar eigen inzicht en behoefte combinaties van afzonderlijke kaarten maken. De interactieve kaart is een groeimodel. Zodra er nieuwe kaarten en gegevens beschikbaar zijn, kunnen deze gemakkelijk in de viewer worden opgenomen.

Het doel van deze rapportage en de interactieve viewer is om aan te geven welke gebieden potentieel geschikt zijn voor Mosselen, Japanse oester, Platte oester en Zeegras. In deze gebieden kunnen de huidige natuurwaarden worden behouden of verbeterd en hiervoor wordt aangegeven welke praktische versterkingsmaatregelen daar voor ingezet kunnen worden. De rapportage en de viewer kunnen daarnaast ook worden benut bij andere lopende onderzoeken in de Waddenzee.

Bij het gebruik van de viewer en de kaarten adviseren wij de gebruiker kennis te nemen van de randvoorwaarden bij het gebruik zoals verwoord in de paragraaf *Randvoorwaarden ten aanzien van het gebruik van de kaarten* uit het volgende hoofdstuk.

Sublitorale natuurwaarden Waddenzee

Aanpak

In dit onderzoek wordt de focus gelegd op de volgende thema's (hierna genoemd: natuurwaarden):

- Mossel
- Platte oester
- Japanse oester
- Zeegras
- Hard abiotisch substraat (bestortingen, havens, dijkteen, stenen en schelpengruis)

Deze thema's zijn geselecteerd omdat Mosselen, Japanse oesters, Platte oesters en Zeegras zogeheten biobouwers zijn. Biobouwers zijn soorten die hun omgeving sterk kunnen beïnvloeden en habitat kunnen creëren voor veel andere soorten. Ze kunnen bijv. foerageer-, opgroei-, en predatie-vrij habitat creëren. Ze vormen daardoor een belangrijke basis en bouwsteen voor het voedselweb in het sublitorale deel van de Waddenzee. Ditzelfde geldt voor Hard substraat dat vestigings-, en schuilmogelijkheden voor tal van soorten biedt. Het is aannemelijk dat dit natuurwaardeverhogend is en daarom scharen we dit thema in de rest van het document onder de term 'natuurwaarde'.

De natuurwaarden 'Macrofauna in de bodem en op hard substraat' en 'Vis' zijn in dit onderzoek niet meegenomen. Beide natuurwaarden kunnen profiteren van natuurversterking die gericht is op bovengenoemde vijf natuurwaarden. Macrofauna in de bodem en op hard substraat kan bijvoorbeeld profiteren van een versterking in het areaal Mossels, Platte en Japanse oesters en hard substraat en het verduurzamen van de bodemberoerende visserij als mogelijke versterkingsmaatregel. Specifiek geldt dit ook voor de borstelworm *Sabellaria spinulosa*. Hoewel *Sabellaria* in staat is om riffen te vormen en daarmee een biobouwer is, wordt deze soort in het Nederlandse deel van de Waddenzee zelden aangetroffen en is *Sabellaria* hier ook in het verleden nooit algemeen geweest (o.a. Vorberg *et al.* 2009) in tegenstelling tot de Platte oester en Zeegras. Daarnaast begint de ontwikkeling van een *Sabellaria*-rif met de vestiging van larven op een harde ondergrond. Om deze redenen hebben we *Sabellaria* niet als aparte natuurwaarden meegenomen, maar geschaard onder de 'Macrofauna in de bodem en op hard substraat'. Ook 'Vis' kan profiteren van een versterking in het areaal Mossels, Platte en Japanse oesters, zeegras en hard substraat. Daarnaast wordt in een ander project onderzocht of het aanbrengen van kunstmatige structuren in/boven de wadbodem de visstand kan helpen.

Overigens is het wel zeer nuttig om in de nabije toekomst ook de macrofaunadichtheden en soorten in het gehele sublitorale deel van de Waddenzee in kaart te brengen omdat dit het inzicht vergroot in kansrijke locaties voor het sublitorale deel in de Waddenzee.

Uitvoering

Om tot kaarten te komen voor de onderkende natuurwaarden zijn de volgende stappen gemaakt:

Stap 1: Beschikbare gegevens over de ruimtelijke verspreiding van de vijf natuurwaarden (Mosselen, Japanse oester, Platte oester, Zeegras, Hard substraat) zijn verzameld. Dit is gelukt voor mosselen en voor de Japanse oester. De verspreiding is op kaart gezet met een onderscheid in 3 klassen (soms, regelmatig, vaak).

Stap 2: Beschikbare informatie over de habitatgeschiktheid van de vijf natuurwaarden is verzameld. Dit is gelukt voor Mosselen, de Platte oester en zeegras. Voor de Japanse oester en Hard substraat zijn vervolgens nieuwe habitatgeschiktheidskaarten gemaakt. Daarbij is gebruik gemaakt van kennis over de relaties tussen de sublitorale natuurwaarden, omgevingsfactoren en expert judgement. Bijgaande tabel geeft per natuurwaarde aan welke criteria gebruikt zijn bij het uitwerken van de habitatgeschiktheid.

| Soort | Criterium | Status kaart | Bron |
|--------------------------|---|-----------------------|---|
| Mosselen | Combinatie van; diepte, droogvalduur, mediane korrelgrootte en het slibgehalte in het sediment, golfgegevens (orbitale snelheden, richting), stroomsnelheden, schuifspanning en saliniteit. | Bestaand | Volgens Troost <i>et al.</i> (2015), Brinkman in prep. |
| Japanse oester | Combinatie van; diepte, orbitale snelheid, stroomsnelheid, zwevend stof in de waterkolom, chlorofyl a en saliniteit. | Nieuw | Nehls & Büttger (2007); Reise (2005); Gercken & Schmidt (2014); Troost (2009); Troost <i>et al.</i> (2016); Barillé <i>et al.</i> (1997); Essink & Bos (1985); Milican & Helm (1994); Waddennatuurkaart |
| Platte oester | Combinatie van; diepte, orbitale snelheid, stroomsnelheid, zwevend stof in de waterkolom, chlorofyl a en saliniteit. | Bestaand | Van der Have & Van der Zee (2016) |
| Zeegras | Combinatie van; droogvalduur, saliniteit en zwevend stof in de waterkolom). | Bestaand, deels nieuw | Van der Heide <i>et al.</i> (2006); Van Katwijk <i>et al.</i> (1998) |
| Hard abiotisch substraat | Bestoringsen, stenen, gruis, dijktenen, havens | Deels nieuw | Ens <i>et al.</i> (2007); Fey <i>et al.</i> (2014); Gotje <i>et al.</i> (2014); Manders <i>et al.</i> (2014) |

De geschiktheid is op kaart gezet met een onderscheid in 4 klassen:

0 = niet geschikt

1 = weinig geschikt

2 = middelmatig geschikt

3 = heel geschikt

Voor de natuurwaarde Hard substraat is de klassenverdeling iets afwijkend. In grote delen van de Oostelijke Waddenzee is niet bekend of er hard substraat aanwezig is. Voor hard substraat geldt 1 = hard substraat onbekend, 2 = weinig hard substraat, 3 = hard substraat aanwezig. Bij hard substraat gaat het om bestoringsen, havens, stenen en schelpengruis. Levende schelpen en schelpdierbanken zijn hierin niet meegenomen. De aanwezigheid van Mosselen en Japanse oesters, voor zover bekend, zijn apart weergegeven in de kaarten.

In bijlage 1 wordt in detail beschreven hoe de geschiktheid bepaald is en hoe de klassengrenzen bepaald zijn

Stap 3: Vervolgens zijn de vijf kaarten van de natuurwaarden gecombineerd tot één Sublitorale hotspotkaart waarbij de score van de vijf afzonderlijke kaarten bij elkaar opgeteld wordt. Dit leidt tot de volgende potentie-classes:

Geen potentie = totaal score 1 - 3

Weinig potentie = totaal score 4 - 6

Middelmatige potentie = totaal score 7 - 9

Veel potentie (hotspot) = totaal score 9 - 12

Gebieden met een hoge score hebben dus veel potentie voor meerdere natuurwaarden. Per gebied laten de afzonderlijke natuurwaardenkaarten zien welke natuurwaarden in het desbetreffend gebied van belang zijn.

Randvoorwaarden ten aanzien van het gebruik van de kaarten

De resolutie van alle sublitorale natuurwaardenkaarten is globaal (honderden meters tot enkele kilometers) en geeft potentieel geschikte gebieden weer. De kaarten geven dus niet exact aan waar sublitorale natuurwaarden (kunnen) voorkomen. De kaarten geven wel aan welke gebieden/regio's veel potentie hebben. Gezien het globale karakter van de kaarten en het feit dat er vaak gebruik is gemaakt van de geschiktheidskaarten en niet van de feitelijke verspreidingskaarten (die waren maar beperkt aanwezig) achten wij het raadzaam om bij het nemen van beleidsbeslissingen altijd voor de zekerheid de relevante gebieden kort te monitoren om de daadwerkelijke verspreiding van soorten te verifiëren.

De houdbaarheid van de kaarten in de tijd is gelimiteerd tot enkele jaren. De beperkte houdbaarheid hangt samen met actualiteit van de gebruikte gegevens en met het zeer dynamisch karakter van de Waddenzee. Deze is onderhevig aan getijdestroming, golfslag, stormen, sedimentatie en erosie. De kaarten in dit rapport zijn wat dat betreft dus een momentopname en in die zin statisch. Grote patronen in stroming, golfslag etc. veranderen echter niet binnen een jaar tot enkele jaren. Dit zorgt ervoor dat de kaarten de komende jaren zeker bruikbaar blijven. Een jaarlijkse basismonitoring kan meer zicht geven op dit soort processen.

Natuurwaarden

In onderstaande paragrafen worden de sublitorale natuurwaarden en hun ruimtelijke verspreiding in de Waddenzee besproken.

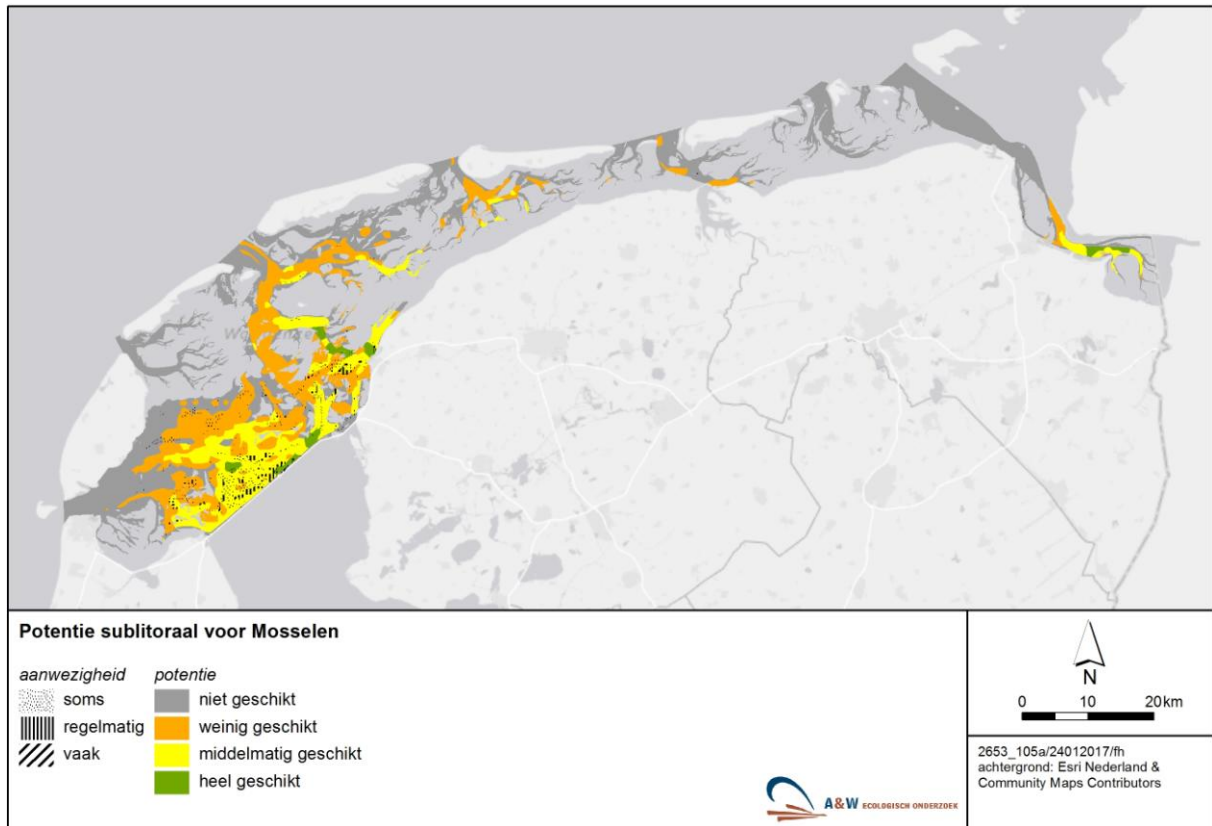
Mosselen

De huidige verspreiding van mosselen in het sublitoraal is vooral langs de Afsluitdijk in het Komberging Marsdiep en Vlie, gebaseerd op de frequentiekaart van Troost *et al.* (2015) en data van Probus (Smaal *et al.* 2014) en de habitatgeschiktheidskaart voor sublitorale mosselen (Troost *et al.* 2015, Brinkman in prep). De ervaringskaart stabiliteit sublitorale mosselbanken in de westelijke Waddenzee (Van Stralen 2015) bevestigt de ligging van sublitorale mosselen langs de Afsluitdijk, welke tevens stabiele banken zouden zijn. De huidige aanwezigheid van mosselen in de Westelijke Waddenzee komt deels overeen met de kansrijke regio's volgens de habitatgeschiktheidskaart en onze natuurwaardekaart (Troost *et al.* 2015 en Smaal *et al.* 2014, Brinkman in prep.), maar er worden ook mosselen aangetroffen in de regio's die op basis van deze kaart minder geschikt zouden zijn. Dit onderstreept het feit dat extra monitoring vereist is om beter inzicht te krijgen waar mosselen liggen en waar kansen liggen. In onderstaande kaart valt echter op dat vooral het westelijk wad over geschikte locaties beschikt voor sublitorale mosselen. De Oostelijke Waddenzee heeft waarschijnlijk weinig plaatsen waar de geulen voldoende diep en beschermd zijn. Hierdoor wordt de kans op sublitorale mosselbanken niet heel groot geacht.

Hierbij moet echter in acht worden genomen dat er voor het oostelijke deel van de Waddenzee weinig verspreidingsgegevens bekend zijn, om de geschiktheid op te baseren of mee te vergelijken/valideren.

Opvallend is de potentiële habitatgeschiktheid in de Dollard. Dit komt door o.a. de rustige condities, voldoende diepe geulen en aanwezigheid van zoeter water. De huidige zwevend stof concentraties in de waterkolom zijn echter niet meegenomen in de habitatgeschiktheidskaart uit Troost *et al.* (2015) en Brinkman (in prep). Momenteel vormen zwevend stof in het water en mogelijk ook de slibconcentraties op de bodem hoogstwaarschijnlijk een probleem voor de vestiging en overleving van mosselen in de Dollard. Op basis van het jaarlijkse gemiddelde over de periode 2010-2015 is het zwevend stof gehalte in de Dollard namelijk dermate hoog (gem, ~225 mg/l, Baptist en Geelhoed 2016) dat mosselen hier negatieve effecten van kunnen ondervinden (Widdows *et al.* 1979). Mocht de Dollard in de toekomst helderder worden en minder slibbig, dan liggen daar dus waarschijnlijk wel kansen voor mosselen. Daarnaast kunnen mosselen zelf, als ze eenmaal gevestigd zijn, hier ook aan bijdragen door op lokale schaal het water te filteren. Daarvoor moeten de condities echter wel eerst verbeteren.

Kansrijke regio's voor mosselen in het sublitoraal van de Waddenzee zijn mogelijk: de Vlieter, Breezanddijk / Afsluitdijk, Molenrak, en Blauwe Slenk (groen gekleurd in de kaart). Maar ook in de gele delen liggen geschikte locaties. Een monitoringsprogramma is nodig om de potentiekaart nader te onderbouwen.



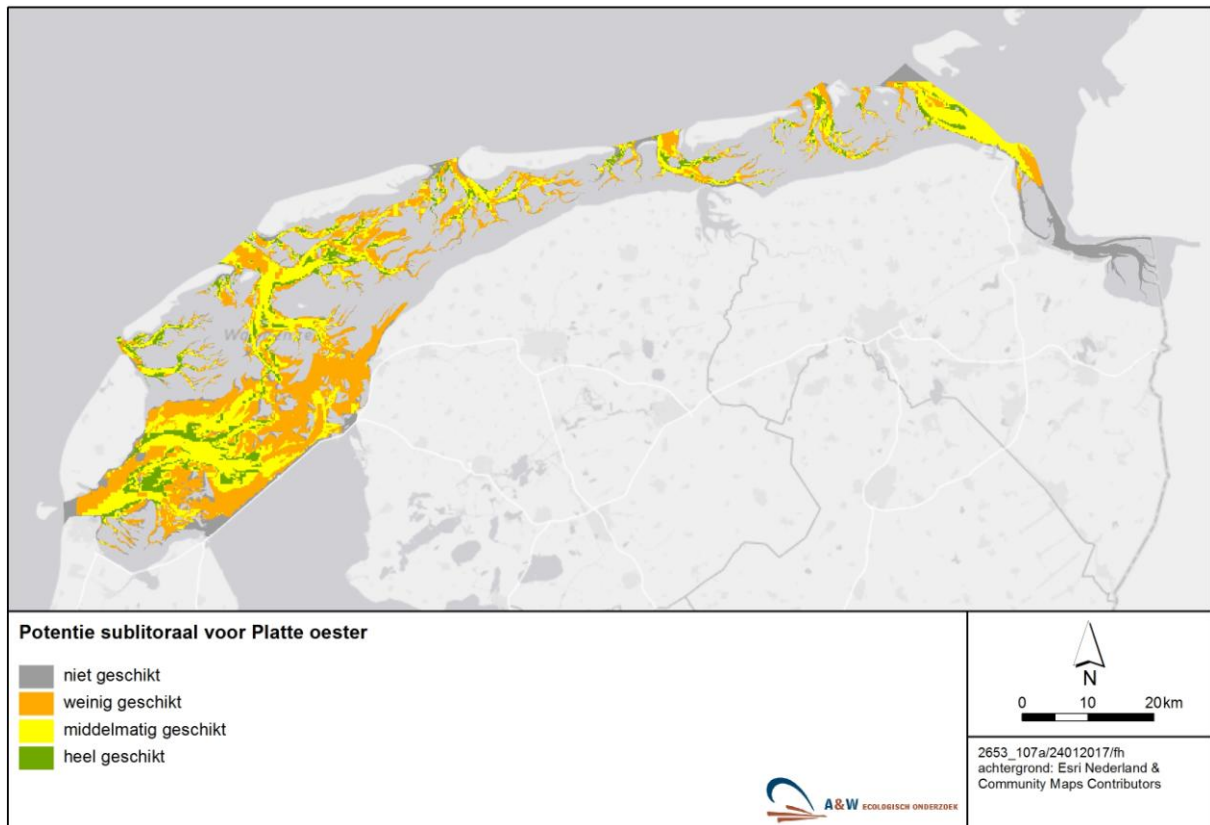
Figuur 1. Potentiële habitatgeschiktheid voor de sublitorale natuurwaarde Mosselen en aanwezigheid van Mosselen in sublitorale deel van de Nederlandse Waddenzee.

Mogelijke effecten van competitie tussen mosselen en oesters zijn in deze kaart niet meegenomen. Observaties vanuit de Waddenzee en de Voordelta laten zien dat Mosselen en Japanse oesters en Japanse en Platte oesters samen kunnen voorkomen en dat andere effecten zoals de aan/afwezigheid van substraat, bronpopulatie en predatie door garnalen en zeesterren belangrijker zijn voor vestiging.

Platte oester

Er zijn sterke aanwijzingen dat er in het Eijerlandse gat platte oesters voorkomen (Van der Have & Van der Zee 2016). Op basis van de habitatgeschiktheidskaart van Van der Have & Van der Zee (2016) zijn er in potentie wel meer gebieden geschikt voor de terugkeer van platte oesters.

Kansrijke regio's zijn samengevat in onderstaande natuurwaardenkaart voor de platte oester (op basis van Van der Have & Van der Zee 2016). Het lijkt erop dat de gebieden langs de geulen op de overgang van ondiep (<-5m) naar diep (>-5m) met lage dynamiek tussen de eilanden en in de westelijke Waddenzee mogelijk geschikt zijn voor platte oesters.



Figuur 2 Potentiële habitatgeschiktheid voor de sublitorale natuurwaarde Platte oesters in de Nederlandse Waddenzee.

