

Postbus 68 | 1970 AB IJmuiden

Rijkswaterstaat
T.a.v. Kernteam Basismonitoring: Rick Hoeksema
Rijkswaterstaat Noord-Nederland
Zuidersingel 3, 8911 AV Leeuwarden
Postbus 2232, 3500 GE Utrecht

Auteur(s): Karin Troost & Martin Baptist

Kennisvraag

De Basismonitoring Wadden wordt door het kernteam basismonitoring uitgewerkt aan de hand van een ambitiedocument. Dit Ambitiedocument Basismonitoring Wadden beschrijft het streefbeeld van de monitoring die gewenst is om inzicht te kunnen krijgen in de mate waarin de hoofddoelstelling voor de Waddenzee uit de derde nota Waddenzee wordt gerealiseerd.

Ieder jaar wordt er een aantal kernwaarden uit het ambitiedocument uitgekozen en opgenomen in een jaarplan. Het kernteam basismonitoring maakt voor elk van deze kernwaarden een analysedocument met daarin een advies over de in de basismonitoring op te nemen monitoring. In een analysedocument worden telkens vier fasen doorlopen (Tabel 1).

Tabel 1. Fasering in opstellen analysedocumenten.

| Fasering | Inhoud per fase |
|---|---|
| Fase 1 - de wens & het conceptuele model | A. Bepalen van de informatiebehoeften vanuit beheer- & beleidsdoelen. B. Welke zijn meetbare omschrijvingen van die behoeften? C. Welke zijn geschikte indicatoren om vast te stellen in welke mate doelen zijn gerealiseerd? |
| Fase 2 - het wat | A. Wat wordt er al gemeten? B. Wat moet er nog worden gemeten? |
| Fase 3 - het hoe | A. Hoe meet je de parameters voor 2.B? B. Zijn die te integreren in bestaande c.q. zijn er aanvullende meetprogramma's nodig? |
| Fase 4 - het advies | A. Wie gaat er wat meten, waar en wanneer (ruimte en tijdschaal)? B. Wat zijn de kosten? |

Het Kernteam Basismonitoring heeft Wageningen Marine Research (WMR) gevraagd om inhoudelijk deskundig advies te geven bij het opstellen van de analysedocumenten voor de Basismonitoring Wadden. Advies is gewenst bij het opstellen van analysedocumenten in fase 1B en fase 1C waarin het formuleren van meetbare indicatoren voor het behalen van de beleids- en beheerdoelen wordt gevraagd. Deze beleids- en beheerdoelen zijn vooraf opgesteld door het Kernteam

DATUM
16 december 2020

ONDERWERP
Briefrapportage

ONS KENMERK
2037731.KT.mw

POSTADRES
Postbus 68
1970 AB IJmuiden

BEZOEKADRES
Haringkade 1
1976 CP IJmuiden

INTERNET
www.wur.nl/marine-research

KVK NUMMER
09098104

CONTACTPERSOON
Karin Troost

TELEFOON
+31 (0)317 48 73 75

E-MAIL
Karin.troost@wur.nl

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden..

Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als missie: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'

Basismonitoring (fase 1A). Advies wordt ook gevraagd in fase 2 voor het definiëren van aanvullende meetparameters, indien deze volgen uit benodigde indicatoren van fase 1 en niet al opgenomen zijn in bestaande meetprogramma's (fase 2A). Voor een nog nader te bepalen aantal nieuwe meetparameters wordt aan WMR gevraagd om uit te werken hoe deze bepaald kunnen worden en of er aanvullende meetprogramma's nodig zijn (fase 3).

Voorliggende briefrapportage behandelt de uitwerking van fase 1B t/m 3 voor het onderdeel "Waterbodem", als onderdeel van de kernwaarde "Gezondheid waterkolom en -bodem". Dit gaat specifiek over biogene structuren en bentische biodiversiteit.

Methoden

Fase 1

De van tevoren opgestelde **beleidsdoelen** (Fase 1A) zijn:

1. Verbetering van de kwaliteit van het habitatype H1110 (Natura 2000)
2. Verbetering van de kwaliteit van het habitatype H1130 (Natura 2000)
3. Verbetering van de kwaliteit van het habitatype H1140 (Natura 2000)
4. Goede ecologische toestand van het waterlichaam Waddenzee (KRW)
5. Goede ecologische toestand van het waterlichaam Waddenzee vastelandskust (KRW)
6. Goed ecologisch potentieel van het waterlichaam Eems-Dollard (KRW)
7. Behoud omvang foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels (Natura 2000)
8. Behoud kwaliteit foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels (Natura 2000)
9. De Waddenzee wordt benut voor diverse vormen van visserij op een duurzame wijze dat zich een rijke en gevarieerde visstand heeft ontwikkeld en dat de overige (bodem)fauna en (bodem)flora en de landschappelijke kwaliteiten van de Waddenzee hier niet onder lijden (PKB Waddenzee)

De van tevoren opgestelde **beheervragen** (Fase 1A) zijn:

10. Wat is de ontwikkeling in de kwaliteit én de omvang van beschermde habitattypen en leefgebieden van beschermde soorten in het Waddengebied (kennisagenda Rijkswaterstaat) zowel litoraal als sublitoraal.
11. Wat is de ontwikkeling van (sub)litoraal bodemleven in relatie met sedimentontwikkeling en fysische abiotische factoren zoals bodemschuifspanning (beheervraag RWS).
12. Wat zijn de effecten van menselijke activiteiten (oa suppleties, zand, zoutwinning, baggeren, verspreiden van bagger) op sedimentsamenstelling, hoogteligging en bodemfauna en hoe kunnen we die het beste mitigeren (beheervraag RWS).
13. Welke veranderingen zijn het gevolg van klimaatverandering (met name temperatuur) op bodemfauna (incl. schelpdierbanken)
14. Wat is de oorzaak van eventueel achtergebleven herstel van de ecosysteemkwaliteit op voedselweb niveau?
15. Hoe ziet een voedselweb eruit dat evenwichtig van opbouw is, zowel wat betreft de primaire producenten, primaire consumenten, secundaire consumenten en topredatoren (Reviewdocument programmaplan Naar een Rijke Waddenzee 2015-2018);

16. Wat betekent: "flora en fauna zijn rijk, gevarieerd en in hoeveelheden aanwezig zoals die ook voor de periode van eutrofiëring aanwezig waren" (Reviewdocument programmaplan Naar een Rijke Waddenzee 2015-2018);
17. Wat verklaart de afname (2003-2014) van trekvogels (vooral benthoseters) die sterk afhankelijk zijn van de Waddenzee als onderdeel vd East-Atlantic Flyway (kennisagenda Rijkswaterstaat).
18. Wat is de samenhang tussen primaire productiemetingen van zowel benthische als pelagische producenten, bodemfauna en sediment (kennisagenda Rijkswaterstaat).

Op 30 oktober 2019 is door het Kernteam Basismonitoring een workshop over het onderdeel "Waterbodem" georganiseerd. Doel van deze workshop was het verkrijgen van hulp van experts bij het formuleren van meetbare omschrijvingen (Fase 1B) zodat de beleidsdoelen en beheervragen SMART worden met toetsbare indicatoren. WMR heeft deze workshop inhoudelijk voorbereid en begeleid, aan de hand van de opgestelde beleidsdoelen en beheervragen.

