

Aantrekkende werking van medegebruik in offshore windparken op vogels

Resultaten van literatuuronderzoek en interviews

L. Hoekema, R.E. van der Vliet, M. Collier & E. L. Bravo Rebolledo



**WAARDEN
BURG**
Ecology

**we
consult
nature.**

Aantrekkende werking van medegebruik in offshore windparken op vogels

Resultaten van literatuuronderzoek en interviews

L. Hoekema, R.E. van der Vliet, M. Collier & E. L. Bravo Rebolledo



Aantrekkende werking van medegebruik in offshore windparken op vogels

Resultaten van literatuuronderzoek en interviews

L. Hoekema, R.E. van der Vliet, M. Collier & E. L. Bravo Rebolledo

Status uitgave: eindconcept

Rapportnummer:	24-399
Projectnummer:	24-0637
Datum uitgave:	15 november 2024
Projectleider:	dr. Roland van der Vliet
Tweede lezer:	dr. Tom van der Have
Opdrachtgever:	RWS Water, Verkeer en Leefomgeving Postbus 17 8200 AA Lelystad
Referentie opdrachtgever:	Bestelnummer 4500411500 pos 10 zaaknummer 31201499
Akkoord voor uitgave:	drs. C. Heunks
Datum akkoord:	15 november 2024

Graag citeren als: Hoekema, L., R.E. van der Vliet, M. Collier & E.L. Bravo Rebolledo, 2024. Aantrekkende werking van medegebruik in offshore windparken op vogels. Resultaten van literatuuronderzoek en interviews. Rapport 24-399. Waardenburg Ecology, Culemborg.

Trefwoorden: schelpdierweek, zeewierteelt, passieve visserij, zonnepark, aanvaring, Noordzee

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 / RWS Water, Verkeer en Leefomgeving

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden veeleenvoudigd 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

Met de komst van steeds meer windparken op zee wordt inmiddels ook gekeken in hoeverre deze eveneens kunnen worden gebruikt voor aquacultuur, passieve visserij, vormen van duurzame energie (anders dan windenergie en natuurontwikkeling). Medegebruik kan mogelijk een aantrekkende werking hebben op vogels door het vergroten van de beschikbaarheid van voedsel en/of het ontstaan van rustplekken. Een vogelaantrekkende werking kan vervolgens mogelijk een verhoging van het aantal aanvaringsslachtoffers tot gevolg hebben.

Rijkswaterstaat (RWS) en het directoraat-generaal Water en Bodem (DGWB) van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat willen graag een eerste inzicht hebben in de mogelijke vogelaantrekkende werking van medegebruik. Daarnaast willen zij graag een inschatting van wat deze vogelaantrekkende werking potentieel kan betekenen voor de desbetreffende vogelpopulaties. Waardenburg Ecology heeft dit via literatuuronderzoek en interviews in voorliggend rapport gedaan. Deze informatie kunnen RWS en DGWB gebruiken voor de ruimtelijke keuzes in het medegebruik van offshore windparken.

Aan de totstandkoming van dit rapport werkten mee:

Lisa Hoekema	rapportage
Roland van der Vliet	rapportage, eindredactie, projectleiding
Elisa Bravo Rebolledo	rapportage
Mark Collier	rapportage
Tom van der Have	kwaliteitsborging

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 Bureau Waardenburg is ISO gecertificeerd.

Vanuit RWS en DGWB werd de opdracht begeleid door de heer Kees Vlak. Daarnaast hebben Martine Graafland en Henri Zomer ook inhoudelijk meegedacht. Wij danken hen voor de prettige samenwerking. Daarnaast bedanken wij de geïnterviewden George Holmyard (Offshore Shellfish Ltd.), George Lavidas (TU Delft) en Brigitte Vlaswinkel (Oceans of Energy) voor hun input.



Inhoud

Voorwoord	4
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doel	7
1.3 Uitgangspunten	8
1.4 Onderzochte effecten	8
1.5 Leeswijzer	9
2 Medegebruiksfuncties	10
2.1 Aquacultuur en mari-cultuur	10
2.1.1 Eigenschappen	11
2.1.2 Huidige omvang en verwachte ontwikkelingen	14
2.2 Passieve visserij	16
2.2.1 Eigenschappen	17
2.2.2 Huidige omvang en verwachte ontwikkelingen	19
2.3 Energie	20
2.3.1 Eigenschappen	20
2.3.2 Huidige omvang en verwachte ontwikkelingen	23
2.4 Natuurontwikkeling	24
2.4.1 Eigenschappen	25
2.4.2 Huidige omvang en verwachte ontwikkelingen	27
3 Aantrekking vogels	29
3.1 Welke vogelsoorten lopen risico	29
3.2 Aquacultuur	31
3.2.1 Voedsel voor vogels	31
3.2.2 Mogelijkheden tot rusten	33
3.2.3 Aanvullende uitgangspunten	33
3.2.4 Aantrekking vogelsoorten	33
3.3 Passieve visserij	34
3.3.1 Voedsel voor vogels	34
3.3.2 Mogelijkheden tot rusten	35
3.3.3 Aanvullende uitgangspunten	35
3.3.4 Aantrekking vogelsoorten	35



3.4	Energie	35
3.4.1	Voedsel voor vogels	35
3.4.2	Mogelijkheden tot rusten	38
3.4.3	Aanvullende uitgangspunten	38
3.4.4	Aantrekking vogelsoorten	39
3.5	Natuurontwikkeling	39
3.5.1	Voedsel voor vogels	39
3.5.2	Mogelijkheden tot rusten	41
3.5.3	Aanvullende uitgangspunten	42
3.5.4	Aantrekking vogelsoorten	42
3.6	Samenvatting medegebruiksfuncties	42
3.7	Effecten op het voorspelde aantal slachtoffers	45
4	Conclusies en aanbevelingen	47
4.1	Conclusies	47
4.2	Aanbevelingen	48
	Literatuur	51
Bijlage I	Verspreiding doelsoorten passieve visserij in de Noordzee	56
Bijlage II	Verslagen interviews	57



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Windturbines op zee kunnen gevolgen hebben voor beschermde vogelsoorten, onder andere door habitatverlies of door aanvaringsslachtoffers. Tussen de windturbines in een windpark op zee is ruimte beschikbaar voor medegebruik in de vorm van aquacultuur, passieve visserij, vormen van duurzame energie (anders dan windenergie) en natuurontwikkeling. Dit medegebruik kan mogelijk een aantrekkende werking hebben op vogels door het vergroten van de beschikbaarheid van voedsel en/of het ontstaan van rustplekken. Hogere zeevogeldichtheden als gevolg van activiteiten met vogelaantrekkende werking kunnen de kans op aanvaringsslachtoffers vergroten. Andere effecten kunnen veranderingen in soortenspectrum, gedrag en vlieghoogte zijn.

De omvang en impact van vogelaanvaringen met windturbines is één van de kennisleemtes voor de uitrol van wind op zee. Het aantal aanvaringen in nieuwe windparken wordt berekend met modellen. Eén van de belangrijkste factoren bij de berekening van aantallen aanvaringen is de flux van zeevogels in het gebied. Vanwege de invloed die vogelaantrekkende activiteiten binnen een offshore windpark kunnen hebben op de flux van zeevogels, kan middels dit rapport meer grip worden verkregen op deze kennisleemte via een eerste inschatting over het effect van deze aantrekking en verplaatsing op vogels. Hierop zouden de modellen kunnen worden aangepast.

Tot op heden is er echter weinig kennis over de aantrekkende effecten op vogels van medegebruik in offshore windparken beschikbaar. Wel kunnen de mogelijke effecten mogelijk gedeeltelijk worden ingeschat op basis van kennis uit andere situaties en van andere locaties, zoals mosselculturen, zeewierteeltinstallaties, passieve visserij, drijvende zonne-parken en vergelijkbare structuren buiten offshore windparken.

In voorliggend rapport wordt een inschatting gemaakt van de vogelaantrekkende werking van menselijke activiteiten in offshore windparken op basis van literatuuronderzoek, ervaringen van internationale monitoringprogramma's of andere onderzoeken in offshore windparken. Op basis hiervan wordt duidelijk welke soorten in het bijzonder aangetrokken worden en in hoeverre sprake is van kennisleemtes.

1.2 Doel

Om de beschikbare ruimte tussen windmolens in windparken zo effectief mogelijk te benutten voor andere gebruiksfuncties wil het Ministerie inzicht in de vogelaantrekkende werking van menselijke activiteiten in offshore windparken en de gevolgen daarvan. De uitgangssituatie is dat er nog nauwelijks medegebruik in windenergieparken plaatsvindt.



Concreet liggen daarom de volgende vragen voor:

- Welke vogelsoorten zijn gevoelig voor een aantrekkende werking van vormen van medegebruik (aquacultuur, passieve visserij, vormen van hernieuwbare energie anders dan windenergie en natuurontwikkeling) in offshore windparken?
- Welke van deze vogelsoorten zijn kwetsbaar voor aanvaring met windturbines?
- Waarom worden deze vogelsoorten aangetrokken door betreffende vorm van medegebruik?
- Hoe is de ruimtelijke verspreiding van deze vogelsoorten ten opzichte van de huidige en voorgenomen windenergiegebieden?
- Voor welke vogelsoorten is nader onderzoek nodig in relatie tot vormen van medegebruik en hoe dit onderzoek in te richten met het oog op monitoring- en onderzoeksdoelen van komende (pilot-)projecten en experimenten met medegebruik in windparken op zee?

1.3 Uitgangspunten

In dit rapport zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De focus ligt op de vogelaantrekkende werking van medegebruik in windparken in relatie tot de kans op vogelaanvaringen. Onderzoek naar andere effecten van medegebruik, zoals het verlies aan leefgebied door verstoring of ruimtebeslag blijven buiten beschouwing.
- Het onderzoek beperkt zich tot de volgende medegebruiksfuncties: aquacultuur (mossel/oesterkweek en zeewierteelt), passieve visserij (manden en korven, jiggen, handlijn en staand want op zee), vormen van duurzame energie anders dan wind (drijvende zonnepanelen op zee, golf turbines) en natuurontwikkeling. Andere medegebruiksfuncties blijven buiten beschouwing.
- Het begrip vogelaantrekkende werking beperkt zich tot het creëren van de mogelijkheid van aantrekking vanwege 1. foerageermogelijkheden van het medegebruik en/of 2. vanwege de rustmogelijkheden van het medegebruik. Andere redenen van aantrekkende werking, zoals het voeren van verlichting of een verhoogde menselijke activiteit in een park, worden niet behandeld omdat de effecten van deze mede afhangen van de intensiteit van het gebruik. Hierover is echter nu geen concrete toetsbare informatie. Andersom geldt dat ook de versturende werking van verlichting of een verhoogde menselijke activiteit in een park niet nader wordt behandeld.
- Behandelde vormen van medegebruik kunnen worden ontwikkeld in windparken die vanaf 1 juli 2015 tot stand zijn gekomen (na de inwerkingtreding van de Wet windenergie op zee (Wwoz)), ongeacht de ligging ten opzichte van, en afstand tot, de Nederlandse kust. Dit leidt tot de aanname dat alle vogelsoorten effecten van medegebruik kunnen ondervinden.
- Bij de bepaling en beschrijving van effecten is de referentie een windpark op zee (en nadrukkelijk **niet** de open zee zonder windpark).

1.4 Onderzochte effecten

Het effect van vogelaantrekkende werking wordt in dit rapport beperkt tot twee verschillende gedragingen, namelijk aantrekking vanwege (1) foerageermogelijkheden bij



het medegebruik of aantrekking vanwege (2) de rustmogelijkheden op het medegebruik. Beide effecten kunnen leiden tot een verhoogd risico op aanvaringen onder relevante soorten.

Het medegebruik kan een aantrekkende werking hebben op vis en daardoor een lokale voedselbron creëren die voorheen niet ter plaatse van het medegebruik aanwezig was. Dit creëert voor vogels vervolgens foerageermogelijkheden die eerder niet aanwezig waren in een gebied. Dit kan weer leiden tot hogere dichtheden ter plaatse van de locatie van medegebruik. Hoewel deze factor vooral van belang zal zijn voor zeevogels, is het niet uit te sluiten dat ook andere soorten zoals trekvogels deze constructies zullen gebruiken om te rusten en reserves aan te vullen. Zeevogels hebben echter een grote actieradius en een opportunistisch zoekgedrag zodat effecten met name op deze soorten kunnen optreden.

Het medegebruik leidt eveneens tot constructies boven het wateroppervlak die er eerder niet waren. Met name voor trekvogels die niet langdurig op het water kunnen landen om te rusten, bieden deze constructies de gelegenheid om dat toch te doen tijdens hun migratie over de Noordzee. Zonder deze constructies zouden sommige vogels vanwege vermoeidheid om kunnen komen. Deze factor is vooral van belang voor trekvogels, maar soms ook voor watervogels zoals aalscholvers die hun vleugels moeten drogen na elke duik in het water, of voor meeuwen. Echte zeevogels zoals stormvogels en jagers rusten niet of nauwelijks op constructies.

Onder rustplaatsen verstaan we hierbij ook de mogelijkheid tot broeden. Slechts enkele van de van oudsher op kliffen broedende zeevogelsoorten zijn naar verwachting voldoende opportunistisch om tot broeden te komen op structuren van medegebruik, namelijk de kuifaalscholver en de drieteenmeeuw. Omdat het slechts twee soorten betreft wordt de functie van broeden samen met de functie van rustplaatsen beoordeeld.

De grootste aantrekkende werking van medegebruik voor zeevogels betreft dus de mogelijkheid tot foerageren, terwijl de rustfunctie vooral van belang zal zijn voor aalscholvers en voor trekkende landvogels. Voor meeuwen en sterns zouden beide functies van belang kunnen zijn.