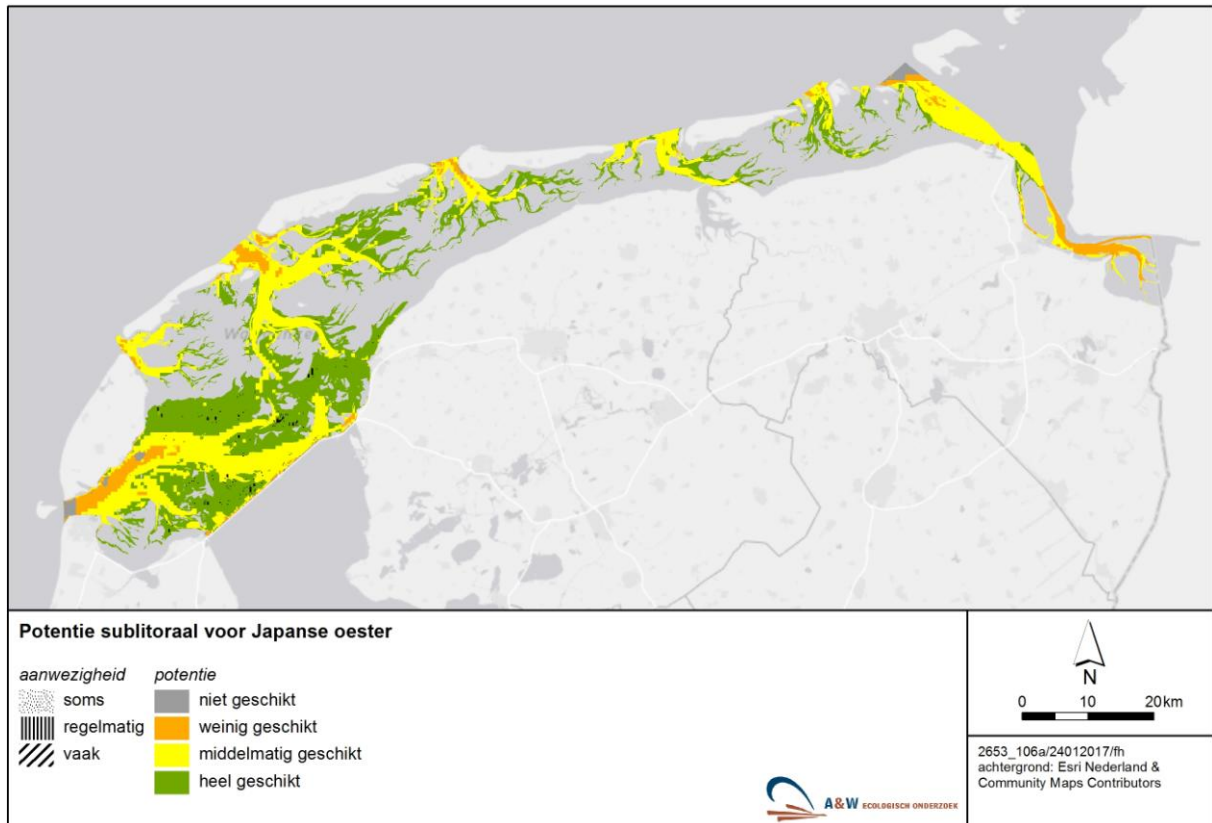
Mogelijke effecten van competitie tussen mosselen en oesters zijn in deze kaart niet meegenomen. Observaties vanuit de Waddenzee en de Voordelta laten zien dat Mosselen en Japanse oesters en Japanse en Platte oesters samen kunnen voorkomen en dat andere effecten zoals de aan/afwezigheid van substraat, bronpopulatie en predatie door garnalen en zeesterren, stroming en golfslag belangrijker zijn voor vestiging.

Nader onderzoek is nodig om te uit te vinden of en waar de Platte oester zich mogelijk kan uitbreiden. Deze kaart kan ondersteunend zijn bij de keuze van locaties voor mogelijke pilotexperimenten waar al dan niet extra substraat en een bronpopulatie wordt neergelegd in de Waddenzee.

Japanse oester

Voor de Japanse oester ontbrak tot dusver een Waddenzeebrede habitatgeschiktheidskaart. Op basis van abiotische gegevens (diepte, orbitaal snelheid, stroomsnelheid, saliniteit, zwevend stof) en verspreidingsgegevens (Troost *et al.* 2016) is daarom een eerste aanzet voor een dergelijke kaart gemaakt.

Kansrijke regio's zijn te zien in onderstaande natuurwaardenkaart en mogelijk geschikte gebieden zijn de ondieper delen in het Marsdiep en uitlopers van de geultjes in de kombergingsgebieden. De huidige situatie in de Eems-Dollard lijkt minder geschikt. Ook voor de Japanse oester geldt dat monitoring meer inzicht zal geven in de huidige aanwezigheid en in kansrijke regio's.



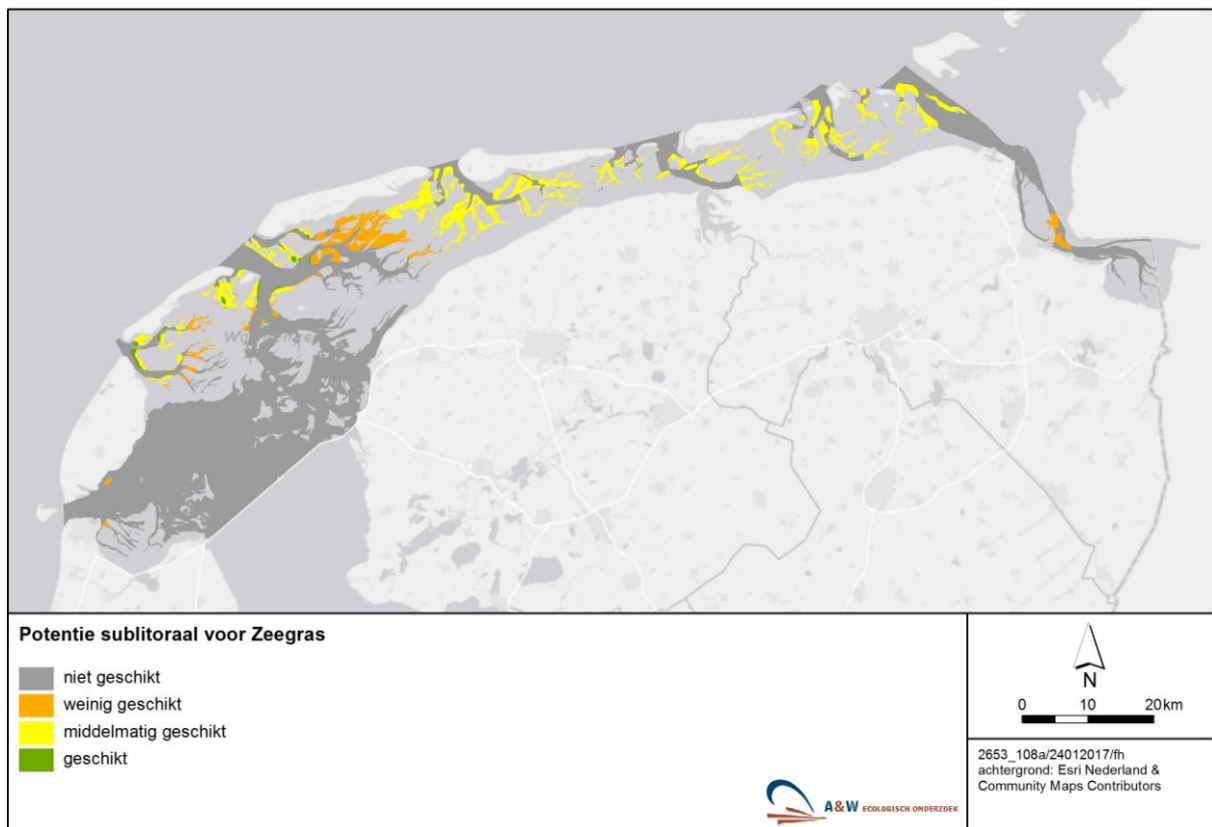
Figuur 3 Potentiële habitatgeschiktheid voor de sublitorale natuurwaarde Japanse oesters en aanwezigheid van Japanse oesters in sublitorale deel van de Nederlandse Waddenzee.

Mogelijke effecten van competitie tussen mosselen en oesters zijn in deze kaart niet meegenomen. Observaties vanuit de Waddenzee en de Voordelta laten zien dat Mosselen en Japanse oesters en Japanse en Platte oesters samen kunnen voorkomen en dat andere effecten zoals de aan/afwezigheid van substraat, bronpopulatie en predatie door garnalen en zeesterren belangrijker zijn voor vestiging.

Zeegras

Voor het litorale zeegras is recent een uitgebreide kansenkaart verschenen (Folmer *et al.* 2016). In de huidige situatie is sublitoraal zeegras echter afwezig in de Nederlandse Waddenzee. Van der Heide *et al.* (2006) geven in hun verkenning van de groeimogelijkheden van sublitoraal zeegras in de Nederlandse Waddenzee aan dat de troebelheid van de Waddenzee momenteel te hoog is voor de ontwikkeling. Ook de recente kaart van WaterInsight 2016 (zie bijlage 1, Figuur 20) laat dit zien. In de toekomst wordt dit plaatselijk misschien beter en mogelijk kan de troebelheid tijdelijk, lokaal en kunstmatig worden gereduceerd, indien dat gewenst is. De zoutfluctuaties zijn in grote delen van de westelijke Waddenzee mogelijk te hoog voor vestiging.

Kansrijke regio's op basis van Van der Heide *et al.* (2006) in combinatie met het zwevend stof gehalte zijn samengevat in onderstaande potentiële natuurwaardenkaart voor sublitoraal zeegras. Deze kaart is echter nog zeer speculatief omdat andere abiotische parameters als stroomsnelheid en golfslag hierin niet zijn meegenomen en doorzicht in de gehele Waddenzee nog te hoog is. Daarnaast kan lokaal de helderheid hoog genoeg zijn in kleine ondiepe geultjes aan het einde van de zeearmen, maar die resolutie is niet terug te vinden in onderstaande kaart. Het lijkt erop dat in het westelijk deel van de Waddenzee, waar vroeger de grote zeegrasvelden voorkwamen, relatief weinig areaal beschikbaar is. Potentieel geschikte locaties voor kolonisatie liggen ten noordoosten van Texel (Eierlandse gat) en ten zuiden van Vlieland en Terschelling (Vlie). Naar het oosten neemt de hoeveelheid koloniseerbaar areaal toe, maar daar neemt de doorzicht van het water af.



Figuur 4. Potentiële habitatgeschiktheid voor de sublitorale natuurwaarde Zeegras in de Nederlandse Waddenzee

Voor sublitoraal zeegras is een verdiepende, uitgebreidere habitatgeschiktheidskaart nodig en nader monitoring/onderzoek in het veld. Indien gekozen wordt voor pilotexperimenten met uitzaaien dan kunnen die het best plaats vinden in de westelijke Waddenzee in rustige geultjes die gesloten zijn voor visserij.

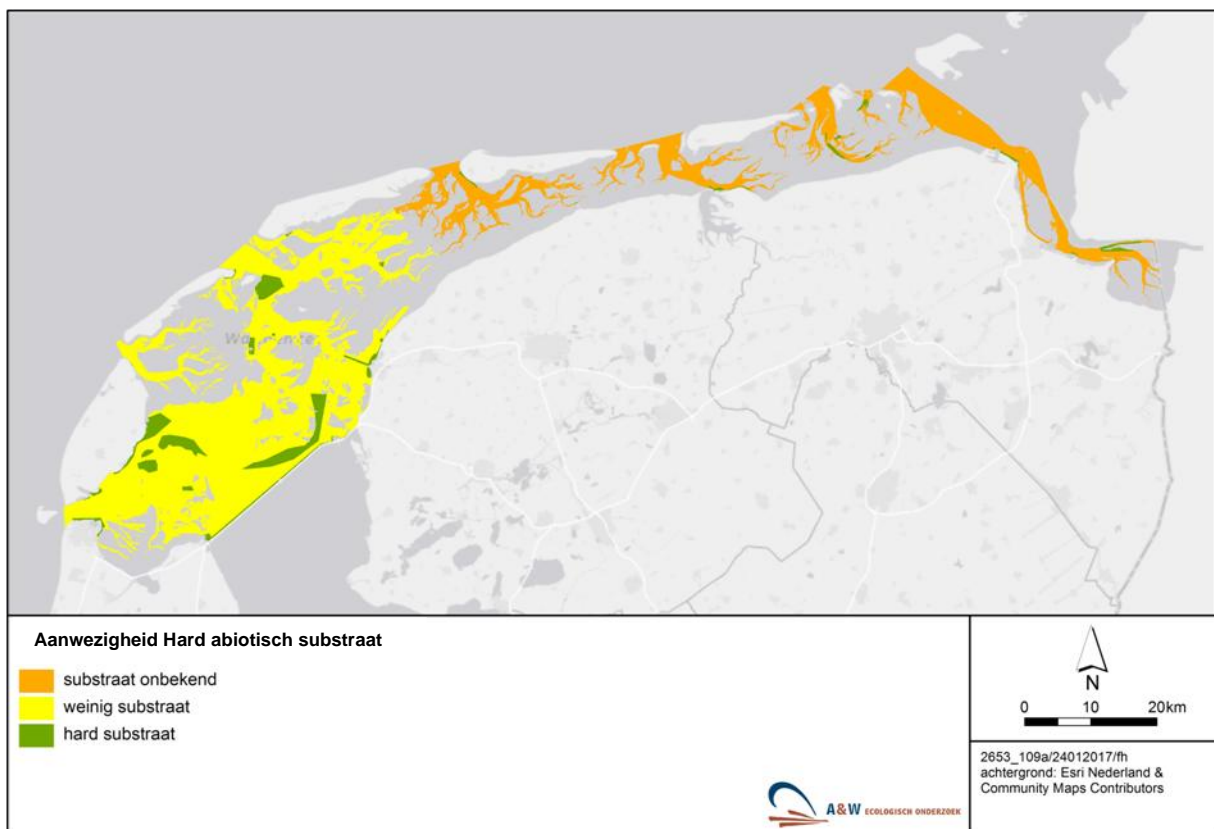
Hard abiotisch substraat

Hard substraat is in het waddengebied van nature aanwezig in de vorm van (dood en levend) schelpmateriaal, bestortingen, dijktenen, havens, obstakels, wrakken, stenen, klei en veen.

Bij hard abiotisch substraat gaat het in onderstaande kaart om bestortingen, havens, dijktenen, stenen en schelpengruis. Levende schelpen en schelpdierbanken zijn hierin niet meegenomen. Wrakken zijn ook niet meegenomen omdat het grootste deel van de wrakken onder het zand ligt. Daarnaast worden wrakken meegenomen in een ander project.

De aanwezigheid van Mosselen en Japanse oesters, voor zover bekend, zijn apart weergegeven in de kaarten van de Natuurwaarden Mosselen en Japanse oesters en vormen daarmee aanwezig biotisch hard substraat. In de online interactieve kaart is die aanwezigheid over de abiotisch hard substraat kaart heen te leggen.

Kansrijke regio's, met daarin hard abiotisch substraat, zijn samengevat in onderstaande kaart. Het westelijk deel van de Waddenzee lijkt eruit te springen met relatief veel aanwezig hard substraat, maar hierbij moet opgemerkt worden dat de oranje delen in de kaart duiden op kennislacunes: de aanwezigheid van hard abiotisch substraat is op deze locaties onbekend.

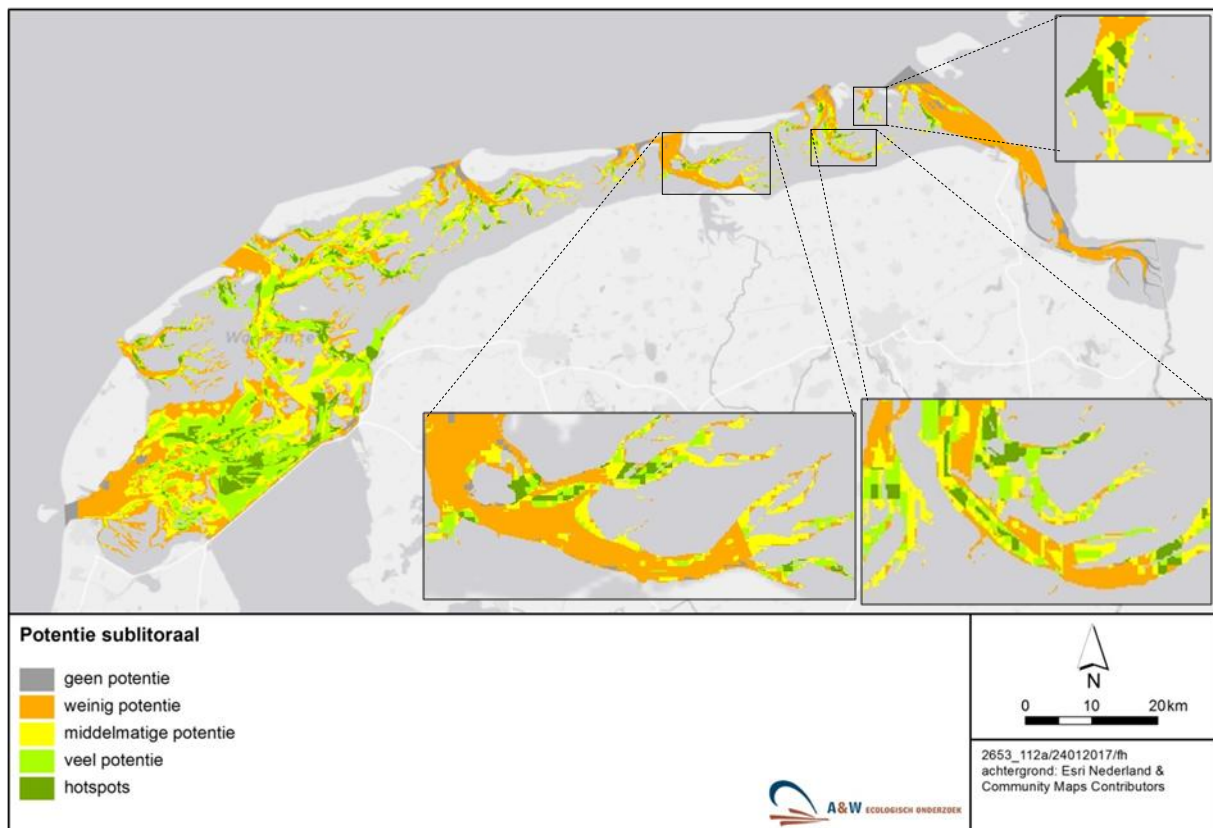


Figuur 5. Aanwezigheid van hard abiotisch substraat in de Nederlandse Waddenzee.

Hotspotkaart

De hotspotkaart is tot stand gekomen doordat de kaartlagen van de verschillende natuurwaarden bij elkaar zijn opgeteld. Uit de samenvattende kaart kan worden afgelezen welke gebieden de meeste potentie hebben voor de genoemde natuurwaarden (Mosselen, Japanse oester, Platte oester, Zeegras en Hard abiotisch substraat).

Daarbij zijn er vijf klassen van potentie: geen potentie, weinig potentie, middelmatige potentie, veel potentie en hotspots. Wanneer er bijvoorbeeld op een locatie mosselen kunnen groeien en Japanse/platte oesters en zeegras en wanneer er ook al (antropogeen) hardsubstraat ligt, heeft dit gebied veel potentie. Op locaties waar alleen mosselen liggen, valt de potentie lager uit. De kleuren zijn oplopend van grijs (geen potentie) naar geel (middelmatige potentie) naar donkergroen (hotspot).



Figuur 6. Hotspotkaart voor het sublitoraal van de Nederlandse Waddenzee, met daarin de potenties voor de afzonderlijke natuurwaarden bij elkaar opgeteld.

In figuur 6 is te zien welke sublitorale gebieden veel potentie voor meerdere natuurwaarden hebben, en welke hotspots kunnen worden genoemd. Vooral het westelijk wad en de armen van de kombergingen scoren hoog. Komberging Marsdiep en Vlie hebben veel potentie (vooral door de natuurwaarden van mossels, Japanse/platte oesters). De uiteinden van de zeegaten in het Eierlands Gat, Vlie en Borndiep, zijn mogelijk ook voor zeegras geschikt. Meer naar het oosten liggen ook enkele hotspots, zoals in Zoutkamperlaag, Lauwers en Schild.

Deze kaart is een indicatie van potentieel kansrijke regio's voor natuur. Monitoring en gericht veldonderzoek is nodig om meer inzicht te krijgen waar momenteel veel mosselen en Japanse oesters aanwezig zijn in het sublitorale deel en of dit overeenkomt met de potentiekaarten en of bodemberoerende visserij hier mogelijk een rol in speelt in de aan-/afwezigheid van mosselen en oesters. Daarnaast geeft monitoring ook inzicht in gebieden waar andere belangrijke bodemdieren zich concentreren zoals kokkels en (koker)wormen.

