

Verkenning monitoringsstrategie maripark

*Voorstel monitoringsstrategie voor een maripark in een
offshore windmolenpark*



**WAARDEN
BURG**
Ecology

**we
consult
nature.**

Verkenning monitoringsstrategie maripark

Voorstel monitoringsstrategie voor een maripark in een offshore windpark

S.J. Holthuijsen, N. Heida en J. Kwakkel

Verkenning monitoringsstrategie maripark

Voorstel monitoringsstrategie voor een maripark in een offshore windpark

S.J. Holthuijsen, N. Heida, J. Kwakkel

Status uitgave: Definitief

Rapportnummer:	22-307
Projectnummer:	22-0692
Datum uitgave:	18-04-2022
Projectleider:	J. Kwakkel
Tweede lezer:	A. Gyimesi
Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat, WVL, Water en ruimtegebruik Zuiderwagenplein 2 8224 AD Lelystad
Referentie opdrachtgever:	4500352101
Akkoord voor uitgave:	W.E.A. Kardinaal
Foto omslag:	Udo van Dongen / Waardenburg Ecology
Foto pagina 2	Waardenburg Ecology
Foto banner hoofdstukken	Lewis Mackenzie / Isle of Harris Distillers Ltd
Datum akkoord:	18-04-2023

Graag citeren als: Holthuijsen S.J, N. Heida & J. Kwakkel. 2022. Verkenning monitoringsstrategie maripark. Voorstel monitoringsstrategie voor een maripark in een offshore windpark. Rapport 22-307. Waardenburg Ecology, Culemborg.

Trefwoorden: maripark, monitoring, Noordzee, offshore, windpark

Waardenburg Ecology is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Waardenburg Ecology. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Waardenburg Ecology voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Waardenburg Ecology / Rijkswaterstaat WVL, Water en ruimtegebruik

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Waardenburg Ecology, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Waardenburg Ecology is een handelsnaam van Bureau Waardenburg BV. Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem is gecertificeerd door EIK Certificering overeenkomstig ISO 9001:2015. Waardenburg Ecology hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.

Waardenburg Ecology Varkensmarkt 9, 4101 CK Culemborg, 0345 512710
info@waardenburg.eco, www.waardenburg.eco



Voorwoord

Rijkswaterstaat heeft aan Waardenburg Ecology gevraagd een voorstel voor een monitoringsstrategie te ontwikkelen aan de hand van een aantal door Rijkswaterstaat geformuleerde vragen. Als voorbeeldlocatie voor het maripark wordt offshore windmolenpark Hollandse Kust Zuid (HKZ) gebruikt. Maar in andere windparken kunnen vergelijkbare mariparken worden aangelegd.

Door het Rijk worden stappen gezet om te bezien in hoeverre het kleine ondernemers makkelijker kan worden gemaakt door het opzetten van een zogenaamd maripark binnen een windpark. Doordat met dit soort typen medegebruik nog nauwelijks ervaring is opgedaan, is ook nog weinig inzicht in de effecten die dit heeft op het ecosysteem en nog minder op combinaties van effecten in het geval van meerdere soorten van medegebruik binnen één gebied. De monitoringsstrategie moet proberen de effecten van de verschillende medegebruikers in kaart te brengen en voldoende frequent zijn om tijdig te kunnen waarnemen of, in het uiterste geval, bepaalde activiteiten moeten worden bijgestuurd. Ook kan monitoring op kleine schaal dienen als validatie voor modellen die voorspellen wat effecten op grotere schaal zullen zijn. Hiervoor heeft Rijkswaterstaat aan Waardenburg Ecology opdracht gegeven een monitoringsstrategie op te stellen.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

N. Heida	rapportage
S.J. Holthuijsen	rapportage
J. Kwakkel	rapportage, projectleiding
A. Gyimesi	kwaliteitsborging (tweede lezer)

Genoemde personen zijn door opleiding, werkervaring en zelfstudie gekwalificeerd voor de door hen uitgevoerde werkzaamheden. Het project is uitgevoerd volgens het kwaliteitshandboek van Waardenburg Ecology. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Waardenburg Ecology is ISO gecertificeerd.

Vanuit Rijkswaterstaat werd de opdracht begeleid door Kees Vlak. Wij danken hem voor de prettige samenwerking.



Inhoud

Voorwoord		4
1 Inleiding		6
1.1	Vragen vanuit Rijkswaterstaat	6
1.2	Randvoorwaarden	6
2 Aanpak		8
2.1	Monitoringsstrategie algemene aandachtspunten	8
2.2	Gesprekken met derde partijen	8
2.3	Literatuurstudie	9
3 Mogelijke effecten medegebruik		10
3.1	Aquacultuur, zeewierkweek – wier op zee	10
3.2	Aquacultuur, mosselkweek	11
3.3	Opwekking hernieuwbare energie, drijvende zonnepanelen	12
4 Monitoringsmethoden		13
4.1	Mogelijkheden automatische monitoring	15
5 Uitkomst gesprekken		18
5.1	Verplichte monitoring	18
5.2	Huidige monitoring	18
5.3	Gewenste monitoring	19
5.4	Overige aanbevelingen	19
6 Ervaring in het buitenland		21
7 Advies Monitoring		23
7.1	Monitoring T0	23
7.2	Monitoring operationele fase	24
7.3	Algemene aanbevelingen	24
8 Dankwoord		27
Literatuur		28
Bijlage I	Overzicht gespreksonderwerpen stakeholders	29
Bijlage II	Concept kaart medegebruik HKZ	30
Bijlage III	Effectenmatrix medegebruik maripark; Drijvend zonnepark	31
Bijlage IV	Effectenmatrix medegebruik maripark; Zeewierkweek	34
Bijlage V	Effectenmatrix medegebruik maripark; Schelpdierkweek	37



1 Inleiding

Het windpark Borssele is inmiddels twee jaar in bedrijf en voor medegebruik is een Handreiking Gebiedspaspoort opgesteld. Windpark Hollandse kust Zuid wordt in 2023 in gebruik genomen. Tot op heden blijken er maar weinig vragen voor een vergunning voor een bedrijf als medegebruiker. Vermoed wordt dat de redenen hiervoor liggen bij de complexiteit van het aanvragen van de benodigde vergunningen (Waterwet en/of Wet Natuurbescherming of GVB). Daarnaast blijkt het lastig om de financiering rond te krijgen, bijvoorbeeld als gevolg van relatief hoge verzekeringskosten, de hoge brandstofprijzen en lange vaarafstanden. Zeker kleine bedrijfjes die nog in een opstartfase zitten, kunnen dit zien als een lastig te nemen horde.

Een maripark is te omschrijven als een natuurinclusief bedrijventerrein op zee dat zodanig ingericht wordt dat er maximaal rekening gehouden wordt met de lokale biodiversiteit en natuurwaarden (blauwecluster.be). Binnen een maripark is ruimte voor verschillende soorten van medegebruik, ondernemingen die zich bijvoorbeeld richten op zeewierkweek, schelpdierkweek of zonnestroom op zee. Het Rijk is aan het onderzoeken of een maripark binnen een offshore windmolenpark een mogelijkheid is om het voor (kleine) initiatiefnemers gemakkelijker te maken een medegebruik initiatief te ontplooiën. Onderdeel daarvan is om te onderzoeken welke verplichtingen en wensen met betrekking tot ecologische monitoring daarbij nodig zijn.

1.1 Vragen vanuit Rijkswaterstaat

- Welke biologische en fysieke parameters moeten voor welke type medegebruik worden gemonitord;
- Hoe zou een monitoringsstrategie eruit moeten zien als verschillende typen medegebruik van hetzelfde gebied gebruik maken onder één vergunning? De wens is om eventuele effecten te kunnen herleiden naar individuele gebruikers en (zeker grotere) effecten tijdig te signaleren zodat bijsturen mogelijk is;
- Zijn er eenvoudige parameters die d.m.v. automatische monitoring bijv. via een meetboei geschikt zijn als signaal, of vraagt dit regelmatig onderzoek van waarnemers op locatie;
- Zijn er ervaringen in andere landen met monitoring van dit soort typen gemengd gebruik van een gebied op zee.

1.2 Randvoorwaarden

De volgende randvoorwaarden zijn gesteld voor het opstellen van deze monitoringsstrategie:

- Oppervlak maripark: ordegrrootte van 1000 hectare;
- Oppervlak per project: rond de 100 hectare;
- Zowel technische start-ups als aquacultuur scale-up initiatieven;
- Zo breed mogelijk monitoren;
- Aansluiten op bestaande meetnetten/parameters van het Rijk;
- Waar mogelijk aansluiten bestaande monitoring windparken;



- Binnen het maripark ligt de focus op ondernemen op zee. Natuur (gesloten gebieden of actief herstel) an sich is geen hoofddoel, maar er wordt wel zoveel mogelijk natuurinclusief gewerkt;
- Visserijvergunning (inclusief aquacultuur) is buiten de scope van deze inventarisatie, aangezien passieve visserij op dit moment geen plaats krijgt binnen het maripark, hiervoor zijn andere delen van het windpark aangewezen.





2 Aanpak

Om deze vragen te beantwoorden is er gebruik gemaakt van al aanwezige kennis en ervaring bij Waardenburg Ecology, zijn gesprekken gevoerd met derde partijen en is een beknopte literatuurstudie uitgevoerd.