1.5 Leeswijzer

Dit rapport kent drie inhoudelijke hoofdstukken. Hoofdstuk 2 behandelt de vier medegebruiksfuncties aan de hand van de verschillende medegebruikstypen. Hoofdstuk 3 bepaalt in hoeverre er sprake kan zijn van vogelaantrekkende werking bij de verschillende medegebruikstypen (tabel 2.1). Voor beide hoofdstukken geldt dat dit wordt gedaan op basis van literatuur en interviews. In hoofdstuk 3 wordt tevens bepaald welke vogelsoorten welk type effect kunnen ondervinden, en welke medegebruiksfuncties in windparken het meest risicovol zijn vanwege hun vogelaantrekkende werking. Hoofdstuk 4 is het afsluitende hoofdstuk waar de conclusies op een rij worden gezet aan de hand van de voorliggende onderzoeksvragen en waar aanbevelingen worden gedaan.



2 Medegebruiksfuncties

In dit hoofdstuk worden eerst de verschillende onderzochte medegebruiksfuncties beschreven, waaronder hun eigenschappen, de intensiviteit van menselijk bezoek en onderhoud, en hun invloed op natuur in de Noordzee. Tabel 2.1 geeft aan welke functies van medegebruik in dit rapport worden beschreven en welke medegebruikstypes hierbinnen worden onderscheiden.

Tabel 2.1 *Overzicht van medegebruiksfuncties met de verschillende medegebruikstypes.*

#	Medegebruiksfunctie	Medegebruikstype
1	Aquacultuur en mari-cultuur	Mosselkweek Oesterkweek Zeewierteelt
2	Passieve visserij	Manden en korven Jiggen Handlijn Staand want op zee
3	Hernieuwbare energie-opwekking (anders dan windenergie)	Zon op zee (drijvende zonnepanelen) Golfturbines
4	Natuurontwikkeling	Vishotels 'Boomriffen' Kunstriffen

2.1 Aquacultuur en mari-cultuur

Binnen deze medegebruiksfunctie worden drie typen onderscheiden: mosselkweek, oesterkweek en zeewierteelt. Qua eigenschappen, productieproces en verwachte ontwikkelingen komen mosselkweek en oesterkweek overeen zodat deze onder de noemer schelpdierkweek worden beschreven. Waar nodig maken we onderscheid tussen mosselkweek en oesterkweek. Zeewierteelt wordt apart van schelpdierkweek behandeld. Een uitdaging bij het beoordelen van de ecologische effecten van aquacultuur, die van invloed zijn op de aantrekkelijkheid voor vogels, is het gebrek aan velddata van systemen verder op zee. De gepresenteerde gegevens en conclusies moeten daarom worden beschouwd als een deskundigenoordeel, met een bepaalde onzekerheid over de impact van schaalvergroting in vergelijking tot de tot nu toe uitgevoerde (pilot)projecten.



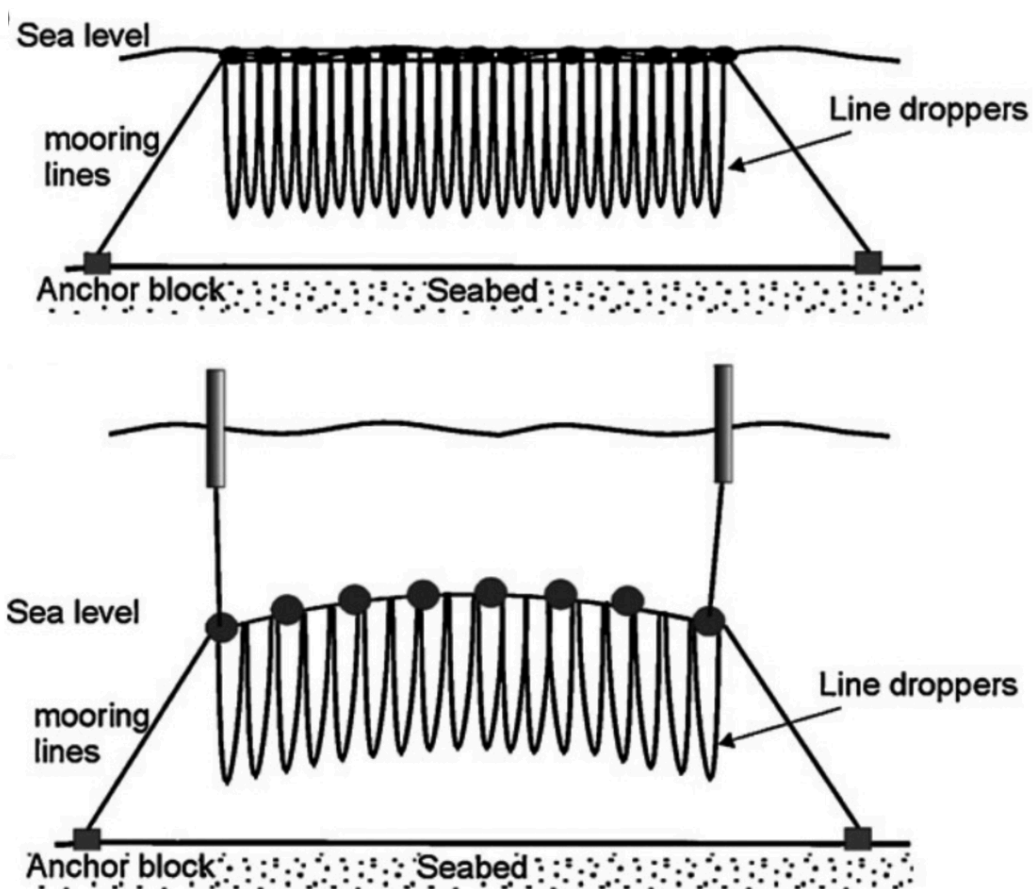
2.1.1 Eigenschappen

Schelpdierkweek

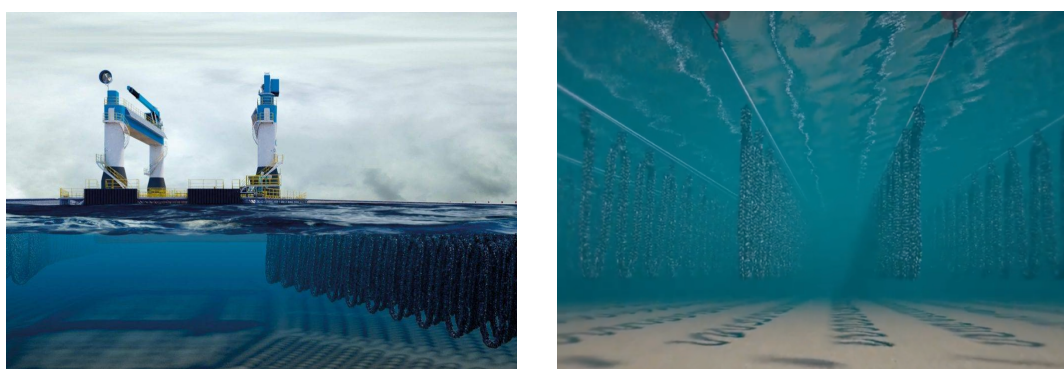
Kweekopstelling

Mosselkweek maakt gebruik van het zogenaamde “suspended growing-systeem” waarbij lange touwen (long-lines) in de waterkolom hangen (Mascorda Cabre *et al.* 2021). Dit systeem is gebaseerd op aquacultuurprincipes en werkt door mosselzaad op te vangen, dat vervolgens aan de ondergedompelde touwen tot volwassen consumptiemosselen uitgroeit. De mossellijnen hangen 3 m onder het zeeoppervlak en reiken met lus-vormige touwen nog eens 10 m naar beneden (Mascorda Cabre *et al.* 2021). De lange lijnen zijn op de zeebodem verankerd en worden door middel van buisvormige boeien (floats) drijvend gehouden. In zeer ruwe condities, kan een submerged long-line systeem de geprefereerde optie zijn, aangezien het de structuren beschermt tegen schade bij ruig weer (Mascorda Cabre *et al.* 2021).

De enige grootschalige toepassing van schelpdierkweek in een vergelijkbaar waterlichaam als de Noordzee betreft een mosselkwekerij in Lyme Bay (VK) (Mascorda-Cabre *et al.* 2024). In Nederland wordt gewerkt aan een variant op dit systeem, specifiek ontworpen voor de omstandigheden in de Noordzee. De kweektouwen zijn hierbij bevestigd aan een half-afzinkbaar platform (pilot = 9.60 * 9.60 m), dat in zijn geheel bij ruwe weerscondities onder het wateroppervlakte kan worden gebracht (c 7 m diepte) om de kweekopstelling te beschermen (SMF 2021). Wanneer het platform onder water is, zijn alleen de twee torens met zonnepanelen, windturbines en kranen te zien.



Figuur 2.1 Types van suspended long-line systemen. Boven: suspended long-line systeem; onder: submerged long-line systeem. Bron: Mascorda Cabre et al. (2021).



Figuur 2.2 Impressies van een mosselweekopstelling. Boven: platform dat kan worden afgezonken. Onder: impressie van het onderwatersysteem met de mosselcultuur. Bron: O.O.S. International (2021).



Activiteiten gedurende operationele fase

De verwachting is dat regelmatig oogst- en onderhoud gerelateerde activiteiten zullen plaatsvinden op en rond de installatie (De Koning & Trul 2020). In het geval van het semi-submersible systeem van OoS International, betekent dit dat het platform boven water wordt gebracht en er mensen op werken. Oogsten gebeurt vanaf het platform zelf, met gespecialiseerde oogstmachines. Doordat het systeem afzinkbaar is, kan het jaarrond op locatie blijven. Echter, andere mosselproducenten geven aan dat de installaties hetzij in oktober naar beschuttere wateren moeten worden verplaatst, hetzij vanaf oktober een ondergedompeld systeem moet zijn middels gewichten aan het systeem (De Koning & Trul 2020).

Zeewierteelt

Teeltopstelling

Hoewel grootschalige zeewierteelt in de Noordzee nog niet is gerealiseerd, wordt verwacht dat dit in de toekomst zal bestaan uit een opzet van langwerpige drijvende componenten aan het wateroppervlak, waaraan aan de onderzijde verzwaarde netten worden opgehangen van 50-100 m lang zijn, die 2,5 - 4 m diep steken. Als drijvende component kan een langwerpige HDPE-buis of kunststof drijvers worden toegepast (Figuur 2.3). Het systeem zal aan beide uiteinden worden verankerd, die gedurende de operationele fase niet zullen worden vervangen, om verstoring van de zeebodem te beperken. Vooralsnog zal de totale lengte per systeem uiteindelijk rond de 300 m liggen.



Figuur 2.3 *Mogelijke kweekopstellingen met HDPE-buizen (links) of drijvers (rechts).*
Bron: NSF.

Bronmateriaal

Op de Noordzee zal voornamelijk suikerwier (*Saccharina latissima*) worden gekweekt. Dit bruinwier komt voor vanaf Noorwegen tot Portugal, laag in het intergetijdengebied tot een diepte van 20 m bij voldoende doorzicht. Het hecht aan harde substraten zoals rotsen, stenen en veenbanken, en ook op kunstmatige structuren van havens en offshore platformen.

Activiteiten gedurende operationele fase

Suikerwier wordt op het net uitgezet wanneer de watertemperatuur onder de 14 °C komt (sep/okt/nov), en geoogst wanneer de temperatuur in het voorjaar weer boven de 14 °C



uitkomt (april/mei). De productie van sporofyten gebeurt vooraf in kweekbaden onshore, waarna het net naar de projectlocatie wordt getransporteerd en geïnstalleerd.

De oogstmethode is afhankelijk van het type kweekstelsel; bij gebruik van HDPE-buizen zullen de netten op de verankering blijven zitten. De oogstmachine wordt vanaf een schip om het net geplaatst waarna het zeewier wordt geoogst. Hierbij wordt het net tegelijkertijd schoongemaakt. Het schone net blijft de gehele periode in het plangebied. Bij het kweekstelsel met drijvers wordt het gehele net verwijderd en onshore opgeslagen tot het aanbreken van het volgende zaai seizoen.

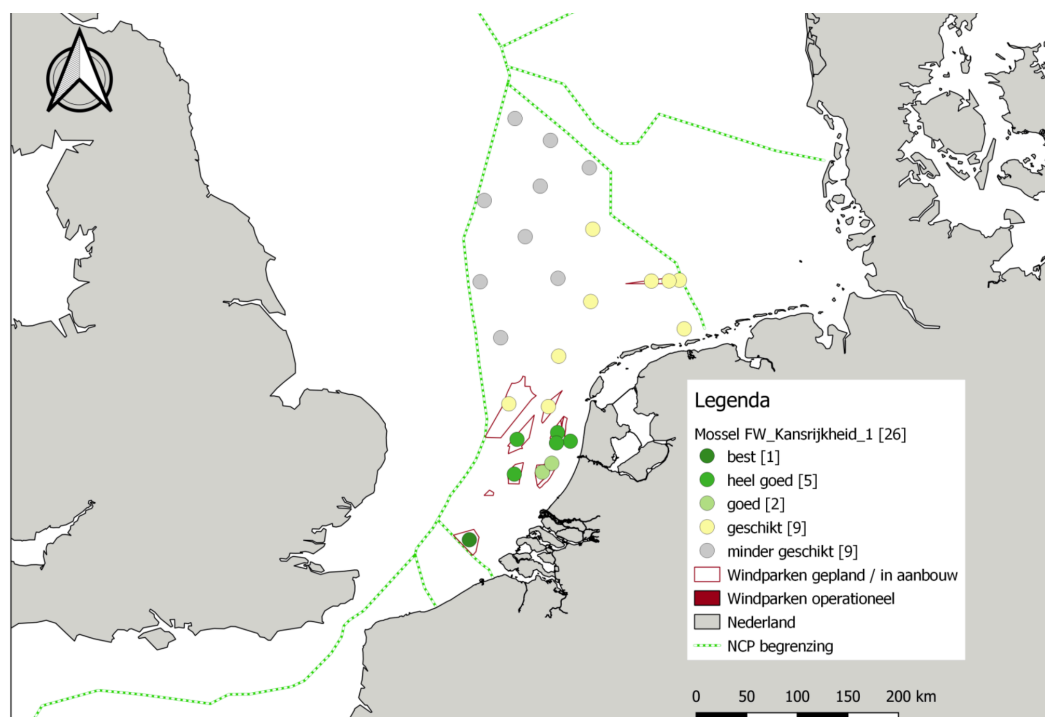
Installatie van de ankers zal eenmalig plaatsvinden. Dit gebeurt overdag omdat medegebruikers momenteel alleen overdag (tussen zonsopkomst en zonsondergang) in een windpark aanwezig mogen zijn vanwege zichtbaarheid en veiligheid (zoals vastgelegd in de Wet Beveiliging Netwerk- en Informatiesystemen (Wbni)). Tijdens de projectperiode worden regelmatig fysieke inspecties uitgevoerd. Hierbij wordt de groei van het zeewier geïnspecteerd, evenals de status van de kweeksystemen. Het zal gaan om zo'n maandelijks 6-10 boottrips gedurende de groeiperiode (okt-mei), en maandelijks in de maanden daarbuiten.

