

MONITORING EN EVALUATIEPLAN ZANDWINNING NOORDZEE 2018-2027

Plan van Aanpak

Rijkswaterstaat Zee en Delta en Stichting LaMER

29 JUNI 2018



Contactpersoon

REINOUD KLEIJBERG
Senior Adviseur

T +31627061585
M +31627061585
E Reinoud.Kleijberg@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INLEIDING | 6 |
| 1.1 | Achtergrond | 6 |
| 1.2 | Milieueffecten van zandwinning op de Noordzee | 7 |
| 1.3 | Doelstelling MEP 2018-2027 | 9 |
| 1.4 | Reikwijdte MEP 2018-2027 | 9 |
| 1.5 | Samenhang met het MEP 2014-2017 | 10 |
| 2 | SYSTEMATIEK MEP ZANDWINNING 2018-2027 | 14 |
| 2.1 | Toepassingen van monitoring en onderzoek | 14 |
| 2.2 | Selectie onderzoeksthema's | 14 |
| 2.3 | Evaluatiesystematiek | 15 |
| 2.3.1 | Effectketens | 15 |
| 2.3.2 | Onderliggende onderzoeksvragen | 15 |
| 2.3.3 | Informatiebehoefte en -verzamelstrategie | 16 |
| 3 | SELECTIE ONDERZOEKSTHEMA'S | 17 |
| 3.1 | Inventarisatie | 17 |
| 3.1.1 | Kennisleemten na uitvoering MEP 2014-2017 | 17 |
| 3.1.2 | Voorschriften ontgrondingsvergunningen | 17 |
| 3.1.3 | Kennisleemten MER-en en nadere verdieping | 17 |
| 3.1.3.1 | MER-en winning suppletiezand en ophoogzand | 17 |
| 3.1.3.2 | Nadere verdieping / Passende beoordeling | 18 |
| 3.1.4 | Adviezen commissie m.e.r. | 19 |
| 3.1.5 | Zienswijze Stichting de Noordzee en Waddenvereniging | 20 |
| 3.1.6 | Overzicht | 21 |
| 3.2 | Selectie onderzoeksvragen | 23 |
| 3.3 | Onderzoeksthema's | 27 |
| 4 | REKOLONISATIE | 28 |
| 4.1 | Algemene informatie | 28 |
| 4.1.1 | Aanleiding voor het thema 'rekolonisatie van zandwingebieden' | 28 |
| 4.1.2 | Rekolonisatie na zandwinning | 28 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.2 | Uitwerking in MEP 2018-2027 | 30 |
| 4.2.1 | Effectketen | 30 |
| 4.2.2 | Evaluatievraag | 31 |
| 4.2.3 | Onderliggende onderzoeksvragen en hypothesen | 32 |
| 4.2.4 | Informatiebehoefte en informatiestrategie | 33 |
| 4.2.5 | Herkomst van benodigde data | 34 |
| 4.2.6 | Aansluiting bij lopend onderzoek en gedeelde belangen | 35 |
| 4.3 | Voorlopige planning | 35 |
| 5 | SCHELPIERBANKEN | 37 |
| 5.1 | Algemene informatie | 37 |
| 5.1.1 | Aanleiding voor het thema 'schelpdierbanken' | 37 |
| 5.2 | Uitwerking in MEP 2018-2027 | 39 |
| 5.2.1 | Effectketen | 39 |
| 5.2.2 | Evaluatievraag | 40 |
| 5.2.3 | Onderliggende onderzoeksvragen | 41 |
| 5.2.4 | Informatiebehoefte en informatiestrategie | 41 |
| 5.2.5 | Herkomst van benodigde data | 43 |
| 5.2.6 | Aansluiting bij lopend onderzoek en gedeelde belangen | 44 |
| 5.3 | Voorlopige planning | 44 |
| 6 | ZWARTE ZEE-EEND | 46 |
| 6.1 | Algemene informatie | 46 |
| 6.1.1 | Aanleiding | 46 |
| 6.1.2 | Verspreiding en ecologie van de zwarte zee-eend | 46 |
| 6.2 | Uitwerking in MEP 2018-2027 | 49 |
| 6.2.1 | Effectketen | 49 |
| 6.2.2 | Evaluatievragen | 50 |
| 6.2.3 | Onderliggende onderzoeksvragen | 51 |
| 6.2.4 | Informatiebehoefte en informatiestrategie | 52 |
| 6.2.5 | Herkomst van benodigde data | 53 |
| 6.2.6 | Aansluiting bij lopend onderzoek en gedeelde belangen | 55 |
| 6.3 | Voorlopige planning | 55 |
| 7 | VRIJKOMEN VAN FIJN SEDIMENT & ECOLOGIE | 57 |
| 7.1 | Algemene informatie | 57 |
| 7.1.1 | Aanleiding voor het thema 'vrijkomen van fijn sediment & ecologie' | 57 |
| 7.2 | Uitwerking in MEP 2018-2027 | 57 |
| 7.2.1 | Effectketen | 57 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7.2.2 | Uitwerking procesaanpak Plan van Aanpak fijn sediment | 60 |
| 7.3 | Voorlopige planning | 62 |
| 8 | ORGANISATIE | 63 |
| 8.1 | Rollen en verantwoordelijkheden | 63 |
| 8.2 | Inhoudelijke beoordeling & kwaliteitsborging | 63 |
| 8.3 | Projectvoortgang | 63 |
| 8.4 | Tussenrapportages en afronding | 64 |
| 8.5 | Evaluatie | 64 |
| 8.6 | Datamanagement | 64 |
| 8.7 | Planning | 64 |
| 9 | BRONNEN | 65 |
| | COLOFON | 68 |

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

Ontgrondingsvergunningen

In de Noordzee wordt jaarlijks een grote hoeveelheid zand gewonnen in het gebied tussen de doorgaande - 20m NAP dieptelijn en de 12 mijlsgrens. Het winnen en verscheppen van zand is een activiteit die mogelijk effecten heeft op natuur, gebruiksfuncties en milieu. Om zand te mogen winnen is als eerste een vergunning ingevolge de Ontgrondingenwet nodig van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat. Verder kunnen, afhankelijk van de situatie, andere vergunningen, zoals vanwege de Wet natuurbescherming, vereist worden.

Als de oppervlakte van de beoogde winplaats of de hoeveelheid te winnen zand bepaalde grenzen overschrijdt, is de zandwinning m.e.r. plichtig. Ter voorbereiding en onderbouwing van de aanvraag van een vergunning om zand te mogen winnen op de Noordzee wordt dan de procedure voor de milieueffectrapportage (m.e.r) doorlopen en een milieueffectrapport (MER) opgesteld. In het MER zandwinning worden de effecten van de voorgenomen activiteit beschreven. Hiermee wordt geborgd dat de genoemde belangen een volwaardige plaats krijgen in de besluitvorming.

In de, op grond van de Ontgrondingenwet afgegeven, vergunning om zand te mogen winnen op de Noordzee wordt de verplichting opgenomen om de daadwerkelijk optredende milieugevolgen in kaart te brengen (monitoren) en die te vergelijken met de voorspelde effecten (evalueren). Door het laten opstellen van een monitoring- en evaluatie programma (MEP) borgt het bevoegd gezag de controle op de aannamen en voorspellingen in het MER. Bij geconstateerde verschillen kan het bevoegde gezag besluiten aanvullende maatregelen te treffen.

Initiatiefnemers

Zandwinning in de Noordzee vindt plaats ten behoeve van de winning van zand dat toegepast wordt in het onderhoud van de kustlijn (suppletiezand), winning van ophoogzand en winning voor (onderhoud aan) specifieke projecten zoals Maasvlakte 2 en Zwakke Schakels.

Voor de winning van suppletiezand en ophoogzand zijn in december 2017 nieuwe ontgrondingsvergunningen aangevraagd. Rijkswaterstaat Kustlijnzorg voert haar activiteiten uit binnen één ontgrondingsvergunning. De commerciële zandwinners vragen afzonderlijke ontgrondingsvergunningen aan. De eerste twee aanvragen zijn in december 2017 gedaan, vanaf 2018 zullen er nog meerdere aanvragen volgen. In deze vergunningen zal de verplichting worden opgenomen een MEP op te stellen. In de voorbereiding van deze vergunningaanvragen hebben beide initiatiefnemers voor deze zandwinningen - Rijkswaterstaat Kustlijnzorg en Stichting LaMER – samengewerkt, onder meer in de uitvoering van modelonderzoeken en het opstellen van MER-en. Vanwege de sterke samenhang tussen de effecten van beide activiteiten hebben de initiatiefnemers besloten een gezamenlijk MEP op te stellen en uit te laten voeren. Beide organisaties hebben vanaf 2008 samengewerkt bij het opstellen van de MER-en en MEP's voor zandwinning in de Noordzee. Door bundeling van (financiële) krachten en expertise hoopt men efficiënter te werken en bestaande kennisleemtes verder te kunnen verkleinen dan wanneer elk van de partijen afzonderlijk een MEP zou starten.

Rijkswaterstaat Kustlijnzorg

Langs een groot deel van de Nederlandse kust vinden zandsuppleties plaats om de structurele erosie van de kust tegen te gaan en ervoor te zorgen dat het kustfundament meegroeit met zeespiegelstijging. Rijkswaterstaat brengt jaarlijks zo'n 12 miljoen m³ zand op de vooroever en op het strand aan om een veilige kust en een beschermd achterland te kunnen garanderen. Er is een aanvraag ingediend voor het in de periode 2018 tot en met 31 december 2027 winnen van maximaal 161 miljoen m³ zeezand. Bevoegd gezag voor deze vergunning is de Inspectie Leefmilieu en Transport van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (verder ILT).

Stichting LaMER

In de Noordzee wordt jaarlijks ook zand gewonnen ten behoeve van de landelijke marktvrage naar ophoogzand. Dit zand wordt veelal gebruikt bij de realisatie van woningbouwlocaties, bedrijventerreinen en de aanleg van infrastructuur. De overheid heeft in 2005 besloten dat de milieu effect rapportages voor de commerciële zandwinning op de Noordzee door de markt zelf moest worden geregeld.

Om te voorkomen dat iedere zandwinner individueel een MER en, in tweede instantie een MEP, moest laten opstellen, werd op initiatief van een aantal leden van de Vereniging van Waterbouwers besloten om dit gezamenlijk aan te pakken. De commerciële zandwinners hebben zich toen verenigd in Stichting LaMER.

De deelnemers van Stichting LaMER zullen over de periode 2018-2027 (via afzonderlijke aanvragen per deelnemer) vergunning vragen voor het winnen van gezamenlijk maximaal 150 miljoen m³ aan ophoogzand. Bevoegd gezag voor deze vergunning is Rijkswaterstaat Zee en Delta, afdeling vergunningverlening.

MER-procedure

Ten behoeve van de ontgrondingsvergunningen zijn twee afzonderlijke MER-en opgesteld voor suppletiezand en ophoogzand (Van Duin et al., 2017a en 2017b). Omdat in deze MER-en significante negatieve gevolgen als gevolg van het vrijkomen van fijn sediment voor Natura 2000-gebieden niet konden worden uitgesloten, is een verdiepend onderzoek naar deze effecten uitgevoerd (verder Nadere Verdieping genoemd). Deze dient tevens als Passende Beoordeling bij de vergunningaanvragen inzake de Wet natuurbescherming voor de winning van ophoogzand.

De Commissie voor de milieueffectrapportage (verder Commissie MER) heeft op 23 maart 2018 twee adviezen uitgebracht over de MER-en voor de winning van suppletiezand en ophoogzand (Commissie MER, 2018a en 2018b). Hierin doet zij enkele adviezen voor nader onderzoek.

1.2 Milieueffecten van zandwinning op de Noordzee

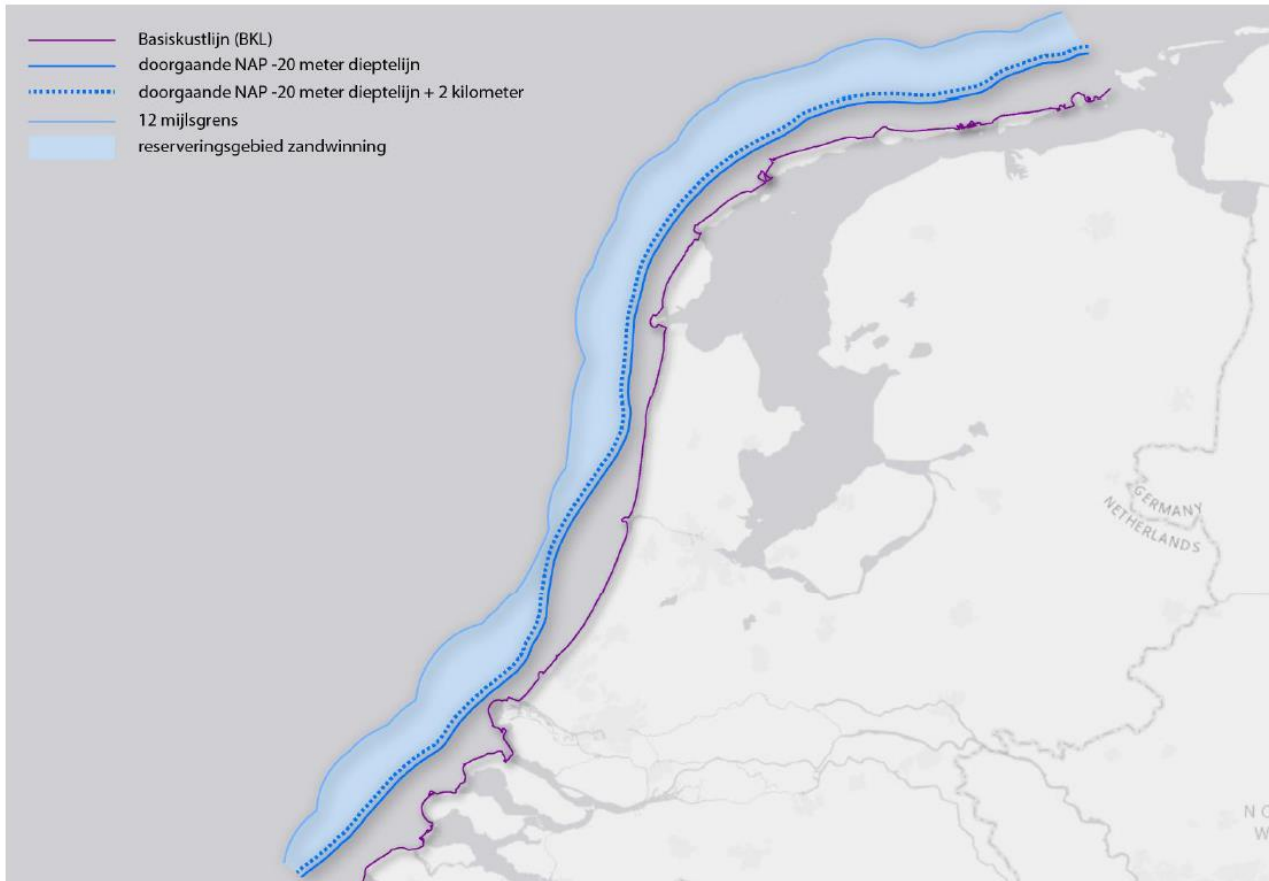
Activiteiten bij winning en transport van zand

In Nederland wordt zand gewonnen buiten de doorgetrokken -20 m NAP dieptelijn en binnen de 12-mijls zone (*Figuur 1-1*). Binnen deze zone zijn specifieke zandwingebieden aangewezen die gebruikt kunnen worden voor de winning van suppletiezand en/of ophoogzand.

Het zand wordt gewonnen met een sleepopperzuiger, een schip voorzien van één of twee zuigbuisen en een eigen laadruim, het zogenaamde beun. Aan het eind van iedere zuigbuis is een sleepkop bevestigd die dient om het op te zuigen materiaal los te maken en voor de zuigmond te brengen. De sleepopperzuiger baggert al varend met een snelheid van 4 à 7 km/u (2 à 4 knopen). Het baggermengsel wordt het laadruim in gebracht, waar het zand vervolgens de gelegenheid krijgt om te bezinken. De fijne fractie die niet bezinkt (fijn zand en slib) vloeit samen met het water terug in zee. Dit wordt de overvloed genoemd. Naar mate het laadruim voller wordt zal meer water met sediment terugstromen naar zee.

Het zand wordt met de sleepopperzuiger vervoerd naar de locatie van bestemming. Voor kustlijnverzorging zijn dit de suppletie locaties langs de kust. De schepen varen via de in nautisch opzicht kortst mogelijke route naar deze locaties, waar ze het zand met verschillende methodieken lossen: door middel van kleppen (via de bodem van de sleepopperzuiger), persen (via pijpleidingen) of rainbowing (opsprengen via de lucht).

Voor ophoogzand wordt het zand vervoerd naar de dichtstbij gelegen havens of depots, waar het zand eventueel wordt gesorteerd en overgeslagen op andere transportmiddelen. Soms gaat de aanvoer naar de wal via tijdelijke opslag onderwater of overslag in kleinere units boven water. De sleepopperzuigers volgen bij het transport zoveel mogelijk de bestaande scheepvaartroutes op de Noordzee.



Figuur 1-1 Basiskustlijn en het reserveringsgebied voor zandwinning op de Noordzee tussen de doorgaande NAP -20m dieptelijn en de 12 mijlsgrens (uit Van Duin et al., 2017a).

De mogelijke effecten van zandwinning op de kust(eco)systemen verlopen via verschillende effectketens:

- Aantasting van substraat en bodemleven in zandwingebieden.** De omvang van de effecten is hierbij vrijwel gelijk aan de oppervlakte van de winningen. Het ruimtebeslag vindt plaats in delen van de Noordzee en NCP die relatief arm zijn aan bodemdieren. Afname van het aanwezige bodemleven kan leiden tot effecten op soorten die direct of indirect afhankelijk zijn van benthos als voedselbron. Na afronding van zandwinning in een bepaald gebied kan het bodemleven zich veelal herstellen. Het benthos in de zandwingebieden ligt mogelijk te diep om als voedsel te kunnen dienen voor duikende vogels, vooral zwarte zee-eenden. Deze aanname is uitgangspunt geweest voor de effectbeschrijvingen in de MER-en, maar zal in het kader van het MEP 2018-2027 nader worden onderzocht.
- Vrijkomen van fijn sediment** tijdens en na het baggeren. Het allerfijnste deel van het opgezogen sediment zal een tijd in het water zweven nadat het in suspensie is gebracht. Vanuit deze slibpluim zinken slibdeeltjes uit naar de bodem en worden daarin deels opgenomen. Het deel van het gesedimenteerde slib dat niet wordt opgenomen kan worden opgewerveld tijdens stormen en op grotere afstand weer bezinken. Dit proces herhaalt zich vele malen, waarbij het slib uiteindelijk over grote afstanden wordt getransporteerd.

Verhoogde fijn sediment concentraties in de waterkolom beïnvloeden het doorzicht en daarmee mogelijk het vangstsucces van vogels en vissen die op zicht jagen. Door verhoogde concentraties slib in het water zou de opnamesnelheid van voedsel door filtrerende schelpdieren zoals de mossel *Mytilus edulis* en Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* verminderd kunnen worden. Ook vislarven kunnen bij hoge slibconcentraties fysieke gevolgen ondervinden, doordat (de aanzet voor) kieuwen door het fijne materiaal verstopt raken.

Verhoogde concentraties fijn sediment in de waterkolom kunnen de doordringing van licht in het water verminderen. Dit kan een effect hebben op de primaire productie in de vorm van een verandering in de timing van de voorjaarsbloei van algen, een vertraagde groei of een verandering in soortensamenstelling. Algen staan aan de basis van het voedselweb. Effecten in de vorm van een vertraging, reductie of

verandering in deze 'primaire productie' kunnen mogelijk doorwerken in hogere trofische niveaus zoals schelpdieren, vogels, vissen en zeezoogdieren in zowel de Noordzee als de Waddenzee. Of en zo ja hoe het vrijkomen van fijn sediment in de waterkolom doorwerkt in het kust ecosysteem hangt af van vele factoren, die deels nog onvoldoende begrepen worden.

- **Verstoring.** De schepen die bij de winning en het transport worden gebruikt kunnen dieren in en op de zee verstoren als gevolg van hun aanwezigheid (visuele verstoring), emissie van geluid (boven water en onder water) en emissie van licht. Boven water zijn de effecten van visuele verstoring veelal maatgevend. De schepen kunnen vogels verstoren die op het water rusten of foerageren, en zeehonden die op platen rusten, wanneer ze binnen de verstoringafstand komen. De risico's op verstoring treden met name op bij transport van zand ten behoeve van kustlijninzorg, omdat hierbij gevaren wordt buiten de bestaande vaarroutes en binnen de gebieden die potentieel van belang zijn voor zeehonden en foeragerende zeevogels (zoals bijvoorbeeld zwarte zee-eend, eidereend en roodkeelduiker). Onder water worden de effecten van verstoring vooral bepaald door geluid. Verstoringafstanden van vissen en zeezoogdieren voor varende en baggerende schepen zijn klein vergeleken met de omvang van hun leefgebied. Veel van deze soorten zullen bij verstoring uitwijken naar andere gebieden, die mogelijk minder geschikt zijn als rust- of foerageergebied.
- **Stikstofdepositie** in op land gelegen natuurgebieden, als gevolg van emissies van stikstofoxiden door baggerschepen. Het gebruik van schepen leidt tot de emissie van stikstof, die via de atmosfeer landinwaarts wordt getransporteerd, en in gevoelige vegetaties kan leiden tot verzuring en veresting. De kwaliteit van deze vegetaties, en daarmee de functie voor specifieke diersoorten, kan daardoor aangetast worden.

In de MER-en en Nadere Verdieping zijn op basis van beschikbare kennis (o.a. vastgelegd in wetenschappelijke literatuur) en experts judgement de effecten van de winning en transport van zand onderzocht. Een aantal van de aannames die in de effectenstudies zijn gedaan, worden in het kader van het MEP 2018-2027 nader onderzocht. Deze hebben gedeeltelijk betrekking op de hierboven beschreven effectketens. Deze effectketens worden in meer detail toegelicht bij de behandeling van de verschillende onderzoeksthema's elders in dit plan van aanpak (hoofdstukken 4 t/m 7).

1.3 Doelstelling MEP 2018-2027

Het MEP 2018-2027 geeft in eerste instantie invulling aan de voorschriften in de ontgrondingsvergunningen voor de winning en het transport van zand, gericht op het uitvoeren van monitoring en nader onderzoek. Ook aanbevelingen en adviezen vanuit de MER-studies, passende beoordeling, de Commissie MER en NGO's zijn hierin betrokken.

Het achterliggende doel hiervan is de daadwerkelijk optredende milieueffecten te meten (monitoren), om ze te kunnen vergelijken met de in het MER en de passende beoordeling voorspelde effecten (evalueren). Het MEP richt zich daarbij vooral op het oplossen van bestaande kennisleemten, die beperkingen opleggen aan de mogelijkheden om effecten in de complexe ecosystemen waarbinnen de zandwinning plaatsvindt, met de vereiste nauwkeurigheid en betrouwbaarheid te beschrijven en beoordelen.

Dit document geeft een plan van aanpak voor het MEP 2018-2027, met een selectie en prioritering van evaluatievragen. Op basis hiervan wordt een uitvoeringsprogramma uitgewerkt voor de in dit plan van aanpak geselecteerde evaluatievragen.

1.4 Reikwijdte MEP 2018-2027

Het MEP Zandwinning 2018-2027 betreft de winning en het transport van suppletiezand t.b.v. kustlijninzorg en ophoogzand in de Noordzee. Overige zandwinactiviteiten, bijvoorbeeld ten behoeve van aanleg en onderhoud van specifieke projecten, maken geen deel uit van dit MEP.

Het lossen van zand op of nabij de suppletielocatie en in overslaghavens valt buiten het kader van de eerder genoemde MER-en, de aangevraagde vergunningen en daarmee ook van het MEP zandwinning 2018-2027.

Het onderzoek naar de activiteiten op en rond suppletielocaties viel tot voorkort onder het programma "Ecologisch gericht suppleren, nu en in de toekomst". Dit programma stelde zich ten doel meer inzicht te

krijgen of, en in welke mate, zandsuppleties van invloed zijn op natuurwaarden en op welke wijze zandsuppleties in de nabije toekomst kunnen bijdragen aan de opgaven van veiligheid samen met natuurbehoud en natuurontwikkeling. RWS heeft in dit verband in 2009 een samenwerkingsovereenkomst gesloten met Stichting de Noordzee, de Waddenvereniging, Stichting Duinbehoud en Vogelbescherming Nederland. De invulling van het onderzoeksprogramma m.b.t. suppletie is in overleg met deze partijen vastgesteld en moest leiden tot een optimalisatie van natuurbescherming van het kustecosysteem en een dynamisch beheer en behoud van de kustlijn.

Dit programma is in 2017 afgesloten, en is opgevolgd door een nieuw onderzoeksprogramma “Natuurlijk veilig”, dat zich de komende 5 jaar richt op verder onderzoek naar de gevolgen voor de natuur van het aanbrengen van zand aan de Nederlandse kust. In het kader hiervan is een nieuw convenant afgesloten tussen Rijkswaterstaat en 10 natuurorganisaties en drinkwaterbedrijven.

1.5 Samenhang met het MEP 2014-2017

Voor de zandwinning op de Noordzee in de periode 2014-2027 is in 2014 een MEP ontwikkeld (Ministerie van IenM, 2014). In dit MEP zijn voor vijf onderzoeksthema's evaluatievragen geformuleerd, op basis waarvan onderzoek is uitgevoerd. Deze resultaten van dit onderzoek, en de momenteel nog resterende kennisleemten, zijn hieronder kort samengevat.

Zwarte zee-eend.

Voor deze soort is onderzoek in gang gezet om te beoordelen of verlies van foerageer en rustgebied optreedt ten gevolge van zandwinning en -transport, en of dit doorwerkt in de omvang van de zwarte zee-eenden populaties in het Nederlandse kustgebied. Omdat de huidige beschikbare technieken voor het tellen van zwarte zee-eenden onvoldoende informatie opleveren om de vragen over gedrag en verspreiding van de zwarte zee-eend en zijn voedsel te kunnen beantwoorden zijn twee haalbaarheidsstudies uitgevoerd naar de mogelijkheden om nieuwe technieken zoals telemetrie in te zetten. Deze haalbaarheidsstudies naar de mogelijkheden en beschikbare technieken om zwarte zee-eenden te vangen en te zenderen zijn afgerond (Van der Zee 2013, 2014). In deze studies werd geconcludeerd dat het in principe mogelijk zou moeten zijn om zee-eenden op open zee te vangen of dieren uit de opvang te gebruiken en te zenderen. Duidelijk werd ook dat dit een zeer uitdagend proces is met nog veel onzekerheden, dat veel expertise vereist. Daarom is aan het bevoegd gezag voorgesteld om in een eerste experimentele fase voorgestelde methodes en technieken offshore uit te proberen en te testen. Op basis van de uitkomsten van deze experimentele eerste fase kan pas goed beoordeeld worden in hoeverre een meerjarig zenderonderzoek haalbaar is. Het eventuele meerjarige vervolg onderzoek zou dan uitvoering krijgen in het volgende MEP-zandwinning 2018-2027. Ondanks het zeer schuwe karakter van deze eenden en de lastige offshore omstandigheden voor het vangen en zenderen van dieren op zee is het in de winter van 2017-2018 uiteindelijk gelukt om deze zenders succesvol te plaatsen bij een 15-tal eenden boven Ameland. De resultaten zijn veelbelovend. De komende tijd staat nog in het teken van verzamelen van data (een deel van de zenders hebben een operationele periode van circa 13 maanden) en analyse van de gegevens.

Vanuit het MEP zandwinning is daarnaast onderzoek verricht naar de ongekend hoge aantallen zwarte zee-eenden bij Texel in 2014 (Leopold et al, 2015) en werd opdracht gegeven voor onderzoek van Fijn et al. omtrent de aanwezigheid van vele duizenden zwarte zee-eenden bij Camperduin in de winter van 2015-2016. Beide studies geven invulling aan de in het MEP opgenomen evaluatie vraag om meer inzicht te verkrijgen in de verspreiding van zwarte zee-eenden in ruimte en tijd en de mogelijke verklarende factoren zoals profijtelijke soorten en dichtheden schelpdieren. De resultaten van het laatst genoemde onderzoek worden binnenkort gepubliceerd in het wetenschappelijke tijdschrift “Limosa”.

De ernst van verstoring voor de overlevingskansen van zwarte zee-eenden kan mogelijk in beeld gebracht worden door het ontwikkelen van kennis over energiebudgetten. Het is daarvoor noodzakelijk om het dieet en daarmee de calorie opname van de dieren te kennen. In het kader van PMR-NCV is in de afgelopen jaren een model ontwikkeld die de bijdraagt aan de kennis over het energiebudget van de zwarte zee-eend gebaseerd op de situatie in de Voordelta. Bekeken is hoe PMR-NCV en MEP zandwinning 2014-2017 zo complementair mogelijk zouden kunnen zijn. Het ontwikkelde model is nog niet geschikt om te bepalen of er effecten zijn op de populatie zwarte zee-eenden langs de Nederlandse kust. Informatie afkomstig uit o.a. het zender-onderzoek kan gebruikt worden om dit model verder te valideren.

Slib

Inzicht in de effecten van de zandwinning op slibconcentraties en de doorvertaling daarvan naar het voedselweb is belangrijk voor het inzichtelijk maken van de effecten van zandwinning. De effecten van de zandwinning op slibconcentraties en de doorwerking hiervan op doorzicht, nutriënttransport, primaire productie en schelpdieren werden in het MER Zandwinning 2014-2017 onderzocht met modellen. Zoals ieder model kennen ook de hier toegepaste modellen onzekerheden die bij de interpretatie van de uitkomst in ogenschouw moeten worden genomen. Daarom is in het MEP 2014-2017 een aanzet gegeven voor onderzoek naar de vraag in hoeverre het mariene ecosysteem en de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura-2000 gebieden (waaronder vogels) beïnvloed worden door de verhoging van het zwevend stofgehalte in de waterkolom als gevolg van de zandwinning.

In het MEP 2014-2017 is de onderzoeksinspanning vooral gericht op de input kant (hoeveel slib zit waar? zie onderdeel 'sedimentsamenstelling') en anderzijds op de doorvertaling van een verhoogde slibconcentratie naar ecologische effecten. Voor het beantwoorden van deze laatste vraag is het cruciaal dat gebruikt gemaakt kan worden van de bevindingen die bij het monitoring- en evaluatieprogramma van de zandwinning voor aanleg van Maasvlakte 2 worden gerapporteerd. Dit om te voorkomen dat er onderzoeken worden uitgevoerd waarvoor dankzij het monitorings- en evaluatie programma Maasvlakte 2 feitelijk geen kennislacunes meer bestaan. Daarnaast bestond de wens om gebruik te maken van de aanbevelingen die volgen uit het Maasvlakte 2 onderzoek zodat voor dit onderdeel de wezenlijke onderzoeksvragen aangepakt zouden worden. De resultaten en de evaluatie van de reeds uitgevoerde onderzoeken in het kader van MEP Maasvlakte 2 zijn later opgeleverd en vrijgegeven dan voorzien. De laatste resultaten van dit onderzoek, waarbij ingegaan wordt op effecten van het bij de zandwinning ten behoeve van Maasvlakte 2 vrijgekomen fijn sediment op benthos, zijn beschikbaar gekomen in 2017. Er resteren binnen dit zeer complexe onderzoeksthema nog veel vragen, die moeten worden beantwoord om de betrouwbaarheid van effectvoorspelling, al dan niet via modellen, te vergroten.