2.1 Monitoringsstrategie algemene aandachtspunten

- Monitoring gericht op zowel potentiële negatieve als positieve (ecologische) effecten
- Overzicht van mogelijke (monitoring)eisen vanuit wetgeving
- Zo veel mogelijk aansluiten op bestaande monitoring
- Aandacht voor nieuwste technieken en machine learning
- Analyse van bestaande monitoringprogramma's
- Geen losse eisen per deelproject maar 1 strategie voor het hele windpark (dus ook buiten het maripark)
- Aandacht voor specials: het kan zijn dat er unieke elementen zijn binnen een specifiek medegebruik programma (zoals bijvoorbeeld een net) dat losse monitoring vereist
- Multifunctionele matrix eventueel met beslisboom zodat monitoring toegespitst kan worden op gebruik
- Aandacht voor een nulmeting (T0 situatie, situatie voordat er gebruikers in het maripark waren)

2.2 Gesprekken met derde partijen

We hebben in totaal met tien partijen gesproken over onder andere; ervaringen met meten op zee, vergunningen, ervaringen offshore, randvoorwaarden in een windmolenpark op zee. Onderstaand een overzicht van de partijen.

Tabel 1 overzicht gesprekken.

Onderwerp	Stakeholder
Vergunningverlening	Rijkswaterstaat
	LNv
	RVO
Eigenaar windmolenpark	Vattenfall
	Eneco
Potentiële gebruiker maripark	Campus at Sea
	North Sea Farmers



	OOS International semi-submersible mussel farm
Ervaring meetinstrumenten en innovatie op zee	Offshore Expertise centrum (RWS)
	Dutch Marine Energy

Voor een overzicht van de verschillende gespreksonderwerpen, zie bijlage I. Voor de uitwerking van de gesprekken, zie hoofdstuk 5.

2.3 Literatuurstudie

Om te onderzoeken welke biologische en fysieke parameters gemonitord moeten worden voor welk type medegebruik en welke ervaringen er uit het buitenland zijn met monitoring van gemengd gebruik, is een korte literatuurstudie uitgevoerd. Deels was hier al informatie van beschikbaar uit eerdere projecten, daarnaast is er op internet gezocht naar literatuur/webpagina's met relevante informatie.



3 Mogelijke effecten medegebruik

Voor drie verschillende typen medegebruik die wij voorzien in een maripark, is een kort overzicht gemaakt van de mogelijke effecten. Waar beschikbaar is dit gebaseerd op de ecologische effectbeoordeling. In de effectbeoordelingen wordt alleen naar de wettelijk verplichte zaken gekeken. Niet naar wat ecologisch of wetenschappelijk wenselijk is. Binnen de monitoringsstrategie die in dit rapport wordt voorgesteld wordt breder gekeken, ook naar wat ecologisch of wetenschappelijk wenselijk is, om zoveel mogelijk kennis te vergaren over de effecten van verschillende typen medegebruik. In bijlage III, IV en V is per type besproken medegebruik een effectenmatrix gemaakt. Hierin staat per effectenindicator, per soortgroep mogelijke effecten en monitoringsmethoden.

3.1 Aquacultuur, zeewierkweek – wier op zee

Gebaseerd op ecologische effectbeoordeling zeewierboerderij (Bakker *et al.* 2022)

Vogels

Wanneer op de zeewierkweek vissen afkomen, of mosselen zich vestigen op de lijnen zou dit een aantrekkende werking kunnen hebben op bepaalde vogelsoorten. Afhankelijk van de opzet van de lijnen of netten zou dit verstrikkingsgevaar op kunnen leveren. Voor soorten die op rotorhoogte vliegen kan dit het aanvaringsrisico verhogen. Monitoring van deze aantrekkende werking kan gedaan worden door camera's in het maripark te hangen, gebruik te maken van de radar op het Tennet platform (als deze aanwezig is) of vliegtuigtellingen. Daarnaast kan er een meldplicht voor verstrikte vogels ingesteld worden.

Vleermuizen

Voor vleermuizen wordt geen effect verwacht van zeewierkweek. Deze soortgroep hoeft niet gemonitord te worden.

Vissen

Er is kans dat vissen verstrikt raken in de netten waaraan zeewier gegroeid wordt (afhankelijk van de opzet van de zeewierboerderij). De zeewierboerderij kan mogelijk ook een aantrekkende werking hebben op vis, omdat het kan fungeren als kraamkamer, schuilplaats en foerageergebied. Hier is echter nog niet veel over bekend. Om dit te monitoren zouden onderwatercamera's ingezet kunnen worden.

Zeezoogdieren

Zeezoogdieren raken waarschijnlijk niet verstrikt in netten voor zeewierkweek. Mocht de zeewierboerderij een aantrekkende werking op vis hebben, zou dit kunnen doorwerken op zeezoogdieren die weer aangetrokken worden door de grotere hoeveelheden vis. Hiervoor zouden dezelfde camera's als voor de vissen gebruikt kunnen worden en hydrofoons voor geluidsmetingen opgehangen kunnen worden. Daarnaast kan er een meldplicht voor verstrikte zeezoogdieren ingesteld worden.

Nutriënten

Zeewierkweek zou de nutriëntenbeschikbaarheid op zee kunnen beïnvloeden. Tot bepaalde hoeveelheden zeewiergroei zal dit verwaarloosbaar zijn, maar monitoring van nutriënten kan raadzaam zijn. Veranderingen in de nutriëntenbeschikbaarheid werkt door in het hele voedselweb en kunnen relatief grote gevolgen hebben.



Macrozoöbenthos

Invloed van zeewierkweek op de macrozoöbenthos is nog grotendeels onbekend. Verder uit de kust komt minder macrozoöbenthos voor. Afhankelijk van bestaande kennis over het voorkomen van soorten, kan monitoring van macrozoöbenthos nuttig zijn door middel van boxcore bemonstering voor en na de plaatsing van de zeewierboerderij.

3.2 Aquacultuur, mosselkweek

Gebaseerd op ecologische effectbeoordeling mosselboerderij (Bakker *et al.* 2021)

Vogels

Mogelijk vindt er aantrekking plaats richting de mosselkwekerij bij verschillende vogelsoorten. Dit kan optreden bij mosseletende vogels of visetende vogels vanwege een verhoogd aantal vis dat schuilt tussen de mosselen. Afhankelijk van de opzet van de lijnen of netten zou dit verstrikkingsgevaar op kunnen leveren. Voor soorten die op rotorhoogte vliegen kan dit het aanvaringsrisico verhogen. Monitoring van deze aantrekkende werking kan gedaan worden met camera's in het park hangen of vliegtuigtellingen. Ook kan er tijdens het oogsten aantrekking van meeuwen optreden, ook dit dient gemonitord te worden. . Daarnaast kan er een meldplicht voor verstrikte vogels ingesteld worden.

Vleermuizen

Voor vleermuizen wordt geen effect verwacht van mosselkweek. Deze soortgroep hoeft niet gemonitord te worden.

Vissen

Mogelijk heeft de mosselkwekerij een positief effect op kleine vissen, omdat ze kunnen schuilen in de kweekinstallaties. Dit kan gemonitord worden door middel van onderwatercamera's.

Zeezoogdieren

Er bestaat een zeer kleine kans dat zeezoogdieren verstrikt raken in de lijnen van de mosselkweek. Eventuele verhoogde aantallen kleine vis kan een aantrekkende werking hebben op zeezoogdieren.

Nutriënten

Biodepositie van mosselen kan leiden tot een overschot aan nutriënten wat ook weer een afname in zuurstofconcentraties kan veroorzaken. Dit speelt echter vooral in kweekgebieden met matige verversing zoals een baai/waterinham, binnen een pilotproject in een windpark op open zee is dit niet te verwachten. Bij opschaling kan dit echter wel een rol gaan spelen. Grootschalige kweekinspanningen kunnen door de filtercapaciteit van de schelpdieren, naast algen, veel slib uit het water onttrekken en zo de waterkwaliteit (positief) beïnvloeden.

Macrozoöbenthos

Invloed van mosselkweek op de macrozoöbenthos op de Noordzee is nog redelijk onbekend. De monitoring van macrozoöbenthos door middel van bemonstering voor en na de plaatsing van de mosselkwekerij kan inzicht geven in de veranderende soortensamenstelling en biomassa. Ook bemonstering tijdens de operationele periode van de mosselkwekerij kan interessant zijn.



3.3 Opwekking hernieuwbare energie, drijvende zonnepanelen

Gebaseerd op de website van Oceans of energy (Oceans of energy, n.d.) en expert judgement.

Vogels

Mogelijk gebruiken vogels de drijvende zonnepanelen als rustplaats. Voor soorten die op rotorhoogte vliegen kan dit het aanvaringsrisico verhogen. Het zou ook een afschrikkende werking kunnen hebben, omdat de zonnepanelen anders reflecteren dan het wateroppervlak. Dit zou gemonitord kunnen worden door middel van camera's en eventueel radar.

Vleermuizen

Mogelijk verzamelen verhoogde concentraties insecten zich boven de drijvende zonnepanelen, als de zonnepanelen meer warmte uitstralen dan het water. Dit zou vleermuizen tijdens de trek kunnen aantrekken. Afhankelijk van de structuur van de opstelling kunnen de vleermuizen gebruik maken van de ruimte onder de zonnepanelen om te rusten. Dit zou gemonitord kunnen worden met een batdetector. Foerageergeluiden zijn een aanwijzing dat vleermuizen gebruik maken van de aanwezige insecten.