2.1.2 Huidige omvang en verwachte ontwikkelingen

Schelpdierkweek

In Nederland bevindt de offshore schelpdierkweek zich nog in een pilot stadium (De Koning & Trul 2020), zonder operationele grootschalige kwekerijen. De enige grootschalige toepassing in een hoogenergetische, open zee-omgeving bevindt zich in Lyme Bay, Verenigd Koninkrijk (De Koning & Trul 2020; OffshoreShellfishLtd 2024). In april 2024 werd de start van de eerste Nederlandse mosselkweekpilot in windpark Borssele aangekondigd (SMF 2024). Als deze pilot succesvol is, wordt opgeschaald naar een systeem bestaande uit 2 keer 72 longlines, aan een platform van 72 bij 36 m. Deze opschaling is noodzakelijk om het project kostenefficiënt te maken.

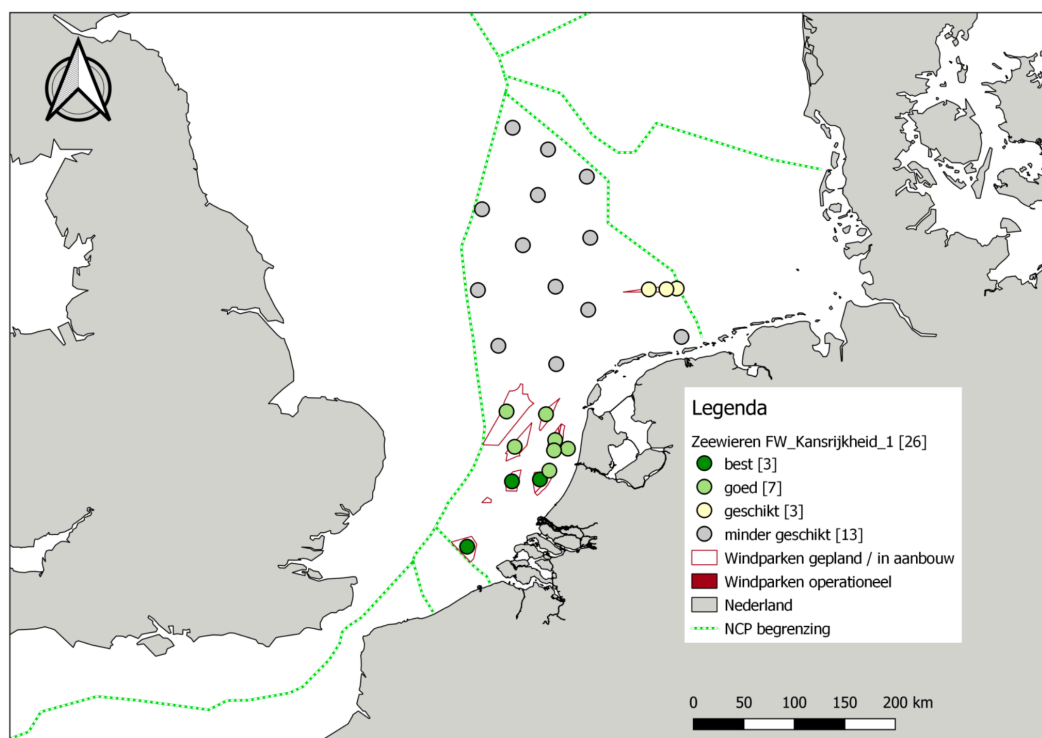
De meest kansrijke locaties voor implementatie in windparken lijken de windparken het dichtst bij de kust te zijn (Figuur 2.4), aangezien de potentiële opbrengst afneemt met de afstand tot de kust en operationele kosten toenemen (vaartijd), en het hierdoor niet rendabel zal zijn (van den Bogaart *et al.* 2020). De Noordzee blijft een zeer dynamisch systeem met uitdagende condities. Hier ligt ook het grootste knelpunt voor verdere ontwikkelingen: veel kwekers zien deze condities en de afstand als een grote belemmering, en er zullen technologische ontwikkelingen plaats moeten vinden om de systemen daadwerkelijk Noordzee-waardig te maken (De Koning & Trul 2020).



Figuur 2.4 Kansenkaart op basis van abiotische condities voor mosselkweek op (potentiële) offshore windenergielocaties (ontleend aan Van den Bogaart *et al.* (2019). Opmerking: figuur geeft verouderde situatie aan; de in de legenda aangegeven geplande windparken, zijn tegenwoordig (2024) veelal operationeel.

Zeewierteelt

Op dit moment wordt gestart met de installatie van de eerste, grotere experimentele offshore zeewierteelt in het NCP. Het gaat hierbij om een relatief kleinschalige opstelling van 1 systeem (3,5 ha). Afhankelijk van de uitkomsten met deze proefopzet liggen er plannen om op te schalen. Bij opschaling van de initiële kleinschalige kweekopstellingen zullen er meerdere systemen in het projectgebied worden geplaatst. Een individuele kwekerij zou hierbij de ordegrrootte bereiken van 40 dergelijke systemen binnen een windpark (140 ha). De meest kansrijke locaties voor implementatie in windparken lijken de windparken het dichtst bij de kust zijn, in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee (Figuur 2.5 (van den Bogaart *et al.* 2020). Met de aanname dat 5% gebruik van de jaarlijkse aanvoer van nieuwe nutriënten naar het NCP acceptabel zou zijn, zou het ruimtebeslag voor zeewierproductie maximaal 145 km² bedragen (Van Duren *et al.* 2019).



Figuur 2.5 Kansenskaart op basis van abiotische condities voor zeewierteelt op (potentiële) offshore windenergielocaties (ontleend aan Van den Bogaart et al. 2019). Opmerking: figuur geeft verouderde situatie aan; de in de legenda aangegeven geplande windparken, zijn tegenwoordig (2024) veelal operationeel.

2.2 Passieve visserij

Boomkorvisserij is momenteel de meest gangbare visserijtechniek binnen de Nederlandse visserijsector (Neitzel et al. 2024). Deze bodem-beroerende techniek is echter vooralsnog niet toegestaan (situatie 2024). Windparkeigenaren vrezen vooral het risico van schade aan infield-kabels.

Bij passieve visserij methodes daarentegen, wordt het vistuig niet voortgesleept, maar plaatselijk uitgezet met minder contact met de zeebodem. Het tuig blijft op een vaste locatie voordat het wordt binnengehaald (van enkele uren tot dagen). Hoewel deze methode potentieel minder schadelijk is voor de zeebodem, vereist het uitzetten van vistuig een grootschalige aanpak om economisch rendabel te zijn (Neitzel et al. 2024).

Passieve visserij in de Noordzee is seizoensgebonden en vindt voornamelijk plaats tussen april en oktober (Neitzel et al. 2023). Binnen deze visserijvorm worden vier methoden als potentieel meest geschikt gezien voor implementatie in offshore windparken: korvenvisserij, jiggen, handlijnenvisserij en staand want visserij (Neitzel et al. 2024).



2.2.1 Eigenschappen

Korvenvisserij

Bij deze vorm van visserij worden vallen (korven, potten of kooien) op de zeebodem uitgezet, al dan niet met aas om de doelsoort aan te trekken (Montgomery 2022; Neitzel *et al.* 2024). In de basis zijn dit verschillende soorten frames (afhankelijk van de doelsoort) die bedekt zijn met een net met één of meer ingangen. De vallen worden aan lijnen in serie van 50-300 stuks uitgezet, waarbij de lijnen aan beide zijden verankerd en gemarkeerd zijn met boeien. Wanneer het weer het toelaat worden de potten gehaald, gelegeerd en opnieuw be-aasd waarna ze worden teruggezet.

Korvenvisserij wordt veel toegepast in Engeland, Ierland en Frankrijk. In Nederland zijn enkele korvenvisserij actief die voornamelijk op Noordzeekrab en (Oosterschelde) kreeft vissen (Neitzel *et al.* 2023). Korvenvisserij is geschikt voor het vangen van verscheidene commerciële soorten in offshore windparken, waaronder garnalen, zeebaars, pijlinktvis, kabeljauw, Noordzeekrab en tong (Neitzel *et al.* 2023). Naast deze doelsoorten worden hiermee ook andere commerciële platvissoorten, rode mul en wijting gevangen (Neitzel *et al.* 2024). Bijvangst van niet-commerciële vis en ongewervelden met een bodem-gebonden levenswijze is gebruikelijk. De periode voor korvenvisserij in de Noordzee loopt voornamelijk van januari tot en met augustus (Neitzel *et al.* 2024). Theoretisch kunnen deze potten echter jaarrond in zee blijven staan, mits zij gerepareerd of schoongemaakt kunnen worden.

Jiggen

Jiggen is een vismethode waarbij één of meerdere lijnen met een veelvoud aan haken ritmisch op en neer wordt bewogen. In deze vorm van visserij wordt alleen gebruik gemaakt van kunstaa (Montgomery 2022). De techniek wordt veel toegepast in noordelijke landen als Noorwegen en IJsland voor kabeljauw, koolvis en pollak (Neitzel *et al.* 2023). In Nederland wordt jiggen nog niet toegepast in de commerciële visserij (Neitzel *et al.* 2023). Doelsoorten voor jiggen in offshore windparken zouden makreel, horrmakreel, kabeljauw, zeebaars en pijlinktvis zijn (Neitzel *et al.* 2024). De visperiode verschilt per doelsoort. Voor commerciële jig-visserij op pijlinktvis is het van belang dat 's nachts gevestig wordt, wat de huidige regelgeving binnen windparken echter niet toestaat (Neitzel *et al.* 2023).

Handlijn visserij

Handlijn visserij omvat alle vormen van visserij waarbij gebruikt wordt gemaakt van een hengel en een molen met een lijn waaraan één of meerdere haken zijn bevestigd (Montgomery 2022). Afhankelijk van de doelsoort wordt natuurlijk aas, of kunstmatig aas gebruikt (Neitzel *et al.* 2023).

In Nederland wordt deze visserij op commerciële schaal voornamelijk toegepast voor de vangst van zeebaars, kabeljauw, makreel en pollak. Zeebaarsvisserij vindt voornamelijk tussen mei en oktober plaats, omdat in februari en maart een terugzetverplichting geldt. Bijvangst van deze visserij techniek omvat voornamelijk ondermaatse individuen van de doelsoorten van handlijn visserij (Neitzel *et al.* 2023; Neitzel *et al.* 2024).