Aanwezig waren:

- Jan Teun Visser (ondersteuning Basismonitoring, zelfstandig)
- Martin Baptist (Wageningen Marine Research)
- Karin Troost Yerseke (Wageningen Marine Research)
- Sander Wijnhoven (EcoAuthor)
- Sander Holthuijsen (NIOZ)
- Ingrid van Beek (PRW)
- Eelke Folmer (EcoSpace)
- Allix Brenninkmeijer (Provincie Groningen)
- Cor Schipper (Rijkswaterstaat)
- Yvonne Roelofs (Provincie Fryslân)
- Lies van Nieuwerburgh (Rijkswaterstaat)
- Rick Hoeksema (Rijkswaterstaat)

Informatie die in deze workshop door de aanwezigen is gedeeld, is verwerkt in de vertaling van beleidsdoelen en beheervragen naar meetbare indicatoren en bijbehorende meetparameters (Fase 1B-C). In deze doorvertaling is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van reeds vastgestelde indicatoren en meetparameters binnen Natura 2000 en de Kaderrichtlijn Water. De tussentijdse resultaten van Fase 1B en 1C zijn voorgelegd aan het Kernteam Basismonitoring, en opmerkingen en aanvullingen zijn verwerkt in voorliggende notitie.

Fase 2

In Fase 2 is per meetparameter opgeschreven of deze al geheel of deels gemeten wordt in een regulier meetprogramma. Dit resulteert in een overzicht van parameters die nog niet, of slechts deels, gemeten worden.

Fase 3

Voor alle parameters die nog (deels) gemeten moeten worden, is uitgewerkt of de benodigde metingen geïntegreerd kunnen worden in bestaande programma's (reguliere monitoring en/of onderzoeksprojecten), of dat een volledig nieuw meetprogramma opgezet moet worden.

Resultaten

Voor een meer gedetailleerde uitwerking wordt verwezen naar de tabellen in de bijgeleverde Excel file. In deze tabellen is ieder van de opgestelde beleidsdoelen en beheervragen voor zover mogelijk uitgewerkt in meetbare indicatoren en bijbehorende meetparameters. Binnen Natura 2000 en Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn de relevante indicatoren, waarover periodiek aan de EU gerapporteerd moet worden, al verder uitgewerkt. Aangegeven is welke indicatoren reeds opgesteld waren en welke in het kader van de Basismonitoring fase 1 zijn opgesteld. De te meten parameters zijn gegroepeerd in verschillende thema's welke hieronder nader beschreven worden, met verwijzing naar de oorspronkelijke beleidsdoelen en beheervragen. Ook wat er al gemeten wordt is hieronder beschreven en na te lezen in de Excel tabellen, waarbij steeds verwezen wordt naar het rapport "Meetprogramma's Waddengebied", opgesteld door het WaLTER projectteam (versie 23 oktober 2019). Wat er nog niet gemeten wordt, en hoe dit gemeten zou kunnen worden, wordt hieronder nader toegelicht. Daarbij worden de meetparameters voor de duidelijkheid vet gedrukt.

1. Zeegras

Zeegras: meetparameters

Zeegrasvelden zijn een indicator voor de beleidsdoelen 2 en 3 (N2000), 4, 5 en 6 (KRW) en beheervragen 10, 12 en 16. Het gaat primair om het bepalen van de **ligging en omvang van zeegrasvelden in de Waddenzee en Eems-Dollard**, zowel in het litoraal als het sublitoraal.

Zeegras: wat wordt al gemeten

De ligging en omvang van zeegrasvelden wordt gemonitord door Rijkswaterstaat binnen het MWTL programma (**P6** in het WaLTER rapport). Het gaat vooral om klein zeegras (*Zostera noltii*). De monitoring richt zich voornamelijk op enkele kerngebieden waar zeegras aaneengesloten over een groter gebied met hoge bedekking voorkomt, maar ook overige potentieel geschikte gebieden worden onderzocht. Voor beleidsdoelen 2 t/m 6 is de huidige wijze van kartering in een raster van 20 x 20 m in het litoraal voldoende. In de Waddenzee werd tot en met 2011 ieder jaar een opname gedaan. Sinds 2011 is de frequentie omlaag gegaan naar eens per 3 jaar. Voor beleidsdoelen 2 t/m 6 is dat voldoende. De cyclus van eens in de 3 jaar is ook voldoende om behevraag 16 te kunnen beantwoorden (mits ook de overige benodigde informatie aanwezig is).

Naast de zeegrasmonitoring door Rijkswaterstaat wordt het voorkomen van zeegras ook gemonitord in de jaarlijkse vegetatieopnamen van de kwelderwerken van de Groninger en Friese kust (het Wageningse SEB/PQ meetnet binnen WOT Natuur & Milieu, **P8** in het WaLTER rapport). In dit programma, dat zich beperkt tot de kwelderwerken en dat zich richt op kartering van 30 soorten kwelderplanten, is zeegras voor het eerst waargenomen in 2011, met een toename van waarnemingen sindsdien¹. Mogelijk was het er al voor die tijd maar is het onopgemerkt gebleven.

Groot zeegras (*Zostera marina*) komt voornamelijk voor in het sublitoraal. Omdat zich daar voor zover bekend geen zeegrasvelden bevinden, vindt in het sublitoraal

¹ Dolch et al. 2017. Seagrass. In: Wadden Sea Quality Status Report 2017.
<https://qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/seagrass>

geen zeegrasmonitoring plaats. Een manier om nieuw ontwikkelde sublitorale zeegrasvelden te detecteren ontbreekt.

Zeegras: wat moet nog gemeten worden en hoe?

Voor beheervragen 10 en 12 is de huidige frequentie van karteringen onvoldoende. Met een frequentie van slechts eenmaal per 3 jaar, en grote verschillen tussen jaren (pers. comm. J. Bergwerff, RWS), is het moeilijk tot onmogelijk om trends vast te kunnen stellen. Voor deze beheervraag is het dus nodig om de frequentie van de litorale karteringen te verhogen naar jaarlijks.

Aanbevolen wordt om periodiek en systematisch te zoeken naar zeegrasvelden in het sublitoraal (ten behoeve van beleidsdoelen 2, 4, 5 en 6 en beheervragen 10, 12 en 16). Deze zoektocht zou zich kunnen richten op gebieden waar de kans op aantreffen van groot zeegras het grootst geacht wordt. Een eventuele ontwikkeling van sublitorale velden van groot zeegras kan dan tijdig gedetecteerd worden, om vervolgens kartering daarvan in de basismonitoring op te nemen. Een relatief eenvoudige manier zou kunnen zijn om hiervoor de schelpdiermonitoring te gebruiken. Schelpdieren in het sublitoraal worden bemonsterd met een zuigkor of bodemschaaf, waarmee een oppervlak van 15 tot 30 m² wordt bemonsterd. Ook wanneer zich velden ontwikkelen met een relatief lage dichtheid, is de kans groot dat met deze methodiek zeegras wordt aangetroffen in het monster. Hiervoor is dan wel nodig dat de monitoring van schelpdieren in het sublitoraal wordt uitgebreid naar het Eierlandse gat en oostelijke Waddenzee inclusief Eems-Dollard. Dit wordt ook aanbevolen voor monitoring van schelpdierbanken, schelpdierbestanden en de bodemdiergemeenschap (of indicatorsoorten, zie volgende paragraaf).

2. Schelpdierbanken en/of -bestanden

Schelpdierbanken/-bestanden: meetparameters

Onderscheid wordt gemaakt tussen soorten die banken vormen op de bodem (**mosselen**, **Japanse oesters** en **platte oesters**) en soorten die ingegraven leven (zoals kokkels en nonnetjes). Naast de intrinsieke waarde van schelpdieren zijn ze van belang zowel vanwege de harde biogene structuren die zij vormen ("biobouwers") als ook hun rol als voedsel voor vogels en vissen.