Inspiratiekaart voor natuurversterking

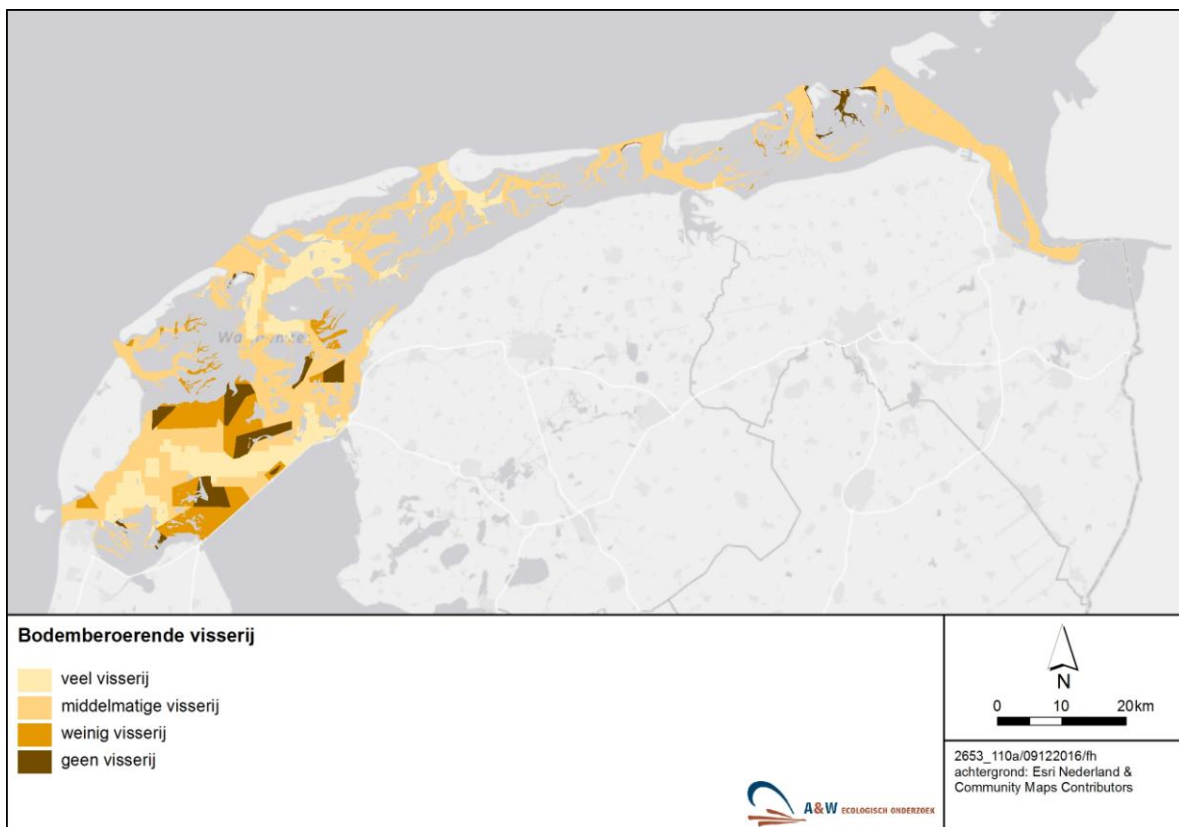
Aanpak

Aan de hand van de hotspotkaart zijn inspiratiekaarten voor versterking van sublitorale natuurwaarden gemaakt, waarin is af te lezen in welke gebieden de huidige natuurwaarden mogelijk kunnen worden verbeterd en welke maatregelen daar eventueel voor ingezet kunnen worden. Om tot een inspiratiekaart voor natuurversterking voor het sublitorale deel van de Waddenzee te komen zijn de volgende stappen gemaakt:

Stap 1: De ruimtelijke verspreiding van twee beperkende voorwaarden voor natuurversterking, die van invloed zijn op de kans van slagen van beheersmaatregelen, wordt in kaart gebracht. Het gaat hierbij om bodemberoerende visserij & hydrodynamiek.

Bodemberoerende Visserij

In onderstaande kaart (Figuur 7) zijn verschillende intensiteiten van bodemberoerende visserij weergegeven: veel bodemberoerende visserij (beige/ongunstig), middelmatige bodemberoerende visserij (lichtoranje), weinig bodemberoerende visserij (oranje) en geen bodemberoerende visserij (donkerbruin/ gunstig). In de huidige situatie zijn er in het sublitoraal van de Nederlandse Waddenzee gebieden gesloten volgens artikel 20, voor een bepaalde periode of voor het hele jaar, vanwege natuurbehoud. Rondom Rottum is een gesloten referentiegebied ingesteld. Tevens mag in de directe toekomst in enkele permanent gesloten gebieden (Viswad) in de Waddenzee niet worden gevestigd. Deze zijn gesloten voor de mosselzaad- en garnalenvisserij conform de afspraken in het mosselconvenant. Om deze gebieden heen wordt licht gevestigd. In de meeste geulen in de Waddenzee waar wel wordt gevestigd vindt middelmatige bodemberoerende visserij plaats. Vooral op het westelijk wad wordt intensief gevestigd. In gebieden met veel bodemberoerende visserij is natuurversterking en het toepassen van maatregelen lastig tot niet mogelijk.



Figuur 7. Verschillende intensiteiten van bodemberoerende visserij in de Nederlandse Waddenzee.

Dynamiek

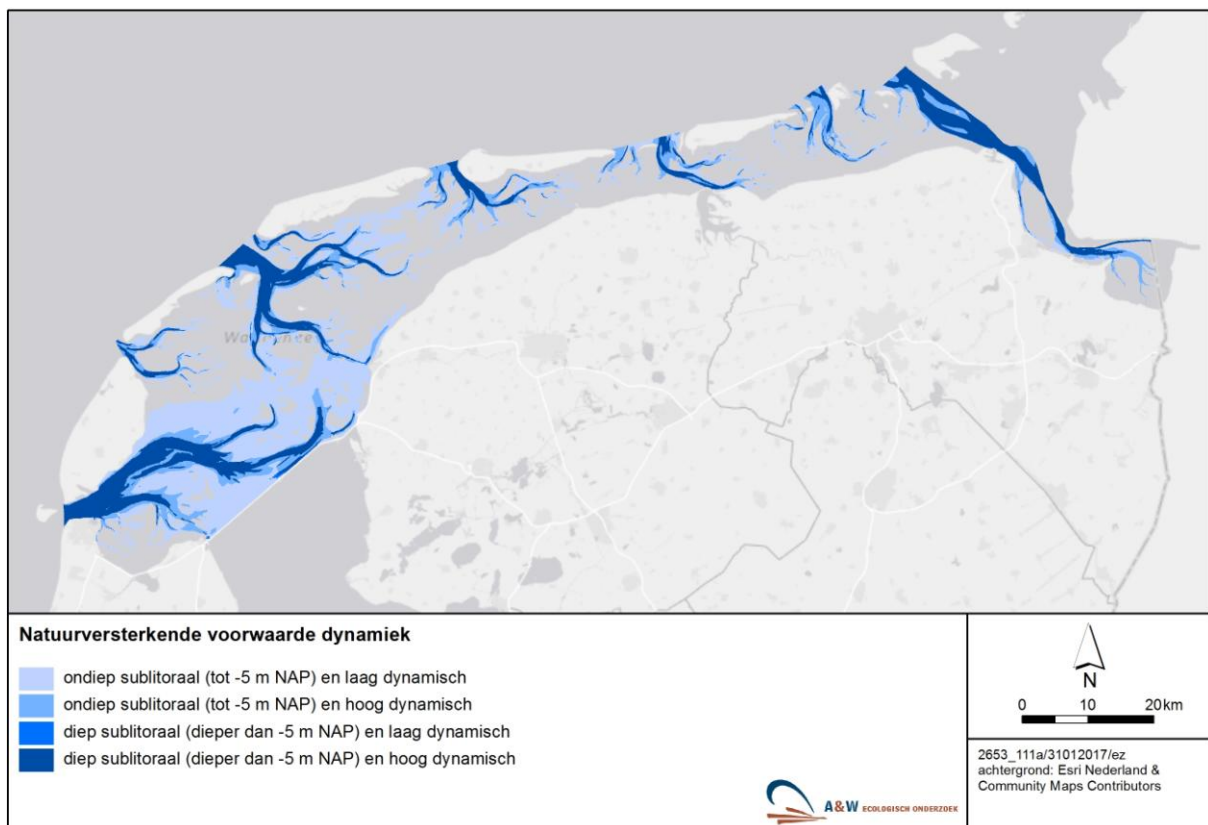
In de kaart van de hydrodynamiek (Figuur 8) kunnen vier typen dynamiek worden onderscheiden (Baptist *et al.* 2016), namelijk:

- ondiep sublitoraal (tot -5m NAP) en laag dynamisch (stroomsnelheid <0,8m/s)
Veelal in het westelijk wad, geschikt voor natuurwaarden / weinig stress
- ondiep sublitoraal (tot -5m NAP) en hoog dynamisch (stroomsnelheid >0,8m/s)
Langs de randen van de geulen, matig geschikt voor natuurwaarden / stress
- diep sublitoraal (dieper dan -5m NAP) en laag dynamisch (stroomsnelheid <0,8m/s)
Komt bijna niet voor
- diep sublitoraal (dieper dan -5m NAP) en hoog dynamisch (stroomsnelheid >0,8m/s)
Diepe geulen, ongeschikt voor natuurwaarden/ veel stress)

Basisgegevens voor de hydrodynamiek (stroomsnelheid) zijn bepaald uit modelresultaten van het driedimensionale GETM-GOTM model Dutch Wadden Sea. Volgens het model is een locatie 'hoogdynamisch' met een maximale lineaire stroomsnelheid aan de bodem groter dan 0,8 m/s, lager dan deze waarde is 'laagdynamisch' (Baptist *et al.* 2016).

Ongeveer een kwart (23,1%) van het oppervlak van de Waddenzee bestaat uit het ondiep sublitoraal, laag-dynamische ecotoop. Daarnaast is er een aanzienlijk areaal ondiep sublitoraal, hoog-dynamisch ecotoop (9,6%). Het diepe sublitoraal bestaat voornamelijk uit hoog-dynamisch ecotoop (13,0%), met slechts heel weinig (0,4%) laag-dynamisch.

In zeer dynamische gebieden bestaat de mogelijkheid dat natuurwaarden zich moeilijk kunnen vestigen en in deze gebieden is het mogelijk lastig om eventuele beheersmaatregelen toe te passen (bijv. aanbrengen van hard substraat of bronpopulatie).



Figuur 8. Diepte en Dynamiek (lineaire stroomsnelheid) in de Nederlandse Waddenzee

Stap 2: Vervolgens worden de kaarten van de natuurwaarden Mosselen, Platte oester en Zeegras gecombineerd met bodemberoerende Visserij en Dynamiek wat leidt tot een inspiratiekaart voor natuurversterking per natuurwaarde.

Voor de inspiratiekaarten voor natuurversterking wordt onderscheid gemaakt tussen gebiedsgebruik waarbij de Waddenzee wordt opgedeeld in gebieden waar 1) momenteel of op korte termijn geen bodemberoerende visserij is (Gesloten gebieden Artikel 20 en Viswad), en waar 2) bodemberoerende visserij wel is toegestaan. Binnen deze gebieden is vervolgens gekeken naar waar zich middelmatig tot heel geschikt habitat bevindt voor de natuurwaarden Mosselen, Platte oester en Zeegras. Voor de Platte oester en Zeegras inspiratiekaart voor natuurversterking zijn alleen ondiepe laag dynamische gebieden meegenomen in de analyse omdat de verwachting is dat voor beide soorten rustige condities bevorderlijk zijn en dat actief herstel makkelijker gaat in de ondiepere laag dynamische delen van de Waddenzee (Van der Have & Van der Zee 2016, project Zeegrasherstel). Afhankelijk van deelgebied en beperkende voorwaarden zijn er vervolgens per natuurwaarde maatregelen gesuggereerd:

1. Gebieden die momenteel vrij zijn (of waarschijnlijk in de directe toekomst vrij zijn) van bodemberoerende visserij (Gesloten gebieden Artikel 20, Referentiegebied Rottum en VisWad):

Mossel inspiratiekaart voor natuurversterking:

- a. Habitat geschikt voor mosselen en abiotisch hard substraat aanwezig - Stap 1: monitoren (om te zien of er nu al daadwerkelijk mosselen en substraat al aanwezig zijn), Stap 2: natuurlijke ontwikkeling (passief herstel) of indien gewenst extra substraat toevoegen (actief herstel).
- b. Habitat geschikt voor mosselen, maar abiotisch hard substraat lijkt niet aanwezig - Stap 1: monitoren (om te zien of er nu al daadwerkelijk mosselen en substraat al aanwezig zijn), Stap 2: natuurlijke ontwikkeling (passief herstel) of indien gewenst extra substraat toevoegen (actief herstel).

Platte oester inspiratiekaart voor natuurversterking:

- a. Habitat geschikt voor Platte oester en abiotisch hard substraat aanwezig - Stap 1: monitoren (om te zien of er nu al abiotisch en/of biotisch hard substraat aanwezig is), Stap 2: natuurlijke ontwikkeling (passief herstel) of indien gewenst extra substraat en bronpopulatie toevoegen (actief herstel).
- b. Habitat geschikt voor Platte oester en abiotisch hard substraat lijkt niet aanwezig - Stap 1: monitoren (om te zien of er nu al abiotisch en/of biotisch hard substraat aanwezig is), Stap 2: natuurlijke ontwikkeling (passief herstel) of indien gewenst extra substraat en bronpopulatie toevoegen (actief herstel).

Zeegras inspiratiekaart voor natuurversterking:

- a. Habitat geschikt - Stap 1: monitoren of abiotisch condities geschikt zijn, Stap 2: natuurlijke ontwikkeling (passief herstel) of pilot uitzaaien (actief herstel).

2. Gebieden waar momenteel weinig tot veel bodemberoerende visserij is:

Voor alle natuurwaarden geldt:

Habitat geschikt voor de betreffende natuurwaarde

- Stap 1: monitoren - onderzoek naar effecten van bodemberoerende visserij
- Stap 2: huidige ontwikkeling of verduurzamen van bodemberoerende visserij/ instellen van gesloten gebieden, ter bevordering van behoud & herstel van de bodemkwaliteit.

Stap 3: In deze laatste stap worden de 3 inspiratiekaarten voor natuurversterking samengevoegd tot één overzichtskaart met gebieden die kansrijk zijn voor meerdere natuurwaarden. Dit is een indicatiefkaart die mogelijk focus kan geven aan de discussie omtrent natuurbeheer/beleid/monitoring voor het sublitorale deel van de Waddenzee.

Klassen die hierbij zijn aangehouden zijn:

- Minder geschikt
- Geen bodemberoerende visserij en habitat geschikt voor
 - Stap 1: monitoren,
 - Stap 2: natuurlijke ontwikkeling of (extra) substraat en/of bronpopulatie toevoegen
- Bodemberoerende visserij:
 - Stap 1: monitoren - onderzoek naar effecten van bodemberoerende visserij,
 - Stap 2: huidige ontwikkeling of verduurzamen van bodemberoerende visserij/ instellen van gesloten gebieden, ter bevordering van behoud en herstel van de bodemkwaliteit.

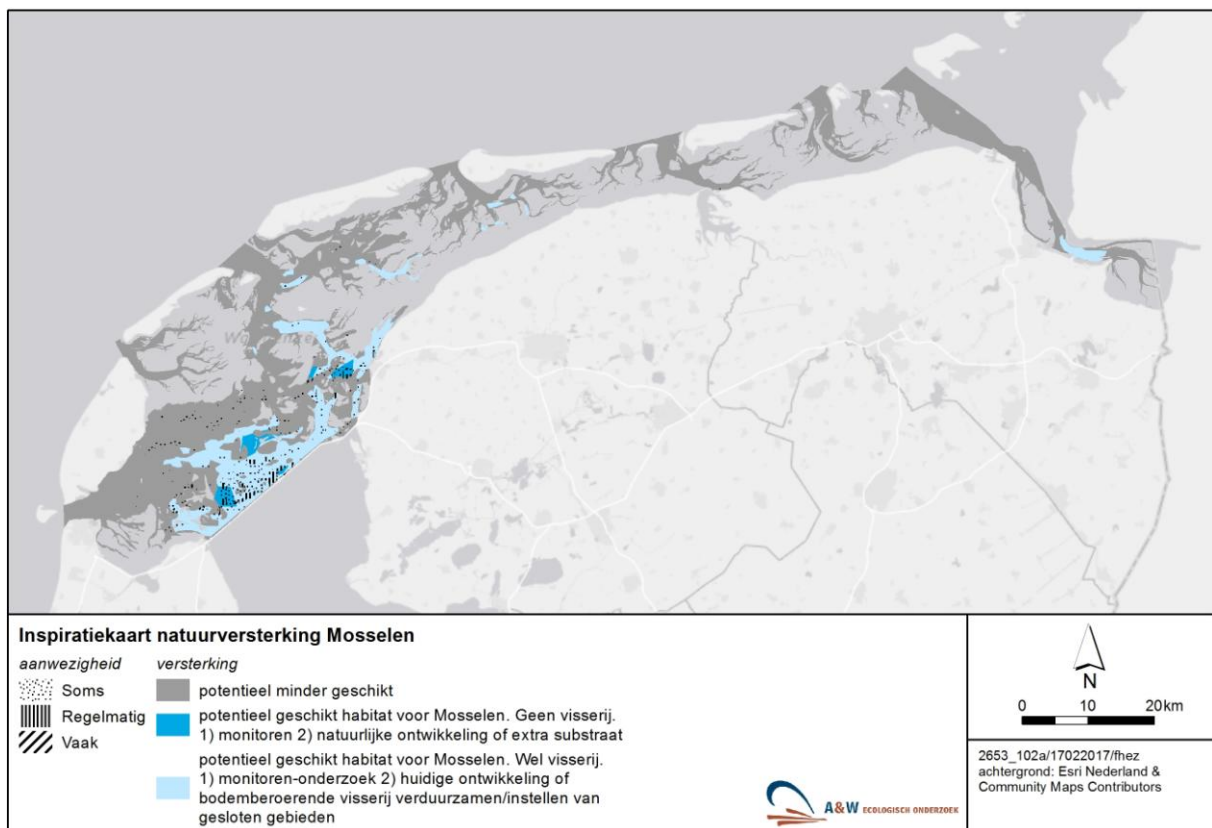
Hierbij is onderscheid gemaakt tussen potentieel geschikt habitat voor één enkele natuurwaarde (mosselen of platte oester of zeegras) of potentieel geschikt habitat voor meerdere natuurwaarden (≥ twee natuurwaarden).

Voor de Japanse oester is geen aparte inspiratiekaart voor natuurversterking gemaakt. Deze soort kan profiteren van eventuele maatregelen die genomen worden voor Mosselen en Platte oesters. Daarbij is de Japanse oester een exoot en daarmee voor nu geen focussoort voor het sublitorale deel van de Waddenzee (N2000). Ook voor Hard substraat is geen inspiratiekaart voor natuurversterking gemaakt. Monitoring moet uitwijzen wat er daadwerkelijk ligt aan hard abiotisch en biotisch substraat en bij eventuele maatregelen voor Mosselen en Platte oesters kan er voor gekozen worden om extra substraat aan te brengen wat de hoeveelheid aanwezig hard substraat in de Waddenzee verhoogd. Daarnaast worden mogelijke natuurbeheermaatregelen voor hard substraat uitgebreid behandeld in Gotje *et al.* (2016). Om meer inzicht te krijgen in de aanwezigheid van hard substraat in de Oostelijke Waddenzee, is het echter zeer nuttig om naast de macrofauna in de bodem ook de aanwezigheid van hard (a)biotisch substraat te inventariseren.

Inspiratiekaarten voor natuurversterking

Mosselen

De inspiratiekaart voor natuurversterking van mosselen laat zien dat er vooral in het westelijk wad maatregelen getroffen kunnen worden voor behoud en/of herstel van sublitorale mosselen omdat hier gebieden liggen die volgens de habitatkaart middelmatig tot heel geschikt zijn voor mosselen. De gebieden die gesloten zijn voor bodemberoerende visserij (donkerblauw in Figuur 9) zijn in theorie geschikt voor mosselen en waarschijnlijk is daar ook hard abiotisch of biotisch substraat aanwezig. Monitoring moet dit uitwijzen en vervolgens kan de keuze gemaakt worden voor natuurlijke ontwikkeling of indien gewenst het toevoegen van extra substraat (actief herstel).