Sedimentsamenstelling van zandwingebieden

In het MER Zandwinning 2014-2017 zijn, bij gebrek aan gedetailleerde informatie, aannames gedaan met betrekking tot de slib percentages in de bodem van zandwingebieden. Omdat het slibgehalte in de bodem een belangrijke factor is bij het optreden van effecten via vertroebeling, was meer gedetailleerde kennis hierover relevant. Er is daarom een uitgebreid geologisch onderzoek van de zandwingebieden uitgevoerd waarbij onder andere is gekeken naar de slibpercentages in het te winnen zand. Het onderzoek omvatte een fase met bureauonderzoeken en een zeer uitgebreid programma van boringen en seismisch onderzoek. In totaal zijn ruim 350 boringen uitgevoerd tot een diepte van 7 meter waarbij per boring verschillende monsters zijn genomen. Door dit onderzoek is het inzicht en bestaande kennis omtrent de geologie op de Noordzee enorm toegenomen. De resultaten hiervan zijn gerapporteerd, zowel op het niveau van de individuele zandwingebieden, als voor de gehele zone langs de kust waar zandwinning plaatsvindt. Op dit moment wordt zorggedragen voor de ontsluiting van de verkregen gegevens en inzichten in het Delftstoffen Informatie Model.

Het onderzoek heeft geresulteerd in gedetailleerde beschrijvingen van de geologische opbouw van de zandwingebieden. In combinatie met de te winnen zandvolumes is hiermee een kwantitatieve onderbouwing opgesteld van de hoeveelheid slib die vrijkomt bij het zandwinnen. Op basis van het onderzoek kon advies over de geschiktheid van de zoekgebieden voor zandwinning ten behoeve van het MER 2018-2027 worden gegeven. De onzekerheid naar de te verwachten hoeveelheden fijn sediment is flink gereduceerd. Op basis van het uitgevoerde geologische onderzoek zijn de waarden voor slibgehalten in het modellenonderzoek voor het MER Zandwinning 2018-2027 bijgesteld. Ook is de verkregen kennis gebruikt voor het selecteren van zandwingebieden voor de periode 2018-2027. Met deze kennis zijn locaties gekozen met een relatief laag slibgehalte, waardoor effecten van de zandwinning gemitigeerd worden.

Korrelgrootte zand

Bij het winnen van zand is het belangrijk een beeld te hebben van de kwaliteit en de samenstelling van het aanwezige sediment. Voor een deel van de zandsuppleties geldt dat voorwaarden zijn gesteld aan de korrelgrootte van het toe te passen zand en/of aan de chemische kwaliteit van het zand. In alle gevallen is het doel om de kwaliteit van het zand te laten aansluiten bij het van nature op het strand en in de duinen aanwezige zand, om zo de ecologische gevolgen te beperken. Om dit beeld te krijgen worden er verschillende metingen uitgevoerd. Deze metingen worden al geruime tijd verspreid over een zeer groot gebied uitgevoerd en daarmee is een grote hoeveelheid data beschikbaar. Inhoudelijk waren er

verschillende onderzoeksvragen die betrekking hebben op de bruikbaarheid van de reeds uitgevoerde bemonsteringen. Deze vragen hebben betrekking op de toegepaste meetmethodes en de representativiteit van de verschillende bemonsteringen.

De belangrijke vraag is of de toepassing van verschillende methoden bij de behandeling van monsters structurele verschillen oplevert in de korrelgrootte verdelingen. De vragen rond representativiteit hebben enerzijds betrekking op het aantal monsters in verhouding tot het volume zand en anderzijds op de invloed die het proces van zandwinning heeft op de korrelgrootteverdeling van het zand.

De beschikbare data zijn in het MEP 2014-2027 geïventariseerd. Hierbij is gekeken naar de methodes en frequenties die gebruikt worden op de verschillende locaties. Daarnaast zijn de beschikbare datareeksen geanalyseerd en onderling vergeleken, zowel binnen suppletietrajecten als tussen verschillende locaties.

De conclusie hieruit was dat de datasets op dit moment niet vergelijkbaar zijn. De bemonstering, voorbehandeling en analysemethodes verschillen zodanig dat het onmogelijk is om te determineren of veranderingen in samenstelling komen door het zandwinning en suppletieproces of door de behandeling. Het is daarom nog niet mogelijk om te weten te komen of de korrelgrootte gegevens van de boringen in de wingebieden goede voorspellers zijn voor hetgeen later op de suppletie locatie aan korrelgrootte verdeling wordt neergelegd. In het kader van een suppletie bij Callantsoog is een eerste stap gezet om antwoord te geven op deze vraag. Hier zijn alle monsters op dezelfde manier genomen en verwerkt. Deze monsters zijn echter nog niet geanalyseerd.

Uit het onderzoek naar ruimtelijke en temporele verschillen is gebleken dat de ruimtelijke variatie in de korrelgrootteverdeling groot is, waarbij de variaties op het strand, in de wingebieden en in de beun van het schip op hoofdlijnen overeenkomen. Temporele verschillen zijn inzichtelijk gemaakt voor twee zeer grote projecten (de aanleg van de tweede Maasvlakte en de kustversterking bij de Hondsbossche- en Pettemer Zeewering) waarbij van iedere scheepslading een korrelgrootteverdeling beschikbaar was. Uit deze data bleek dat er verschillen zijn, die waarschijnlijk te maken hebben met de geologisch opbouw van de wingebieden.

Schelpenbanken

Tijdens de zandwinning worden vrijwel alle lokaal aanwezige weekdieren en andere bodembewoners opgezogen en met het zand afgevoerd. In de ontgrondingsvergunningen staat vermeld dat het niet is toegestaan om zandwinning te laten plaatsvinden binnen een afstand van 100 m nabij of in levende schelpdierbanken. Naleving van dit voorschrift wordt echter bemoeilijkt door twee aspecten. Enerzijds bestaat er geen eenduidige algemeen geaccepteerde definitie van het begrip "schelpenbank" anderzijds zijn technieken om schelpdierbanken vlakdekkend in kaart te brengen nog in ontwikkeling en daarmee onvoldoende operationeel.

Aan Deltares en Wageningen Marine Research gevraagd om gezamenlijk tot een aanpak te komen om meer inzicht te krijgen in de definitie en het belang van schelpdierbanken in de zandwingebieden. Daarnaast doet Deltares onderzoek naar bemonsteringstechnieken, om tot een techniek te komen die operationeel en financieel toepasbaar is. Hierbij wordt met name gelet op het feit dat de huidige techniek zich baseert op punt bemonsteringen, waar vlakdekkende methodes gewenst zijn.

Dit onderzoek is nog gaande.

Doorwerking naar het MEP 2018-2027

Tabel 1-1 geeft een overzicht van de in het MEP 2014-2017 opgenomen evaluatievragen die op dit moment nog (gedeeltelijk) open staan. Ook is aangegeven of het onderzoek dat in het kader van het MEP 2014-2017 opgestart nog loopt. Bij de selectie van onderzoeksvragen voor het MEP Zandwinning 2018-2027 worden deze kennisleemten meegenomen, mede in relatie tot de voorschriften en adviezen die naar aanleiding van de vergunningaanvragen voor deze periode zijn geformuleerd.

Tabel 1-1 Overzicht openstaande evaluatievragen MEP 2014-2017.

| Thema | Openstaande evaluatievragen | Onderzoek gaande |
|---------------------------|---|------------------|
| Zwarte zee-eenden | <ul style="list-style-type: none"> • Is er sprake van verlies aan foerageer- en rustgebieden? • Welke energetische consequenties heeft dit op individueel niveau? • Werken deze eventuele consequenties door op populatieniveau? | Ja |
| Slib | <ul style="list-style-type: none"> • In hoeverre worden het mariene ecosysteem en de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura-2000 gebieden (waaronder vogels) beïnvloed door de verhoging van het zwevend stofgehalte in de waterkolom als gevolg van de zandwinning? | Nee |
| Korrelgrootte zand | <ul style="list-style-type: none"> • Hoe verandert de korrelgrootteverdeling gedurende het proces van winning en suppleren? | Ja |
| Schelpdierbanken | <ul style="list-style-type: none"> • Welk “type schelpenbank” zou moeten worden ontzien tijdens de zandwinning • Is het mogelijk huidige bemonsteringstechnieken verder te ontwikkelen waarmee het in kaart brengen van “dit type schelpdierbanken” te realiseren valt? | Ja |

2 SYSTEMATIEK MEP ZANDWINNING 2018-2027

2.1 Toepassingen van monitoring en onderzoek

In het MEP zandwinning 2014-2017 werd onderscheid gemaakt in drie toepassingen van monitoring en onderzoek:

1. Monitorings- en onderzoeksvoorschriften ten behoeve van naleving vergunning;
2. Monitoring-, onderzoeks- en evaluatieactiviteiten in het licht van effectbepalingen;
3. Monitoring en onderzoek ten behoeve van kennisontwikkeling.

Categorie 1 betreft de reguliere verplichtingen, samenhangend met de uitvoering van het werk in de vergunningen (voorschriften) die het bevoegd gezag zal controleren op correcte naleving. Mocht het bevoegd gezag constateren dat de vergunninghouder de verplichtingen niet of onvoldoende naleeft, dan kan het bevoegd gezag handhavend optreden.

Categorie 2 betreft het monitoren en evalueren van de activiteit waarover een MER of passende beoordeling is opgesteld. Het gaat daarbij om inzicht te geven in hoe de in het MER of passende beoordeling voorspelde effecten zich verhouden tot de daadwerkelijk optredende effecten.

Categorie 3 betreft metingen, monitoring, registratie en rapportages die specifiek gericht zijn op het ontwikkelen van nieuwe kennis. Voor diverse onderwerpen is in het MER zandwinning vastgesteld dat effecten verwaarloosbaar zullen zijn. Indien dat het geval is hoeft er niet op voorhand onderzoek te worden verricht. Voorsortend op ambities voor de toekomst waarin grootschaligere zandwinning mogelijk gaat plaatsvinden wordt in dergelijke gevallen soms toch onderzoek uitgevoerd.

Onderzoek met een dergelijke focus kan bijvoorbeeld worst case benaderingen realistischer maken. Dit kan leiden tot bijstelling van uitvoeringseisen en eventueel tot kostenbesparing. In alle gevallen valt dit type onderzoek in de categorie kennisontwikkeling.

In het MEP 2018-2027 bestaat een sterke overlap tussen deze drie categorieën (zie hiervoor Tabel 3-2). Een belangrijk deel van de voorschriften in ontgrondingsvergunningen is gericht op ontwikkelen van kennis over effecten van zandwinning, deels ook om te evalueren in welke mate de in de MER-en en passende beoordeling voorspelde effecten in werkelijkheid optreden. Naast monitoring kan ook onderzoek (zonder specifieke metingen in het veld) bijdragen aan het verkrijgen van informatie waarmee de gewenste evaluaties kunnen worden uitgevoerd.

2.2 Selectie onderzoeksthema's

Voor dit plan van aanpak is in hoofdstuk 3 een inventarisatie uitgevoerd van onderzoeksvragen en voorschriften binnen de hierboven beschreven categorieën. Daarbij zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

- vergunningen: ontwerp-beschikkingen voor ontgrondingsvergunningen (Rijkswaterstaat Kust en Zee, ILT);
- milieuonderzoek (MER-en zandwinning 2018-2027, Nadere verdieping, toetsingsadviezen Commissie voor de milieueffectrapportage);
- inbreng en zienswijzen van NGO's (Stichting De Noordzee, Waddenvereniging).

In een volgende stap is gekeken naar overeenkomsten tussen deze onderzoeksvragen en voorschriften. Daar waar (de intenties van) vragen en voorschriften overeen komen, zijn ze gebundeld tot één onderzoeksvraag.

Vervolgens is op basis van een aantal criteria beoordeeld welke van deze onderzoeksvragen geselecteerd worden voor het MEP 2018-2027. Deze selectie is nader gemotiveerd op basis van de doelstellingen van het MEP.

Tenslotte zijn onderzoeksvragen gebundeld in een viertal onderzoeksthema's, waarbinnen verschillende vragen gezamenlijk uitgewerkt worden.

2.3 Evaluatiesystematiek

De onderzoeksthema's zijn uitgewerkt in de hoofdstukken 4 t/m 7. Om te waarborgen dat de onderzoeksinspanningen straks daadwerkelijk een juiste en effectieve bijdrage leveren aan de evaluatie van de effecten, en daarmee aan het naleven van voorschriften en ontwikkelen van relevante kennis voor toekomstig effectenonderzoek, zal per onderzoeksthema van een hoog abstractieniveau naar een steeds concretere uitwerking worden toegewerkt. Allereerst zijn, op het hoogste abstractieniveau, per onderzoeksthema, evaluatievragen benoemd, die afgeleid zijn van de voorschriften in de vergunningen, voorspelde effecten in het MER zandwinning en in de Passende Beoordeling, toetsingsadviezen van de Commissie MER en adviezen van NGO's.

Dit zijn de vragen waar het bevoegd gezag straks een antwoord op moet geven. Om te kunnen bepalen wat en hoe er gemeten en onderzocht moet gaan worden, zijn de evaluatievragen vervolgens uitgewerkt conform de volgende systematiek:

- Uitwerking effectenketens;
- Formulering van onderliggende onderzoeksvragen;
- Uitwerking van informatiebehoefte;
- Uitwerking van de strategie voor het verzamelen van data en informatie.

Per onderzoeksthema zal dit plan van aanpak verder uitgewerkt worden in uitvoeringsprogramma's, waarin de te volgen onderzoeksmethodieken in grotere mate van detail uitgewerkt, gekwantificeerd en gepland worden.

2.3.1 Effectketens

Voor elke evaluatievraag is een effectketen uitgewerkt die inzicht geeft in de oorzaak-gevolg relaties tussen verschillende ingrepen die bij de winning en het transport van zand plaatsvinden, en de abiotische en biotische processen die daardoor beïnvloed worden.

De effectketens hebben een globale opbouw die bestaat uit drie niveaus:

1. Ingrepen en activiteiten bij winning en transport van zand
2. Veranderingen in abiotische condities van het systeem
3. Gevolgen voor biotische kenmerken van het systeem

In de niveaus 2 en 3 kunnen veelal verschillende deelniveaus in de keten worden onderscheiden, bijvoorbeeld omdat de effecten binnen een bepaalde keten achtereenvolgens doorwerken op verschillende onderdelen van het systeem, die van elkaar afhankelijk zijn (bijvoorbeeld algen, schelpdieren en vogels). Ook kunnen ingrepen en activiteiten direct doorwerken naar biotische kenmerken (bijvoorbeeld visuele verstoring).

Op basis van de effectketens wordt zichtbaar gemaakt welke thema's relevant zijn bij het verder uitwerken van de evaluatievraag.

2.3.2 Onderliggende onderzoeksvragen

Elke evaluatievraag is opgesplitst in meerdere onderliggende vragen. Deze onderliggende vragen en de antwoorden daarop moeten gezien worden als een hulpmiddel om uiteindelijk antwoorden te kunnen geven op de evaluatievragen.

Voor een deel van de onderliggende vragen zijn hypothesen geformuleerd. Deze hypothesen zijn behulpzaam bij het uitwerken van de informatiebehoefte en -strategie, die gericht moet zijn op het verifiëren c.q. falsifiëren van de hypothese.

2.3.3 Informatiebehoefte en -verzamelstrategie

In dit Plan van Aanpak is in hoofdlijnen uitgewerkt welke informatie nodig is om de evaluatievragen en onderliggende onderzoeksvragen te beantwoorden, en op welke wijze deze informatie verzameld kan worden. Details over de wijze waarop monitoring en onderzoek plaats zal vinden, worden verder uitgewerkt in de uitvoeringsprogramma's. Daarin wordt opgenomen welke indicatoren moeten worden gehanteerd om de benodigde informatie te verkrijgen en zal in detail worden uitgewerkt hoe de noodzakelijke informatie wordt verzameld.

In de meetprogramma's zullen betrouwbaarheidsanalyses ('power analyses') worden opgenomen, aan de hand waarvan de omvang, intensiteiten en frequenties van metingen worden bepaald, die nodig zijn voor het verkrijgen van resultaten met de gewenste betrouwbaarheid.

3 SELECTIE ONDERZOEKSTHEMA'S

3.1 Inventarisatie

3.1.1 Kennisleemten na uitvoering MEP 2014-2017

De kennisleemten die op dit moment nog resteren op grond van de vordering van de onderzoeken die in het kader van het MEP 2014-2017 zijn of worden uitgevoerd, zijn opgenomen in paragraaf 1.5 (zie Tabel 1-1). Deze kennisleemten zijn integraal meegenomen in deze inventarisatie.

3.1.2 Voorschriften ontgrondingsvergunningen

In de ontwerp-ontgrondingsvergunningen voor zandwinning Noordzee kustlijn­zorg 2018-2027 aan Rijkswaterstaat Kustlijn­zorg en de winning van ophoogzand aan DEME Building Materials N.V. en het Haven­bedrijf Rotterdam is aangegeven dat een monitoring- en evaluatie­programma dient te worden opgesteld, dat ten­minste in dient te gaan op de onderstaande onderzoeksvragen:

Ontwikkeling zandwingebieden:

- Inzicht geven in de ontwikkeling van wingebieden waar meer dan 2 m tot maximaal 10 m¹ onder de oorspronkelijke zeebodem zand is gewonnen, zowel voor wat betreft biotische (benthos) als abiotische parameters (o.a. sedimentsamenstelling, opvulling, talud verloop) in de jaren na het verlaten van de winlocatie.

Schelpdierbanken:

- Onderzoek naar methodieken om het voorkomen van schelpdierbanken in het voor zandwinning aangewezen gebied (doorgaande -20 m dieptelijn tot 12 N mijl) vooraf in kaart te kunnen brengen.
- Onderzoek naar de rol van schelpdierbanken in het voor zandwinning aangewezen gebied (doorgaande -20 m dieptelijn tot 12 N mijl) bij het behalen van de instandhoudingsdoelen van schelpdier etende zeevogels zoals de zwarte zee-eend.

Fijn sediment & ecosysteem:

- Onderzoek naar de mogelijke gevolgen van fijn sediment vrijkomend bij zandwinning op schelpdieren, instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 gebieden en het voedsel web van kustgelegen Natura 2000 gebieden en Waddenzee.

Ligging kustfundament in relatie tot grootschalige zandwinning:

- mogelijke verschuiving van het kustfundament als gevolg van de grootschalige zandwinning buiten de doorgaande -20 m dieptelijn.

3.1.3 Kennisleemten MER-en en nadere verdieping

3.1.3.1 MER-en winning suppletiezand en ophoogzand

De beide MER-en voor de winning van zand in de Noordzee in de periode 2018-2027 geven een aantal aanbevelingen voor nader onderzoek. De relevante passages zijn hieronder weergegeven (Van Duin et al, 2017a en 2017b).

Gedurende de m.e.r.-procedure is onderzocht of het mariene ecosysteem en de daarbij horende wettelijk beschermde soorten en habitats worden beïnvloed door de effecten van zandwinning ten gevolge van

¹ In de voorschriften in de ontwerp-vergunningen van ILT (voor kustlijn­zorg) en Rijkswaterstaat (voor DEME en Haven­bedrijf Rotterdam) wordt ten aanzien van de maximale diepte verschillende waarden aangehouden: ILT noemt geen maximale diepte, Rijkswaterstaat noemt een maximale diepte van 10 meter.

habitatverandering, verstoring, emissies en vrijkomend fijn sediment. Voor toekomstige zandwini-initiatieven zijn op de hiervoor genoemde terreinen diverse kennisvragen op onderliggende deelonderwerpen relevant.

Verfijnen worst-case benadering

Bij het in beeld brengen van de effecten is conform het voorzorgsprincipe een worst case benadering gehanteerd. De onzekerheden die aan de modelberekeningen verbonden zijn werken daardoor maximaal door in de resultaten. Gezien de verwachting dat in de toekomst grotere hoeveelheden zand gewonnen moeten worden om te anticiperen op de verwachte zeespiegelstijging ligt het voor de hand om een nieuw monitoring en evaluatie programma zandwinning (2018-2027) in te zetten om de betrouwbaarheid van uitspraken over de effecten van toekomstige zandwinning, en het begrip van het ecosysteem door onderzoek en monitoring verder te verhogen. De bovengrensbenadering (worst case) kan na onderzoek dan mogelijk naar beneden worden bijgesteld .

Aanvullend te genereren kennis kan ook bijdragen aan de mogelijkheden om huidige, in de praktijk gebruikte voorzorgsmaatregelen, met meer precisie in te zetten.

Effecten van fijn sediment

Zoals beschreven in het MER is in de zandbodem van de Noordzee een bepaald percentage slib ingesloten. Dit slib kan vrijkomen na de winning van het zand en daarmee aanleiding geven tot een verhoging van de troebelheid c.q. vermindering van doorzicht in de waterkolom. Minder doorzicht leidt tot een lagere doordringing van licht en daardoor tot een vermindering van de fotosynthese door fytoplankton. De voorspellende modellen geven aan dat dit zou kunnen leiden tot een verslechtering van de groeiomstandigheden voor schelpdieren die het fytoplankton uit het water filteren en dat dit daardoor mogelijk consequenties heeft voor schelpdieretende vogelsoorten.

Uit onderzoek naar de draagkracht van het systeem door analyse van veldgegevens omtrent schelpdiervoorkomens, aantallen schelpdieretende vogelsoorten en in het verleden uitgevoerde suppleties zijn de door de modellen berekende effecten niet direct te herleiden. De doorvertaling van de effecten van de toename van slib richting schelpdieren en schelpdieretende vogels blijkt zeer complex. De modellen vormen uiteraard een versimpeling van de praktijk, terwijl de patronen uit het veld een resultante zijn van verschillende factoren en ingreep effect relaties. Het feit dat ondanks de trend van toenemende schelpdierbestanden populaties schelpdieretende vogelsoorten achterblijven geeft aan dat er meer factoren een rol spelen. Hier kan nader onderzoek mogelijk meer licht op werpen.

Toekomstig geschiktheid zandwinvolume

Tenslotte noemen de MER-en het aspect van de toekomstige beschikbaarheid van geschikt zand in zandwingebieden. Dit onderwerp bevindt zich op het raakvlak tussen onderzoek, beheer en beleid op de Noordzee. In deze MER-en zijn zoekgebieden vastgesteld op basis van de behoefte aan zand voor de periode 2018-2027. Voor toekomstige milieueffectrapportages is het wenselijk dat initiatiefnemers inzicht hebben in hoeverre nog gebruik gemaakt kan worden van bestaande zandwinvakken. Hierbij spelen vragen op diverse niveaus zoals:

- Wat is de kans op aanwezigheid en risico's van NGE's?
- tot welke dieptes kan in bestaande zandwinvakken worden gewonnen voordat stoorlagen worden aangetroffen?
- tot welke diepte kan in bestaande zandwinvakken zand worden gewonnen vanuit ecologisch perspectief?
- Wat is de opvulsnelheid van oude zandwingebieden in gebieden waar zandgolven aanwezig zijn?
- Op welke wijze kan in potentiële gebieden voor wind op zee eerst zand worden gewonnen alvorens windturbines worden geplaatst?

3.1.3.2 Nadere verdieping / Passende beoordeling

Aan de met modellen berekende effecten van vrijkomen van fijn sediment zijn als gevolg van de complexe relatie tussen (de effecten van) zandwinning en de populatiedynamiek van schelpdieren en vogels de nodige onzekerheden verbonden, ondanks een zorgvuldige validatie. Deze onzekerheden leiden tot een grote

bandbreedte van mogelijke effecten, en een mogelijk overschatting van effecten wanneer wordt uitgegaan van (stapeling) van worst-case uitkomsten.

Ook aan de meting van systeemkenmerken, zowel abiotisch als biotisch, kleven door de uitgestrektheid van de gebieden en de grote temporele en ruimtelijke afwisseling grote onzekerheden. Zo bepaalt het tijdstip en de locatie van bemonstering van schelpdieren en tellingen van vogels in hoge mate de uitkomsten, en kunnen (schijnbare) afwijkingen ontstaan met gemiddeld voorkomende aantallen.

Aan zowel de modelberekeningen als de analyses en conclusies van deze verdiepende studie zijn daarom onzekerheden verbonden. Deze onzekerheden konden voor een deel nog niet verminderd worden op basis van het naar aanleiding van het vorige MER uitgevoerde Monitoring en Evaluatieplan (MEP), waarvan de voor de nadere verdieping relevante resultaten nog niet beschikbaar waren op het moment van publicatie van de Nadere Verdieping.

In de Nadere Verdieping wordt aanbevolen om in het MEP dat verbonden wordt aan de uitvoering van de zandwinningen in de periode 2018-2027 onderzoek te verbinden dat kan bijdragen aan meer inzicht in de effecten van zandwinning in de Natura 2000-gebieden van Noordzee en Waddenzee.

In het bijzonder wordt aanbevolen onderzoek te richten op:

- Verspreiding en verplaatsing van zwarte zee-eenden in de kustzone van de Noordzee gedurende de periode oktober-april. Hiermee kan beter inzicht verkregen in de werkelijk voorkomende aantallen, de wijze waarop de vogels het kustgebied gebruiken, en het werkelijke aantal “zee-eendwinters” dat het gebied moet faciliteren.
- Uitbreiden van het WOT-meetnet voor schelpdierbemonstering naar gebieden ten oosten van Schiermonnikoog en de zeegaten tussen de Waddeneilanden.
- Uitvoeren van bemonsteringen binnen het (uitgebreide) WOT-meetnet in zomer en najaar, om de dynamiek in groei van schelpdieren beter te kunnen volgen, en inzicht te krijgen in de voedselvoorraad die aan het begin van het foerageerseizoen van de zwarte zee-eend beschikbaar is.
- Volgen van koolstofstromen in het kuststelsel om meer inzicht te krijgen in het lot van geproduceerde algen in de voedselketen. Het is onduidelijk hoe en in welke mate de primaire productie in hogere trofische niveaus wordt opgenomen in de Noordzee en de Waddenzee. Het is daardoor onduidelijk hoeveel voedsel echt beschikbaar is voor schelpdieren, bijvoorbeeld omdat in de voorjaarsbemonstering van WOT-schelpdieren grote aantallen pas gesettelde schelpdieren niet gedetecteerd worden. Ook is het onbekend hoeveel primaire productie naar bacteriën en zoöplankton gaat. Wat stuurt zowel de hoogte van de productie als ook de variabiliteit in verdeling?
- Betrekken van de resultaten van het lopende CHIRP-onderzoek naar de oorzaken van achteruitgang van de scholekster in de evaluatie van de effecten van zandwinning op beschikbaarheid van voedsel voor de scholekster (en eventueel eider).
- Een analyse van de schelpdierbestanden in relatie tot omgevingsfactoren, om beter inzicht te krijgen in de rol van door zandwinning veroorzaakte verhoging van slibconcentraties in de ontwikkeling van schelpdierpopulaties (omvang en kwaliteit). Gekoppeld aan het feit dat de data over het algemeen inhomogeen zijn (van der Wal et al., 2017) is er behoefte aan een zorgvuldig opgetuigde multivariabele regressieanalyse naar de relatie tussen (a)biotische factoren als (additionele) sliblast, primaire productie, wintertemperatuur, stormindex et cetera enerzijds, en ontwikkeling biomassa schelpdieren anderzijds.

3.1.4 Adviezen commissie m.e.r.

De Commissie MER heeft op 23 maart twee adviezen uitgebracht over de MER-en voor de winning van suppletiezand en ophoogzand (Commissie MER, 2018a en 2018b).

De Commissie vindt in beide gevallen dat het MER voldoende informatie bevat om het milieubelang goed te kunnen meewegen in de besluitvorming rondom de projecten. Op basis van ervaringen van eerdere m.e.r.-procedures en monitorings- en evaluatieprogramma's (MEP) voor zandwinning op de Noordzee konden voor een aantal aspecten effecten op voorhand worden uitgesloten. De effecten op natuurwaarden zijn uitgebreid onderbouwd op basis van enkele achtergrondrapportages die als bijlage bij het MER zijn gevoegd (waaronder de nadere verdieping).

In beide adviezen geeft de commissie enkele aandachtspunten voor de besluitvorming, die deels overlappen. Twee van deze aandachtspunten hebben een relatie met dit MEP.

Zandtransport

Binnen de zoekgebieden zal volgens het MER – vanuit kosten oogpunt – in eerste instantie zo dicht mogelijk tegen de doorgaande NAP -20 meterlijn aan zand worden gewonnen. Uit onderzoek blijkt echter dat de NAP -20 meterlijn als gevolg van natuurlijk zandtransport door de jaren heen kustwaarts verschuift². Wanneer zand dicht op de NAP -20 meterlijn wordt gewonnen kan dat onbedoeld het natuurlijke zandtransport richting de kust verstoren. Ook kan van wingebieden een aanzuigende werking uitgaan op zand van boven de NAP -20 meterlijn. De Commissie adviseert daarom om bij vaststelling van de wingebieden (binnen de zoekgebieden) rekening te houden met de resultaten van (nog lopend) onderzoek van Deltares naar natuurlijk zandtransport³.

Schelpdierbanken

Populaties van schelpdieren in de kustzone vertonen van jaar tot jaar grote fluctuaties⁴. De inschatting van effecten van de zandwinning op schelpdierbanken in de MER-en kent hierdoor grote onzekerheden. Hoewel het MER aangeeft dat bij de selectie van wingebieden rekening is gehouden met de aanwezigheid van schelpdierbanken kan hieraan slechts beperkte waarde worden toegekend⁵. Gezien de genoemde fluctuaties kan op dit moment niet worden vastgesteld waar zich in de toekomst schelpdierbanken zullen bevinden. Volgens het MER zullen - conform de voorwaarden van de (toekomstige) ontgrondingsvergunning⁶ - eventueel aanwezige schelpdierbanken worden vermeden. Dit betekent dat voorafgaand aan de daadwerkelijke winning nog onderzocht zal moeten worden of op dat moment ter plekke schelpdierbanken aanwezig zijn.

De Commissie adviseert om dit nadere onderzoek ook uit te voeren in gebieden waar ten tijde van het opstellen van het MER nog geen schelpdierbanken zijn aangetroffen.

3.1.5 Zienswijze Stichting de Noordzee en Waddenvereniging

Stichting de Noordzee (SDN) en de Waddenvereniging (WV) hebben op 18 mei 2018 een gezamenlijke zienswijze op de MER-en voor de zandwinning op de Noordzee ingediend. In deze zienswijze wordt ook ingegaan op aandachtspunten t.a.v. kennisleemten en onderzoeksvragen, die een belemmering zouden kunnen vormen voor de besluitvorming rond de zandwinning. De beide organisaties vragen aandacht voor de volgende punten:

- De effecten van verstoring als gevolg van nachtelijke activiteiten rond zandwinning;
- Ontwikkeling van gebiedsdekkende meetmethoden en –reeksen die de verspreiding van bodemsoorten en schelpdierbanken nauwkeurig in kaart kunnen brengen.

