Aanleggen van een kabel door een droogvallende mosselbank

Methode om de impact te reduceren en effecten te monitoren

Auteur(s): S.T. Glorius, A. Meijboom, D. van den Ende

Wageningen University &
Research rapport C032/21

Aanleggen van een kabel door een droogvallende mosselbank

Methode om de impact te reduceren en effecten te monitoren

Auteur(s): S.T. Glorius, A. Meijboom, D. van den Ende

Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research
Den Helder, maart 2021

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C032/21

Keywords: droogvallende mosselbank, kabel, monitoring, effecten, De Waddenzee.

Opdrachtgever: Liander
T.a.v.: D. Hulstijn
Postbus 50
6920 AB Duiven

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/544464>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door
Dr.ir. J.T. Dijkman, Managing director

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

A_4_3_1 V30 (2020)

Inhoud

1	Inleiding	4
1.1	Mosselbanken in de Waddenzee	4
1.2	Schade aan schelpdierbanken	5
2	Kennisvraag	6
3	Methoden	7
4	Resultaten	8
4.1	Belang schelpdierbanken	8
4.2	Ontwikkeling bankarealen in de Waddenzee	9
4.3	Variatie bankareaal in kabelgebied	11
4.4	Transplantatie van mosselen	14
4.5	Monitoring	15
4.5.1	Belang monitoring	15
4.5.2	Focus monitorplan	15
4.5.3	Monsterlocaties	20
4.5.4	Bodemmonsters	22
4.5.5	Schelpdierbedekking	23
4.5.6	Bankcontour	23
4.5.7	Aantal bemonsteringsmomenten	23
5	Kwaliteitsborging	26
	Literatuur	27
	Verantwoording	30
Bijlage 1	Briefrapport met het advies	31

1 Inleiding

Liander is voornemens twee elektriciteitskabels aan te leggen van het vasteland (Holwerd) naar Ameland. Het kabeltraject lag reeds vast voor de start van deze studie en doorkruist een droogvallende mosselbank, zie *Figuur 1*. De verbinding die door de Waddenzee gaat bestaat uit twee leidingen die parallel aan elkaar lopen op een onderlinge afstand van 150 meter. De methode van aanleggen staat nog niet vast. De kabels kunnen zowel met rijdend als drijvend materieel aangelegd worden waarbij de werkstrook een breedte heeft van maximaal 15 meter. Ongeacht de methode wordt eerst een gleuf gemaakt in de wadbodem, waarna de kabel geplaatst wordt en de gleuf gedicht wordt in het eerstvolgende hoogwater. Een gedetailleerde beschrijving van het kabeltraject en de mogelijke werkwijze voor het aanleggen van de kabels staan beschreven in de passende beoordeling (Kleijberg 2020).

Figuur 1 Het kabeltraject in rood waarbij een droogvallende mosselbank doorkruist wordt. Met de contouren in donkergroen wordt de ligging van de mosselbanken weergegeven zoals opgemeten is door WMR in het voorjaar van 2020 in het kader van het WOT Visserij programma.

1.1 Mosselbanken in de Waddenzee

Droogvallende mosselbanken zijn een belangrijk onderdeel van het Waddenzee-ecosysteem. Ze filteren het water en vormen, samen met bodemdieren die graag op en tussen de mosselen leven, een belangrijke voedselbron voor vogels (Dankers en Fey-Hofstede, 2015). Mosselbanken worden binnen Natura 2000 beschouwd als kenmerkende onderdelen, en dus kwaliteitskenmerk, van de structuur en functie van het habitattypen 1140 (bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten). Mosselen en mosselbanken zijn hiermee wettelijk beschermd als belangrijke componenten in het ecosysteem. In het beheerplan van de Waddenzee voor de periode 2016-2022 (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016) is opgenomen dat herstel van droogvallende mosselbanken en zeegrasvelden noodzakelijk is

voor verbetering van de kwaliteit van habitatype H1140 'droogvallende zandplaten'. Na de introductie van Japanse oesters in de zeventiger en tachtiger jaren komt deze soort vanaf het eind van de jaren negentig algemeen voor in de Waddenzee (Stralen e.a. 2012; Troost e.a., 2012; www.wur.nl/schelpdiermonitor). Japanse oesterlarven hechten zich aan mosselschelpen en later aan de schelpen van volwassen oesters. Een groot aantal mosselbanken in de Waddenzee zijn hierdoor inmiddels omgevormd tot een mengvorm van zowel mosselen als Japanse oesters Troost e.a., 2021) en kan gesproken worden over een gemengde schelpdierbank. In dit rapport wordt daarom verder gesproken over schelpdierbanken waarmee zowel een pure mosselbank als de mengvorm met Japanse oester bedoeld wordt.

1.2 Schade aan schelpdierbanken

De effecten van het aanleggen van een kabel op de aanwezige mosselen in een schelpdierbank zijn niet eerder onderzocht. Het wordt echter verwacht dat de bodemstructuur beschadigd wordt en alle mosselen over het traject waar de gleuf gegraven wordt voor de kabel, vernietigd worden. Maar ook in de gebieden direct naast de gleuf gelegen (de aanlegstrook) kan sprake zijn van bodemberoering en schade. Omdat het de verwachting is dat mosselen die aanwezig zijn in de aanlegstrook beschadigd zullen worden, wordt naar manieren gezocht om deze schade te voorkomen of te compenseren.

Het is de verwachting dat er in de toekomst meer (elektriciteit)kabels aangelegd zullen moeten worden in de Waddenzee, bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van wind op zee. Hierbij bestaat de kans dat een of meerdere schelpdierbanken doorkruist worden. Er is nog weinig kennis over de effecten van het aanleggen op mosselbanken, en over mitigatie mogelijkheden.

2 Kennisvraag

Liander heeft aan WMR gevraagd om een advies op te stellen over mogelijke manieren om de effecten van aanleg te beperken en de effecten van mitigerende maatregelen en het aanleggen op zichzelf, te onderzoeken. Hierbij is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

Wat is de schade aan de schelpdierbank die veroorzaakt wordt door het aanleggen van de kabel gegeven het kabeltraject en de uitvoeringswijze, en hoe kan deze schade beperkt of gecompenseerd worden?

De volgende deelvragen zijn gesteld:

- *Hoe kan de schade die veroorzaakt wordt door het aanleggen van de kabel onderzocht worden?*
- *Welke maatregelen kunnen genomen worden om deze schade te beperken?*
- *Hoe kan het succes van deze maatregelen vastgesteld worden waarbij het mogelijk is deze af te zetten tegen de impact van het kabel leggen zonder het uitvoeren van schade beperkende maatregelen?*

Om de impact van het aanleggen van de kabels op de mosselbank in perspectief te zetten wordt in deze studie ook kort ingegaan op het ecologisch belang van mosselbanken in de Waddenzee, en op de lange termijn ontwikkeling van de betreffende schelpdierbank en van droogvallende schelpdierbanken in de gehele Nederlandse Waddenzee.

3 Methoden

Om tot een praktisch uitvoerbaar advies te komen waarmee de verwachte schade aan de schelpdierbank beperkt kan worden is kennis over schelpdierbankenecologie en in het verleden reeds uitgevoerde mosselbankherstelpogingen nodig. Om deze kennis te ontsluiten is een bijeenkomst gehouden op 12 November 2020 waarbij verschillende experts werkzaam bij WMR aanwezig waren (Karin Troost, Douwe van den Ende, Jacob Capelle, Sander Glorius en Norbert Dankers). Hiermee is kennis uit verschillende onderzoeksprojecten (Dankers en Fey-Hofstede, 2015) en monitorprojecten uitgevoerd in het kader van WOT-Visserij (Troost e.a., 2012; www.wur.nl/schelpdiermonitor) en WOT-natuur (Glorius e.a., 2020), ontsloten. Verschillende oplossingsrichtingen en uitvoeringsmethodes zijn in de bijeenkomst besproken, waaronder verschillende opties voor het herstellen van een mosselbank (compensatie) en opties waarmee voorkomen kan worden dat de aanwezige mossel(patches) in de aanlegstroken vernietigd worden.

Gegevens over de uitvoering van de aanlegwerkzaamheden zijn verkregen uit de passende beoordeling (Kleijberg, 2020) en persoonlijke communicatie met Liander (Pieter Leeman). Gegevens afkomstig uit de jaarlijkse kartering van droogvallende mosselbanken binnen het WOT Visserij programma zijn gebruikt om de ontwikkeling en de huidige status van de mosselbank te onderzoeken. Om de ontwikkeling van de betreffende bank in een breder perspectief te plaatsen is deze vergeleken met de ontwikkeling van droogvallende schelpdierbanken in de hele Waddenzee, ook uit het WOT Visserij programma.

Een schelpdierbank bestaat meestal uit een clustering van meerdere 'patches' met daartussen kaal sediment. Om een indruk te krijgen van de praktische uitvoerbaarheid van maatregelen was het nodig inzicht te krijgen in de hoeveelheid en grootte van de aanwezige schelpdierpatches en het met schelpdieren bedekte oppervlak. Hiervoor zijn foto's van de schelpdierbank op de locatie van de beoogde kabeltrajecten gebruikt, die op 15 September 2020 zijn gemaakt door de Waddenunit (MS Krukel). Aan drie WMR onderzoekers met ruime ervaring in monitoring van schelpdierbanken is gevraagd om, onafhankelijk van elkaar, bedekkingspercentages in te schatten op basis van de foto's. De hieruit berekende gemiddelde waarden zijn gebruikt om een inschatting te maken van het met mosselen bedekte oppervlak, de patchgrootte en het aantal patches in de aanlegstrook.

Een monitoringplan is opgesteld waarmee twee doelen gediend moeten worden:

1. Inschatten van het effect van de aanlegwerkzaamheden op de schelpdierbank
2. Toetsen van de effectiviteit van de maatregelen om de schade te beperken

Het monitoringplan is ontworpen om uitspraken te doen over de effecten die optreden direct na de werkzaamheden tot en met de overleving na de eerste volgende winter.

4 Resultaten

4.1 Belang schelpdierbanken

Mosselbanken vormen een belangrijk landschappelijk element in de Waddenzee. Mosselen zijn biobouwers en oefenen daarmee een grote invloed uit op hun fysische- en biologische omgeving (Jones e.a., 1994; Duren et al., 2009). Ze bieden houvast en schuilplaatsen aan verschillende soorten. Zelf vormen ze een belangrijke voedselbron voor andere soorten waaronder vogels. Mosselen filteren water, accumuleren sediment in hun nabije omgeving en beïnvloeden topografische en hydraulische condities (Dankers en Fey-Hofstede, 2015).

Individuele mosselen houden zich aan elkaar vast door vorming van zogenaamde byssusdraden en vormen zo clusters van mosselen (Kangeri e.a., 2014; Liu e.a., 2013). Hiermee verhogen ze hun weerstand tegen erosie door wind en waterstromingen en verminderen de predatiedruk (Dankers en Fey-Hofstede, 2015, Koppel, van den e.a., 2005). Aan elkaar gehechte mosselen vormen op kleine schaal patches van levende individuen, klei en doodschelpmateriaal die zich in typische patronen ruimtelijk verspreiden (Liu e.a., 2013). Ook op grotere ruimtelijke schaal is er sprake van typische patronen van banden met en zonder schelpdieren gestuurd door voedsellimitatie en voedselbeschikbaarheid (Liu e.a., 2013; Donker, 2015). Na verloop van tijd (jaren) kunnen zich bulten van schelpdieren vormen van meer dan een meter hoog die in het verder vlakke landschap al van verre te zien zijn. Zelfs als de mosselen door bijvoorbeeld storm van een mosselbank zijn verdwenen, blijven de ontstane structuren als kleibulten en schelplagen nog jaren zichtbaar en vormen een geschikte vestigingsplaats voor nieuw mosselbroed.

De individuele mosselen in de bank vormen een belangrijke schakel tussen de ecosystemen van het open water en de bodemzone daaronder (Dame, 2011; Prins en Escaravage, 2005). Ze filteren slib en organisch materiaal uit het water en leggen dat vast (Prins e.a., 1998). Hiermee verhogen zij de lokale productie (Asmus & Asmus, 1991; Dame e.a., 1991; Petersen e.a., 2012). Door deze eigenschappen bieden mosselbanken structuur en leefruimte aan andere soorten (Nehls e.a., 1997; Gutiérrez e.a., 2003; Buschbaum e.a., 2009). Op de mosselen zelf groeien zeepokken, macroalgen en andere soorten die graag op hard substraat voorkomen (Dankers e.a., 2004). Tussen de mosselen vinden soorten als de alikruik een geschikte leefomgeving en in de poeltjes tussen de mosselbulten zwemmen vissen als grondels en botten en andere bodemdieren als garnalen.