Vissen

Mogelijk hebben drijvende zonnepanelen een positief effect op kleine vissen, door schaduwwerking op het water onder de zonnepanelen. Deze kunnen dienen als schuilplaats voor vis. Dit kan gemonitord worden door middel van onderwatercamera's.

Zeezoogdieren

Mogelijk dienen drijvende zonnepanelen als rustplaats voor zeehonden, er zijn al waarnemingen bekend van rustende zeehonden op zonnepanelen. Ook kunnen zeezoogdieren afkomen op vis die zich onder de installatie verschuilt. Zeezoogdieren zouden gemonitord kunnen worden door middel van camera's bij de opstelling.

Nutriënten

Omdat zonnepanelen het wateroppervlak bedekken, kunnen drijvende zonnepanelen een negatief effect hebben op primaire productie van fytoplankton. Dit kan gemonitord worden door het meten van doorzicht en primaire productie. Op kleine schaal zijn grote effecten hierop niet te verwachten. Over de effecten van de bedekking van grote oppervlaktes is weinig bekend. Guano van vogels, die rusten op de zonnepanelen bevat vrij veel nutriënten. Door uitwas van deze nutriënten kunnen er lokaal veel nutriënten in het water komen. Afhankelijk van de constructie worden de panelen meer of minder vies (guano/macroalgen), bij schoonmaak acties kunnen deze in het water komen samen met de reinigingsmiddelen of eventuele coating van de panelen.

Macrozoöbenthos

De verankering van de zonnepanelen kan dienen als aanhechtingsplek voor macrozoöbenthos en zou daarmee een aantrekkende werking kunnen hebben op vogels en vis. Met ROV's of cameraopstellingen kan de aangroei gemonitord worden.



4 Monitoringsmethoden

Om de mogelijke effecten van de verschillende soorten medegebruik in kaart te brengen zijn verschillende monitoringsmethoden geschikt. Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen “metingen” en “monitoren”. Metingen kunnen op een specifiek moment inzicht geven over de op dat moment gemeten situatie. Een “monitoring” bestaat uit herhaalde veldmetingen, die gedaan kunnen worden door mensen, sensoren of satellieten, die bedoeld zijn om langdurig data te verzamelen, om zo inzicht te krijgen in een systeem. Door op verschillende momenten in het seizoen te meten kan seizoensgebonden variatie in kaart worden gebracht. Om de beginsituatie in beeld te brengen kan gekozen worden voor een zo breed mogelijke meting van de nulsituatie voordat het medegebruik in het maripark aanwezig is, deze meting vindt dus plaats nadat het windpark operationeel is geworden, maar voordat het maripark in gebruik wordt genomen, om daarna effecten van de toevoeging van het maripark te kunnen meten (T0-meting). Hiervan kan dan (een deel) van de metingen regelmatig herhaald worden, om zo een monitoringsprogramma op te zetten. De frequentie van het meten is afhankelijk van de parameter en/of de praktische uitvoerbaarheid. Elke minuut een e-DNA bemonstering is onmogelijk, elke minuut de watertemperatuur meten kan wel. Maar dat iets mogelijk is betekent nog niet dat het ook nodig is. Er moet ook rekening gehouden worden met bijvoorbeeld data-opslag en kwaliteit van metingen. Het is dus van belang om vooraf goed vast te stellen wat er gemeten moet worden en met welk doel de metingen uitgevoerd worden.

In het Noordzee-akkoord is afgesproken dat een onderzoeksprogramma wordt opgezet en uitgevoerd om te volgen, begrijpen en voorspellen wat de gevolgen van verschillende soorten medegebruik op de Noordzee zijn, zowel economisch (windparken, alternatieve herbruikbare energie, voedselkweek, visserij) als ecologisch (er worden beschermde gebieden aangewezen). Hiervoor is het Monitoring en Onderzoek Natuurversterking en Soortenbescherming (MONS) programma opgericht. Onderdeel van het MONS programma wordt ook een monitoringprogramma. Hiermee kunnen, in combinatie met bestaande monitoring, de onderzoeksvragen uit het MONS programma worden beantwoord. De monitoring vanuit MONS bouwt onder anderen voort op de bestaande monitoring van bijvoorbeeld MWTL. Daarnaast loopt het onderzoeksprogramma Wind Op Zee Ecologisch Programma (Wozep) om de kennisleemtes rond de ecologische effecten van windenergie op zee te onderzoeken. Dat onderzoek is met name gericht op vogels, vleermuizen en zeezoogdieren.

In de rapportage “Bureaustudie Monitoringstrategie MONS (ID 135 deel 1)” opgesteld door Deltares in 2022 wordt uitgebreid ingegaan op de informatiebehoefte vanuit MONS (Blauw *et. al.* 2022). In dit rapport staan ook vele verschillende monitoringstechnieken beschreven, zowel “klassieke” als “innovatieve” monitoringstechnieken. Vanuit het maripark perspectief bezien zijn veel monitoringsmethoden gelijk aan die van de voor MONS uitgewerkte technieken, zij het in beperkte mate en omvang.

In tabel 2 staat een beknopte inventarisatie van monitoringsmethoden. Per monitoringsmethode staat beschreven welke parameters ermee gemeten kunnen worden en een inschatting over het automatiseren van de monitoring. Ondanks dat er naast deze parameters vele andere parameters te bedenken zijn, vat tabel 2 volgens ons de meest relevante parameters samen voor het monitoren van een maripark.



Tabel 2 Inventarisatie monitoringsmethoden. AI staat voor Artificial Intelligence

Doel	Omschrijving	Monitoringsmethode	Mogelijkheid tot automatiseren
Ecologisch	Zeezoogdieren	scheepssurvey / hydrofoons / PAM	Hydrofoons via AI
	Vogels	scheepssurvey / radar / video	Radar en video via AI Autonome drones op zee is nog niet mogelijk
	Vleermuizen	scheepssurvey / radar / batdetector	Radar en batdetector via AI
	Vissen	Sleepnet of fuiken / hydrofoons	Up-looking acoustic fish finder en vaste onderwatercamera's
	Macrozoobenthos	Boxcores, bodemschaaf*, Duiken**	Nog niet mogelijk
	Zooplankton	Niskin waterbemonstering of Ferrybox	Flowcytometer in combinatie met beeldherkenning
	Fytoplankton	Niskin waterbemonstering of Ferrybox	Combinatie van FRRF en fytoplankton recorder
	Exoten	Via bovenstaande methoden	Via database
	e-DNA	Niskin waterbemonstering	e-DNA autosampler
	Fysisch	Bodemstructuur	Multibeam
Sedimentsamenstelling		Boxcores	Nog niet mogelijk
Organische stof sediment		Boxcores	Nog niet mogelijk
Sediment in waterkolom		Niskin waterbemonstering of sedimentval	Ja
Hydrodynamica	Golfhoogte	Golfboei	Ja
	Golfrichting	Golfboei	Ja
	Stroming	ADCP	Ja
	Onderwatergeluid	Hydrofoon	Ja
(a)biotiek	Watertemperatuur	Sensor	Ja
	Zoutgehalte	Sensor	Ja
	Lichtintensiteit en extinctie	Sensor	Ja



Doel	Omschrijving	Monitoringsmethode	Mogelijkheid tot automatiseren
	Doorzicht	Sensor	Ja
	Chlorophyl- α/β	Sensor	Ja
	Feofytine- α/β	Sensor	Ja
	Nutriënten (samenstelling en concentratie)	Watermonsters en laboratoriumanalyse	Ja
	Opgelost zuurstof	Sensor	Ja
	Opgelost CO ₂	Sensor	Ja
	pH	Sensor	Ja
	Turbiditeit (OBS)	Sensor	Ja
Meteorologisch	Windsnelheid	Sensor	Ja
	Windrichting	Sensor	Ja
	Luchttemperatuur	Sensor	Ja
	Neerslag	Sensor	Ja
	Dauwpunt	Sensor	Ja
	Instraling (verschillende golflengtes)	Sensor	Ja
Verontreinigingen	PFAS	In ontwikkeling	Nog niet mogelijk
	Olie/brandstof	Sensor	Ja
	Andere milieugevaarlijke stoffen zoals PAK's, TBT, zware metalen, gebromeerde vlamvertragers en weekmakers	Watermonsters en laboratoriumanalyse	Nog niet mogelijk

* Met sleepnet, boxcore en bodemschaaf moet uitgekeken worden in een offshore windpark. Onder andere in windpark Amalia is hier wel ervaring mee opgedaan (Leewis & Klink, 2022).

** Toestemming voor duiken in een windpark is zeer, zeer moeilijk maar niet altijd onmogelijk (persoonlijk commentaar Maarten de Jong)

4.1 Mogelijkheden automatische monitoring

Voor de mogelijkheden van automatische monitoring zijn in het water boeien en vaste meetstations geschikt. Deze kunnen ook aanvullend aan elkaar ingezet worden. Het voordeel van vaste meetstations is dat deze vaak stroomvoorziening en internetvoorziening hebben en iets minder last hebben van weersinvloeden. Boeien moeten vaker onderhouden worden en hebben een beperkte stroomvoorziening. Een nadeel van vaste meetpalen is dat de constructie zelf invloed kan hebben op de metingen.