Mosselbanken zijn vanuit hun rol als biobouwer en hun rol in het verschaffen van leefgebied aan andere soorten vastgesteld als indicator voor de beleidsdoelen 1, 2 en 3 (Natura 2000) en 4, 5 en 6 (KRW) en zijn relevant voor beheervraag 10. Vanuit dezelfde rol zijn **Japanse oesterbanken** vastgesteld als indicator voor de beleidsdoelen 1 en 2 (Natura 2000), en ook relevant voor beheervraag 10. In het Natura 2000 Profiel van Habitatype 1140 (beleidsdoel 3) staat expliciet beschreven dat bij de beoordeling van de kwaliteit van het habitatype geen rekening wordt gehouden met de Japanse oester omdat dit een exoot is. Voor mosselbanken gaat het vanuit de genoemde N2000 en KRW beleidsdoelen om de **omvang van de banken (areaal) en de samenstelling daarvan in het litoraal en sublitoraal van de Waddenzee en Eems-Dollard**. Voor de Japanse oesterbanken gaat het primair om de omvang van de banken (het areaal) in het litoraal en sublitoraal van de Waddenzee en Eems-Dollard, maar de samenstelling is ook van belang om trends te kunnen duiden en omdat er ook mosselen aanwezig kunnen zijn in de banken.

Platte oesters worden niet genoemd in de profielen van de Natura 2000 habitatypen (beleidsdoelen 1, 2 en 3) maar kunnen, net als mosselen en Japanse oesters, biogene structuren vormen. Momenteel komen er in de Waddenzee slechts losse exemplaren voor, en vormt deze soort geen banken. Dat zou in de toekomst kunnen veranderen, gezien de lopende herstelprojecten en observaties dat deze

soort ook van nature weer meer wordt aangetroffen. Opname binnen de Natura2000 en KRW doelstellingen ligt dan voor de hand. Daarom is het belangrijk om ook deze soort te monitoren, waarbij het areaal van eventuele toekomstige banken van belang is (waarschijnlijk in gemengde voorkomens met Japanse oesters en mosselen), en ook de samenstelling.

Met **samenstelling van de banken** wordt specifiek bedoeld: hoeveel mosselen, Japanse oesters, platte oesters en eventuele belangrijke geassocieerde soorten die mede verklarend kunnen zijn voor waargenomen trends (zoals muiltjes, zeesterren, oesterboorders en krabben) bevinden zich binnen de banken? In welke verhouding komen deze soorten voor, en hoe is de leeftijds/lengte opbouw van elke soort? Bij mosselen is het bijvoorbeeld belangrijk, vanuit Natura2000 en KRW, hoe de verhouding is tussen mosselzaad en meerjarige mosselen. Concreet komt dit neer op het tellen (en eventueel wegen) van de aangetroffen soorten schelpdieren (mossel, Japanse oester, platte oester), waarbij per soort een onderverdeling wordt gemaakt tussen relevante leeftijds- en/of lengteklassen.

Voor schelpdieren in het algemeen geldt dat zij belangrijk kunnen zijn als voedsel voor vogels, en dat dichte banken van soorten als kokkel en zwaardschede de structuur van de bodem kunnen veranderen waardoor de heterogeniteit in habitats toeneemt. Daarom is de **omvang van schelpdierbestanden** een belangrijke indicator voor de beleidsdoelen 1 en 3. Het gaat primair om soorten die in relatief grote aantallen voorkomen zoals de **kokkel**, **Amerikaanse zwaardschede**, het **nonnetje** en de **strandgaper**. Hiervan moet de bestandsomvang in het litoraal en sublitoraal van de Waddenzee bepaald worden.

Schelpdierbanken/-bestanden: wat wordt al gemeten

De **omvang van schelpdierbanken** wordt al gemeten in het litoraal van de Waddenzee (WOT Schelpdieren in opdracht van LNV²; **B11** in het WaLTER rapport). Dit wordt ook gedaan in het sublitoraal (sublitorale mosselzaadsurvey in opdracht van PO Mossel²; **B13** in het WaLTER rapport). De monitoring in het **sublitoraal** richt zich echter hoofdzakelijk op de kombergingen van het Marsdiep en Vliestroom in de westelijke Waddenzee. In de overige kombergingen, het **Eierlandse gat** en de **oostelijke Waddenzee (inclusief Eems-Dollard)**, komen slechts sporadisch mosselbanken voor in het sublitoraal. Wanneer in deze gebieden sublitorale mosselzaadbanken ontstaan, wordt dit meestal als eerste ontdekt door garnalenvissers en worden Bureau MarinX en/of WMR direct ingeseind, of indirect via de Waddenunit. In dergelijke gevallen wordt meestal een zoektocht verricht samen met de Waddenunit, maar vaak zijn de eerder gesignaleerde banken dan alweer verdwenen (waarschijnlijk weggespoeld of opgegeten door zeesterren). Er wordt niet jaarlijks gericht gezocht naar mosselbanken en oesterbanken in het sublitoraal van de overige kombergingen.

De inventarisatie van **schelpdierbestanden** in het **sublitoraal** (uitgevoerd door WMR in opdracht van PO Mossel²; **B13** in het WaLTER rapport) richt zich uitsluitend op de kombergingen Marsdiep en Vliestroom. Binnen deze kombergingen worden gebieden waar zich mosselen kunnen bevinden intensiever bemonsterd dan de gebieden waar zelden mosselen voorkomen. Deze opzet geeft waarschijnlijk een goed beeld van de meeste andere schelpdiersoorten, behalve de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis leei*), die een ander verspreidingspatroon laat zien. In de minder intensief onderzochte delen binnen Marsdiep en Vliestroom is daarom vanuit het WOT programma (uitgevoerd door WMR in opdracht van LNV) in 2015 een aanvullende monitoring gestart van uitsluitend zwaardschedes. Deze monitoring is

² www.wur.nl/schelpdiermonitor

bedoeld als aanvulling op de jaarlijkse mosselinventarisatie voor PO Mossel (KOMPRO, niet opgenomen in WaLTER rapport).

Ook binnen het MWTL programma (**B9** in het WaLTER rapport) worden bodemdieren bemonsterd, waaronder schelpdieren. Bodemdieren in het litoraal worden met steekbuis bemonsterd langs vaste raaien en op vaste meetpunten op het Balgzand (westelijke Waddenzee), op de Piet Scheveplaat (oostelijke Waddenzee) en op de Heringsplaat (Dollard). Ook worden vaste meetlocaties in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee bemonsterd, op 3 raaien in de westelijke Waddenzee. Echter, vanwege de beperkte ruimtelijke dekking van de MWTL bemonstering, het kleine bemonsterde oppervlak per punt, en de zeer grote ruimtelijke variatie in voorkomen van schelpdieren (vaak erg geclusterd, geconcentreerd in dichte banken), is het MWTL programma minder geschikt voor de meeste veel voorkomende schelpdiersoorten.

In het SIBES³ programma (**B27** in het WaLTER rapport) worden, evenals in het MWTL programma, bodemdieren waaronder schelpdieren bemonsterd in het litoraal. Een groot verschil met het MWTL programma is de jaarlijkse in plaats van 3-jaarlijkse bemonstering, en een hoge ruimtelijke dekking van de monsterpunten. Jaarlijks wordt een dicht grid van monsterpunten met steekbuis bemonsterd, waarbij de onderlinge afstand tussen de monsterpunten 500 m is. Het SIBES programma wordt uitgevoerd door het NIOZ, sinds 2008. Deze survey maakt geen onderdeel uit van reguliere monitoring, en wordt uitgevoerd op projectbasis in opdracht van de NAM en Rijkswaterstaat. Voor de analyse is geen standaard financiering voorzien, dus analyse gebeurt alleen met gerichte financiering.

Monitoring van schelpdierbanken en -bestanden wordt dus al grotendeels gedekt door bestaande surveys. Voor de meeste soorten schelpdieren, die sterk geclusterd in banken voorkomen (zoals mossel, oester, kokkel, strandgaper, Amerikaanse zwaardschede), zijn de schelpdiersurveys (WOT en PO Mossel) het meest geschikt vanwege het grotere bemonsterde oppervlak per monsterpunt (0,1 - 0,4 m² in het litoraal en 15 - 30 m² in het sublitoraal) en de gerichte bemonstering van kokkel-, mossel- en oesterbanken. Voor schelpdiersoorten die meer gelijkmatig verspreid voorkomen, en de kleinere soorten (zoals de tere dunschaal, witte dunschaal, tere platschelp, en juveniele nonnetjes) is ook de SIBES methodiek geschikt. In het geval van kleine soorten is de SIBES monitoring zelfs geschikter omdat hier gezeefd wordt over een maaswijdte van 1 mm (in WOT is dat 5 mm). Voor rifvormende en zeer geclusterd voorkomende soorten zoals mosselen en oesters is SIBES niet geschikt vanwege het kleinere bemonsterde oppervlak per monsterpunt (0,0177 m²).