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

Na de introductie van Japanse oesters in de zeventiger en tachtiger jaren komt deze soort vanaf het eind van de jaren negentig algemeen voor in de Waddenzee (Stralen e.a. 2012; Troost e.a., 2012; www.wur.nl/schelpdiermonitor). Japanse oesterlarven hechten zich aan mosselschelpen en later aan de schelpen van volwassen oesters. Een groot deel van de mosselbanken in de Waddenzee is hierdoor inmiddels omgevormd tot een mengvorm van zowel mosselen als Japanse oesters (Troost e.a., 2021) en kan gesproken worden over een gemengde schelpdierbank. In dit rapport wordt daarom verder gesproken over schelpdierbanken waarmee zowel pure mosselbanken als pure Japanse oesterbanken en ook gemengde banken bedoeld worden (zie Troost et al 2021 over de methodiek van kartering en hoe het onderscheid tussen de verschillende typen banken gemaakt wordt).

4.2 Ontwikkeling bankarealen in de Waddenzee

Droogvallende schelpdierbanken kwamen in het verleden naar alle waarschijnlijkheid veel in de Waddenzee voor. Tot eind jaren negentig was er nog geen sprake van een invasie van Japanse oesters en bestonden de banken uit uitsluitend mosselen. De banken kenmerken zich door een grote mate van plaatsgetrouwheid, waardoor duidelijke 'mosselgebieden' aan te wijzen zijn (Dankers *e.a.*, 2003, 2006; Dankers & Fey, 2015). De eerste kwantitatieve schatting – gebaseerd op luchtfoto-interpretatie – van de volledige Waddenzee werd gemaakt door Dijkema *e.a.* (1989). Zijn kaart, gebaseerd op de situatie eind jaren zeventig, geeft een areaal van 4152 ha $\pm$ 4200 ha (Dankers en Koelemaij, 1989; Tydeman, 1996). Retrospectief onderzoek in het kader van EVA II (Evaluatie Schelpdiervisserijbeleid) komt uit op uiterste grenzen tussen 1000 en 6000 hectare (Dankers *e.a.*, 2003).

Eind jaren '80 waren er door een combinatie van mosselzaadvisserij en het uitblijven van een omvangrijke broedval, mogelijk in combinatie met stormschade, slechts zeer weinig banken over in de Nederlandse Waddenzee (Ens *et al.*, 2004; Dankers & Fey-Hofstede, 2015). In het voorjaar van 1987 was er nog slechts 650 ha over. Op plekken waar oude banken verdwenen waren ontwikkelden zich nieuwe banken die in de jaren 1988-1990 opnieuw werden bevist. Tussen 1991 en 1994 was er minder dan 200 ha over (Dankers *e.a.*, 2003). In 1993 is ongeveer 26% van de droogvallende platen gesloten voor mosselzaadvisserij, en sindsdien is er vrijwel niet meer gevist in het litoraal (droogvallende wadplaten).

Vanaf 1995 wordt jaarlijks en in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), binnen de wettelijke onderzoekstaken op het gebied van visserij, door Wageningen Marine Research het totale areaal aan droogvallende mossel-, oester- en gemengde banken geschat, alsmede de totale schelpdierbiomassa in deze banken (Troost *et al.*, 2021). Voor definities en werkwijze zie kader.

Bepaling van het areaal aan litorale mossel- en oesterbanken WOT programma

Het is niet mogelijk om binnen de beschikbare tijd voor het onderzoek alle mossel- en oesterbanken in het gehele Waddenzee te karteren. Er wordt naar gestreefd zo veel mogelijk banken in te meten, met prioriteit bij mogelijk nieuwe banken, banken die lijken te zijn veranderd (bijv. deels verdwenen) en/of banken die al langere tijd niet meer zijn bezocht en ingemeten. Daarbij is gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- Satellietbeelden (optisch en radar, o.a. volgens methodiek Westinga *e.a.*, (2020));
- Uitkomsten van eerdere surveys;
- Actuele informatie over ligging mossel- en oesterbanken van Waddenunit, visserijkundig ambtenaren en vissers;
- Luchtfoto's van Rijkswaterstaat en Provincie Zeeland (Oosterschelde, Westerschelde);
- Een inspectievlicht boven de Waddenzee voorafgaand aan het veldwerk.

Van de banken die niet bezocht zijn in het surveyjaar, maar waarvan op basis van bovengenoemde informatie bekend is dat ze er nog liggen, zijn de contouren als voorlopige inschatting ingetekend volgens de methode die beschreven is in Van Zweeden *e.a.*, 2011. Met de surveyresultaten uit volgende jaren worden deze contouren met terugwerkende kracht aangepast. Hierbij worden bepaalde regels in acht genomen. Zo wordt altijd uitgegaan van de kleinste contour uit het voorgaande of opeenvolgende jaar, om een overschatting van het totale areaal te voorkomen. Contouren van niet bezochte banken kunnen door deze werkwijze nog veranderen tot drie jaar na het betreffende survey jaar.

De banken worden bij laagwater te voet ingemeten volgens een vast protocol (Troost *et al.* 2019; De Vlas *et al.* 2005). Er wordt rond de banken gelopen en met een handheld GPS worden merkpunten vastgelegd. Aan boord worden de merkpunten ingeladen in het programma QGIS. Op basis van deze punten worden de contouren ingetekend en de oppervlakte van de bank berekend. Tijdens het inmeten in het veld worden voor elke bank de volgende gegevens genoteerd, die worden ingeschat op basis van visuele waarnemingen:

- Samenstelling van de bank: mossel, oester, gemengd;
- De leeftijd/grootte van de aanwezige mosselen in de bank (kwalitatieve schatting: zaad, halfwas, consumptie-maat of een samenstelling van verschillende leeftijden/grootte);
- De grootte van de oesters (kwalitatieve schatting: klein, middelgroot en groot);

- De dichtheid in de bank (kwalitatieve schatting: dik, redelijk, matig, dun);
- Hoogte van de bulten (cm);
- Bedekkingspercentage door bulten van het ingelopen oppervlak (schatting in %) en een bezettingspercentage van deze bulten met schelpdieren (schatting in %). Bij dit laatste wordt onderscheid gemaakt tussen de bezetting met mosselen en de bezetting met oesters voor zover aanwezig;
- Mosselen of oesters in lage dichtheden (<5% bedekking) aanwezig, deze worden niet als bank genoteerd maar als "strooi" aangeduid. Strooi velden tellen niet mee in de arealen en worden niet in de kaarten weergegeven;
- Een ruwe inschatting van de dikte van de sliblaag in en rondom de bank, aan de hand van het aantal decimeters dat men tijdens het lopen wegzakt;
- Overige bijzonderheden (aanwezigheid wieren, pokken, alikruiken, dode mosselen etc.).

Een bank wordt als "gemengd" (zowel mosselbank als oesterbank) geclassificeerd als zowel oesters als mosselen voorkomen met een bedekking van meer dan 5%. De karteringen vinden zoveel mogelijk plaats voorafgaand aan de bemonsteringen voor de bestandsopname, zodat bij het opstellen van het monsterprogramma de meest recente contouren van de banken kunnen worden gebruikt.

Het natuurlijk verloop in schelpdierbankarealen is niet geleidelijk. Er zijn jaren waarin in de zomermaanden veel nieuwe aanwas is ("zaadval" of "broedval" genoemd) waardoor het voorjaar erna een groter areaal ingemeten wordt, zie *Figuur 2*. Jaren met grote mosselzaadvallen zijn 1999, 2001, 2002, 2005 en 2016. In de tussenliggende periode neemt het areaal langzaam af door natuurlijke processen zoals hierboven beschreven. Daarnaast vind er elk jaar wel enige verjonging op in bestaande banken zonder dat dit gepaard hoeft te gaan met (grote) toenames in het bankareaal (Glorius e.a., 2020).

Figuur 2 Het areaal aan droogvallende mossel, oester en gemengde mossel-oesterbanken. Gegevens komen uit het WOT Visserij programma uitgevoerd door WMR.

In de jaren '90 waren bankarealen laag in de Waddenzee, zie boven. Na een omvangrijke broedval in 2001 was er in 2002 weer een areaal van 3000 ha aanwezig. In de periode 2002 tot en met 2020 lag er gemiddeld 2164 (standaard afwijking 607) hectare aan mossel- en gemengde mosseloesterbanken in de Waddenzee, zie *Figuur 2*. In 2001 zijn er voor het eerst Japanse oesters waargenomen in deze survey, zie *Figuur 2*.

In het voorjaar van 2020 werd het areaal geschat op 1323 ha aan pure mosselbanken, 1057 ha aan gemengde mossel-oesterbanken en 212 ha aan pure oesterbanken (Troost et al., 2021), zie *Figuur 2*. In het voorjaar van 2020 komt het areaal aan mosselbanken (puur en gemengd met oesters) hiermee uit op 2380 ha waarvan dus 44% uit de gemengde vorm bestaat.

Door grote variaties in de jaarlijks aanwas van mosselbanken treden er grote variatie in het totaal aantal hectaren mosselbanken aanwezig in de Nederlandse Waddenzee (van der Meer e.a. 2019). In de door van der Meer uitgevoerde modelsimulaties varieert het bankoppervlak hierdoor tussen de 2100 en 5300 hectaren voor oester-, en gemengde mosseloesterbanken en tussen de 500 en 2300 hectare voor pure mosselbanken. Het in 2020 ingemeten areaal aan schelpdierbanken bevindt zich binnen de variatie die door van der Meer e.a. voorspeld wordt.

4.3 Variatie bankareaal in kabelgebied

Uit de WOT Visserij gegevens blijkt dat zich in 1995 een mosselzaadbank gevormd heeft op de plek waar nu de kabels gepland zijn, zie *Figuur 2* van Bijlage 1. Deze bank verdween echter het eerstvolgende jaar weer. Sinds 2000 heeft zich aan de oostelijke zijde van de kabeltrajecten opnieuw een mosselbank gevormd. In 2002 heeft de bank zich door mosselzaadval uitgebreid in westelijke richting. Vanaf 2013 is in het gebied waar de kabels doorheen lopen elk jaar schelpdierbanken aangetroffen, zie *Figuur 2* van Bijlage 1.

In *Figuur 3* is de buitenste contour zoals in 2020 opgemeten weergegeven evenals de frequentie dat banken aangetroffen zijn in de periode 1995-2020. Hieruit is te zien dat in het middendeel van de bank waar de kabeltrajecten door de bank lopen het vaakst schelpdieren aangetroffen zijn sinds de start van de metingen in 1995. Daar zijn schelpdieren aangetroffen tot maximaal 42% van de jaren dat de bank gemeten is (1995-2020).

Figuur 3 Schelpdierbankaanwezigheid in het kabelgebied voor de periode 1995 tot en met 2020. De aanwezigheid van schelpdieren wordt als frequentie (percentage) weergegeven op een grid van 5 bij 5 meter met kleurcodes die van geel (lage frequentie) tot rood (hoge frequentie) loopt. De zwart doorgetrokken lijn geeft de buitenste contour weer van de schelpdierbank zoals die in 2020 door WMR aangetroffen en opgemeten werd (Troost e.a., 2021). Met de blauwe lijnen worden de kabeltrajecten weergegeven.

Vanaf 2000 is zeer regelmatig een bank aangetroffen op beide kabeltrajecten. In *Figuur 4* wordt het gebied weergegeven waarin sinds 2000 op enig moment een schelpdierbank aanwezig was. Gemiddeld lag er in de periode 2000 tot en met 2020 68 ($\pm$ 27 standaard deviatie) hectare aan schelpdierbanken in dit gebied, zie *Figuur 5*. In de periode 2013 tot en met 2020, toen er ieder jaar schelpdierbanken aangetroffen zijn, bedroeg het gemiddelde bankoppervlak 90 ($\pm$ 26) hectaren. Door mosselzaadval in noordelijk en zuidelijk gelegen gebieden van de bank, is in 2019 het bankoppervlak toegenomen. In 2020 bedroeg het bankoppervlak 135 hectare, zie *Figuur 4* en *Figuur 5*. Het bankareaal was daarmee het hoogst sinds de start van de metingen in 1995. Een hoog bank areaal houdt overigens niet automatisch in dat de biomassa van schelpdieren ook hoog is. Wel wordt de overlevingskans van mosselbanken mede bepaald door het areaal; grotere banken hebben een grotere overlevingskans (Van der Meer et al., 2019)

Figuur 4 In lichtblauw de contour van de gemengde mossel-oesterbank zoals deze in 2020 door WMR bepaald is. Met de zwarte lijn wordt het gebied weergegeven waar waar sinds 2002 zich op enig moment een bank gevormd heeft. De 15 meter brede kabelstroken in lichtgrijs.