In de markt is een verscheidenheid aan meetboeien verkrijgbaar. Zowel autonome, als uitleesbare. Vanuit het offshore expertisecentrum wordt momenteel een boeiopstelling ontwikkeld die heel veel verschillende parameters (semi)automatisch kan meten. Deze boei kan dat ook voor langere tijd aangezien het zichzelf van stroom voorziet door middel van zonnepanelen en eventueel golfenergie.

Binnen het windpark Borssele zijn nu boeien en vaste stations actief die “real-time” waterdata weergeven. Deze parameters worden eigenlijk in ieder windpark gemonitord door de windmolens zelf en door een RWS-metboei. Deze data kan goed gebruikt worden voor monitoring van het maripark. Het gaat hierbij om de volgende parameters:

- Waterstand
- Stroomsnelheid
- Stroomrichting
- Windsnelheid
- Windrichting
- Golfhoogte
- Luchtdruk
- Temperatuur

Boven water zijn vaste opstellingen (meetpalen of platforms) op strategische plekken aan te raden. Hierop kunnen verschillende meetinstrumenten geplaatst worden. Om vogels te monitoren worden vooral camera's en radar gebruikt. Radar (al dan niet 3D) kan vliegbewegingen van vogels in beeld brengen, maar niet soortspecifiek. Er zijn radars in ontwikkeling die op basis van vleugelslag soorten kunnen herkennen, maar deze zijn nog niet in gebruik. Camera's kunnen wel soortspecifiek vliegbewegingen vastleggen, maar hebben een kleiner bereik dan een radar. Hiermee kan de interactie (zowel positief als negatief) van vogels met de verschillende soorten medegebruik in kaart worden gebracht. Door gebruik te maken van bestaande meetnetwerken kan bijgedragen worden aan de kennisontwikkeling van verspreiding en habitatgebruik van vogels en vleermuizen

Aan de meetpalen kan onder water ook apparatuur bevestigd worden voor automatische monitoring. Er kunnen onderwatercamera's met wisser op geplaatst worden om vis en aangroei te bekijken. Vemco ontvangers kunnen ingezet worden om gezenderde vis vast te leggen, eventueel met aanvulling van extra zenders op bijvoorbeeld vis of kreeften. Hydrofoons kunnen gebruikt worden om zeezoogdieren te monitoren en achtergrondgeluid vast te leggen. Ook voor de monitoring van vis lijken bepaalde typen hydrofoon geschikt.

Afhankelijk van de grootte van de meetpaal kan deze uitgerust worden met een ferrybox om analyses te kunnen doen op het water. Het water wordt hierbij vanuit een ondergrondse inlaat in het meetcircuit gepompt. Luchtbellen die tijdens zware zeegang in het systeem kunnen komen worden verwijderd. Tegelijkertijd worden ook grove zanddeeltjes verwijderd om verstopping te voorkomen. Aan de ontluchter is er een interne waterlus gekoppeld waarin het zeewater circuleert met een constante snelheid van ongeveer 1 m/s. Aangroei op sensoren en buisoppervlakken wordt hiermee verminderd. Het opgepompte water kan vervolgens gebruikt worden om analyses op uit te voeren, voornamelijk abiotische parameters.

Satelliet data om bijvoorbeeld NDVI (een meeteenheid voor primaire productie) of sedimenttransport in beeld te krijgen, is op te vragen via het Nationale Satelliet-dataportaal, ESA, NASA en Copernicus en kan gebruikt worden om de invloed van een maripark, of windmolenpark in het grotere geheel van de Noordzee te plaatsen.

De verschillende gemeten parameters kunnen uiteindelijk gebruikt worden als input voor modellen. Een “digital twin” van de Noordzee kan in de toekomst gebruikt worden om een inschatting te krijgen van ingrepen en maatregelen in de Noordzee. Een digital twin is een digitale weergave van een systeem dat gebruikt kan worden voor simulatie, integratie,



testen en monitoring. Op deze manier kan meer inzicht verkregen worden in de draagkracht van de Noordzee voor medegebruik in de breedste zin.





5 Uitkomst gesprekken

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste aandachtspunten samengevat van de gesprekken gevoerd met verschillende partijen die betrokken zijn bij het opzetten van een maripark.

5.1 Verplichte monitoring

Om een beeld te krijgen van welke monitoring momenteel verplicht wordt gesteld bij initiatieven die in een maripark zouden kunnen komen, hebben we gesprekken gevoerd met Rijkswaterstaat (verantwoordelijk voor de waterwet), RVO (verantwoordelijk voor soortbescherming onder de Wet Natuurbescherming), en LNV (verantwoordelijk voor gebiedsbescherming onder de Wet Natuurbescherming).

Van de gesprekken kwam naar voren dat er nauwelijks monitoring verplicht wordt gesteld bij uitgifte van een vergunning. LNV benoemde dat een vergunning niet wordt afgegeven als de passende beoordeling niet sluitend is. Als bepaalde mitigerende maatregelen onderdeel van de vergunningsaanvraag zijn, wordt er soms monitoring van dergelijke maatregelen in de vergunning opgenomen. RWS gaf aan in het verleden wel monitoring aan windparken opgelegd te hebben, maar die vallen momenteel niet meer onder de waterwet. Sindsdien vallen windparken onder de wet wind op zee, in deze wet zijn windparken verplichte medewerking te verlenen aan Wozep en kunnen er locatie specifieke eisen worden voorgeschreven in het kavelbesluit. Vaak zijn initiatieven te klein om een verplichting op monitoring in te stellen, omdat deze vanuit wettelijke grond niet opgelegd kunnen worden als er geen significant negatieve effecten worden verwacht op bijvoorbeeld instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Een vergelijkbaar beeld kwam naar voren in gesprekken met potentiële gebruikers van een toekomstig maripark. OOS is in het vergunningstraject voor schelpdierkweek op zee geen ecologische monitoringsplicht opgelegd, North Sea Farmers voor zeewierkweek in de Offshore Test Site ook niet. De Offshore Test Site is een testlocatie relatief dicht bij de kust van Scheveningen. Hier worden maritieme pilots op kleine schaal getest in een testlocatie van 1 km² waarin verschillende kleine proefvlakken beschikbaar zijn. Ook de initiatieven in de Campus at sea hebben hier niet mee te maken. Echter Dutch Marine Energy Centre gaf aan wel eens een monitoringsplicht opgelegd te krijgen, al verschilt dit per locatie. Zo werd er in de Oosterschelde gevraagd om vis mortaliteit te monitoren bij een test van een vorm van alternatieve energie met bewegende delen onder water. Wat zij ook zien is dat voor alternatieve energie vaak dezelfde monitoringsverplichtingen worden opgelegd als voor windenergie, al zijn deze niet altijd van toepassing op de betreffende vorm van energie-opwekking.

5.2 Huidige monitoring

Bij veel pilots wordt op dit moment geen ecologische monitoring uitgevoerd, hoewel dit Oceans of Energy wel gebeurt*. Dit is deels omdat er geen monitoring verplicht gesteld wordt vanuit de vergunning en ook omdat monitoring kostbaar is.

* Met Oceans of Energy is geen gesprek geweest, maar een van de auteurs van dit rapport was betrokken bij het ontwerp van het monitoringsplan van Oceans of Energy.



De monitoring die wel plaatsvindt is vooral gericht op monitoring van het systeem waar de pilot om draait, zoals trillingen in de constructie.

In de Offshore Test Site lag wel een meetboei voor abiotische data, maar deze is wegens de hoge onderhoudskosten al een tijd niet in gebruik. Naast het onderhoud en het schoonhouden van de boei moeten ook de sensoren periodiek schoongemaakt en gekalibreerd worden.

Vanuit de windparkeigenaren zelf worden voornamelijk parameters gemeten die betrekking hebben op het functioneren van de windturbines. Dit betreft abiotische parameters zoals windsnelheid en temperatuur. In windpark Borssele (mede-eigenaar Eneco) zijn vanuit Wozep allerlei ecologische onderzoeken opgelegd, een deel hiervan loopt nog. In windpark HKZ (eigenaar Vattenfall) zal monitoring gedaan worden naar de replenishment holes in windturbines en toevoeging van grote stenen op de scour protection bij een aantal turbines. Monitoring zal tijdens een paar bezoeken verspreid over een aantal jaar plaatsvinden, dus koppelmogelijkheden voor een maripark lijken hier gering.

Daarnaast is er in elk windpark een Tennet platform aanwezig waar vaak (maar niet altijd, in HKN niet) een vogelradar en batrecorder op aanwezig zijn. Afhankelijk van de locatie van dit platform ten opzichte van het maripark zou hier eventueel gebruik van gemaakt kunnen worden voor monitoring van het maripark. In bijlage II is te zien dat in HKZ het Tennet platform, afhankelijk van de plaatsing op het platform, ingezet zou kunnen worden voor monitoring van het zuidelijkste deel van het maripark. Om deze reden zou het nuttig kunnen zijn om de eerste gebruikers van het maripark in de buurt van dit platform te plaatsen, zodat data hiervan mogelijk gebruikt kan worden voor monitoring. Om dit te implementeren zou eerst wel gekeken moeten worden naar de daadwerkelijke afstand tussen de gebruiker en het platform, om te weten of het bereik van de meetapparatuur ver genoeg reikt.