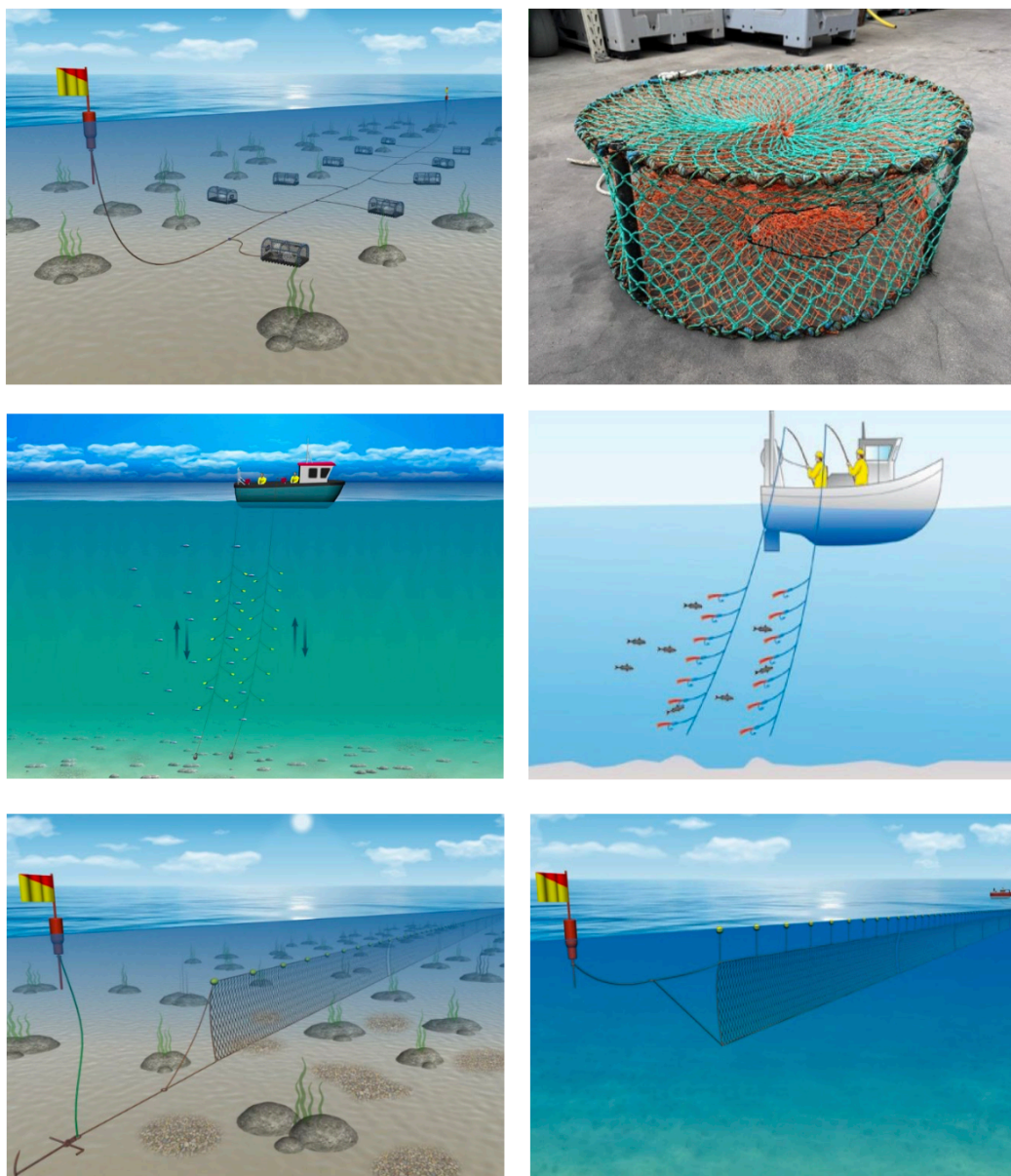


Staan want visserij

Een staan want-net is een vistuig dat bestaat uit een bovenpees met drijvers en een verzwaarde onderpees, waartussen één (kieuwnet) of meerdere netten (spiegelnet) zijn gespannen. Het wordt op de zeebodem verankerd met ankers van 8 tot 10 kg. De lengte van een staan want varieert van 200 m (voor kabeljauwvisserij bij wrakken) tot 10 km of langer (voor tongvisserij) (Neitzel *et al.* 2023). Bij visserij op tong staan de netten op de zeebodem, en steken hooguit 50cm hoog vanaf de bodem in de waterkolom. Vissen worden gevangen doordat ze in het net zwemmen en vast komen te zitten. Netten worden in de stroomrichting uitgezet en blijven zo'n 12 uur staan voordat ze worden opgehaald (Montgomery 2022).

Er zijn variaties in netmateriaal (mono- of multifilament nylon), hoogte, en maaswijdte. Deze factoren beïnvloeden de vangst van doelsoorten en bijvangst. In Nederland wordt met kleine schepen voornamelijk dicht bij de kust gevist. Doelsoorten zijn in dat geval schar, schol, bot, heek, zeeduivel en kabeljauw met een bijvangst van zwartvis (tarbot en griet). Bij visserij op platvis wordt de drijflijn van het kieuwnet ongeveer een halve tot een meter boven de bodem geplaatst, waardoor de vishoogte zeer gering is en vooral demersale vis wordt gevangen. Doelsoorten voor de toepassing van staan want visserij in offshore windparken (verder van de kust) zouden zeebaars, kabeljauw, platvis, pollak en makreel zijn (Neitzel *et al.* 2024).

Bijvangst betreft een breed scala aan organismes: niet alleen ondermaatse doelsoorten en niet-commerciële vissoorten (waaronder ook haaien en roggen), maar ook crustaceën, vogels en zeezoogdieren (Neitzel *et al.* 2023; Neitzel *et al.* 2024). Het percentage discards wordt geschat op 1 – 10% gewicht van de totale vangst. Discards bestaan voornamelijk uit beschadigde – vaak aangevreten – exemplaren van de doelsoorten of uit ondermaatse vis.



Figuur 2.6 Schematische weergaven van korvenvisserij (linksboven) en een voorbeeld van een mand zoals gebruikt door Neitzel et al. (2024), jigging (links midden), handlijn visserij (rechts midden), staand want visserij gericht op platvissen (linksonder) en staand want visserij boven in de waterkolom (rechtsonder). Bron: Montgomery (2022).

2.2.2 Huidige omvang en verwachte ontwikkelingen

Ondanks de groeiende internationale belangstelling bevindt de toepassing van passieve visserijtechnieken binnen windparken zich nog in een beginstadium, zowel op beleidsmatig, economisch als ecologische kennisverwerving vlak (Neitzel et al. 2023). In het Noordzeeakkoord (2020) is afgesproken dat visserij met vaste of passieve vistuigen in



delen van alle nieuwe windparken zal worden toegestaan. Recent onderzoek toont aan dat doelsoorten voor passieve visserij, zoals zeebaars, pijlinktvis en zeekat, zich vooral in het zuidelijke deel van de Noordzee bevinden, wat de potentie voor passieve visserij binnen windparken in dat gebied vergroot (van den Bogaart *et al.* 2020). In Bijlage I wordt voor de doelsoorten van passieve visserijtechnieken de verspreiding en kansrijke gebieden op het NCP weergegeven. Deze verspreiding en kanskaarten zijn gebaseerd op het huidige voorkomen van de doelsoorten en er is hierbij geen rekening gehouden met effecten van het aanbrengen van hard substraat in de windparken, die de verspreiding van soorten zoals kabeljauw en zeebaars kunnen beïnvloeden (Zintzen & Massin 2010; van den Bogaart *et al.* 2020; Berges *et al.* 2024).

De transitie van een actieve visserijvloot naar passieve vistuigen vereist aanzienlijke aanpassingen binnen de sector, zoals scholing en investeringen in nieuwe apparatuur (Neitzel *et al.* 2023). De economische haalbaarheid van visserij binnen windparken is vooralsnog onzeker: de hogere operationele kosten, onder andere voor verzekeringen, veiligheidsmaatregelen en navigatie, vormen extra financiële lasten, waardoor de huidige investeringen moeilijker rendabel te maken zijn en hiermee er onzekerheid bestaat in welke mate passieve visserij in windparken uitgevoerd gaat worden (Neitzel *et al.* 2023; Strietman *et al.* 2023).

2.3 Energie

In de Noordzee is een groot gebied gereserveerd voor offshore windenergie. Om de beschikbare ruimte optimaal te benutten, wordt gekeken naar combinaties van windenergie met andere vormen van hernieuwbare energie, zoals zonne- en golfenergie. Beide vormen bevinden zich op dit moment nog in een zeer vroeg stadium, waarin vooral wordt onderzocht wat de technische en economische haalbaarheid is, met slechts enkele (lopende) pilotprojecten op de Noordzee of elders. Bestaande Wave Energy Converters (WECs) worden in algemene termen beschreven, aangezien de technologie zich snel ontwikkelt en gedetailleerde beschrijvingen van individuele apparaten waarschijnlijk verouderd zullen zijn. Een uitdaging bij het beoordelen van de ecologische effecten van zon op zee, die van invloed zijn op de aantrekkelijkheid voor vogels, is het gebrek aan velddata van grootschalige systemen in een offshore omgeving. De gepresenteerde gegevens moeten daarom worden beschouwd als indicatief, met een bepaalde onzekerheid over de impact van schaalvergroting ($>10.000 \text{ m}^2$) en de grotere afstand tot de kust.

2.3.1 Eigenschappen

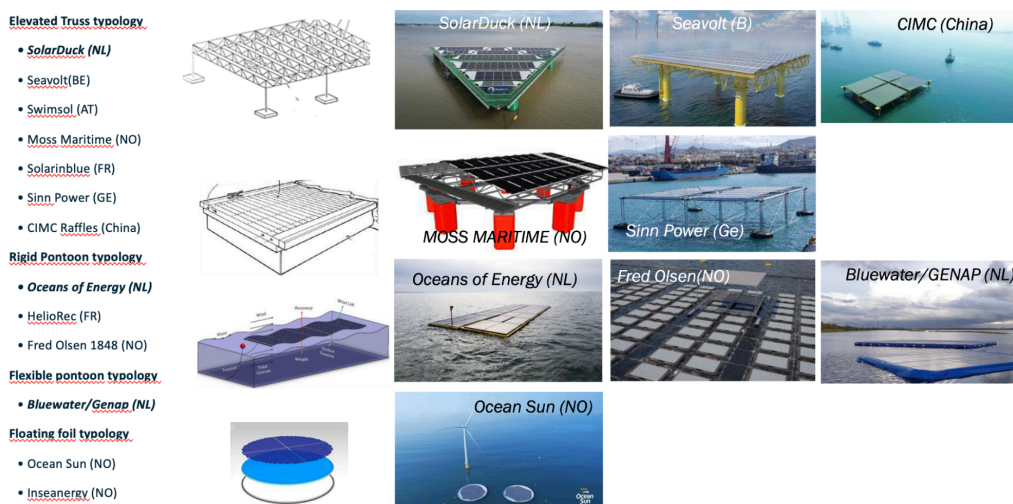
Zon op Zee

Op dit moment bevindt zon op zee zich nog in de ontwikkelingsfase, waarbij diverse ontwerpen worden getest. Het is nog onduidelijk welk ontwerp uiteindelijk het meest geschikt is voor grootschalige implementatie in offshore windparken (De Haan *et al.* 2024). Huidige uitvoeringen van Floating Photovoltaics (FPV) zijn drijvende pontons met panelen hoog (een paar meter) boven het wateroppervlak, drijvende pontons met panelen dicht



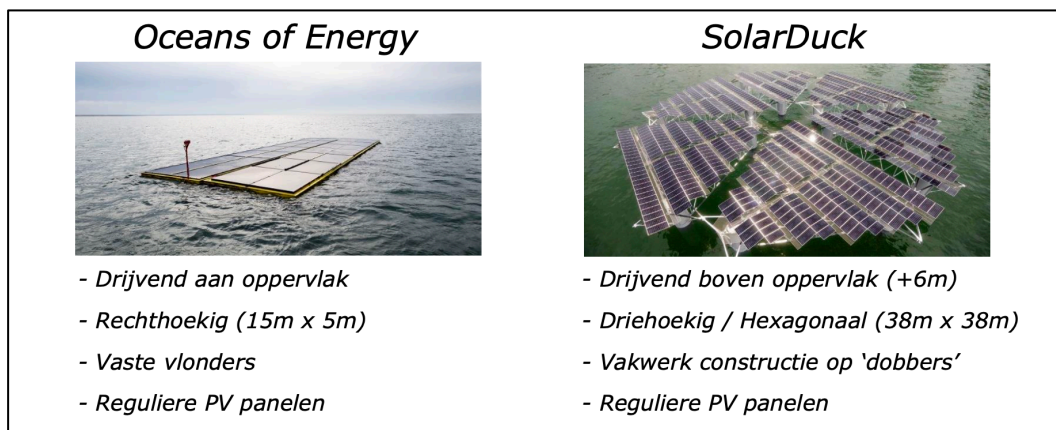
boven het wateroppervlak, en modules die op het wateroppervlak drijven met panelen die stug of juist flexibel zijn (Figuur 2.7).

Gezien de verschillen in ontwerp is het te verwachten dat de ecologische effecten van deze systemen variëren. De belangrijkste factor voor de aantrekkingskracht van de systemen voor vogels is de hoogte van de panelen boven het water (De Haan *et al.* 2024), aangezien dit de rustmogelijkheid en aangroei en beschutting voor aquatische organismen beïnvloedt. Wanneer hierdoor andere ecologische effecten zijn te verwachten (met betrekking tot aangroei, voedselbeschikbaarheid of rustplek) wordt er gedifferentieerd tussen twee systeemtypen: een systeem dat boven het wateroppervlak is geplaatst en een drijvend systeem dat op het wateroppervlak ligt (Figuur 2.8).



Figuur 2.7 Classificatie van Floating Photovoltaics ontwerpen en internationale voorbeelden hiervan. Bron: De Haan *et al.* (2024).

Niet-verhoogde zonnepanelen drijven direct op zeeniveau, ondersteund door het water. Deze constructie bestaat uit stijve 'pontons' van 15 bij 5 m die standaard stijve PV-modules ondersteunen. Tussen de pontons bevinden zich flexibele connectoren die bewegingen mogelijk maken, met circa 30 cm tussenruimte. Bij verhoogde systemen staan de zonnepanelen 6-9 m boven de waterspiegel op een vakwerkconstructie met dobbers. Beoogde afmetingen van de operationele constructie bedraagt 200 bij 200 m. De inspecties en onderhoud aan de systemen zal tot een minimum beperkt worden, met een verwacht aantal tochten van 2-4 per jaar (interview B. Vlaswinkel). Structuren zullen worden verlicht in overeenstemming met richtlijnen van de omgevingswet.