Schelpdierbanken/-bestanden: wat moet nog gemeten worden en hoe?

Monitoring van schelpdieren ontbreekt in het sublitoraal van het Eierlandse gat in de westelijke Waddenzee, en in de gehele oostelijke Waddenzee inclusief Eems-Dollard. De kombergingen Marsdiep en Vliestroom beslaan 70% van het totale sublitoraal in de Waddenzee. Dit betekent dat in 'slechts' 30% van het sublitoraal monitoring van deze parameter ontbreekt. Het ligt daarom voor de hand om de monitoring van de overige kombergingen in te richten als een uitbreiding van de survey die door Bureau MarinX en WMR in opdracht van PO Mossel wordt uitgevoerd, met dezelfde methodiek.

Het SIBES programma zou een waardevolle aanvulling zijn op het WOT programma. Dit is echter voor de gestelde beleidsdoelen niet noodzakelijk omdat het daarbij primair gaat om soorten waarvoor het WOT programma voldoet.

³ Synoptic Intertidal Benthic Survey, zie <https://www.nioz.nl/en/research/projects/4126-0>

3. Schelpkokerworm(velden)

Schelpkokerworm: meetparameters

Velden van schelpkokerwormen (*Lanice conchilega*) zijn gedefinieerd als indicator voor beleidsdoel 3 (Natura 2000, H1140). Het gaat erom de **omvang van schelpkokerwormvelden op de droogvallende platen** te bepalen, hetzij direct (areaal) hetzij indirect via het vaststellen van de abundantie van de soort *Lanice conchilega* (dichtheid of bestand) en het kunnen volgen van trends hierin. Daarnaast is de soort aangewezen als typische soort voor de habitattypen H1110 (beleidsdoel 1) en H1140 (beleidsdoel 3). Vanuit de verplichtingen aan de EU is het kunnen aantonen van de aan- of afwezigheid van de schelpkokerworm in het sublitoraal van de Waddenzee al voldoende. Omdat tijdens de workshop het kunnen aantonen van aan- of afwezigheid van typische soorten onvoldoende werd gevonden, en werd gepleit voor een koppeling aan morfologie om zo het habitatype te kunnen verfijnen naar ecotopen, kan het als wenselijk gezien worden om **ook voor het sublitoraal** de monitoring van de omvang van schelpkokerwormvelden in de basismonitoring op te nemen.

Schelpkokerworm: wat wordt al gemeten

De schelpkokerworm wordt geregistreerd in monitoringsprogramma's die zich richten op bodemdieren: het MWTL programma (**B9** in het WaLTER rapport) en het SIBES programma (**B27** in het WaLTER rapport). Het MWTL programma volstaat voor het kunnen analyseren van trends, maar heeft ruimtelijk een te lage dekking om iets te kunnen zeggen over de omvang van schelpkokerworm velden. Het SIBES programma is zeer geschikt voor inzicht in zowel trends als de ruimtelijke verspreiding en omvang van de velden. Echter, het SIBES programma maakt geen deel uit van de reguliere monitoring en is dus niet gegarandeerd. In het sublitoraal van de Waddenzee is geen monitoring waaruit een beeld verkregen kan worden van de verspreiding van de soort en de omvang van de velden, anders dan de SUBES campagne die door NIOZ in 2020 is uitgevoerd als onderdeel van het Waddenmozaïek project. De bemonsteringstechniek is grotendeels hetzelfde als binnen MWTL in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee: met een boxcorer. Net als SIBES maakt SUBES geen deel uit van reguliere monitoring.

Schelpkokerworm: wat moet nog gemeten worden en hoe?

Voor de **kartering van contouren** is de methodiek nog niet ontwikkeld, en zijn nog geen grenzen voor dichtheid of biomassa gedefinieerd waarboven kan worden gesproken van een 'bank' of 'veld'. Kartering zou in aanvulling op de jaarlijkse kartering van mossel- en oesterbanken door WMR uitgevoerd kunnen worden, middels een combinatie van veldmetingen en analyse van satellietbeelden. Satellietbeelden worden al gebruikt om mossel- en oesterbanken op te sporen⁴, en lijken ook geschikt voor het detecteren van dichte schelpkokerwormvelden. Lagere dichtheden kunnen echter niet gedetecteerd worden op satellietbeelden, en zijn ook ter plaatse met het blote oog vaak pas op korte afstand waarneembaar.

Een alternatief voor kartering van de contouren is het afleiden van de verspreiding van schelpkokerwormvelden, en het areaal daarvan, uit de bemonstering van **schelpkokerwormen op een dicht grid van monsterpunten**. Hiervoor is de **SIBES** campagne geschikt. De resolutie van het SIBES grid is nog steeds te laag om

⁴ Westinga, Troost, Nasimiyu, Budde en Vrieling, *Rapid cloud-based temporal compositing of Sentinel-1 radar imagery for epibenthic shellfish inventory*, geaccepteerd voor publicatie in *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.

contouren vast te kunnen stellen, maar kan wel gebruikt worden om een schatting te maken van het totale areaal aan schelpkokerworm velden in de hele Waddenzee.

Ook kan gedacht worden aan een combinatie van remote sensing en veld validatie waarbij middels remote sensing de gehele Waddenzee wordt onderzocht en de veld validatie zich zou kunnen richten op deelgebieden die als representatief voor de gehele Waddenzee gezien kunnen worden.

In het **sublitoraal** is kartering van contouren niet uitvoerbaar met de huidige methodieken. Omdat de schelpkokerwormvelden hier permanent onder water liggen kunnen satellietbeelden niet gebruikt worden, en ook waarneming met het blote oog is niet mogelijk. Detectie van dichte banken middels hoge resolutie side-scan sonar is mogelijk gebleken^{5,6}, maar hiervoor is de techniek nog niet uitontwikkeld, en naar verwachting is dit lastig in de Waddenzee vanwege de ondiepten en de vaak hoge slibconcentraties in het water. Een alternatieve methode is bemonstering op een dicht grid, met een boxcorer. Hiervoor is de opzet van de **SUBES** campagne zoals die binnen het Waddenmozaïek project in 2020 is toegepast, geschikt. SUBES maakt evenals SIBES gebruik van een regelmatig grid over de gehele Waddenzee, maar dan in het sublitoraal. Ook SUBES wordt uitgevoerd op projectbasis en maakt geen deel uit van reguliere monitoring. Er zou voor gekozen kunnen worden om niet het hele sublitoraal gebiedsdekkend te onderzoeken, maar te focussen op deelgebieden die als representatief gezien worden.

4. Algen en wieren

Algen en wieren: meetparameters

Een biofilm van eencellige bodemalgen en (enige) aanwezigheid van wieren (macro-algen) is gedefinieerd als indicator voor beleidsdoel 3 en is ook relevant als indicator voor beheervragen 10, 12 en 16. Als meetparameter kan gedacht worden aan het **totale oppervlak bedekt door algen en wieren, in het litoraal van de gehele Waddenzee** (of eventueel kleinere representatieve gebieden). Dit is analoog aan de meetparameter zoals die is gesteld voor zeegras.

Algen en wieren: wat wordt al gemeten

Aan deze parameter wordt in het litoraal niets gemeten. (In het sublitoraal wordt sinds 2018 in de DFS survey (zie memo Vis) per trek het volume aan zeesla geregistreerd).