Figuur 5 De jaarlijkse bankoppervlaktes van de schelpdierbanken in het kabelgebied sinds 2000 (linker paneel), en de gemiddelde bankoppervlaktes sinds 2000 en 2013 (rechter panelen). De bankgegevens zijn afkomstig uit het WOT-visserij programma uitgevoerd door WMR.

De in 2019 nieuw gevormde bankdelen aan de noordelijke- en oostelijke zijde van de bank hebben de eerste winter overleefd en hebben daarmee een belangrijke mijlpaal bereikt voor een succesvolle verdere ontwikkelingen. Uit analyse van bankoverleving (Meer van der, ea., 2019) blijkt echter dat ook in het tweede jaar veel nieuw gevormde banken verdwijnen, zie ook Bijlage 1. Het is daarom goed mogelijk dat deze delen de komende jaren verdwijnen als gevolg van natuurlijke processen en dat als gevolg daarvan het bankoppervlak afneemt. In het centrale deel van de bank, lopend als een ruggengraat van west naar oost, bevinden zich in de periode 2013-2020 permanent schelpdieren. De kans dat dit deel door natuurlijke oorzaken sterft wordt kleiner ingeschat. In dit deel hebben zich Japanse oesters gevestigd, waarmee de overlevingskans aanzienlijk verhoogd is (zie Van der Meer et al., 2019).

Wanneer door het aanleggen van de kabels een werkstrook benodigd is van 15 meter breed dan kan er schade optreden aan de mosselbank voor een gebied van 2.1 hectaren groot, zie Kleijberg (2020) en Bijlage 1. Gaten van dergelijke omvang (<25 meter) worden gezien als onderdeel van de bank (zie kader) waardoor het bankareaal niet af zal nemen in de inventarisaties die WMR uitvoert in het kader van het WOT-visserij programma. Wanneer het mosselbankdeel tussen beide aanlegstroken door de werkzaamheden indirect schade ondervindt en in zijn geheel verdwijnt, dan zal dit wel leiden tot een

afname van het bankareaal omdat er dan >25 meter tussen beide bankdelen zit. In dat geval zal, op basis van de 2020 bankcontouren, een 15 meter brede aanlegstrook per kabel en een afstand van 150 meter tussen beide kabels, het bankoppervlak afnemen met ongeveer 9.6%, oftewel 12,6 hectaren.

4.4 Transplantatie van mosselen

Na de bijeenkomst eind 2020 is een advies gevormd waarmee schade aan de bank beperkt kan worden. Het advies en de motivatie ervoor is beschreven in een briefrapport (Glorius, 2020) die eind 2020 opgeleverd is aan Liander en in Bijlage 1 toegevoegd is aan dit rapport. Hieronder wordt de samenvatting gegeven.

Het advies bestaat eruit om de mosselpatches (plekken met mosselen en mogelijk ook oesters) die aanwezig zijn in de westelijk gelegen aanlegstrook te verplaatsten voordat begonnen wordt met de werkzaamheden. Patches dienen verplaatst te worden naar open plekken in de schelpdierbank aan beide zijden direct naast de aanlegstrook. De aanlegstrook is hierbij gedefinieerd als het gebied waar de bodem beroerd wordt door de aanlegvoertuig(en). Het wordt geadviseerd om de patches na de werkzaamheden te laten liggen en niet terug te plaatsen, omdat dit waarschijnlijk meer schade aan de mosselen zou opleveren. Het wordt aanbevolen een ecooloog met kennis over mosselbanken aanwezig te laten zijn tijdens het transplanteren om het wegsteken en neerleggen te begeleiden.

In de oostelijk gelegen aanlegstrook worden de mosselpatches niet verplaatst. Door vervolgens de ontwikkeling van de mosselbanken rond beide aanlegstroken met elkaar te vergelijken kan ingeschat worden welke oplossing leidt tot minder schade aan de mosselbank: wel of niet transplanteren voorafgaand aan de werkzaamheden. Dit inzicht zal van grote waarde zijn bij de aanleg van toekomstige kabels.

Het advies kan als volgt samengevat worden:

- transplanteer *alle* schelpdierpatches op de westelijk gelegen aanlegstrook naar open plekken (zonder mosselen en oesters) direct naast en langs de aanlegstrook gelegen.
- Transplanteer de patches zoveel mogelijk *intact* (dus inclusief materiaal tussen de mosselen en oesters waaraan ze zich mogelijk hebben vastgelegd), en leg ze met de *bovenzijde* omhoog op de nieuwe locatie. Het is de verwachting dat patches tot een diepte van ongeveer 20 cm weggestoken moeten worden.
- Leg de mosselpatches *niet* terug op de aanlegstrook na afronding van de werkzaamheden, maar laat ze liggen.
- Gebruik een kraan voor het transplanteren en gebruik de lengte van de arm om de schelpdierpatches neer te leggen op hun nieuwe plek. De kraanwagen zelf (rupsbanden) mag zich niet buiten de aanlegstrook begeven. Minimaliseer het aantal bewegingen van de rupsbanden.
- Gebruik een kraan met een lage grondbelasting.
- Voer de aanlegwerkzaamheden zoveel mogelijk uit in de aanlegstrook en minimaliseer de aanwezigheid buiten deze strook.
- Egaliseer de aanlegstrook na uitvoering van het transplanteren (om te voorkomen dat er een waterstroom gaat lopen door de rijsporen).
- Laat de mosselpatches aanwezig in het oostelijk gelegen kabeltraject ongemoeid om de effecten van de ingreep (aanleggen kabels) en van de maatregel (transplanteren van mosselpatches) te onderzoeken.
- Start en rond het transplanteren van de mosselpatches af in een periode van een aantal weken voordat begonnen wordt met het aanleggen van de kabels.
- Monitor de mosseloverleving, groei en bedekking van de mosselpatches in beide aanlegstroken en in het gebied er direct aan grenzend zowel voorafgaand aan het transplanteren als nadat de kabels aangelegd zijn (zie volgende paragraaf).

4.5 Monitoring

4.5.1 Belang monitoring

Om inzicht te verkrijgen in de schade aan de schelpdierbank die veroorzaakt wordt door het aanleggen van de kabels en om te kunnen beoordelen in welke mate het transplanteren van mosselpatches effectief is, is het nodig de bank te monitoren. Eigenschappen die de vitaliteit van een schelpdierbank bepalen moeten voorafgaand en op verschillende momenten na uitvoering van de ingrepen in kaart gebracht worden. Door analyse van deze gegevens kunnen effecten gekwantificeerd worden. De hieruit verkregen inzichten kunnen gebruikt worden voor toekomstige situaties waarbij (elektriciteit)kabels in de Waddenzee aangelegd moeten worden en waarbij schelpdierbanken doorkruist worden.

4.5.2 Focus monitorplan

Het hier beschreven monitorplan heeft een focus op het monitoren van de vitaliteit van individuele mosselen en de bankdelen die aangetast worden door het aanleggen of transplanteren. Daarnaast zijn enkele bankdelen ter referentie opgenomen in het plan en wordt er gekeken naar verandering in de buitencontour van de bank. De gedachte hierachter is dat overige parameters, zoals bijvoorbeeld de bodemopbouw en ook de aan mosselen geassocieerde soorten (soortenrijkdom) vanzelf volgen wanneer de aangetaste bankdelen zich gunstig ontwikkelen. Voor nieuw gevormde mosselbanken is de overleving van de eerste winter een belangrijke mijlpaal in de ontwikkeling tot een oudere bank. Een groot deel van de natuurlijk nieuw gevormde banken overleeft de eerste winter niet (Dankers e.a., 2004 en Meer e.a. 2019). Pas na vijf jaar nemen overlevingskansen van nieuw gevormde mosselbanken sterk toe. Het wordt daarom verwacht dat wanneer de getransplanteerde mosselpatches de eerstvolgende winter goed doorkomen een belangrijke mijlpaal voor meerjarige overleving bereikt is, ook al betreft het hier getransplanteerde oudere mosselen en geen nieuw gevestigd mosselzaad. Het monitorplan beslaat daarom de periode van enkele weken voorafgaand aan de ingrepen tot na de eerstvolgende winter.

In het middendeel van de bank (de in oost-west richting gelegen rug) zijn de afgelopen jaren geregeld oesters aangetroffen, zie Bijlage 1. De aanwezigheid van oesters blijkt een positief effect te hebben op de bankoverleving (Meer e.a., 2019). Er lijkt ook een effect te zijn op dichtheid en biomassa van mosselen die aanwezig is in gemengde banken. Door competitie voor ruimte en voedsel tussen mosselen en oesters is de mosseldichtheid en biomassa vaak lager wanneer een bank uit zowel mosselen als oesters bestaat dan wanneer er sprake is van alleen mosselen (Glorius en Meijboom, 2020). Om de vitaliteit van de bank te beoordelen is het daarom nodig ook aandacht te hebben voor de aanwezigheid van Japanse oesters.

Het wordt aanbevolen de volgende parameters op te nemen in de monitoring om zo uitspraken te kunnen doen over de overleving van de mosselpatches en de bankvitaliteit:

- schelpdierbedekking (deel van het bankoppervlak dat bedekt is met mosselen/Japanse oesters).
- mosseldichtheid, -lengte en -biomassa en aanwezigheid van Japanse oesters in de schelpdierpatches
- vastleggen van de contour van de bank

In Tabel 1 wordt een kort overzicht gegeven van deze parameters en welke inzichten hieruit verkregen kunnen worden. Ook wordt aangegeven wat typische waarden zijn voor deze parameters en welke veranderingen kunnen optreden in natuurlijke en ongestoorde banken. Hiervoor is gebruik gemaakt van resultaten van opnames die door WMR gedaan worden in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur, WOT-natuur. Deze staan beschreven in Glorius en Meijboom (2020). De banken die in dit WOT-programma opgenomen zijn worden jaarlijks bestudeerd en liggen vooral in de Oostelijke Waddenzee.

Tabel 1. Overzicht van de verschillende parameters, de inzichten die met deze parameters opgedaan kunnen worden en welke typische waarden zijn voor onverstoorde mosselbanken. Voor typische waarden zijn resultaten van opnames die door WMR gedaan zijn in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur (WOT) gebruikt (Glorius en Meijboom, 2020).

Parameter	Inzicht	Natuurlijke ontwikkelingen
Bankoppervlak	Grote banken hebben een hogere overlevingskans dan kleine banken. Een afname van het bankoppervlak vermindert de bankvitaliteit.	Neemt langzaam af over de jaren en wordt af en toe teniet gedaan door grootschalige mosselzaadval
Schelpdierbedekking (aandeel van bankoppervlak dat bedekt is met mosselen en/of oesters)	Bij lage bedekkingsgraad neemt de bankvitaliteit af. De bankvitaliteit neemt juist toe als Japanse oesters aanwezig zijn in een bedekkingspercentage van minstens 5%.	Bedekking van mosselen en/of oesters neemt af door uitdunning en verdwijning van patches als gevolg van sterfte (predatie, verhongering of begraving bv) of door wegspoeling en verwaaiing. Neemt toe door nieuwe zaadval maar kan ook toenemen door verwaaiing van mosselpatches over grotere oppervlakten. Gegevens van enkele banken die al decennia aanwezig zijn op dezelfde plek en gemonitord worden laten zien dat de bedekking per bank grofweg varieert tussen de 35 en 75 %.
Schelpdierbiomassa	Bij lage biomassa neemt de bankvitaliteit af. Dit hangt samen met schelpdierbedekking.	Als gevolg van groei, zaadval en sterfte fluctueert deze van jaar tot jaar. Bij stabiele banken ligt de mosselbiomassa grofweg rond de 10 – 20 kg versgewicht per m ² . Bij aanwezigheid van J. oesters kan de mosselbiomassa lager zijn (rond de 5 kg versgewicht per m ²) en de gecombineerde schelpdierbiomassa juist hoger (tot grofweg 30 kg versgewicht per m ²).
Schelpdierdichtheid en lengte	Uit de lengtefrequentieverdeling kunnen cohorten gevolgd worden (individueen met eenzelfde leeftijd) en is te zien of er nieuwe aanwas plaatsvindt en of er groei optreedt.	Nieuwe gevormde mosselzaadbanken kennen een hoge dichtheid die daarna afneemt. In oudere stabiele banken ligt de mosseldichtheid rond de 1000 – 4000 individuen per m ² . Mosselen groeien over een aantal jaar uit tot ongeveer een lengte van 50-60 mm. Normaliter treed er nagenoeg elk jaar wel enige verjonging op (nieuwe aanwas door mosselzaad) en eens in de zoveel tijd is er sprake van grootschalige mosselzaadval.