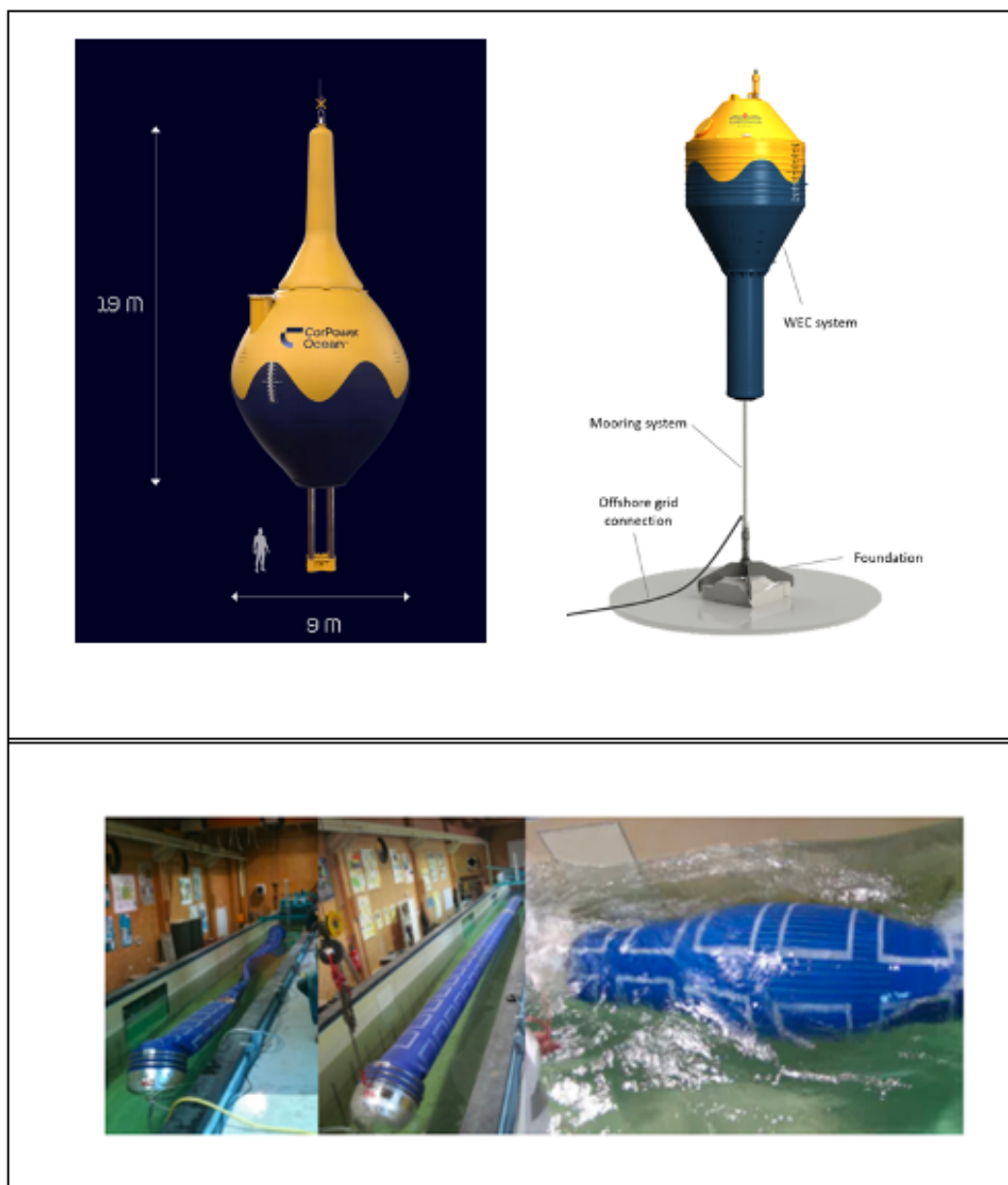
Figuur 2.8 Detailvoorbeelden van ZoZ waarin het drijvend design (links) en een design hoger boven het wateroppervlak (rechts) van twee Nederlandse ontwikkelaars wordt weergegeven als basis voor de effectinschatting. Ontleend aan: Maier (2024).

Golfenergie

Net zoals ZoZ, bevindt de golfenergie zich in Nederland in een vroeg ontwikkelingsstadium (Lavidas & Polinder 2019). Er bestaat een grote variëteit aan type WECs; waaronder drijvende, in de waterkolom, en op de zeebodem gemonteerde apparaten, met een verscheidenheid aan bewegende structuren (Clément *et al.* 2002; Frid *et al.* 2012; Lavidas & Polinder 2019). Deze WEC-ontwerpen kunnen grofweg ingedeeld worden in vier generieke typen (Clément *et al.* 2002; Satymov *et al.* 2024):

- **Oscillerende waterkolom**, die bestaat uit een gedeeltelijk ondergedompelde, holle structuur die openstaat naar de zee onder de waterlijn.
- **Terminators (Overstroomapparaten)** die het water van de inkomende golven verzamelen om één of meer laagdrukturbines aan te drijven.
- **Puntabsorbers** (drijvend of gemonteerd op de zeebodem), die meestal een deinende beweging leveren welke wordt omgezet in een lineaire of roterende beweging voor het aandrijven van elektrische generatoren.
- **Attenuators**; drijvende apparaten die parallel aan de golfrichting werken en op de golven rijden.

Voor applicatie in de Noordzee zijn terminators, gevolgd door puntabsorbers het meest geschikt (Lavidas 2020). Er bestaan verscheidene verankering methoden, waarbij de selectie hiervan een persoonlijke keuze van ontwikkelaar is (interview G. Lavidas). Tot opties behoren het gebruik van een groot ankerblok, of een anker/ankers in de zeebodem (interview G. Lavidas). Om aangroei op de structuren te voorkomen worden deze met anti-fouling middelen behandeld (interview G. Lavidas). Structuren zullen worden verlicht volgens de richtlijnen van de Ow. Verwachting is dat er slechts 2-4 keer per jaar controles of onderhoud zal hoeven plaats te vinden (interview G. Lavidas).



Figuur 2.9 Voorbeelden van twee potentieel geschikte WEC-ontwerpen. Boven: puntabsorber. Onder: terminator.

2.3.2 Huidige omvang en verwachte ontwikkelingen

Zon op Zee

Tot dusver hebben slechts kleinschalige pilots op de Noordzee plaatsgevonden. Zo is het drijvende ontwerp met een capaciteit van 50 kW uitgebreid getest op de Offshore Test Site (OTS), 12 km uit de kust (2019-2024). Ook een verhoogd ontwerp is recent geïnstalleerd op de OTS, en zal de komende 2-3 jaar getest worden.



In 2023 is een onderzoeksopgave ingesteld naar de haalbaarheid van 3 GWp capaciteit rond 2030; anno nu is deze ambitie te ambitieus gebleken op basis van gesprekken met de markt omdat de noodzakelijke techniek zich nog in een te innovatief stadium bevindt (kamerbrief van KKG met kenmerk DGKE-DSE / 96006603 d.d. januari 2025).

In 2025 zal in het windpark Hollandse Kust Noord het eerste grootschalige drijvend zonnepark worden geïnstalleerd met een oppervlakte van 6.400 m² (OOE, 0,5 MWp). In Hollandse Kust West 7 zal in 2026/2027 een circa 25.000 m² verhoogd systeem geïnstalleerd worden (5 MWp, SolarDuck). Echte schaalvergroting zal plaatsvinden in IJmuiden Ver Bèta waar een zonnepark met een capaciteit van 50 MWp (500 bij 500 m) zal worden gerealiseerd. Uiteindelijk zouden constructies van één km bij één km worden geplaatst in een operationeel en commercieel levensvatbaar zonnepark (interview B. Vlaswinkel).

Golfenergie

Op dit moment zijn er nog geen operationele WECs in het Nederlands deel van de Noordzee. Technieken bevinden zich in verschillende fases van ontwikkeling. Het Europese doel is om in 2030 1 GW aan golfenergie te realiseren. Mogelijk zou Nederland tegen 2030 100-150 MW golfenergie op de Noordzee kunnen produceren (expert judgement G. Lavidas). Gezien de golfcondities van de Noordzee, zijn kleine WECs het meest efficiënt (<600 kW) (Lavidas & Blok 2021). In tegenstelling tot windenergie ontstaat bij golfenergie niet noodzakelijkerwijs een negatieve drag (luwte), en kan zelfs een hogere efficiëntie worden behaald door de WECs strategisch te plaatsen ten opzichte van elkaar. Dit suggereert dat bij grootschalige uitrol in de Noordzee meerdere kleinere WECs geplaatst kunnen worden in een golfenergiepark (deskundigenoordeel G. Lavidas).

2.4 Natuurontwikkeling

Onder de noemer Natuurontwikkeling worden hier drie typen beschreven: vishotels (schuilplaatsconstructies voor vis), 'boomriffen' ('tree reefs') en kunstriffen. Hoewel alle drie worden uitgevoerd om de onderwaternatuur van de Noordzee te versterken, kennen zij (deels) een ander doel. De vishotels dienen namelijk in de eerste plaats om schuilplekken te bieden aan vis en andere mariene soorten. Omdat echter het substraat van een vishotel snel gekoloniseerd raakt met epifauna, kan een vishotel eveneens beschouwd worden als een kunstrif, waarbij vissoorten en macrozoöbenthos worden aangetrokken. Op deze manier kan natuurontwikkeling op de zeebodem dus leiden tot een lokaal verhoogde voedselbeschikbaarheid voor vogels (Jager 2013; Coolen 2017; Coolen *et al.* 2019; Didderen *et al.* 2020).

Merk op dat diverse andere structuren in de Noordzee dezelfde functie voor onderwaterleven kunnen dienen, zoals de scour protection van windturbines. Bij deze structuren is natuurontwikkeling echter niet het primaire doel (doch regelmatig een secundair doel) zodat dergelijke structuren in dit rapport niet worden besproken als natuurontwikkeling.



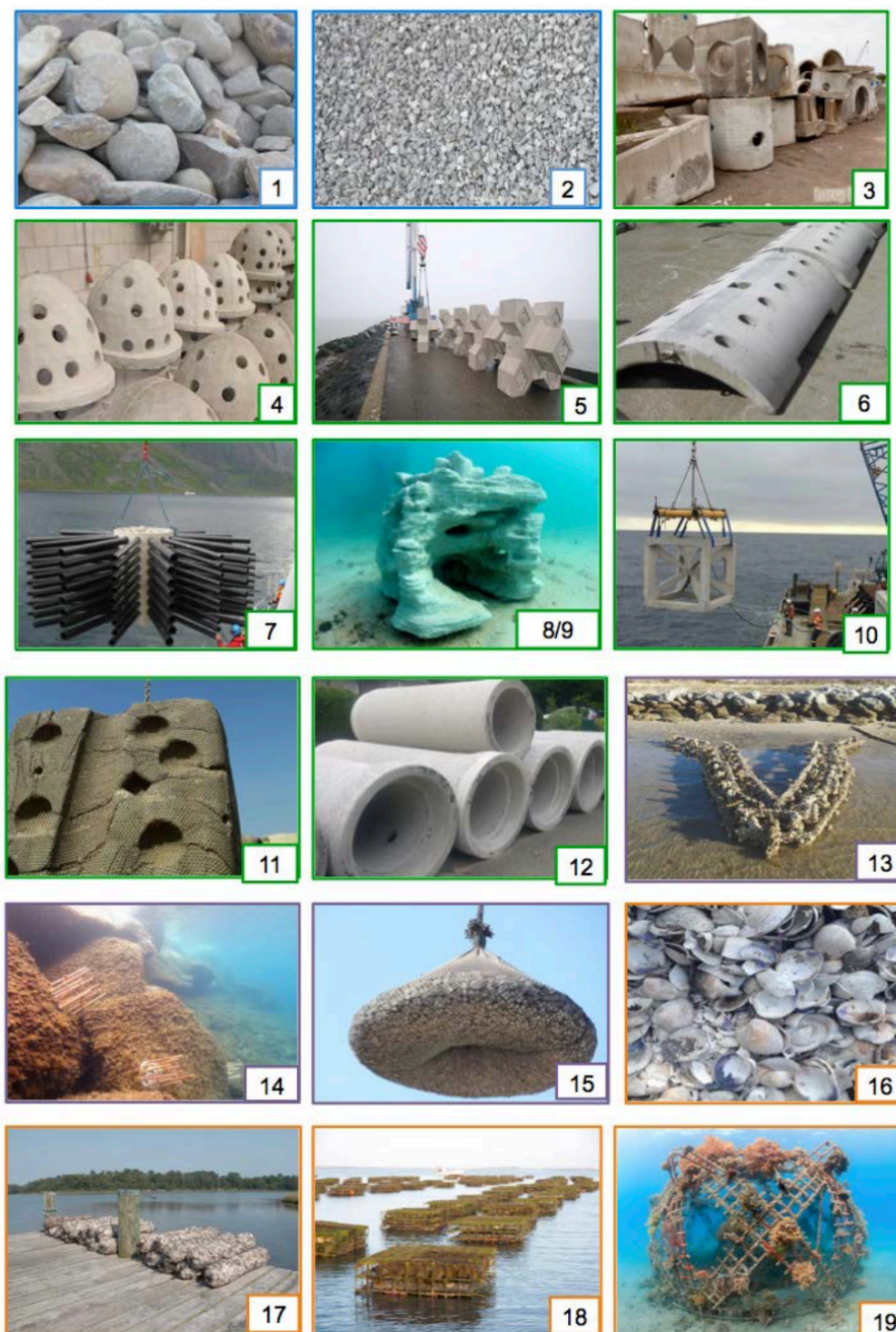
2.4.1 Eigenschappen

De Noordzee kent vooral zacht-substraat habitats met hun karakteristieke habitats en soorten. Introductie van hard substraat verhoogt de complexiteit van het habitat en biedt schuilplaatsen, foerageer- en kraamgronden (Coolen *et al.* 2020). Riffen zijn lokale hotspots voor biodiversiteit en huisvesten diverse gemeenschappen van rifgebonden soorten (Coolen *et al.* 2015; van der Reijden *et al.* 2021). De aanwezigheid van deze riffen is echter aanzienlijk afgenomen door verschillende menselijke activiteiten (Houziaux *et al.* 2011; Pogoda 2019). Natuurlijke harde substraten, zoals glaciale afzettingen, dode schelpen en hout, zijn verwijderd door visserij en andere menselijke activiteiten (Veenstra 1969; Beukema & Cadée 1999; Pogoda 2019). Bovendien beperkt de uitgebreide regulering van rivieren de aanvoer van nieuwe rivierafzettingen van kiezels, grind, stenen en drijfhout (Murphy *et al.* 2021), waardoor de beschikbaarheid van substraten voor mariene rifgemeenschappen verder wordt beperkt.

Voor rifherstel worden verschillende benaderingen gebruikt, met de nadruk op ofwel het herstel en de bescherming van biogene riffen, ofwel de introductie van nieuwe harde kunstmatige substraten (Lima *et al.* 2019). Hiermee wordt getracht een rifachtig milieu te creëren voor hard substraat soorten.