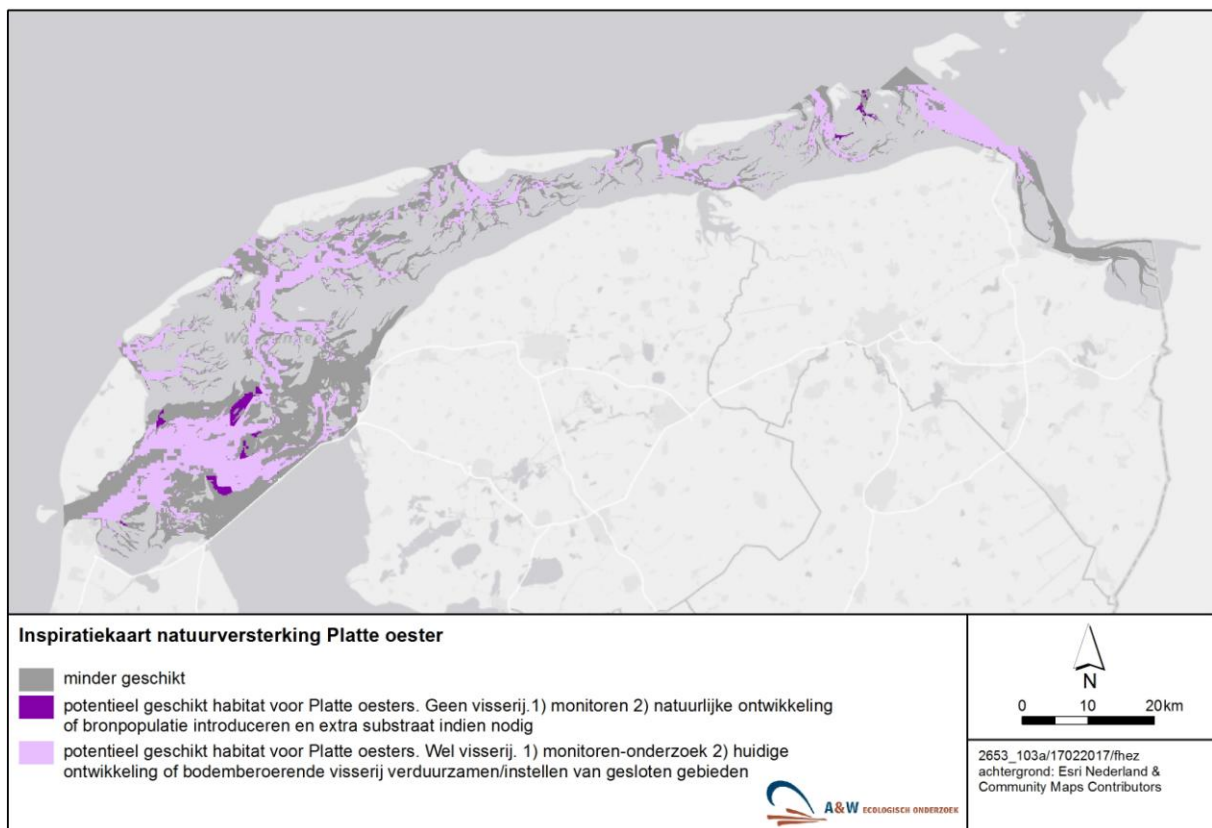


Figuur 9. Inspiratiekaart voor natuurversterking van mosselen in de Nederlandse Waddenzee

Platte oester

De inspiratiekaart voor natuurversterking van platte oesters laat zien dat er over de gehele Waddenzee geschikte locaties zijn voor de platte oester in het sublitoraal (pilotonderzoek kan deze gebieden verder aanscherpen). In het westelijk wad (en ook in bepaalde delen in het oostelijke wad) zijn er gebieden met de kleur donkerpaars. Hier liggen gebieden die in theorie middelmatig tot heel geschikt zijn voor Platte oesters, waar waarschijnlijk ook hard abiotisch of biotisch substraat aanwezig is en waar geen visserij is. Monitoring moet uitwijzen wat er aan substraat ligt en of er al platte oesters liggen. Vervolgens kan de keuze gemaakt worden voor natuurlijke ontwikkeling of indien gewenst voor het toevoegen van een bronpopulatie en/of extra substraat (actief herstel).

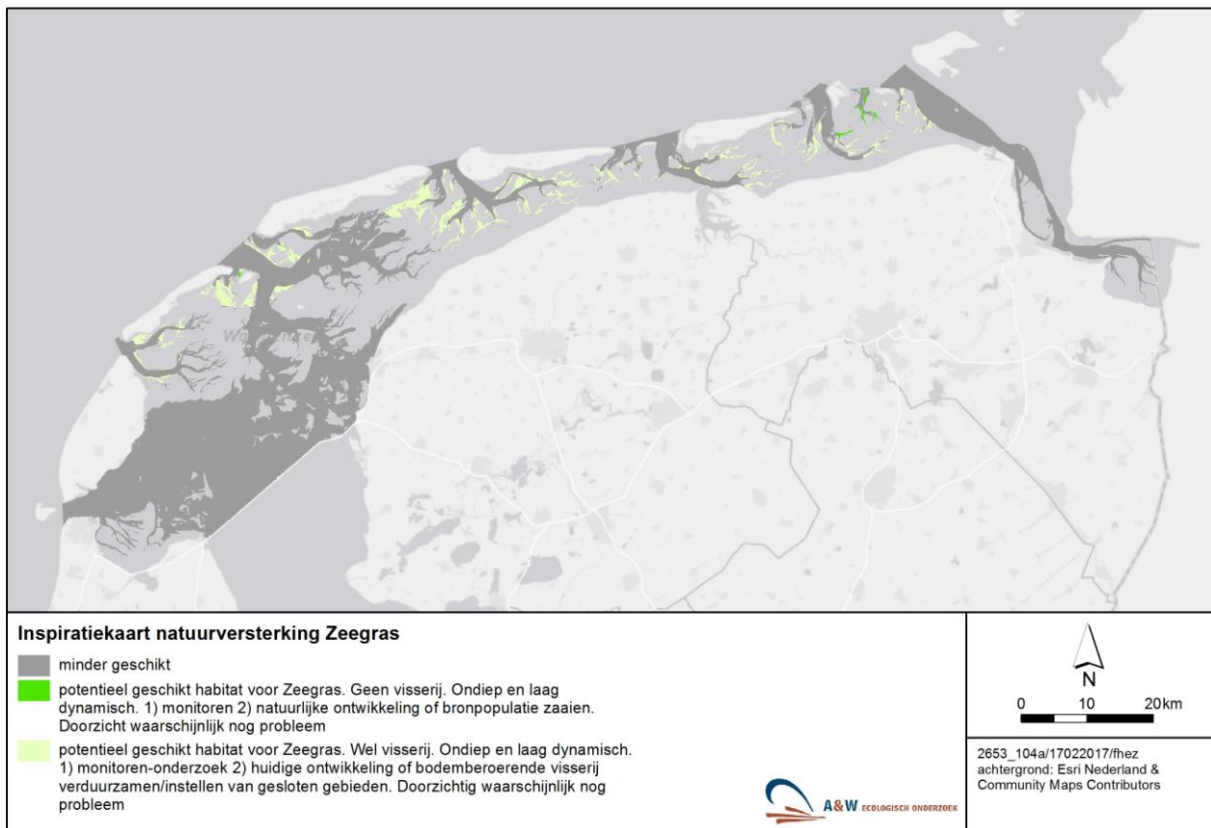
De meeste gebieden zijn lichtpaars gekleurd, hetgeen betekent dat er bodemberoerende visserij plaatsvindt. In deze gebieden kan monitoring en/of onderzoek naar effecten van bodemberoerende visserij plaatsvinden. Vervolgens kan de huidige ontwikkeling worden gevolgd, of kan er gekozen worden voor het verduurzamen van bodemberoerende visserij of het instellen van gesloten gebieden, ter behoud/ herstel van de bodemkwaliteit. De gekozen 'maatregel(en)' zullen afhankelijk zijn van de effecten van bodemberoerende visserij en of de Platte oester überhaupt aanslaat in de Waddenzee.



Figuur 10. Inspiratiekaart voor natuurversterking van de platte oester in de Nederlandse Waddenzee

Zeegras

Uit de natuurwaardekaart Zeegras bleek dat potentieel geschikte locaties voor sublitoraal zeegras ten noordoosten van Texel en ten zuiden van Vlieland en Terschelling liggen. Naar het oosten neemt de hoeveelheid koloniseerbaar areaal toe. Deze gebieden worden echter veel bevestigd en de troebelheid neemt toe wat ongunstig is voor de overleving van zeegras. Op basis van onderstaande kaart liggen de meeste geschikte plekken onder de eilanden Vlieland en Terschelling en in het Eierlandse gat. Er zijn maar enkele kleine gebiedjes (bijvoorbeeld op de Vlakte van Kerken, onder Vlieland en in het oostelijk wad ten zuidoosten van Schiermonnikoog) waar geen bodemberoerende visserij is en waar mogelijk de condities goed genoeg zijn. Omdat de natuurwaardekaart sublitoraal zeegras erg speculatief is, is nader onderzoek nodig in de vorm van het berekenen en monitoren van abiotische condities al dan niet in combinatie met pilotexperimenten met het zaaien van een bronpopulatie in het sublitorale deel van de Waddenzee.



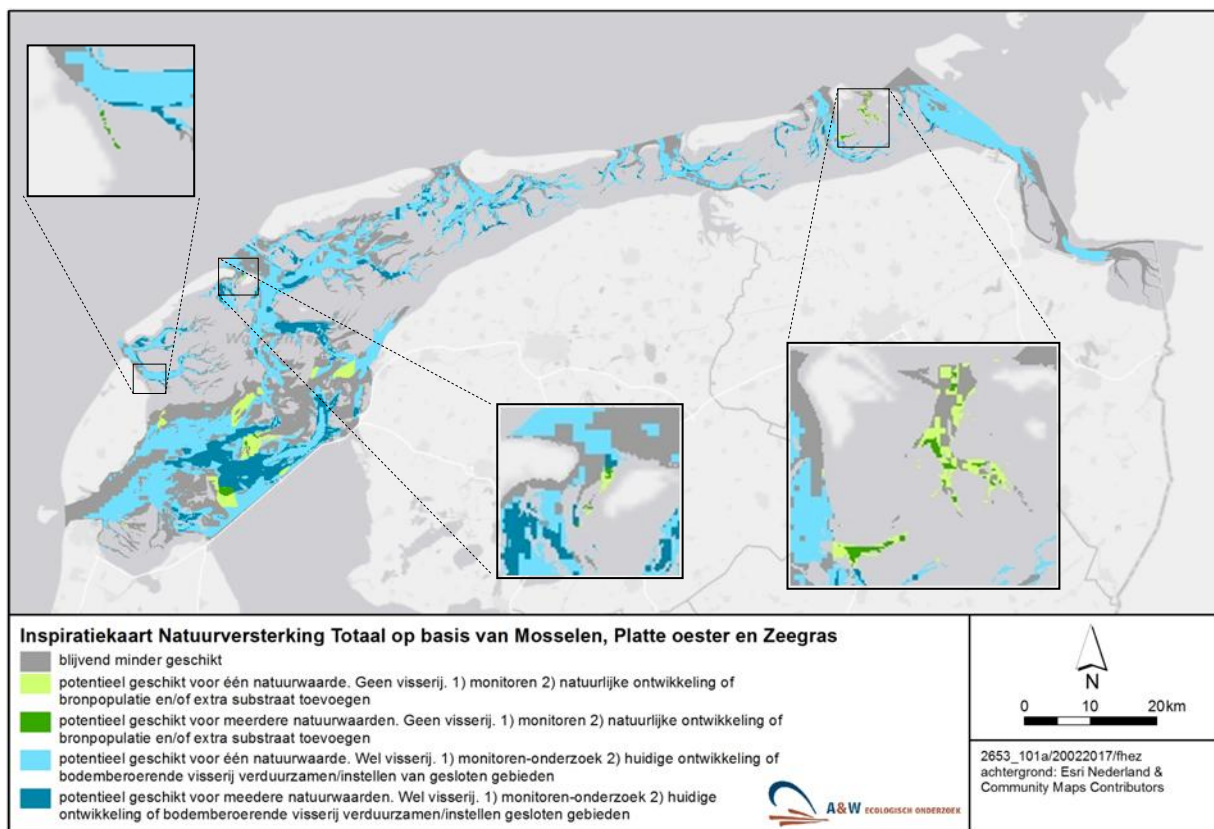
Figuur 11. Inspiratiekaart voor natuurversterking van zeegras in de Nederlandse Waddenzee

Integrale inspiratiekaart voor natuurversterking

Het sublitorale deel van de Waddenzee dat in potentie geschikt is voor meerdere natuurwaarden (zoals te zien/vinden op de hotspotkaart) is opgedeeld in twee gebieden: gebieden die vrij zijn van bodemberoerende visserij en gebieden met visserij. In de integrale inspiratiekaart voor natuurversterking (zie figuur 12) zijn de inspiratiekaarten voor natuurversterking van mosselen, platte oesters en zeegras over elkaar heen geprojecteerd.

In de gebieden die vrij zijn van bodemberoerende visserij is potentieel geschikt habitat aanwezig voor één (lichtgroen) of meerdere natuurwaarden (groen). In deze gebieden kan monitoring uitwijzen wat er daadwerkelijk aanwezig is. Op basis daarvan kan er al dan niet gekozen worden voor natuurlijke ontwikkeling of het toevoegen van een bronpopulatie en/of extra substraat.

In de gebieden waar bodemberoerende visserij plaatsvindt (met daarin lichtblauw voor één natuurwaarde en donkerblauw voor meerdere, figuur 12), kan monitoring en/of onderzoek naar effecten van bodemberoerende visserij extra informatie opleveren. Vervolgens kan de huidige ontwikkeling van natuurwaarden worden gevolgd of kan gekozen worden voor het verduurzamen van bodemberoerende visserij of het instellen van gesloten gebieden, wat mogelijk kan leiden tot behoud/ herstel van de bodemkwaliteit.



Figuur 12. Integrale inspiratiekaart voor natuurversterking van Mosselen, Platte oester en Zeegras.

Conclusie

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste bevindingen uit dit rapport samengevat.

Natuurwaarden

Voor het Westelijk deel van de Waddenzee en de zijarmen van de geulen hebben een hoge potentie voor de sublitorale natuurwaarden. Kombergingsgebieden Marsdiep en Vlie hebben veel potentie, maar meer naar het oosten liggen ook enkele hotspots, zoals in het Zoutkamperlaag, Lauwers en Schild.

De hoge potentie in de Westelijke Waddenzee (Marsdiep en Vlie) komt vooral door de potentiële geschiktheid voor Mosselen, Japanse oesters en Platte oesters en door de aanwezigheid van hard substraat. Hoewel het areaal potentieel geschikt zeegrashabitat relatief klein is en de natuurwaardekaart Zeegras erg speculatief is, liggen er mogelijk ook voor Zeegras in de Westelijke Waddenzee geschikte gebieden. Deze bevinden zich in het Eierlandse Gat en onder Terschelling (Vlie). Monitoring van en berekeningen aan abiotische condities en eventuele pilotexperimenten moet hier meer informatie over geven. In het oostelijke deel van de Waddenzee liggen enkele locaties met hoge natuurwaarden onder Ameland en rondom het gesloten gebied Rottum.

Gebieden met potentieel geschikt habitat voor natuurwaarden, die uit de analyses naar voren komen, zijn: *Zijarmen van de hoofdgeul in de kombergingsgebieden Marsdiep, Vlie, Borndiep, Pinkegat, Lauwers en Schild*

Met specifieke regio's: Voor Mosselen en Japanse oesters: langs de *Afsluitdijk (Breezanddijk), Vlieter, Blauwe Slenk*. Monitoring is daarbij nodig voor de gehele Waddenzee en met name ook in Oostelijk deel van de Waddenzee. Voor Platte oester: in potentie veel geschikte gebieden, pilotexperimenten moeten meer informatie op leveren. Daarnaast zijn er sterke aanwijzingen dat er in het Eierlandse gat platte oesters voorkomen wat suggereert dat daar geschikte gebieden liggen (zie ook Van der Have *et al.* 2016).

Voor Zeegras: *Eierlandse Gat* en noordelijke deel van *Vlie*, het monitoren/berekenen van abiotische condities en pilotexperimenten zal meer informatie op leveren.

Voor Hard substraat: *Marsdiep en Vlie*. Monitoring nodig in Oostelijk deel van de Waddenzee.

Inspiratiekaart voor natuurversterking

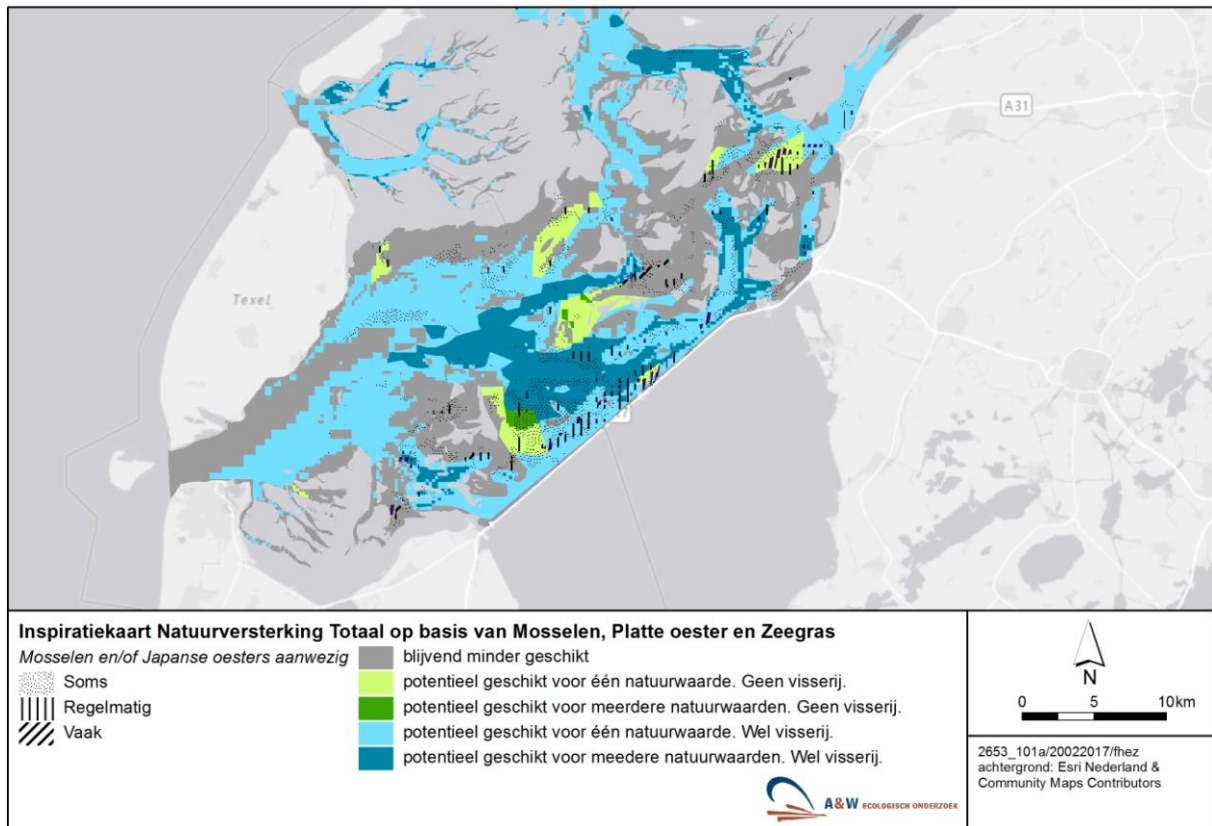
In dit rapport zijn een aantal opties weergegeven om behoud & herstel van natuurwaarden in het sublitoraal te bevorderen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in gebieden die gesloten zijn voor visserij en gebieden waar gevist wordt.

In gebieden die gesloten zijn voor visserij is een eerste stap om in meer detail te weten waar de huidige natuurwaarden nu precies liggen. In dit rapport is een overzicht gegeven van de beschikbare kennis, maar de resolutie van de gebruikte informatie in combinatie met deels ontbrekende data is niet geschikt om echt in detail de ligging van de natuurwaarden te duiden en om daaraan gekoppeld een goede strategie voor de natuurversterking in gang te zetten. Daarom adviseren wij om eerst in de gesloten gebieden gericht te gaan monitoren naar de aanwezige natuurwaarden. In gebieden waarin na monitoring is gebleken dat er geen natuurwaarden liggen zijn er twee opties om tot versterking te komen. Optie 1 is 'niks doen en wachten'. Het is de verwachting dat de natuurwaarden zich in de betreffende gebieden zullen gaan ontwikkelen. Optie 2 is 'actief kleinschalig herstel' in de vorm van kleine pilotexperimenten met (extra) substraat aanbrengen en/of bronpopulaties (o.a. platte oesters) introduceren. In gebieden waar nu al veel natuurwaarden blijken te zijn, is geen aanvullend beleid nodig.

In gebieden waar wel gevist wordt en die in potentie geschikt zijn voor het ontwikkelen van natuurwaarden kunnen ook nu al natuurwaarden voorkomen (zie figuur 7 en 13). Daarom adviseren we ook hier om als eerste stap te monitoren welke natuurwaarden waar precies voorkomen en wat het daadwerkelijke medegebruik, in de

vorm van bodemberoerende visserij, is in deze gebieden. Ook is het belangrijk om door middel van onderzoek helder te krijgen wat de effecten zijn van bodemberoerende visserij op de bodemfauna.

Zodra is gebleken dat er enige natuurwaarden zijn kan men de huidige ontwikkeling afwachten of proberen deze te versterken. Een maatregel daarbij kan zijn om de bodemberoerende visserij te verduurzamen of het instellen van gesloten gebieden, wat mogelijk kan leiden tot behoud en/of herstel van de bodemfauna. Daarnaast heeft het geen zin om kleinschalige experimenten te doen zolang er ook bodemberoerende visserij is en mogelijkheden voor actief herstel zijn daarmee beperkt tot de visserijvrije gebieden.