² Zie bijvoorbeeld: T. Haartsen, W.A. Ligtendag, F. Steenhuisen (1997) Historische reconstructie dieptelijnen Nederlandse kust, Fig. 8-4, migratie –20 m lijn van 1853-1996. (<http://publicaties.minienm.nl/documenten/historische-reconstruc-tie-dieptelijnen-nederlandse-kust>).

³ Volgens een eerste rapportage van het Deltares-onderzoek (Van der Werf et al. (2017) Literature study Dutch lower Shore-face, Deltares (1220339-004)) bedraagt de natuurlijke uitwisseling 0-20 m³/m/jaar kustwaarts.

⁴ Zo bedroeg in 2017 het bestand aan messheften (Ensis leei) een record aantal van ruim 150 miljard individuen (zie: Troost, K., K.J. Perdon, J. van Zwol, J. Jol & M. van Asch 2017. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2017. Stichting Wageningen Research. Centrum voor Visserijonderzoek. CVO rapport: 17.014.). Daarnaast werd in 2017 een nog veel groter aantal Halfgeknotte strandschelpen (Spisula subtruncata) gevonden: een 33-voudige toename t.o.v. 2016. De hoogste dichtheid grote exemplaren lag op 21km ten westen van IJmuiden. Het totale bestand was ruim 750 miljard (!) individuen waarvan 'slechts' 100 miljard in de Noordzeekustzone en een groot deel zeewaarts van de doorgaande NAP -20 m dieptelijn. Ook het Zaagje (Donax vittatus) was in respectabele aantallen buiten de doorgaande NAP -20 m dieptelijn aanwezig.

⁵ Op p. 118 van het MER wordt gesteld dat schelpdierbanken ontbreken in de winvakken, maar gezien de genoemde onzekerheden kan nog niet met zekerheid worden gezegd of dit ook het geval zal zijn tijdens de toekomstige winning.

⁶ Omdat nog geen ontwerp-omgevingsvergunning beschikbaar is heeft de Commissie niet kunnen vaststellen wat deze voorwaarden precies inhouden. De 'Beleidsregels ontgrondingen in Rijkswateren' stellen evenwel dat een afstand van 100 m ten opzichte van natuurlijke schelpdierbanken moet worden aangehouden.

- Opstellen van een goede definitie van schelpdierbanken en vergroten van de kennis over de rol van schelpdierbanken in het kustecosysteem.
- Aanvullend onderzoek naar de effecten van slib en vertroebeling op:
 - primaire productie en de productie op hogere trofische niveaus;
 - kraamkamerfunctie en de doorwerking naar visetende vogels;
 - mogelijkheden om populaties van zeegras in de Waddenzee te herstellen.SDN en WV stellen voor om dit onderzoek te baseren op de drie KRM-descriptoren biodiversiteit, voedselweb en zeebodemintegriteit.
- Uitwerken van een correcte baseline als basis voor een goede MER, waaraan de effecten van de huidige activiteiten getoetst kunnen worden. De natuurorganisaties willen daar graag een 0 scenario aan toevoegen, die het natuurlijk systeem zonder menselijke ingrepen beschrijft, voor een juiste inschatting van (cumulatieve) effecten.
- Verkennen van mogelijkheden voor natuurversterking en verkleining van de impact van visserij:
 - bij zandwinning mag op dit moment zand gewonnen worden tot maximaal 1 meter boven zogenaamde stoorlagen van klei of veen. Mogelijk is zandwinning tot op de stoorlagen een vorm van natuurversterkend bouwen. Klei en veen bodems kwamen vroeger meer voor in de Noordzee en uitbreiding van dit habitat draagt bij aan de diversiteit. In samenwerking met Rijkswaterstaat willen de natuurorganisaties onderzoeken of deze stoorlagen, wanneer zij bloot worden gelegd, bij kunnen dragen aan rijke bodemgemeenschappen.
 - Onderzoek naar de mogelijkheden van intensieve visserij in diepe zandwingebieden, vanuit de inzichten dat in deze gebieden een verhoogde productie van platvis is geconstateerd. Door de hogere opbrengst is de visserij in staat andere gebieden geheel met rust te laten, zodat echt beschermde natuurgebieden ontstaan.

3.1.6 Overzicht

In Tabel 3-1 zijn de vanuit verschillende kaders voorgestelde onderzoeksthema's die in de voorgaande paragrafen werden beschreven en geordend samengevat.

Hierbij is in eerste instantie aangesloten bij de voorschriften in de drie ontgrondingsvergunningen. In de tabel is aangegeven waar deze voorschriften aansluiten bij onderzoeksvragen die vanuit andere kaders zijn gesteld.

Onderzoeksthema's die niet direct verband houden met de vergunningvoorschriften zijn in het tweede deel van de tabel opgenomen. Ook hier is zichtbaar gemaakt wanneer thema's vanuit verschillende kaders zijn genoemd.

Tabel 3-1 Overzicht van voorgestelde onderzoeksvragen

| Onderwerp | MEP 2014-2017 | MER-en | Nadere verdieping | Adviezen Commissie MER | Ontgrondingsvergunningen | NGO's |
|--|---------------|--------|-------------------|------------------------|--------------------------|-------|
| Voorgeschreven onderzoek in ontgrondingsvergunningen | | | | | | |
| Abiotische en biotische ontwikkeling zandwingebieden (2-10 meter) | | | | | X | |
| Methodieken voor in kaart brengen van schelpdierbanken (inclusief ontwikkeling definitie schelpdierbanken) | X | | X | X | X | X |
| Rol van schelpdierbanken in zandwingebieden bij het behalen van de instandhoudingsdoelen van schelpdier etende zeevogels | X | | X | | X | |
| Gevolgen van fijn sediment op schelpdieren, instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 gebieden en het voedselweb van kustgelegen Natura 2000 gebieden en Waddenzee | X | X | X | | X | X |
| Verschuiving kustfundament als gevolg van zandwinning | | | | X | X | |
| Overige onderwerpen | | | | | | |
| Verspreiding van zwarte zee-eenden in relatie tot beschikbaarheid van voedsel (schelpdieren) en verstoring | X | X | X | | X | |
| Verandering korrelgrootteverdeling gedurende het proces van winning en suppleren, in relatie tot ruimtelijke en temporele verschillen | X | | | | | |
| Toekomstige beschikbaarheid geschikt zand | | X | | | | |
| Uitwerken van een 0-scenario als baseline voor beoordeling effecten | | | | | | X |
| Onderzoek naar (positieve) effecten van ontsluiten andere bodemstructuren door zandwinning | | | | | | X |
| Onderzoek naar (positieve) effecten van diepe wingebieden in relatie tot visserij. | | | | | | X |
| Nader onderzoek naar verstoringafstanden en naar effecten van verstoring in de nacht | | | | | | X |

3.2 Selectie onderzoeksvragen

In deze paragraaf vindt een selectie plaats van onderzoeksvragen die nader uitgewerkt worden in dit plan van aanpak voor het MEP 2018-2027.

Deze selectie heeft plaatsgevonden op basis van de volgende stappen:

1. Het onderzoeksthema komt voort uit voorschriften in vergunningen inzake de Ontgrondingenwet. Vanwege het verplichte karakter van deze voorschriften zijn alle onderzoeksthema's die aan dit criterium voldoen geselecteerd.
2. In het kader van het MEP 2014-2017 wordt een aantal onderzoeken voortgezet. De onderzoeken die aansluiten bij de in het kader van vergunningvoorschriften geïdentificeerde onderzoeksvragen worden in het MEP 2018-2027 opgenomen.
3. Check op onderzoeksvragen die aansluiten bij de bovenstaande categorieën, of die als zelfstandige vraag aan het MEP zouden kunnen worden toegevoegd.

Tabel 3-2 geeft het resultaat van deze selectie. In de tabel is aangegeven om welke redenen onderzoeksvragen al dan niet geselecteerd zijn.

Naast de vier in de vergunningvoorschriften genoemde onderzoeksvragen zijn twee vragen t.a.v. zwarte zee-eenden geselecteerd. Deze onderzoeksvragen houden deels verband met de andere vragen die voortkomen uit voorschriften (rol van schelpdierbanken in zandwingebieden als foerageergebied van zwarte zee-eenden, effecten van fijn sediment op voedselketen). Deze vragen kunnen naar verwachting beantwoord worden met data die verzameld worden bij het onderzoek naar zwarte zee-eenden dat in het kader van het MEP 2014-2017 is opgestart.

Het in de ontgrondingsvergunningen opgenomen voorschrift om onderzoek te doen naar de gevolgen van vrijkomen van fijn sediment, sluit aan bij het onderzoek dat in het MEP 2014-2017 is opgestart voor het thema slib, en verenigt verschillende geconstateerde kennisleemten en gestelde vragen die vanuit de verschillende kaders naar voren zijn gebracht (zie ook Tabel 3-1). Bovendien is er een samenhang tussen deze onderzoeksthema's en enkele van de andere thema's. Een voorbeeld hiervan zijn de mogelijke effecten van vertroebeling op kwaliteit van schelpdierbestanden, en daarmee op de zwarte zee-eend. Voor het onderzoek naar deze effecten is inzicht nodig in verspreiding en gedrag van zwarte zee-eenden in relatie tot het voorkomen van voedsel en de aanwezigheid van verstoring. Deze inzichten komen voort uit het onderzoek rond zwarte zee-eenden.

De geselecteerde onderzoeksvragen op basis van de vergunningvoorschriften sluiten aan bij veel van de aanbevelingen die gedaan zijn in de onderzoeken t.b.v. de vergunningverlening, door de Commissie MER en door NGO's (zie hiervoor Tabel 3-1).

In Tabel 3-2 en de onderstaande tekst is gemotiveerd waarom andere onderzoeksvragen zijn afgevalen.

Niet geselecteerde onderwerpen

Verder onderzoek naar zandtransport in relatie tot de ligging van het kustfundament is in het kader van het MEP niet zinvol. Een van de onderdelen van het programma Kustgenese 2.0, dat wordt uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat ten dienste van het kustbeleid, is het uitvoeren van onderzoek naar de zeewaartse grens van het kustfundament. De omvang van de zandtransporten in het diepe deel van de vooroever wordt onderzocht door het uitvoeren van in-situ metingen en het uitvoeren van state-of-art modelberekeningen. Dit onderzoek zal voldoende inzicht opleveren om de invloed van zandwinning op de ligging van het kustfundament in toekomstige MER-onderzoeken te kunnen betrekken.

Het onderzoek naar korrelgrootteverdeling gedurende het proces van winning en suppletie wordt niet opnieuw opgenomen in het MEP 2018-2027. Dit onderzoek wordt in 2018 afgerond.

Onderzoek naar de toekomstige beschikbaarheid van zand is een aanbeveling in de MER-rapporten. Omdat dit geen onderzoek betreft naar de milieugevolgen van de zandwinning is het niet in het MEP opgenomen. Mogelijk wordt dergelijk onderzoek in andere kaders uitgevoerd.

Tabel 3-2 Overzicht en motivatie voor selectie van onderzoeksvragen voor het MEP 2018-2027

| Onderzoeksvragen | Motivatie | Categorieën |
|---|---|-------------|
| Geselecteerde onderzoeksvragen | | |
| Abiotische en biotische ontwikkeling zandwingebieden (2-10 meter) | Voorgeschreven in vergunningen. Gedeeltelijk aan te haken bij ander onderzoek (MV II). | 1, 3 |
| Methodiek voor in kaart brengen schelpdierbanken | Voorgeschreven in vergunningen. Voortzetten van al in gang gezet onderzoek MEP 2014-2017 | 1, 3 |
| Rol van schelpdierbanken in zandwingebieden bij het behalen van de instandhoudingsdoelen van schelpdier etende zeevogels | Voorgeschreven in vergunningen | 1, 3 |
| Gevolgen van fijn sediment op schelpdieren, instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 gebieden en het voedsel web van kustgelegen Natura 2000 gebieden en Waddenzee | Voorgeschreven in vergunningen. Is belangrijke kennisleemte die van invloed kan zijn op toekomstige vergunningverlening. | 1, 2, 3 |
| Verspreiding van zwarte zee-eenden in relatie tot beschikbaarheid van voedsel (schelpdieren) en verstoring | Verband met gevolgen van fijn sediment (zie boven); voortzetting van ingezet onderzoek MEP 2014-2017. Kan van invloed zijn op toekomstige vergunningverlening | 1, 2, 3 |
| Nader onderzoek naar verstoringsafstanden en naar effecten van verstoring in de nacht | Voor zwarte zee-eenden kunnen verstoringsafstanden en verstoring in de nacht afgeleid worden uit data zenderonderzoek | 2, 3 |
| Niet geselecteerde onderzoeksvragen | | |
| Verschuiving kustfundament als gevolg van zandwinning | Hierover is al veel bekend uit lopend onderzoek | - |
| Verandering korrelgrootteverdeling gedurende het proces van winning en suppleren, in relatie tot ruimtelijke en temporele verschillen | Onderzoek is deels afgerond in MEP 2014-2017. Onderwerp is niet door bevoegde gezagen, onderzoeken of NGO's genoemd. | - |
| Toekomstige beschikbaarheid geschikt zand | Niet voorgeschreven. Is alleen een aanbeveling in het MER. Heeft geen directe relatie met milieueffecten | - |
| Uitwerken van een 0-scenario als baseline voor beoordeling effecten | Onderwerp overstijgt de verantwoordelijkheid van alleen zandwinners | - |
| Onderzoek naar (positieve) effecten van ontsluiten andere bodemstructuren door zandwinning | Niet primair verantwoordelijkheid van zandwinners | - |
| Onderzoek naar (positieve) effecten van diepe wingebieden, mede in relatie tot visserij. | Niet primair verantwoordelijkheid van zandwinners | - |

In dit verband is ook onderzoek naar een baseline op basis van een natuurlijk systeem zonder menselijk ingrijpen niet in het MEP opgenomen. Dergelijk onderzoek overstijgt de verantwoordelijkheid van alleen de zand winnende organisaties.

Onderzoek naar de (positieve) effecten van zandwinning is niet in het MEP geselecteerd omdat dit eveneens niet primair de verantwoordelijkheid is van de zand winnende organisaties. In het kader van winning van suppletiezand en ophoogzand wordt niet tot op grote diepte gewonnen. Winnen van zand tot direct op de stoorlaag is momenteel bovendien niet toegestaan.

Kennisprogramma Kustgenese 2.0

Het kennisprogramma Kustgenese 2.0 levert de benodigde (wetenschappelijke) informatie en onderbouwing, zodat in 2020 onderbouwde beslissingen genomen kunnen worden over het benodigde suppletievolume om het kustfundament op peil te houden met de stijgende zeespiegel.

Rond het kustfundament is de volgende beleidsvraag geformuleerd: “Is er een andere zeewaartse begrenzing mogelijk voor het kustfundament?”

De kennisvraag die daarbij hoort is: “Welk deel van het kustprofiel onder water draagt actief bij aan de stabiliteit van de kust (en daarmee de instandhouding van de functies daarbinnen)?”

Om die vraag te beantwoorden worden veldmetingen uitgevoerd en modelsimulaties gedraaid. De uitkomsten van de metingen en modellen worden geïntegreerd in de Atlas van de Vooroever. Hieronder worden de verschillende activiteiten in de meer detail toegelicht (Afkomstig uit het Plan van Aanpak Kustgenese 2.0; update voor 2018 (en 2019) van Deltares).

De metingen in het Kustgenese 2.0 project omvatten:

- bodemkernen van de opbouw van de Noordzeebodem;
- multibeam opnamen van de bodemligging;
- metingen aan de processen van waterbeweging en het transport van zand van meetframes bij Ameland, Terschelling en Noordwijk.

De metingen geven een beeld van de dynamiek van de vooroever, en wat de onderliggende zandtransportprocessen zijn. Deze data zullen worden gebruikt voor het valideren van numerieke procesmodellen op detailschaal en op een grotere ruimtelijke schaal. Deze modellen maken het mogelijk om de vertaling te maken naar een meer ruimtelijk beeld van de zandtransporten op de Nederlandse vooroever, en de drijvende processen hierachter.

Hieronder volgt een toelichting op de verschillende metingen die worden uitgevoerd als onderdeel van het kustgenese project.

Multibeam opnamen

Analyse van hoge resolutie multibeam lodingen, met voldoende overlap parallel aan de kustlijn gevaren, van de vooroever tussen de zeewaartse rand van de brekerbanken en de NAP-20 m lijn. De Nederlandse kust is duidelijk niet uniform. De blijkt onder andere uit de ligging van de overgang van de hellende vooroever naar de vlakke zeebodem, en de vorm van het kustprofiel en daarom wordt op 3 verschillende locaties langs de Nederlandse kust 2 keer worden gemeten, waaronder 1x na het stormseizoen. Hierbij wordt het gehele echosignaal bewaard, in plaats van enkel de bodemligging. Deze multibeam metingen geven o.a. inzicht in de aan- dan wel afwezigheid van bodemstructuren (zoals ribbels en sporen van visserij). De multibeam metingen, tezamen met de kernen, geven inzicht in de bodemdynamiek en daarmee de zandtransportprocessen die optreden op de vooroever.

Bodemkernen

Interpretatie van data van boxcores (ongeveer 0,3 m diep) en vibrocores (tot maximaal 6 m diep) op een aantal verschillende waterdieptes op de vooroever. Er wordt op 3 locaties langs de kust gemeten in samenhang met de multibeam opnames en procesmetingen. Deze kernen geven de bodemopbouw (afzettingsmilieu, harde lagen) en bodemsamenstelling (korrelgrootte, slibfractie). De kernen, tezamen met de multibeam opnames, geven inzicht in de bodemdynamiek en daarmee de zandtransportprocessen die optreden op de vooroever.

Procesmetingen vooroever

Analyse van metingen van bodemtransport, snelheden, sedimentconcentraties en waterstanden vanaf meetframes die zijn ingezet op 3 waterdieptes (12, 16 en 20 m) langs een kustdwarse raai. Vanwege de beperkte dynamiek zal gedurende een relatief lange periode (2 maanden) tijdens het stormseizoen (~oktober - maart) worden gemeten, op 3 locaties (Ameland, Terschelling, Noordwijk) langs de Nederlandse kust. De metingen geven direct inzicht in de optredende zandtransportprocessen op de diepere vooroever

Deze metingen worden mede gebruikt om de modellen te voeden. De metingen zijn beperkt in de plaats en ruimte. Modellen die zijn gekalibreerd en gevalideerd met metingen worden gebruikt om deze leemtes in te vullen. Met scenario-onderzoek wordt vervolgens de systeemkennis vergroot, de zandtransporten op verschillende waterdieptes op de diepe vooroever worden berekenend en de onzekerheden daarin worden bepaald.

Opzet en toepassing Dutch Lower Shoreface Sediment Transport model (DLSSTmodel)

De aanpak kent de volgende twee sporen:

1) Gedetailleerde modellen (online benadering):

- a. Opzetten, kalibreren en valideren hydrodynamica Delft3D detailmodellen twee meetgebieden met metingen;
- b. Toevoegen online sediment transportmodule aan detailmodellen;
- c. Kalibreren en valideren online sedimenttransportmodule;
- d. Kalibreren en valideren 1DV offline benadering met online sedimenttransportmodule.

2) Grootschalig 3D model (offline benadering):

- a. Actualiseren en valideren bestaande grootschalige 3D DFlowFM Noordzee-model;
- b. Opzetten 1 DV offline transportberekeningen voor raaien loodrecht op de Nederlandse kust in combinatie met 10 jaar terugrekenen (hindcast) van hydrodynamica met 3D model en golven uit golftransformatiematrix of uit SWAN-berekeningen;
- c. Uitvoeren scenario-onderzoek met focus op de zandtransporten op verschillende waterdieptes, variaties per jaar en per seizoen en invloed van stormen.

De modellering wordt gebruikt om:

- a. de zandtransportprocessen op de vooroever systematisch te onderzoeken;
- b. de zandtransporten te bepalen voor huidige en toekomstige omstandigheden;
- c. de variatie van de zandtransporten langs de Nederlandse kust te bepalen;
- d. de onzekerheden van de berekende transporten te bepalen.

Integratie in de Atlas voor Diepe Vooroever

In de Atlas van de Vooroever wordt de kennis op basis van de nieuwe metingen en het modelonderzoek geïntegreerd, en gecombineerd met bestaande kennis. Het is feitelijk een uitbreiding van de systeembeschrijving en zal een beschrijving van de dynamica en vormende processen van de vooroever bevatten, alsook een inschatting van netto zandtransporten op dieper water voor verschillende deelgebieden langs de Nederlandse kust.

Door het bijeenbrengen en integreren van bestaande en nieuwe kennis, data en modellen zal de Atlas informatie bevatten over bodemvormen, bodemsamenstelling, zandtransportprocessen en netto zandtransporten langs de Nederlandse kust. Op basis hiervan zullen criteria worden voorgesteld (b.v. diepte, helling, aan- dan wel afwezigheid bodemvormen) voor een aangepaste zeewaartse grens van het kustfundament.

Technisch advies zeewaartse grens

De resultaten van het uitgevoerde morfologische onderzoek naar de zeewaartse begrenzing van het KF, én de korte studie naar niet-morfologische aspecten, zullen in deze integratieslag worden samengevoegd tot een technisch advies. Hierin zullen onderbouwde opties en consequenties voor de zeewaartse grens van het kustfundament worden beschreven.

Door deze activiteiten in het Kustgenese 2.0 project worden leemten in kennis over de effecten van zandwinning op het kustfundament opgeheven, en kunnen deze effecten in toekomstige MER-studies uitstekend beantwoord worden.

3.3 Onderzoeksthema's

De geselecteerde onderzoeksvragen zijn gecombineerd tot vier onderzoeksthema's:

1. **Rekolonisatie.** In dit thema wordt de abiotische en biotische ontwikkeling van middeldiepe zandwingebieden (2-10 meter) onderzocht.
2. **Schelpdierbanken.** Dit onderzoeksthema omvat het onderzoek naar de definitie en functie van schelpdierbanken en naar methodieken om deze vlakdekkend in kaart te brengen. Ook wordt binnen dit thema inzicht gegeven naar de rol van schelpdierbanken in zandwingebieden als voedselgebied voor zwarte zee-eenden.
3. **Zwarte zee-eend.** Binnen dit thema vindt onderzoek plaats naar verspreiding en gedrag van zwarte zee-eenden, in relatie tot voedsel en verstoring. De inzichten uit dit thema kunnen gebruikt worden om de mate van verstoring tijdens de nacht te beoordelen, en worden tevens gebruikt bij het beoordelen van de effecten van fijn sediment gelet op de instandhoudingsdoelstellingen voor de zwarte zee-eend.
4. **Vrijkomen van fijn sediment & ecologie.** Binnen dit thema worden alle vragen onderzocht die verband houden met de gevolgen van het vrijkomen van fijn sediment voor de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden in de Nederlandse kustzone.

De uitwerking van deze onderzoeksthema's vindt plaats in de volgende hoofdstukken.

4 REKOLONISATIE

4.1 Algemene informatie

4.1.1 Aanleiding voor het thema ‘rekolonisatie van zandwingebieden’

Bij middeldiepe zandwinning worden meerdere meters van het zandpakket in een zandwingebied verwijderd. Al het bodemleven dat in en op de bodem leeft wordt hierbij verwijderd. Wat resteert is een nieuw substraat zonder bodemleven. Vanuit deze uitgangssituatie zal het zandwingebied opnieuw ingenomen worden door bodemfauna, en ontstaat een ontwikkeling naar een nieuwe benthosgemeenschap.

In de ontgrondingsvergunningen vragen de bevoegde gezagen inzicht te geven in de abiotische en biotische ontwikkeling van wingebieden waar meer dan 2 m tot maximaal 10 m⁷ onder de oorspronkelijke zeebodem zand is gewonnen.

De gedachte achter deze vraag is om inzicht te verkrijgen in de wijze waarop rekolonisatie van zandwingebieden verloopt, nadat de winning gestopt is. Met dit inzicht kan enerzijds beter voorspeld worden of er blijvende effecten van zandwinning in middeldiepe wingebieden zijn, en wat deze effecten zijn. Anderzijds kan kennis over de wijze waarop die rekolonisatie verloopt en afhankelijk is van abiotische processen bijdragen aan de wijze waarop de wingebieden uitgebaggerd en achtergelaten worden.

In het verleden is al onderzoek gedaan naar de rekolonisatie in ondiepe zandwingebieden (tot 2 meter; Rozemeijer, 2009). Bij het winnen van zand voor de aanleg van Maasvlakte 2 is een diepe zandwinning ontstaan, waarvan de rekolonisatie over de korte termijn is gevolgd (o.a. De Jong, 2016). Onderzoek naar de ontwikkeling op de langere termijn vindt hier nog plaats. Over de ontwikkeling van middeldiepe zandwingebieden (2-10 meter) is echter nog weinig bekend. In de periode 2018-2027 mag volgens de vergunningen 2 km zeewaarts vanaf de doorgaande NAP -20 m dieptelijn tot maximaal 6 meter beneden de zeebodem gewonnen worden (met uitzondering van de verdiepte loswallen waarvoor maximaal 10 m geldt). Bij de vergunning voor suppletiezand staat nog vermeld dat als men dieper wil winnen dat dit alleen is toegestaan na extra onderzoek.

De verwachting is dat in de toekomst ook grotere windieptes aangevraagd worden om aan de toenemende vraag naar zand te kunnen voldoen.

De beschrijving van het thema ‘rekolonisatie’ in dit rapport is gebaseerd op een uitwerking door Sander Wijnhoven (Wijnhoven, 2018a).

4.1.2 Rekolonisatie na zandwinning

In de navolgende tekst zullen vaak gebruikte begrippen zoals “ontwikkeling, successie en rekolonisatie” worden toegelicht. Waar ontwikkeling zowel het abiotische als het biotische deel van het gebied kan beschrijven, betreft rekolonisatie het proces van het arriveren, vestigen en daarna uitbreiden van populaties van soorten die gezamenlijk een gemeenschap zullen vormen. Echter ook de gemeenschappen zijn in ontwikkeling waarbij er duidelijk sprake kan zijn van overgangsgemeenschappen waarbij initieel gevestigde populaties ook weer kunnen afnemen en/of verdwijnen opgevolgd door populaties van andere soorten. Dit proces kan worden aangeduid met successie (een opeenvolging van ontwikkelingsstadia die zowel de abiotische kenmerken als de biotische gemeenschappen kunnen betreffen). Enerzijds kan worden gesproken over de successie van habitats: in relatie tot zandwinning het gevolg van sedimentatie/erosie processen die resulteren in een milieu in ontwikkeling met specifieke kenmerken, die meer of minder geschikt zijn voor specifieke soorten bodemdieren. Anderzijds kan worden gesproken over de successie van gemeenschappen: in relatie tot zandwinning in het bijzonder de vestiging van snel koloniserende soorten, gevolgd door kolonistoren die meer tijd nodig hebben, vaak enige voorbereiding van het milieu behoeven en/of tot op zekere hoogte stabielere omstandigheden nodig hebben. Uiteindelijk leidt dit eventueel tot een

⁷ In de praktijk wordt gewonnen met een diepte van 2 tot 6 meter, met uitzondering van de verdiepte loswallen bij Rotterdam

soort van climax gemeenschap. Beide processen, abiotische en biotische ontwikkeling, lopen parallel en beïnvloeden elkaar. Het is dus niet zo dat een zandwingebied opvult met sediment tot een bepaald eindresultaat waarna bodemdieren terugkeren. De eigenschappen van het sediment en de lokale (hydro)dynamiek bepalen uiteindelijk de geschiktheid van de habitat voor de vestiging van specifieke soorten (Bouma et al., 2005; Evans et al., 2016).

Ecologische verstoring (zoals verhoogde nutriëntgehalten en invloeden van verontreinigingen) door menselijke activiteiten beïnvloeden zwevend stofgehalten en stromingspatronen. De impact van bodemverstoringen zoals visserij, golfwerking door scheepvaart en effecten van klimaatsverandering zoals temperatuursveranderingen, zijn van invloed op de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschappen in de zandwingebieden (Wijnhoven & Bos, 2017; Min IenW & Min LNV, 2018; Wijnhoven, 2018b). Het is dan ook van belang om de ontwikkeling van zandwinlocaties te zien in het licht van de algemene ontwikkelingen in de regio en in de directe omgeving in het bijzonder.

De zone waar zandwinning mogelijk is, tussen de doorlopende -20 meter NAP-lijn en de 12 mijlsgrens, wordt gekenmerkt door van nature hoogdynamische omstandigheden, waar bodemdiergemeenschappen worden gekenmerkt door lage soortenrijkdom, diversiteit en biomassa (Rozemeijer, 2009). Daarnaast is er sprake van een noord-zuid gradiënt in natuurlijke soortenrijkdom en -diversiteit van de bodemdiergemeenschappen in de Noordzee (Van Loon et al., 2018). Anderzijds is de druk op de gemeenschappen, naast de impact van zandwinning, ook historisch gezien het grootst in de kustgebieden en de nabije offshore gebieden in de Zuidelijke Noordzee waar diverse activiteiten en waterkwaliteit beïnvloedende factoren accumuleren. Het benthos in de kustgebieden is overwegend kortlevend wat maakt dat het herstel van de gemeenschappen ook relatief snel kan verlopen. De niet al te hoge levensverwachting van benthos in de kustgebieden is overigens ook deels een gevolg van de invloed van niet-natuurlijke verstoringen.

Fasering in ontwikkeling

Uiteraard is de ontwikkeling van bodemdiergemeenschappen na verstoring (of fysieke verwijdering) een continu geleidelijk verloopend proces. Er zijn echter enkele fases te onderscheiden. Rekening houdend met de abiotische en biotische ontwikkeling die elkaar beïnvloeden, is te verwachten dat in eerste instantie na (en wellicht ook al tijdens) zandwinning er sprake is van een situatie waarin sedimentatie en erosie de boventoon voeren. Wanneer de eerste meest onstuimige fase is geweest, en de ontwikkeling van het wingebied zich enigszins heeft gericht naar de nieuwe omstandigheden is er snel sprake van een fase waarin typische koloniserende soorten zich vestigen. Het betreft hier r-strategen met frequente en talrijke nakomelingen, die over behoorlijke afstanden kunnen verspreiden en profijt hebben van een situatie met weinig concurrentie. Ook een aantal mobiele soorten, die zich vooral passief laten meevoeren naar nieuw te koloniseren gebieden behoren tot de typische r-strategen. De eerste koloniserende soorten zijn veelal nodig voor het actief maken van de bodem, het aanbrengen van enige structuur, en creëren van omstandigheden die geschikt zijn voor de vestiging van additionele soorten. In de fase hierna kunnen de gemeenschappen nog wat fluctuaties laten zien passende bij variatie in het te ontstane abiotische milieu, en afwisselend het opkomen en verdwijnen van soorten. Nadat eerst de aantallen toenemen, groeit vervolgens het aantal soorten en de soortendiversiteit, waarna ook de aantallen van de later vestigende soorten toenemen. De biomassa neemt veelal meer geleidelijk toe omdat de aantallen hier vaak minder aan bijdragen, maar eerder de grootte/leeftijd van de zich vestigende individuen. Kwetsbaardere soorten zullen maar langzaam terugkeren. Deze kwetsbare soorten zijn over het algemeen zeer schaars in de zone waar de zandwingebieden liggen, dus ook in de referentiegebieden. Met de ontwikkeling van de gemeenschappen zoals beschreven zal ook geleidelijk het belang van de gemeenschappen met betrekking tot verschillende ecologische functies toenemen. Als voedselbron voor specifieke vissen kunnen de gemeenschappen al vrij snel waardevol zijn, terwijl soorten afhankelijk van grotere schelpdieren wellicht langer de gevolgen zullen ondervinden. De habitat stabiliserende functie, de filtrerende functie met betrekking tot de waterkolom, de biodiversiteit accelererende functie of de nutriënt recyclerende functie (om enkele functies te noemen), zullen geleidelijk toenemen.