5.3 Gewenste monitoring

Vanuit een aantal partijen is de wens geuit om een, of meerdere, meetboei(en) in het maripark aanwezig te hebben voor het meten van abiotische factoren. Een middel om deze parameters te meten zou de nieuwe boei die momenteel bij het Offshore Expertise Centre ontwikkeld wordt kunnen zijn. Voor de ontwikkeling van de multiparameterboei loopt nog een projectaanvraag. Deze boei is in staat om meerdere parameters te meten. Specifieke parameters die genoemd werden, en waar ook vanuit de gebruiker behoefte aan is, zijn golfhoogte, nutriënten en contaminantconcentraties. Naast deze parameters zijn bijvoorbeeld chlorofyl, turbulentie, troebelheid en doorzicht ook interessant voor de ecologische monitoring.

5.4 Overige aanbevelingen

Naast de aanbevelingen aangaande monitoring hebben we in de gesprekken nog een aantal terugkerende aanbevelingen van de partijen gehoord die we hier kort benoemen. Vanuit de potentiële gebruikers van het windpark werd de wens uitgesproken om bij de inrichting van een maripark alle infrastructuur al te regelen zodat de gebruiker in een soort "plug and play" situatie terechtkomt. De belangrijkste zaken hiervoor zouden zijn internetverbinding (dan wel via 4G of via kabel), stroomvoorzieningen (zowel voor levering en afname van stroom afhankelijk van het type gebruiker) en aanlegplaatsen voor boten. Daarnaast vonden meerdere partijen het een goed idee om al op kleine schaal ecologische effecten te monitoren, om al een beeld te krijgen van mogelijke effecten op grotere schaal. Ook werd er voorgesteld om dit eerst buiten een windpark te monitoren op een locatie als de Offshore Test Site bij Scheveningen, voordat het pilotproject opgeschaald wordt in een



windpark. Zo kan voorkomen worden dat het project mogelijk gestopt moet worden wegens negatieve effecten in combinatie met het windpark, zoals aantrekkende werking op vogels. Ook zou het nuttig kunnen zijn om een algemeen monitoringsprogramma op te zetten bij initiatieven die als medegebruiker een plaats kunnen krijgen in Borssele (zoals bijvoorbeeld OOS en North Sea Farmers), om al data te verzamelen over de effecten van deze typen medegebruik (namelijk mossel- en zeewierkweek). Deze informatie zou weer nuttig van pas kunnen komen bij de implementatie van het maripark.

Vanuit de windparkeigenaren werd genoemd dat het voor hen belangrijk is dat er goede afspraken zijn tussen de medegebruiker en de windparkeigenaar. Hiervoor is de eerste stap dat er in een vroeg stadium contact gelegd wordt tussen medegebruiker en windparkeigenaar zodat er vanaf het begin afspraken gemaakt kunnen worden over onder andere aansprakelijkheid. Hierbij kan ook gedacht worden aan een getrapte constructie, waarbij alleen de projecten die richting de uitvoeringsfase gaan worden kortgesloten met de windparkeigenaren. Ook is het voor de windparkeigenaren belangrijk dat inzichtelijk wordt gemaakt welke activiteiten er gepland staan. Bij een vergunningaanvraag wordt dit publiek gemaakt. In het geval van een maripark waar de vergunningen al geregeld zijn, zou gewerkt kunnen worden met een werkplan zoals nu bij de Offshore Test Site gedaan wordt. Deze moet dan wel beschikbaar zijn voor de windparkeigenaren.



6 Ervaring in het buitenland

Momenteel is men in het buitenland ook de mogelijkheden voor medegebruik op zee aan het onderzoeken, zowel in combinatie met windparken als in andere vormen, en is er uit het verleden al een aantal onderzoeken beschikbaar. Dit gebeurt in zowel grotere gecombineerde projecten (zoals MUSES en UNITED) als in op zichzelf staande initiatieven. Onderstaand worden deze kort besproken, met de nadruk op de monitoringkant.

MUSES

Het “Multi-Use in European Seas” (MUSES) project liep van 2016 tot 2018 en had als doel om de mogelijkheden voor multi-use in 5 verschillende zeeën in Europa te onderzoeken. Hierbij zijn oplossingen gezocht voor verschillende bestaande barrières en risico's. Ook is er gekeken naar de voordelen die medegebruik kan hebben, op socio-economisch, ruimtelijk en milieu gerelateerd vlak. Dit is gedaan aan de hand van verschillende cases, waarvan ook een aantal in combinatie met offshore wind zijn. In de uitkomsten van deze cases is niet uitgebreid ingegaan op hoe monitoring zou plaatsvinden en wordt hier dus ook niet verder besproken (zie: <https://muses-project.com/>).

UNITED

Sinds 2020 loopt het “Multi-Use offshore platforms demonstrators for boosting cost-effective and Eco-friendly production in sustainable marine activities” (UNITED) project. Dit project bestaat uit 5 pilots verspreid door Europa waar verschillende typen medegebruik in een offshore windpark onderzocht en uitgetest worden. Twee van deze pilots zijn niet relevant voor dit project omdat daar het medegebruik in de vorm van toerisme en aquacultuur van vis zijn, en deze typen medegebruik hebben we buiten de scope van dit rapport gelaten. De huidige monitoring per project is als volgt (Lukic *et al.* 2020):

Pilot Duitsland: maricultuur met zeewier en mosselen

- Aantrekking van vogels d.m.v. camera's;
- Echosounders en camera's voor aantrekking van vissen;
- Echosounders en camera's voor aantrekking van zeezoogdieren;
- Echosounders voor eventuele effecten op het sediment.

Pilot Nederland: maricultuur met zeewier en zonne-energie op zee

- Een golfboei om het effect van de zonnepanelen op golfslag te meten;
- Een meetboei die verschillende parameters meet: chlorofyl, geleidbaarheid, temperatuur, weervariabelen, helderheid van het water, stroming en aantal voorbijkomende schepen;



Pilot België: maricultuur van oesters en zeewier

Leunend op bestaande monitoring in de Belgische kant van Borssele uitgevoerd door Degraer *et al.* (o.a. 2020) en voeren zelf geen extra monitoring uit.

De monitoring van Degraer *et al.* is breed opgezet en bestaat uit het meten van:

- Hydro-geomorfologie;
- Onderwater geluid;
- Epifouling community op hard substraat;
- Macro- and epibenthos op zacht substraat;
- Vissen;
- Vogels;
- Zeezoogdieren.

FLORA

Als uitkomst van het MUSES project, om goede monitoring van medegebruik te faciliteren, is vanuit de EU het FLORA project opgezet wat loopt van 2022 tot 2024 (European Commission n.d.). De FLORA is een boei die wordt ontwikkeld door Wedge die zowel energie kan opwekken als data verzamelen over het ecosysteem. Dit doet de boei onder andere door middel van:

- Radar, voor het monitoren van vogels;
- Sensoren in het water, voor verschillende omgevingsfactoren.

South coast mariculture

Een bedrijf in Australië, south coast mariculture, combineert mosselkweek met visserij en recreatief duiken. Hierbij wordt het volgende gemonitord (Gordon & Conn 2020a, 2020b):

- Macrobenthische invertebraten d.m.v. een sample grab
- Sediment, ook met een sample grab;
- Microbiologische waterkwaliteit;
- Fytoplankton waterkwaliteit;
- Aanwezigheid van zeezoogdieren.

Afgezien van de zeezoogdieren wordt alle monitoring gedaan in een zogeheten Before-After Control-Impact (BACI) design, wat inhoudt dat een locatie in het maricultuur gebied wordt vergeleken met een locatie erbuiten, zowel voor als nadat de installaties van de mosselkweek geplaatst zijn.



7 Advies Monitoring

Op basis van alle gevoerde gesprekken en onze eigen ervaringen komen wij tot de volgende conclusies en aanbevelingen met betrekking tot een monitoringsstrategie.

7.1 Monitoring T0

Een goede 0-meting is belangrijk. Door de opzet van het maripark in een bestaand windpark is het lastig een goede 0-meting uit te voeren. Het mooiste zou een BACI (Before-After-Control-Impact) studie zijn. Maar om dit op de schaal van een maripark te doen (waar gaandeweg activiteiten bijkomen en afgaan), is heel moeilijk. Waar begint de invloed van het ene project en waar eindigt die van een andere medegebruiker? Er is een “rollend” gebruik van het maripark. Een continue stroom aan medegebruikers die niet per se tegelijkertijd beginnen en eindigen.

Daarom is ons voorstel om in twee referentiegebieden te meten, naast de metingen in en direct rondom het maripark. Houd hierbij rekening met de stroomrichting en de ligging van het maripark om zo uit het mogelijke invloed gebied te blijven. Zo kunnen de veranderingen die wellicht op gaan treden door het medegebruik in het maripark losgetrokken worden van de veranderingen die zich van nature voordoen op de Noordzee of in een vergelijkbaar operationeel windmolenpark.

Hiermee moet begonnen worden vóór de instelling van het maripark, maar na het operationeel worden van het windpark. Op deze manier is er in ieder geval een nulmeting beschikbaar. Door het continue “rollende” gebruik wordt een nameting erg moeilijk.