Algen en wieren: wat moet nog gemeten worden en hoe?

Voor deze meetparameter is een **nieuw meetprogramma** nodig. Het meten van oppervlakken bedekt door algen en wieren zou als aanvulling op de zeegraskarteringen uitgevoerd kunnen worden. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van verschillende methodieken. Zo wordt in Duitsland gebruik gemaakt van vliegtuig inventarisaties (voor wieren), is er in het Veerse Meer ervaring met fysieke inventarisaties (veldbezoek; wieren), en is er bij WMR ervaring met het gebruik van een 'BenthosTorch' waarmee verschillende groepen algen kunnen worden onderscheiden en gekwantificeerd. Daarnaast is ook remote sensing aan de hand van satellietbeelden een goede optie. Door hun fotosynthetische activiteit zijn algen en wieren goed te kwantificeren. Veldbezoek is waarschijnlijk nodig ter validatie. Een

⁵ Bos et al. (2014) *Natuurwaarden Borkumse Stenen; Project Aanvullende beschermde gebieden. IMARES rapport C115.14*

⁶ Degraer et al. (2008) *Very-high resolution side-scan sonar mapping of biogenic reefs of the tube-worm *Lanice conchilega*. Remote Sensing of Environment 112: 3323–3328*

cyclus van eens per 3 jaar is minimaal nodig (dezelfde cyclus als de zeegras kartering).

5. Bodemdiergemeenschap en/of indicatorsoorten

Bodemdiergemeenschap / indicatorsoorten: meetparameters

De gehele bodemdiergemeenschap, of proxies daarvoor in de vorm van indicatorsoorten, een indeling op basis van specifieke eigenschappen (*traits*, zoals bijvoorbeeld langlevend, grootte, etc.) of berekende indices voor bijvoorbeeld biodiversiteit, vormen een belangrijke indicator voor alle beleidsdoelen (behalve 7) en voor alle beheervragen (behalve 18). Centrale vraag bij het komen tot meetparameters is of de **gehele bodemdiergemeenschap zo compleet mogelijk** gemonitord zou moeten worden of dat het beter is om te volstaan met een **selectie van indicatorsoorten**. Daarbij moet overwogen worden dat het bij de evaluatie van beleidsdoelen weliswaar overzichtelijker is om te werken met indicatorsoorten en indices in plaats van met de gehele set aan bodemdieren, maar dat het om de volgende redenen belangrijk is om de gehele bodemdiergemeenschap wél zo compleet mogelijk te monitoren:

1. Inzichten over welke soorten van belang zijn als indicator of voor het berekenen van indices kunnen veranderen (en veranderen ook vaak). Door de monitoring uitsluitend te richten op soorten die op dat moment als geschikte indicatorsoort gezien worden, kunnen veranderingen in indicatorsoorten niet met terugwerkende kracht aangepast worden;
2. Bij een gerichte monitoring op bepaalde indicatorsoorten worden ook vele andere soorten bijgevangen. Het niet registreren van die andere soorten levert in de praktijk slechts minimale tot geen tijdswinst op. Temeer, omdat selecties vaak representatief moeten zijn voor de gehele gemeenschap, bijvoorbeeld door soorten te selecteren uit alle functionele of trofische groepen. Hierdoor wordt in de praktijk met de benodigde monstertechnieken een groot deel van de gehele gemeenschap gevangen. Door het niet uitzoeken en determineren van alle aangetroffen soorten kan een geringe tijdswinst verkregen worden;
3. Bij het verklaren van waargenomen trends in bepaalde indicatorsoorten kan het nodig of behulpzaam zijn om trends te vergelijken met die van dezelfde soort andere watersystemen, zoals bijvoorbeeld de Ooster- of Westerschelde of de Nederlandse kustzone. Als de monitoring in de verschillende wateren zich richt op verschillende sets van indicatorsoorten bestaat er een kans dat vergelijking per soort tussen wateren niet meer mogelijk zijn. Als de gehele bodemdiergemeenschap zo compleet mogelijk gemonitord wordt kunnen deze vergelijkingen wel gemaakt worden.

Voor de Natura 2000 beleidsdoelen 1 t/m 3 zijn **typische soorten** opgesteld als "thermometer" voor de kwaliteit van het habitatype waarbij slechts gerapporteerd hoeft te worden of deze soorten aan- of afwezig zijn. Het draagvlak voor deze aanpak is onder bodemdierexperts niet groot zoals bleek tijdens de workshop. Inmiddels is in opdracht van Rijkswaterstaat een advies uitgebracht over een alternatieve aanpak waarbij de kwaliteit van een habitatype wordt vastgesteld middels een index (**BISI: Benthische Indicator Soorten Index**; Wijnhoven & Van Avesaath, 2019⁷). Voor deze index is het van belang dat gemonitord wordt binnen de

⁷ Wijnhoven & Van Avesaath (2019). *Benthische Indicator Soorten Index (BISI) voor mariene habitattypen in Natura 2000-gebieden. Uitwerking beoordelingsmethodiek inclusief monitoringvoorstel voor mariene habitattypen van de Habitatrichtlijn gelegen in de Deltawateren, het Waddenzeegebied en de kustzone van de Noordzee. Ecoauthor Report Series 2019 - 03, Heinkenszand, the Netherlands.*

verschillende ecotopen. De index wordt berekend op basis van een set van vooraf vastgestelde indicatorsoorten, die allemaal indicatief zijn voor één of meerdere drukfactoren (voor nadere uitleg over deze index wordt verwezen naar Wijnhoven en Van Avesaath, 2019). Voor deze BISI index moet dus een **selecte groep indicatorsoorten** gemonitord worden.

Specifiek voor beleidsdoel 2 is **biodiversiteit** vastgesteld als indicator. Om indices voor biodiversiteit te kunnen berekenen is het nodig de gehele bodemdiergemeenschap zo compleet mogelijk te monitoren (waarbij zoals vaak gebruikelijk 1 mm als onderste grens wordt aangehouden; we spreken dus niet over meiofauna).

Voor beleidsdoel 3 is als indicator geformuleerd: Bodemfauna die past bij de lokale hydrografische en morfologische omstandigheden. Hier is een nadere analyse vereist welke soorten dit dan zijn, en hieruit zou vervolgens een **selectie** van te monitoren indicatorsoorten gemaakt kunnen worden.

Ook binnen de KRW (beleidsdoelen 4 t/m 6) wordt gewerkt met indices om te bepalen wat de kwaliteit van het bodemleven is. Hiervoor wordt al ruim 10 jaar lang de **Benthic Ecosystem Quality Index** (BEQI)⁸ gebruikt, waarvoor de **complete bodemdiergemeenschap** gemonitord moet worden.

Beleidsdoel 9 en de aanvullende beheervragen (10 t/m 17) zijn alle zeer breed van aard en om deze te kunnen beantwoorden, of een basis te bieden voor onderzoeken die deze vragen adresseren, is het al gauw nodig om de **gehele bodemdiergemeenschap** te monitoren. Voor beleidsdoel 9 en beheervragen 10, 11 en 17 zou volstaan kunnen worden met een **selectie van indicatorsoorten** en **prooi-soorten** (voor vogels), maar wordt een **breder monitoring aangeraden** vanwege bovengenoemde drie redenen. Voor de overige vijf beheervragen (12 t/m 16) is een selectie van indicatorsoorten zeker niet voldoende.