Afhankelijk van de wijze waarop de zandwinning plaatsvindt, en de vorm van het wingebied in relatie tot de lokale abiotische condities, is te verwachten dat het materiaal dat in wingebieden sedimenteert anders kan zijn dan in de directe omgeving. De verwachting is dat met de diepte, de kans op slibrijker sediment (onder invloed van een afname van de lokale hydrodynamiek) toe neemt. Ook al hebben verschillende soorten een brede tolerantie ten opzichte van slibgehalten (Rozemeijer, 2009), is het aannemelijk dat vooral in het geval

van rekolonisatie startende met grotendeels onbezet substraat, zich een gemeenschap zal ontwikkelen die past bij slibrijkere omstandigheden.

Wanneer het nieuwgevormde habitat met geassocieerde soorten wel een dynamisch evenwicht bereikt, passende bij de karakteristieken van de Noordzeekustzone en nabije offshore, waarbij de specifieke functies van de gemeenschappen in vergelijkbare mate zijn ontwikkeld, dan is er weinig reden om de nieuwgevormde situatie als minder waardevol te omschrijven. Te denken valt aan de vorming van een gemeenschap behorende bij een slibrijker substraat type zoals ook elders in de kustzone aangetroffen.

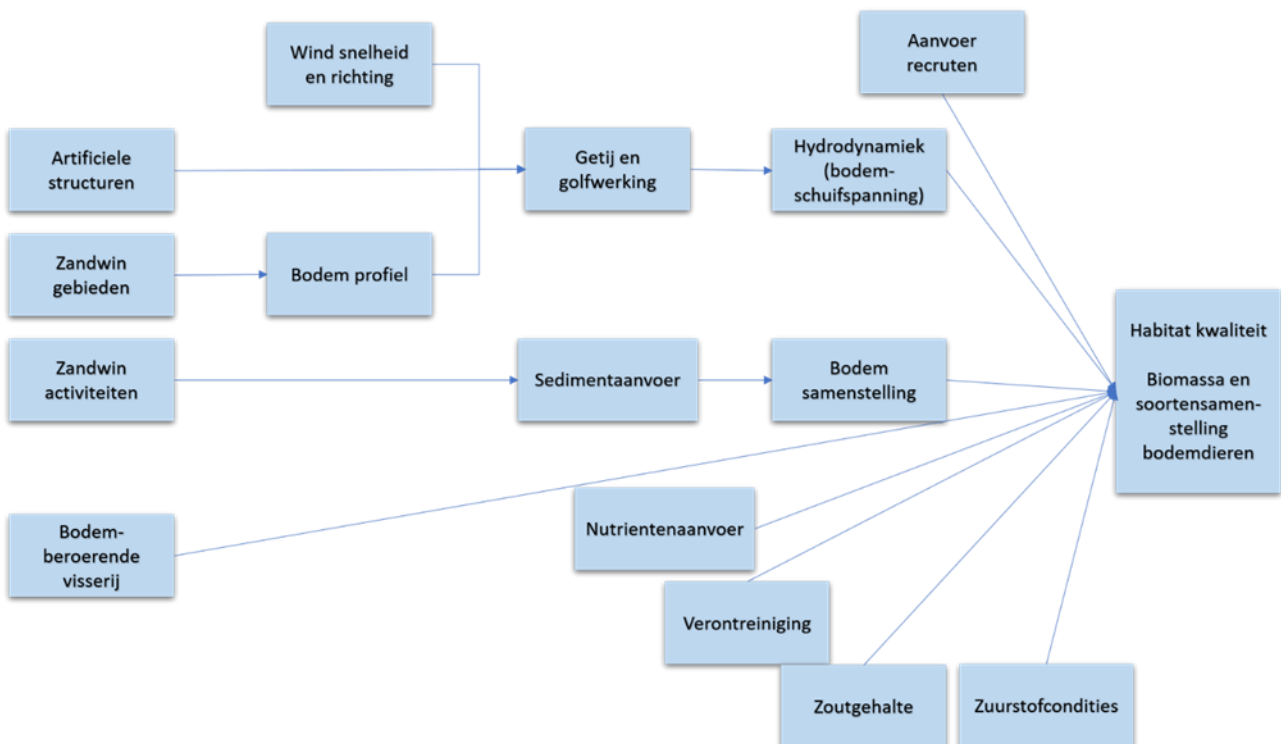
4.2 Uitwerking in MEP 2018-2027

4.2.1 Effectketen

Middeldiepe zandwinning (2-10 meter) leidt tot het minimaliseren van de kwaliteitstoestand van het benthische habitat op de uitvoerlocaties. Aangezien na de uitvoering van de zandwinning het benthos ontbreekt, is ook de waarde van het gebied voor foeragerende vissen, eventueel zwarte zee-eenden en visetende vogels minimaal door grotendeels ontbrekend voedselaanbod. Zich mogelijk ontwikkelende schelpdierbanken, kokerwormriffen en/of andere biogene structuren zijn weggenomen waarmee potentieel de ontwikkeling van die structuren wordt beïnvloed. Effecten van ingrepen zijn naar verwachting van tijdelijke aard en zijn qua impact minder groot in vergelijking tot ondiepe winning van hetzelfde volume (vanwege het kleinere oppervlak dat beïnvloed wordt).

Na zandwinning zal geleidelijk sedimentatie plaats vinden in het wingebied waarmee nieuw potentieel kwalitatief habitat ontstaat. Naast verandering van de kwaliteitstoestand van het habitat, veranderen de potenties voor de vorming van biogene structuren, potenties van het gebied als leef- en foerageergebied voor vissen en de genoemde vogels.

De waarde van nieuw habitat met betrekking tot verschillende ecologische functies kan vergelijkbaar zijn met uitgangssituatie, maar kan, door veranderde abiotische omstandigheden, ook groter of kleiner zijn.



Figuur 4-1 Schematische weergave van factoren die een rol spelen en/of direct of indirect invloed hebben op de samenstelling van de benthische gemeenschappen, waarmee tevens de kwaliteit van de benthische habitats (KRM en HR) wordt beoordeeld.

De habitatkwaliteit van de zeebodem, te meten aan de biomassa en soortensamenstelling van de bodemdiergemeenschappen, kan worden beoordeeld door deze te vergelijken met de te verwachten samenstelling onder gunstige condities, behorende bij het aangetroffen/ontwikkelde habitat.

In Figuur 4-1 is een schematische uitwerking gegeven van de factoren die een rol spelen bij de samenstelling van benthosgemeenschappen. De samenstelling van de bodemdiergemeenschappen wordt grotendeels bepaald door de hydrodynamische omstandigheden (bodemschuifspanning) en de sedimentsamenstelling (korrelgrootte sortering en percentage organisch stof) van de biologisch actieve laag. Indicatief zijn de bovenste 8 cm van de bodem het belangrijkste voor bodemdieren, maar bodemdieren kunnen tot 30 cm of zelfs dieper voorkomen. Hydrodynamische omstandigheden en sedimentsamenstelling staan onder invloed van getij en golfwerking, eventueel in combinatie met de aanvoer van sediment. Op natuurlijke wijze worden ze bepaald door windsnelheden en windrichting, maar zandwinactiviteiten en het ontstaan van zandwingebieden met invloed op het bodemprofiel hebben invloed op de genoemde parameters die een ecotoop (abiotische condities met bijbehorende kenmerkende biotische gemeenschappen) beschrijven. Daarnaast is ook het zoutgehalte van belang, maar hierin worden geen belangrijke veranderingen door zandwinning verwacht.

Naast zandwinactiviteiten kan ook bodem beroerende visserij in de omgeving effect hebben op de sediment aanvoer. Maar zeker zo belangrijk; bodem beroerende visserij zal direct de in de zandwingebieden aan te treffen bodemdierengemeenschappen bepalen, en het voorkomen van specifiek gevoelige soorten beïnvloeden.

Bepalend voor de bodemdiergemeenschappen zijn tevens de aanwezigheid van nutriënten en verontreinigingen. Nutriënten zijn gedeeltelijk, verontreinigingen zijn grotendeels door menselijk toedoen in het kustmilieu aanwezig. Het effect van nutriënten en verontreinigingen kan in combinatie met een lage hydrodynamiek en een specifiek organisch stof-rijk habitat in extreme omstandigheden leiden tot zuurstofarme condities met potentieel grote impact op de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschappen.

Met betrekking tot het herstel van bodemdiergemeenschappen is het van belang dat locaties bereikbaar zijn voor eventueel te verwachten soorten, en wordt de rekrutering bepaald door de connectiviteit (onder invloed van wind, getij en golfwerking) met bron populaties.

Tenslotte kunnen de bodemgemeenschappen ook zelf weer een effect hebben op factoren als bodemsamenstelling, zuurstof condities, hydrodynamiek en potenties voor rekrutering door (andere soorten).

4.2.2 Evaluatievraag

In de ontgrondingsvergunningen van Rijkswaterstaat en ILT is het volgende voorschrift opgenomen:

- Inzicht geven in de ontwikkeling van wingebieden waar meer dan 2 m tot maximaal 10 m onder de oorspronkelijke zeebodem zand is gewonnen, zowel voor wat betreft biotische (benthos) als abiotische parameters (o.a. sedimentsamenstelling, opvulling, talud verloop) in de jaren na het verlaten van de winlocatie.

Dit voorschrift vraagt om een feitelijke beschrijving van de ontwikkeling van de wingebieden, zonder dat de beschreven ontwikkelingen worden verklaard vanuit eigenschappen van de zandwingebieden zelf en vanuit de relaties tussen abiotische en biotische ontwikkelingen.

Voor het beschrijven van effecten van toekomstige zandwinningen in MER-en en andere effectenstudies, is het echter van belang om inzicht te verkrijgen in de relatie tussen ligging en vorm van de middeldiepe zandwingebieden en de ontwikkeling van bodemgemeenschappen. Deze kennis biedt bovendien aanknopingspunten om gericht te sturen op de locaties waar, en de wijze waarop toekomstige zandwinningen worden uitgevoerd, met het oog op bescherming en ontwikkeling van de diversiteit van het bodemleven in de Noordzee.

Om deze reden is de volgende evaluatievraag geformuleerd:

Hoe verloopt de ontwikkeling van benthosgemeenschappen van middeldiepe zandwingebieden na zandwinning in relatie tot de karakteristieken van het wingebied en de veranderende abiotische condities?

4.2.3 Onderliggende onderzoeksvragen en hypothesen

Kennisvragen

Deze evaluatievraag is verder uitgewerkt in een aantal kennisvragen:

Kennisvraag 1: Welke benthosgemeenschappen ontwikkelen zich in middeldiepe zandwingebieden na afronding van de zandwinning?

- a. Welke fases kunnen in de ontwikkeling van de benthosgemeenschappen worden onderscheiden en hoe lang duren de verschillende fases?
- b. Hoe kunnen de benthosgemeenschappen van de verschillende fases worden gekarakteriseerd op basis van bodemdierparameters en/of samenstelling?

Kennisvraag 2: Welke factoren bepalen in welke mate de aan te treffen benthosgemeenschappen in middeldiepe zandwingebieden?

- c. In hoeverre wordt de ontwikkeling van de benthosgemeenschappen bepaald door de regionaal heersende condities (dominante abiotische omstandigheden) en in welke mate speelt de vorm en ligging van een zandwingebied na winning daarbij een rol?
- d. In welke mate spelen lokale (in en rond het zandwingebied) en regionale verstoringen (effecten van menselijke activiteiten) een rol in de ontwikkeling van middeldiepe zandwingebieden?
Vraag 1 richt zich op de feitelijke omschrijving van de ontwikkeling van benthosgemeenschappen in verlaten zandwingebieden, en het proces waarmee deze ontwikkeling verloopt.

In vraag 2 wordt nader toegespitst op de invloed van de ligging en vorm van zandwingebieden, en de (mede daardoor) heersende abiotische condities bij de ontwikkeling van (eventueel verschillende) benthosgemeenschappen, en op de invloed van verstoring door menselijke activiteiten.

Hypothesen

Aan deze onderzoeksvragen zijn de volgende hypothesen verbonden:

1. Ontwikkeling van bodemdiergemeenschappen:
 - a. Rekolonisatie van zandwingebieden verloopt volgens een typisch patroon met vestiging van pionierssoorten opgevolgd door tijdelijke gemeenschappen passende bij een habitat in ontwikkeling en uiteindelijk de meer stabiele gemeenschappen bestaande uit soorten indicatief voor onverstoorde (niet antropogeen verstoorde) milieus. De duur van de fases wordt vooral bepaald door de relatieve stabiliteit van abiotische condities (habitat veranderingen), waarbij natuurlijke fluctuaties ook onderdeel kunnen uitmaken van een stabiele toestand.
 - b. De ontwikkeling van benthosgemeenschappen gaat gepaard met typische patronen in bodemdierparameters als dichtheden, biomassa, soortenrijkdom en –diversiteit en verschuivingen in het relatieve voorkomen van ecologische groepen (als voedingswijzen en voortplantings- en populatieontwikkelingsstrategieën).
2. Relaties met zandwingebieden, abiotische condities en verstoring:
 - c. De benthosgemeenschappen worden bepaald door de lokale abiotische condities (het habitattypen) in het wingebied. Dezen worden naast de dominante fysische patronen in de regio bepaald door de vorm en ligging van het wingebied.
 - d. De uiteindelijke soortensamenstelling in voormalige zandwingebieden wordt bepaald door het type en de mate van onnatuurlijke verstoring op de locatie, en de aanwezigheid van bronnen voor rekolonisatie (afhankelijk van verstoring op regionaal niveau).

4.2.4 Informatiebehoefte en informatiestrategie

Informatiebehoefte

Om de ontwikkeling van bodemdiergemeenschappen te volgen, en te verklaren vanuit de eigenschappen van de zandwingebieden en de abiotische ontwikkeling dient een groot aantal parameters gevolgd te worden.

Globaal kan het daarbij gaan om de volgende gegevens:

1. Specifieke data onderzoeksgebieden (data dienen een representatieve spreiding in omstandigheden/wingebied-specificaties en de tijd na winning te bestrijken):
 - Specificaties wingebieden:
 - ligging;
 - oppervlak;
 - diepte winning;
 - jaar van laatste of geplande laatste winning.
 - Profielen voor abiotische parameters in wingebieden en op representatieve referentielocaties. Hierbij wordt gedacht aan parameters als:
 - sedimentsamenstelling (mediane korrelgrootte, organisch stofgehalte, slibgehalte);
 - bodemschuifspanning, diepte, zuurstofverzadiging) gekoppeld aan tijdindicatie na winning;
 - algemene informatie met betrekking tot lokale omstandigheden (dominante stroomrichting en sterkte, saliniteit, temperatuur).
 - Representatief beeld bodemdiergemeenschappen in wingebieden en op representatieve referentielocaties, zoals:
 - soorten;
 - aantallen in combinatie met bemonsterd oppervlak;
 - grootte/lengte;
 - biomassa als asvrijdrooggewicht.
2. Mogelijk te gebruiken data met betrekking tot de regio (kustzone en nabije offshore Nederlandse Noordzee), zoals bijvoorbeeld:
 - inzicht in (ontwikkeling) bodemdiergemeenschappen kustzone en nabije offshore in relatie tot aanwezige habitats;
 - inzicht in visserijdruk, eveneens te specificeren voor zandwingebieden en referentielocaties;
 - sediment gehalten en kwaliteitskenmerken van de waterlaag;
 - zandwinlocaties met periode van uitvoering;
 - inzicht in baggerwerkzaamheden en aanwezigheid windmolenparken met eventuele impact op ontwikkeling zandwingebieden.
3. Algemene informatie, zoals:
 - specifieke soorten met indicatiewaarden (eigenschappen en functies soorten en gemeenschappen)

Voor het analyseren van de verzamelde data en het leggen van relaties tussen de aangetroffen bodemfauna en kenmerken van c.q. condities binnen de zandwingebieden kunnen statistische technieken worden toegepast (multivariate- en trendanalyses), en specifieke benthos/habitat kwaliteitsindices worden toegepast.

Informatiestrategie

De meest ideale methode om de ontwikkeling van zandwinputten te volgen is een BACI-experiment. BACI staat voor Before – After – Control – Impact. Hierbij wordt de ontwikkeling van een zandwingebied vanaf het moment van stopzetten van de winning in de tijd gevolgd, en vergeleken met de situatie die voor de start van de zandwinning aanwezig was (T0). Gedurende de looptijd van het experiment worden op vooraf bepaalde momenten verschillende parameters verzameld (zie hierboven). De ontwikkeling van deze parameters kan dan vergeleken worden met de T0-situatie en de verschillende meetmomenten.

Door zandwingebieden te selecteren die verschillende eigenschappen hebben (ligging binnen de Noordzee, afstand tot de kust, verwachte ontzandingsdiepte en verwachte wijze van ontzanding), kan de ontwikkeling van de benthosgemeenschappen onder verschillende condities gevolgd worden.

De voorwaarden voor een dergelijk BACI-experiment zijn:

- Beschikbaarheid van zandwingebieden met verschillende eigenschappen, zoals hierboven genoemd;
- Beschikbaarheid van zandwingebieden waar nog niet eerder zand gewonnen is, of waar deze zandwinning al geruime tijd geleden gestopt is (en waar zich een stabiele bodemdieren gemeenschap heeft ontwikkeld);
- De waarborg dat gedurende de looptijd van het experiment geen nieuwe zandwinning plaatsvindt binnen het zandwingebied.

Daarnaast kan een survey van bestaande zandwinputten uitgevoerd worden. Hierbij worden vergelijkbare data verzameld in zandwinputten met verschillende eigenschappen en van verschillende ouderdom (gemeten vanaf het moment van stopzetten van de winning).

Voor deze zandwinputten is geen T0 meting mogelijk, omdat de zandwinning immers al heeft plaatsgevonden. Referenties worden daarom verkregen in nabijgelegen gebieden waar geen zandwinning heeft plaatsgevonden.

In beide methoden moeten de effecten van andere verstoringsbronnen, met name visserij, worden meegenomen, omdat deze sterke invloed kunnen hebben op de wijze waarop bodemdiergemeenschappen zich kunnen ontwikkelen, in zowel de referentiesituaties als in de zandwingebieden.

Beide methodieken kunnen ook gecombineerd worden uitgevoerd.

Het is op voorhand onzeker of er op basis van dit onderzoek duidelijke verschillen in ontwikkeling tussen verschillende zandwingebieden onderling, en ten opzichte van referentiegebieden vastgesteld zullen gaan worden. Dit mede gezien de naar verwachting grote invloed van visserijdruk op zowel de zandwingebieden zelf als de referentiegebieden en -situatie, die een nivellerende invloed kan hebben op de samenstelling van de bodemdiergemeenschappen. Overigens is ook de constatering dat deze verschillen niet ontstaan een valide resultaat van een dergelijk experiment.

4.2.5 Herkomst van benodigde data

De hierboven genoemde informatie kan bijvoorbeeld als volgt verzameld worden:

- Uitvoer Survey en BACI experiment met vlakdekkende multibeam opnamen (diepte: tevens als input voor 2D (of 3D) modellering bodemschuifspanning), gecombineerde boxcore en schaaft inventarisatie voor samenstelling bodemdiergemeenschappen, metingen van sedimentsamenstelling vanuit de boxcores, aan boxcore gekoppelde meting van saliniteit, temperatuur (CTD) en zuurstofgehalte (is aparte sensor die aan CTD dient te worden toegevoegd), in geselecteerde zandwingebieden en referentiegebieden (zie details locatiekeuze hieronder).
- Informatie uit sediment-transport modellering kustzone (2D of 3D modellering).
- Informatie en beoordelingen vanuit de KRM (BISI-methode ontwikkeling, T0 en toekomstige evaluaties: indicatief 2018, 2021, etc.): baseline ontwikkeling zeebodembodem habitatkwaliteit kustzone, Habitat Richtlijn habitatype H1110b en relevante ecotopen. Mogelijk uitbreiden/afstemmen informatie (database) met betrekking tot eigenschappen en karakteristieken bodemdieren kustgebieden en nabije offshore (wordt/is ten minste gedeeltelijk voor potentiële indicatorsoorten in kader van OSPAR uitgewerkt).
- Informatie voor bodemdierrekrutering uit deskstudie rekruteringsmogelijkheden potentiële indicatorsoorten (combineren informatie timing en frequentie rekruten (adulten en larven) met stromingsmodel en aanwezigheid bronpopulaties in Zuidelijke Noordzee).
- Rekolonisatie/ontwikkeling zandwingebieden combineren met visserijdruk indicator (OSPAR/ICES) ter plekke en op basis van sedimenttransport model de mogelijke invloed van zandwinning, bodemberoerende visserij, baggerwerkzaamheden en windmolenparken op de ontwikkeling van wingebieden kwantificeren.

Bovengenoemde opzet van het onderzoek is een eerste gedachte over een mogelijke invulling. Een verdere kwantitatieve uitwerking van de parameters die in het onderzoek worden betrokken, zal in het uitvoeringsprogramma voor dit thema worden opgenomen. Hierbij zal ook een betrouwbaarheidsanalyse worden uitgevoerd worden, om te waarborgen dat de resultaten van het onderzoek aansluiten bij de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid die vereist is om de evaluatievragen te kunnen beantwoorden.

4.2.6 Aansluiting bij lopend onderzoek en gedeelde belangen

Voor het beoordelen van de kwaliteit van gebieden op basis van benthos is de Benthische Indicator Soorten Index (BISI) ontwikkeld. Met behulp hiervan kan op basis van een aantal indicatorsoorten de rol van verschillende drukken op het systeem worden geëvalueerd. Hiermee kan potentieel inzichtelijk worden gemaakt of specifiek de zandwinactiviteiten of eerder andere factoren, zoals visserij-gerelateerde impact of ecologische verstoring een rol spelen in mogelijke verschillen in ontwikkeling van gemeenschappen in verschillende (proef)gebieden (Wijnhoven & Bos, 2017; Wijnhoven, 2018b). Op dit moment wordt de BISI verder ontwikkeld en gestandaardiseerd.

Bij het inwinnen van data in de zandwingebieden kan worden aangesloten bij de gangbare monitoring die een beeld geeft van de autonome ontwikkelingen en of de toestand van potentiële referentiegebieden. Voor de Nederlandse Noordzee en de kustzone in het bijzonder kan gebruik worden gemaakt van de resultaten van het KRM-monitoringprogramma, bestaande uit een 3-jaarlijkse vroege voorjaarsbemonstering met boxcores en schaven (Min IenW & Min LNV, 2018). Met betrekking tot schaaf gerelateerde soorten kunnen tevens de WOT-schelpdiersurvey resultaten worden ingezet die jaarlijks inzicht kunnen geven (Troost et al., 2017). De periodieke evaluaties en rapportages met betrekking tot de KRM zullen ook inzicht geven in de rol en ontwikkeling van drukfactoren in de zone waar zandwinning plaats vindt. In dit kader is vooral ook de periodieke evaluatie van de visserijdruk (ICES 'Fishing Pressure Index' op basis van VSM (Vessel Monitoring System) data), waarin aandacht is voor de mate van en onderscheid in type verstoring en de specifieke gevoeligheid van verschillende habitats, van belang (Min IenW & Min LNV, 2018). Ook kan informatie aangaande de ontwikkelingen in nutriëntgehaltenes en de verontreinigingstoestand worden betrokken uit de gangbare MWTL (Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands) monitoring voor de Noordzee.

Binnen OSPAR (de Benthic Habitat Expert Group) vindt momenteel verdere afstemming plaats van habitat evaluatie methodieken en indicatoren. Het betreft voornamelijk standaardisatie van de selectie van indicatorsoorten en afleiding van referentiewaarden. In dat kader wordt onder andere gekeken of de indeling en karakterisering van soorten op basis van 'traits' (kenmerken die worden gekoppeld aan de kwetsbaarheden en/of capaciteiten van soorten, waarmee de indicatiewaarde van soorten wordt gedefinieerd) beter kan worden afgestemd. De praktijk is dat er op dit moment verschillende initiatieven zijn (of zijn geweest) waarin soorten worden ingedeeld op basis van traits. Ook onafhankelijk van de BISI is consensus en aanvulling met betrekking tot de indicatorwaarde van soorten in de Zuidelijke Noordzee van belang voor de beoordeling van herstel van zandwingebieden. Te meer wanneer de verwachting is dat ook andere verstoringen een grote rol spelen, en/of wanneer gemeenschappen voor en na zandwinning, ook na rekolonisatie, naar verwachting niet exact dezelfde zullen zijn

4.3 Voorlopige planning

De voorlopige planning voor de uitvoering van dit thema is opgenomen in Tabel 4-1.

In deze planning is uitgegaan van een gecombineerde uitvoering van een BACI-experiment en een survey. In het BACI-experiment wordt in dit voorbeeld, na afronding van de zandwinning, om de twee jaar gemeten, geanalyseerd en gerapporteerd. Beoogd wordt beide onderzoeken te laten starten in de tweede helft van 2018 met het uitwerken van een uitvoeringsprogramma, waarbij ook de selectie van geschikte gebieden plaats kan vinden. Deze selectie en het uitvoeringsprogramma worden verantwoord in een eerste rapportage, die besproken wordt met het bevoegd gezag.

Tabel 4-1 Planning onderzoeksthema 'rekolonisatie'

| | 2018 | | 2019 | | | | 2020 | | | | 2021 | | | | 2022 | | | | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | |
|--------------------------|------|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|------|------|------|------|--|
| | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | |
| Survey | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uitvoeringsprogramma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Selectie gebieden | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data-inwinning | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyse en rapportage | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BACI-analyse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Selectie gebieden | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T0-meting | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T2 (na 2 jaar) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T4 (na 4 jaar) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T6 (na 6 jaar) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyse en rapportage | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Winning op BACI-locaties | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rapportages | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Het is op voorhand onzeker of voldoende geschikte gebieden kunnen worden gevonden, voor zowel een BACI-experiment als een Survey. De voor zandwinning beschikbare gebieden worden frequent en intensief gebruikt. Gebieden waar gedurende langere tijd geen zandwinning heeft plaatsgevonden (survey), of zal gaan plaatsvinden na een initiële winning (BACI) zijn naar verwachting schaars. Ook moet de winning in een locatie voor het BACI-experiment in relatief korte tijd worden uitgevoerd. Dat betekent dat het twijfelachtig is of voor de survey voldoende geschikte zandwingebieden beschikbaar zijn met een relatief lange ontwikkeltijd. Het BACI-experiment kan alleen uitgevoerd worden wanneer de garantie bestaat dat een gebied gedurende de looptijd van het experiment niet opnieuw wordt gebruikt voor zandwinning. Mogelijk zijn zandwingebieden die gebruikt worden voor de uitvoering van kustsuppleties het meest geschikt.

In het uitvoeringsprogramma zal worden beoordeeld of kan worden voldaan aan de uitgangspunten voor het voorgestelde onderzoek. Wanneer onvoldoende geschikte gebieden kunnen worden geselecteerd, zal met het bevoegd gezag worden besproken of het feitelijke onderzoek desondanks opgestart wordt, of dat een alternatieve opzet van het onderzoek ontwikkeld kan worden.

Het BACI-experiment heeft een lange doorlooptijd, omdat gedurende het experiment zowel de T0-meting, de zandwinning zelf als de verschillende meetmomenten moeten worden uitgevoerd. Voor de gebieden die meedoen in het BACI-experiment, en waar de zandwinning nog niet is begonnen, kan in 2019 een T0 meting worden gedaan. Deze metingen kunnen ook als referentie dienen voor de eventuele uitvoering van een survey.

In deze voorbeeldplanning wordt in 2019 en 2020 twee jaar uitgetrokken voor de data-inwinning voor de survey. In deze periode kan ook de zandwinning plaats vinden in de proefgebieden voor het BACI-experiment. In Q4 van 2021 worden bij de survey verzamelde data geanalyseerd en gerapporteerd. De resultaten van deze survey kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden om, indien nodig, de aanpak van het vervolg van het BACI-experiment verder aan te scherpen (bijvoorbeeld de meetfrequentie), en om de verwachte duur van het experiment te bepalen (aan de hand van de geconstateerde ontwikkeltijden).

Het BACI-experiment zelf kan worden uitgevoerd vanaf 2023 (twee jaar na stopzetten winning). In de jaren 2025 en 2027 kunnen de T4 en T6 metingen worden gedaan. Rapportage vindt plaats aan het einde van 2027. Bij elke meting wordt een tussenrapportage opgeleverd. Wanneer uit de analyse van de data blijkt dat de ontwikkeling van de zandwingebieden in 2027 nog niet heeft geleid tot een stabiele eindsituatie, kan het experiment in de volgende MEP-periode eventueel worden voortgezet.

5 SCHELPIERBANKEN

5.1 Algemene informatie

5.1.1 Aanleiding voor het thema ‘schelpdierbanken’

Tijdens de zandwinning worden vrijwel alle lokaal aanwezige weekdieren en andere bodembewoners opgezogen en met het zand afgevoerd. De commissie MER heeft in haar toetsingsadvies in 2008 daarom al geadviseerd om voorafgaand aan de zandwinning de ligging van banken van levende, waaronder ingegraven, schelpdieren zichtbaar te maken door middel van bodembemonsteringen dan wel door een andere eenvoudig toe te passen meettechniek (Commissie MER, 2008). Dit advies is overgenomen door het bevoegd gezag en opgenomen als verplichting 5.3 in de in 2013 afgegeven beschikking op grond van de ontgrondingenwet voor het winnen zand op de Noordzee. Het is niet toegestaan om zandwinning te laten plaatsvinden binnen een afstand van 100 meter van levende schelpdierbanken.

Naleving van dit voorschrift wordt bemoeilijkt door twee aspecten. Enerzijds bestaat er geen eenduidige algemeen geaccepteerde definitie van het begrip “schelpenbank” anderzijds zijn technieken om schelpdierbanken vlakdekkend in kaart te brengen nog in ontwikkeling en daarmee onvoldoende operationeel.

De huidige methoden voor het bemonsteren van schelpdieren zijn niet geschikt zijn voor het in kaart brengen van schelpdierbanken. Enerzijds omdat deze methoden uitgaan van steekproeven op meetpunten die op te grote afstand van elkaar liggen om betrouwbare interpolaties te maken. De grenzen van eventueel aanwezige schelpdierbanken kunnen daarom niet in kaart worden gebracht. Intensivering van het meetnet in alle zandwingegebieden zou tot onaanvaardbaar hoge kosten leiden. Daarnaast heeft de bestaande methode een lange doorlooptijd. Tussen het uitvoeren van de metingen en de verslaglegging kan meerdere maanden liggen.