4.5.2.1 Schelpdiersamenstelling

De dichtheid, lengtefrequentie en biomassa van de mosselen kunnen bepaald worden door bodemonsters met een vast oppervlak te nemen op de bank. De methode die in het WOT-natuur programma gevolgd wordt kan hiervoor gebruikt worden (Glorius en Meijboom, 2020). Deze werkwijze wordt hieronder beschreven.

Bemonstering volgens WOT-Natuur protocol

Het monster wordt genomen met behulp van een frame met een dimensie (cm) van 16 (b) x 32 (l) x 10 (d) die in de mosselbank gedrukt wordt totdat de bovenkant gelijk ligt met het mosseloppervlak. De toplaag van 10 cm wordt uit het vierkant geschraapt en in een zeef met een maaswijdte van 1 mm voorzichtig uitgespoeld. Het monster wordt verzameld in een plastic zak, gelabeld en naar het laboratorium vervoerd voor analyse.

De exacte monsterlocatie wordt gemarkeerd met een waypoint (lokatiemarkering). Voordat het monster genomen wordt, wordt een foto (met referentie aanduiding) genomen van het monsterpunt. De monsterlocatie wordt beschreven op een veldformulier door naar de directe omgeving van de monsterlocatie te kijken en een oesterscore te geven, zie Tabel 2. Analoog aan de werkwijze in het WOT Natuur programma worden ook andere waarnemingen aan de directe omgeving van een monsterpunt geregistreerd zoals aanwezigheid van wieren (*Fucus sp.* (blaasjeswies), *Ulva sp.* (zeesla), *Gracilaria* (knoopwier), schelpdierpatchhoogte (in cm, inschatting) en schelpdierbedekking (in procenten, inschatting) aanwezigheid van schelpengruis, bodemgesteldheid (zand, slib) en eventueel andere opvallende zaken.

Tabel 2. *De verhouding tussen de mossel- en oesterbedekking behorend bij de oesterscores 0 t/m 4.*

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

Werkwijze in het laboratorium die aansluit bij het TMAP protocol

In het laboratorium worden de monsters nogmaals goed gespoeld en gezeefd (over een zeef met maaswijdte van 5 en 1 mm). Het monster wordt hierdoor onderverdeeld in twee delen: een grove- en fijne fractie. Beide delen worden gewogen (afgerond tot hele grammen). Hierna worden uit beide deelmonsters alle levende mosselen en oesters en lege hele mosselschelpen (zowel de nog aan elkaar vastzittende kleppen, zgn. 'doubletten', alsmede de losse kleppen) gehaald. Hierna wordt het restant van de grove en fijne fractie nogmaals gewogen. De pokken worden van de levende mosselen gescheiden en apart gewogen. De levende mosselen, oesters en de lege doubletten en lege losse mosselschelpen worden afzonderlijk gewogen om het versgewicht te bepalen.

Hierna wordt de lengte (in mm) gemeten van alle levende mosselen en oesters en van de losse kleppen- en doubletten van lege mosselschelpen.

Voor de asvrijdrooggewicht bepalingen van het mosselvlees wordt het vlees van de mosselen van verschillende lengteklassen bij elkaar genomen en geanalyseerd. Het wordt geadviseerd de mosselen onder te verdelen in de volgende drie lengteklassen: van 1 t/m 20 mm, van 21 t/m 40 mm en >41 mm. Bij deze onderverdeling wordt (groveweg) onderscheid gemaakt in jong mosselzaad, 1 jarige en meerjarige mosselen. Het is hierbij belangrijk het totaal aantal schelpdieren per lengteklassen te weten. Deze gegevens kunnen eventueel uit de lengtemetingen verkregen worden.

4.5.2.2 Schelpdierbedekking

De schelpdierbedekking geeft de verhouding weer tussen het totale bankoppervlak en het oppervlak binnen de bank dat bedekt is met schelpdieren (mosselen of mosselen en oesters).

Deze parameter kan kwantitatief bepaald worden door een kaart te maken uit verschillende losse en overlappende foto's (bijvoorbeeld opgenomen met behulp van een UAV/drone) of door het lopen van z.g. bedekkingsraaien. Het gebruik van een UAV is in grotere mate afhankelijk van gunstige weer (wind)condities dan het lopen van bedekkingsraaien. Beide methodes worden hieronder kort toegelicht.

Gebied fotografisch opnemen

Het in te meten bankdeel kan in kaart gebracht worden door een serie foto's te nemen die loodrecht naar beneden opgenomen zijn met bijvoorbeeld een Unmanned Aerial Vehicle (UAV oftewel drone). Hieruit kan dan een ortho-mozaïek (een samengesteld beeld in rood-groen-blauw kleuren) gemaakt worden evenals een z.g. 'digitaal hoogte model' (DEM) voor weergaven van de hoogteliggingen. Om de serie foto's te verwerken tot ortho- en z.g. DEM kaarten zullen de losse foto's een bepaalde mate van overlap moeten vertonen en is het nodig een aantal referentiepunten voor de positiebepaling van de fotos en het maken van de DEM op te nemen. De overlap tussen individuele foto's is bij voorkeur minimaal 80% in de lengterichting en 60% in de breedte richting, zie *Figuur 6*. Referentiepunten kunnen bijvoorbeeld verkregen worden door gebruik te maken van 'propellor aeropoints' of door gemarkeerde posities in te meten met een RTK-DGPS, zie *Figuur 6*. Nadat de losse beelden verwerkt zijn tot ortho en DEM-kaarten kunnen mosselpatches geïdentificeerd worden door verschillende classificatietechnieken zoals bootstrapping of het gebruik van z.g. (convolutional) neurale netwerken bijvoorbeeld, zie *Figuur 6*.

Figuur 6 Links weergaven van minimaal 80% overlap tussen individuele foto's in de lengterichting en 40% overlap in de breedteligging. Linker foto een 'propellor aeropoint' zoals gebruikt is in de pilotstudie (Folmer e.a., 2019). Het inmeten van referentiepunt met een RTK-DGPS (Glorius e.a., in voorbereiding).

Er zal een compromis gevonden moeten worden tussen de benodigde vliegtijd en het detailniveau. Ten behoeve van het detail worden de foto-opnamen bij voorkeur gemaakt op lage vlieghoogtes, bij een relatief lage vliegsnelheid en met een camerasysteem die opnames van hoge beeldkwaliteit mogelijk maken.

Zeer hoge kwaliteit kaarten kunnen bijvoorbeeld verkregen worden door gebruik te maken van spiegelreflex camera's bevestigd aan een paal en handmatig bediend in het veld (Glorius e.a., in voorbereiding), zie *Figuur 8*. Maar het oppervlak dat bemonsterd kan worden in dergelijke set-up in het tijdsbestek van één laagwatertijd is erg klein. Goede resultaten in het opmeten van duinvegetatie zijn behaald met een canon 28mm lens, f/2.8, vlieghoogte van 80 meter, vliegsnelheid van 4 m/s en een opname intervaltijd van 1 seconde (Puijenbroek e.a., 2017). Ook zijn goede resultaten behaald in een pilotstudie waarin een mosselbank ingevlogen werd met een DJI Phantom 4 pro UAV met 20 MP camera op vlieghoogtes van 30, 40 en 60 meter en vliegsnelheid van 4 – 6 m/s (Folmer e.a., 2019). Op alle vlieghoogtes werd voldoende detail verkregen om de individuele mosselpatches te identificeren, zie *Figuur 7*. Op basis van deze gegevens zou bij een vlieghoogte van 60 meter in een laagwatertijd (3 uur werktijd) een gebied van ongeveer 150 hectare in gevlogen moeten kunnen worden.

Figuur 7 Mate van detail mosselpatches bij verschillende vlieghoogten. Pilot studie Folmer ea., 2019.

Deze methodiek levert de meest gedetailleerde gegevens op. Naast bepaling van het met mosselen bedekte oppervlak kan ook additionele informatie verzameld zoals bijvoorbeeld de buitencontour van de bank, gemiddelde patchgrootte en hoogteligging bijvoorbeeld. Een bijkomend voordeel van deze techniek is dat het mogelijk is beelden van verschillende tijdstippen over elkaar heen te leggen. Hierdoor kun je bijvoorbeeld onderzoeken hoe plekken waar mosselpatches verdwenen waren eruit zagen op een eerder moment in de tijd toen ze er nog wel lagen, zie bijvoorbeeld *Figuur 8*. Ook is het mogelijk patches die getransplanteerd zijn uit de oostelijk gelegen aanlegstrook te onderscheiden van patches die reeds aanwezig waren.

Figuur 8 Links detail orthomosaiek en classificatie verkregen met opname met een SLR-camera en mosselpatch-classificatie met behulp van bootstrap (random forest model). Rechts voorbeeld van een analyse waarbij eigenschappen (hoogteligging in dit geval) van plekken waar mosselen zijn blijven liggen en waar ze verdwenen zijn geanalyseerd worden (Glorius et al. In voorbereiding).

Bedekkingsraaien

Het met schelpdieren bedekte oppervlak kan ook bepaald worden door het lopen van z.g. bedekkingsraaien. Een raai doorkruist een schelpdierbank in een rechte lijn en bestaat uit verschillende subraaien van ieder steeds 25 stappen lang. Zowel het begin- als eindpunt van iedere subraai wordt gemarkeerd met een waypoint (locatiemarkering) in een handheld gps. Aan het einde van iedere subraai worden de start- en eind waypointnummers genoteerd op een veldformulier evenals het totaal aantal stappen en het aantal stappen op schelpdierpatches. De oesterscore (zie Tabel 2) wordt bepaald voor de zojuist gelopen subraai en genoteerd op het veldformulier evenals aanwezigheid wieren en andere opvallende zaken, zie paragraaf 4.5.2.1. Tijdens het lopen van de raaien kan het beste de gelopen route (track) geregistreerd en opgeslagen worden in een handheld GPS.

Het lopen van de bedekkingsraaien levert een kwantitatieve maat voor de schelpdierbedekking op. Omdat de uitkomst afhankelijk is van hoe de raaien exact lopen zal deze methode minder nauwkeurig zijn in vergelijking met een methode waarmee het gehele gebied gefotografeerd wordt. Ook zijn

additionele gegevens zoals een vergelijking met eerdere situaties minder nauwkeurig en worden er minder gegevens verzameld (hoogteligging bijvoorbeeld). Het voordeel van deze methode is wel dat hij minder gevoelig is voor slechte weer (wind) condities.

4.5.2.3 Bankgrootte

Voor veranderingen in de bankgrootte is het nodig de buitencontour van de bank in te lopen met een handheld GPS volgens het TMAP protocol. In dit protocol wordt gespecificeerd hoe omgegaan wordt met inhammen, verschillen in schelpdierbedekking en hoe gegevens verzameld en verwerkt dienen te worden. Deze werkwijze staat beschreven in Glorius en Meijboom, 2020 en Troost e.a., 2021.

4.5.3 Monsterlocaties

Om de effecten van de ingreep (aanleggen kabels) en van de maatregel (transplanteren van mosselpatches) te onderzoeken is het nodig metingen te verrichten voorafgaand aan de werkzaamheden en erna. Om het effect van de ingreep en de maatregelen te kunnen beoordelen is het daarnaast nodig zowel monsters te nemen in het deel van de aanlegstrook waar de schelpdierpatches niet getransplanteerd zijn (oostelijk gelegen kabeltraject) als in het deel waar dit wel gebeurd is (westelijk gelegen kabeltraject en in beide zijden tot een afstand van de reikwijdte van de arm van de kraan die gebruikt is voor het transplanteren). Als gevolg van natuurlijke variaties in stormen (frequentie, kracht en richting), voedselbeschikbaarheid, aanwas van nieuwe schelpdieren, kunnen er verschillen optreden in schelpdierbedekking, bankoppervlak, schelpdiergroei, zaadval en overleving van mosselen van moment tot moment. Het is daarom van belang ook bankdelen mee te nemen die buiten de invloedsfeer liggen van de ingrepen en daarmee dienen als referentie.