Het totaal aantal benthische soorten in de internationale Waddenzee wordt geschat op 400, waarvan 150 zacht substraatsoorten en 250 **hard substraatsoorten**. Recent is veel aandacht voor het aanbrengen van harde substraten ter versterking van de biodiversiteit. Tegelijkertijd is er reeds veel hard substraat in de Waddenzee aanwezig in de vorm van bv. dijkvoeten, kademuuren, steigers, steenbestortingen en boeien, en ook biogene harde substraten zoals oesterbanken en mosselbanken. Waarnemingen aan de soortenrijkdom op een groot aantal locaties met verschillende typen hard substraat door Arjen Gittenberger laten veel variatie zien in de Waddenzee. Het was niet mogelijk om een verband te leggen met abiotische omstandigheden of met kenmerken van bestortingen, omdat de waarnemingsmethode daar niet op was gericht⁹. Gezien de aandacht voor harde substraten in de Waddenzee, wordt aanbevolen een inventarisatie te houden van harde substraten en hun kenmerken in relatie tot hard substraatfauna.

Geadviseerd wordt om de **gehele bodemdiergemeenschap** te monitoren in het litoraal en sublitoraal van de Waddenzee en Eems-Dollard. Voor de gemeenschappen

⁸ Ysebaert, T.J. & P.M.J. Herman (2003). *Het beoordelen van de ecologische toestand van kust- en overgangswateren aan de hand van benthische macro-invertebraten (macrobenthos)*. NIOO-CEME Rapport, 2003-05. Nederlands Instituut voor Ecologie: Yerseke. Zie ook: <http://www.beqi.eu/background.php>

⁹ Gotje, W., J. Cleveringa & M. de Jong (s.a.). *Rijke Onderwaterbestortingen Waddenzee*. Arcadis, voor Programma naar een Rijke Waddenzee.

die voorkomen op hard substraat is een andere aanpak nodig dan voor die in/op zacht substraat.

Bodemdiergemeenschap / indicatorsoorten: wat wordt al gemeten

Er zijn meerdere surveys in het Waddengebied die zich richten op het monitoren van bodemdieren. Ze worden hier achtereenvolgens genoemd. Voor een meer uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar het WaLTER rapport.

Binnen het WOT visserij programma (WOT Schelpdieren, **B10** in het WaLTER rapport; zie ook De Schelpdiermonitor²) worden schelpdieren en grotere bodemdieren gemonitord in het litoraal van de hele Waddenzee, inclusief de Hond-Paap in de Eems-Dollard. Dit wordt gedaan met verschillende technieken om bodemonsters te nemen (stempelkor, kokkelschep en steekbuis). Monsters worden gezeefd over een maaswijdte van 5 mm. Zie ook De Schelpdiermonitor².

Binnen de sublitorale mosselzaadsurvey (PO Mossel, **B13** in het WaLTER rapport; zie ook De Schelpdiermonitor²) worden schelpdieren en grotere bodemdieren in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee, kombergingen Marsdiep en Vliestroom, gemonitord. Dit wordt hoofdzakelijk gedaan met een zuigkor, en in de diepere delen met een bodemschaaf. Monsters worden gezeefd over een maaswijdte van 5 mm.

Binnen het MWTL programma (**B9** in het WaLTER rapport) worden de kleinere bodemdieren bemonsterd met een steekbuis op verschillende locaties in het litoraal: Balgzand, Piet Scheveplaat en de Heringsplaat, en met een boxcorer in de westelijke Waddenzee. De bemonsteringen worden een keer per 3 jaar uitgevoerd. In de periode 2021-2016 is het de bedoeling om dit jaarlijks te doen (pers. comm. Joël Cuperus, RWS). Monsters worden gezeefd over een maaswijdte van 1 mm.

Binnen de monitoring van Referentiegebied Rottum (**M6** in het WaLTER rapport) worden jaarlijks kleinere bodemdieren bemonsterd met een Van Veen happer. Dit gebeurt in 2 geulen in het referentiegebied zelf, en in 2 geulen daarbuiten. Monsters worden gezeefd over een maaswijdte van 1 mm.

Sinds 2008 worden de kleinere bodemdieren in het litoraal van de gehele Waddenzee en Eems-Dollard gemonitord op een dicht monstergrid met onderlinge afstand van 500 meter, met steekbuis, binnen het SIBES programma (**B27** in het WaLTER rapport). Monsters worden gezeefd over een maaswijdte van 1 mm. Dit betreft geen reguliere monitoring. Voortzetting is daarom niet gegarandeerd.

Binnen het Waddenmozaïek project is in 2020 een gebiedsdekkende monitoring van bodemdieren in het sublitoraal van de hele Waddenzee en Eems-Dollard uitgevoerd: de SUBES campagne. Hierbij is gebruik gemaakt van een boxcorer. De opzet is gelijk aan SIBES, alleen met een lagere dichtheid van de monsterpunten (een grotere onderlinge afstand). Dit betreft projectwerk, en geen reguliere monitoring. Hoewel het hier genoemd wordt, is het in de Excel tabellen niet opgenomen als bestaande monitoring, omdat deze survey pas 1x is uitgevoerd.

Bodemdiergemeenschap / indicatorsoorten: wat moet nog gemeten worden en hoe?

- *Typische soorten*

Vanuit de beleidsdoelen 1, 2 en 3 is minimaal het kunnen aantonen van de aan- en afwezigheid van typische soorten nodig. Voor het kunnen aantonen van de aanwezigheid is de huidige monitoring voldoende voor beleidsdoelen 1 en 3, maar niet voor beleidsdoel 2. Voor het kunnen aantonen van de afwezigheid van soorten is

in het sublitoraal een grotere ruimtelijke resolutie van de monitoring nodig, en dat geldt ook voor de monitoring van de kleinere bodemdieren in het litoraal. Het aantonen van de afwezigheid is lastiger dan de aanwezigheid. Als een soort niet wordt aangetroffen in de monsters, betekent dat niet automatisch dat de soort niet aanwezig is. Het kan bijvoorbeeld ook zo zijn dat de monsterpunten niet of onvoldoende binnen bepaalde ecotopen liggen. Daarnaast was een conclusie van de workshop dat alleen het kunnen aantonen van de aan- en afwezigheid van typische soorten onvoldoende is. Er moet ook een koppeling met de (a)biotiek mogelijk zijn om oorzaken van veranderingen te kunnen achterhalen.

Daarom is de volgende aanvullende monitoring nodig:

- Monitoring van grotere bodemdieren met zuigkor in oostelijke Waddenzee (inclusief Eems-Dollard) en Eierlandse gat, aansluitend op de PO Mossel survey (**B13**). Binnen de PO Mossel survey wordt 70% van het totale sublitoraal gedekt, er is aanvulling nodig voor de overige 30%;
- Aanvullende monitoring van kleinere bodemdieren met boxcorer, met een goede spreiding over de verschillende deelgebieden/ecotopen/habitats in het sublitoraal van de hele Waddenzee en Eems-Dollard. Met een opzet zoals SUBES is het MWTL programma voor deze beleidsdoelen niet nodig.
- Aanvullende monitoring van kleinere bodemdieren met steekbuis, met een goede spreiding over de verschillende deelgebieden/ecotopen/habitats in het litoraal van de hele Waddenzee en Eems-Dollard. Met een opzet zoals SIBES (**B27**) is het MWTL programma voor deze beleidsdoelen niet nodig.

- *BISI indicatorsoorten*

De BISI indicatorsoorten overlappen deels met de typische soorten, en ook voor de BISI soorten geldt dat een deel van de soorten bemonsterd moet worden met methodieken zoals toegepast in de WOT Schelpdiermonitoring (en voor PO Mossel: stempelkor, bodemschaaf, zuigkor, kokkelschepje en zeven over 5 mm) en deels met methodieken zoals toegepast in MWTL (steekbuis en boxcorer, zeven over 1 mm). Dezelfde aanbevelingen voor aanvullende monitoring, zoals gedaan voor de typische soorten, gelden ook hier. Voor de BISI indicatorsoorten is het daarnaast van belang dat gemonsterd wordt binnen verschillende ecotopen. Vanwege deze aanvulling ontbreken ook in het sublitoraal van de westelijke Waddenzee, kombergingen Marsdiep en Vliestroom, mogelijk nog enkele stations die bemonsterd moeten worden met zuigkor binnen bepaalde ecotopen. Door Wijnhoven en Van Avesaath wordt beschreven in welke ecotopen nog onvoldoende monsterpunten liggen. Echter, dit overzicht is mogelijk nog niet helemaal compleet. Dit moet nader afgestemd worden tussen de auteurs en WMR.