Bij gebrek aan geschikte methodieken wordt getracht het vergunningvoorschrift om geen zand te winnen binnen een afstand van 100 meter nabij of in levende schelpenbanken in de praktijk na te leven door visuele inspectie van de beun. Zowel bij kustonderhoud als bij commerciële toepassing van zand is het ongewenst om schelpen op te baggeren. De zandwinners zullen daarom op het moment dat zij grotere aantallen schelpen op baggeren de betreffende zandwinlocatie verlaten en een andere locatie opzoeken, waar minder schelpdieren leven. Het belang van de zandwinners loopt hiermee parallel aan het belang van de instandhouding van schelpdieren, waardoor significante aantasting van schelpdierbanken zal worden voorkomen.

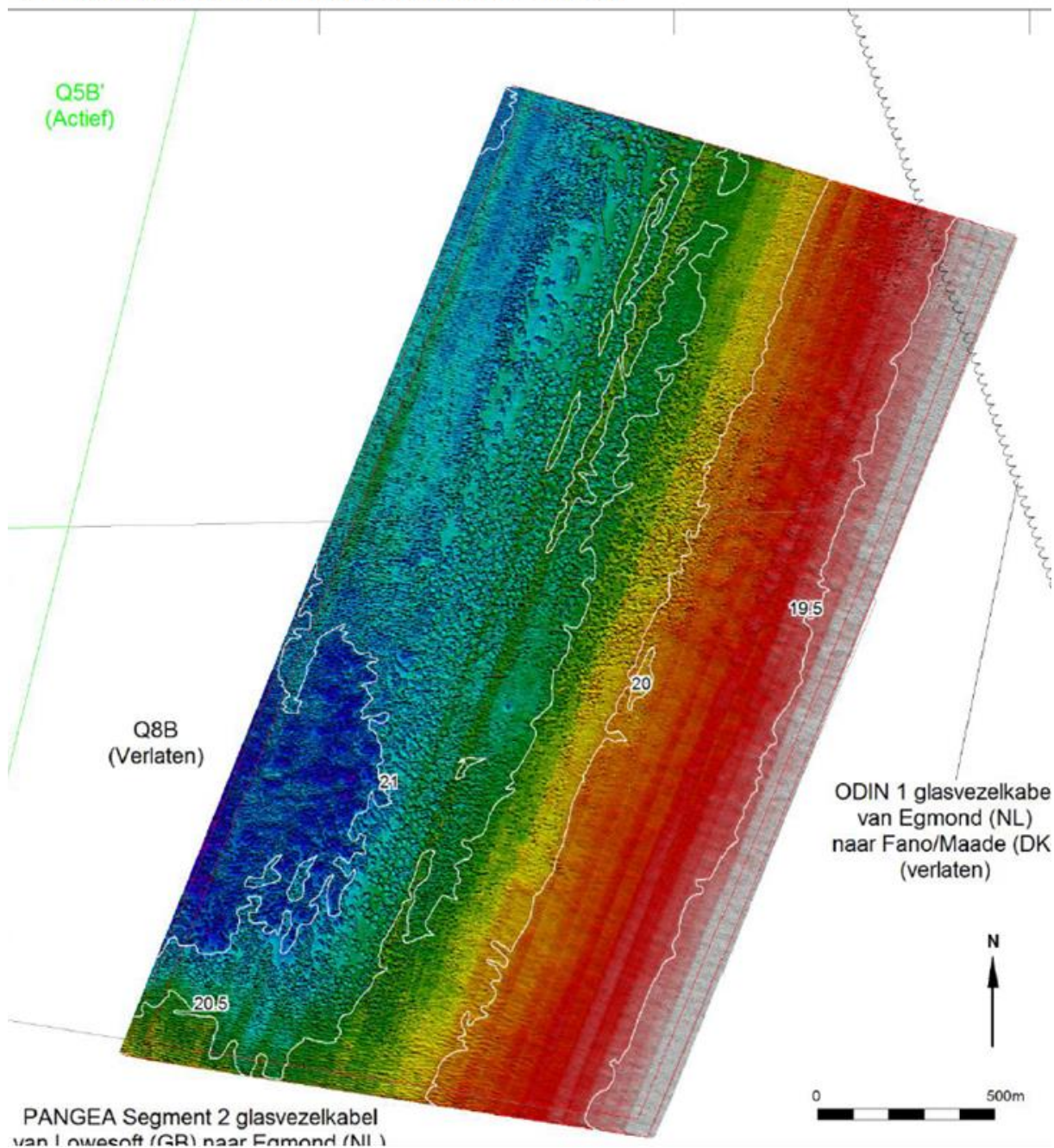
In het MEP 2014-2017 is dit thema opgenomen, en is onderzoek gestart naar beide aspecten. De resultaten van dit onderzoek konden echter nog niet toegepast worden bij de MER-en die in 2017 zijn opgesteld voor zandwinning in de periode 2018-2027.

Mede op grond van het advies van de Commissie MER om nader onderzoek naar de aanwezigheid van schelpdierbanken ook uit te voeren in gebieden waar ten tijde van het opstellen van het MER nog geen schelpdierbanken werden aangetroffen, heeft het bevoegd gezag opnieuw voorschriften opgenomen in haar beschikkingen. Zij vraagt daarbij onderzoek uit te voeren naar methodieken om het voorkomen van schelpdierbanken in het voor zandwinning aangewezen gebied vooraf in kaart te kunnen brengen, en naar de rol van schelpdierbanken in het voor zandwinning aangewezen gebied bij het behalen van de instandhoudingsdoelen van schelpdier etende zeevogels zoals de zwarte zee-eend.

Het onderzoek naar de rol van schelpdierbanken in zandwingegebieden voor zwarte zee-eenden is ondergebracht bij het thema “zwarte zee-eend” (hoofdstuk 6). Ook voor dit onderzoek is het echter van belang uit te gaan van een goede definitie van het begrip schelpdierenbank.

Om vast te kunnen stellen welk type schelpdierbank zou moeten worden ontzien tijdens de zandwinning is het nodig om na te gaan om welke soort of soorten het gaat of kan gaan (gezien ruimtelijke en temporele variaties in broedval en broedvalsucces) en een inschatting te maken over de functie van de bank voor het ecosysteem. Verder is het noodzakelijk tot een breed gedragen definitie van een schelpdierbank te komen.

Beschrijving van de huidige situatie (LS02wb)



Figuur 5-1 Multibeambeeld van deel van de Noordzee voor de kust van Egmond. In het groenblauwe deel aan de linkerkzijde zijn korrelstructuren zichtbaar, die banken van kokerwormen weergeven.

Gegevens over de verspreiding van weekdieren en andere bodemorganismen in bodems die bij laag water niet droogvallen worden vrijwel allemaal verzameld met behulp van onderzoeksschepen. Daarbij worden diverse apparaten gebruikt om de bodem te bemonsteren. Voor het bemonsteren van de fauna die in de bodem leeft (infauna) worden bodemhappers en boxcores gebruikt. De grotere organismen die op of in de toplaag van de bodem leven (epifauna) worden bemonsterd met een bodemschaaf of met een boomkor. Ook binnen het MWTL (Ministerie van I&W) en het jaarlijks Wettelijke Onderzoekstaken (WOT) programma van het Ministerie van LNV worden deze technieken ingezet voor trend onderzoek naar de jaarlijks wijzigende ruimtelijke en temporele verspreiding van schelpdieren.

De WOT-survey heeft als doel bestandsschattingen te geven voor de commercieel meest interessante soorten (Ensis sp., Spisula subtruncata, e.a.). Er worden 850 stations bemonsterd waarbij alle soorten tweekleppigen en ook gastropoden geteld, gemeten en gewogen worden. Gezien de grote afstanden tussen de monsterlocaties kunnen hiermee geen schelpdierbanken worden gekarteerd. Om met dergelijke puntwaarnemingen een bruikbare resolutie te verkrijgen moeten de stations zeer dicht bij elkaar liggen (Troost et al., 2013b). Dit is tijdrovend en kostbaar. Om schelpdierbanken efficiënter te kunnen karteren zijn nieuwe methodieken in combinatie met veldbemonsteringen noodzakelijk.

Er zijn in het kader van MEP-zandwinning 2008-2012 vijf methodes onderzocht waarvan enkele veelbelovend zijn, maar de operationele inzetbaarheid van de technieken is vooralsnog complex en de technieken zijn nog steeds relatief arbeidsintensief. Kortom de onderzochte methoden zijn (nog) onvoldoende geschikt voor het op operationele wijze detecteren van de contouren van schelpdierbanken (Rozemeijer 2013).

Studies in gebieden met mosselbanken, oesterbanken en zandbanken hebben uitgewezen dat sonar opnames mogelijk gebruikt kunnen worden om ruimtelijke verbreiding en dichtheden van benthos vlakdekkend in kaart te brengen (van Overmeeren et al., 2009; Van Dijk, 2011). Bepalend voor het succes hiervan is of benthossoorten herkenbaar zijn op de sonar data door middel van karakteristieke reflectiesterktes. Deze hangen onder andere af van dimensies en aantallen van benthos. Dit type onderzoek biedt mogelijk een belangrijke aanvulling op de reguliere onderzoekstechnieken (zie Figuur 5-1).

Zoals hierboven aangegeven is het onderzoek binnen het thema 'schelpdierbanken' in het kader van het MEP 2014-2017 opgestart, maar nog niet volledig afgerond bij het afronden van dit plan van aanpak. Dit thema is daarom opnieuw opgenomen in het MEP 2018-2027.

Het onderzoek naar schelpdierbanken is wetenschappelijk en technisch gezien uitdagend en innovatief. De initiatiefnemers voor zandwinning doen hun uiterste best om dit onderzoek uit te voeren, waarbij gebruik wordt gemaakt van kennis en ervaring van deskundigen in binnen- en buitenland. Gezien de resultaten van het onderzoek tot nu toe, is het op voorhand echter onzeker of er een wetenschappelijke onderbouwing kan worden ontwikkeld voor een in de praktijk hanteerbare definitie van schelpdierbanken. Daarnaast is het vooralsnog eveneens niet zeker of aangesloten kan worden bij detectiemethodieken, die ook in de praktijk uitvoerbaar zijn. In dat geval waarborgt voortzetting van de huidige praktijk, zelfregulering door de zandwinners via visuele inspectie van de beun, dat de effecten op schelpdierbanken in zandwingebieden tot een minimum beperkt zullen blijven.

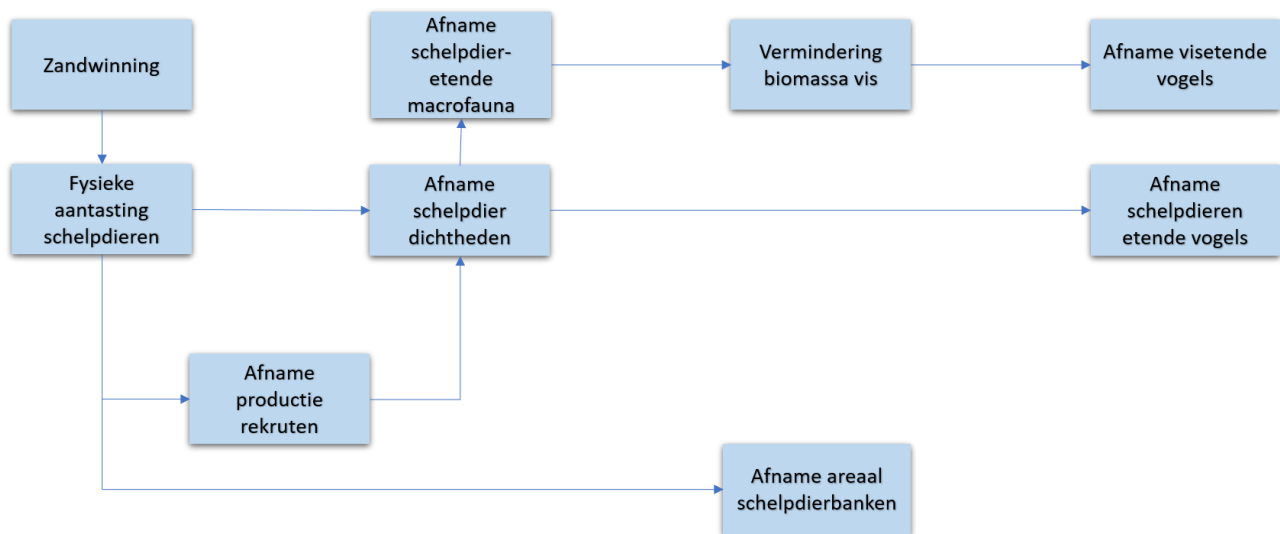
5.2 Uitwerking in MEP 2018-2027

5.2.1 Effectketen

In Figuur 5-2 is schematisch aangegeven op welke wijze zandwinning schelpdierbanken en de daarvan afhankelijke ecologische factoren kan beïnvloeden.

Bij zandwinning worden minimaal enkele meters van het zandpakket verwijderd. Alle schelpdieren die in en op de bodem leven worden daarmee verwijderd uit het systeem. Dit betekent in eerste instantie dat een schelpdierenbank die in het zandwingebied aanwezig is zelf verloren gaat. Dit leidt tot een verarming van de ecologische kwaliteit van het zandwingebied.

Daarnaast zijn er indirecte effecten op de beschikbaarheid van voedsel voor soorten die op schelpdieren foerageren. Schelpdierenbanken zijn door de hoge dichtheid waarmee prooien voorkomen aantrekkelijk als foerageergebied voor deze dieren. Dit geldt met name voor duikende vogels, die veel energie moeten investeren in het op diepte bemachtigen van prooien, en dus bij iedere duik een maximaal aantal schelpdieren moeten kunnen vangen.



Figuur 5-2 Effectketen aantasting schelpdierbanken door zandwinning

Aantasting van schelpdierenbanken in zandwingebieden (dieper dan 20 meter) leidt tot een direct verlies van voedsel voor soorten die in staat zijn op deze diepte te foerageren. Dat zijn in ieder geval vissen die op deze diepte voor kunnen komen. Voor welke soorten vissen schelpdieren een belangrijk deel van het dieet uitmaken is overigens niet goed bekend. Wanneer dit leidt tot een vermindering van de biomassa van vis, kan dit gevolgen hebben voor visetende vogels in de zandwingebieden (zoals roodkeelduikers).

Naar verwachting zijn de zandwingebieden door hun diepte geen aantrekkelijke foerageergebieden voor duikende vogels (met name zwarte zee-eenden). Of deze veronderstelling klopt, wordt nader onderzocht in het thema 'zwarte zee-eend' (hoofdstuk 8).

Indirect kan er een effect zijn op de kwaliteit van schelpdiervoorkomens en -banken in ondiepere delen van de kust. Dit kan het geval zijn wanneer de schelpdierbanken in de zandwingebieden een belangrijke rol hebben bij de rekrutering van schelpdieren in de ondiepere delen van de zee. Wanneer dit zou leiden tot vermindering van biomassa in deze gebieden, kan dit gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van voedsel voor duikeenden in gebieden die vanouds wel profijtelijk waren als foerageergebied.

5.2.2 Evaluatievraag

In de beschikkingen van Rijkswaterstaat en ILT zijn de volgende voorschriften opgenomen:

- Onderzoek naar methodieken om het voorkomen van schelpdierbanken in het voor zandwinning aangewezen gebied (doorgaande -20 m dieptelijnt tot 12 N-mijl) vooraf in kaart te kunnen brengen.
- Onderzoek naar de rol van schelpdierbanken in het voor zandwinning aangewezen gebied (doorgaande -20 m dieptelijnt tot 12 N-mijl) bij het behalen van de instandhoudingsdoelen van schelpdier etende zeevogels zoals de zwarte zee-eend.

Zoals hierboven aangeven zal het tweede voorschrift uitgewerkt worden in het kader van het thema 'zwarte zee-eend'.

In het MEP 2014-2017 is de volgende evaluatievraag opgenomen:

Welk "type schelpdierenbank" zou moeten worden ontzien tijdens de zandwinning en is het mogelijk huidige bemonsteringstechnieken verder te ontwikkelen waarmee het in kaart brengen van "dit type schelpdierbanken" te realiseren valt?

Deze vraagstelling sluit goed aan bij de huidige voorschriften, en is bovendien basis voor al ingezet onderzoek. De evaluatievraag wordt daarom gehandhaafd voor dit MEP.

5.2.3 Onderliggende onderzoeksvragen

Kennisvragen

De evaluatie vraag valt uiteen in twee kennisvragen waarbij de volgende onderliggende vragen zijn geformuleerd:

Kennisvraag 1: welk type schelpdierenbank zou moeten worden ontzien tijdens de zandwinning?

- a. Hoe wordt het begrip “schelpenbank” gedefinieerd in termen van o.a. soorten, dichtheid, biomassa, structuur, oppervlakte?
- b. Welke functie heeft een schelpenbank voor het ecosysteem (bijvoorbeeld rekrutering, voedsel)?

Kennisvraag 2: Is het mogelijk huidige bemonsteringstechnieken verder te ontwikkelen voor het in kaart brengen van schelpdierbanken?

- c. Welke “State of the art” en nieuwe technieken zijn beschikbaar, en welke hiervan kunnen geschikt zijn voor het in kaart brengen van schelpdierbanken?
- d. Aan welke eisen moet de techniek voldoen voor het effectief detecteren van bodemleven?
- e. Welke verbeteringen kunnen aan deze technieken aangebracht worden om ze geschikt te maken voor het in kaart brengen van schelpdierbanken?
- f. Is de toepassing van deze technieken daadwerkelijk realiseerbaar in het veld?

Hypothesen

Aan kennisvraag 1 kunnen de volgende hypothesen worden verbonden:

- a. Het is mogelijk om schelpdierbanken te definiëren op basis van soorten en/of grenswaarden voor dichtheid, biomassa, structuur en oppervlakte.
- b. Schelpdierenbanken onderscheiden zich van andere voorkomens van schelpdieren door één of meerdere specifieke functies voor het ecologisch systeem ter plekke van de schelpdierenbank of in de ruimere omgeving.

Omdat het onderzoek rond de kennisvraag 2 een meer inventariserend en exploiterend karakter heeft, zijn hiervoor geen hypothesen geformuleerd.

5.2.4 Informatiebehoefte en informatiestrategie

Definitie en functie schelpdierbanken

Voor het beantwoorden van deze kennisvraag moeten drie vragen beantwoord worden:

- Om welke soorten gaat het of zou het kunnen gaan (bijvoorbeeld soorten die door bijvoorbeeld visserij verdwenen zijn of lijken)?
- Welke van deze soorten zijn relevant om te beschermen, en waarom?
- Wanneer is sprake van een ‘bank’?

Eerst zal worden nagegaan welke soorten schelpdieren eventueel in de zandwinningsgebieden in banken kunnen voorkomen. Hiervoor zal literatuuronderzoek (atlassen, publicaties) worden uitgevoerd, en worden deskundigen uit Nederland en omliggende landen geraadpleegd.

Met dezelfde werkwijze zal een eerste definitie van het begrip ‘schelpdierenbank’ worden opgesteld. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van gegevens van soorten die gelijkaardig zijn qua vorm, leefwijze e.d., omdat daar veel meer gegevens van voorhanden zijn.

Om tot een gedragen definitie te komen zullen internationale experts geraadpleegd worden over dit voorstel.

Het is onzeker of de ecologische functie van schelpdierenbanken goed ingeschat kan worden. Dit blijkt uit correspondentie met deskundigen van Deltares en WMR die dit onderzoek zullen uitvoeren. In de ondiepe kustzone wordt dit aspect veelal benaderd vanuit de functie als voedsel voor duikende zee-eenden, maar in het zandwingsgebied speelt dit mogelijk niet vanwege de diepte. De functie als voedsel voor vissen is ook niet eenvoudig te bepalen, met name omdat de kennis over voedselkeuzes niet gedetailleerd genoeg is, en daardoor al vlog alle soorten bodemdieren als voedselprooi aangemerkt kunnen worden. Alhoewel descriptor 6 van de KRM vereist dat de integriteit van de zeebodem zodanig is dat de structuur en de functies van de ecosystemen gewaarborgd zijn en dat met name bentische ecosystemen niet onevenredig worden aangetast, is er zelfs in de literatuur tot nu toe vooral aandacht voor de indicatoren met betrekking tot de structuur maar is er weinig aandacht voor functionele indicatoren, in ieder geval op gemeenschapsniveau. Hetzelfde geldt voor verschillende monitoringprogramma's.

In het kader van het thema 'zwarte zee-eend' (hoofdstuk 6), zal onderzocht worden of schelpdiervoorkomens (al dan niet beantwoordend aan de definitie van schelpdierbank) in zandwingsgebieden van belang zijn als voedselbron voor zwarte zee-eenden.

Overige functies van schelpdierbanken kunnen in de loop van het onderzoek worden onderzocht, mits de vooruitzichten op een succesvolle uitwerking daarvan op grond van wetenschappelijke publicaties en/of expert judgement van deskundigen aannemelijk lijkt.

Bemonsteringstechnieken

Voor deze kennisvraag wordt in eerste instantie een overzicht gemaakt van de huidige stand van zaken ten aanzien van beschikbare en nieuwe technieken op basis van een review van de bestaande en omvangrijke literatuur en gesprekken met partijen die werken aan opname technieken en/of analysetechnieken op het gebied van schelpdierbank detectie of daaraan gerelateerde onderwerpen zoals zeebodem classificatie.

Vastgesteld moet worden of de in het kader van het MEP 2008-2012 onderzochte technieken, die niet toepasbaar leken te zijn, definitief afvallen, of dat deze middels aanvullende ontwikkeling (aan opname of analyse kant) alsnog operationeel inzetbaar zijn. Deze vijf methodes dienen nogmaals onder de loep te worden genomen en te worden aangevuld met mogelijke nieuwe veel belovende technieken. Daarnaast dient te worden aangegeven of er mogelijkheden worden gezien om een techniek aan te passen, zodat deze beter toepasbaar wordt voor het detecteren van bodemleven op de benodigde schaal. Dit betreft een theoretische analyse gebaseerd op de te voeren gesprekken, de kennis uit de bestaande rapportages en de eigen inzichten in meettechnieken van de onderzoekers aan dit thema.

Bij deze stap zal niet alleen de meettechniek zelf centraal staan, maar ook de praktische inzetbaarheid van de meettechniek in het onderzoeksgebied. Hierbij zullen onder andere meetprincipes afkomstig uit de remote sensing, 3D akoestische opnames, elektrische geleiding, magnetische en radiometrische technieken worden overwogen. Bij het verkennen van de technieken kan ook de mogelijkheid voor het gebruiken van autonoom varende meetsystemen worden onderzocht.

In dit traject moet worden vastgesteld en nader worden gespecificeerd wat de eisen zijn aan de techniek voor het succesvol detecteren van bodemleven. Hiervoor kan onderzocht worden welke indicatoren vertaald kunnen worden naar meetbare contrasten in de beelden die de methodieken opleveren. Aspecten die hierbij moeten worden betrokken zijn:

- (fysische) contrasten die op en in de zeebodem zichtbaar zijn als gevolg van de aanwezigheid van bodemleven/schelpdierbanken;
- meetbaar indicatoren aan de bodemkenmerken die afkomstig zijn van bodemleven (bijvoorbeeld bioturbatie);
- eigenschappen van de omgeving (waterdiepte, troebelheid, stroomsnelheden, sediment type, temperatuur, moment van het jaar etc.);
- benodigde ruimtelijke bedekking (te bemeten oppervlak);
- resolutie (concentraties, omvang van individuen).

De te detecteren karakteristieken en doorvertaling naar contrasten, en de uiteindelijke detectie eisen dienen in overleg met bentische experts vastgesteld te worden. Deze kunnen verschillen per doelsoort. Afhankelijk van de te meten contrasten zal worden bepaald welke detectie eisen er aan de techniek gesteld worden en

of het mogelijk is het gewenste contrast te meten en daarmee het bodemleven direct te detecteren of dat er (fysische) parameters zijn welke gebruikt kunnen worden als proxy. Daarnaast zal verkend worden of, indien het detecteren van schelpdierbanken niet mogelijk blijkt te zijn, het uitsluiten van voorkomen van schelpdierbanken een alternatieve mogelijkheid is.

Na deze verkennende analyse zal, wanneer dit leidt tot veelbelovende resultaten, in een vervolgtraject onderzocht en vooral getoetst moeten worden of de meest veel belovende nieuwe technieken dan wel verbetering van bestaande technieken, daadwerkelijk realiseerbaar zijn. Dit kan worden onderzocht met behulp van een testprogramma, met globaal de volgende stappen:

1. Eerste 'signaal' test, waarbij wordt getoetst of de technieken in principe geschikt zijn om aan de benodigde detectie eisen te voldoen. Dit alleen voor die technieken waarbij op basis van de voorgaande stappen niet kan worden vastgesteld of deze (in praktische zin) voldoende of juist geen potentie hebben. Deze 'signaal' test kan op twee manieren worden onderzocht:
 - Eenvoudige fysieke testen op laboratorium schaal waarbij getest wordt of de betreffende techniek een te verwachten contrast kan detecteren (bijvoorbeeld een schelp die uit een zandbed steekt).
 - Synthetisch, met behulp van computermodellen berekenen of de technieken geschikt zijn voor de detectie van de benodigde parameters. Deze benadering wordt in de geofysica veelvuldig toegepast om te bepalen of een bepaalde meettechniek, dan wel meetprotocol, kan worden gebruikt in een veldsituatie.

Het doel van deze activiteit is tweeledig; ten eerste het verwerven van een eerste praktisch inzicht in de bruikbaarheid van een techniek en ten tweede vaststellen of/hoe de betreffende techniek in de vervolgfase onder meer realistische omstandigheden getest kan worden.

2. Opstellen van een onderzoeksprogramma voor één of meer veelbelovende technieken voor het testen en valideren van bestaande (verbeterde) technieken c.q. testen en valideren van nieuwe technieken. Dit programma kan de volgende onderdelen bevatten:
 - testen van selectie veel belovende technieken op laboratorium schaal;
 - testen van selectie veel belovende technieken op veld schaal;
 - robuust maken van veel belovende technieken.

Mogelijk worden deze stappen voorafgegaan door een 'synthetische' analyse met behulp van bestaande computermodellen waarna er opgeschaald wordt. Juist ook het praktisch vergelijken van de technieken onder veldcondities is belangrijk in dit onderzoek. Afhankelijk van de testresultaten van een techniek wordt besloten of deze 'doorgaat' naar de volgende proef ronde. Het is niet altijd zinvol een techniek onder veldcondities te testen als deze niet werkt onder geschaalde lab condities (bijvoorbeeld een stroomgoot) tenzij de lab condities zelfde beperkende factor vormen.

Naast het ontwikkelen van de (analyse)techniek is het operationaliseren van de techniek een uiterst belangrijke stap. Waarbij met nadruk gekeken moet worden welke partijen in de toekomst de methodiek operationeel kunnen uitvoeren.

Daarnaast is het belangrijk dat de gevonden methodiek gevalideerd dan wel erkend wordt door een expert team zodat er geen discussie gaat ontstaan over de reikwijdte en betrouwbaarheid van de uitkomsten van de metingen. Het is niet zinvol een techniek toe te passen die niet wordt erkend door de belangrijkste instanties en kennisdragers op dit onderwerp.

5.2.5 Herkomst van benodigde data

Het onderzoek binnen dit thema vindt voornamelijk plaats door middel van analyse van (uitgebreide) literatuur en consultatie van (internationale) deskundigen.

Mogelijk vinden in een latere fase metingen plaats naar de praktische toepasbaarheid van kansrijke methodieken in laboratorium- en veldcondities. Dit onderzoek zal echter pas uitgewerkt worden nadat gebleken is of er kansrijke methodieken beschikbaar lijken te zijn.

Vanwege de complexiteit van het onderzoek en de sterke betrokkenheid van internationale kennisinstututen en bedrijfsleven bij dit thema (met name onderzoeksmethodieken) is samenwerking met een aantal van de 'key players' noodzakelijk. De initiële gesprekken vormen een essentiële stap in het uitbouwen dan wel opbouwen van deze mogelijke samenwerking. Het streven is hier een fundament te leggen voor het opzetten van een samenwerkingsverband, om de samenwerking in de vervolgfases onder de juiste regie te kunnen uitvoeren.

Het samenwerkingsverband zal moeten bestaan uit een goede doorsnede uit de onderzoekswereld, de industrie en wellicht de eindgebruikers. Dit om te garanderen dat er naar praktisch inzetbare technieken wordt gestreefd. Het voordeel van samenwerking is dat er aansluiting wordt gevonden bij het soms omvangrijke lopende onderzoek dat bij de verschillende partijen (partners) al plaatsvindt. Dit wordt aangevuld met experts op het vlak van de nieuwe technieken die tot op heden nog niet of slechts in beperkte mate worden ingezet en/of getest voor de detectie van schelpdierbanken. De mogelijkheden liggen waarschijnlijk in het slim en efficiënt combineren van bestaande meet- en analysetechnieken.

Mogelijke partners zijn:

- Universiteiten: TU Delft, Universiteit Gent;
- Onderzoeksinstituten: Wageningen Marine Research, VLIZ, NIOZ, MUMM, Woodshole, NOC, Bedford; Institute of Oceanography, Geomar, MBARI, Ifremer, TNO;
- Industrie: Teledyne, Kongsberg, Edgetech, QPS, IXblue, Baggeraars.

5.2.6 Aansluiting bij lopend onderzoek en gedeelde belangen

De vraag om een methodiek die het mogelijk maakt om schelpdierbanken op een vlakdekkende wijze te detecteren is niet alleen relevant in het kader van de zandwinning. Het biedt aanknopingspunten voor andere programma's zoals de vragen rond om Maasvlakte 2. Hierin wordt o.a. gekeken naar de voedselbeschikbaarheid (schelpdieren) voor zee-eenden. Maar ook in het kader van het uitvoeren van suppleties is het van belang om te weten waar schelpdierbanken voorkomen zodat deze kunnen worden ontzien.

Naast programma's waarvoor kennis over het voorkomen van schelpdierbanken nuttig is, zijn er ook programma's waarin op regelmatige basis veldgegevens worden verkregen. Niet alleen de veldgegevens zelf kunnen relevant zijn voor dit project. Dit biedt ook een kans om aan te sluiten bij andere projecten en meetcampagnes op het moment dat er gegevens worden ingewonnen voor deze projecten. Een voorbeeld van een mogelijk relevant programma is het JARKUS-programma waarin jaarlijks het gehele kustprofiel wordt opgemeten langs vaste raaien. Daarnaast voert Rijkswaterstaat in het kader van MWTL jaarlijks chemische, fysische en biologische metingen uit. Deze metingen worden veelal op vaste locaties en tijden in het jaar uitgevoerd. Een ander relevant programma zijn de bestandsopnames van schelpdieren in het kader van de WOT. Binnen dit programma wordt jaarlijks de gehele kust van Nederland systematisch bevist (vanaf circa 8 meter waterdiepte tot de 12-mijls lijn) voor de bestandsopname van commercieel te vissen schelpdieren. Hierbij ligt de focus op specifieke soorten als de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus*, halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata*, mossel *Mytilus edulis* en kokkel *Cerastoderma edule*, maar ook de overige soorten worden kwantitatief meegenomen. Het koppelen van de (ver)nieuwde methodiek aan dit reeds lopende onderzoek zou kunnen zorgen voor een grote en vooral waardevolle set aan validatie metingen, immers voor dit lopende onderzoek worden de schelpen al bemonsterd.

5.3 Voorlopige planning

Tabel 5-1 Tabel 5-1 geeft een indicatieve planning voor de uitvoering van het onderzoek binnen het thema 'schelpdierbanken'.