Zowel vishotels als kunstriffen zijn over het algemeen complexe 3D-structuren die niet hoog boven de zeebodem uitsteken (<3 m) (voor voorbeelden zie Figuur 2.10). Een variant op kunstriffen zijn de boomriffen, oftewel TreeReefs. Het TreeReef-concept betreft de creatie van nieuwe riffen van natuurlijk, circulair materiaal afkomstig van gerooide fruitbomen (peer of appel). Het gebruik van fruitbomen simuleert niet alleen historische natuurlijke substraten (Wohl & Iskin 2021), maar is ook kostenefficiënt, niet-toxisch en heeft minimale CO₂-uitstoot. De potentiële ecologische voordelen van dit ontwerp liggen voornamelijk in de complexe 3D-structuur die wordt gecreëerd door de vertakkingen van de bomen, in combinatie met de toevoeging van hoogte vanaf de zeebodem, wat een voordeel biedt ten opzichte van kunstriffen die geen hoogte of complexe structuren toevoegen (Dickson *et al.* 2023).

Het doel van vishotels is het ondersteunen van vispopulaties in de Noordzee door kunstmatige structuren te bieden die dienen als schuilplaatsen, voortplantingsplekken of voedselcosystemen voor verschillende leeftijdsklassen van vissoorten. Als vishotels worden holle, betonnen buizen geplaatst, die als legoblokken op elkaar worden gestapeld (WUR) (Figuur 2.10).



Figuur 2.10 *Overzicht van potentiële materialen voor kunstriffen in windparken. Bron: Lengkeek et al. (2017). Cijfers: 1 Keien; 2 Grind; 3 Beton met gaten; 4 Rifkorven / Rifballen; 5 Xbloks; 6 Prefab halve buis; 7 SeaCult Rifsysteem; 8 Biologisch afbreekbare betonnen riffen; 9 3D-geprinte betonnen riffen; 10 SubCon Kunstmatige riffen; 11 Econcrete; 12 Drainagebuizen; 13 Oestervanger; 14 Biohut; 15 Met gaas omwikkelde steenbundels; 16 Los schelpmateriaal; 17 Schelpmateriaal in zakken; 18 Oesterkooien met levende oesters; 19 Biorock*



2.4.2 Huidige omvang en verwachte ontwikkelingen

Op diverse locaties in de Noordzee, zoals in de Borkumse stenen, in windpark Luchterduinen en Hollandse Kust lopen projecten waarbij kunstriffen worden geplaatst. Dit waren echter alle kleinschalige pilotprojecten (Coolen *et al.* 2019). Uit een inventarisatie door Waardenburg (2020) van de geschiktheid voor natuurontwikkeling van huidige windparken kwamen Gemini (Buitengaats en Zee-energie) en Borssele als meest veelbelovend naar voren (Figuur 2.11), op basis van de abiotische en biotische condities in relatie tot de doelsoorten (substraat type, shear stress, beweging van de zandgolven, temperatuurstratificatie) en de windparkeigenschappen (ownership, aantal turbines).

Aangezien herstel en versterking van het Noordzee ecosysteem veelal onderdeel is van de voorschriften in het kavelbesluit en verder in de bijbehorende (ecologische) tender, ligt het in de lijn der verwachting dat kunstriffen ook in toekomstige windparken worden aangelegd. In recentelijk vergunde windparken IJmuiden Ver kavel Alpha (Noordzeker) en Hollandse Kust West kavel VI (Ecowende) worden als natuurversterkende maatregel kunstriffen geplaatst.

De vraag is echter of de huidige vormgeving op den duur haalbaar blijft, omdat custom-made, soms 3D geprinte, objecten relatief duur zijn. Echte schaalvergroting met deze methode is momenteel nog niet haalbaar gezien de hoge kosten (Coolen *et al.* 2019).

Het gebruik van fruitbomen als kunstriffen in marine systemen is relatief nieuw. Tot nu toe is het alleen kleinschalig toegepast in de Waddenzee. Uitrol op grotere schaal zal gebeuren in Ecowende (2026). Hierbij worden in totaal vier riffen bestaande uit circa 250 bomen per rif op kabelkruisingen aangebracht (20 bij 40 m oppervlak). Uit deze pilot zal starten blijken of dit concept elders offshore geïmplementeerd kan worden.



OWF											
	Gemini (Buitengaats)	Gemini (Zee-energie)	Egmond aan Zee	Prinses Amalia	Luchterduinen	Hollandse kust - Z	Hollandse kust-N	IJmuiden Ver	Hollandse kust-W 2	Hollandse kust-W 3	Hollandse kust-W 4
enhancement options	1. Baseline	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	2. Biodiversity hotspots	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	3. Natural substrates deployment	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5
	4. (Re-)introduction of reef building species	5	5	2	2	2	2	1	1	1	1
	5. Artificial substrates deployment for artificial reefs on soft sediments	4	4	1	3	3	3	3	3	3	3
	6. Artificial substrates deployment for artificial reefs at scour protection	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*	4*

Figuur 2.11 *Geschiktheid van Nederlandse windparken op de Noordzee voor het bevorderen van 5 rifbouwende soorten, en 6 typen natuurontwikkeling op basis van abiotische en biotische condities in relatie tot doelsoorten. "Baseline" refereert naar een eerste inventarisatie van het substraat aanwezig in het gebied. 1=ongeschikt, 2= matig geschikt, 3= gunstig, 4=veelbelovend en 5=zeer veelbelovend. *: hydrodynamische tests zijn noodzakelijk. Bron: Bureau Waardenburg (2020).*



3 Aantrekking vogels

Van de eventuele negatieve effecten die medegebruik in een windpark op de Noordzee kan veroorzaken (onder meer een verhoogd risico op aanvaringen met slachtoffers als gevolg), worden in dit rapport alleen de effecten van aantrekkende werking onderzocht. De verschillende vormen van medegebruik kunnen een aantrekkende werking hebben op (1) vissen en andere mobiele soorten door de aanwezigheid van structuren, en (2) een aantrekkende werking op vogels en zeezoogdieren vanwege vergrote voedselbeschikbaarheid, en (3) een aantrekkende werking op vogels vanwege extra rustplaatsen. In dit hoofdstuk wordt eerst beschreven om welke vogelsoorten het gaat. Vervolgens wordt voor alle in hoofdstuk 2 behandelde medegebruiksfuncties de oorzaken en mate van aantrekkende werking geïnventariseerd. Dit gebeurt voor zowel foerageergelegenheid als rustplaats voor vogels. Bij foerageergelegenheid wordt vooral ingegaan op het vanwege medegebruik scheppen van een of meerdere voedselbronnen op een locatie waar deze eerder niet waren. Wanneer dergelijke bronnen ontstaan, ontstaat ook mogelijk foerageergelegenheid.

3.1 Welke vogelsoorten lopen risico

In het kader van de KEC 4.0-studies zijn diverse zeevogelsoorten gedefinieerd als relevant voor ecologische beoordelingen van offshore windparken op basis van hun voorkomen in en over de Noordzee en gevoeligheid voor windparkontwikkelingen. In dit rapport worden de besproken effecten beperkt tot aanvaringen. Bij de selectie van soorten die hier vooral een effect kunnen ondervinden zijn eerdere studies hiernaar gevolgd (Potiek *et al.* 2022). Van overige soorten wordt gefundeerd aangenomen dat deze ofwel te laag vliegen, ofwel vooral zwemmend en duikend foerageren ofwel een verstorend effect van windparken ondervinden zodat zij niet binnen een windpark zullen worden aangetroffen. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de relevante soorten en soortgroepen die mogelijk een effect van aanvaringen kunnen ondervinden vanwege verschillende vormen van medegebruik in windparken. De voor dit rapport relevante soorten betreffen niet alleen zeevogelsoorten maar ook acht trekvogelsoorten. Een derde categorie betreft de aalscholversoorten, namelijk aalscholver en kuifaalscholver, die normaliter niet te ver uit de kust kunnen foerageren omdat ze regelmatig hun verenpak moeten kunnen drogen. Constructies in open zee bieden de mogelijkheid van veren drogen wel. Dit kan leiden tot aantrekking van exemplaren wat resulteert in een hogere kans op slachtoffers vanwege aanvaringen.

De relevante zeevogel- en aalscholversoorten worden elk apart beschouwd. Qua foerageergedrag kunnen de risicovolle zeevogelsoorten worden onderverdeeld in soorten die duikend vanaf het wateroppervlakte foerageren (*pursuit divers*) en vogels die vliegend duikvluchten maken (*plunge divers*) of voedsel van het wateroppervlakte bemachtigen (*surface dippers*). Van de risicovolle soorten behoren alleen de twee aalscholversoorten



tot de duikende vogels (*pursuit divers*). Qua effecten ondervinden *plunge divers* en *surface dippers* dezelfde effecten omdat voor beide geldt dat de voedselbron dicht bij het wateroppervlak moet zijn. Wel verschillen soorten binnen deze groepen in opportunisme.

Veruit de belangrijkste voedselbron voor zeevogelsoorten zijn diverse soorten vis. Dat betekent dat vooral effecten op het voorkomen van vis worden benoemd als effecten van medegebruik. Dit kan direct zijn, door aantrekking van structuren op vissoorten vanwege rust of schuilen, maar ook indirect, omdat voedselbronnen voor vis beschikbaar komen via medegebruik.

De acht trekvogelsoorten worden representatief geacht voor het brede scala aan trekkende landvogelsoorten die hetzij gerichte trek over de Noordzee vertoont (tussen continentaal Europa en het Verenigd Koninkrijk) hetzij in sommige nachten in grote aantallen vanuit het noorden (najaar) of zuiden (voorjaar) boven de Noordzee terechtkomen (“verdriften”) waarna zij een correctievlucht richting het land moeten uitvoeren. Sommige exemplaren raken tijdens hun vlucht dermate vermoeid dat het voorstelbaar is dat zij constructies op de open zee (tijdelijk) gebruiken om uit te rusten.

Voor trekvogels wordt er hiervan uit gegaan dat zij alleen rusten, ook omdat voor veel soorten trekvogels geen voedsel beschikbaar zal zijn (zoals vruchten en ander plantaardig voedsel, of bodemfauna). Gezamenlijk vormen deze acht trekvogelsoorten één te beschouwen categorie.

Tabel 3.1 Selectie van soorten ten behoeve van voorliggende studie.

zeevogelsoorten	aalscholversoorten	trekvogelsoorten
jan-van-gent	aalscholver	kleine zwaan
grote jager	kuifaalscholver	rotgans
kleine jager		bergeend
dwergmeeuw		wulp
drieteenmeeuw		kanoet
zilverbmeeuw		rosse grutto
kleine mantelmeeuw		zwarte stern
grote mantelmeeuw		spreeuw
grote stern		
visdief/noordse stern		



3.2 Aquacultuur

3.2.1 Voedsel voor vogels

Schelpdierkwekerij

De kweekstructuren en de mosselen zelf bieden een geschikt substraat voor de vestiging van sessiele epibiotische organismen, zoals macroalgen, zeepokken, hydroïden en zakpijpen (Mallet 2009; Theuerkauf *et al.* 2022; Bridger *et al.* 2024). Deze organismen vormen een belangrijke voedselbron voor zowel vissen als mobiele ongewervelden, die weer een prooi zijn van vogels en zeezoogdieren.

Door de aanwezigheid van dit epibenthos ondersteunen mosselculturen een breed scala aan mobiele fauna, met name kreeftachtigen zoals krabben en garnalen, naast een diverse gemeenschap van amfipoden en copepoden (De Koning & Trul 2020; Theuerkauf *et al.* 2022; Underwood & Jeffs 2023). In de Engelse offshore mosselkweek werden 21 taxa ongewervelden op de kweekstructuren geïdentificeerd, waarbij de gemarmerde slijkgarnaal (*Jassa marmorata*), een exoot, het meest abundant was. Andere aangetroffen soorten omvatten wormen, twee krabbensoorten (het gewone porseleinkrabbetje (*Pisidia longicornis*) en het ruige krabbetje (*Pilumnus hirtellus*), zee-egels, zakpijpen en verschillende soorten tweekleppigen (Bridger *et al.* 2024).

Door mosselschelpen die van de lijnen afvallen kan ook een secundair habitat op de zeebodem ontstaan (De Haan *et al.* 2024). Dit kan verschillende (bentische) soorten aantrekken. Een potentieel grotere habitatbeschikbaarheid door (mossel)schelpen zou uiteindelijk kunnen leiden tot een verbeterde lokale bentische biodiversiteit. Een dergelijk functionerend hard substraat habitat vormt zich echter slechts onder specifieke, gunstige abiotische condities (De Haan *et al.* 2024). Ecologisch gezien moet ermee rekening worden gehouden dat deze ontwikkeling niet in alle gebieden gunstig of gewild is; het kan ten koste kan gaan van reeds aanwezige soorten, aangepast aan relatief nutriëntarme condities.

Daarbij kan er ook predatie direct op de mosselen zelf plaatsvinden. Bij van Offshore Shellfish Ltd (Schotland) was er aanzienlijke predatie van duikende vogels zoals eidereenden en brilduikers op de mosselcultuur (interview J. Holmyard).

Gesuspendeerde kweeksystemen, zoals long-line mosselkwekerijen en zeewierteelt, bieden een driedimensionaal habitat dat aantrekkelijk is voor vissen vanwege de beschutting en beschikbare voedselbronnen (Brooks 2000; Theuerkauf *et al.* 2022; Bridger *et al.* 2024). Uit verschillende studies blijkt dat mosselkwekerijen vissen aantrekken (Jansen *et al.* 2019), maar het kwantificeren van deze aantrekking in offshore-gebieden blijft een uitdaging (Brehmer *et al.* 2003). In Engeland werd een meerjarige studie uitgevoerd naar de ecosysteemeffecten van een grootschalige offshore long-line mosselkwekerij van 15,4 km² (Bridger *et al.* 2024). Deze studie rapporteerde significant hogere aantallen Atlantische horsmakrelen (*Trachurus trachurus*), wijting (*Merlangius merlangus*) en dwergbolken (*Trisopterus minutus*) vergeleken met controlelocaties op een zandbodem (en interview J. Holmyard). In schelpdierkwekerijen kunnen vissen dus aggregeren. Echter, op basis van de observaties lijkt het erop dat de prooivis niet specifiek



door de mosselkwekerij wordt aangetrokken, maar gewoon toevallig passeert. Wanneer de scholen door de mosselkwekerij trekken, zijn foeragerende meeuwen en jan-van-genten waargenomen (interview J. Holmyard). Vanwege het beperkte aantal offshore kwekerijen is de beschikbare data voor dergelijke locaties vooralsnog beperkt.