Maak voor de monitoring zo veel mogelijk gebruik van geautomatiseerde metingen. De multiparameter meetboei die in ontwikkeling is bij RWS ziet er veelbelovend uit. Maak, waar mogelijk, gebruik van bestaande infrastructuur. Rijkswaterstaat, met het Offshore expertise centrum, heeft een groot deel van de meetinfrastructuur in beheer. Deze lijkt een logische keuze om verantwoordelijkheid voor de metingen en het transport, de opslag en het openbaar maken van de data te dragen.

Omdat het nog niet bekend is welke effecten er precies op gaan treden en in pilot studies zelden grootschalige effecten waargenomen worden, kunnen nu al wel belangrijke inzichten opgedaan worden met meten bij de Offshore Test Site bij Scheveningen of bij bestaand (gepland) medegebruik in windpark Borssele. Daar gaan opschalingen van verschillende soorten medegebruik van start.

Aangeraden wordt om bij bestaande pilot studies het volgende te monitoren:

1. Aantrekkende werking op foeragerende vogels
2. Aantrekkende werking op rustende vogels
3. Invloed op primaire productie
4. Aangroei op installaties en verankering (ook i.v.m. monitoring aanwezigheid van exoten)
5. Mortaliteit bij bewegende delen (onder water; vis, boven water; vogels)



6. Mortaliteit/bijvangst van vis en vogels bij gebruik netten, breng ook de bijvangst aan land zodat deze nader onderzocht kan worden op oorzaak van overlijden.

7.2 Monitoring operationele fase

De monitoring in de operationele fase is voornamelijk een voortzetting van de metingen tijdens T0. Minimaal 2 vaste meetstations met zo veel mogelijk metingen, bijvoorbeeld de opsomming in hoofdstuk 7. Aangevuld met een aantal (2-3) meetboeien die op verschillende plekken in het maripark de basics meten. Het referentiegebied wordt uiteraard meegenomen in de monitoring.

Door dezelfde insteek te nemen als MONS, kan het logisch zijn dat het Rijk deze monitoring op zich neemt. Zoek hierbij de samenwerking/ afstemming met MONS, MWTL en Wozep. In dat geval lijkt RWS (Offshore expertise centrum) een logische plek is om dit te beleggen zodat de data vergelijkbaar en geborgd is.

In de rapportage “Bureaustudie Monitoringstrategie MONS (ID 135 deel 1)” (Blauw *et. al.* 2022) en de onderliggende rapporten zijn voor veel parameters al vrij gedetailleerde monitoringsvoorstellen gedaan. Onze aanbeveling is om, aansluitend op MONS, MWTL en Wozep, een monitoringsplan op te stellen voor een maripark. Hierin kan:

- Een prioritering worden gemaakt van de te meten parameters
- De verwachtingen en de verantwoordelijkheden van de verschillende overheden duidelijk worden uitgewerkt
- De rol van de ondernemers duidelijk beschreven worden.

Wij zien bij het opstellen van een dergelijk monitoringsplan een trekkersrol in voor het Rijk.

7.3 Algemene aanbevelingen

1. Ga zo snel mogelijk beginnen met actief de ecologische effecten van kleine pilotstudies monitoren. Dit kan plaatsvinden in de Offshore Test Site, in komende pilots in offshore windparken of op andere pilotlocaties. Deze monitoring kan niet met een juridische basis in de vergunningen worden geëist, en zal dus overkoepeld opgezet en gefinancierd moeten worden door de overheid. Dit genereert zowel informatie voor de ondernemers om de effecten van hun installaties in te schatten bij opschaling (voor bijvoorbeeld een vergunningaanvraag), alsook bij de vergunningverleners om deze effecten te kunnen beoordelen en in te schatten hoe deze effecten passen binnen de juridische kaders van de Wet Natuurbeheer, waterwet en KRM en wat de cumulatieve gevolgen kunnen zijn. Cumulatieve effecten kunnen gestapelde en/of elkaar versterkende effecten zijn.
2. Rondom de Offshore Test Site liggen nu vier kardinaalboeien, die geen metingen kunnen uitvoeren en er alleen liggen ter aanduiding van de test site, hiervan kunnen er twee vervangen worden door multi-parameter meetboeien die op deze manier twee doelen bedienen.
3. Onderzoek in een vroeg (pilot/eerste opschaling) stadium de aantrekkende werking op vogels. Dus voordat er grootschaliger wordt uitgerold binnen de grenzen of vlak naast een windmolenpark. Wanneer dit niet mogelijk is, zorg dan dat er zeer geleidelijk opgeschaald wordt met een continue monitoring en een “stopclausule” wanneer blijkt dat er een dusdanige aantrekkende werking op vogels plaats vindt dat er sprake is van meer sterfte door aanvaringen met de windturbines. Mocht er namelijk sprake zijn van een aantrekkende werking en meer slachtoffers kan dit invloed hebben op de bouw van nieuwe windparken.



4. Effecten op de primaire productie zijn lastig in het veld te meten, zelfs bij grootschaligere testen. Hiervoor kunnen modelberekeningen in combinatie met metingen uit satellieten (NDVI) worden uitgevoerd om bijvoorbeeld de theoretische draagkracht van de locaties voor onttrekking van nutriënten vast te stellen. Om hier wel kennis over te krijgen zal de oogst gemeten moeten worden (volume, droog gewicht, etc.), waarbij achteraf modelmatig de onttrekking van nutriënten per volume-eenheid uit het systeem berekend kan worden.
5. Monitor ook de werking van eventuele natuur-exclusieve maatregelen. In tegenstelling tot natuur-inclusieve maatregelen probeer je met natuur-exclusieve maatregelen juist soorten te weren. Bijvoorbeeld een zwarte wiek om vogels af te schrikken of geluidsinstallaties die vleermuizen moeten weren. Met name wanneer blijkt dat er sprake is van een ongewenste aantrekkende werking op vogels en/of zeehonden. Deze kunnen de opbrengst van de maripark gebruiker negatief beïnvloeden, waardoor het wenselijk kan zijn ze te weren, of in het geval van aantrekkende werking op vogels meer slachtoffers veroorzaken. Als dit met natuur-exclusieve maatregelen voorkomen kan worden kan de gebruiker mogelijk alsnog doorgaan.
6. Stel bufferzones in tussen de verschillende typen medegebruik en/of verschillende technieken om de invloed van de verschillende typen medegebruik zo veel mogelijk uit elkaar te houden.
7. Monitor ook het menselijk gebruik/ de menselijke aanwezigheid om verschillen in bijvoorbeeld aan- of afwezigheid van vogels/ zeezoogdieren te verklaren. Denk hierbij aan het bijhouden van AIS-data (marinetraffic/RWS), UXO's en vluchtdata (flightradar). Maar ook aan de aanwezigheid van personeel op structuren of onderzoekers in het gebied.
8. Maak gebruik van een combinatie van een goede T0 monitoring met een referentiegebied zowel binnen als buiten het windmolenpark. Mogelijk is hier een synergie te vinden met MONS, die ook gaat monitoren buiten windparken.
9. Monitor met vaste cameraopstellingen (minimaal 2) bij elke activiteit met een zichtlijn op de installatie, en een zichtlijn naar open water.

Mogelijkheden om de effecten van de verschillende soorten medegebruik uit elkaar te houden en de mogelijkheid om wensen vanuit ondernemers tegemoet te komen:

1. Vogels:
 - a. Eigen camerasysteem per installatie;
 - b. Gebiedsdekkende radar / (eventueel) met validatie van waarnemers;
 - c. Luchtfoto's door middel van vliegtuigen of drones (autonome drones op zee is nog niet mogelijk);
 - d. Verplicht rapporteren van bijvangst/slachtoffers bij gebruik verschillende soorten netten, met een regelmatige controle met camera/ROV.
2. Zeezoogdieren:
 - a. Vliegtuigtellingen/ waarnemers ter plaatse/ dronetellingen (autonome drones op zee is nog niet mogelijk);
 - b. Zichtwaarnemingen door onderhoudspersoneel (nabijheid van installaties of rusten/ spelen van zeehonden met/op installaties);
 - c. PAM netwerk (Passive Acoustic Monitoring);
 - d. Verplicht rapporteren van bijvangst/slachtoffers bij gebruik verschillende soorten netten, met een regelmatige controle met camera/ROV.
3. Vis:
 - a. Aantrekkende werking op pelagische vis door een upside-down sonar op de zeebodem onder de installatie om biomassa en aanwezigheid van pelagische vis te bepalen;
 - b. E-DNA;
 - c. Baited cams;



- d. Verplicht rapporteren van bijvangst bij gebruik verschillende soorten netten, met een regelmatige controle met camera/ROV.
- 4. Benthos en aangroei:
 - a. ROV / duikers (binnen windparken op zee is duiken vaak de laatste optie, maar soms de enige om een goede bemonstering te doen);
 - b. Dropcam;
 - c. Bodemschaaf;
 - d. Boxcore.
- 5. Primaire productie:
 - a. Oogst analyseren op onttrekking hoeveelheden nutriënten etc.;
 - b. Meting van nutriënten;
 - c. Meting van Chlorofyl en Feofytine in het water.
- 6. Abiotische factoren
 - a. Meteorologisch station (zie tabel 1, meteorologisch);
 - b. Hydrodynamica;
 - c. Multisensor meetboei (zie tabel 2. abiotiek).
- 7. Verontreiniging
 - a. Luchtfoto's door middel van vliegtuigen of drones;
 - b. Watermonsters.