Het is goed denkbaar dat het effect van het kabelleggen en de effectiviteit van het transplanteren verschillend is voor plekken met verschillende bodemopbouw, schelpdierbedekking en mossel- en oestersamenstelling. Bij aanwezigheid van J. oesters zullen de schelpdierpatches steviger zijn omdat jonge oesters zich op oude oesters vestigen en zich er permanent aan vasthechten en zo een rif vormen. Dit geeft een steviger substraat dan in het geval schelpdierpatches uitsluitend uit mosselen bestaan waar patches uit dode schelpen en klei bestaan bijeengehouden met de byssusdraden van de mosselen. Het is daarom denkbaar dat de schade die veroorzaakt wordt door het aanlegvoertuig minder groot is op plekken waar ook Japanse oesters aanwezig zijn in vergelijking met plekken met uitsluitend mosselen. Door de rifstructuur van oesters is het ook mogelijk dat getransplanteerde patches met zowel oesters als mosselen beter blijven liggen en/of overleven dan patches die alleen uit mosselen bestaan. Aan de andere kant hebben mosselen de mogelijkheid om zich te verplaatsen en zich in een gunstigere positie vast te hechten met hun byssus draden terwijl oesters immobiel zijn. Door de transplantatie wordt de schelpdierbiomassa plaatselijk verhoogd. Dit kan een effect geven op het transplantatiesucces indien dit leidt tot een reductie in groei door voedsellimitatie. In het hier voorgestelde monitorplan is daarom rekening gehouden met verschillen in zowel bankleeftijd, mosselbedekking en aanwezigheid van oesters die reeds aanwezig zijn in de schelpdierbank.

4.5.3.1 Transecten

Het wordt aanbevolen om op verschillende locaties metingen te verrichten om zodoende verschillen in banksamenstelling, het effect van de kabel aanlegwerkzaamheden, het transplanteren en natuurlijke variaties aanwezig binnen een bank mee te kunnen nemen in de analyses. Hiertoe zijn 7 transecten in het gebied gelegd en drie deelgebieden gedefinieerd waarbinnen de verschillende metingen uitgevoerd kunnen worden. De transecten lopen over of parallel aan het kabeltraject en doorkruisen de bank in noordwest-zuidoostelijke richting, zie *Figuur 9*. Individuele transecten beslaan daarmee zowel oudere bankdelen bestaande uit zowel mosselen als J. oesters als bankdelen van jongere leeftijd bestaande uit alleen mosselen (situatie 2020)

Deelgebieden en bemonsteringstransecten

Figuur 9 De drie deelgebieden (paars, oranje en rood getinte vlakken) met verschillende schelpdiersamenstelling en ouderdom en de bemonsteringstransecten (roze lijnen) voor het bepalen van de schelpdierbedekking en ten behoeve van de bodembemonsteringen. Met de blauwe lijnen worden beide kabeltrajecten weergegeven (ieder 15 meter breed). In het paneel rechtsboven is de mosselbankaanwezigheid in het kabelgebied voor de periode 1995 tot en met 2020 weergegeven voor de drie deelgebieden. Hoe roder de tint hoe vaker er mosselen aangetroffen werden in het gebied. Gegevens van mosselbankvoorkomens komen uit het WOT Visserij programma uitgevoerd door WMR.

Transect 1 bestaat uit drie delen; de werkstrook benodigd om de kabel aan te leggen (transect 1.2) en twee stroken die direct aan de westelijke- (transect 1.1) en oostelijke 1.3) zijde van de oostelijk gelegen werkstrook liggen. In deze werkstrook zijn alle schelpdierpatches verplaatst voordat de kabel aangelegd werd. De breedte van de individuele transect is afhankelijk van de uitvoeringswijzen. De transecten 1.1 en 1.3 zijn even breed als het gebied waarover de mosselpatches verplaatst zijn (bepaald door de reikwijdte van de gebuikte kraan). Transect 1.2 is even breed als de benodigde werkstrookbreedte. Metingen in dit transect worden gedaan om de effectiviteit van het transplanteren te onderzoeken.

Transect 2 ligt in het oostelijk gelegen kabeltraject en is net zo opgebouwd als transect 1. Het bestaat uit drie delen; één aan de oostelijke zijde van de werkstrook gelegen (strook 2.1), één aan de westelijke zijde van de werkstrook gelegen (transect 2.3) en de werkstrook zelf (transect 2.2). Transect 2.2 is zo breed als de werkstrook, en de transecten 2.1 en 2.3 zijn even breed als respectievelijk de transecten 1.1 en 1.3. Dit transect is opgenomen om de schade die veroorzaakt wordt door de noodzakelijke activiteiten die nodig zijn om de kabels aan te leggen te onderzoeken. De transecten 2.1 en 2.3 dienen om eventuele randeffecten van het aanleggen van de kabels op de aangrenzende schelpdierbank te kunnen onderzoeken.

Transect 3 bevindt in het oostelijk deel van de bank op 400 meter afstand van het oostelijk kabeltraject. Dit deel van de bank bevindt zich daarmee naar verwachting buiten de invloedssfeer van de aanlegstroken maar heeft mogelijk oorspronkelijk al wel een iets andere schelpdiersamenstelling. Dit transect is zo breed als de transect 1.1. Dit transect geeft een beeld van de natuurlijke ontwikkeling van de mosselbank.

4.5.4 Bodemonsters

Het benodigde aantal bodemonsters om de mosselbiomassa, -lengte en -dichtheid te bepalen wordt ingegeven door de gewenste statistische power, het significantieniveau, de variatie tussen individuele monsters en het te meten verschil (effectgrootte). Met de variatie die aanwezig is in monsters genomen binnen het WOT-natuur programma kan de statistische power berekend worden voor verschillende effectgroottes en monsteraantallen, *Figuur 10*. Er is gebruik gemaakt van gegevens verzameld op een oude (>20 jaar) gemengde schelpdierbank gelegen onder Ameland zodat resultaten het beste vergeleken kan worden met de oudere rug (deelgebied 2). Hieruit blijkt dat om een effectgrootte van 50% of meer aan te kunnen tonen in mosseldichtheid en -biomassa tussen twee groepen (t.toest) het nodig is ongeveer 8 monsters te nemen per deelgebied en transect.

Een opmerking die hierbij gemaakt kan worden is dat in het WOT programma de monsterpunten verspreid over de gehele schelpdierbank genomen worden met grote onderlinge afstanden tot gevolg. Door heterogeniteit in schelpdiersamenstelling binnen een bank leidt dit tot een grotere variatie tussen individuele monsters dan wanneer monsters dichter bij elkaar liggen zoals in deze studie. Het is daarom de verwachting dat bij het nemen van 8 monsters ook effectgroottes <50% aangetoond kunnen worden met een statistische power van 80%. Dit wordt bevestigd door een power berekeningen die uitgevoerd is met gegevens verzameld op een andere bank (een pure mosselbank van jonge leeftijd). In dat geval kunnen als gevolg van de minder grote variatie tussen individuele monsters effectgroottes tot 10% aangetoond worden bij een monsteraantal van 8.

Figuur 10 Statistische power bij een significantie niveau van 0.05, verschillende effectgroottes en monsteraantallen voor de mosselbiomassa vergewicht (linker figuur) en mosseldichtheid (rechter figuur). Voor de variaties tussen individuele monsters is gebruik gemaakt van monsters verzameld op een schelpdierbank gelegen onder Ameland (Ballumerbocht) in de periode 2015 tot en met 2020. Het betreft een oude (>20 jaar) gemengde mossel-Japanse oester bank.

Het bemonsteren van alle bankdelen (gebieden 1, 2 en 3) en alle transecten, zie *Figuur 8* zal leiden tot een grote monsterinspanning waarbij het de verwachting is dat meerdere periodes van laagwater nodig zijn om alle monsters te nemen. Het is daarom nodig keuze te maken in de te bemonsteren transecten en deelgebieden. Vooral oudere banken zijn ecologisch waardevol in de zin dat ze de eerste kritische jaren overleefd hebben, er een complexe bodemstructuur opgebouwd is en er meer heterogeniteit (bevorderlijk voor de soortenrijkdom) aanwezig is. Het wordt daarom aanbevolen in ieder geval bodemonsters te nemen in het bankdeel van oudere leeftijd (deelgebied 2 in *Figuur 8*). In de transecten 1.2, 2.2 en 3 worden steeds 8 monsters genomen in het deel van het transect dat door deelgebied 2 gaat. Voor de transecten aan weerszijde van de aanlegstroken worden de 8 monsters verdeeld en worden dus steeds 4 monsters genomen in het deel dat door deelgebied 2 gaat. Dit betreft de transecten 1.1, 1.3, 2.1 en 2.3. In de transecten 1.2 en 2.2 zijn schelpdierpatches verwijderd (1.2) en mogelijk geheel vernietigd (2.2). Het kan daarom zijn dat kort na de

werkzaamheden er geen patches aanwezig zijn. In dat geval worden er geen monsters genomen. Na verloop van tijd kunnen patches aanwezig zijn in de aanlegstroken wanneer ze bijvoorbeeld verwaaien vanuit omliggende gebieden of in het geval er mosselbroed in de aanlegstrook valt. In dat geval worden er, wanneer mogelijk, 8 monsters genomen in beide transecten. Afhankelijk hiervan betekend dit dat er tussen de 32 en 40 monsters genomen moeten worden per bemonstering.

De resultaten die met deze bemonstering verkregen worden zeggen vooral iets over effecten op de populatieopbouw van oudere en gemengde schelpdierbanken. De transectdelen die door de deelgebieden 1 of 3 lopen kunnen additioneel bemonsterd worden om ook iets te kunnen zeggen over de effecten in populatieopbouw voor jongere schelpdierbanken bestaande uit alleen mosselen. Dit zal leidt dan tot een verdubbeling van de bemonsteringseffort.

Monsters moeten op random geselecteerde locaties genomen worden maar wel op plekken met schelpdierpatches (dus niet op de open plekken zonder schelpdieren). Monsterlocaties kunnen gerandomiseerd worden door voorafgaand aan de bemonstering op random plekken waypoints (plaatsmarkering) te maken en in het veld een monster te nemen op een mosselpatch die het dichtst bij dit waypoint ligt.

4.5.5 Schelpdierbedekking

De schelpdierbedekking moet bepaald worden voor alle transecten lopende door alle drie de deelgebieden. Het is de verwachting dat wanneer gebruik gemaakt wordt van een UAV/drone dit minimaal mogelijk is. Wanneer de tijd het toelaat kunnen delen tussen de transecten ook opgenomen worden.

Wanneer bedekkingsraaien gelopen worden is het nodig elk transect in de lengterichting in te lopen zoals beschreven in paragraaf 4.5.2.2. Hiertoe wordt dus een rechte lijn ingelopen die loopt vanaf de noord-oostelijke zijde tot aan de zuid-westelijke zijde van het transect (lengte richting) en begint en eindigt bij de buitencontour van de bank die in het veld bepaald wordt en rekening houdt met de 5% bedekkingsregel (zie kader).

4.5.6 Bankcontour

Bankcontouren worden in het voorjaar ingemeten door Wageningen Marine Research (WMR) in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken Visserij (WOT) en in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) (Troost et al 2021). Omdat niet elk jaar alle banken ingemeten worden kan per jaar een verzoek gedaan worden om de bank wel mee te nemen. Hiervoor is dan afstemming met WMR nodig.

4.5.7 Aantal bemonsteringsmomenten

Om de effecten van het aanleggen van de kabels en het verplaatsen van de mosselpatches te kunnen onderzoeken is het nodig op meerdere momenten in de tijd metingen te verrichten. De mosselbanksamenstelling zal bepaald moeten worden voordat de mosselpatches verplaatst worden uit de aanlegstrook en op een aantal momenten nadat de kabels aangelegd zijn. Het wordt aanbevolen per bemonstering zowel de schelpdierbedekking te bepalen als de monsters te nemen voor bepaling van de mosselpopulatie opbouw en gegevens over de bankcontour bij WMR aan te vragen (zie boven). Het lijkt voorsnog niet nodig om in het kader van dit onderzoek vaker metingen te verrichten dan jaarlijks. Mocht uit veldbezoeken voor het nemen van de monsters blijken dat er zich onverhoopt grote veranderingen voordoen in de buitencontouren van de bank die te herleiden lijken te zijn tot de activiteiten die gepaard gaan met het aanleggen van de kabels, dan zou in alsnog besloten kunnen worden een extra opnamen van de bankcontour uit te voeren.

In Tabel 3 worden de verschillende bemonsteringsmomenten (T0 t/m T3) weergegeven waarin de voor het nemen van de monsters en het bepalen van de schelpdierbedekking met een indicatie voor het tijdstip van bemonstering. Hiermee kan de direct impact en de overleving van de eerste winter onderzocht worden. Het exacte tijdstip is afhankelijk van het tij en het moment dat de kabels aangelegd zijn.