Het onderzoek binnen dit thema kent een groot aantal onzekerheden. Het proces zal daarom veel go/no-go momenten bevatten, waarbij op basis van verwachtingen over de kansrijkdom van bruikbare resultaten in vervolgstappen zal moeten worden besloten om het onderzoek al dan niet te continueren. Hierbij zal ook zeker meegewogen moeten worden wat in redelijkheid en billijkheid van de initiatiefnemers aan inzet van (financiële) middelen mag worden verwacht.

Tabel 5-1 Planning thema 'schelpdierbanken'

| | 2018 | | 2019 | | | | 2020 | | | | 2021 | | | | 2022 | | | | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | |
|--------------------------------------|------|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|------|------|------|------|---|
| | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | |
| Definitie en functie | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bemonsteringstechnieken: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verkenning bestaande technieken | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uitwerking uitvoeringsprogramma | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verbetering bestaande technieken | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Signaaltest | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Opstellen onderzoeksprogramma fase 2 | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Uitvoering onderzoeksprogramma | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| Rapportages | | ■ | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | | | | | | ■ |

Eind 2018 worden de onderzoeken t.a.v. de definitie en functie van schelpdierbanken en de inventarisatie van detectiemethodieken, die in het kader van het MEP 2014-2017 werden gestart, afgerond met een rapportage, die met het bevoegd gezag wordt besproken.

Op basis van deze rapportages wordt met het bevoegd gezag besproken of er voldoende onderbouwing is gevonden voor het zodanig definiëren van het begrip schelpdierenbank, dat nader onderzoek naar detectiemethodieken zinvol is.

Wanneer dit het geval is, zal een uitvoeringsprogramma voor dit thema worden uitgewerkt in de eerste helft van 2019. Op basis van dit uitvoeringsprogramma vindt in 2019 en 2020 nader onderzoek plaats naar de mogelijkheden om geselecteerde kansrijke methodieken zodanig te verbeteren, dat ze gebruikt kunnen worden voor het beoogde doel. In 2020/2021 wordt eventueel een signaaltest uitgevoerd voor methodieken waarvan in voorgaande fasen onvoldoende kon worden vastgesteld of ze toepasbaar zijn,

Ook hierop volgt een go / no-go moment voor het al dan niet voortzetten van verder onderzoek. Verder onderzoek is bijvoorbeeld niet zinvol, wanneer de kansen voor het succesvol verbeteren van bestaande methodieken niet groot worden geacht of wanneer de (financiële) inspanning niet in redelijkheid van (alleen) de initiatiefnemers voor de zandwinning kan worden gevraagd.

Bij een positief besluit kunnen één of meer methoden aan een aantal tests worden ontworpen. Hiervoor kan in de tweede helft van 2021 worden gestart met het samenstellen van een samenwerkingsverband tussen kennisinstituten en bedrijfsleven, en het uitwerken van een onderzoeksprogramma. Na goedkeuring hiervan, zou uitvoering van dit programma, in de vorm van o.a. laboratorium- en veldtesten, plaats kunnen vinden in de periode 2022-2025. In de loop van 2026 zal het onderzoek beëindigd worden met een eindrapportage.

6 ZWARTE ZEE-EEND

6.1 Algemene informatie

6.1.1 Aanleiding

In de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Voordelta zijn voor de zwarte zee-eend instandhoudingsdoelstellingen geformuleerd. Deze instandhoudingsdoelen worden al geruime tijd niet behaald. De activiteiten voor de winning en het transport van zand kunnen invloed hebben op de populatieomvang van de zwarte zee-eend in de Nederlandse kustwateren, omdat ze aanwezige dieren kunnen verstoren en invloed zouden kunnen hebben op de hoeveelheid en kwaliteit van de aanwezige schelpdieren. Beide effecten kunnen elkaar versterken, bijvoorbeeld doordat, mede als gevolg van andere verstoringsbronnen, onvoldoende rustige foerageergebieden overblijven met voldoende voedsel van goede kwaliteit.

Vanwege de slechte staat van instandhouding van de soort en de mogelijk sterke relatie met effecten van zandwinning is in de verschillende effectenstudies veel aandacht gegeven aan de zwarte zee-eend. De betrouwbaarheid van uitspraken over de relatie tussen zandwinning en de zwarte zee-eend wordt echter sterk beperkt door gebrek aan kennis over populatieomvang, verspreiding, gedrag en (voedsel)ecologie van de soort. Mede daardoor is niet goed bekend in welke mate de draagkracht van de Nederlandse kust gelimiteerd wordt door beschikbaarheid van (voor de zwarte zee-eend te oogsten) voedsel, in welke mate versterking daar invloed op heeft en welke zones in de kustzone bereikbaar zijn voor de eenden (waaronder de zandwingebieden zelf). Ook is onbekend in welke mate de sterke fluctuaties in aantallen zwarte zee-eenden in het Nederlands kustgebied verklaard kunnen worden door effecten in de gehele flyway-populatie, of te maken hebben met ongunstige condities in het gebied zelf.

Directe aanleiding voor dit onderzoeksthema zijn de vragen naar de rol van schelpdierbanken in zandwingebieden bij het behalen van de instandhoudingsdoelen voor de zwarte zee-eend (voorschrift in ontgrondingsvergunningen) en effecten van verstoring gedurende de nachtperiode (zienswijze NGO's). Om deze vragen te beantwoorden is meer kennis nodig over de verspreiding, het gedrag en de voedsel­ecologie van zwarte zee-eenden.

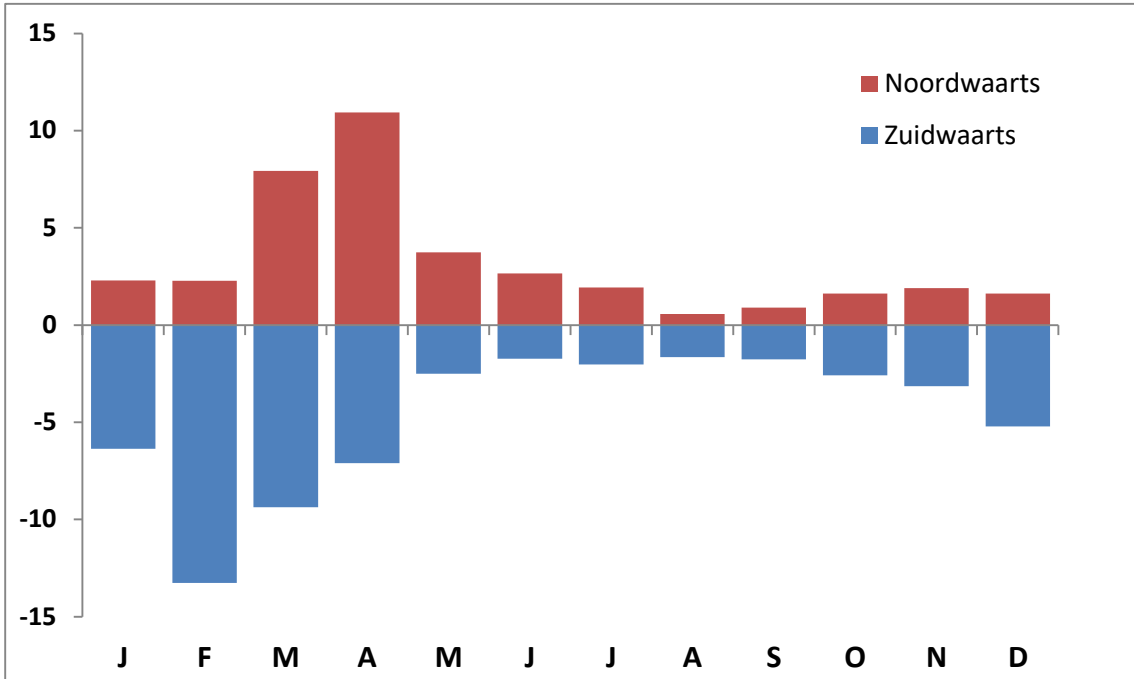
Onderzoeksvragen over de effecten van fijn sediment op de voedselkwaliteit voor zwarte zee-eenden worden binnen het thema 'vrijkomen van fijn sediment & ecologie' behandeld. Beantwoording van een deel van deze vragen vraagt echter ook inzicht in de verspreiding, gedrag en ecologie van de zwarte zee-eend. De resultaten van het onderzoek binnen dit thema, dragen daarom ook bij aan beantwoording van onderzoeksvragen binnen het thema 'vrijkomen van fijn sediment & ecologie'.

6.1.2 Verspreiding en ecologie van de zwarte zee-eend

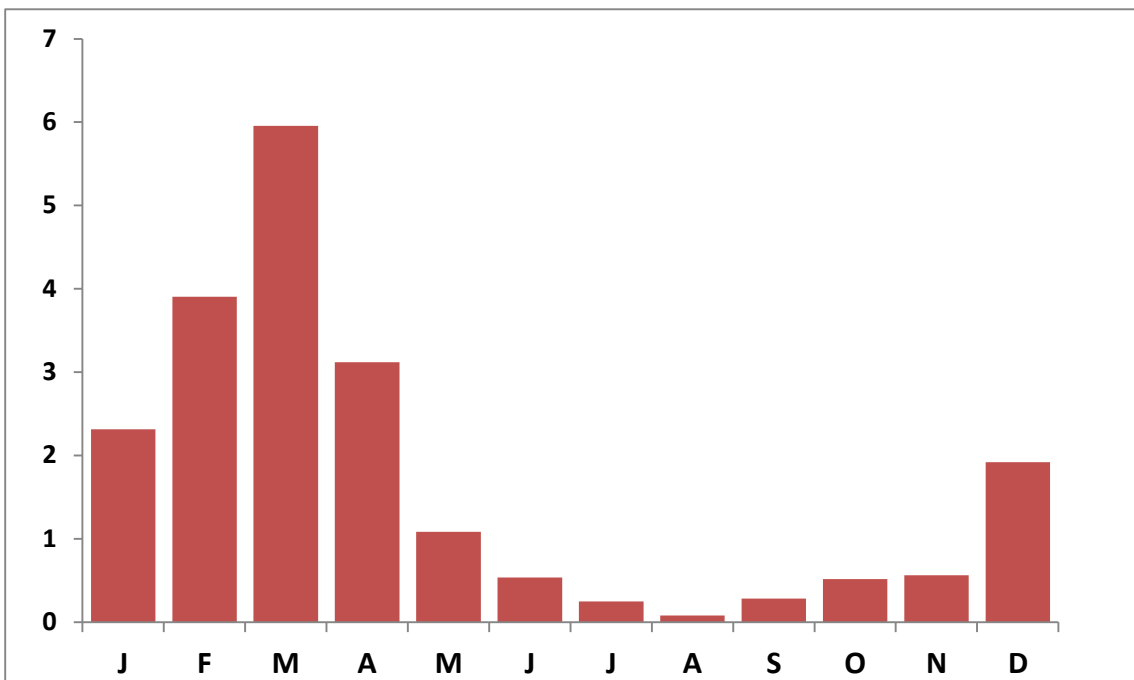
Verspreiding

De broedgebieden van de Oost-Atlantische populatie van de zwarte zee-eend *Melanitta nigra* strekken zich uit van noordelijk Scandinavië tot Siberië. De voornaamste overwinteringsgebieden liggen in de Oostzee en voor de kust van de internationale Waddeneilanden. Belangrijke overwinteringsgebieden zijn daarnaast te vinden rond de Britse Eilanden en langs de Nederlandse kust. Relatief kleine aantallen trekken verder zuidwaarts naar de Franse kust en tot aan Portugal en noordwest Afrika.

Doortrekkende of overwinterende zwarte zee-eenden komen vanaf september en oktober in grote aantallen in Nederlandse wateren aan en de aantallen nemen snel weer af na een doortrekpiek in april (Figuur 6-1 en Figuur 6-2). Zwarte zee-eenden kunnen in grote groepen van vele duizenden of zelfs tienduizenden vogels bij elkaar voorkomen in die gebieden waar voldoende voedsel aanwezig is. De grootste groepen overwinteren binnen Nederland gewoonlijk in de kustzone ten noorden van de Waddeneilanden. Voor de kust van Noord-Holland zijn soms ook hoge dichtheden zwarte zee-eenden aanwezig (Leopold et al., 1995, Poot et al., 2011, Fijn et al., 2017). Ook in de Voordelta worden groepen zwarte zee-eenden aangetroffen. Het gebied is mede daarom aangewezen als Natura 2000-gebied. In de Waddenzee kwamen in het verleden grote aantallen voor maar dit gebied is nu van beperkt belang (Leopold et al. 1995). Soms overzomeren en ruien (kleine) aantallen zwarte zee-eenden in Nederland. Verondersteld wordt dat dit veelal onvolwassen vogels betreft die nog niet deelnemen aan het broedproces. In Nederland is de zwarte zee-eend daarmee jaarrond aanwezig.



Figuur 6-1 Gemiddelde talrijkheid van zwarte zee-eenden voor de Nederlandse kust, uitgedrukt als aantallen per waarnemingsuur. Veel van de waargenomen verplaatsingen zijn vermoedelijk 'correctievluchten' van weggedreven eenden, of voedselvluchten van rust- naar foerageergebieden en vice versa. De sterk golf noordwaarts passerende eenden in maart en april bestaat hoofdzakelijk uit voorjaarstrekkingen (terugkeer richting voorverzamelplaatsen, voorafgaande aan het vertrek naar de broedgebieden (data archief NZG/CvZ).



Figuur 6-2 Seizoenpatroon in het aantal pleisterende zwarte zee-eenden voor de Nederlandse kust, opnieuw gecorrigeerd voor waarnemingsinspanning (aantal per teluur). In totaal overwinteren in de meeste jaren tenminste enkele tienduizenden zwarte zee-eenden in de Nederlandse kustzone (data archief NZG/CvZ).

Voedsel

Zwarte zee-eenden foerageren onder andere op kleine tweekleppige schelpdieren, die zijn ingegraven in de zeebodem. Deze prooidieren worden onder water in hun geheel ingeslikt en in de maag gekraakt. Tot in de

jaren negentig van de vorige eeuw was de halfgeknotte strandschelp *Spisula subtruncata* de belangrijkste prooi (Leopold, 1996). Sinds ruim tien jaar is de Amerikaanse zwaardschede *Ensis directus* de dominante tweekleppige in de Nederlandse kustzone en zijn de zwarte zee-eenden ook deze prooi gaan eten. *Ensis* als prooi lijkt, vooral vanwege de vorm, niet optimaal voor zwarte zee-eenden en de eenden duiken deze schelpdieren vaak op om ze aan de oppervlakte te verwerken. Het risico bestaat dan wel dat de prooi afgepakt wordt door bijvoorbeeld klepto-parasiterende meeuwen. De vogels beperken zich daarom meestal tot de kleinere individuen (jongere jaarklassen; Leopold & Wolf 2003, Tulp et al. 2010).

Verstoring

Zwarte zee-eenden staan erom bekend erg gevoelig te zijn voor verstoring, zoals die bijvoorbeeld door het scheepvaartverkeer of de kustvisserij veroorzaakt kan worden. Afhankelijk van onder andere golfhoogte en groepsgrootte kunnen vogels op afstanden van meer dan 800 m tot ruim 3 km opvliegen voor een naderend schip (Schwemmer et al. 2011, Kaiser et al 2006, Dirksen et al., 2005). Zwarte zee-eenden blijven na verstoring ook veel langer weg van de oorspronkelijke locatie dan andere zeevogelsoorten (Schwemmer et al. 2011).

Aanleiding & aantallen

Over de totale populatie omvang bestaat onduidelijkheid. Delany & Scott (2006) schatten de omvang van de Noordwest-Europese winterpopulatie op 1.600.000 vogels. Volgens Wetlands International (2014) bestaat deze populatie uit minimaal 550.000 vogels. In de Oostzee lijkt de populatie te zijn gehalveerd tussen de periodes 1988-1993 en 2007-2009. Ook wordt een noordwaartse verschuiving van de winterverblijfplaatsen waargenomen (Skov, et al. 2011).

De aantallen zwarte zee-eenden in de Nederlandse kustwateren wisselen sterk, zowel tussen jaren als binnen een jaar, maar zijn sinds het begin jaren '90 waarin aantallen 100.000-125.000 zwarte zee-eenden werden geteld, sterk gedaald. In de meest recente jaren zijn soms weer grotere groepen vogels in de Nederlandse kustzone waargenomen, dikwijls in reactie op een plotseling optredend gunstig voedselaanbod. Over de oorzaken van deze schommelingen in aantallen is vooralsnog weinig bekend, maar de sterke fluctuaties in aantallen en de plotseling samenscholende groepen in gebieden waar nieuwe concentraties schelpdieren tot ontwikkelingen komen, lijken erop te wijzen dat zwarte zee-eenden weinig plaatstrouw zijn en dat er een scouting systeem bestaat en waarbij langstreckende eenden zich vlot aansluiten bij vogels die een rijke voedselbron hebben aangeboord. Enkele van deze piekvoorkomens in de afgelopen jaren werden gevonden voor de kust van Texel en bij Camperduin aan de Noord-Hollandse kust (Leopold et al, 2015; Fijn et al., 2017).

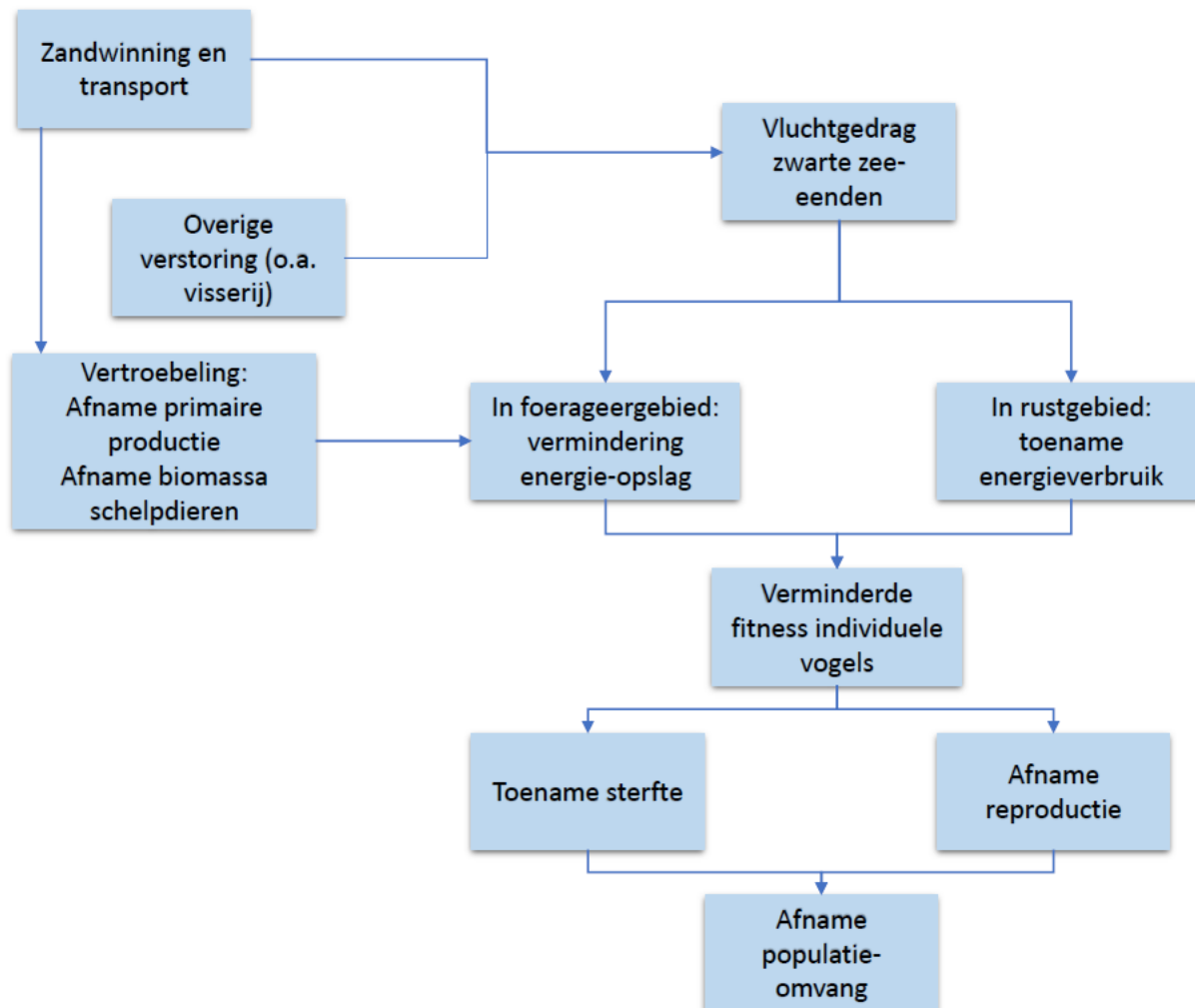
In hoeverre het teruglopende aantal overwinterende zee-eenden in ons land te maken heeft met een afname van de populatie in de broedgebieden is niet duidelijk. Mogelijk zijn er als gevolg van de steeds mildere winters meer mogelijkheden om in het Oostzeegebied te overwinteren. Ook frequente verstoringen en lokale voedseltekorten in de overwinteringsgebieden langs onze kust kunnen hebben bijgedragen aan de achteruitgang. Ook in de Oostzee neemt aantal overwinterende zwarte zee-eenden echter af en Skov et al. (2011) suggereren dat die afname een direct effect kan zijn een teruglopend broedsucces op de Russische toendra's als gevolg van klimaatverandering.

In de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Voordelta gelden instandhoudingsdoelen voor zwarte zee-eenden (resp. 51.900 en 9.700 vogels, midwinteraantallen). Deze aantallen worden al heel wat jaren niet meer gehaald, zeker in de Voordelta. Welke combinatie van factoren precies bepalend is voor het voorkomen van zwarte zee-eenden in ons land is niet duidelijk. Een gunstige voedselbeschikbaarheid (direct en indirect), rust (weinig verstoring) en misschien ook luwte (bescherming voor weer en wind) werken op elkaar in en versterken elkaar wellicht.

6.2 Uitwerking in MEP 2018-2027

6.2.1 Effectketen

De mogelijke effecten van zandwinning op zwarte zee-eenden zijn in Figuur 6-3 weergegeven.



Figuur 6-3 Effectketen zwarte zee-eenden

Bij zandwinning en zandtransport naar de kust kan verstoring van zwarte zee-eenden optreden. Er kan sprake zijn van visuele verstoring (de zichtbaarheid van naderende schepen) of verstoring door geluid (onder- of bovenwater) door schepen die worden gebruikt voor zandwinning. Zwarte zee-eenden zijn erg verstoringsgevoelig en kunnen door simpele aanwezigheid van schepen in hun leefgebied worden verjaagd. Dit kan tot gevolg hebben dat het aanwezige voedsel niet beschikbaar is (onvoldoende tijd om in alle rust te duiken), of dat de vogels onvoldoende tijd krijgen om tussen het energetisch kostbare foerageren (duiken, opwarmen koude schelpdieren, het met de maag kraken van schelpen) te rusten. Zowel verhoogde alertheid (vaker opkijken, alarmeren) als vluchtgedrag confronteert verstoorde vogels met extra energie-uitgaven waarvoor middels extra voedselopname gecompenseerd moet worden. Wanneer een vogel uitwijkt naar een andere locatie kan dit tijdelijk zijn, maar ook permanent. De voedselopname is op de alternatieve locatie over het algemeen lager, wat gevolgen heeft voor de energiehuishouding. Via verlies aan conditie en een geringere overleving van individuele vogels kan dit de populatiegrootte negatief beïnvloeden.

Zandwinning kan ook een direct negatief effect hebben op de voedselbeschikbaarheid van zwarte zee-eenden, omdat er bij het winnen van zand over het gehele oppervlak van het wingebied de bovenste laag sediment wordt verwijderd met daarin alle bodemdieren die er voorkomen. Hierdoor kunnen mogelijk belangrijke voedselgebieden voor zee-eenden worden aangetast of zelfs worden opgeruimd. Iets

vergelijkbaars kan optreden bij vooroever suppleties, wanneer zand tijdens wordt gestort op schelpdierconcentraties. Dit aspect valt echter buiten het van voorliggende onderzoeksprogramma. Veel soorten bodemdieren planten zich voort via een pelagische larvale fase en daarmee kan in potentie een gebied snel gerekoloniseerd worden. De snelheid van rekolonisatie zal afhangen van verschillende (omgevings)factoren. Dit zal nader worden onderzocht in het voorgenomen onderzoek onder het thema rekolonisatie (hoofdstuk 4).

Tot slot bestaat de mogelijkheid van indirecte beïnvloeding van voedselbeschikbaarheid via vrijkomend fijn sediment bij zandwinning. In de zandbodem van de Noordzee is een bepaald percentage slib ingesloten. Dit slib kan vrijkomen tijdens de winning of bij de suppletie, en daarmee aanleiding geven tot een verhoging van de troebelheid in de waterkolom. Meer troebelheid leidt tot minder doordringing van licht en daardoor tot een vermindering van de fotosynthese door fytoplankton. Dat kan op zijn beurt leiden tot een verslechtering van de groeiomstandigheden voor schelpdieren die het fytoplankton uit het water filteren. Voorspellende modellen geven aan dat het effect, bij een aanname van 100% vrijkomen van slib in de wingebieden, niet verwaarloosbaar zou zijn voor de ecologie en mogelijk zou leiden tot afname in schelpdierbiomassa (van Duren et al., 2017). In de daarna uitgevoerde passende beoordeling is een direct verband tussen zandwinningen, ontwikkeling van schelpdiervoorkomens en de aantallen zwarte zee-eenden in het Nederlands kustgebied overigens niet gebleken (Kleijberg et al., 2017).

6.2.2 Evaluatievragen

In de ontgrondingsvergunningen opgesteld door de bevoegde gezagen Rijkswaterstaat Zee en Delta en ILT zijn ten aanzien van zwarte zee-eenden de volgende voorschriften opgenomen:

- Onderzoek naar de rol van schelpdierbanken in het voor zandwinning aangewezen gebied (doorgaande - 20 m dieptelijn tot 12 N-mijl) bij het behalen van de instandhoudingsdoelen van schelpdieren etende zeevogels zoals de zwarte zee-eend.
- Onderzoek naar de mogelijke gevolgen van fijn sediment vrijkomend bij zandwinning op schelpdieren, instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 gebieden en het voedsel web van kustgelegen Natura 2000 gebieden en Waddenzee.

Beide voorschriften vragen om onderzoek naar de mogelijke directe en indirecte effecten van zandwinning op de voedselbeschikbaarheid voor zwarte zee-eenden. Enerzijds in de zandwingebieden waar schelpenbanken kunnen worden aangetast tijdens de winning maar misschien ook in zulk diep water liggen dat het voor de dieren niet meer profijtelijk is om hierop te foerageren. Het tweede voorschrift vraagt anderzijds om inzicht in de indirecte effecten op voedselbeschikbaarheid voor zwarte zee-eenden in de kustzone ten gevolge van bij zandwinning vrijkomend fijn sediment.

In beide voorschriften wordt ook gerefereerd aan instandhoudingsdoelstellingen. De Noordzeekustzone vormt zoals eerder aangeven, een belangrijk leefgebied voor de nationaal en internationaal beschermde zwarte zee-eend. Voor deze soort is door het Rijk een landelijke instandhoudingsdoelstelling geformuleerd. Er wordt gestreefd naar: "behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 68.500 vogels (januari-aantallen)". De in Nederland aanwezige aantallen van de soort dalen in de laatste decennia en zijn in de meeste jaren lager dan de Natura 2000 instandhoudingsdoelen vereisen.

De Wet natuurbescherming vereist dat Rijkswaterstaat (RWS) en Stichting LaMER het effect van hun activiteiten beoordelen. Beide organisaties dienen aan te tonen dat de activiteiten in relatie tot winning en transport van zand geen significant negatief effect hebben op het behalen van de instandhoudingsdoelstelling voor zwarte zee-eenden in Nederland. Hiervoor is inzicht nodig in welke processen en factoren aantallen zwarte zee-eenden in Nederland sturen.

In dit verband zijn de volgende evaluatievragen geformuleerd:

- a. Welke factoren en processen sturen de in Nederland aanwezige aantallen zwarte zee-eenden?
- b. Beïnvloeden zandwinning en zandtransport deze factoren en processen en zo ja is dit van invloed op het al dan niet behalen van de instandhoudingsdoelstellingen?

6.2.3 Onderliggende onderzoeksvragen

De aantallen zwarte zee-eenden in Nederland worden vermoedelijk niet alleen gestuurd door de situatie in Nederland zelf, maar ook door ontwikkelingen elders langs de vliegroute buiten Nederland. Het is dan ook van belang om langs beide sporen meer inzicht te verkrijgen.

Nederland

Onderliggende vragen en bijbehorende hypothesen hebben tot doel het inzicht in de potentiële draagkracht van de Nederlandse kustzone voor zwarte zee-eenden te vergroten en ook om de gevolgen van verminderde beschikbaarheid van voedsel, door (tijdelijk of permanent) niet toegankelijk zijn van voorraden voedsel als gevolg van zandwinning, verstoring, of door vermindering kwaliteit voedsel als gevolg van fijn sediment beter te kunnen duiden.

Onderzoeksvraag 1: Aan welke criteria moeten potentiële foerageer- en rustgebieden voor zwarte zee-eenden in Nederland voldoen?

- Hypothese 1: zwarte zee-eenden willen hun netto-energie opname maximaliseren en daardoor zal niet alleen de hoogste voedseldichtheid bepalend zijn bij de locatiekeuze, maar een combinatie van voedseldichtheid, voedselkwaliteit en voedselbeschikbaarheid (waterdiepte, rust) .
- Hypothese 2: er is geen verschil in de mate waarin foerageerlocaties dicht onder de kust en verder van de kust profijtelijk kunnen worden geëxploiteerd. Er is daarom geen verschil in de mate waarin verstoring optreedt door de verschillende vormen van beroeps- of recreatievaart dicht onder de kust en verder uit de kust. Verstoringafstand en verstoringduur zijn overdag en 's nachts gelijk.

Onderzoeksvraag 2: Zijn er voldoende geschikte uitwijkgebieden voor het ISD gekoppelde aantal zwarte zee-eenden wanneer een foerageer- of rustgebied tijdelijk of permanent niet beschikbaar is?

- Hypothese 3: Er zijn voldoende (potentieel) geschikte foerageergebieden langs de Nederlandse kust aanwezig. Wanneer een foerageergebied tijdelijk of permanent niet beschikbaar is, wijken de zwarte zee-eenden uit naar foerageergebieden elders langs de Nederlandse kust of in nabij gelegen buitenlandse kustwateren (Vlaamse kust, Noord-Duitse kust).

Buiten Nederland

Het is mogelijk dat bij een soort als de zwarte zee-eend de aantallen in Nederland deels worden gestuurd door de omstandigheden elders langs de vliegroute. Wanneer bijvoorbeeld in Denemarken de omstandigheden om te overwinteren goed zijn, is er mogelijk weinig reden om verder naar het zuiden te vliegen. Deze veronderstelling lijkt te worden ondersteund door het feit dat de afname in aantallen zwarte zee-eenden de afgelopen jaren minder sterk is geweest boven de Waddeneilanden dan in de Delta: dit gebied ligt dicht bij de kern van de overwinteringsgebieden en de broedgebieden. Het werkelijke gebruik van de Nederlandse kustzone door de zwarte zee-eend wordt naar verwachting in belangrijke mate bepaald door factoren buiten de Nederland. Hierdoor is het mogelijk dat de geschiktheid van de Nederlandse kustzone (de potentiële draagkracht) niet tot uiting komt in de aantallen aanwezige eenden.