Over de effecten van kwekerijen in kustwateren is echter meer bekend (Morrissey *et al.* 2006; Theuerkauf *et al.* 2022; Underwood & Jeffs 2023). Zo liet onderzoek bij een Nieuw-Zeelandse mosselkwekerij zien dat de visgemeenschap rond de kwekerij vergelijkbaar is met die van omliggende steenriffen, en voornamelijk bestond uit demersale vissen (Underwood & Jeffs 2023). Van demersale soorten kan dus verwacht worden dat ze zich rekruteren naar, en nauw associëren met, de structuren van de kwekerij en de mosselcultuur (Underwood & Jeffs 2023). Vergelijkbare conclusies werden getrokken op basis van de resultaten van een andere mosselkwekerij in Nieuw-Zeelandse kustwateren, waaruit bleek dat de vispopulatie voornamelijk bestond uit kleine, demersale soorten karakteristiek voor de natuurlijke steenriffen in het gebied, zoals drievinslijmvissen en baarzen (Morrissey *et al.* 2006).

Concluderend worden door schelpdierkweek de foerageermogelijkheden mogelijk vergroot, voor vogels die direct schelpdieren prederen, of door de grotere aanwezigheid van andere prooidieren. De visfauna van een kwekerij is specifiek voor de betreffende locatie, variabel in de tijd en moeilijk te voorspellen (Morrissey *et al.* 2006; Theuerkauf *et al.* 2022; Underwood & Jeffs 2023; Bridger *et al.* 2024). Op basis van Bridger *et al.* (2024) naar de ecologische effecten bij de Engelse offshore mosselkwekerij is de aanwezigheid van pelagische prooivis niet uit te sluiten, maar is er niet voldoende kennis beschikbaar om een gedegen inschatting voor de Nederlandse wateren te maken.

Zeewierteelt

Net als bij mosselkweek maakt zeewierteelt gebruik van horizontale structuren in het water, die voedselbronnen en schuilplaatsen voor zowel ongewervelden als vissen creëren, vergelijkbaar met de habitatcomplexiteit van mosselkwekerijen (Hasselström *et al.* 2018; Bernard *et al.* 2020; Theuerkauf *et al.* 2022). Hoewel het eigenlijke product, suikerwier, niet door vogels wordt gegeten, kan zeewierteelt door de aanwezigheid van prooidieren zoals schelpdieren, kreeftachtigen en vissen in de teeltstructuren toch vogels aantrekken (Jansen *et al.* 2019). Dit komt doordat zeewierkwekerijen kunnen fungeren als kraamkamers, schuilplaatsen en foerageergebieden.

Grootschalige offshore-installaties om deze aantrekkende werking te verifiëren zijn tot nu toe niet gerealiseerd in de Noordzee. Vanwege de relatief ver uit elkaar liggende kweeksystemen in een omgeving met veel stroming is er geen sprake van een echt beschutte omgeving voor kleine (pelagische) vis. De aantrekkende werking op (pelagische) vis is dan waarschijnlijk laag. Daarnaast is het ook van het type kweekstelsel afhankelijk of de netten in het projectgebied aanwezig blijven buiten het groeiseizoen. Een kleinschalige pilot op de offshore testlocatie van North Sea Farmers suggereert dat er geen aantrekkende werking lijkt te zijn vanwege extra voedselaanbod. Extrapolatie van deze kleinschalige pilot naar grotere installaties is echter niet goed mogelijk.



3.2.2 Mogelijkheden tot rusten

Schelpdierkwekerij

Ervan uitgaande dat in de toekomst het design van OoS International geïmplementeerd gaat worden, is er een 72 bij 36 m platform aanwezig waarop vogels kunnen rusten. Wanneer het platform onder slechte weerscondities wordt afgezonken zijn alleen de twee torens met zonnepanelen, windturbines en kranen beschikbaar. In het meer gangbare ontwerp van de Engelse offshore-mosselkwekerij wordt gebruikt gemaakt van *floats* (cilindrische boeien). Deze zijn instabiel, waardoor zij als rustplek voor vogels niet geschikt zijn (interview J. Holmyard).

Zeewierteelt

Vogels zouden niet slechts een voordeel kunnen vinden in de verhoogde concentratie prooidieren die bij de kweekopstellingen aanwezig zijn, maar mogelijk ook in de mogelijkheid om op structuren te rusten. Volgens Roycroft *et al.* (2007) maken vooral meeuwen en aalscholvers als rustplaats gebruik van aquacultuur structuren. De zeewieropstelling op de offshore testsite van North Sea Farmers bleek inderdaad sporadisch gebruikt te worden als rustplek, maar dat is gezien de schaal van de opstelling ook te verwachten. Het was hierbij niet mogelijk de vogels tot op soort te determineren en het aantal individuen vast te stellen. Bij de schaal waarop zeewierteelt in de toekomst gerealiseerd zal worden (grootweg 40 kweekopstellingen met geschat circa 200 m lange netten; zie §2.1.2), zou circa 8 km aan drijvende structuren beschikbaar zijn (200 m * 40 kweekopstellingen) hetgeen kan leiden tot meer dan sporadisch gebruik door vogels.

3.2.3 Aanvullende uitgangspunten

Voor deze vorm(en) van medegebruik hanteren wij voor de beoordeling van de aantrekkende werking op vogels het extra uitgangspunt dat mosselkwekerij jaarrond op locatie plaatsvindt, met een semi-submergible/ondergedoken systeem vergelijkbaar aan hetgeen ontwikkeld door OoS International.

3.2.4 Aantrekking vogelsoorten

Schelpdier- en zeewierkwekerijen trekken vis aan wat weer een aantrekkende werking op vogels heeft (Jansen *et al.* 2019). Meeuwen eten bijvoorbeeld mosselen van harde structuren, en het is niet uit te sluiten dat zij dat ook zullen doen van zeewierinstallaties.

Op de Wadden worden voornamelijk meeuwen rustend waargenomen op de mosselkweeksystemen. In de zomer worden de systemen ook door sterns gebruikt om op te rusten (persoonlijke communicatie A.R. Dijkstra en E.S. Dijkstra).

Eventuele negatieve effecten door bijvoorbeeld verstrengeling in de kettingen en touwen onder water zijn een kennisleemte.



3.3 Passieve visserij

3.3.1 Voedsel voor vogels

In het algemeen geldt dat bij alle soorten van visserij vogels kunnen worden aangetrokken door het gebruikte aas, door het weggooien van de bijvangst, of door grote kwantiteit aan vis, krabben en schelpdieren direct aan het wateroppervlak (Tasker *et al.* 2000; Skov & Durinck 2001; Votier *et al.* 2013; Bærum *et al.* 2019; Clark *et al.* 2020). Het gaat hierbij om vogelsoorten die hun voedsel aan de oppervlakte vinden, zoals meeuwen, (pijl)stormvogels, aalscholvers en Jan van Genten (Votier *et al.* 2013; Rockmann *et al.* 2015; Clark *et al.* 2020). In hoeverre deze kans reëel is voor de Nederlandse situatie hangt sterk af van de toegepaste techniek, gebruikte aassoorten en gevangen doelsoorten, het aantal en de soort discards en de locatie (Votier *et al.* 2013; Cianchetti-Benedetti *et al.* 2018; Bærum *et al.* 2019).

De aantrekkende werking van passieve visserij, zoals potten, jiggen, staand want visserij en handlijn visserij, is door het kleinere volume bijvangst en visafval, zeer waarschijnlijk beperkter dan van actieve visserijmethoden (Rockmann *et al.* 2015; Cianchetti-Benedetti *et al.* 2018; Clark *et al.* 2020). Onderzoek in Nederland en daarbuiten toont aan dat potvisserij en handlijn visserij weinig tot geen aantrekkingskracht uitoefenen op vogels, mits geen afval of bijvangst wordt weggegooid (Rockmann *et al.* 2015; Clark *et al.* 2020; Neitzel *et al.* 2024). Bij jiggen, met name in het buitenland op inktvis, zijn vogels vaak aanwezig; het is echter onduidelijk of deze aantrekking door visserijactiviteiten of door de hoge vis- en inktvisdichtheid komt (Rowe 2013). Staand want visserij kan vogels aantrekken door vis die tijdelijk aan het oppervlak drijft. In Nederland wordt de vangst echter direct naast de boot verwerkt, waardoor deze slechts kort aan het oppervlak blijft zodat aantrekking wordt beperkt (Rockmann *et al.* 2015; Bærum *et al.* 2019). Pilot tests van passieve tuigen in Borssele II in 2022 en 2023 bevestigden deze punten; er werden zeer weinig vogels waargenomen, en wanneer sprake was van interactie met zeevogels, was deze in alle gevallen gerelateerd aan het ontdoen van bijvangst, en niet aan de visactiviteit zelf (Neitzel *et al.* 2024).

In een rapport van Wageningen Marine Research werd geconcludeerd dat het aantrekken van vogels door visserij in windparken vooral afhangt van de manier waarop met bijvangst en discards wordt omgegaan (Rockmann *et al.* 2015). Dat vogels afkomen op visserij is evident, ook binnen windparken, maar de aantrekkende werking kan sterk worden beperkt door te verbieden dat bijvangst of afval binnen of rondom windparken overboord gaat (Neitzel *et al.* 2023; Neitzel *et al.* 2024). Als alle vissers zich aan deze (vergunnings)voorwaarde houden, blijft de vogelactiviteit laag; echter, slechts één boot die afval overboord gooit, kan het gedrag van vogels initiëren en in stand houden (Rockmann *et al.* 2015). Daarbij lijkt de mate waarin zeevogels door visserijschepen worden aangetrokken van een slechts lokale omvang te zijn (<10 km, Baltische zee en Noordzee) (Skov & Durinck 2001), in tegenstelling tot aantrekking op groter schaalniveau.



3.3.2 Mogelijkheden tot rusten

De verwachting is dat het aanbod van structuren om op te rusten niet groot zal zijn, op basis van de huidige gangbare markeringsboeien van vistuig (Rockmann *et al.* 2015; Neitzel *et al.* 2023). Deze boeien of vlaggen zijn bovendien instabiel en klein, waardoor ze als rustplek voor vogels niet erg geschikt zijn.

3.3.3 Aanvullende uitgangspunten

Voor de beoordeling van de aantrekkende werking op vogels hanteren wij voor deze vorm(en) van medegebruik de volgende extra uitgangspunten:

- Huidige regulaties voor vissen in offshore windparken blijven van toepassing (geen toegang na zonsondergang, een maximale schipgrootte van 45 m, geen bodem beroerende visserij, in delen mogelijk passieve visserij).
- Indien met staand want wordt gevist dan mag per vaartuig maximaal 25 km staand want tuig worden uitgezet.

3.3.4 Aantrekking vogelsoorten

De aantrekkende werking van passieve visserij op vogels bestaat voornamelijk uit het voedsel aan het wateroppervlak dat beschikbaar komt voor vogels tijdens het vissen (het gebruikte aas), of door het weggooien van de bijvangst (grote kwantiteit aan vis, krabben en schelpdieren) (Tasker *et al.* 2000; Skov & Durinck 2001; Votier *et al.* 2013; Bærum *et al.* 2019; Clark *et al.* 2020).

Neitzel *et al.* (2024) hebben gekeken naar vier typen passieve visserij (handlijnvisserij, staand want, potten en jigging) in Borssele windpark. Enkele meeuwen zijn waargenomen tijdens deze studie. Deze meeuwen werden niet zozeer aangetrokken tot de visactiviteit zelf maar waren vooral geïnteresseerd in de discards. Bij jigging zijn geen vogels waargenomen in of buiten het windpark.

3.4 Energie

Een uitdaging bij het beoordelen van de ecologische effecten, die van invloed zijn op de aantrekkelijkheid voor vogels, is het gebrek aan velddata van grootschalige systemen in een offshore omgeving van zowel zon op zee als golfenergie (McMurray 2008; Riefoolo *et al.* 2015). De empirische databron voor zon op zee op de Noordzee is de pilot van Oceans of Energy met drijvende zonnepanelen, die gedurende vier jaar getest is op de Offshore Testsite (Vlaswinkel *et al.* 2023).

3.4.1 Voedsel voor vogels

Een harde structuur in de Noordzee zal normaliter gekoloniseerd worden door verscheidene soorten epifauna (Langhamer *et al.* 2009; Nall *et al.* 2017; Yang *et al.* 2017; Coolen *et al.* 2020; Mavraki *et al.* 2023). Dit is ook het geval bij zonnepanelen en WECs (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) (Mavraki *et al.* 2023). Mavraki *et al.* (2023)



determineerden 72 fauna taxa op de drijvers van het pilotproject zon op zee 1 km uit de kust van Zeeland. Belangrijke soorten waren zeepokken, mosdiertjes, hydroidpoliepen, amphipoda en mossels (Mavraki *et al.* 2023). Om milieueffecten te voorkomen en/of verminderen zal waarschijnlijk geen anti-fouling, of regelmatige schoonmaak, worden toegepast bij de projecten in de Noordzee (interview B. Vlaswinkel). Bij het hogere systeem (zoals van SolarDuck) raakt de onderkant van de zonnepanelen niet de waterspiegel, en is er dus geen hard substraat beschikbaar voor kolonisatie. Wel kan zich hierbij op de drijvers en verankeringsstructuren eenzelfde rijke gemeenschap van epifauna en mobiele organismen vestigen (De Haan *et al.* 2024).