- *Voedsel voor vogels*

Voedsel voor vogels is relevant voor beleidsdoelen 3 en 8, en beheervragen 10 en 17. Wat er nog ontbreekt is deels afhankelijk van de meetparameters waarvoor uiteindelijk gekozen worden. De afweging is: monitoring van het complete voedsellandschap of van een selectie van de belangrijkste prooi-soorten. Van een aantal soorten is bekend dat zij belangrijk stapelvoedsel vormen voor bepaalde vogelsoorten, denk bijvoorbeeld aan kokkels en mosselen als voedsel voor scholeksters, en nonnetjes als voedsel voor kanoetstrandlopers. Vele andere vogelsoorten eten juist veel wormen en kreeftachtigen. Wanneer bepaalde voedselbronnen schaars worden, schakelen de vogels over op andere bronnen. Bij het samenstellen van een lijst van de meest belangrijke prooi-soorten is het zeer belangrijk precies te weten welke soorten van belang zijn als prooi. Maar vanwege de grote verschillen die er tussen jaren kunnen zijn in voedselaanbod, vanwege de niet altijd even voorspelbare keuzes die door de vogels gemaakt worden, en vanwege het feit dat we niet precies weten welke dieren wel en niet gegeten worden, houdt dit het

risico in dat het voedselaanbod voor vogels onvolledig gemonitord wordt. Daarom wordt sterk aanbevolen om niet naar een vooraf gemaakte selectie van soorten te kijken, maar naar het hele aanbod van bodemdieren. Het is ook mede vanuit deze behoefte dat het SIBES programma is opgezet. Of er nu een selectie van proisoorten wordt gemaakt, of de bodemdiergemeenschap zo compleet mogelijk gemonitord moet worden, in beide gevallen zal het zo zijn dat de soorten die gemonitord moeten worden met verschillende technieken bemonsterd moeten worden, zoals ook geldt voor bovengenoemde keuzes voor typische soorten en/of BISI indicatorsoorten.

Wat er nog gemonitord moet worden voor deze indicator is:

- Aanvullende monitoring van kleinere bodemdieren met steekbuis, met een goede spreiding over de verschillende deelgebieden/ecotopen/habitats in het litoraal van de hele Waddenzee en Eems-Dollard. Met een opzet zoals SIBES (**B27**) is het MWTL programma voor deze beleidsdoelen en beheervragen niet nodig.

- *Gehele bodemdiergemeenschap, zo compleet mogelijk*

Voor beleidsdoelen 2, 4, 5 en 6, en beheervragen 10, 12, 13, 14, 15 en 16 is het onvoldoende om slechts een selectie van soorten te monitoren. Voor deze doelen en vragen is het nodig om de gehele bodemdiergemeenschap, zo compleet mogelijk, te monitoren. Dit houdt in dat wat er nog aanvullend gemonitord moet worden, hierboven al beschreven is.

- *Hard substraat fauna*

Voor het bemonsteren van hard substraat fauna zijn andere methoden nodig dan in gebruik voor zacht substraat fauna. Naast de inzet van gespecialiseerde duikers (arbeidsintensief en duur) kan ook gebruik worden gemaakt van onderwatercamera's en automatische beeldherkenningssoftware. Hiermee wordt in de Noordzee ervaring opgedaan die in de Waddenzee kan worden benut, hoewel de troebelheid van het Waddenzeewater de inzet van deze middelen bemoeilijkt. Er kan ook gedacht worden aan e-DNA. Voordat tot monitoring kan worden overgegaan is eerst onderzoek naar de meest effectieve methode nodig.

- *Samengevat*

Voor het onderdeel "Gemeenschap en/of indicatorsoorten is de volgende monitoring nodig:

- Monitoring van grotere bodemdieren met zuigkor in oostelijke Waddenzee (inclusief Eems-Dollard) en Eierlandse gat, aansluitend op de PO Mossel survey (**B13**). Binnen de PO Mossel survey wordt 70% van het totale sublitoraal gedekt, er is aanvulling nodig voor de overige 30%;
- Voor de BISI index zijn mogelijk enkele aanvullende punten in niet gedekte ecotopen in de kombergingen Marsdiep en Vliestroom nodig in aanvulling op de PO Mossel survey (**B13**);
- Aanvullende monitoring van kleinere bodemdieren met boxcorer, met een goede spreiding over de verschillende deelgebieden/ecotopen/habitats in het sublitoraal van de hele Waddenzee en Eems-Dollard. Met een opzet zoals SUBES is het MWTL programma (**B9**) voor deze beleidsdoelen niet nodig;
- Aanvullende monitoring van kleinere bodemdieren met steekbuis, met een goede spreiding over de verschillende deelgebieden/ecotopen/habitats in het litoraal van de hele Waddenzee en Eems-Dollard. Met een opzet zoals SIBES (**B27**) is het MWTL programma (**B9**) voor deze beleidsdoelen niet nodig;
- Monitoring van de fauna op harde substraten. Hiervoor moet eerst onderzoek gedaan worden naar de meest effectieve methode.

Wat voor verschil maakt het of de volledige bodemdiergemeenschap of een selectie van soorten gemonitord moet worden? Voor de monitoring van grotere soorten met de methodieken zoals gebruikt voor WOT Schelpdieren (B10) en PO Mossel (B13) maakt dit niet uit. Het verwerken van de monsters gebeurt aan boord, en het maakt geen verschil in verwerkingstijd als een deel van de soorten niet geregistreerd zou hoeven worden. Bij de monitoring van kleinere bodemdieren, bemonsterd met steekbuis of boxcorer, worden de monsters in het lab verwerkt. Hier zou het niet registreren van een deel van de soorten enige tijdswinst op kunnen leveren, maar dit staat niet in verhouding tot de mate waarin de dataset dan onbruikbaar wordt voor meerdere beleidsdoelen en beheervragen. Als de programma's in de huidige vorm (SIBES en SUBES) te omvangrijk zijn qua budget kan er gedacht worden aan andere keuzes, zoals:

- Het beperken van het aantal monsterstations (wat is minstens nodig, welke gebieden moeten gedekt worden, welke ecotopen, en hoeveel monsterpunten zijn minstens nodig voor voldoende statistische zeggingskracht?);
- Niet alle dieren tot op soortniveau te determineren maar tot op genus of zelfs familie niveau (voor zover ze dezelfde functie in het ecosysteem bekleden);
- Niet alle dieren te verassen om het asvrij-drooggewicht te bepalen, maar te werken met regressielijnen (er hoeft dan jaarlijks een select aantal dieren verast te worden, in plaats van alle individuen, wat zeer veel tijdswinst op kan leveren).

6. Monitoring of onderzoek?

Voor het beantwoorden van een aantal beleidsdoelen en beheervragen zal monitoring alleen niet voldoende zijn. Voor deze vragen is gericht onderzoek nodig, zoals uitgebreider is beschreven in de tabel in Bijlage 1. Basismonitoring kan hieraan bijdragen. Ook kan gedacht worden aan het op lokale schaal uitbreiden van de basismonitoring door bijvoorbeeld het aantal monsterpunten in deze gebieden (tijdelijk) te vergroten. Indien uitgevoerd met dezelfde methodiek en in dezelfde periode als de basismonitoring kan de basismonitoring op deze manier toch benut worden om een referentie te geven in zowel ruimte (want gebiedsdekkend) als tijd (langere tijdreeks). Aanvullend onderzoek is nodig voor beleidsdoel 9 en beheervragen 12, 13, 14, 15, 16 en 18.