Inzicht in voorkomen en uitwisseling met andere gebieden binnen de flyway kan bijdragen aan meer kennis van de processen die van invloed zijn op de gebiedskeuze door zwarte zee-eenden. Het zou tevens kunnen helpen het relatieve belang van de Nederlandse kustzone vergeleken met andere leefgebieden binnen de flyway te kunnen duiden.

Onderzoeksvraag 3: Tot welke broedpopulaties behoren de zwarte zee-eenden die 's winters in de Nederlandse kustzone verblijven. Welke migratie routes worden gebruikt? Hoe verloopt deze migratie in de tijd? Zijn zwarte zee-eenden zijn trouw aan hun winterleefgebieden?

- Hypothese 4: De zwarte zee-eenden in Nederland volgen jaarlijks vergelijkbare routes tussen broed- en overwinteringsgebieden.
- Hypothese 5: De zwarte zee-eenden in Nederland komen na de broedtijd terug naar dezelfde rust- en foerageergebieden binnen het Nederlandse kustgebied.

Onderzoeksvraag 4: Wat is het belang van Nederland voor overzomerende en ruiende zwarte zee-eenden?

- Hypothese 6: in Nederland overzomerende en ruiende relevante aantallen zwarte zee-eenden (>1% van de flyway populatie).

6.2.4 Informatiebehoefte en informatiestrategie

Voor de beantwoording van de gestelde onderzoeksvragen is specifieke informatie noodzakelijk over het voorkomen van de eenden en van hun voedsel in tijd en ruimte. Over de aantallen vogels in de Nederlandse kustwateren is veel bekend, maar over hun gedrag (vooral 's nachts) zo goed als niets.

Schelpdierconsumenten zoals zee-eenden en eidereenden verwerken grote aantallen (koude) prooidieren per dag en besteden daarbij veel tijd aan de vertering (kraken van schelpen, opwarmen van de schelpdieren, vertering en uitscheiding; Zydels & Richman 2015). Om een positieve energiebalans te kunnen handhaven in een koude omgeving, is voldoende rust in foerageergebieden vermoedelijk van grote betekenis. Andere belangrijke aspecten zijn voedseldichtheid, schelpgrootte, schelpkwaliteit (vlees/schelp gehalte) en toegankelijkheid van een schelpenbank (diepte, sedimentsoort). Alleen door individuele vogels gedurende een lange periode op de voet te volgen, kunnen de noodzakelijke gegevens verzameld worden waarmee vervolgens energiebudgetten gemodelleerd zouden kunnen worden. Het gedrag van de eenden, hun dieet, het geprefereerde habitat, de minimaal noodzakelijke voedselbeschikbaarheid, de tijdsbesteding van de vogels, hun plaatstrouw, en de seizoensvariatie (opvetten voor de trek, energetische behoeftes tijdens de slagpenrui, paarvorming en balts) zijn allemaal aspecten die onvoldoende zijn onderzocht. Al deze verschillende gegevens kunnen gezien worden als de noodzakelijke bouwstenen voor het te bouwen huis. Alleen door al deze gegevens gezamenlijk te analyseren kan een antwoord op de hiervoor gestelde onderzoeksvragen worden gegeven.

De zwarte zee-eend is een lastige soort om de ruimtelijke verspreiding van vast te stellen, omdat schepen of vliegtuigen van waaraf of waaruit geteld wordt al snel verstorend werken. Het is tot nu toe ook niet mogelijk gebleken om gedragsobservaties te doen en om bepaalde onderdelen van dat gedrag te kwantificeren. Daarvoor moeten individuele vogels gevolgd kunnen worden en daarom lijkt het zenderen van een aantal dieren (indien mogelijk circa 75 dieren) in verschillende jaren een geschikte manier om een beeld te krijgen van hun ruimtelijke verspreiding, de dagelijkse vliegbewegingen en hun foerageergedrag. Dit zou informatie moeten opleveren over de werkelijke plaatstrouw van deze dieren binnen winterconcentraties, over dag- en nachtactiviteiten en over de verbinding met omliggende landen en de broedgebieden.

Door hoge resolutie zenderdata van zwarte zee-eenden in Nederland af te zetten tegen de mogelijkheden in de kustzone voor wat betreft voedseldichtheden, verstoring en dergelijke kan een (correlatief) statistisch model worden gemaakt om te verklaren welke (a)biotische landschapsfactoren bepalend zijn bij de plaatskeuze van zwarte zee-eenden.

Om het voorkomen van geschikte voedselbronnen in kaart te brengen is het noodzakelijk om ook plekken mee te nemen waar geen of weinig zwarte zee-eenden voorkomen, naast locaties waar flinke concentraties werden vastgesteld. Naast schelpdiervoorkomens zou daarbij een pakket van abiotische factoren moeten worden geanalyseerd, om zo te kunnen verklaren waarom sommige plekken wel en andere niet of minder geschikt zijn. De gestandaardiseerde benthosbemonstering van de Noordzeekustzone zou moeten worden aangevuld met locaties die dichter onder de kust liggen dan die tot dusverre werden meegenomen.

Naast diepte en verstoring, zou de voorspelde voedselbeschikbaarheid als verklarende variabele moeten worden meegenomen. Voor elk benthos monsterpunt kan dit worden berekend a.d.h.v. alle mogelijke prooien, waarna met de autocorrelatiefunctie een gladgestreken voedsellandschap kan worden gekoppeld aan de met de zenders bepaalde vogelposities. Een modelmatig voorspelde voedselopnamesnelheid zou dan de ruimtelijke verspreiding moeten kunnen verklaren en levert bovendien een kaartbeeld op, met daarin de belangrijkste gebieden waar een grote impact op zee-eenden verwacht mag worden als daar een verstoring plaatsvindt. In combinatie met de geschatte minimale voedselopnamesnelheid, die zee-eenden nodig hebben om in ons klimaat te kunnen overleven, zouden de veranderingen in het voedselaanbod door de jaren heen kunnen worden afgezet tegen geregistreerde aantallen zee-eenden, waardoor inzicht ontstaat over de draagkracht van het gebied.

Het is essentieel om beter begrip te krijgen van de specifieke (energetische) behoeften van zee-eenden in de Noordzee, om zo het ontstaan of juist het uitblijven van concentraties van overwinterende vogels op

specifieke locaties langs de Nederlandse kustzone te kunnen verklaren. Door het verder ontwikkelen van het energetisch foerageermodel voor de hele Nederlandse kust, zou de relatie tussen bijvoorbeeld waterdiepte (en andere abiotische factoren), voedselsoorteigenschappen (o.a. vlees/schelp ratio) en de dichtheid prooidieren in termen van energiebaten en -kosten kunnen worden uitgedrukt.

Dit energetisch foerageermodel zou de basis moeten zijn om voorspellingen te doen over de ruimtelijke verspreiding van zwarte zee-eenden. Deze modelvoorspellingen zouden allereerst met bestaande gegevens getoetst moeten worden (voorspellingen van al gerealiseerde verspreiding van eenden in het verleden, zodat kan blijken of het model goed werkt en waar eventuele onvolkomenheden schuilen) en vervolgens met nog te verzamelen data (voorspellingen van toekomstige scenario's op grond van gemeten voedselaanbod en verwachte draagkracht of habitatkarakteristieken). Het energetisch foerageermodel gedurende de loop van het onderzoek en aan de hand van historische gegevens gaandeweg het project verder geparametriseerd moeten worden.

Idealiter kun je voedseldichtheid vertalen naar een bruto opname snelheid (i.e. functionele respons) en de diepte naar een energetische kostenpost. Als daarvoor onvoldoende gepubliceerde gegevens beschikbaar blijken te zijn, dan zouden experimenten met dieren in gevangenschap een oplossing kunnen bieden (De Leeuw 1997). Een belangrijke eenheid is de verteringscapaciteit (van Gils et al. 2003), een factor die een cruciale rol in de verspreidingsecologie blijkt te spelen (van Gils et al. 2005). Het meten ervan is een van de eenvoudigste experimenten denkbaar: biedt een hongerig dier ad libitum voedsel aan en meet de cumulatieve opname gedurende een aantal uren. Ook andere experimenten met eenden in gevangenschap zijn mogelijk noodzakelijk om wijze van behandelen van de prooi, prooivoorkeur/selectie en de minimaal noodzakelijke dichtheden te bepalen. Dit is mogelijk maar niet altijd even eenvoudig (De Leeuw 1997). Het ligt daarom voor de hand om pas een keuze voor meer gedetailleerd voedselonderzoek te starten, nadat het energetisch model verder is ontwikkeld en inzicht geeft in het relatieve belang van verschillende modelparameters voor de uitkomsten van het model.

6.2.5 Herkomst van benodigde data

Voor het verzamelen van gegevens over het ruimtelijke en temporele gebruik van de Noordzeekustzone door zwarte zee-eenden en de aanwezige aantallen zal gebruik gemaakt worden van telemetrie, vliegtuigtellingen en indien mogelijk visuele waarnemingen vanaf de kust.

Telemetrie

Voor het telemetrische deel denken we aan de inzet van twee typen inwendige zenders. GPS-GSM-zenders leveren zeer nauwkeurige positiebepalingen (<30 m afwijking). Data worden met behulp van GSM-netwerk verzonden. Het is mogelijk om te kiezen voor een hoge meetfrequentie (bv 12 posities/dag). Dit geeft per individueel dier inzicht in verspreiding in ruimte en tijd gedurende dag en nacht, actieradius en verblijftijd in de Nederlandse kustzone. GPS-PTT-zenders leveren positiebepalingen met behulp van ARGOS-satelliet. Deze zijn wat minder nauwkeurig maar niet afhankelijk van de aanwezigheid van een GSM-netwerk bereik. Afhankelijk van de gekozen meetfrequentie zijn deze zenders in te zetten voor jaarrond positiebepalingen.

Naast nauwkeurige en regelmatige positiebepalingen is het van het van belang om inzicht te verwerven in hoeveel tijd vogels aan de activiteiten vliegen, duiken en rusten besteden. Hiervoor zou in principe een accerometer of een dieptemeter gekoppeld aan de inwendige zender een oplossing kunnen bieden. Op dit moment is het helaas nog niet zeker of hiervan bij geïmplanteerde zenders gebruik gemaakt kan worden. Wel zeker is dat de techniek zich op dit vlak snel ontwikkeld. De beschikbare mogelijkheden zullen ten behoeve van het uitvoeringsprogramma nader worden onderzocht.

Vliegtuigtellingen

Jaarlijks worden tellingen van zwarte zee-eenden per vliegtuig wordt uitgevoerd in het kader van de Biologische Monitoring van de zoute rijkswateren (MWTL). Deze vinden plaats in november en in januari en geven inzicht in het landelijk ruimtelijk verspreidingspatroon en de totale aanwezige aantallen in Nederland op het moment van vliegen. In het uitvoeringsprogramma zal worden verkend of aanvullende vluchten in bijvoorbeeld maart en juli van elk jaar aanvullend noodzakelijk zijn voor een goed beeld van de doortrekkende dieren en aantallen overzomerende en ruiende groepen.

Visuele observaties

Door verschillende waarnemers, van oudsher aangesloten bij de Nederlandse Zeevogelgroep (voorheen de Club van Zeetrekwaarnemers), worden gedurende het hele jaar zeetrekellingen uitgevoerd vanaf de trektelposten langs de Nederlandse kust. De door deze vrijwilligers verzamelde gegevens eventueel aangevuld met “opportunity driven” locatie specifieke waarnemingen aan groepsgrootte en gedrag, kunnen een welkome aanvulling leveren op het met de andere methoden verzamelde totaalbeeld.

Voedsel

Voor informatie over gegeten prooidieren zijn we afhankelijk van onderzoek naar maaginhouden van aangespoelde dode dieren en analyse van faeces of kropinhoud van op zee gevangen dieren. Informatie over aanwezige schelpsoorten, dichtheid, en de kwaliteit daarvan komen enerzijds van de landelijke WOT-schelpdieren survey die jaarlijks tussen april-juni wordt uitgevoerd en de geplande aanvullende benthos surveys die in een nog nader te specificeren studiegebied op vergelijkbare wijze als de WOT-survey zal worden uitgevoerd maar dan in het najaar (na half oktober) om over een goed beeld van de voedselbeschikbaarheid wanneer de zwarte zee-eenden aankomen in Nederlandse wateren.

Verstoring

VSM (Vessel monitoring System) wordt gebruikt voor vissersschepen langer dan 12 meter en geeft positie vaarrichting en snelheid elke 2 uur en voor een selectie van de vloot elke 30 minuten. AIS (Automatic Identification System) is vrijwel altijd op een schip aanwezig en niet specifiek gekoppeld aan een beroepsgroep zoals vissers. Hiermee zijn scheepsposities continue te volgen. Het systeem kan ook worden uitgezet. Zowel AIS als VSM geven onder andere inzage in aanwezigheid bodemberoerende visserij en ook baggerschepen gedurende dag en nacht. Om privacyaspecten te waarborgen is gebruik van deze data aan strikte regels gebonden. Vaak worden opgewerkte data (aanwezigheid en/of visserij-intensiteit per ‘grid cel’ per tijdseenheid) gebruikt bij analyses.

Abiotiek

Veel van de noodzakelijke abiotische gegevens worden elders verzameld. Denk aan wind, golfhoogte temperatuurmetingen door sensors bevestigd op meetboeien en offshore platforms. Gegevens over waterdiepte, bathymetrie en bodemstroming kunnen uit andere bronnen worden betrokken.

Energetische modelering en experimenten

Bij het voorliggende onderzoek willen we het “scoter” model dat in het kader van PMR-NCV is opgesteld verder laten uitbreiden en door ontwikkelen. Het ontwikkelde model gaat uit van processen op individueniveau (bijvoorbeeld duik-mechanica op basis van natuurkundige processen en voedselopbrengst op basis van prooi-soort-specifieke kosten en baten). Het is daarmee niet gebieds-specifiek: een zwarte zee-eend heeft in bijvoorbeeld Denemarken dezelfde ‘rekenregels’ voor energetica als in Nederland. Een aantal van de parameters die in het model gebruikt worden, maken het model echter wel gebieds-specifiek, zoals de voedselbeschikbaarheid en omgevingsvariabelen (temperatuur, wind, stroming) en verstoring door de mens. Op basis van de energie die de eenden dagelijks nodig hebben en beschikbare energie kan het potentieel aantal eenden dat gegeven de omstandigheden voor kan komen worden berekend (Wolfshaar et al., 2018).

Bepaalde noodzakelijke parameters zijn tot op heden echter nog onbekend, zoals de minimale benodigde prooi dichtheid waarbij foerageren nog profijtelijk kan zijn, prooivoorkeur, aantal prooien per duik, zoektijd etc. Bij het uitwerken van het uitvoeringsprogramma zal worden verkend of het mogelijk om essentiële parameters die een grote invloed zijn op het resultaat door middel van experimenten te bepalen.

6.2.6 Aansluiting bij lopend onderzoek en gedeelde belangen

In het kader van de natuurcompensatie in de Voordelta die wordt uitgevoerd vanwege de aanleg van Maasvlakte 2 wordt een monitorings- en onderzoeksplan uitgevoerd (Tulp et al., 2016). Het doel van deze monitoring is om antwoord te kunnen geven op de vraag of, middels extra bescherming in de vorm van visserij beperkende maatregelen en de instelling van extra rustgebieden voor zwarte zee-eenden en sterns, voldoende wordt gecompenseerd voor de destijds voorspelde significante effecten als gevolg van de aanleg en aanwezigheid van Maasvlakte 2.

Dit onderzoek volgt twee lijnen:

- het uitvoeren van monitoring in de Voordelta, om de daadwerkelijke ontwikkeling vast te stellen van aantallen en gebiedsgebruik van de zwarte zee-eend, in relatie tot het voedselaanbod en verstoring door scheepvaart of recreatie.
- het ontwikkelen van een methode om de potentiële draagkracht van de Voordelta voor de zwarte zee-eend vast te stellen. Dit vindt plaats via de ontwikkeling van een draagkrachtmodel, dat voorspelt hoeveel dieren in een bepaald gebied een bepaalde periode in goede conditie kan overleven op basis van metingen aan de hulpbronnen waar de populatie van afhankelijk is.

Beide onderzoekslijnen kunnen bijdragen aan de beantwoording van de evaluatievragen die ten aanzien van zwarte zee-eenden worden gesteld in het MEP Zandwinning 2018-2027. Het MEP Zandwinning zal daarbij voortborduren op het draagkrachtmodel dat in het kader van het MEP voor Maasvlakte is ontwikkeld.

Daarnaast zijn er programma's waar naar verwachting aan MEP zandwinning complementair onderzoek wordt verricht zoals in het VIBEG onderzoeksprogramma. Dit onderzoek is gestart in 2013 met analyse van bestaande data en de modelontwikkeling voor het beschrijven van effecten van visserij op bodemdieren. Binnen het VIBEG onderzoeksprogramma is echter ook behoefte aan inzicht in hoe visserij beperkende maatregelen doorwerken in veranderingen in verspreiding en populatiegrootte van zwarte zee-eenden. Meer kennis over het dieet, habitatgebruik en verstoringseffecten van zwarte zee-eenden zijn hierbij onontbeerlijk. Deze kennis zou vergaard kunnen worden met behulp van zenderonderzoek. Hierin hebben VIBEG en MEP Zandwinning duidelijk een gedeeld belang.

Er zijn diverse projecten die profijt zouden kunnen hebben van resultaten van het door het MEP zandwinning beoogde onderzoek. De resultaten zijn bijvoorbeeld relevant voor de uitvoering van Natura 2000 en Kaderrichtlijn Marien.

De ontwikkeling van windparken op zee, en met name binnen de 2-mijlszone, kan leiden tot risico's voor aanvaringsslachtoffers met windmolenturbines, wanneer in een gebied hoge aantallen vogels voorkomen of passeren.. Meer informatie over de ruimtelijke en temporele verspreiding van zwarte zee-eenden is hierbij ook noodzakelijk. Het beoogde onderzoek met gezenderde zwarte zee-eenden binnen het MEP zandwinning zou hier een belangrijke bijdrage aan kunnen leveren.

6.3 Voorlopige planning

In Tabel 6-1 is een voorlopige planning voor de uitvoering van het onderzoek binnen het thema 'zwarte zee-eend' gegeven.

Tabel 6-1 Voorlopige planning voor uitvoering thema 'zwarte zee-eend'

| | 2018 | | 2019 | | 2020 | | | | 2021 | | | | 2022 | | | | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | | | |
|-------------------------------|------|---|------|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|------|------|------|------|--|--|--|
| | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | |
| Telemetry: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - vangen en zenderen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - data inwinnen en analyse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - Evaluatie en terugkoppeling | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vliegtuigtellingen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoring benthos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modelstudie en experimenten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rapportages | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Uitgangspunt is dat het onderzoek in twee blokken wordt uitgevoerd. In de eerste periode (2018-2021) wordt het onderzoek met gezenderde zee-eenden voortgezet. De tweede periode (2022-2026) wordt gebruikt om de inzichten die hieruit worden verkregen te gebruiken voor het uitbreiden van het door PMR-NCW ontwikkelde energetische 'scoter'-model, en het eventueel uitvoeren van experimenten. Een detailplanning voor deze laatste periode is op dit moment nog niet mogelijk.

Het zenderonderzoek ('telemetrie') is in 2017 gestart en wordt gedurende 3 aaneengesloten winters voortgezet. Jaarlijks worden omstreeks oktober een aantal zee-eenden gevangen en van zenders voorzien. De eenden worden aaneensluitend gevolgd zolang de levensduur van de zenders het toelaat. Hierdoor worden ook gedurende de periodes dat de dieren niet in Nederland zijn data ingewonnen, die bijdragen aan beter begrip van de bewegingen van de dieren binnen hun totale Noordwest-Europese leefgebied.

Het zenderonderzoek wordt ondersteund door vliegtuigtellingen die vier keer per jaar in de maanden november, januari, maart en juli (overzomerende eenden) worden uitgevoerd. Daarnaast wordt benthos gemonitord, waarbij gebruik wordt gemaakt van de metingen uit het WOT (voorjaar) en van eigen metingen in het najaar, voorafgaand aan de komst van de zee-eenden die gedurende de winter in de kustwateren verblijven.

Analyse van deze data, aangevuld met data vanuit visuele observaties (zeetrektellingen), verstoring (VSM-AIS-data) en abiotiek, kan plaatsvinden in de eerste helft van 2022. In de tweede helft van 2022 kan de rapportage worden opgesteld, met beantwoording van onderzoeks- en evaluatievragen. Op basis van deze rapportage vindt terugkoppeling met het bevoegd gezag plaats.

Het is niet uitgesloten dat gedurende de looptijd van het zenderonderzoek logistieke of juridische problemen ontstaan t.a.v. het zenderen van de zwarte zee-eenden. Wanneer als gevolg hiervan onverhoopt een jaar uitvalt, zal het zenderonderzoek uitgebreid worden naar de winter van 2021/2022. Alle andere activiteiten zullen als gevolg daarvan een jaar opschuiven.

7 VRIJKOMEN VAN FIJN SEDIMENT & ECOLOGIE

7.1 Algemene informatie

7.1.1 Aanleiding voor het thema ‘vrijkomen van fijn sediment & ecologie’

Bij de winning van zand kan de fijne fractie in het sediment vrijkomen in de waterkolom, en zich onder invloed van waterstroming verspreiden. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen fijn sediment dat zich tijdens de winning zelf verspreid als gevolg van overvloed (near-field) en fijn sediment dat na sedimentatie opnieuw in suspensie komt, bijvoorbeeld als gevolg van stormen, en zich over relatief grote afstanden verspreidt (farfield).

Met name het farfield effect kan leiden tot toenames van de concentraties van fijn sediment in het water van grote delen van de Noordzeekust en Waddenzee. Deze toename leidt tot een vermindering van doorzicht, wat invloed heeft op de primaire productie door algen. Een verlaging van de primaire productie kan vervolgens leiden tot effecten hoger in de voedselketen (zie hiervoor paragraaf 7.2.1).

Deze effecten zijn in de MER-en voor de zandwinning in de periode 2018-2027 vooral modelmatig onderzocht, waarbij uitgegaan is van conservatieve uitgangspunten en lineaire doorvertaling van effecten in de effectketen. De modelberekeningen zijn vooral bruikbaar gebleken voor het vergelijken van de effecten van verschillende alternatieven in de MER-en. Onduidelijk is echter of de voorspelde effecten ook in werkelijkheid optreden. Verbanden tussen (intensiteit van) zandwinning en variaties in (o.a.) slibconcentraties, schelpdiervoorkomens en aantallen schelpdieren etende vogels zijn op grond van beschikbare data moeilijk aantoonbaar, maar kunnen eveneens niet uitgesloten worden. In de MER-en en de nadere verdieping daarvan, zijn dan ook verschillende kennisleemten gesignaleerd die verband houden met vrijkomen van fijn sediment en de ecologische effecten daarvan.

Eventuele systeemveranderingen als gevolg van toenames van fijn sediment kunnen leiden tot gevolgen voor habitattypen en soorten in Natura 2000-gebieden in het kustgebied, en daarmee in strijd zijn met de voor deze gebieden geldende instandhoudingsdoelstellingen. De bevoegde gezagen hebben daarom voorschriften verbonden aan de ontgrondingsvergunningen die vragen om onderzoek naar de mogelijke gevolgen van fijn sediment op schelpdieren, instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000 gebieden en het voedsel web van kustgelegen Natura 2000 gebieden en Waddenzee.

In het MEP 2014-2017 is een begin gemaakt met het onderzoek naar de effecten van fijn sediment, waarbij aangesloten is op onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van de zandwinning voor Maasvlakte 2. De resultaten van dit onderzoek zijn afgewacht, maar echter vertraagd vrijgekomen. Zo is het onderzoek naar de effecten van Maasvlakte 2 op benthos pas openbaar geworden in 2017 (Heinis et al., 2016).

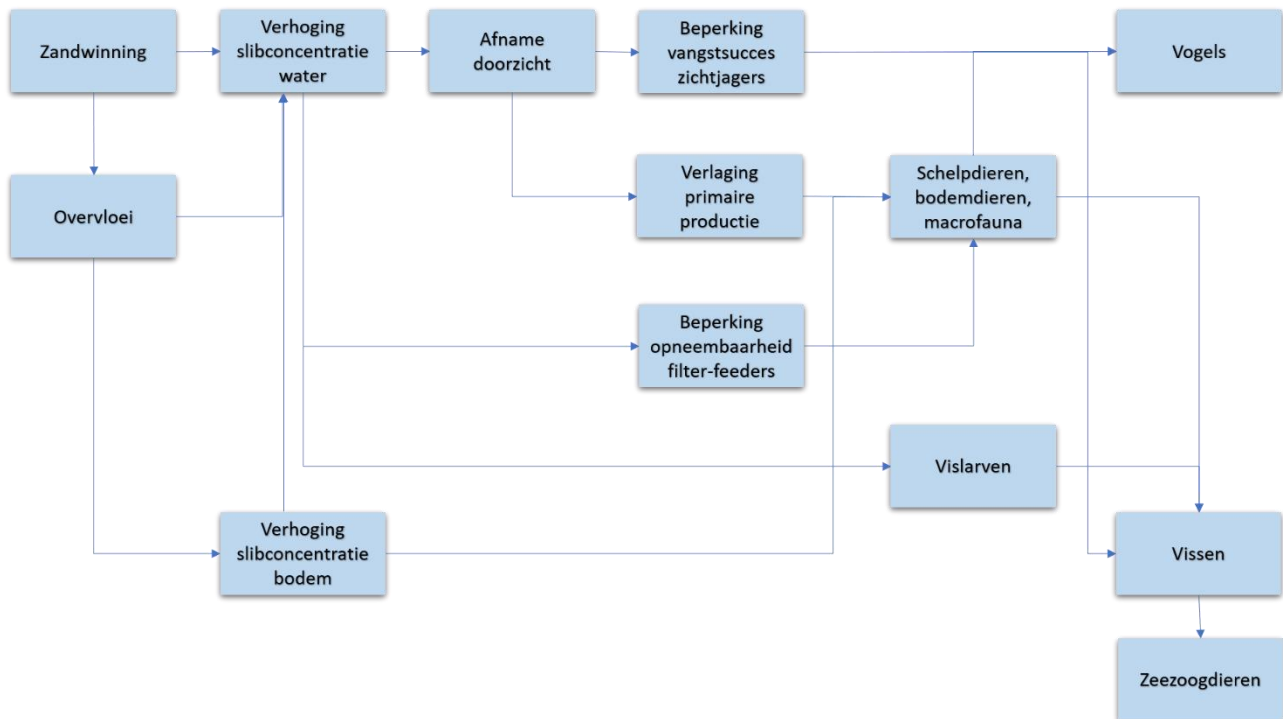
In het MEP 2018-2027 wordt dit thema daarom verder opgepakt. Daarbij zal niet alleen kennis worden ontwikkeld voor een meer betrouwbare beschrijving van effecten, maar kunnen ook inspanningen worden gedaan om innovatieve oplossingen te ontwikkelen voor het beperken van het vrijkomen van fijn sediment tijdens het baggerproces.

7.2 Uitwerking in MEP 2018-2027

7.2.1 Effectketen

Een vereenvoudigde effectketen van de gevolgen van fijn sediment dat vrijkomt bij zandwinning is opgenomen in Figuur 7-1.

Het sediment waaruit zand gewonnen wordt in de Noordzee bevat een bepaalde fractie van fijn sediment (“slib”). Dit zijn bodemdeeltjes met een doorsnede van minder dan 63 µm. Deze fijne deeltjes komen bij de winning vrij omdat bij het vullen van de beun de techniek van overvloed wordt toegepast. Bij het opzuigen van het zand komt een mengsel van water en sediment in de beun van het schip terecht. Nadat de beun gevuld is met dit mengsel zal het zuigproces nog enige tijd doorgaan, waarbij de vaste bestanddelen bezinken in de hopper en het proceswater overboord vloeit.



Figuur 7-1 Vereenvoudigde effectketen van vrijkomen van fijn sediment

Met het proceswater zullen ook de fijnere deeltjes overboord spoelen en naarmate de hopper verder gevuld wordt met vaste bestanddelen, zal door toename van de stroomsnelheid boven de lading ook de deeltjesgrootte toenemen. Dit proces gaat door totdat het laadvermogen van het schip is bereikt. Hiermee wordt bevorderd dat het baggerschip vooral bodemmateriaal transporteert en zo weinig mogelijk water.

De fijne deeltjes bezinken langzaam waardoor rond het baggerschip een vertroebelingswolk ontstaat. Naar verloop van tijd zal het materiaal weer bezinken en een laagje op de bodem vormen. Onder invloed van turbulentie kan het fijne sediment echter weer opnieuw in suspensie gaan, en onder invloed van stromingen over grote afstanden worden getransporteerd (farfield effect).

Een toename van de concentratie van fijne deeltjes in de waterkolom kan, ten opzichte van de veelal sterk variërende achtergrondwaarde, verschillende ecologische effecten hebben:

1. Afname van primaire productie door algen, met doorwerking naar hogere niveaus in de voedselketen;
2. Toename van slibgehalte van de bodem;
3. Afname van vangstsucces van soorten die op zicht jagen (vogels, vissen);
4. Directe effecten op vissenlarven en filter-feeders.

De beoordeling van deze effecten is vooralsnog moeilijk omdat er binnen de mariene ecologie nog veel kennisleemten bestaan. Bij de totstandkoming van effecten zijn veel soort(groep)en op verschillende trofische niveaus betrokken. De effectketens zijn bovendien lang, en kennen mogelijk allerlei terugkoppelingsmechanismen. Naarmate soorten hoger in de voedselketen voorkomen, neemt het aantal factoren die groei, overleving, reproductie en daarmee de populatie-ontwikkeling beïnvloeden toe. Het "isoleren" van het effect van fijn sediment in dit complexe ecosysteem vraagt niet alleen inzicht in de wijze waarop dit fijn sediment doorwerkt in de effectketen, maar ook in de mate waarin andere condities sturend zijn voor de verschillende onderdelen van het systeem. Het selecteren van de juiste evaluatie- en onderzoeksvragen binnen dit thema vraagt daarom om een grondige en nauwkeurige analyse door een groot aantal deskundigen op verschillende onderzoeksterreinen.

Effecten van afname primaire productie

De fijne deeltjes in de waterkolom zorgen, voor een vermindering van het doorzicht in het zeewater. Als gevolg hiervan kan zonlicht minder ver doordringen in het water, wat leidt tot een vermindering van de

primaire productie van algen. Algen vormen de basis van de voedselketen, en een vermindering van de geproduceerde biomassa aan algen kan leiden tot vermindering van biomassa's van soorten in de hogere niveaus in de voedselketen. Dit effect verloopt in eerste instantie via soorten die voor hun voedsel in belangrijke mate afhankelijk zijn van algen, dit zijn met name zoöplankton en verschillende soorten benthos, waaronder schelpdieren. Zoöplankton wordt vooral gegeten door vissen, die vervolgens als voedsel kunnen dienen voor zeezoogdieren en vogels. Ook schelpdieren worden gegeten door vogels, waaronder de zwarte zee-eend in de Noordzee en de eider, topper, scholekster en kanoet in de Waddenzee.