Tabel 3. De verschillende bemonsteringsmomenten en een indicatie van het bemonsteringstijdstip.

Nr.	Bemonsteringsmoment	Tijdstip (indicatief)	Beschrijving/motivatie
T0	Voorafgaand aan het transplanteren van de mosselpatches uit een van de aanlegstroken	In een periode van maximaal enkele weken voor uitvoering van de transplantatie (mei - juni 2021)	In deze bemonstering wordt de uitgangssituatie bepaald. Toekomstige veranderingen kunnen gerelateerd worden aan deze meting.
T1	Direct na afronding van transplantatie	(juni/juli 2021)	Om eventuele schade van aanleggen op getransplanteerde patches vast te kunnen
T2	Direct na afronding van het aanleggen van de kabels	In een periode van maximaal enkele weken na uitvoering van de transplantatie (na 15 oktober)	Vaststellen van de directe effecten van het aanleggen van de kabels en uitgangssituatie voor bepaling overleving van getransplanteerde patches
T3	Start groeiseizoen	Groeiseizoen en mogelijk eerste mosselzaadval (juni 2022)	Vaststellen overleving van de eerste winter, mogelijk detectie van mosselzaadval

Om het succes van eventueel nieuw gevallen mosselzaad in de aanlegstroken te monitoren en de langere termijn overleving van de getransplanteerde patches zullen additionele monstermomenten na T3 nodig zijn. Het wordt aanbevolen na T3 een evaluatie uit te voeren om te bepalen of het zinvol is additionele metingen te verrichten. De evaluatie zal ook uitwijzen of het nog waarde heeft bodemonsters te nemen of dat volstaan kan worden met bepaling van de bankcontour en schelpdierbedekking.

In Tabel 4 wordt het bemonsteringsschema weergegeven. Merk op dat de bankcontour alleen bepaald wordt in 2021 (T0) en 2022 (T3) en dat hiervoor een aanvraag gedaan zou kunnen worden aan WMR. T1, direct na het transplanteren, worden geen bodemonsters genomen voor bepaling van de populatieopbouw. De verwachting is, dat deze niet afwijkt van de T0 situatie.

Tabel 4. Overzicht van de verschillende bemonsteringen en bemonsternigsmomenten voor bepaling van de schelpdierbedekking, populatieopbouw en bankcontour. Voor bepaling van de populatieopbouw is het nodig bodemonsters te nemen en te analyseren. In deze tabel is ervan uitgegaan dat alleen transectdelen die zich in deelgebied 2 bevinden bemonsterd worden. De bankcontour kan aangevraagd worden bij WMR.

	T0			T1	T2		T3		
	schelpdierbedekking	populatieopbouw	bankcontour	schelpdierbedekking	schelpdierbedekking	populatieopbouw	bankcontour	schelpdierbedekking	populatieopbouw
transect 1.1	x	4	x	x	x	4	x	x	4
transect 1.2	x	8		x	x	8*		x	8*
transect 1.3	x	4		x	x	4		x	4
transect 2.1	x	4		x	x	4		x	4
transect 2.2	x	8*		x	x	8*		x	8*
transect 2.3	x	4		x	x	4		x	4
transect 3	x	8		x	x	8		x	8

*wanneer patches aanwezig zijn.

5 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Literatuur

- Asmus R.M. & H. Asmus (1991). Mussel beds: limiting or promoting phytoplankton? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 148:215-32.
- Buschbaum, C.S., Dittmann, J.S Hong, I.S Hwang, M. Strasser, M. Thiel, N. Valdivia, S.P. Yoon, K. Reise (2009). Mytilid mussels: global habitat engineers in coastal sediments. *Helgoland Marine Resources* 63:47-58.
- Dame, R.F., N. Dankers, T. Prins, H. Jongsma & A. Smaal (1991). The influence of mussel beds on nutrients in the western Wadden Sea and Eastern Scheldt estuaries. *Estuaries* 130-138-14.
- Dame, R.F. (2011). *Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach*, 2nd edition. Boca Raton, FL, CRC Marine Sciences. 283 pp.
- Dankers N. & K. Koelemaij (1989). Variations in the mussel population of the Dutch Waddensea in relation to monitoring. *Helgwiss. Meeresunters.* 43: 529–535.
- Dankers N., A. Meijboom, J.S.M. Cremer, E.M. Dijkman, Y. Hermes, L. te Marvelde (2003). Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. *Alterra-rapport* 876. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Dankers N, A. Meijboom, M. de Jong, E. Dijkman, J. Cremer & S. van der Sluis (2004). Het ontstaan en verdwijnen van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. *Alterra-rapport* 921. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- Dankers N., J. Cremer, E. Dijkman, S. Brasseur, K. Dijkema, F. Fey-Hofstede, M. de Jong, C. Smit (2006). *Ecologische Atlas Waddenzee*. IMARES Wageningen UR, Texel.
- Dankers, N. & F. Fey-Hofstede (2015). Een zee van Mosselen. *Handboek ecologie, bescherming, beleid en beheer van mosselbanken in de Waddenzee*. Lisse, pp. 108.
- Donker, J.J.A. (2015). Hydrodynamic processes and the stability of intertidal mussel beds in the Dutch Wadden Sea, Thesis University Utrecht, pp 134.
- Dijkema K.S., G. Van Tienen & J.J. Van Beek (1989). Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea 1:100 000. Research Institute for Nature Management, Texel/Veth Foundation, Leiden: 24 maps.
- Duren, van L., M. de Jong, N. Dankers, H. Olff, M. van Stralen, J. de Vlas en T. Bouma (2009). Plan van Aanpak Natuurherstelplan Waddenzee, Thema 3: Biobouwers van de Waddenzee. Pp. 39.
- Ende van den D, K. Troost, M. Asch van, E. Brummerhuis, J. Perdon & C. Zweeden van, (2017). Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen in de Nederlandse kustwateren in 2017: bestand en arealen. *Wageningen Marine Research, CVO rapport* 17.022, pp 48.
- Ens B.J. & D. Alting (1996). The effect of an experimentally created mussel bed on bird densities and food intake of the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ardea*, 84A, 493-507.
- Folmer, E., D. Wales en N. Sellaard (2019). Aerial mapping of a mussel bed using an RPAS, a pilot to assess optimal flight parameters, pp 6.
- Glorius, S.T. (2020). Briefrapportage Liander. pp. 11.
- Glorius, S.T. en A. Meijboom (2020). Ontwikkeling van enkele mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee, situatie 2019. *WOT-technical report* 192, pp 64.
- Gutiérrez J.L., C.G. Jones, D.L. Strayer, O.O. Iribarne (2003). Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. *Oikos* 101: 79-90.
- Günther C.P. (1996). Development of small *Mytilus* beds and its effects on resident intertidal macrofauna. *Mar. Ecol.* 17(1-3):117–130.
- Jones C.G., J.H. Lawton, and M. Shachak. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373–86.

-
- Kangeri, A.K., J.M. Jansen, D.J. Joppe, N.M.J.A. Dankers (2014). In situ investigation of the effects of current velocity on sedimentary mussel bed stability. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (485), pp 65-72.
- Kleijberg R. (2020). Passende beoordeling en toets beschermde soorten. Kabelverbinding Holwerd-Ameland CONCEPT. Liander, D10017111:10, 21 okt. 2020, pp 115.
- Koppel van den J., M. Rietkerk, N. Dankers, P.M.J. Herman (2005). Scale-dependent feedback and regular spatial patterns in young mussel beds. *American Naturalist* 165:E66-77.
- Liu, Q.X., A. Doelman, V. Rottschäfer, M. de Jager, P.M.J. Herman, N. Rietkerk, J. van de Koppel (2013). Phase separation explains a new class of selforganized spatial patterns in ecological systems. *PNAS*.
- Markert, A. A. Wehrmann, I. Kröncke (2010). Recently established *Crassostrea*-reefs versus native *Mytilus*-beds: differences in ecosystem engineering affects the macrofaunal communities (Wadden Sea of Lower Saxony, southern German Bight). *Biological Invasions*, 12:15-32.
- Meer van der, J., N. Dankers, B. Ens, M. van Stralen, K. Troost & A. Waser (2018). The Birth, Growth and Death of Intertidal Soft-Sediment Bivalve Beds: No Need for Large-Scale Restoration Programs in the Dutch Wadden Sea, *Ecosystems* (22), 1024-1034.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Natura 2000-beheerplan Waddenzee, periode 2016 – 2022. pp 331.
- Nehls G., I. Hertzler, G. Scheiffarth (1997). Stable *mussel Mytilus edulis* beds in the Wadden Sea: they're just for the birds. *Helgolander Meeresuntersuchungen* 51:361-72.
- Petersen, J.K., M. Maar, F. Mohlenberg and J.E.N. Larsen (2012). Benthic grazing impact: Coupling and uncoupling in relation to physical forcing. *Marine Ecology Progress Series* 463: 127-139.
- Prins, T.C., A.C. Smaal and R.F. Dame (1998). A review of the feedbacks between bivalve grazing and ecosystem processes. *Aquatic Ecology* 31: 349-359.
- Prins, T.C. & V. Escaravage (2005). Can bivalve suspension feeders affect pelagic food web structure? In: *The Comparative Roles of Suspension Feeders in Ecosystems*. R.F. Dame and S. Olenin. Dordrecht Springer: 31-51.
- Puijenbroek, van M.E.B, C. Nolet, A.V. Groot de, J.M. Suomalainen, M.J.P.M. Riksen, F. Berendse, J. Limpens (2017). Exploring the contributions of vegetation and dune size to early dune development using unmanned areal vehicle (UAV) imaging, *Biogeosciences* (14), 5533 – 5549.
- Stralen, M.R. van, K. Troost & C. van Zweeden (2012). Ontwikkeling van banken Japanse oesters (*Crassostrea gigas*) op droogvallende platen in de Waddenzee. *MarinX rapport* 2012.101.
- Troost, K., M van Asch, E. Brummelhuis, D. van den Ende, Y. van Es, K.J. Perdon, J. van der Pool, C. van Zweeden, J. van Zwol (2021) Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2020. *CVO rapport*: 21.001
- Troost, K., J. Drent, E. Folmer, M. van Stralen (2012). Ontwikkeling van schelpdierbestanden op de droogvallende platen van de Waddenzee. *De Levende Natuur* - mei 2012, 83-88
- Tsuchiya M., M. Nishihira (1985). Islands of *Mytilus* as a habitat for small intertidal animals: effect of island size on community structure. *Mar Ecol Prog Ser* 25:71-81.
- Tsuchiya M., M. Nishihira (1986). Islands of *Mytilus edulis* as a habitat for small intertidal animals: effect of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna and community organization. *Mar Ecol Prog Ser* 31:171-187.
- Tydemann, P. (1996). Ecologisch profiel van de wilde litorale mosselbank (*Mytilus edulis* L.). Rapport RIKZ 96.026. RIKZ, Den Haag.
- Westinga, E., K. Troost, L.B. Nasimiyu, P.E. Budde en A. Vrieling (2020) Rapid cloud-based temporal compositing of Sentinel-1 radar imagery for epibenthic shellfish inventory. Geaccepteerd voor publicatie in *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.

Zwarts, L. (1991). Mosselbanken: wadvogels op een kluitje. Vogels 66: 8–12.

Zweeden van, C., K. Troost, D. van den Ende en M.R. van Stralen (2011) Het areaal aan mosselbanken op de droogvallende platen in de waddenzee in het voorjaar van 2011. IMARES rapport C097/12.

Verantwoording

Rapport C032/21

Projectnummer: 431.21001.23

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. K. Troost
Onderzoeker

Handtekening:

Datum: 31 maart 2021

Akkoord: Drs. J. Asjes
Manager Integratie

Handtekening:

Datum: 31 maart 2021

Bijlage 1 Briefrapport met het advies

Postbus 68 | 1970 AB IJmuiden

Liander N.V.
T.a.v. Pieter Leenman
Postbus 50
6920 AB Duiven

Auteur: Sander Glorius

Kennisvraag

Liander is voornemens twee kabels van het vasteland (Holwerd) naar Ameland aan te leggen. Het kabeltracé doorkruist hierbij een droogvallende mosselbank. Liander heeft Wageningen Marine Research (WMR) gevraagd advies uit te brengen voor de beantwoording van onderstaande vraag;

Hoe kan, gegeven de uitvoeringswijze voor het aanleggen van de kabels, de schade aan de mosselbank geminimaliseerd worden?