Figuur 13. Westelijke Waddenzee: Integrale inspiratiekaart voor natuurversterking van Mosselen, Platte oester en Zeegras met op de kaart ook locaties waar soms, regelmatig of vaak Mosselen en/of Japanse oesters worden gevonden.

In potentieel kansrijke regio's kan doelgericht veldonderzoek plaatsvinden en gekozen worden voor passief dan wel actief herstel op lokale schaal waar nu niet gevist wordt. Voorbeelden hiervan zijn:

Voor Mosselen en Platte oesters: langs de *Afsluitdijk (Breezanddijk)*, *Vlieter*, *Blauwe Slenk*, noordelijk deel *Marsdiep*. Voor Platte oester zullen pilotexperimenten meer informatie op leveren. Daarnaast zijn er sterke aanwijzingen dat er in het Eijerlandse gat platte oesters voorkomen wat suggereert dat daar mogelijk geschikte gebieden liggen voor pilotexperimenten, maar ook gesloten gebieden met hard substraat/Japanse oesters zijn mogelijk geschikt (zie ook Van der Have *et al.* 2016).

Voor Zeegras: *Eierlandse Gat - Vlakte van Kerken*, geultjes onder *Vlieland* en in komberging *Schild*. Monitoring en/of pilotexperimenten kunnen meer informatie op leveren.

Implicaties voor beleid en beheer

De hotspotkaart en inspiratiekaart voor sublitorale natuurversterking geven vorm aan gerichte natuurversterking, doelgerichte monitoring/inventarisaties, (pilot) onderzoek en het opvullen van kennisleemtes in het sublitorale deel van de Waddenzee. De hotspotkaart en inspiratiekaart voor natuurversterking kunnen daarmee bijdragen aan het formuleren van de doelstellingen in beleids- en beheersplannen voor het sublitorale deel van de Waddenzee.

Op basis van dit rapport en onderliggende kaarten worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Waddenzeebrede monitoring om huidige situatie van het sublitorale bodemleven in kaart te brengen. Deze monitoring moet zo ingericht zijn dat de gegevens uit deze monitoring breed te gebruiken zijn (o.a. voor ecosysteemkennis, early warningsysteem, vergunning gerichte data) en kan daarnaast gebruikt worden om habitatgeschiktheidskaarten nader te valideren.
- Om de sublitorale natuur te behouden en/of te versterken, kan er op een aantal potentiële locaties in het Marsdiep, Eierlandse Gat, Vlie en Schild ook gericht veldonderzoek gedaan worden (leren door doen) waarbij eerst de locatie gecontroleerd wordt op de aanwezigheid van natuurwaarden en waar vervolgens gekozen kan worden voor natuurlijk herstel of dat er extra substraat en/of bronpopulaties aangebracht kunnen worden. Hierbij kan ook gekeken worden naar verschillen in gebieden met wel en geen bodemberoerende visserij m.b.t de aanwezigheid van bodemfauna en potentie voor bodemfauna. Monitoring en (pilot)experimenten kunnen waardevolle kennis opleveren over processen in het sublitorale deel van de Waddenzee.
- Om tot een gezamenlijk en breed gedragen plan te komen voor beheer en behoud van het sublitorale deel van de Waddenzee, kunnen de kaartgegevens in dit rapport en de kaarten uit gerelateerde projecten die op dit moment plaatsvinden, de basis vormen voor een gerichte discussie.

Referenties

- Baptist, M.J., J.T. Van der Wal, A.V. De Groot & T.J.W. Ysebaert (2016). Ecotopenkaart Waddenzee volgens de ZES.1 typologie. Wageningen University & Research, Wageningen Marine Research rapport C103/16.
- Barillé, L., J. Prou, M. Héral and D. Razet (1997). Effects of high natural seston concentrations on the feeding, selection, and absorption of the oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 212: 149-172.
- Brinkman, A.G. (2015). Blueprint for an Ems-Dollard ecosystem model study. IMARES Report C158/15
- Brinkman, A.G. (in prep.) A new habitat suitability map for intertidal mussel beds in the Dutch Wadden Sea. In voorbereiding voor publicatie in *Journal of Sea Research*.
- Dekker, R. & J. Drent (2013). The macrozoobenthos in the subtidal of the western Dutch Wadden Sea in 2008 and a comparison with 1981-1982. NIOZ-Report 2013-5
- Elias, E.P.L., A.J.F. van der Spek, Z.B. Wang & J. de Ronde (2010). Morphodynamic development and sediment budget of the Dutch Wadden Sea over the last century. *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw* 91(3): 293 - 310
- Ens, B.J., J.A. Craeymeersch, F.E. Fey, H.J.L. Heessen, A.C. Smaal, A.G. Brinkman, R. Dekker, J. van der Meer, M.R. van Stralen (2007). Sublitorale natuurwaarden in de Waddenzee. Een overzicht van bestaande kennis en een beschrijving van een onderzoekopzet voor een studie naar het effect van mosselzaadvisserij en mosselkweek op sublitorale natuurwaarden. IMARES Rapport C077/07
- Essink, K. & A.H. Bos (1985). Growth of three bivalve molluscs transplanted along the axis of the Ems Estuary. *Netherlands Journal of Sea Research* 19: 45-51.
- Fey F.E., N.M.J.A. Dankers, A. Meijboom, P.W. van Leeuwen, J. Cuperus, B.E. van der Weide, M. de Jong, E.M. Dijkman & J.S.M. Cremer (2014). Ecologische ontwikkeling binnen een voor menselijke activiteiten gesloten gebied in de Nederlandse Waddenzee; Tussenrapportage achtste jaar na sluiting (najaar 2013). Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. WO-technical report 34/ IMARES-rapport C041/15.
- Folmer, E.O., J.E.E. van Beusekom, T. Dolch, U. Gräwe, M.M. van Katwijk, K. Kolbe & C.J.M. Philippart (2016). Consensus forecasting of intertidal seagrass habitat in the Wadden Sea. *Journal of Applied Ecology* 53: 1800-1813.
- Gercken, J. & A. Schmidt (2014). Current Status of the European Oyster (*Ostrea edulis*) and Possibilities for Restoration in the German North Sea 2014. BFN report.
- Gittenberger, A. M. Rensing, H. Stegenga, B.W. Hoeksema (2009). Inventarisatie van de aan hard substraat gerelateerde macroflora en macrofauna in de Nederlandse Waddenzee. GiMaRIS 2009.11
- Glorius, S., A. Rippen, M. de Jong, B. van der Weide, J. Cuperus, A. Bakker en M. van Hoppe (2014). De ontwikkeling van niet bevestigde sublitorale mosselbanken 2009-2013. IMARES Wageningen UR. Rapport C109.14
- Gotje, W., J. Cleveringa & M. de Jong (2016). Rijke Onderwater bestortingen. Projectteam naar een Rijke Waddenzee. Arcadis rapport 9342202
- Manders, M.R., S. van den Brenk & M. Kosian (2014). De gelaagde geschiedenis van de westelijke Waddenzee. Historisch Geo-morfologische kaartenset van de Waddenzee. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed ISBN/EAN: 9789057992322.
- Millican, P.F. & M.M. Helm. (1994). Effects of nutrition on larvae production in the European flat oyster, *Ostrea edulis*. *Aquaculture* 123: 83-94.

- Natura 2000 doelendocument (2006). 'Duidelijkheid bieden, richting geven en ruimte laten.' Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Versie 1.1
- Nehls, G. & H. Büttger (2007). Spread of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* in the Wadden Sea. Causes and consequences of a successful invasion. HARBASINS Report. The Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven.
- Programma naar een Rijke Waddenzee (2015). Programmaplan periode 2015-2018.
- Regiocollege Waddengebied (2015). Voortgangsrapportage juli 2014 – februari 2015. Plan van Aanpak Verbetering Beheer Waddenzee 'Samenwerkingsagenda Beheer Waddenzee'. Beheerraad Waddengebied
- Reise, K. (2005). Coast of change: habitat loss and transformations in the Wadden Sea. Helgoland Marine Research 59: 9-21.
- Smaal, A.C., A.G. Brinkman, T. Schellekens, J. Jansen, A. Agüera & M.R. van Stralen (2014). Ontwikkeling en stabiliteit van sublitorale mosselbanken, samenvattend eindrapport. IMARES Wageningen UR rapport C066.14
- STOWA (2012). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer rapport 2012-31
- Troost, K. (2009). Pacific oysters in Dutch estuaries: Causes of success and consequences for native bivalves. PhD thesis. Rijksuniversiteit Groningen.
- Troost, K., M. van Stralen, C. van Zweeden & B. Brinkman (2015). Ruimtelijke verspreiding van mosselen en Japanse oesters in de Waddenzee in de periode 1992-2013. IMARES Wageningen UR. Rapport C062/15.
- Van Stralen, M.R., van den Ende, D. & K. Troost (2016). Inventarisatie van het sublitorale wilde mosselbestand in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2016. MARINX rapport 2016.156.
- Van der Have, T.M. & Van der Zee, E. (2016). Terugkeer van de platte oester in de Waddenzee. Verkenning naar een mogelijk herstel van platte oesterbanken in de Waddenzee. Bureau Waardenburg en Altenburg & Wymenga Rapportnr. 16-091, Culemborg i.o.v. Programma naar een Rijke Waddenzee.
- Van der Heide, T., M.M. van Katwijk, G.W. Geerling (2006). Een verkenning van de groeimogelijkheden van ondergedoken Groot zee gras (*Zostera marina*) in de Nederlandse Waddenzee
- Van Katwijk, M.M., *et al.* (1998). Suitability of *Zostera marina* populations for transplantation to the Wadden Sea as determined by a mesocosm shading experiment. Aquatic Botany 60(4): p. 283-305.
- Van Stralen, M.R. (2015). Stabiliteitskaart voor sublitorale mosselbanken in de Waddenzee in Nedersaksen. MARINX rapport 2015.147
- Van Stralen, M.R., D. van den Ende & K. Troost (2016). Inventarisatie van het sublitorale wilde mosselbestand in de westelijke Waddenzee in het voorjaar van 2016. MARINX rapport 2016.156.
- Vorberg, R., F. Fey & J. Jansen (2009). Mapping of subtidal habitats. Thematic Report No. 13. In: Marencic, H. & Vlas, J. de (Eds.), 2009. Quality Status Report 2009. WaddenSea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany
- Waddennatuurkaart (via www.waddensleutels.nl)
- Widdows, J., Fieth, P. & Worrall, C.M. 1979. Relationship between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. Mar. Biol. 50: 195-207.

Bijlage 1 - Natuurwaarden sublitorale Waddenzee

Februari 2017

Auteurs:

Els van der Zee
Anneke Rippen
Joris Latour



**MOOI WERK
MOOI WAD**

Natuurwaarden – achterinformatie

In deze bijlage is alle achtergrondinformatie weergegeven die is gebruikt bij de totstandkoming van de kaarten in het hoofdrapport.

1. Mossel

Op basis van onderstaande tabel is een Potentiële habitatgeschiktheidskaart gemaakt voor de sublitorale natuurwaarde Mosselen.

| Mosselen | |
|---|---|
| De gebieden met verschillende geschiktheidsklassen uit de bestaande Habitatgeschiktheidskaart Sublitorale Mosselen Nederlandse Waddenzee (Troost <i>et al.</i> 2015, Brinkman prep, bijlage 1 -Figuur 14) zijn op regio niveau (ordegrootte 100m - 1km) over genomen met behulp van georeferentie en gebiedsaanwijzing d.m.v. polygonen. Daarna zijn de klassen geherclassificeerd zodat elke Natuurwaardekaart dezelfde klassen heeft: | |
| Natuurwaardekaart Mosselen | Habitatgeschiktheidskaart Sublitorale mosselen (Troost <i>et al.</i> 2015, Brinkman prep, bijlage 1 - Figuur 14) |
| <i>Klasse</i> | <i>Klasse</i> |
| 0 (grijs) = niet geschikt | 6 (grijs) |
| 1 (oranje) = weinig geschikt | 5 (groen) |
| 2 (geel) = middelmatig geschikt | 3-4 (geel - oranje) |
| 3 (groen) = heel geschikt | 1-2 (Alle tinten rood) |
| <p>In de habitatgeschiktheidskaart uit Troost <i>et al.</i> (2015) en Brinkman in prep. zijn de volgende abiotische variabelen meegenomen: diepte, droogvalduur, mediane korrelgrootte en het slibgehalte in het sediment, golfgegevens (orbitale snelheden, richting), stroomsnelheden, schuifspanning en saliniteit. Zwevend stof in de waterkolom is niet meegenomen in de habitatgeschiktheidskaart uit Troost <i>et al.</i> (2015). Voor de Natuurwaardekaart Mosselen in dit rapport is zwevend stof wel in overweging genomen. Zwevend stof in de Waddenzee, afgezien van de Dollard, zou in principe geen probleem voor mosselen moeten zijn op basis van figuur 7 in Bijlage 1 (WaterInsight2016). Voor de Dollard ontbreken in die kaart echter gegevens voor zwevend stof. Op basis van het jaarlijkse gemiddelde over de periode 2010-2015 is het zwevend stof gehalte in de Dollard echter wel dermate hoog (gem, ~225 mg/l, Baptist en Geelhoed 2016) dat mosselen hier negatieve effecten van kunnen ondervinden (Widdows <i>et al.</i> 1979).</p> | |
| <p>Gebruikte literatuur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Habitatgeschiktheidskaart sublitorale mosselen Nederlandse Waddenzee (Troost <i>et al.</i> 2015, Brinkman in prep) • data van Probus (Smaal <i>et al.</i> 2014) • Frequentiekaart westelijke Waddenzee (Troost <i>et al.</i> 2015) • WaddenNatuurkaart • Ervaringskaart stabiliteit sublitorale mosselbanken westelijke Waddenzee (Van Stralen 2015) | |

Huidige verspreiding Mosselen

Naast de habitatgeschiktheid kaart is in de Natuurwaardekaarten ook de globale verspreiding van mosselen weergegeven in de Waddenzee. Dit is vooral de verspreiding in de Westelijke Waddenzee, gegevens over de oostelijke waddenzee ontbreken gebaseerd op Troost *et al.* (2016) en de WaddenNatuurkaart.

Omdat voor een belangrijk deel van de Waddenzee gegevens ontbreken is monitoring wenselijk.

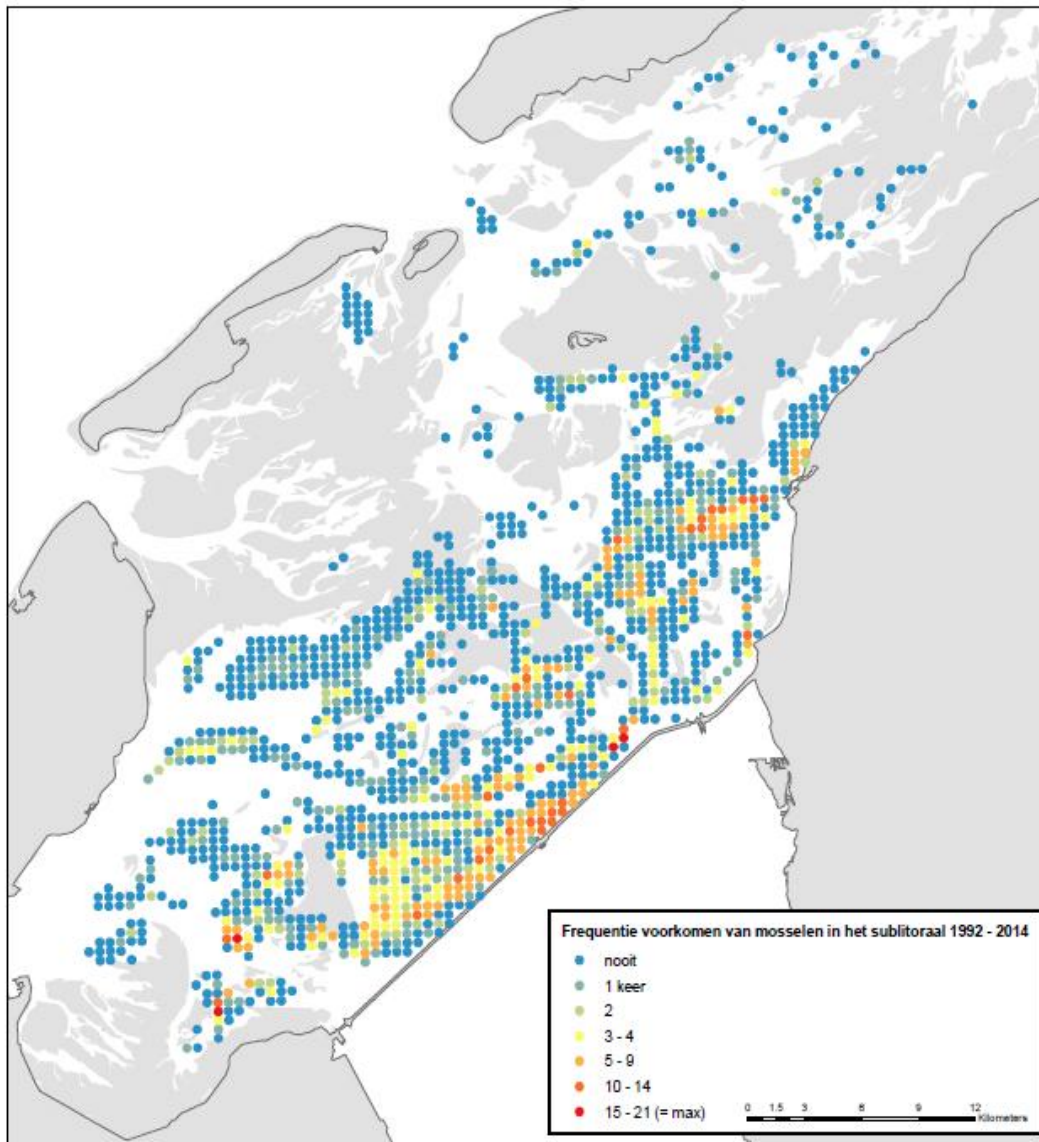
| Aanwezigheid Mosselen in het sublitorale deel van de Waddenzee | |
|--|--|
| De aanwezigheid van Mosselen, voor zover bekend, zijn apart weergegeven in de kaarten en vormen daarmee ook aanwezig biotisch hard substraat | |
| Aanwezigheid Mosselen | Op basis van literatuur (Troost <i>et al.</i> 2015, WaddenNatuurkaart) |
| Klasse | Klasse Mosselen |
| Soms | 1-4 x aangetroffen over een periode van \pm 20 jaar |
| Regelmatig | 5-9 x aangetroffen over een periode van \pm 20 jaar |
| Vaak | 10-21 x aangetroffen over een periode van \pm 20 jaar |
| Gebruikte literatuur | |
| <ul style="list-style-type: none">• Troost <i>et al.</i> 2015• WaddenNatuurkaart | |

Tevens geeft dit globaal de locaties weer waar biotisch hard substraat ligt.

Onderliggend kaartenmateriaal

*Frequentiekaart westelijke Waddenzee (Troost *et al.* 2015)*

In deze kaart is over alle jaren dat er is geïnventariseerd (1992-2013) weergegeven hoe vaak op een locatie mosselen in het sublitoraal zijn aangetroffen bij dichtheden van >150 g/m². Opgemerkt wordt dat niet elk jaar alle stations zijn bemonsterd, aangezien de survey gericht is op plaatsen waar mosselen worden verwacht en dat verschilt van jaar tot jaar. Deze kaart is op te vragen als GIS bestand. In Smaal *et al.* (2014) worden naast deze kaart ook kaarten gepresenteerd voor alleen mosselzaad en adulte mosselen (ouder dan 2 jaar). Deze kaart is op te vragen als GIS bestand.