Licht is echter niet de enige bepalende factor bij primaire productie. In sommige gebieden en perioden is de beschikbaarheid van nutriënten (nitraat, fosfaat) limitatief voor de hoogte van de primaire productie. In de relatief voedselrijke en troebele kustwateren komt deze situatie echter weinig voor. Deze systemen zijn met name licht gelimiteerd.

De effecten van een verminderde primaire productie kunnen in beginsel lineair doorwerken naar de hogere trofische niveaus. Ook op deze niveaus kunnen echter andere factoren (mede-)bepalend zijn voor de hoogte van de biomassa. Wanneer voedsel niet limiterend is voor een specifieke soort, zal een zekere afname van de hoeveelheid voedsel niet altijd leiden tot een vermindering van de biomassa van die soort. Het effect wordt dan niet verder doorgegeven in de voedselketen. De in de MER-en voor zandwinning op de Noordzee gebruikte modellen gaan echter uit van een lineaire doorwerking van het effect van een verhoogde concentratie fijn sediment naar de hogere trofische niveaus. Eén van de belangrijkste kennisleemtes is dan ook of deze lineaire effecten in werkelijkheid ook zullen optreden.

Effecten van toename van slibgehalte in de bodem

Het fijne sediment dat meegevoerd wordt door stromingen, zal elders weer sedimenteren, en daar zorgdragen voor een verhoging van het slibgehalte van de bodem. Dit laatste vindt vooral plaats in meer luwe delen van het systeem, zoals de Waddenzee, en delen van het Deltagebied. Als gevolg hiervan neemt het slibgehalte van de bodem toe. Dit kan leiden tot veranderingen in de samenstelling van de bodemfauna op overstromde en droogvallende delen van deze wateren. Soorten die en voorkeur hebben voor een zandig substraat zullen afnemen, slib minnende soorten nemen toe. Dit geldt voor veel soorten benthos, maar ook voor vissen die in de bodem leven zoals de zandspiering. Ook kan dit de totale biomassa aan bodemdieren in en op de bodem beïnvloeden. Dit kan vervolgens gevolgen hebben voor soorten die op deze bodemdieren foerageren (vooral vissen en vogels), met name voor soorten die sterk afhankelijk zijn van specifieke soorten of soortgroepen.

Effecten op zichtjagende soorten

Bepaalde soorten vissen en vogels zoeken en bemachtigen hun prooien op zicht. De kans op het bemachtigen van een prooi is voor deze soorten afhankelijk van de mate van troebelheid van het water. Er is veelal sprake van een optimum in de relatie tussen doorzicht en vangstsucces. Bij zeer helder water is deze kans veelal relatief laag (de prooi ziet de predator aankomen en kan vluchten). Voorbij het optimum neemt het vangstsucces echter af, omdat de afstand waarop de predator de prooidieren kan zien steeds kleiner wordt. Ook is de kans kleiner dat de prooi gegrepen wordt bij een aanval. Hierop kunnen overigens ook weer uitzonderingen gelden, bijvoorbeeld wanneer vissen troebel water ontvluchten en meer aan de oppervlakte gaan zwemmen, waar ze beter zichtbaar zijn voor jagende vogels.

Wanneer het vangstsucces van vissen en vogels significant afneemt, wordt de energiebalans van de dieren verstoord, omdat ze meer energie moeten investeren in het vangen van minder prooien. Dit kan negatieve effecten hebben op overleving en reproductie, en daarmee op de populaties van soorten. Vogels zijn met name in de broedtijd kwetsbaar, omdat hun uitwijkmogelijkheden dan beperkter zijn, en ze bovendien meer voedsel moeten vangen om hun jongen groot te brengen.

Directe effecten op vislarven en filterfeeders

De fijne deeltjes in het water kunnen fysieke effecten hebben op vislarven en filterfeeders (schelpdieren). Deze dieren filteren het water voor zuurstof en voedsel. Bij hoge concentraties van fijne deeltjes kunnen de organen die ze hiervoor gebruiken beschadigd of verstopt raken. Dit kan leiden tot verminderde fitness en groei van de dieren. Ook deze effecten kunnen doorwerken naar hogere trofische niveaus (vissen, vogels, zeezoogdieren).

7.2.2 Uitwerking procesaanpak Plan van Aanpak fijn sediment

Doel van de procesaanpak

Zoals hierboven aangegeven is de problematiek rond kennisleemten over de effecten van fijn sediment dermate complex, dat een inhoudelijke uitwerking van evaluatie- en onderzoeksvragen en de informatiebehoefte en -strategie vraagt om een grondige en nauwkeurige analyse deskundigen op verschillende onderzoeksterreinen, en daarmee om veel afstemming met experts, kennisinstellingen en andere onderzoeksprogramma's. Dit kost veel tijd, die niet beschikbaar was tussen het moment van publicatie van de MER-en en aanvraag van de ontgrondingsvergunningen, en het verwachte tijdstip van publicatie van de beschikkingen.

In dit document is daarom een procesaanpak geschetst die nog geen volledige uitwerking gemaakt van evaluatievragen, onderzoeksvragen en informatiestrategie, en die moet leiden tot een specifiek plan van aanpak voor de monitoring en evaluatie van effecten die verband houden met het vrijkomen van fijn sediment als gevolg van zandwinning op de Noordzee.

Voorgesteld wordt om voor het thema 'vrijkomen van fijn sediment & ecologie' via een nader te doorlopen proces, en in samenhang met andere projecten of programma's met een vergelijkbare uitdaging, een afzonderlijk plan van aanpak uit te werken, gebaseerd op een meer uitvoerige probleemanalyse. In dit plan van aanpak voor het MEP 2018-2027 wordt daarvoor de procesaanpak beschreven.

Insteek is hierbij dat deskundigen verder nadenken over welke kennisleemten binnen dit "grote thema" opgelost zouden moeten (en kunnen) worden, om de effecten in het volgende MER Zandwinning (prognose 2027) met grotere nauwkeurigheid en betrouwbaarheid te beschrijven. Dit ook vanuit het idee dat bij toenemende vraag naar zand, slib in de toekomst ook in toenemende mate zal vrijkomen, omdat dan ook de minder slibarme zandwingebieden zullen moeten worden geëxploiteerd.

Naast verdere oplossing van kennisleemten zal daarbij ook onderzocht worden of innovatieve baggertechnieken bij kunnen dragen aan het verminderen van het vrijkomen van fijn sediment tijdens het baggerproces.

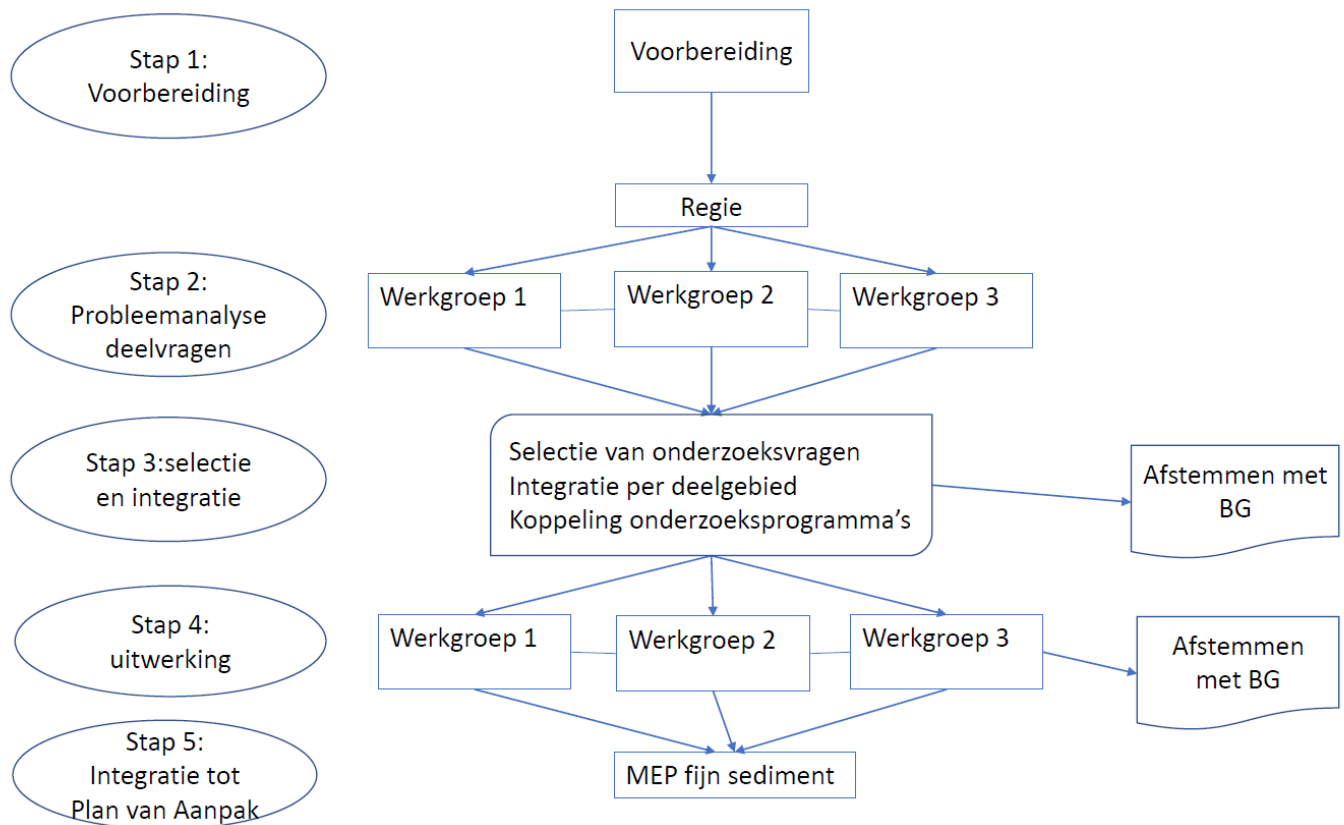
Een belangrijk onderdeel bij de uitwerking van het plan van aanpak voor het MEP fijn sediment is het verkennen van de mogelijkheden om koppelingen te leggen met partijen met vergelijkbare ecosysteemvragen zoals Wind op Zee, Technisch Innovatieprogramma EZ, KRM- en Natura 2000-gerelateerd onderzoek, Natuurlijke veilig een eventuele andere projecten vanuit het Platform Mariene Monitoring.

Uitwerking procesaanpak

Bij de uitwerking van de procesaanpak wordt in beginsel dezelfde werkwijze gevolgd als bij de overige thema's in dit MEP. Figuur 7-2 geeft hiervan een schematisch overzicht. De aantallen werkgroepen in de figuur zijn indicatief, het kunnen er ook meer of minder zijn. Dit is afhankelijk van de deelonderwerpen die in stap 1 gekozen zullen worden.

Belangrijke elementen in de procesaanpak zijn:

- Centrale regie op het proces en het vastleggen van de resultaten door een kernteam van een procesmanager en een planschrijver.
- Probleemanalyse, benoemen van raakvlakken met andere onderzoeksprogramma's, formulering vraagstellingen en uitwerking van informatiestrategieën door werkgroepen van deskundigen voor specifieke deelonderwerpen (bijvoorbeeld werkgroepen voor slib, primaire productie en schelpdieren, vogels, Waddenzee). Per werkgroep neemt één deskundige deel aan de centrale werkgroep die zorgt voor selectie van evaluatie- en kennisvragen en integratie van het plan van aanpak.
- Regelmatige verslaglegging en afstemming met het bevoegde gezag.



Figuur 7-2 Schematische uitwerking procesaanpak fijn sediment

Het proces wordt in de volgende stappen doorlopen:

Stap 1: voorbereiding:

In deze stap vindt, in overleg met direct betrokkenen en deskundigen, de identificatie plaats van de deelonderwerpen die in stap 2 nader worden geanalyseerd. Op basis hiervan worden werkgroepen van (internationale) deskundigen samengesteld, en deskundigen uitgenodigd deel te nemen.

Stap 2: probleemanalyse per deelonderwerp

In deze stap worden de gekozen deelonderwerpen nader uitgewerkt door de verschillende werkgroepen. Deze uitwerking richt zich op:

- identificatie en uitwerking van voor zandwinning relevante kennisleemten binnen het deelonderwerp
- formulering en onderbouwing evaluatievragen per thema;
- formulering onderliggende kennisvragen;
- inventarisatie raakvlakken met andere onderzoeksprogramma's.

De werkgroepen rapporteren hun bevindingen in afzonderlijke werkdocumenten.

Stap 3: selectie en integratie

De resultaten van de werkgroep bijeenkomsten worden in stap 3 geïntegreerd. Hiervoor wordt een aparte werkgroep samengesteld, deels uit vertegenwoordigers uit de werkgroepen voor de deelonderwerpen. Op basis van nog te benoemen criteria worden evaluatie- en kennisvragen geselecteerd die in het MEP zullen worden opgenomen. Deze vragen worden gebundeld tot een aantal afzonderlijke onderzoeksthema's binnen het thema 'vrijkomen van fijn sediment & ecologie'. Hierbij kan ook voor bepaalde onderwerpen ook voor een gebied specifieke uitwerking gekozen worden. De mogelijkheden om raakvlakken met andere onderzoeksprogramma's en/of belangen te benutten worden in deze stap ook verder uitgewerkt, en met betreffende instanties verkend.

De resultaten van de stappen 1 t/m 3 worden vastgelegd in een tussentijdse rapportage, die besproken zal worden met de bevoegde gezagen. Hierbij zal worden verkend of de bevoegde gezagen met de gemaakte keuzes kunnen instemmen. Indien nodig worden keuzes nader onderbouwd of aangepast.

Stap 4: uitwerking

De gekozen onderzoeksthema's worden in nieuw samen te stellen werkgroepen verder uitgewerkt. Waar mogelijk wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van deskundigen uit de stappen 1 t/m 3. In deze stap vindt de verdere uitwerking van informatiebehoefte en -strategie plaats, in samenhang met de raakvlakken met andere onderzoeksprogramma's.

De resultaten van deze stap worden opnieuw aan de bevoegde gezagen voorgelegd. Na instemming van de bevoegde gezagen kunnen de resultaten gebundeld worden tot het Plan van Aanpak voor het MEP Zandwinning, thema 'fijn sediment & Ecologie' (**stap 5**). Dit Plan van Aanpak wordt bij de bevoegde gezagen ingediend als aanvulling op het MEP Zandwinning 2018-2027, en zal verder worden uitgewerkt in afzonderlijke uitvoeringsprogramma's per deelthema.

7.3 Voorlopige planning

Voor de uitvoering van de procesaanpak voor 'Vrijkomen van fijn sediment & ecologie' wordt in totaal 1,5 jaar uitgetrokken (Tabel 7-1). Deze doorlooptijd wordt nodig geacht omdat gewerkt wordt met (internationale deskundigen) met doorgaans volle agenda's. Het inplannen van bijeenkomsten van werkgroepen en produceren van bijdragen door deskundigen vraagt tijd. Voor een zorgvuldige uitwerking van dit complexe thema is deze tijd nodig.

Het proces start in augustus 2018 met de voorbereiding en samenstelling van werkgroepen. In december 2019 zal het Plan van Aanpak voor het MEP Zandwinning, thema "Fijn sediment & ecologie" bij de bevoegde gezagen worden ingediend.

Tabel 7-1 Voorlopige planning procesaanpak 'Vrijkomen van fijn sediment & ecologie'

| Stap | 2018 | | | | | | | 2019 | | | | | | | 2020 | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | Maanden: | A | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | |
| Stap 1: voorbereiding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stap 2: probleemanalyse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stap 3: selectie en integratie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stap 4: uitwerking | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stap 5: schrijven PvA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uitvoeringsprogramma's | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Afstemming met BG | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8 ORGANISATIE

Dit hoofdstuk schetst de rollen en verantwoordelijkheden van elk van de betrokken partijen en beschrijft de opzet en belangrijkste procesafspraken in relatie tot het MEP zandwinning 2018-2027.

8.1 Rollen en verantwoordelijkheden

Voor het goed uitvoeren van een MEP is het van groot belang om vooraf een duidelijk en gedeeld beeld te hebben van de rollen en verantwoordelijkheden van elk van de betrokken partijen. Zoals in de inleiding is beschreven is dit MEP tot stand gekomen vanuit een samenwerking tussen Stichting La MER en Rijkswaterstaat kustlijnzorg (RWS KLZ). Deze samenwerking is vastgelegd in een separate Samenwerkingsovereenkomst (SOK). Enkele items uit het SOK die voor dit MEP van belang zijn, worden hieronder genoemd.

Elke partij beschikt over eigen ontgrondingenvergunningen, is zelf verantwoordelijk voor het naleven van de verplichtingen die daarin zijn opgenomen en rapporteert op cruciale momenten aan het eigen bevoegd gezag. Er is in gezamenlijkheid één monitoring- en evaluatie programma opgesteld, waarbij de verschillende partijen naar rato financieel aan bijdragen.

Voor de dagelijkse aansturing van het programma zal er een MEP-regieteam worden opgezet. Het regieteam is verantwoordelijk voor de voortgang van het programma en de aansturing van de onderzoeken. Daarnaast zal het regieteam daar waar wenselijk of noodzakelijk wordt geacht andere belangenorganisaties betrekken bij het opzetten en uitvoeren van het MEP. Trekker van dit MEP-regieteam is RWS kustlijnzorg.

Rijkswaterstaat Zee & Delta is in het kader van de ontgrondingenwet bevoegd gezag voor het winnen van zand op de Noordzee. Aangezien het voor de vergunningaanvraag van RWS kustlijnzorg een vergunning eigen dienst betreft is voor het RWS deel de Inspectie Leefomgeving en Transport het bevoegd gezag. Bevoegd gezag voor Stichting La MER is Rijkswaterstaat Zee & Delta.

Indien bepaalde monitoring niet mogelijk of zinvol (meer) geacht wordt, of er door voortschrijdend inzicht andere prioriteiten zijn, kan het MEP daarop worden aangepast. Suggesties voor ingrijpende aanpassingen zullen jaarlijks tijdens het officiële voortgangsgesprek besproken. Eventuele voorstellen voor dergelijke aanpassingen van het monitoringsprogramma of daarop gebaseerde uitvoeringsprogramma's vanuit het regieteam zullen vervolgens in de vorm van een schriftelijk wijzigingsverzoek officieel worden voorgelegd aan de bevoegde gezagen. Na goedkeuring door de bevoegde gezagen zullen deze aanpassingen worden doorgevoerd.

8.2 Inhoudelijke beoordeling & kwaliteitsborging

Naast de kwaliteitsborging van de in te huren uitvoerende partij(en) zal er vanuit het programma worden toegezien op kwaliteitsborging. Afhankelijk van de betreffende onderwerpen zullen er een aantal interne (en naar behoefte externe) experts worden betrokken. Het bevoegd gezag wordt gevraagd één of meer inhoudelijke contactpersonen aan te wijzen, die hierin kunnen participeren. Deze kunnen meekijken en meedenken vanuit hun inhoudelijke expertise.

8.3 Projectvoortgang

Na goedkeuring van dit plan van aanpak voor het MEP 2018-2027 worden de uitvoeringsprogramma's voor de onderzoeksthema's rekolonisatie, schelpenbanken en zwarte zee-eenden uitgewerkt en ter goedkeuring ingediend bij het bevoegd gezag. Voor de uitwerking van het plan van aanpak voor het onderzoeksthema vrijkomen van fijn sediment wordt een apart traject gevolgd (zie hoofdstuk 7).

Vanaf 2019 wordt één keer per jaar (maart) een voortgangsbespreking georganiseerd tussen het MEP-regieteam en de direct betrokkenen vanuit de bevoegde gezagen om de voortgang van de monitoring te bespreken. Het regieteam neemt het initiatief voor het organiseren van deze bespreking. Van de bespreking wordt een verslag gemaakt.

Voorafgaand aan het voortgangsoverleg wordt schriftelijk de voortgang van het gehele project gerapporteerd en formeel ingediend bij de bevoegde gezagen.

8.4 Tussenrapportages en afronding

Binnen de afzonderlijke onderzoeksthema's zullen regelmatig tussentijdse rapportages worden opgesteld en besproken met de bevoegde gezagen. De bespreking van deze rapportages wordt zoveel mogelijk gekoppeld aan de jaarlijkse voortgangsbesprekingen. Aan deze overlegmomenten kunnen go/no go-momenten of wijzigingsvoorstellen worden verbonden voor vervolgstappen binnen de onderzoeksthema's.

Eind 2027/begin 2028 zal er een samenvattende rapportage worden opgesteld en kan een eindsymposium worden georganiseerd. De samenvattende rapportage, alle onderliggende rapporten en data zullen aan het eind opgeleverd worden aan de bevoegde gezagen.

8.5 Evaluatie

Het MEP heeft een doorlooptijd van 2018 t/m 2027. In 2027 dient er een nieuw MER opgesteld te worden die vanaf 2028 gebruikt kan worden. De resultaten van dit MEP dienen doorvertaald te worden in dit nieuw op te stellen MER. Hiervoor zal de evaluatie al in 2027 gestart worden. Een aantal onderzoeken heeft mogelijk een langere doorlooptijd. Hiervan zal in 2027 een tussenevaluatie voor worden uitgevoerd.

8.6 Datamanagement

Het datamanagement van het MEP-Zandwinning zal aansluiten op het dataprotocol van het Informatiehuis Marien en de handreiking datamanagement. Het Informatiehuis Marien (IHM) is een gemeenschappelijk initiatief van de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). IHM heeft tot doel alle mariene informatie en onderzoeksgegevens over de Noordzee op één plek toegankelijk te maken voor belangstellenden, overheden en professionals. Hiermee wordt die informatie beter toegankelijk en is deze steeds opnieuw te gebruiken.

8.7 Planning

De planning is per onderzoeksthema uitgewerkt. Hiervoor wordt verwezen naar de voorgaande hoofdstukken.

9 BRONNEN

Bouma, H., De Jong, D.J., Twisk, F., Wolfstein, K., 2005. Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024, Middelburg.

Commissie MER, 2018a. Winning suppletiezand / ontgroningen Noordzee. Toetsingsadvies over het milieueffectrapport. 23 maart 2018 / projectnummer: 3130. Commissie voor de milieueffectrapportage, Utrecht.

Commissie MER, 2018b. Winning ophoogzand Noordzee. Toetsingsadvies over het milieueffectrapport. 23 maart 2018 / projectnummer: 3131. Commissie voor de milieueffectrapportage, Utrecht.

Dirksen S., Witte R.H. & Leopold M.F. 2005. Nocturnal movements and flight altitudes of Common Scoters *Melanitta nigra*. Rapport 05--062 Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Duin, C. van, M. Vrij Peerdeman, H. Jaspers, A. Bucholc, 2017a. Winning suppletiezand Noordzee 2018 t/m 2027. Milieueffectrapportage. Sweco, De Bilt.

Duin, C. van, M. Vrij Peerdeman, H. Jaspers, A. Bucholc,, 2017b. Winning ophoogzand Noordzee 2018 t/m 2027. Milieueffectrapportage. Sweco, De Bilt.

Duren, L. van, T. van Kessel, T. Troost, A. Blauw, L. Kramer, J. van Gils, J. Wijsman, J. Craeymeersch, P. Herman & M. Villars, 2017a. Scenariostudies ter ondersteuning van de MER zandwinning Noordzee 2018 – 2027 Winning van suppletiezand voor RWS. Deltares Rapport 1230888-000-ZKS-0025

Duren, L. van , T. van Kessel, T. Troost, A. Blauw, L. Kramer, J. van Gils, J. Wijsman, J. Craeymeersch, P. Herman & M. Villars, 2017b. Scenariostudies ter ondersteuning van de MER zandwinning Noordzee 2018 – 2027. Winning van ophoogzand door Stichting LaMER. Deltares Rapport 1230888-000-ZKS-0023.

Evans, D., Aish, A., Boon, A., Condé, S., Connor, D., Gelabert, E. Michez, N., Parry, M., Richard, D., Salvati, E., Tunesi, L., 2016. Revising the marine section of the EUNIS Habitat classification - Report of a workshop held at the European Topic Centre on Biological Diversity, 12 & 13 May 2016. ETC/BD report to the EEA.

Fijn, R., Leopold M., Dirksen S., Arts F., van Asch M., Baptist M., Craeymeersch J., Engels B., van der Ham N., van Horssen P., de Jong J., Perdon J. & van der Zee E., onder review. Zwarte Zee-eenden op een (on?)gewone plek; lokaal rijke schelpenbanken maar ook rust sturen verspreiding in de Noordzeekustzone. Limosa.

Gils J.A. van., Piersma, T., Dekinga, A. & Dietz, M.W., 2003. Cost–benefit analysis of mollusc-eating in a shorebird II. Optimizing gizzard size in the face of seasonal demands The Journal of Experimental Biology 206, 3369-3380.

Gils, J.A., Dekinga, A., Spaans, B., Vahl, W.K. & Piersma, T., 2005. Digestive bottleneck affects foraging decisions in red knots *Calidris canutus* . II. Patch choice and length of working day. Journal of Animal Ecology 74 , 120–130

Heinis, F., 2016. Monitoring the effect of Maasvlakte 2: 'Far Field' effects on benthos of the construction of Maasvlakte 2. Port of Rotterdam, Projectorganisatie Maasvlakte 2.

Jong, M.F. de, 2016. The ecological effects of deep sand extraction on the Dutch continental shelf. Implications for future extraction. PhD Thesis, Wageningen University, Wageningen.

Kaiser M.J., Galanidi M., Showler D.A., Elliott A.J., Caldow R.W.G., Rees E.I.S., Stillman R.A. & Sutherland W.J., 2006. Distribution and behaviour of Common Scoter *Melanitta nigra* relative to prey resources and environmental parameters. Ibis 148S1: 110-128.

Kleijberg, R., M.J.C. Rozemeijer & J.T. van der Wal, 2018. Zandwinning Noordzee 2018-2017. Nadere verdieping effecten Natura 2000. Arcadis / Wageningen Marine Research.

Leeuw, J.J. de, 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. PhD Thesis, University of Groningen. ISBN 90-369-1207-5. PhD Thesis.

Leopold M.F. & Wolf P. 2003. Zee-eenden eten ook *Ensis*. Nieuwsbrief Nederlandse Zeevogelgroep 4(3): 5.

Leopold, M., M. van Asch, E. Dijkman, K. Goudswaard, S. Lagerveld, H. Verdaat, K. Camphuysen & J. ten Horn, 2015. Zwarte zee-eenden bij Texel, een reactie op overvloedig voorkomen van *Ensis*? IMARES Wageningen UR, Rapport C084/14.

Van Loon, W.M.G.M., Walvoort, D.J.J., Van Hoey, G., Vina-Herbon, C., Blandon, A., Pesch, R., Schmitt, P., Scholle, J., Heyer, K., Lavaleye, M., Phillips, G., Duineveld, G.C.A., Blomqvist, M., 2018. A regional benthic fauna assessment method for the Southern North Sea using Margalef diversity and reference value modelling. *Ecological Indicators* 89, 667–679.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016a. Natura 2000-beheerplan Waddenzee. Periode 2016-2022.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016b. Natura 2000-beheerplan Noordzeekustzone Periode 2016-2022.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016c. Natura 2000-beheerplan Deltawateren 2016-2022. Deelplan Oosterschelde.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016d. Natura 2000-beheerplan Voordelta, 2015-2021.

Ministerie van IenW, Ministerie van LNV, 2018. Mariene Strategie (deel 1). Huidige milieutoestand, goede milieutoestand, milieudoelen en indicatoren 2018-2024, Hoofddocument. Een uitgave van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, februari 2018.

Poot, M.J.M., R.C. Fijn, R.J. Jonkhorst, C. Heunks, M.P. Collier, J. de Jong, P.W. van Horssen, 2011. Aerial surveys of seabirds in the Dutch North Sea May 2010 – April 2011. Seabird distribution in relation to future offshore wind farms. Culemborg: Bureau Waardenburg.

Rijkswaterstaat, 2015. Ontwerp-beheerplan Natura 2000, Vlake van de Raan.

Rozemeijer, M.J.C., 2009. Rekolonisatie van de zeebodem na zandwinning en suppletie: een review. Visie voor een onderzoeksplan als onderdeel van het MEP zandwinning RWS & LaMER. Memo RWS-Waterdienst NWOB/MJCR-2009.01.1.

Schwemmer, P., Mendel, B., Sontag, N., Dierscheke, V. & Garthe, S., 2011. Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. *Ecological Applications*, 21(5), 2011, pp. 1851– 1860.

Skov, H. et al., 2011. Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea. *TemaNord* 2011:550. Nordic Council of Ministers.

Troost, K., K.J. Perdon, J. van Zwol, J. Jol & M. van Asch, 2017. Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone in 2017. Stichting Wageningen Research. Centrum voor Visserijonderzoek. CVO rapport: 17.014.

Tulp, I.Y.M., Craeymeersch J.A.M., Leopold M.F., Damme C.J.G. van, Fey F. & Verdaat J.P. 2010. The role of the invasive bivalve *Ensis directus* as food source for fish and birds in the Dutch coastal zone. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 90 (3): 116 - 128.

Wijnhoven, S., 2018a. Plan van Aanpak onderzoek rekolonisatie middeldiepe zandwingebieden Noordzee. Uitwerking prioritair onderwerp 'Ontwikkeling zandwingebieden' ten behoeve van MEP Zandwinning 2018-2027. Ecoauthor Report Series 2018 – 03, Heinkenszand.

Wijnhoven, S., 2018b. T0 beoordeling kwaliteitstoestand NCP op basis van de Benthische Indicator Soorten Index (BISI). Toestand en ontwikkelingen van benthische habitats en KRM gebieden op de Noordzee in en

voorafgaand aan 2015. Rapport Ecoauthor & Wageningen Marine Research. Ecoauthor Report Series 2018 - 01, Heinkenszand, the Netherlands (in prep.).

Wijnhoven, S., Bos, O., 2017. Nationale Benthos Indicator Noordzee: Proces van ontwikkeling en presentatie van de 'Benthische Indicator Soorten Index (BISI)'. Ecoauthor Report Series 2017 - 02, Heinkenszand, the Netherlands.

Zydelis R. & S.E. Richman, 2015. Foraging behavior, ecology, and energetics of sea ducks. In: Savard J-P.L., D.V. Derksen, D. Esler & J.M. Eadie (eds) Ecology and Conservation of North American Sea Ducks: 241-265. Studies in Avian Biology 46; Cooper Ornithological Society; CRC Press/Taylor & Francis Group, New York.

COLOFON

MONITORING EN EVALUATIEPLAN ZANDWINNING NOORDZEE 2018-2027 PLAN VAN AANPAK

KLANT

Rijkswaterstaat Zee en Delta en Stichting LaMER

AUTEUR

Reinoud Kleijberg

met medewerking van Louise Lysen (Arcadis), Jelmer Cleveringa (Arcadis), Suzan van Lieshout (Rijkswaterstaat Kustlijnzorg), Henk van Oers (Stichting LaMER), Sander Wijnhoven (Eco-author) en Kees Camphuysen (NIOZ)

PROJECTNUMMER

C05062.000357

ONZE REFERENTIE

079885268 0.1

DATUM

29 juni 2018

GECONTROLEERD DOOR

Belinda Kater

VRIJGEGEVEN DOOR

Eric Schouwenberg

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com