8 Dankwoord

Wij willen graag de volgende instanties bedanken voor het meewerken aan de verdiepende en verduidelijkende gesprekken. Voor inzicht in vergunningverlening, ondernemen op zee, het reilen en zeilen van een offshore windmolenpark, het meten op zee en de ontwikkeling van meetinstrumenten en voor commentaar tijdens de schrijf-fase van dit rapport en het verscherpen en verduidelijken van de teksten.

Campus at Sea

Dutch Marine Energy

Eneco

Ministerie van Economische Zaken

Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat

Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit

North Sea Farmers & Offshore test site

OOS International

Rijkswaterstaat; Water en Ruimtegebruik

Rijkswaterstaat; Zee en Delta

Rijkswaterstaat; Offshore expertise centre

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Vattenfall



Literatuur

- Bakker, E.G.R., D. Beuker & J. Kwakkel, 2021. Pilot offshore mosselboerderij, ecologische effectbeoordeling voor vier locaties op de Noordzee. Rapport 21-238. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Bakker, E.G.R., D. Beuker, H.A. van der Jagt & J. Kwakkel 2022. Ecologische effectbeoordeling zeevierboerderij NSF#1 in Borssele III, toetsing in het kader van de Wet natuurbescherming. Bureau Waardenburg Rapportnr. 22-001. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Blauw, A., S. Tatman, W. Stolte & D. Geurts, 2022, Bureaustudie Monitoringstrategie MONS (ID 135 deel 1) 11207739-002-ZKS-0002, concept, Deltares
- Degraer, S., R. Brabant, B. Rumes & L. Vigin, 2020. Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Empirical Evidence Inspiring Priority Monitoring, Research and Management. Series 'Memoirs on the Marine Environment'. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management, Brussels.
- European Commission. N.d. FLORA. https://cinea.ec.europa.eu/featured-projects/flora_en. Geraadpleegd op 09-03-2023.
- Gordon, S. & A. Conn, 2020a. Marine fauna interaction management plan.
- Gordon, S. & A. Conn, 2020b. Water Quality and Benthic Environment Monitoring Program.
- Leewis, L., Klink, A., 2022, Statistical comparison of benthic fauna inside and outside the Prinses Amalia Wind Park fifteen years after construction; first analysis., Eurofins AquaSense J00003183, Eurofins AquaSense, Amsterdam.
- Lukic, I., A. Schultz-Zehden, E. Strothotte, M. Jaeger, C. H. Sorensen, I. Drigkopoulou, N. Nevejan, T. Kerkhove, R. Hoekstra, S. Van Den Burg, A. Declercq, B. Stechele, M. Poelman, N. Steljes, S. Iatrou & A. Stavrou, 2020. D4.1 - REVISION OF THE CURRENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND STATUS OF PILOTS. 10.13140/RG.2.2.22032.89604.
- Oceans of Energy. N.d. Oceans of energy, environment. <https://oceansofenergy.blue/environment/>. Geraadpleegd op 09-03-2023.
- Blauwecluster.be. Hoe bouw je een maripark voor aquacultuur. <https://www.blauwecluster.be/nieuws/hoe-bouw-je-een-maripark-voor-aquacultuur#:~:text=Een%20maripark%20kan%20je%20omschrijven,kweekmethodes%20en%20aquacultuurproducten%20kunnen%20realiseren>. Geraadpleegd op 09-03-2023.



Bijlage I Overzicht gespreksonderwerpen stakeholders

■ Vergunningverleners

- Welke ondernemingsvormen denk je dat een plek kunnen krijgen binnen een maripark?
- Welke monitoringsverplichtingen verwachten jullie vanuit de verschillende vergunningen? Of welke monitoring zouden jullie standaard vragen?
- Wie verwacht je dat de monitoring zal financieren?
- Kunnen we bij nieuwe vragen even bellen?
- Mogen we uw naam doorgeven aan opdrachtgever RWS?

■ Offshore Expertise Centre

- Zijn jullie bekend met het idee om een maripark in te richten binnen een windmolenpark op zee waarbij alle vergunningen aan de voorkant door een partij geregeld zijn?
- Welke ondernemingsvormen denk je dat een plek kunnen krijgen binnen een maripark?
- Is jullie bekend welke monitoring er nu al wordt gedaan binnen het windmolenpark?
- Welke monitoring zouden jullie graag uitgevoerd zien worden in relatie tot medegebruik?
- Wie verwacht je dat de monitoring zal financieren?
- Hoe ver zijn jullie in de ontwikkeling van bepaalde technologieën (meetboei)? Is dat nog in de testfase of wordt dit al ergens ingezet?

■ Windmolenparkeigenaren

- Zijn jullie bekend met het idee om een maripark in te richten binnen een windmolenpark op zee waarbij alle vergunningen aan de voorkant door een partij geregeld zijn?
- Wat is jullie opstelling tegenover het openstellen van proeflocaties van enkele hectaren voor pilotprojecten?
- Welke ondernemingsvormen denk je dat een plek kunnen krijgen binnen een maripark?
- Zijn jullie al eens benaderd door partijen die in het kader van medegebruik een project zouden willen opzetten binnen jullie windpark en hoe is dit toen verlopen?
- Welke monitoring voeren jullie nu standaard uit? Wat was er verplicht?
- Welke monitoring zouden jullie nog graag uitgevoerd zien worden in relatie tot medegebruik?
- Wie verwacht je dat de monitoring zal financieren?

■ Gebruikers/ondernemers

- Zijn jullie bekend met het idee om een maripark in te richten binnen een windmolenpark op zee waarbij alle vergunningen aan de voorkant door een partij geregeld zijn?
- Welke ondernemingsvormen denk je dat een plek kunnen krijgen binnen een maripark?
- Is er vanuit jullie huidige vergunning een monitoringplicht ingesteld?
- Welke monitoring voeren jullie standaard uit?
- Welke monitoring zouden jullie nog graag uitgevoerd zien worden?
- Wie verwacht je dat de monitoring zal financieren?



Bijlage II Concept kaart medegebruik HKZ

Medegebruik HKZ (concept versie 08-12-2022)



Beoogde
locatie maripark

<p>Natuurintensief Bouwen (NIB)</p> <ul style="list-style-type: none"> Referentiepunt Steenriffen Aquacultuur Natuur Gecombineerde innovaties Opwekking hernieuwbare energie Passieve visserij 	<ul style="list-style-type: none"> Passage Veiligheidszone Veiligheidszone platform (500 m) HKZ_Infieldcables Leidingen (olie / gas) Kabels ingebruik Kabels toekomstig Verlaten 12 Nautische mijl 	<p>Auteur: CIV-IGA-GPD-GGA-RH Datum: 08 december 2022 Kaartnummer: M160108322 2022-0001</p> <p>Schaal: 1:150,000 Bron: RWS Zee en Delta</p> <p style="text-align: right;">N</p> <p>Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat Centrale Informatievoorziening</p>
--	--	--



Bijlage III Effectenmatrix medegebruik maripark; Drijvend zonnepark

Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
Oppervlakteverlies aan zeeoppervlak		Vogels	minder foerageergebied vogels	Scheepstellingen
Optische verstoring	Structuren	Vogels	afschrikkende werking (omvliegen)	Radar
	Schepen	Vogels	afschrikkende werking	Radar
		Zeezoogdieren	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
	Personen	Vogels	afschrikkende werking	Radar
		Zeezoogdieren	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
Verandering dynamiek substraat	Toevoegen hard substraat (ankers)	Vis	Aantrekkende werking	Fuiken, ankerkuil, ROV
		Benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
	Toevoegen hard substraat (onderkant drijvers)	Vis	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
		Benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
	Scouring	Benthos	Verandering sediment	Boxcore
Verontreiniging (water)	Chemisch door coating op zonnepanelen		Pfas in water	Meetboei, NISKIN waterbemonstering
Verstoring door geluid	Constructie, fluiten in de wind	Vogels	afschrikkende werking	Radar
	Schepen	zeezoogdieren	afschrikkende werking	Hydrofoon



Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
Verstoring door licht	Licht boven water navigatie constructie	vogels	afschrikkende werking	Radar
	Licht boven water navigatie scheepvaart	vogels	afschrikkende werking	Radar
	Licht boven water werkverlichting scheepvaart	vogels	afschrikkende werking	Radar
Verstoring door trilling	Licht onder water (pp)	Fytoplankton	lagere primaire productie	Meetboei, NISKIN waterbemonstering
	trillende kabels/lijnen	vis	afschrikkende werking	Onderwatercamera
		Zeezoogdieren?	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
	trillende constructie	vis	afschrikkende werking	Onderwatercamera
Zeezoogdieren?		afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon	
Verstoring door mechanische effecten	effect op golfslag		minder golfslag	Meetboei
	effect op stroming		divers	Meetboei
Verstoring door electro-magnetische velden	stroomkabels	vis	afschrikkende werking elastobranchen	Onderwatercamera
Verandering dynamiek substraat	opwerveling sediment door ankers	benthos	minder beschikbaar zacht substraat	Boxcore
	grover sediment door verhoogde stroming	benthos	veranderde benthossamenstelling	Boxcore
	verhoging slib door verminderde stroming	benthos	zuurstofloosheid	Boxcore
Aantrekkende werking onder water	Schuilmogelijkheden	vis	onder panelen, tussen ankers	Duiken, ROV, onderwatercamera



Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
	Schuilmogelijkheden	benthos	onder panelen, tussen ankers	Duiken, ROV
	Voedsel	vis	extra voedsel op/onder hard substraat	Duiken, ROV
	Beschikbaar substraat	benthos	toevoeging hard substraat	Duiken, ROV
Aantrekkende werking boven water	Voedsel	vogels	extra insecten?	Scheepstellingen
		vleermuizen	extra insecten?	Batdetector
	Rustplaats	vogels	Aantrekkende werking	Scheepstellingen, camera
		zeehonden	Aantrekkende werking	Scheepstellingen, camera
	Mortaliteit door mechanische schade (niet-bewegende onderdelen)	vogels	Duikende vogels op panelen?	camera
Verbreiding van soorten	hard substraat	benthos	stapstenen exoten en inheemse soorten	Duiken, ROV
Stikstofemissie (NOx en NH3)	Verbrandingsmotoren onderhoudschepen		te hoge stikstofemissie	Meetboei



Bijlage IV Effectenmatrix medegebruik maripark; Zeewierkweek

Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
Oppervlakteverlies aan zeeoppervlak		Vogels	minder foerageergebied vogels	Scheepstellingen, camera
Optische verstoring	Structuren	Vogels	afschrikkende werking (omvliegen)	Radar
	Schepen	Vogels	afschrikkende werking	Radar
		Zeezoogdieren	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
	Personen	Vogels	afschrikkende werking	Radar
		Zeezoogdieren	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
Verandering dynamiek substraat	Toevoegen hard substraat (ankers)	Vis	Aantrekkende werking	Fuiken, ankerkuil, ROV
		Benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
	Toevoegen hard substraat (onderkant drijvers)	Vis	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
		Benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
	Toevoegen substraat (lijnen voor zeewierkweek)	Benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
		Vis	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
		Benthos	verandering sediment	Boxcore
Verstoring door geluid	Constructie, fluiten in de wind	Vogels	afschrikkende werking	Radar



Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
Verstoring door licht	Schepen	zeezoogdieren	afschrikkende werking	Hydrofoon
	Licht boven water navigatie constructie	vogels	afschrikkende werking	Radar
	Licht boven water navigatie scheepvaart	vogels	afschrikkende werking	Radar
Verstoring door trilling	Licht boven water werkverlichting scheepvaart	vogels	afschrikkende werking	Radar
	trillende kabels/lijnen	vis	afschrikkende werking	Onderwatercamera
		Zeezoogdieren?	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
	trillende constructie	vis	afschrikkende werking	Onderwatercamera
Verstoring door mechanische effecten		Zeezoogdieren?	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
	effect op golfslag		minder golfslag	Meetboei
	effect op stroming		divers	Meetboei
Verandering dynamiek substraat	opwerveling sediment door ankers	benthos	minder beschikbaar zacht substraat	Boxcore
	grover sediment door verhoogde stroming	benthos	veranderde benthossamenstelling	Boxcore
	verhoging slib door verminderde stroming	benthos	zuurstofloosheid	Boxcore
Aantrekkende werking onder water	Schuilmogelijkheden	vis	Tussen/onder zeewierlijnen	Duiken, ROV, onderwatercamera
	Schuilmogelijkheden	benthos	Aan zeewierlijnen	Duiken, ROV
	Voedsel	vis	extra voedsel op/onder hard substraat en zeewierlijnen	Duiken, ROV



Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
	Beschikbaar substraat	benthos	toevoeging hard substraat	Duiken, ROV
Aantrekkende werking boven water	Voedsel	vogels	Aantrekkende werking. Extra vis en/of benthos	Scheepstellingen
		vis	Aantrekkende werking. Extra vis en/of benthos	Onderwatercamera
	Rustplaats	vogels	Aantrekkende werking	Scheepstellingen, camera
		zeehonden	Aantrekkende werking	Scheepstellingen, camera
Verbreiding van soorten	Hard substraat	benthos	stapstenen exoten en inheemse soorten	Duiken, ROV
	Zacht substraat	benthos	stapstenen exoten en inheemse soorten	Duiken, ROV
		macroalgen	stapstenen exoten en inheemse soorten	Duiken, ROV
Stikstofemissie (NOx en NH3)	Verbrandingsmotoren onderhoudschepen/ zaai-oogstschepen		te hoge stikstofemissie	Meetboei/berekenen/meten directe uitstoot bij de bron (uitlaatgassen)
Verstrikkingsgevaar	Lijnen en netten	vogels	mortaliteit	Duiken, ROV, onderwatercamera
	Lijnen en netten	vis	mortaliteit	Duiken, ROV, onderwatercamera
	Lijnen en netten	zeezoogdieren	mortaliteit	Duiken, ROV, onderwatercamera
Verminderde primaire productie	Door extractie van macroalgen uit het systeem	fytoplankton	lagere primaire productie	oogst wegen, en droge stof berekening
Bewuste verandering soortensamenstelling	Introductie nieuwe soorten of ongecontroleerde veredeling	macroalgen	verdringing inheemse soorten	bemonstering van relevante soorten



Bijlage V Effectenmatrix medegebruik maripark; Schelpdierkweek

Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
Oppervlakteverlies aan zeeoppervlak		Vogels	minder foerageergebied vogels	Scheepstellingen, camera
Optische verstoring	Structuren	Vogels	afschrikkende werking (omvliegen)	Radar
	Schepen	Vogels	afschrikkende werking	Radar
		Zeezoogdieren	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
	Personen	Vogels	afschrikkende werking	Radar
Verandering dynamiek substraat	Toevoegen hard substraat (ankers)	Zeezoogdieren	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
		Vis	Aantrekkende werking	Fuiken, ankerkuil, ROV
		Benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
	Toevoegen hard substraat (onderkant drijvers)	Vis	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
		Benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
	Toevoegen substraat (lijnen voor schelpdierkweek)	Benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
		Vis	Aantrekkende werking	Duiken, ROV
	Scouring	Benthos	verandering sediment	Boxcore
Verstoring door geluid	Constructie, fluiten in de wind	Vogels	afschrikkende werking	Radar



Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
Verstoring door licht	Schepen	zeezoogdieren	afschrikkende werking	Hydrofoon
	Licht boven water navigatie constructie	vogels	afschrikkende werking	Radar
	Licht boven water navigatie scheepvaart	vogels	afschrikkende werking	Radar
Verstoring door trilling	Licht boven water werkverlichting scheepvaart	vogels	afschrikkende werking	Radar
	trillende kabels/lijnen	vis	afschrikkende werking	Onderwatercamera
		Zeezoogdieren	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
Verstoring door mechanische effecten	trillende constructie	vis	afschrikkende werking	Onderwatercamera
		Zeezoogdieren	afschrikkende werking	Onderwatercamera, hydrofoon
	effect op golfslag		minder golfslag	Meetboei
Verandering dynamiek substraat	effect op stroming		divers	ADCP
	opwerveling sediment door ankers	benthos	minder beschikbaar zacht substraat	Boxcore
	grover sediment door verhoogde stroming	benthos	veranderde benthossamenstelling	Boxcore
Aantrekkende werking onder water	verhoging slib door verminderde stroming	benthos	zuurstofloosheid	Boxcore
	Schuilmogelijkheden	vis	Tussen/onder schelpdierlijnen	Duiken, ROV, onderwatercamera
	Schuilmogelijkheden	benthos	Aan schelpdierlijnen	Duiken, ROV
	Voedsel	vis	extra voedsel op/onder hard substraat en schelpdierlijnen	Duiken, ROV



Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
	Beschikbaar substraat	benthos	toevoeging hard substraat	Duiken, ROV
Aantrekkende werking boven water	Voedsel	vogels	Aantrekkende werking. Extra vis en/of benthos	Scheepstellingen, camera
		vis	Aantrekkende werking. Extra vis en/of benthos	Onderwatercamera
	Rustplaats	vogels	Aantrekkende werking	Scheepstellingen, camera
		zeehonden	Aantrekkende werking	Scheepstellingen, camera
Verbreiding van soorten	Hard substraat	benthos	stapstenen exoten en inheemse soorten	Duiken, ROV
	Zacht substraat	benthos	stapstenen exoten en inheemse soorten	Duiken, ROV
		macroalgen	stapstenen exoten en inheemse soorten	Duiken, ROV
Stikstofemissie (NOx en NH3)	Verbrandingsmotoren onderhoudschepen/ zaai-oogstschepen		te hoge stikstofemissie	Meetboei/berekenen/meten directe uitstoot bij de bron (uitlaatgassen)
Verstrikkingsgevaar	Lijnen en netten	vogels	mortaliteit	Duiken, ROV, onderwatercamera
	Lijnen en netten	vis	mortaliteit	Duiken, ROV, onderwatercamera
	Lijnen en netten	zeezoogdieren	mortaliteit	Duiken, ROV, onderwatercamera
Verminderde primaire productie	Door extractie van fytoplankton en schelpdieren uit het systeem	fytoplankton	lagere primaire productie	opbrengst wegen, en droge stof berekening
Bewuste verandering soortensamenstelling	Introductie nieuwe soorten	benthos	verdringing inheemse soorten	bemonstering van relevante soorten
	Rifvorming door afvallende schelpdieren	benthos	Aantrekkende werking	Duiken, ROV, onderwatercamera



Effectenindicator	Specificatie	Soortgroep	Effect	Monitoring
		vis	Aantrekkende werking	Onderwatercamera