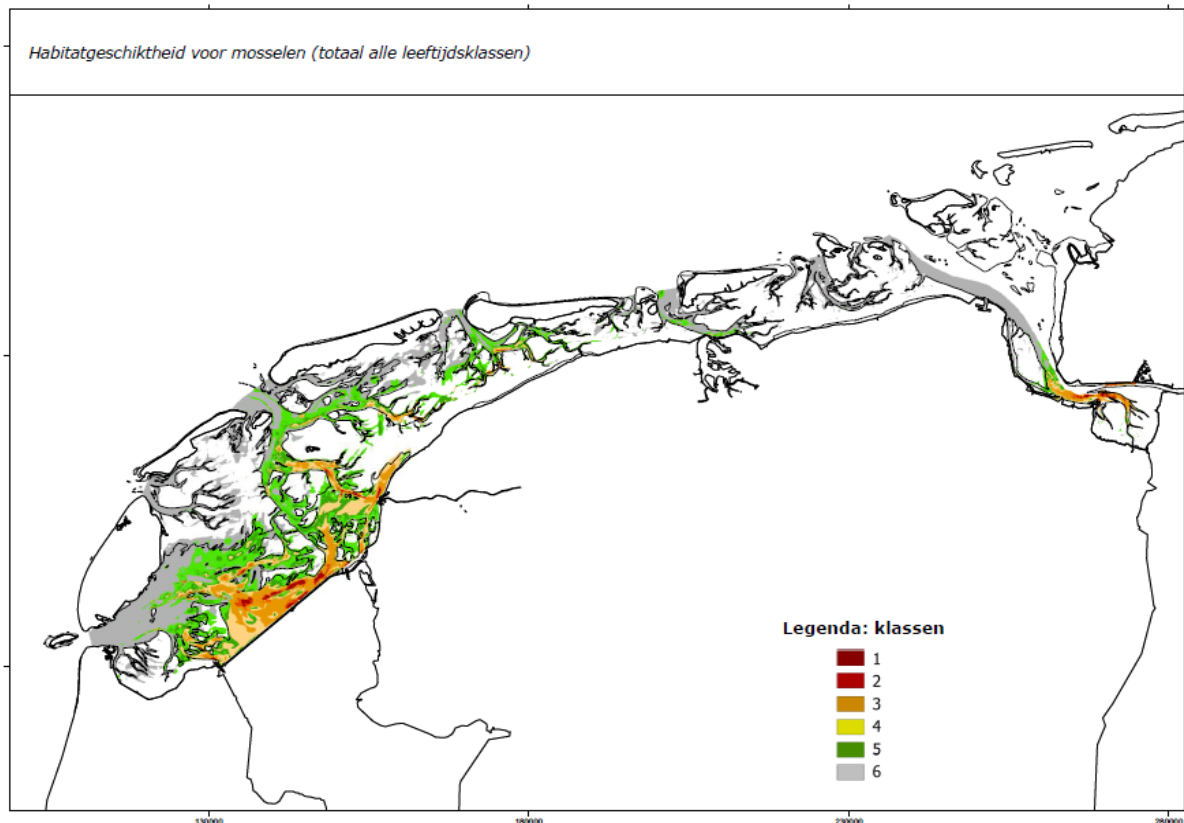


Figuur 13 Frequentiekaart sublitorale mosselen (Westelijk Wad). Bron: Troost *et al.* 2015.

*Habitatgeschiktheidskaart sublitorale mosselen Nederlandse Waddenzee (Troost *et al.* 2015)*

In deze kaart wordt de habitatgeschiktheid van het sublittoraal van de gehele Waddenzee weergegeven voor de totale biomassa aan mosselen, dus ongeacht hun leeftijd. De kleuren geven habitatgeschiktheidsklassen weer. Het model is gebaseerd op een statistische analyse van de relatie tussen abiotische karakteristieken en mosseldichtheden zoals die uit bestandsopnamen bekend zijn. De gebruikte gegevens over het voorkomen van mosselen zijn afkomstig uit de jaarlijkse mosselzaadsurveys in het sublittoraal (jaren 2000 t/m 2012). De gebruikte omgevingsvariabelen zijn: diepte, droogvalduur, mediane korrelgrootte (van alle deeltjes groter dan 16µm), slibgehalte in het sediment (silt-%, aandeel van deeltjes <63 µm, t.o.v. totale massa), golfgegevens (orbitale snelheden, richting), stroomsnelheden, schuifspanning en saliniteit (beschreven in Brinkman in prep., en in beknoptere vorm in Smaal *et al.* 2014). De potentiële mosseldichtheden voor het gehele sublittoraal van de Waddenzee zijn vervolgens berekend op basis van deze relaties en gebieddekkende informatie over de abiotiek. De resultaten zijn weergegeven in een kaart.

De gebieden zijn geordend naar hun score (van hoog naar laag), en gegroepeerd naar rangorde. Klasse 1 omvat de 1% hoogst-scorende delen van het getijdengebied. Klasse 2 omvat de volgende 1% , etc. De klassen worden steeds groter: 1 = 1%, 2 = 1-2%, 3 = 2-10 % , 4 = 10-20%, 5 = 20-50 % , 6 = 50-100 %

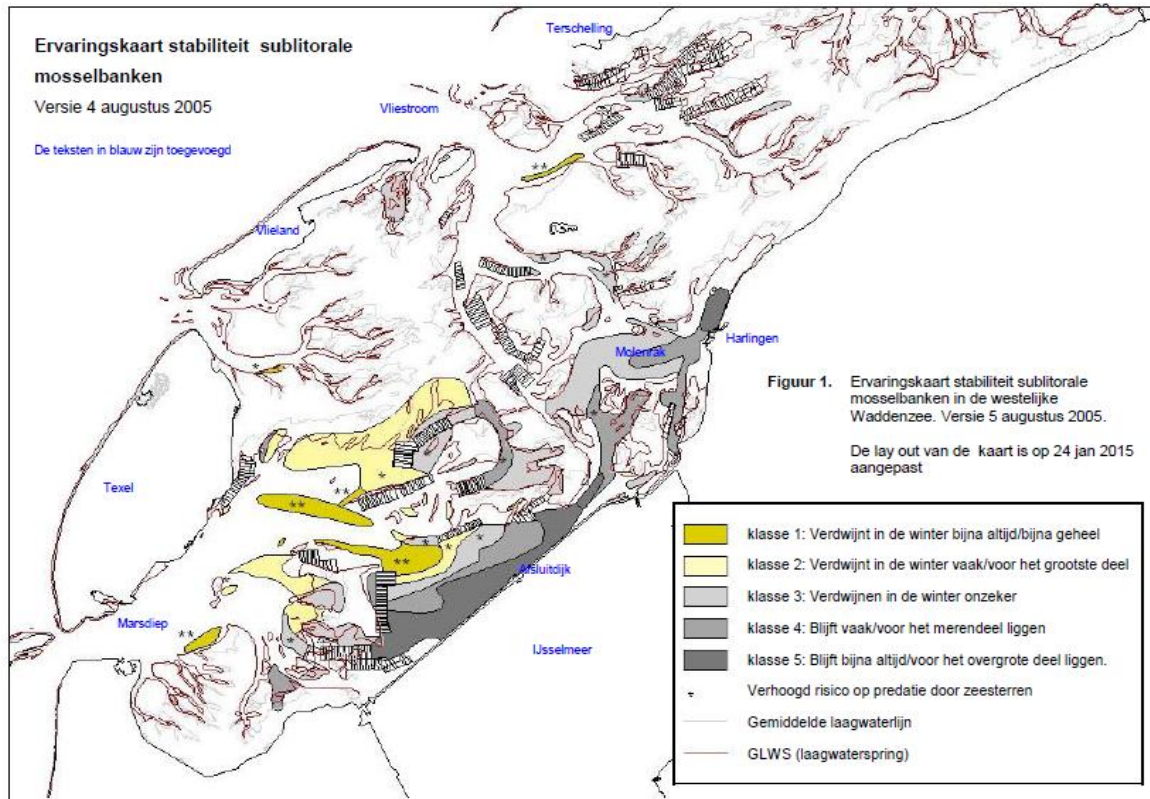


Figuur 14 Habitatgeschiktheidskaart sublitorale mosselen. Bron Troost *et al.* 2015).

Soms toont de habitatgeschiktheidskaart voor mosselen in het sublitoraal een groter gebied dat geschikt zou zijn voor mosselbanken dan waar in de praktijk volwassen mosselen worden aangetroffen. Nog niet alle bepalende factoren zijn namelijk meegenomen in de modellering. Het Dollard gebied toont bijvoorbeeld een goede geschiktheid voor mosselbanken, o.a. door de rustige condities en aanwezigheid van zoet(er) water. De hoge slibconcentraties van de waterkolom zijn niet meegenomen in de geschiktheidberekeningen.

Ervaringskaart stabiliteit sublitorale mosselbanken westelijke Waddenzee (Van Stralen 2015)

Onderstaande ervaringskaart geeft een indicatie van de stabiliteit van sublitorale mosselbanken in de westelijke Waddenzee. De stabiliteit van mosselbanken wordt in belangrijke mate bepaald door: de heersende hydrodynamische omstandigheden en daarmee samenhangend de ligging van de banken in het gebied (diepte, mate van beschutting). Ook predatie (met name door zeesterren), de dichtheid in de banken en de afzetting van ongeconsolideerd slib bepalen de stabiliteit van mosselbanken. De kaart is gebaseerd op informatie uit surveys na 1992. De contouren waarbinnen één of meerdere malen mossels zijn aangetroffen zijn in de kaart gezet.



Figuur 15 Ervaringskaart stabiliteit sublitorale mosselbanken in de westelijke Waddenzee. Bron: Van Stralen 2015).

2. Japanse oester

Habitatgeschiktheidskaart

Op basis van onderstaande tabel is een habitatgeschiktheidskaart gemaakt

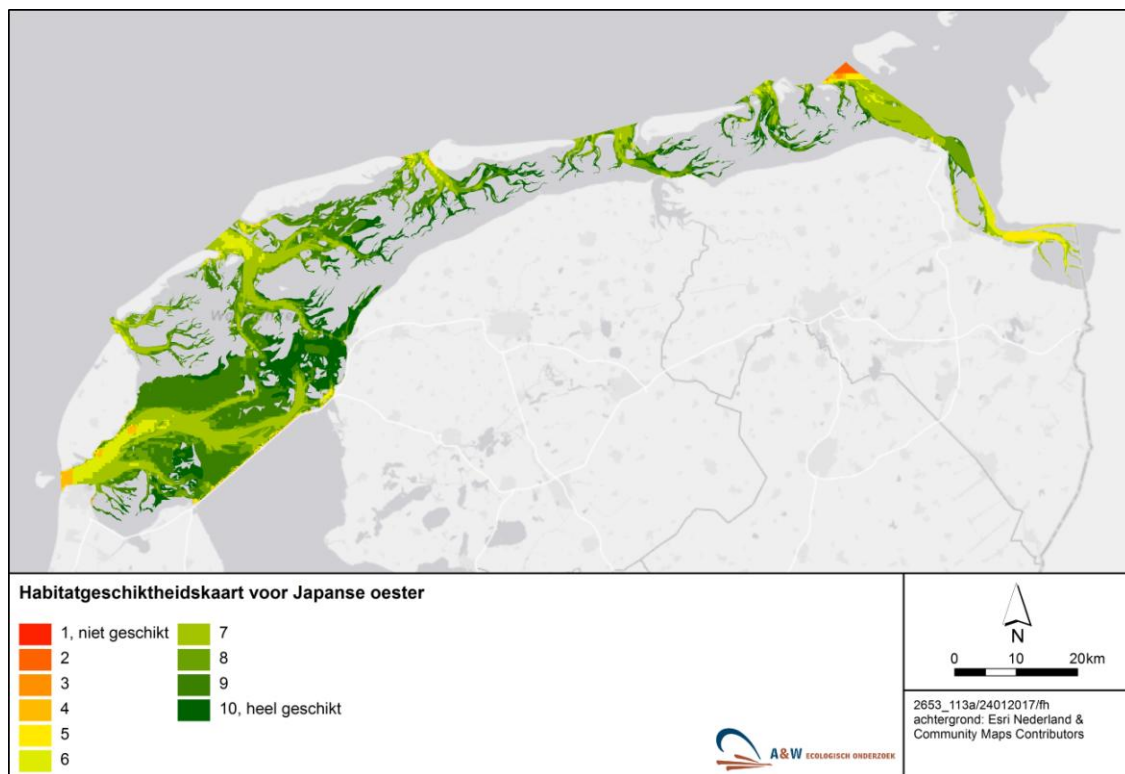
| Japanse oester | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|-------------------|-------------------|---|--------------|---------|--------------------|------------|--------|
| <p>Voor de natuurwaarde Japanse oester is geen bestaande Waddenzeebrede habitat/verspreidingskaart beschikbaar. Op basis van abiotische gegevens en verspreidingsgegevens is daarom een habitatgeschiktheidskaart gemaakt.</p> <p>Voor verschillende parameters zijn een aantal geschiktheidsklasse gedefinieerd waaraan 2, 1 of 0 punten zijn toegekend (zie onder). Voor de habitatgeschiktheidskaart voor de Japanse oester zijn die vervolgens bij elkaar opgeteld.</p> | | | | | | | | | |
| parameters | | | | | geschiktheid | | | | |
| omgeving | oester | range | optimum | referentie | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| waterdiepte (m NAP) | Japanse oester | tussen 1,5 en -40 | tussen -1,2 en -5 | Nehls & Buttger 2007 Reise 2005 Gercken & Schmidt 2014 Troost <i>et al.</i> 2016 | | < - 4,5 | tussen 1,2 en -4,5 | | > 1,2 |
| stroomsnelheid (m/s) | Platte oester / Japanse oester | 0-1,3 | 0-0,75 | Gercken & Schmidt (2014) Troost <i>et al.</i> 2016 | | | 0 - 0,75 | 0,75 - 1,3 | >1,3 |
| saliniteit (‰) | Japanse oester | 10-38 | 20-34 | Troost (2009) | < 10 | 10-20 | 20-34 | 34-38 | >38 |
| zwevend stof (mg/l) | Japanse oester | 5-250 | 80-100 | Barillé <i>et al.</i> (1997) Essink & Bos 1985 | | <80 | 80-125 | 125-250 | >250 |
| voedselaanbod (chlo ug/l) | Platte oester | 1,68 | Niet limiterend | Millican & Helm (1994) | | < 1.68 | > 1.68 | | |
| Orbitaalsnelheid (m/s) | Japanse oester | expert judgement | | Waddennatuurkaart Troost <i>et al.</i> 2016 | | | < 0,4 | 0,4 - 0,75 | > 0,75 |

Vervolgens is de Habitatgeschiktheidskaart omgezet naar de klassen voor de Natuurwaarde Japanse oester:

| Natuurwaardekaart Japanse oester | Habitatgeschiktheidskaart Japanse oester |
|----------------------------------|--|
| <i>Klasse</i> | <i>Klasse</i> |
| 0 (grijs) = niet geschikt | 0-4 |
| 1 (oranje) = weinig geschikt | 5-6 |
| 2 (geel) = middelmatig geschikt | 7-8 |
| 3 (groen) = heel geschikt | 9-12 |

Habitatgeschiktheidskaart Japanse oester

Op basis van onderstaande tabel is een habitatgeschiktheidskaart gemaakt voor de Japanse oester in het sublitorale deel van de Waddenzee.



Figuur 16 Habitatgeschiktheidskaart sublitorale Japanse oesters.

Huidige verspreiding Japanse oesters

Naast de habitatgeschiktheid kaart is in de Natuurwaardekaarten ook de globale verspreiding van mosselen en Japanse oesters weergegeven in de Waddenzee. Dit is vooral de verspreiding in de Westelijke waddenzee, gegevens over de oostelijke waddenzee ontbreken gebaseerd op Troost *et al.* (2016) en de WaddenNatuurkaart.

Omdat voor een belangrijk deel van de Waddenzee gegevens ontbreken is monitoring wenselijk.

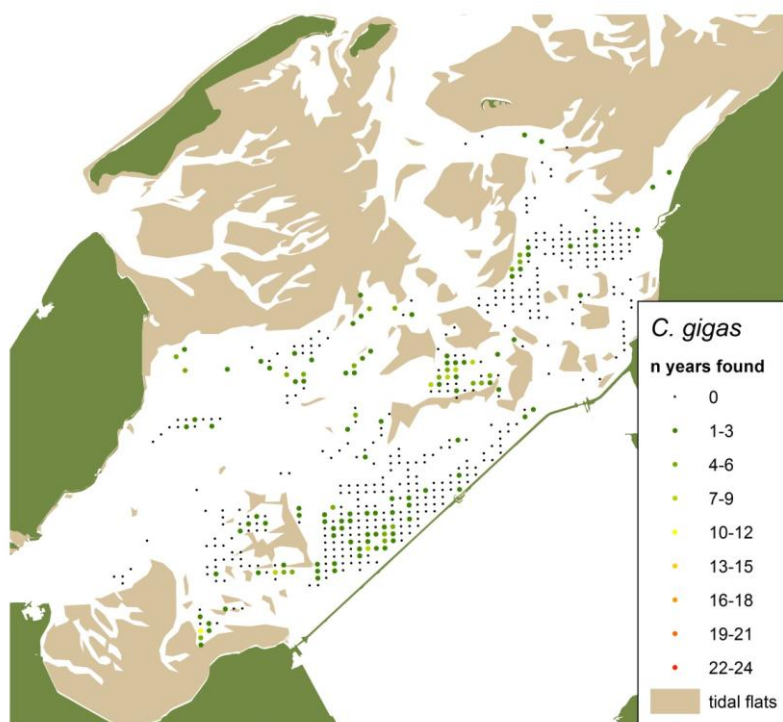
| Aanwezigheid Japanse oesters in het sublitoraal | |
|--|--|
| De aanwezigheid van Japanse oesters, voor zover bekend, zijn apart weergegeven in de kaarten en vormen daarmee ook aanwezig biotisch hard substraat | |
| Aanwezigheid Japanse oesters | Op basis van literatuur (Troost <i>et al.</i> 2015, 2016, WaddenNatuurkaart) |
| Klasse | Klasse Japanse oesters |
| Soms | 1-3 x aangetroffen over een periode van ± 20 jaar |
| Regelmatig | 4-6 x aangetroffen over een periode van ± 20 jaar |
| Vaak | 7-12 x aangetroffen over een periode van ± 20 jaar |
| Gebruikte literatuur <ul style="list-style-type: none"> • Van Stralen <i>et al.</i> 2016, Troost <i>et al.</i> 2015 • WaddenNatuurkaart | |

Tevens geeft dit globaal de locaties weer waar biotisch hard substraat ligt.

Onderliggend kaartenmateriaal

*Frequentiekaart westelijke Waddenzee sublitorale Japanse oesters (Van Stralen *et al.* 2016)*

De data waarop onderstaande figuur is gebaseerd zijn van IMARES en afkomstig uit de jaarlijkse bestandsschatting van mosselen in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee.



Figuur 17 Voorkomen sublitorale Japanse oester in westelijke Waddenzee. Bron: Van Stralen *et al.* 2016)

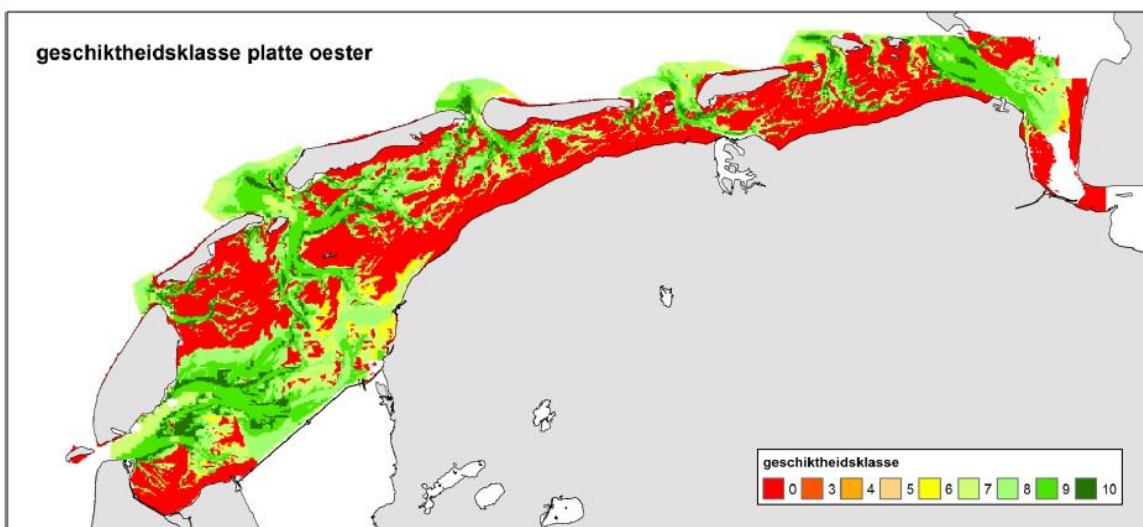
3. Platte oester

Habitatgeschiktheidskaart

Op basis van onderstaande tabel is een habitatgeschiktheidskaart gemaakt

| Platte oester | |
|---|--|
| De geschiktheidsklassen uit de bestaande Habitatgeschiktheidskaart voor Platte oesters (Van der Have & Van der Zee 2016,) zijn geherclassificeerd. | |
| Natuurwaardekaart Platte oester | Habitatgeschiktheidskaart Platte oester (Van der Have & Van der Zee 2016,) |
| <i>Klasse</i> | <i>Klasse</i> |
| 0 (grijs) = niet geschikt | 0 (rood) |
| 1 (oranje) = weinig geschikt | 3-8 (oranje tot lichtgroen) |
| 2 (geel) = middelmatig geschikt | 9 (middelgroen) |
| 3 (groen) = heel geschikt | 10 (donkergroen) |
| In de habitatgeschiktheidskaart uit Van der Have & Van der Zee (2016) zijn de volgende abiotische variabelen meegenomen: diepte, orbitaal snelheid, stroomsnelheid, saliniteit, zwevend stof en chlorofyll a. | |
| Gebruikte literatuur | |
| <ul style="list-style-type: none"> Habitatgeschiktheidskaart Platte oester Nederlandse Waddenzee (Van der Have & Van der Zee 2016) | |

Habitatgeschiktheidskaart Platte oester Nederlandse Waddenzee (Van der Have & Van der Zee 2016)



Figuur 18 Habitatgeschiktheidskaart voor platte oesters in de Nederlandse Waddenzee, cumulatief voor de omgevingsfactoren diepte, stroomsnelheid, saliniteit, zwevend stof en orbitaalsnelheid. De klassen van geschiktheid voor het voorkomen variëren van ongeschikt (0, rood) tot optimaal (groen, 10). Bron: Van der Have & Van der Zee 2016)

Uit de habitatgeschiktheidskaart blijkt dat de meeste geulen tussen de eilanden en de diepere delen van de westelijke Waddenzee en de Eems-Dollard komberging geschikt zijn voor platte oesters. Dit is op basis van vooral historische, wetenschappelijke informatie.