In de toekomst is het mogelijk vaker nodig om kabels aan te leggen naar het vasteland, bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van wind op zee. Hierbij bestaat de kans dat (een) mosselbank(en) doorkruist word(en). Het is daarom van belang om een betere indruk te krijgen van zowel de impact van het aanleggen op de mosselbanken als de effectiviteit van de voorgestelde maatregelen. Mogelijkheden hiertoe worden meegenomen in het hier gevormde advies.

Methoden

Om tot een advies te komen is expertise op het gebied van mosselbankecologie en mosselbankherstel aanwezig bij verschillende experts werkzaam bij WMR ontsloten middels een bijeenkomst gehouden op 12 November 2020. Aanwezig waren Karin Troost, Douwe van den Ende, Jacob Capelle, Sander Glorius en Norbert Dankers.

Naast ervaringen uit verschillende onderzoeks- en monitorprojecten aanwezig bij bovengenoemde personen zijn gegevens over de uitvoering van de werkzaamheden gebruikt verkregen uit de passende beoordeling (Kleijberg, 2020) en persoonlijke communicatie met Liander. Gegevens afkomstig uit de jaarlijkse kartering van droogvallende mosselbanken binnen het WOT Visserij programma zijn gebruikt om de ontwikkeling en de huidige status van de mosselbank te onderzoeken.

Verschiedende oplossingsrichting en uitvoeringsmethodes zijn in de bijeenkomst besproken, waaronder verschillende opties voor het herstellen van een mosselbank

DATUM
17 december 2020

ONDERWERP
Briefrapportage

ONS KENMERK
2037722.STG.mw

POSTADRES
Postbus 68
1970 AB IJmuiden

BEZOEKADRES
Haringkade 1
1976 CP IJmuiden

INTERNET
www.wur.nl/marine-research

KVK NUMMER
09098104

CONTACTPERSOON
Sander Glorius

TELEFOON
+31 (0)317 48 76 20

E-MAIL
Sander.glorius@wur.nl

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'

en opties waarmee voorkomen kan worden dat de aanwezige mossel(patches) in de aanlegstroken vernietigd worden.

Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid aanwezige mosselbankpatches in de aanlegstroken is een inschatting gemaakt van de schelpdierbedekking (mossel en/of oester), mosselpatchgrootte en mosselpatchdichtheid. Hiervoor is beeldmateriaal gemaakt op 20 aug. 2020 door de Waddenunit en aangeleverd door Liander gebruikt. Aan drie WMR personen met ruime ervaring in mosselbank veldwerk is gevraagd om hun onafhankelijk inschattingen. De hieruit voortvloeiende gemiddelde waarden zijn gebruikt om een inschatting te maken van het met mosselen bedekt oppervlak, de patchgrootte en het aantal patches in de aanlegstrook.

Het directe effect van het aanleggen van een kabel door een droogvallende mosselbank, (schade aan en sterfte van mosselen) en schade aan de bodemstructuur onder de mosselen is niet eerder onderzocht en daarmee niet zeker. De verwachting is echter dat een (groot) deel van de mosselen het aanleggen niet overleeft. Het uitgangspunt voor het advies om de impact te reduceren is, dat ongeacht de gekozen methodiek voor het aanleggen, alle mosselen op de aanlegstrook zullen sterven wanneer geen maatregelen getroffen worden.

Resultaten

Bijeenkomst

De volgende mogelijkheden om de impact van het aanleggen van de kabels op de mosselbank te reduceren zijn besproken tijdens de bijeenkomst:

- (1) voorkomen dat de aanwezige mosselen op de aanlegstrook sterven door het verplaatsen (transplanteren) van mosselpatches naar gebieden buiten de aanlegstrook
- (2) een nieuwe mosselbank aanleggen als compensatie voor de aangebrachte schade in de aanlegstrook
- (3) stimuleren van de ontwikkeling van een nieuwe mosselbank in de aanlegstrook zodat de aangebrachte schade gecompenseerd kan worden.

Advies

Uit de gevoerde discussies kwam het volgende, door de deelnemers gedeelde, advies naar voren;

Transplanteer alle mosselpatches die aanwezig zijn in de aanlegstrook naar open plekken binnen de mosselbank voordat met de werkzaamheden van het aanleggen van de kabel begonnen wordt. Maar wel op voorwaarde dat de transplantatie zelf niet leidt tot schade aan de mosselbank buiten de aanlegstroken.

De succesansen van de overige besproken methoden om de impact te reduceren dan wel te compenseren worden als vele male lager ingeschat.

Om in de toekomst meer gefundeerde adviezen uit te kunnen brengen omtrent het aanleggen van kabels door droogvallende mosselbanken is het wenselijk om de effectiviteit van de maatregelen te toetsen en te vergelijken met de impact van de werkzaamheden voor het aanleggen van de kabel (dus exclusief de verstoring veroorzaakt door activiteiten die noodzakelijk zijn om de maatregelen om de impact te reduceren uit te voeren). Om te kunnen vaststellen wat de impact van het aanleggen van de kabels is zou een deel van het kabeltracee ongemoeid gelaten

moeten worden. Mosselpatches in deze gebieden zouden dan niet getransplanteerd moeten worden.

Hieronder volgt een opsomming van de belangrijkste elementen die bijgedragen hebben aan het advies.

DATUM
17 december 2020

ONS KENMERK
2037722.STG.mw

PAGINA
3 van 11

- Pogingen om een mosselbank aan te leggen en die uitgevoerd zijn in het verleden laten zien dat de succeskans in zijn algemeenheid gering is. Daarnaast is de succeskans hoger wanneer gebruik gemaakt werd van droogvallende mosselen als uitgangsmateriaal in vergelijking met pogingen waarbij gebruik gemaakt werd van sublitorale mosselen (Dankers & Fey, 2013).
- Tot op heden is er nog geen methodiek ontwikkeld waarmee een mosselbank aangelegd dan wel gestimuleerd kan waarbij de kans groot is dat deze meerdere jaren overleeft.
- In het onderzoeksgebied worden sinds het begin (het jaar 1995) van de door WMR uitgevoerde inventarisaties voor WOT visserij zeer regelmatig mosselbanken aangetroffen. De leeftijd van de bankdelen die door de kabels doorkruist wordt varieert en ligt tussen de 2 en 19 jaar. Het middendeel dat doorkruist wordt is het oudst en is ontstaan in 2002, de buitenranden zijn in 2019 ontstaan, zie Figuur 2. Hierdoor hebben de mosselen in de aanlegstrook voldoende tijd gehad zich te ontwikkelen tot typische droogvallende mosselen die zich kenmerken door aanwezigheid van veel bussysdraden, stevig vastzitten aan elkaar en de ondergrond en een dikke schelp hebben. Ze zijn daarmee beter toegerust om te overleven op een droogvallende wadplaat dan bijvoorbeeld jonge banken bestaand uit eenjarig mosselzaad of sublitorale mosselen die deze kenmerken (nog) niet ontwikkeld hebben (Dankers & Fey, 2013).
- Omdat in het gebied zeer regelmatig en voor langere aaneengesloten periodes mosselbanken hebben gelegen is het de verwachting dat onder de levende laag mosselen zich een laag bevindt met doodschelpengruis en geconsolideerd slib. Aanwezigheid van dergelijk structuren draagt in hoge mate bij aan stabiliteit van een mosselbank.
- In het midden van de bank bevindt zich een oudere strook met rif structuren gevormd door Japanse oesters. Deze strook loopt als een verhoogde ruggegraat door de bank, van oost naar west, zie Figuur 2 en 3. Deze structuur biedt een stabiele ondergrond die de overlevingskansen van mosselen vergroot.
- Nieuw gevallen mosselzaad op 'kale' (zand/slib) plekken op het wad hebben bovengenoemde eigenschappen nog niet ontwikkeld. Analyse van onder andere gegevens over droogvallende mosselbanken verzameld in het kader van WOT visserij laten zien dat de overlevingskansen van nieuw gevormde mosselzaadbank de eerste aantal jaren zeer laag is (Meer et al., 2019). Na 5 jaar nemen de overlevingskansen toe, zie Figuur 1. Als gevolg hiervan zal maar een klein percentage (ong. 13 %) van de natuurlijk gevormde mosselbanken na vijf jaar nog aanwezig zijn.
- De bovenste grondlaag in de aanlegstrook zal door de aanlegwerkzaamheden naar alle waarschijnlijkheid in grote mate verstoord worden en de verwachting is dat een groot deel van de mosselen dit niet zal overleven. Ook wordt verwacht dat er schade op zal treden aan de bodemlaag direct onder de levende mosselpatches gelegen en die van belang is voor mosseloverleving en aanhechting van nieuw mosselzaad. De impact van de aanlegwerkzaamheden op de mosselen en de laag eronder is echter niet eerder onderzocht.
- De kans is aanwezig dat er zich een afvoergeultje gaat vormen over het traject van de aanlegstrook. De kans hierop wordt als beperkt ingeschat. Omdat afvoergootjes in banken een natuurlijk verschijnsel is, is de verwachting dat mocht er zich een geul gaan vormen, dit de omliggende mosselbank niet sterk negatief beïnvloed.

Figuur 1. De 'overlevingscurves' voor puur mossel-, puur oester- en gemengde mossel-oesterbanken. Op de x-as de bankleeftijd in jaren en op de y-as de bankoverleving in procenten. Uit Van der Meer et al., 2019.

Uitvoering van het transplanteren

Het wordt belangrijk geacht niet alleen de laag met de levende schelpdieren, maar ook de laag daaronder, die belangrijk is voor de structuur en stevigheid van de mosselpatch, mee te transplanteren. De verwachting is dat deze laag uit dood schelpmateriaal en geconsolideerd slib bestaat en niet dieper is dan 20 cm. Individuele mosselpatches zouden zoveel mogelijk intact en in zijn geheel afgeschraapt en opgetild moeten worden en elders met de bovenzijde omhoog neergelegd moeten worden. Verder wordt geadviseerd de getransplanteerde bankdelen na het aanleggen van de kabels niet terug te plaatsen in de aanlegstrook maar ongemoeid te laten. Dit om verdere schade aan de ondergrond te voorkomen en de verstoring van de mosselen minimaal te houden.

Uitvoeringswijze

Omdat het belangrijk is de mosselpatches inclusief het aanhechtingsmateriaal af te schrapen en met de bovenzijde terug te leggen, ligt het niet voor de hand deze werkzaamheden met een schip en met gebruik van bijvoorbeeld een vistuig uit te voeren. Dit zou teveel schade aan de mosselpatches geven en te weinig nauwkeurigheid geven in het terugplaatsen van de mosselpatches elders. Door de geringe waterdiepte ter plaatse is de kans groot dat het vaartuig tijdens de werkzaamheden overige delen van de mosselbank raakt met de schroef en/of de romp van het schip en deze daarmee beschadigt. Ook is de kans aanwezig dat grote hoeveelheden slib in suspensie gebracht worden tijdens het manoeuvreren. Dit materiaal kan leiden tot verhoogde sedimentatie van slib op de mosselpatches die daarmee begraven zouden kunnen worden. Verhoogde slibconcentraties in de waterkolom kunnen tot een (tijdelijk) verminderde voedselopname van de mosselen leiden. Een hydraulische graafmachine lijkt beter geschikt om de transplantatie correct uit te voeren.

Op plekken waar in het verleden mosselbulten hebben gelegen bestaat de ondergrond naar alle waarschijnlijkheid uit een meer complexe bodemopbouw van dood schelpmateriaal en geconsolideerd slib, in vergelijking met plekken waar dit niet zo is. Dergelijke bodemopbouw biedt stevigheid en stabiliteit aan mosselpatches en

dragen daarmee bij aan een succesvolle transplantatie. Rondom de aanlegstrook zijn verschillende locaties aanwezig waar in het verleden regelmatig mosselbulten hebben gelegen, zie Figuur 3. Echter, deze gebieden liggen wat verder weg van de aanlegstroken. Omdat geadviseerd wordt met een graafmachine te werken zal het bereiken van deze gebieden leiden tot toename in de bodemberoering. Het risico dat dit leidt tot blijvende schade aan de mosselbank wordt als dermate groot ingeschat dat het afgeraden wordt de mosselpatches over grote afstanden te verplaatsen.

Het wordt daarom geadviseerd de mosselpatches neer te leggen op open plekken in de mosselbank (plekken zonder schelpdieren) gelegen aan weerszijden van de aanlegstrook. De werkzaamheden zullen hoe dan ook additionele schade aan de bodemstructuur geven. Het is daarom belangrijk de transportbewegingen die nodig zijn om de transplantatie uit te voeren minimaal te houden. Belangrijke voorwaarde om de transplantatie effectief te laten zijn is dat de transportbewegingen zich beperken tot in de aanlegstrook. De rupsbanden van de graafmachine moeten in de aanlegstrook blijven en de hydraulische arm kan gebruikt worden om de patches op hun nieuwe plek buiten de aanlegstrook neer te leggen. Ook binnen de aanlegstrook is het van belang het aantal bewegingen van de rupsbanden te beperken. Het door de rupsbanden verstoorde bodemoppervlak dient na uitvoering van de werkzaamheden glad getrokken te worden.