7. Aanvullende parameters

Tijdens de workshop kwam duidelijk naar voren hoe belangrijk het is om biologie te kunnen koppelen aan morfologie. Zo kan bijvoorbeeld monitoring van bodemdieren gekoppeld worden aan ecotopen, zoals ook wordt voorgesteld voor de BISI methodiek. Voor verschillende beheervragen is er behoefte om het voorkomen van bodemdieren, wieren en zeegras te kunnen combineren met abiotische gegevens, zoals **sedimentsamenstelling, bodemstructuur, temperatuur in en op de bodem**, en ook met biotische gegevens zoals **primaire productie**, de samenstelling van de gemeenschap van **micro-algen** in de waterkolom, en **schelpdikte** van (tweekeppige) schelpdieren. Hieronder bespreken we per aanvullende parameter welke monitoring nog ontbreekt en hoe dit uitgevoerd zou kunnen worden. Voor deze parameters moet nader vastgesteld worden wat er minimaal nodig is, door aanscherpen van de beheervragen. In de meeste gevallen is monitoring niet voldoende, en is ook onderzoek nodig.

- **Bodemstructuur**

Nodig voor beheervraag 12. Deze parameter is niet opgenomen in reguliere monitoringprogramma's. Inzicht in de bodemstructuur zou verkregen kunnen worden

middels de reguliere bathymetriemetingen die periodiek door Rijkswaterstaat worden uitgevoerd indien multibeam gebruikt zou worden inclusief gegevens over de backscatter (wat nu niet het geval is). De bathymetriemetingen worden voor de gehele Waddenzee in een cyclus van 6 jaar uitgevoerd met single-beam echo. Aanbevolen wordt om deze mogelijkheid te onderzoeken op haalbaarheid en betaalbaarheid.

- *Sedimentsamenstelling*

Nodig voor beheervragen 11 en 12. Sedimentsamenstelling gaat vooral over de korrelgrootteverdeling in het sediment. Dit wordt niet structureel gemonitord, maar wel in de SIBES en SUBES projecten. De resultaten van SIBES en SUBES hebben al een gebiedsdekkende sedimentkaart opgeleverd. Om over voldoende gegevens te kunnen beschikken voor het beantwoorden van beheervragen 11 en 12 zou het minstens nodig zijn om iedere 6 jaar (parallel aan de bathymetriemetingen) een nieuwe sedimentkaart te maken. Voor een sedimentkaart is een goede ruimtelijke resolutie van belang, en daarom zouden voor dit doel alle monsterpunten uit SIBES en SUBES benut moeten worden.

- *Temperatuur in en op de bodem*

Nodig voor beheervraag 13. Voor het kunnen monitoren van effecten van klimaatverandering is dit relevant. Rijkswaterstaat meet op meerdere locaties de temperatuur van het water, maar niet de temperatuur op de bodem en in het sediment. Uit de voorlopige resultaten van lopend onderzoek door WMR en NIOZ in de Oosterschelde blijkt dat op de droogvallende platen niet alleen de temperatuur van de lucht en het zeewater bepalen aan welke temperaturen ingegraven bodemdieren blootgesteld worden. Door instraling van de zon kan de temperatuur in de bodem sterk oplopen. Daarom is het met name in het litoraal van belang om ook temperatuurmetingen te verrichten op en in het sediment. Hiervoor zou een nieuw meetprogramma opgezet moeten worden waarbij het van belang is dat op meerdere locaties verspreid over de droogvallende platen van de Waddenzee de temperatuur continu wordt geregistreerd, op locaties waar ook metingen worden gedaan aan dichtheid en biomassa van schelpdieren, en bijvoorbeeld de schelpdikte van de schelpdieren.

- *Schelpdikte*

Ook deze parameter is relevant voor beheervraag 13, die gaat over inzicht in de effecten van klimaatverandering. Veranderingen in de dikte en/of sterkte van de schelp van tweekleppigen, en/of de kristallijne structuur daarvan, kan indicatief zijn voor verhoogde CO₂ concentraties door klimaatverandering¹⁰. Schelpdikte (of -sterkte/-structuur) is geen onderdeel van reguliere monitoring. Wel worden schelpdieren uitgebreid gemonitord en ligt het voor de hand om de bestaande schelpdier surveys (**B10**, **B11**, **B12** en **B13**) te benutten om dieren te verzamelen waarvan vervolgens in het laboratorium de benodigde parameters gemeten kunnen worden. Ook kan hiervoor de jaarlijkse monitoring van groei en sterfte van mosselen in de westelijke Waddenzee, door WMR in opdracht van de mosselsector, gebruikt worden^{11,12}. Groei en sterfte wordt gemeten aan mosselen die in mandjes in het wat gehangen worden op meerdere locaties in de westelijke Waddenzee. Naast groei en sterfte zouden ook schelpdiktes gemeten kunnen worden, en eventueel ook andere

¹⁰ Fitzer et al. 2018. Coastal acidification impacts on shell mineral structure of bivalve mollusks. *Ecology and Evolution*. DOI: 10.1002/ece3.4416

¹¹ Capelle et al. 2020. INNOPRO 2017-2019. Onderzoek naar innovatie en rendementsverbetering mosselproductie. WMR, HZ, NIOZ & Deltares.

¹² KOMPRO programma: <https://www.wur.nl/nl/project/KOMPRO.htm>

parameters zoals sterkte en/of structuur, en kan meteen een koppeling gemaakt worden met groei, sterfte en conditie. Er is wel een duidelijker onderzoeksplan nodig om te kunnen bepalen op hoeveel locaties (en welke) de groei van schelpdieren (en welke soorten) jaarlijks gemeten moeten worden, en moet een goed onderbouwde keuze gemaakt worden voor een parameter (dikte, sterkte, structuur, anders?).

- *Primaire productie en micro-algen*

Monitoring van de primaire productie ontbreekt (maar er vinden wel metingen door NIOZ plaats) en is van belang voor beheervraag 18 en andere beheervragen zoals 14, en is ook van belang voor het kunnen verklaren van veranderingen in typische soorten, indicatorsoorten, etc. Momenteel is Rijkswaterstaat aan het verkennen welke mogelijkheden er zijn om middels *remote sensing* de primaire productie te meten. Deze verkenning zou gekoppeld kunnen worden aan de lopende verkenning voor gebruik van *remote sensing* in zeegraskarteringen en dit zou uitgebreid kunnen worden met de voorgestelde verkenning van mogelijkheden om oppervlakken bedekt door micro- en macro-algen te monitoren middels satellietbeelden.

Micro-algen worden gemonitord binnen het MWTL programma, in de Waddenzee op 6 locaties. Monsternamen geschiedt volgens gestandaardiseerde methoden en vindt plaats op drie meter onder het wateroppervlak. Analyse van de monsters vindt op twee manieren plaats; flowcytometrisch en microscopisch. Daarnaast verricht het NIOZ metingen aan fytoplankton en primaire productie vanaf de NIOZ-meetsteiger.

Tot slot

Deze uitwerking moet gezien worden als een trechtering van de beleidsdoelen en beheervragen richting een dekkend monitoringprogramma. In de volgende stap zal per onderdeel uitgewerkt moeten worden hoe het uiteindelijke monitoringplan eruit ziet: hoeveel monsterpunten, hoe vaak bemonsterd, hoe verdeeld over de Waddenzee, etc. De bijgeleverde Excel tabel dient daarbij als werkdocument en is niet bedoeld als eindproduct.

Bijlage

Bij deze briefrapportage hoort het Excel bestand
"WMR_uitwerking_fase_2_3_KT_15dec2020.xlsx"


Verantwoording

Projectnummer: 4312100111

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

Akkoord: Ingrid Tulp
onderzoeker

Handtekening:



Datum: 16 december 2020

Akkoord: Drs. J. Asjes
Manager Integratie

Handtekening:



Datum: 16 december 2020