4. Zeegras

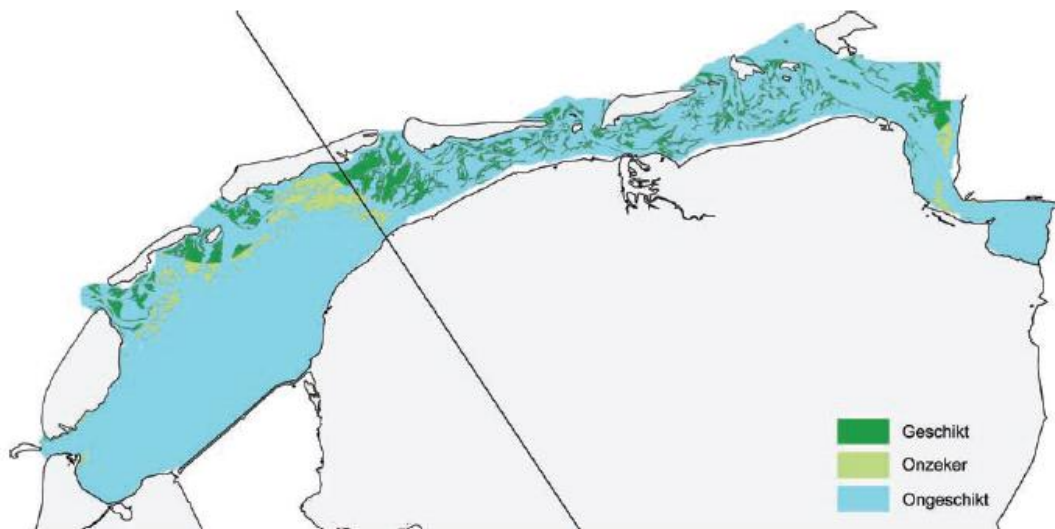
Habitatgeschiktheidskaart

Op basis van onderstaande tabel is een habitatgeschiktheidskaart gemaakt

| Zeegras | |
|---|---|
| De gebieden met verschillende geschiktheidsklassen uit de bestaande habitatgeschiktheidskaart uit 'Een verkenning van de groeimogelijkheden van ondergedoken Groot zeegras (<i>Zostera marina</i>) in de Nederlandse Waddenzee' (Van der Heide <i>et al.</i> 2006) zijn op regio niveau over genomen met behulp van georeferentie en gebiedsaanwijzing met polygoenen. Daarna zijn de klassen geherclassificeerd: | |
| Natuurwaardekaart Zeegras | Habitatgeschiktheidskaart Ondergedoken Groot zeegras (Van der Heide <i>et al.</i> 2006) |
| <i>Klasse</i> | <i>Klasse</i> |
| 0 (grijs) = niet geschikt | Blauw - ongeschikt |
| 1 (oranje) = weinig geschikt | Licht groen - onzeker |
| 2 (geel) = matig geschikt | Groen - geschikt |
| 3 (groen) = geschikt | Groen - geschikt, in combinatie met zwevend stof kaart Waddenzee (WaterInsight 2016, Bijlage 1) |
| <p>In de habitatgeschiktheidskaart uit Van der Heide <i>et al.</i> (2006) zijn de volgende abiotische variabelen meegenomen: droogvalduur en saliniteit. Hierbij is aangenomen dat de lichtbeschikbaarheid voldoende is. Zwevend stof in de waterkolom is echter in de Waddenzee een probleem voor ondergedoken zeegras (Van der Heide <i>et al.</i> 2006). Voor de Natuurwaardekaart Zeegras in dit rapport is gekeken of er locaties zijn waar zwevend stof gehalten in de Waddenzee het laagst zijn (max 50 mg/l) en mogelijk nog geschikt voor zeegras op basis van saliniteit en droogvalduur (Bijlage 1, figuur 7). De locaties zijn opgenomen in klasse 3 - geschikt van de Natuurwaardekaart Zeegras.</p> <p>Beperkingen van deze kaart zijn belangrijk om in ogenschouw te nemen bij de interpretatie van de kaarten. Stroomsnelheid en golfslag zijn in deze kaart niet meegenomen, maar deze parameters spelen wel een belangrijke rol bij de vestiging en overleving van zeegras. <u>Sublitorale habitatgeschikt voor zeegras verdient daarom extra aandacht voor mogelijkheden voor vestiging.</u> De kaart in dit rapport is daarom speculatief en indicatief. Huidige abiotische condities in de regio's die uit de kaart naar voren komen, zouden eerst moeten worden onderzocht alvorens er vervolgstappen worden ondernomen bijv. het zaaien van zeegraszaad.</p> | |
| Gebruikte literatuur | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Een verkenning van de groeimogelijkheden van ondergedoken Groot zeegras (<i>Zostera marina</i>) in de Nederlandse Waddenzee (Van der Heide <i>et al.</i> 2006) • Zwevend stof Waddenzee, Bijlage 1 (WaterInsight 2016 met criteria uit Van der Heide <i>et al.</i> 2006; Van Katwijk <i>et al.</i> 1998) | |

Onderliggend kaartenmateriaal

Kolonisatiemogelijkheden voor robuust zeegras (Van der Heide *et al.* 2006)



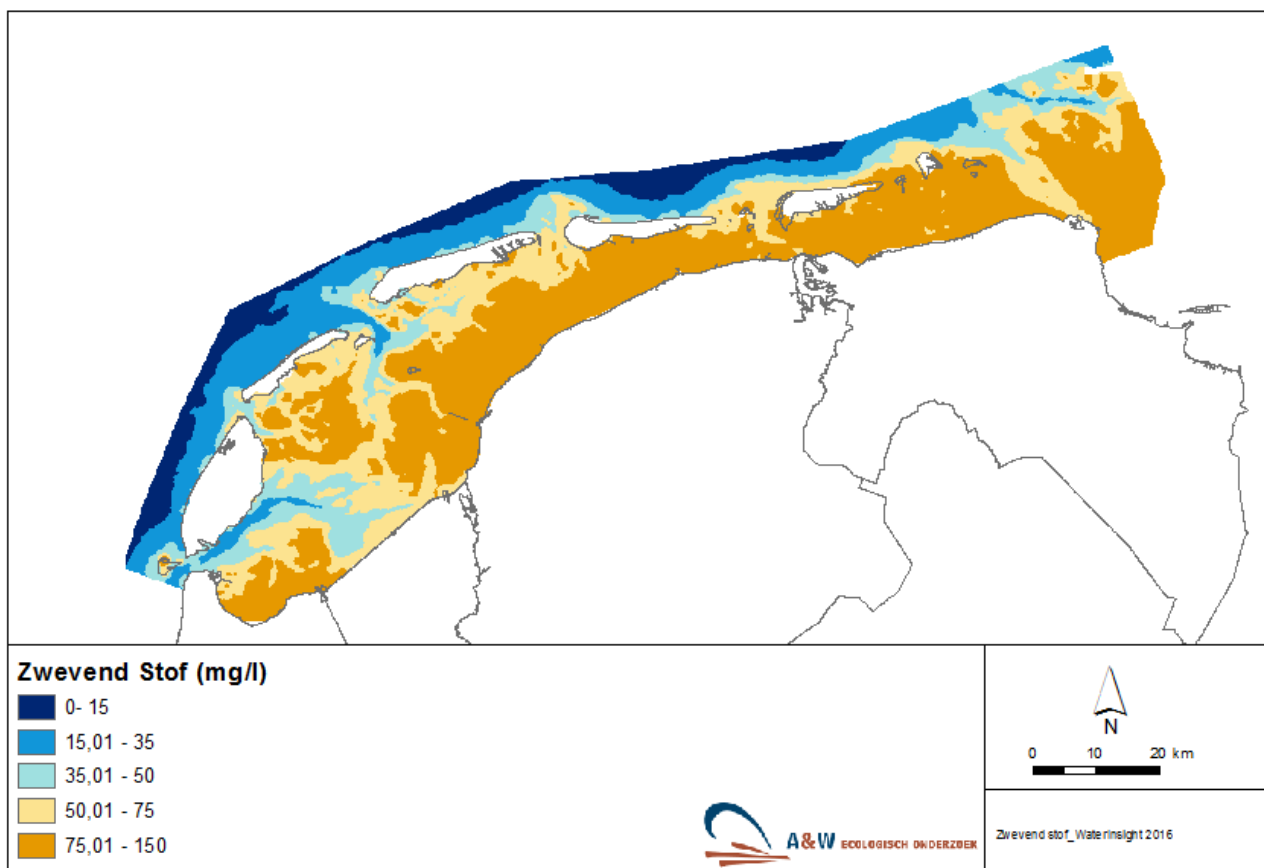
Figuur 19 Kolonisatiemogelijkheden voor robuust zeegras gebaseerd op groeivoorwaarden voor droogval en saliniteit. Hierbij is aangenomen dat de lichtbeschikbaarheid voldoende is, namelijk gelijk aan de situatie in de jaren 1930. Bron: Van der Heide *et al.* 2006.

Uit de figuur blijkt dat in het westelijk deel van de Waddenzee, waar vroeger de grote zeegrasvelden voorkwamen, relatief weinig areaal (4%) beschikbaar is. De koloniseerbare platen liggen ten zuiden van Vlieland en Terschelling. Naar het oosten neemt de hoeveelheid koloniseerbaar areaal toe. Voor de nutriënten wordt de situatie echter juist ongunstig richting het oosten.

Zwevend stof Waddenzee

Op basis van Van der Heide *et al.* (2006) en Van Katwijk *et al.* (1998) is een klasse indeling gemaakt voor het zwevend stof in de waterkolom van de Waddenzee (daarbij geldt voor de extinctiecoëfficiënt (meter⁻¹): hoe hoger deze waarde hoe troebeler de waterkolom):

| | Extinctiecoëfficiënt (m ⁻¹) | Concentratie zwevend stof (mg/l) | Referentie |
|--|---|----------------------------------|--|
| Waddenzee voor >1930 op locaties met zeegras | 0,8 | 15 | Van der Heide <i>et al.</i> 2006 |
| Gemiddelde waarde uit literatuur | 1,5 | 35 | Van der Heide <i>et al.</i> 2006, Van Katwijk <i>et al.</i> 1998 |
| Maximale waarde Terschelling – Sylt | 2,1 | 50 | Van Katwijk <i>et al.</i> 1998 |



Figuur 20 Zwevend stof in de waterkolom van de Nederlandse Waddenzee. Zomergemiddelde gebaseerd op satellietbeelden genomen in mei-september 2011.

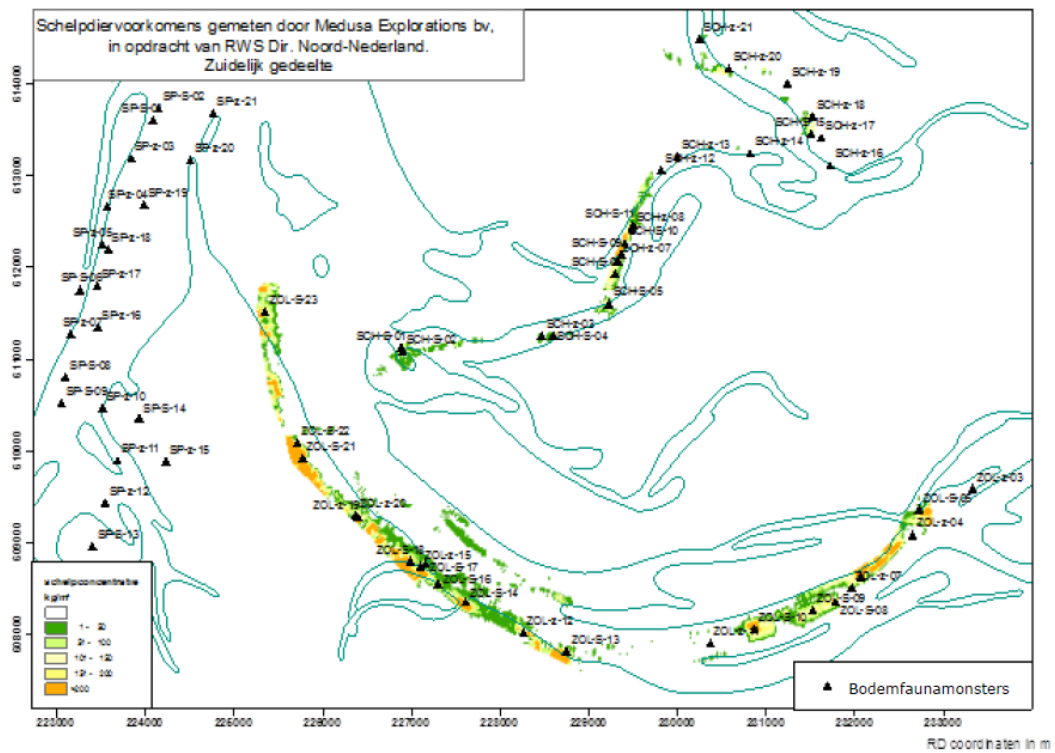
5. Hard substraat

Habitatgeschiktheidskaart

Op basis van onderstaande tabel is een habitatgeschiktheidskaart gemaakt.

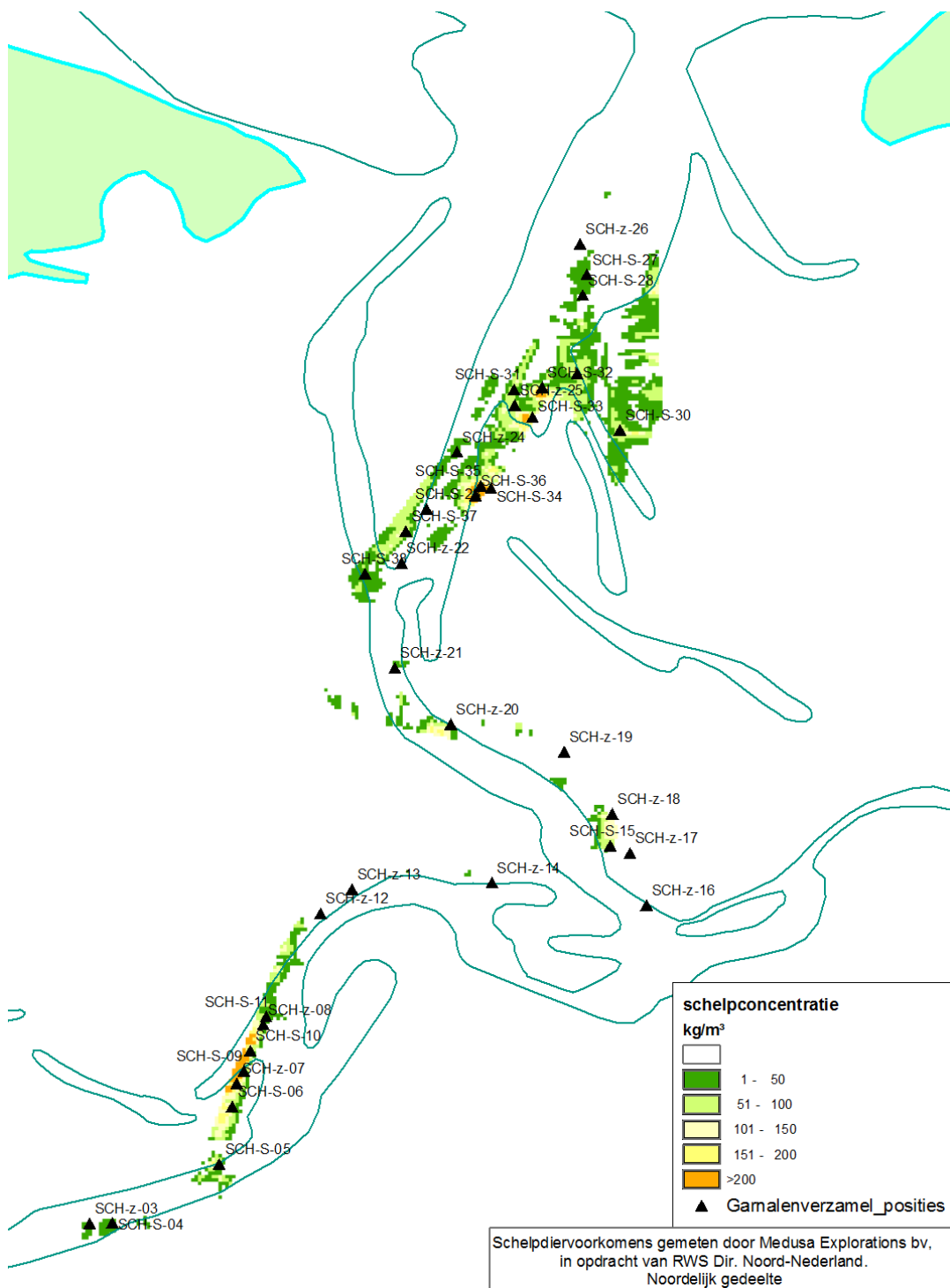
| Abiotisch hard substraat | |
|--|-----------------------------------|
| <p>Op basis van een aantal rapporten zijn globaal de locaties in de Waddenzee weergegeven waar abiotisch hard substraat ligt (Ens <i>et al.</i> 2007, Fey <i>et al.</i> 2014, Gotje <i>et al.</i> 2014, Manders <i>et al.</i> 2014). Bij hard substraat gaat het om bestortingen, havens, dijkten, stenen en schelpengruis. Levende schelpen en schelpdierbanken zijn hierin niet meegenomen. Wrakken zijn ook niet meegenomen omdat het grootste deel van de wrakken onder het zand ligt. Daarnaast worden wrakken meegenomen in een ander project.</p> <p>De aanwezigheid van Mosselen en Japanse oesters, voor zover bekend, zijn apart weergegeven in de kaarten en vormen daarmee aanwezig biotisch hard substraat. In grote delen van de Oostelijke Waddenzee is niet bekend of er hard substraat aanwezig is. Voor hard substraat geldt 1 = substraat onbekend, 2 = weinig hard substraat, 3 = hard substraat aanwezig.</p> | |
| Natuurwaardekaart Hard substraat | Op basis van literatuur |
| <i>Klasse</i> | <i>Klasse</i> |
| 1 (oranje) = substraat onbekend | abiotisch hard substraat onbekend |
| 2 (geel) = weinig substraat | weinig abiotisch hard substraat |
| 3 (groen) = hard substraat | abiotisch hard substraat aanwezig |
| <p>Gebruikte literatuur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schelpengruis gesloten gebied Rottum (Fey <i>et al.</i> 2014) • Bestortingen/haven (Gotje <i>et al.</i> 2016) • Stenen (Ens <i>et al.</i> 2007) • Obstakels (Manders <i>et al.</i> 2014) | |

Schelpdierconcentratie gesloten gebied Rottum (Fey et al. 2014)



Figuur 21 Standaard monsterlocaties voor bodemmonsters in Zuidoost-Lauwers en Spruit (controle gebied). Monsters met een s bevonden zich oorspronkelijk op een ondergrond met schelpgruis, die met een z bevonden zich oorspronkelijk op zand.

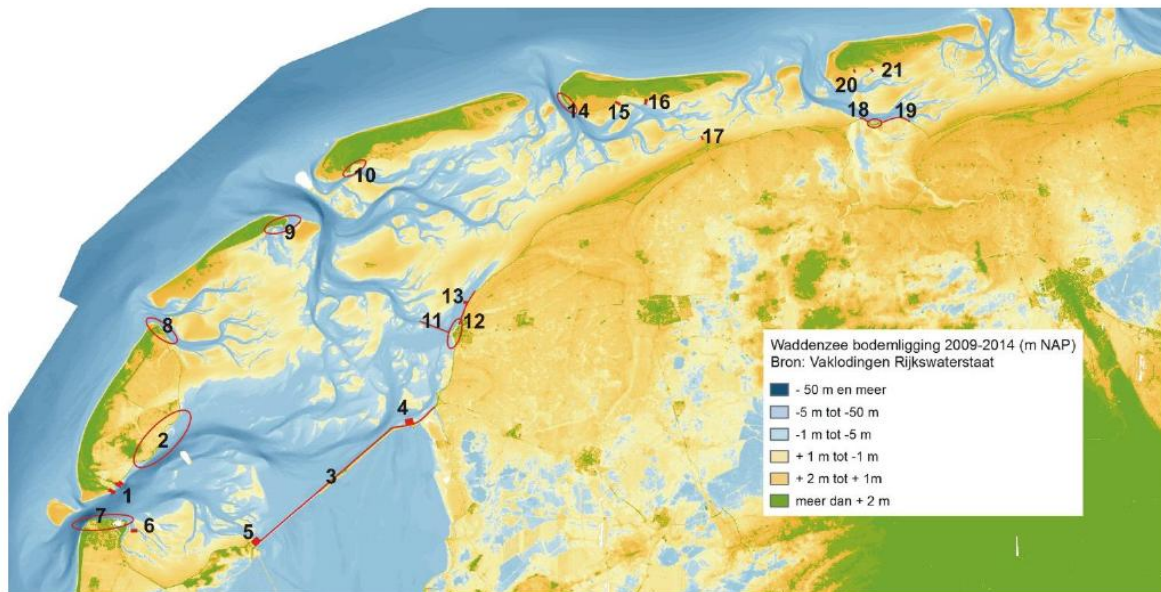
Figuur 21 en Figuur 22 tonen naast schelpdierconcentraties ook locaties waar schelpengruis is gevonden en waar alleen zand ligt als ondergrond.