Het wordt aanbevolen een ecooloog met kennis over mosselbanken aanwezig te laten zijn tijdens het transplanteren om het wegschrappen en neerleggen te begeleiden.

Bij een werkbreedte van 15 meter per kabel wordt verspreid over twee stroken een gebied van in totaal ongeveer 2.10 hectaren aangetast. Een opmerking die hierbij gemaakt kan worden is dat wanneer de schade aan de mosselbank beperkt blijft tot het gebied van beide aanlegstroken met ieder een maximale breedte van 15 meter dit niet zal leiden tot een afname in het door WMR gekarteerde areaal. Gaten van deze omvang (<25m) worden gezien als onderdeel van de bank. Mits de getransplanteerde patches en de mosselen in het gebied tussen de aanlegstroken goed overleven zal ook de biomassa niet afnemen. Echter wanneer het mosselbankdeel tussen beide aanlegstroken door de werkzaamheden toch direct of indirect schade ondervindt en verdwijnt, dan zal dit wel leiden tot een afname van het bankareaal omdat er dan >25 meter tussen beide bankdelen zit. In dat geval zal, op basis van de 2020 bankcontouren, een 15 meter brede aanlegstrook per kabel en een afstand van 150 meter tussen beide kabels, het bankoppervlak afnemen met ongeveer 9.6%, oftewel 12,6 hectaren.

Figuur 2. Mosselbankaanwezigheid in het kabelgebied voor de periode 1995 tot en met 2020. Gegeven komen uit WOT Visserij programma uitgevoerd door WMR.

Figuur 3. Mosselbankaanwezigheid in het kabelgebied voor de periode 1995 tot en met 2020. De aanwezigheid van mosselbanken wordt als frequentie (percentage) weergegeven op een grid van 5 bij 5 meter met kleurcodes die van geel (lage frequentie) tot rood (hoge frequentie) loopt. De zwart doorgetrokken lijn geeft de buitenste contour weer van de mosselbank zoals die in 2020 door WMR aangetroffen en opgemeten werd (Ende et al., in voorbereiding). Met de blauwe lijnen worden de kabeltrajecten weergegeven.

Omdat het in de toekomst mogelijk vaker voor gaat komen dat een kabel een droogvallende mosselbank doorkruist wordt en het effect ervan niet eerder onderzocht is wordt geadviseerd dit te onderzoeken. De impact van de aanlegwerkzaamheden van een kabel op de overleving van de mosselpatches/bank (dus zonder de additionele verstoring die gepaard gaat met transplanteren van de mosselpatches) kan dan afgezet worden tegen het hopelijk positieve effect van de transplantatie. Hiervoor zouden de mosselpatches op een deel van de aanlegstrook niet getransplanteerd moeten worden.

Omdat de impact van het aanleggen, en mogelijk ook de effectiviteit van de transplantatie, verschillend kan zijn voor de oudere en jongere bankdelen en voor bankdelen met en zonder aanwezigheid van oesters is het van belang deze verschillende bankdelen mee te nemen in dit onderzoek. Dus zowel de oude bankdelen (de rood getinte delen in Figuur 3 en 'bankdeel 3' in Figuur 4) en de jongere bankdelen (de geel getinte delen in Figuur 3 en de 'bankdelen 1, 2 en 4' in Figuur 4) deels niet te transplanteren. Omdat verschillende bankdelen meegenomen moeten worden in de proefopzet, randeffecten van het transplanteren niet uit te sluiten zijn en de werkstrook maar beperkt breed is, 15 meter of minder, is het niet haalbaar binnen een aanlegstrook te variëren in delen die wel en niet getransplanteerd worden. Beter is het om één van beide aanlegstroken ongemoeid te laten en de mosselpatches daarin niet te transplanteren. Op basis van de in 2020 opgemeten bankcontour doorkruist de oostelijk gelegen leiding ong. 620 meter mosselbank en de westelijk gelegen leiding ong. 700 meter. Beide kabels doorkruisen hierbij zowel oude als jonge bankdelen en delen met en zonder oester en hebben eenzelfde bedekkingsgraad (zie tekst hieronder). Omdat een positief effect van het transplanteren verwacht wordt, wordt aanbevolen de mosselpatches in het westelijk gelegen aanlegstrook met de meeste mosselen wel, en het oostelijk gelegen aanlegstrook met wat minder mosselen niet te transplanteren.

Om de impact van de aanlegwerkzaamheden en het effect van het transplanteren te kunnen toetsen is het van belang om de ontwikkeling van de mosselpatches in beide aanlegstroken en in de gebieden er direct omheen te monitoren. Een gedetailleerde uitwerking van dergelijk monitoringprogramma is voorzien voor begin 2021 maar voor een juiste monitoring is het belangrijk de situatie vóór de uitvoering van de maatregelen op te nemen en op verschillende momenten metingen te verrichten nadat de uitvoering van de werkzaamheden afgerond zijn. In ieder geval zou de groei van mosselen en het met mosselen bedekte oppervlak onderdeel moeten zijn van de monitoring. De kennis die hiermee opgedaan wordt kan gebruikt worden in het vormgeven van maatregelen bij toekomstige doorkruisingen van kabels door droogvallende mosselbanken.

Dichtheid mosselpatches op de aanlegstrook

Om een idee te krijgen van de hoeveelheid te transplanteren materiaal is door drie WMR onderzoekers met ruime veldervaring, onafhankelijk van elkaar, de schelpdierdichtheid en gemiddelde patchgrootte ingeschat. Hiervoor is de aanlegstrook in vier deelgebieden opgedeeld met ieder zijn eigen karakter, zie Figuur 4. Deelgebied 1, 2 en 4 bestaan uit in 2019 nieuwe gevormde mosselbulten, deelgebied 3 bestaat uit oudere bankdelen met mosselen en oesters. Deelgebied 2 ligt tussen deelgebieden 1 en 4 in en kenmerkt zich door een wat lagere mosseldichtheid dan de overige deelgebieden.

Omdat een bezoek aan het gebied niet mogelijk was op de korte termijn is voor het maken van de inschatting gebruik gemaakt van beelden van de mosselbank aangeleverd door Arjen Dijkstra, de Waddenunit LNV. Dit maakt dat de inschattingen minder nauwkeurig gemaakt kunnen worden. Het gemiddelde resultaat van de inschatting wordt weergegeven in Tabel 1.

Figuur 4. De deelgebieden zoals ze onderscheiden zijn voor het maken van de inschatting van de schelpdierbedekking en patchgrootte weergegeven op een foto gemaakt met een 'drone' op 20 augustus 2020 (Bron Waddenunit LNV). Rechtsboven de deelgebieden op de mosselbank over de contour uit 2020.

In de inschattingen zoals die gemaakt zijn onderscheidt bankdeel 4 zich van de andere delen. De inschatting van de bedekking is in dit deel het hoogst, 42%, evenals de grootte van de individuele schelpdierpatches. Dit bankdeel is 19 jaar onafgebroken aanwezig geweest en bestaat naast mosselen ook uit oesters. In de nieuwe gevormde bankdelen (deelgebieden 1, 2 en 4) is de inschatting van de bedekking lager en de inschatting van de patchgrootte kleiner. Van deze gebieden

heeft deelgebied 2 de laagste bedekking (10%) en de kleinste patchgrootte en deelgebied 4 de grootste bedekking en patchgrootte. De ingeschatte patchgroottes in deelgebied 3 en 4 zijn dermate groot (38 – 20 m² respectievelijk) dat deze mogelijk in delen getransplanteerd zullen moeten worden.

Bij een 15 meter brede werkstrook per kabel wordt in totaal 2.1 hectaren aan mosselbank oppervlak beroerd. Ingeschat wordt dat er zich in elk van de aanlegstroken ongeveer 0.28 hectare aan schelpdieroppervlak bevindt verspreid over ruim 1300 patches die verplaatst moeten worden, zie Tabel 1. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze inschatting gemaakt is op basis van aangeleverd beeldmateriaal en daarmee onzeker is. Daarnaast kan de situatie in 2021, wanneer de werkzaamheden plaatsvinden, veranderd zijn. *Het is nadrukkelijk het advies, ongeacht de hier gemaakte inschatting, alle schelpdierpatches die aanwezig zijn in de aanlegstrook te transplanteren.*

Tabel 1. Inschatting van het met schelpdieren bedekte oppervlak, de patchgrootte (als rechthoek), lengte van de deelgebieden en de berekende waarden voor het oppervlak aan schelpdieren en het aantal patches bij een 15 meter brede werkstrook per kabel.

deel- gebied	met schelpdieren bedekt oppervlak	gemiddelde patchgrootte		dimensie bankdelen (voor twee werkstroken van ieder 15 meter breed)		oppervlak schelpdieren (m ²)	aantal mosselpatches n
		lengte (m)	breedte (m)	lengte (m)	opp. (m ²)		
1	25	1.3	0.9	170	5100	1275	1078
2	10	0.6	0.6	190	5700	570	1421
3	42	7.7	5.0	240	7200	3000	78
4	25	6.0	3.3	100	3000	750	38
totaal				700	21000		
totaal voor twee kabels/werkstroken						5595	2615
totaal per kabel/werkstrook						2798	1308

Samenvatting

Het advies kan als volgt samengevat worden:

- transplanteer *alle* schelpdierpatches op de aanlegstrook naar gebieden zonder schelpdier direct naast en langs de aanlegstrook gelegen.
- Transplanteer naast de levende schelpdieren ook het materiaal daaronder waaraan de patches zich gehecht hebben. Schraap hiervoor de patches af tot een diepte van ongeveer 20 cm.
- Transplanteer de patches zoveel mogelijk *intact*, en leg ze met de *bovenzijde* omhoog op de nieuwe locatie
- Leg de mosselpatches *niet* terug op de aanlegstrook na afronding van de werkzaamheden, maar laat ze liggen.
- Gebruik een kraan voor het transplanteren en gebruik de lengte van de arm om de mosselpatches neer te leggen op hun nieuwe plek. De kraanwagen zelf (rupsbanden) mogen zich niet buiten de aanlegstrook moeten begeven.
- Gebruik een kraan met een lage grondbelasting.
- Voer de werkzaamheden zoveel mogelijk uit in de aanlegstrook en minimaliseer de aanwezigheid buiten deze strook.
- Gebruik de volle lengte van de grijparm om de transplantatie uit te voeren en minimaliseer het aantal transportbewegingen van de rupsbanden.

- Egaliseer de aanlegstrook na uitvoering van het transplanteren.
- Transplanteer alleen de mosselpatches aanwezig in het westelijk gelegen trace om zodoende de impact van het aanleggen van de kabel en het effect van het transplanteren op de mosselbank te kunnen onderzoeken.
- Start en rond het transplanteren van de mosselpatches af in een periode van een aantal weken voordat begonnen wordt met het aanleggen van de kabels.
- Monitor de mosseloverleving, groei en bedekking van de mosselpatches in beide aanlegstroken en in het gebied er direct aan grenzend zowel voorafgaand aan het transplanteren en nadat de kabels aangelegd zijn.

Referenties

Dankers, N. & Fey-Hofstede, F. (2015). Een zee van Mosselen. Handboek ecologie, bescherming, beleid en beheer van mosselbanken in de Waddenzee. Lisse, pp. 108

Ende van den D, K. Troost, M. Asch van, J. Perdon & C. Zweeden van, (in voorbereiding) Mosselbanken en oesterbanken op droogvallende platen van de Nederlandse zoute getijdenwateren 2020; bestand en arealen.

Meer van der, J., N. Dankers, B. Ens, M. Stralen van, K. Troost & A. Waser (2018), 'The Birth, Growth and Death of Intertidal Soft-Sediment Bivalve Beds: No Need for Large-Scale Restoration Programs in the Dutch Wadden Sea', *Ecosystems* (22), 1024-1034.

Verantwoording

Projectnummer: 431.21001.23

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

Akkoord: K. Troost
Senior onderzoeker

Handtekening:

Datum: 17 december 2020

Akkoord: Drs. J. Asjes
Manager integratie

Handtekening:

Datum: 17 december 2020

DATUM
17 december 2020

ONS KENMERK
2037722.STG.mw

PAGINA
11 van 11

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'