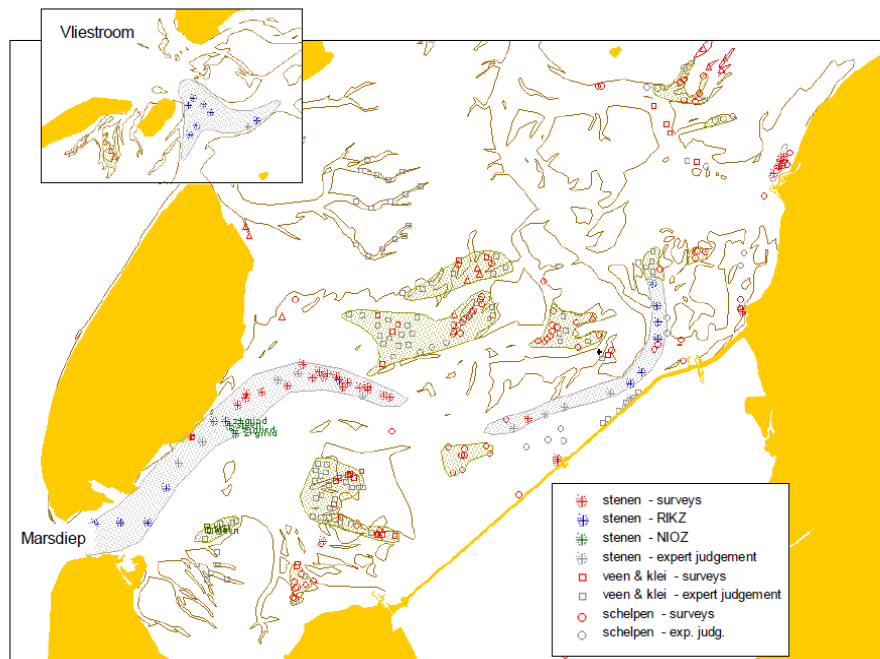
Figuur 22 Standaard monsterlocaties voor bodemonsters in gebied het Schild (14 t/m 38) en Boschwad (1 t/m 14; referentiegebied). Monsters met een s bevonden zich oorspronkelijk op een ondergrond met schelpgruis, monsters met een z bevonden zich oorspronkelijk op het zand.

Bestorringen/haven (Gotje et al. 2016)

Er zijn verschillende soorten bestorringen in de Waddenzee, met verschillende doelen: tegengaan van geulmigratie, stabilisatie van de waterkering, havendammen, stroomgeleiding, afsluiting en landaanwinning.



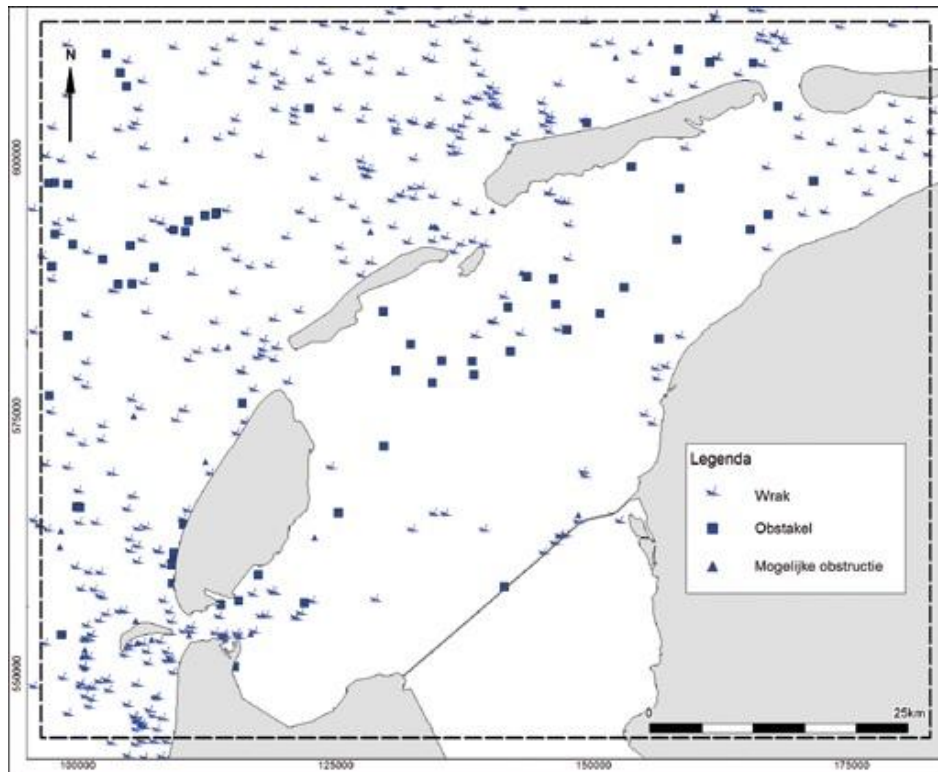
Figuur 23 Kaart met locaties van bestorringen in de Waddenzee. Bron: Gotje et al. 2016.



Figuur 24 Ligging van gebieden met verschillende typen hard substraat in de westelijke Waddenzee (Ens et al. 2007)

De kaart is gebaseerd op gegevens uit de sedimentkaart van het RIKZ en veldwaarnemingen van IMARES/MarinX en door het NIOZ (pers. Comm. Rob Dekker). Het gebied met een stenig substraat is in de figuur globaal ingetekend als grijze arcering. Het gebied met ander hard substraat (vaste klei, veen, schelpen) is bruin gearceerd weergegeven.

Obstakels/Wrakken (Manders et al. 2014)



Figuur 25 Waarnemingen van de Dienst der Hydrografie van obstakels die een gevaar kunnen vormen voor de zeevaart. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie verschillende typen 'contacten': wrak, obstakel, mogelijke obstructie. Bron Manders et al. 2014.

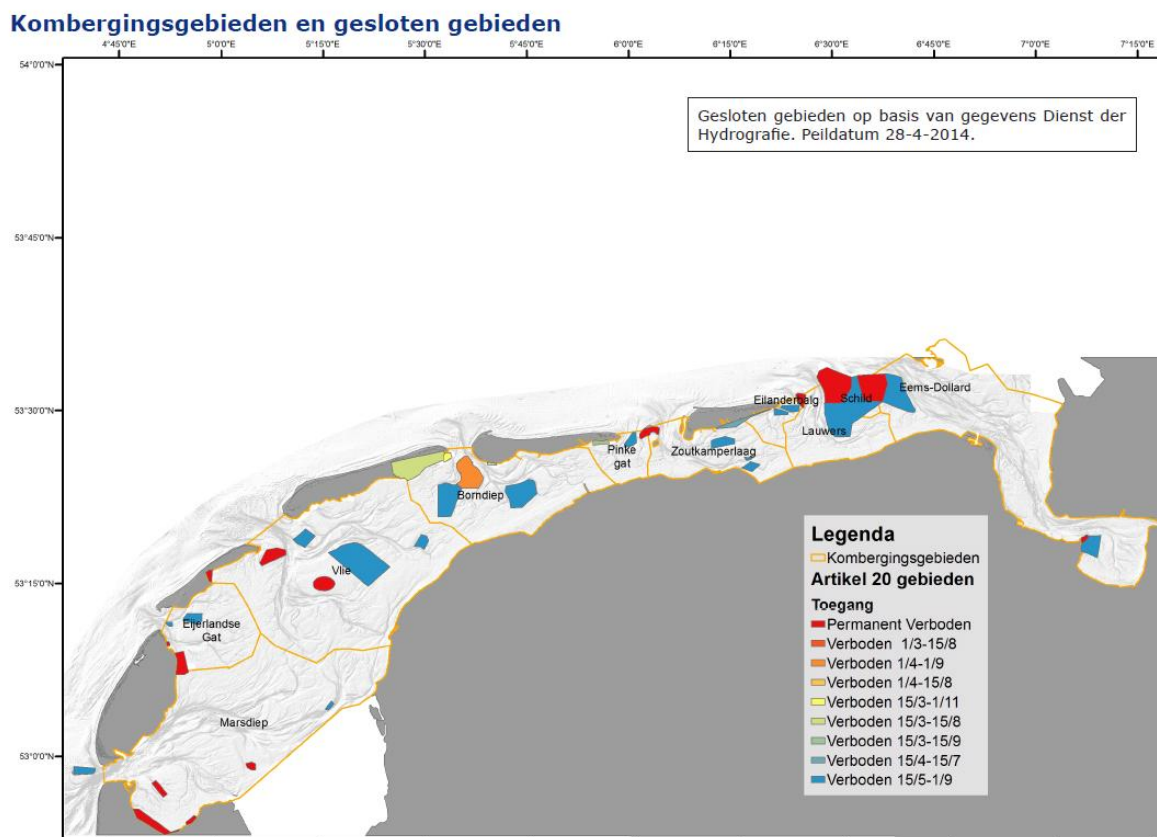
6. Visserij

Deze is verspreiding is gebaseerd op bestaande kaarten en verspreidingsgegevens

| Visserij | |
|--|--|
| Op basis van een aantal bestaande kaarten die betrekking hebben op gesloten gebieden en visserij, is de volgende classificatie gemaakt: | |
| Kaart Visserij | Combinatie van kaarten |
| <i>Klasse</i> | <i>Klasse</i> |
| 0 (beige) = veel visserij | 10-20 x bevist per km ² per jaar - Garnalenvisserij intensiteit 2012 (WMR, Waddensleutels - WaddenNatuurkaart) + Mosselpercelen (EZ, Esri online) |
| 1 (lichtoranje) = middelmatige visserij | 5-10 x bevist per km ² per jaar - Garnalenvisserij intensiteit 2012 (WMR, Waddensleutels - WaddenNatuurkaart) + Mosselpercelen (EZ, Esri online) |
| 2 (oranje) = weinig visserij | 0-5 x bevist per km ² per jaar - Garnalenvisserij intensiteit 2012 (WMR, Waddensleutels - WaddenNatuurkaart). |
| 3 (donkerbruin) = geen visserij | Artikel 20 gebieden, gebieden in kader van VisWad convenant, referentiegebied Rottum. |
| Gebruikte literatuur <ul style="list-style-type: none"> • Visplan voorjaar 2016 (PRW) • Garnalenvisserij intensiteit 2012 (WMR, WaddenNatuurkaart - Waddensleutels) • Artikel 20 gebieden • Referentiegebied Rottum • Mosselpercelen | |



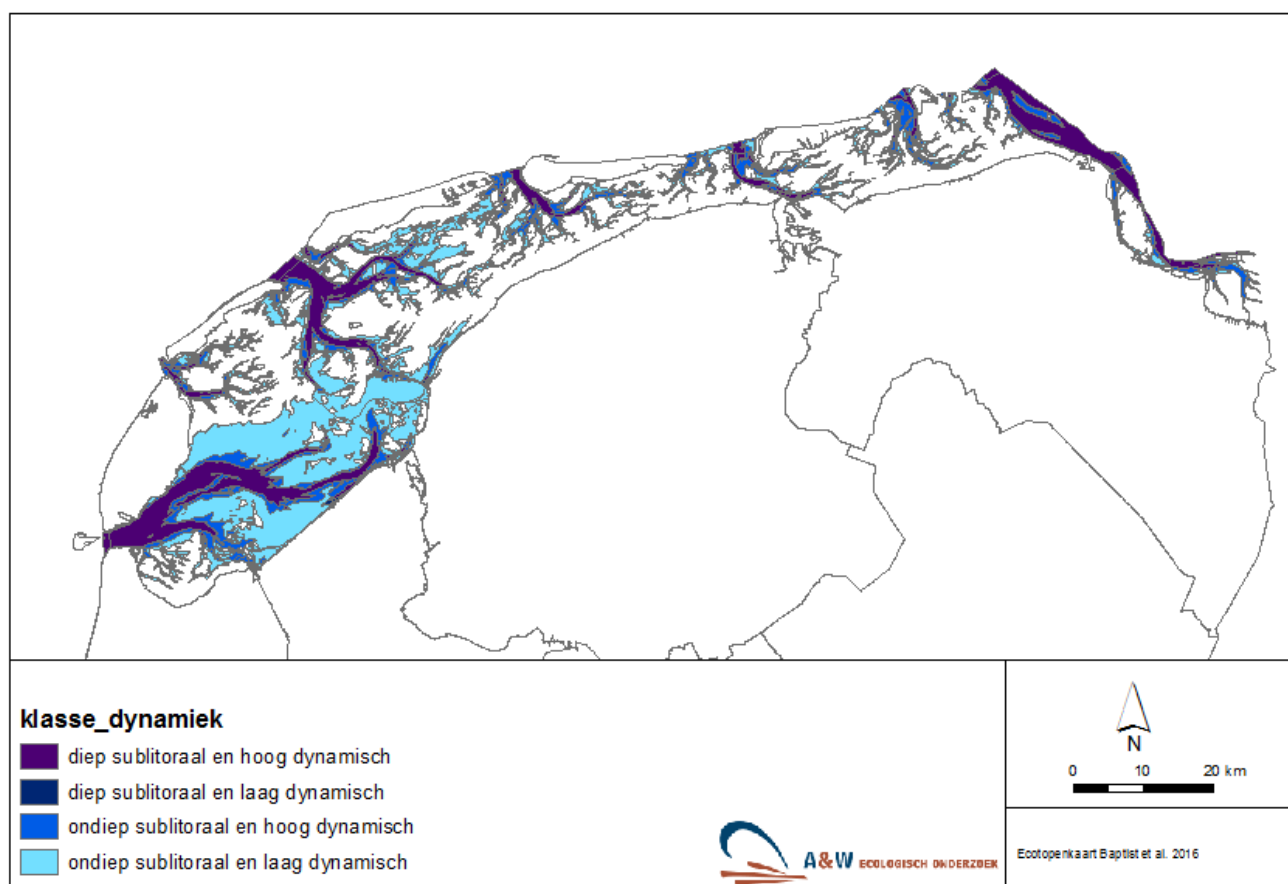
Figuur 26 Kaart Transitie Garnalenvisserij en Natuurambitie Rijke Waddenzee 2014 (waarbij blauw is gesloten voor de mossel- en garnalenvisserij, groen voor de mosselvisserij en de mosselbanken binnen dit gebied ook voor de garnalenvisserij en paars voor alleen de garnalenvisserij) (Bron PRW)



Figuur 27 Kaart Artikel 20 gebieden

7. Hydrodynamiek

| Hydrodynamiek | |
|---|---|
| Op basis van de Ecotopenkaart van de Waddenzee (Baptist <i>et al.</i> 2016) is voor Hydrodynamiek de volgende classificering aangehouden: | |
| Kaart Hydrodynamiek | Ecotopenkaart (Baptist <i>et al.</i> 2016) |
| Klasse | Klasse |
| 0 (lichtblauw) = Diep en hoog dynamisch | Diep sublitoraal (dieper dan -5m NAP) en hoog dynamisch (hoge stroomsnelheid > 0,8 m/s, zie Baptist <i>et al.</i> 2016) |
| 1 (blauw) = Ondiep en hoog dynamisch | Ondiep sublitoraal (tot -5m NAP) en hoog dynamisch (hoge stroomsnelheid > 0,8 m/s, zie Baptist <i>et al.</i> 2016) |
| 2 (middenblauw) = Diep en laag dynamisch | Diep sublitoraal (dieper dan -5m NAP) en laag dynamisch (lage stroomsnelheid < 0,8 m/s, zie Baptist <i>et al.</i> 2016) |
| 3 (donkerblauw) = Ondiep en laag dynamisch | Ondiep sublitoraal (tot -5m NAP) en laag dynamisch (lage stroomsnelheid < 0,8 m/s, zie Baptist <i>et al.</i> 2016) |
| Gebruikte literatuur | |
| <ul style="list-style-type: none"> Ecotopenkaart Waddenzee volgens de ZES.1 typologie (Baptist <i>et al.</i> 2016) | |



Figuur 28 Dynamiek (lineaire stroomsnelheid) in de Nederlandse Waddenzee op basis van Baptist *et al.* 2016

Achtergrond beleid / kader

Hieronder wordt een korte omschrijving gegeven van het huidige beheer en beleid in de Waddenzee, met de focus op het sublitoraal (bescherming, verbetering, doelstellingen).

Beheerplan Natura 2000

Volgens de Habitatrichtlijn N2000-gebieden behoort het sublitorale deel van de Waddenzee tot het habitatype 1110A: permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied). In het N2000 doelendocument staat omschreven dat de belangrijkste opgave voor dit gebied zit in het herstel van zowel sublitorale als litorale schelpdierbanken, biogene structuren met o.a. mosselen, herstel van zeegrasvelden en voldoende rust- en voedselgebied voor vogels en zeehonden. Er geldt een algemene verbeterdoelstelling van de kwaliteit van de permanent overstroomde zandbanken (Natura 2000 doelendocument).

Samenwerkingsagenda Beheer Waddenzee

Dienst Landelijk Gebied heeft, samen met beheerders, de beheeropgaven voor tien Nederlandse kombergingsgebieden in beeld gebracht. De samenwerkende terreinbeheerders, verenigd in de Coalitie Wadden Natuurlijk (CWN), hebben vervolgens voor drie kombergingen een analyse gemaakt van de ecologische opgave. Ze hebben deze opgaven met andere beheerders en gebruikers vanuit o.a. de visserij en recreatie besproken en vertaald in concrete acties voor verbetering van het beheer. Daarnaast worden de opgaven vanuit PRW, KRW en N2000 jaarlijks gezamenlijk in een uitvoeringsagenda afgestemd. Uitgangspunten zijn het zoeken naar meer samenhang in beheer als één beheerder, beginnend bij beheer en niet bij beleid en organisatie, beheerders en inwoners in de Wadden betrekken bij het ontwikkelen van meer samenhang en streefbeelden. Daarbij wordt onder beheer verstaan: “alle activiteiten die gedaan worden om de doelen van het Waddenzeebeleid te halen” (fysiek beheer/onderhoud, vergunningverlening, toezicht en handhaving, herstel en ontwikkeling, monitoring en onderzoek, zonering en geleiding, promotie, voorlichting en educatie Werelderfgoed, incidentenbestrijding en calamiteiten) (Regiocollege Waddengebied 2015).

Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW)

Het Programma naar een Rijke Waddenzee werkt samen met tal van partijen aan natuurherstel in de Waddenzee. In de context van het sublitoraal zijn de belangrijkste PRW onderwerpen / strategieën (waarlangs de activiteiten worden georganiseerd, die leiden in de richting van het streefbeeld van een rijke, ecologisch gezonde Waddenzee in 2030):

- Verduurzaming visserij en natuurherstel (kansen voor natuurherstel door rust op de bodem, regio gebonden duurzame visserij in een rijke Waddenzee)
- Completeren voedselweb: biobouwers en vissen
 - Om inzicht te verwerven in de omstandigheden die nodig zijn voor grootschalig herstel van biobouwers in de Waddenzee (na het sluiten van gebieden voor bodemberoerende visserij) wordt de kennisontwikkeling over biobouwers voortgezet. Hierbij wordt gekeken naar (sublitoraal)zeegras, mosselen, oesters, *Lanice*, *Ensis* en naar hun onderlinge relaties.
 - De herstelcapaciteit van het systeem, en van sublitorale biobouwers in het bijzonder, krijgt speciale aandacht bij de monitoring van natuurontwikkeling in gesloten gebieden.

Kaderrichtlijn Water (KRW)

De Kaderrichtlijn Water (2000) is gericht op de bescherming en verbetering van aquatische ecosystemen en duurzaam gebruik van water. De KRW bevat zowel chemische als ecologische doelstellingen voor water. Het doel is om voor alle wateren een ‘goede toestand’ te bereiken en er is een resultaatverplichting verbonden aan de te nemen maatregelen (STOWA 2012).

Ontwikkelingsdoelstellingen in de evaluatie structuurvisie

Uit de SVW: hoofddoelstellingen De hoofddoelstelling voor de Waddenzee is de duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied en het behoud van het unieke open landschap.

Het ontwikkelingsperspectief van de SVW: De verstoring van de bodem is zodanig beperkt dat ongestoorde natuurlijke mosselbanken en zeegrasvelden voorkomen. Het areaal aan mosselbanken met een natuurlijke dichtheid en het areaal aan zeegrasvelden is vergroot

Aanknopingspunten en eerste aanzetten voor operationalisering:

- *Convenant transitie mosselsector*
- *In gesloten gebieden is sprake van herstel van mosselbanken*
- *Bevorderen zeegras in project Biobouwer*

Rapport Evaluatie Structuurvisie derde nota Waddenzee. Ontwikkelen als perspectief, beschermen als basis.
Royal Haskoning DHV (december 2015)