Vanwege de uiteenlopende WEC-ontwerpen is het te verwachten dat de ecologische effecten van deze systemen variëren (Galparsoro *et al.* 2021). Ook de verankeringsmethode speelt hierbij een rol. Deze structuren bieden aangroei- en beschuttingsmogelijkheden voor aquatische organismen (Langhamer & Wilhelmsson 2009; Langhamer *et al.* 2009; Galparsoro *et al.* 2021). Dit heeft op zijn beurt invloed op de voedselbeschikbaarheid voor vogels (Langhamer *et al.* 2009; Galparsoro *et al.* 2021). Wanneer gebruik gemaakt wordt van een groot ankerblok, zal dit meer ecologische verrijking teweegbrengen dan een conventionele *mooring* anker (interview G. Lavidas).

Het onderzoek van het Lysekil-project aan de Zweedse westkust toonde aan dat zowel de fundering als de WEC zelf (point absorber) werd gekoloniseerd door epifauna (Langhamer *et al.* 2009). Tevens werd een hogere dichtheid aan Noordzeekrabben en kreeften waargenomen rond de WEC-structuren (Langhamer & Wilhelmsson 2009). Het geteste ontwerp bestond uit een verankeringsstructuur met een drijvende boei van 3 m in diameter. Op de boei is een biomassa van 150 kg gemeten, voornamelijk bestaande uit mossels (Langhamer *et al.* 2009). Aangroei zal echter zo ver mogelijk worden tegengegaan door het aanbrengen van anti-fouling op de WEC-installaties om verlies in energieopbrengst te beperken (interview G. Lavidas).

Als mosselschelpen van energie-installaties afvallen kan ook een secundair habitat op de zeebodem ontstaan (De Haan *et al.* 2024). Dit kan verschillende (bentische) soorten aantrekken. Een potentieel grotere habitatbeschikbaarheid door (mossel)schelpen zou uiteindelijk kunnen leiden tot een verbeterde lokale bentische biodiversiteit. Een dergelijk functionerend hard substraat habitat vormt zich echter slechts onder specifieke, gunstige abiotische condities (De Haan *et al.* 2024). Echter, zoals eerder vermeld, moet ecologisch gezien rekening worden gehouden dat deze ontwikkeling niet in alle gebieden gunstig of gewild is; en ten koste kan gaan van reeds aanwezige soorten, aangepast aan relatief nutriëntarme condities.



Figuur 3.1 Aangroei op een structuur van zonnepanelen op zee (point absorber, drijvend). Mavraki et al. (2023)

De beschutting die geboden wordt door de drijvende structuren van zowel ZoZ, WECs als de verankeringsstructuren kunnen fungeren als visaggregatieplaatsen (McCluskie *et al.* 2012; Schneider *et al.* 2023; Sinopoli *et al.* 2023; De Haan *et al.* 2024). Visaggregatie is ook waargenomen bij de pilotstudie van Oceans of Energy (Vlaswinkel *et al.* 2023). Het ZoZ-ontwerp speelt hierbij een belangrijke rol; op het wateroppervlakte drijvende ontwerpen bieden meer beschutting, en creëren daarmee een groter aggregatie-effect ten opzichte van hoogstaande ontwerpen. Voor WECs is het ontwerp ook relevant; voor designs die sterk heen en weer bewegen is de aantrekkelijkheid voor scholende prooivis minimaal (interview G. Lavidas).

Ook zal de grootte van de structuren impact hebben; soortenrijkdom en de grootte van de assemblage vertonen een positieve correlatie met de grootte van de visaggregatie. Grotere structuren van ZoZ kunnen dus effectiever zijn in het aantrekken van vissen (Witt *et al.* 2012).

Een grote voedselbeschikbaarheid op en rondom de structuren van zon op zee en golfenergie is dus aannemelijk, maar wel sterk afhankelijk van de toegepaste techniek, gebruik van anti-fouling en installatiemethoden (Langhamer & Wilhelmsson 2009; Langhamer *et al.* 2009; McCluskie *et al.* 2012; Witt *et al.* 2012; Galparsoro *et al.* 2021; Mavraki *et al.* 2023).



3.4.2 Mogelijkheden tot rusten

Zonnepanelen bieden mogelijkheden voor verschillende vogelsoorten om te rusten, en mogelijk zelfs te nestelen (Harrison *et al.* 2017; Galparsoro *et al.* 2021; Schneider *et al.* 2023). Ook kunnen indirect, door de warmte boven de zonnepanelen, vogels worden aangetrokken (Vlaswinkel *et al.* 2023).

Het ontwerp van de WECs en FPVs speelt ook een rol; sommige ontwerpen zijn geschikter als rust- of nestplek dan andere (De Haan *et al.* 2024). Vanwege het beperkte aantal offshore zonnepark installaties is echter de beschikbare data hiervan gelimiteerd. WECs met een bovenwatercomponent bieden theoretisch gezien ruimte om op te rusten. De structuren bewegen echter continu op de golfbeweging mee. Vanwege deze instabiliteit is het onwaarschijnlijk dat vogels op WECs zullen rusten (interview G. Lavidas).



Figuur 3.2 Impressie van een toekomstig golfenergie park, waarbij meerdere individuele WECs geclusterd in het projectgebied worden geplaatst. Bron: CorPower (2024).

3.4.3 Aanvullende uitgangspunten

Voor de beoordeling van de aantrekkende werking op vogels hanteren wij voor deze vorm(en) van medegebruik de volgende extra uitgangspunten:

- WECs zullen in hun huidige schaal aan designs blijven bestaan, zolang er geen grote technologische ontwikkelingen zullen plaatsvinden die de vorm en werking van offshore golf-energie zullen wijzigen.
- De voor de Noordzee benoemde meest geschikte WEC-ontwerpen (terminators en puntabsorbers) zullen geïmplementeerd worden, zonder grote afwijkingen van dit ontwerp.



3.4.4 Aantrekking vogelsoorten

Tijdens de monitoring van de OOE-pilot van december 2019 tot mei 2021 bij de Zeeuwse kust werden vooral meeuwen (voorjaar en zomer), sterns (winter) en steltlopers (winter en herfst) waargenomen op het platform. Andere vogelsoorten gebruikten de structuren afhankelijk van seizoen, zeecondities en golfhoogte (Vlaswinkel *et al.* 2023). Het aantal waargenomen vogels was echter beperkt, met een maandgemiddeld maximum van vier vogels per dag in juni. Op de structuur getest bij de Offshore Testsite werden voornamelijk rustende grote en kleine mantelmeeuwen waargenomen, met een sterke piek in eind augustus/begin september (interview B. Vlaswinkel). Het aantal vogels was veel groter op dagen met rustig weer, waarschijnlijk vanwege de instabiliteit van de zonnepanelen en wateroverlast bij golfbeweging en wateroverspoeling bij slechtere weerscondities.

Lees *et al.* (2016) lieten zien dat grote jagers, papegaaiduikers, jan van genten en Noordse stormvogels in Schotland geen wezenlijke verandering in verspreiding vertonen als gevolg van de aanwezigheid van een WEC. Ze worden dus niet aangetrokken door WECs maar vermijden ze ook niet.

3.5 Natuurontwikkeling

3.5.1 Voedsel voor vogels

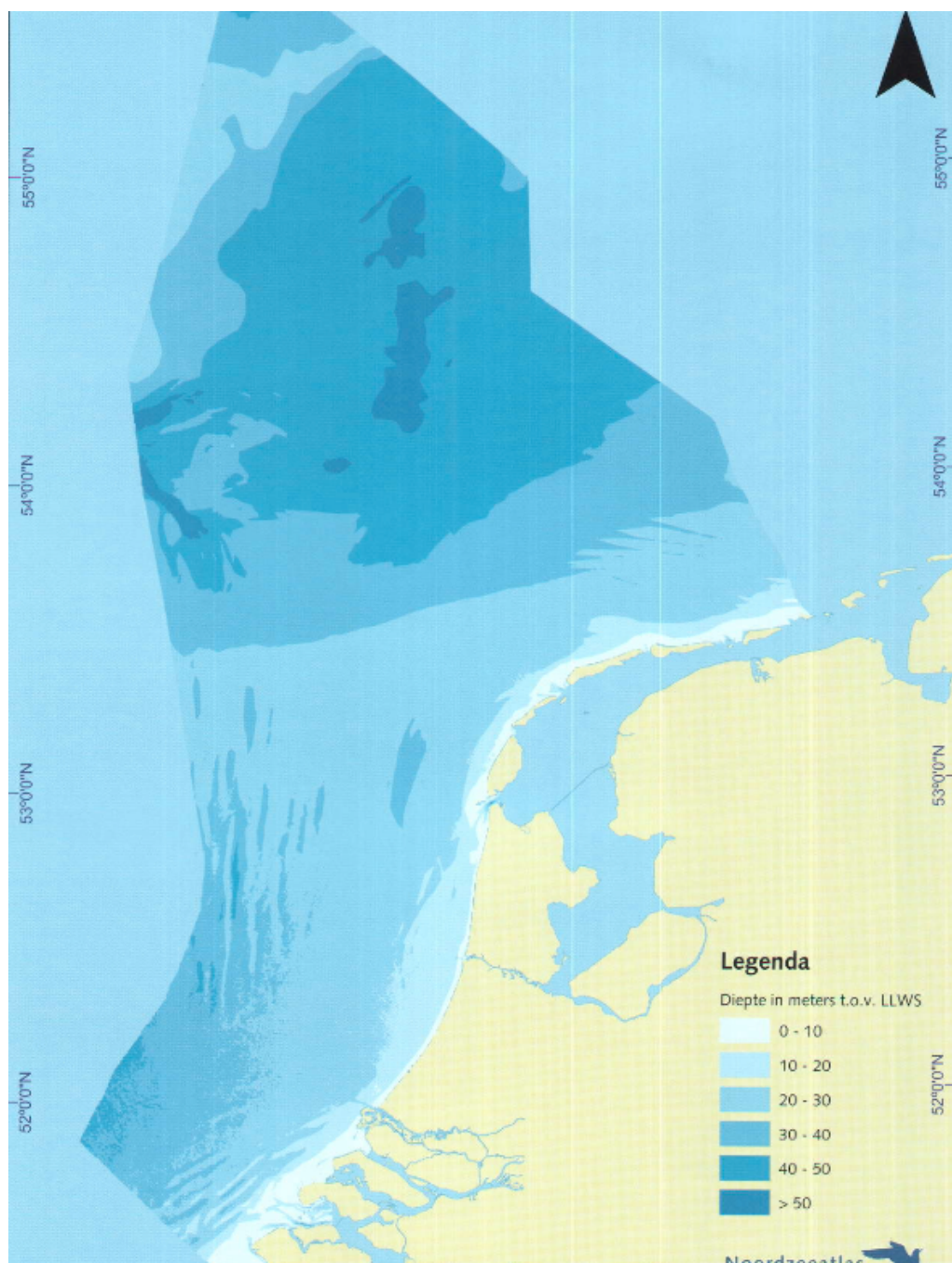
De aanwezigheid van hard substraat en verhoogde habitatheterogeniteit trekt verschillende mariene organismen aan (Jager 2013; Didderen *et al.* 2020; Dickson *et al.* 2023). Kunstriffen in de Noordzee worden gekoloniseerd door epifyten en epifauna, die vervolgens organismen aantrekken voor beschutting, voedsel en ei-afzetting, waaronder krabben, kreeften en vissen (Jager 2013; Didderen *et al.* 2020).

Bij kunstriffen worden voornamelijk bentho-pelagische vissen met een voorkeur voor hard substraat aangetroffen. Deze vissoorten, zoals gondels, driedradige meun, steenbolk, kabeljauw, zeebaars en klipvis, vinden beschutting en voedsel rondom de riffen (Jager 2013; Duren *et al.* 2017; Didderen *et al.* 2020; Berges *et al.* 2024). De verhoogde habitatcomplexiteit van deze structuren op de zeebodem creëert ook belangrijke kraamkamers, zoals voor juveniele kabeljauw (Jager 2013).



Figuur 3.3 3D-rifstructuur op de Borkumse stenen met scholende klipplipvissen, zeesterren, Noordzeekrab, anemonen en zeesterren. Bron: (Didderen et al. 2020).

Het vergroten van de lokale biomassa en biodiversiteit kan mogelijk de foerageermogelijkheden voor vogels verbeteren. De structuren trekken potentiële prooidieren voor vogels aan die ook rond die structuren blijven. Kunstriffen in de Noordzee steken slechts maximaal 2 à 3 m boven de zeebodem uit. Gezien de verschillen in diepte van de Noordzee (figuur 3.4), en de maximale duikdiepte van vogelsoorten, zullen niet alle potentiële voedselbronnen bereikbaar voor deze duikende vogels zodat de meeste structuren van natuurontwikkeling niet bijdragen aan een vogelaantrekkende werking.



Figuur 3.4 Bathymetrische kaart van het NCP (Noordzee-atlas 2004).

3.5.2 Mogelijkheden tot rusten

Kunstriffen bieden geen rustplekken voor vogels, omdat ze geen bovenwaterstructuren hebben.



3.5.3 Aanvullende uitgangspunten

Voor de medegebruiksfunctie natuurontwikkeling geldt dat deze alleen als medegebruik wordt beschouwd als deze door een andere gebruiker (anders dan de windpark eigenaar) ontwikkeld wordt.

3.5.4 Aantrekking vogelsoorten

Door het ontbreken van bovenwaterstructuren bieden kunstriffen geen rustplekken voor vogels. Echter door de aantrekkende werking voor vis zal het voedselaanbod voor voornamelijk (diep-)duikende vogels verbeteren. Van de beoordeelde soorten duiken alleen de aalscholvers tot grotere dieptes.

3.6 Samenvatting medegebruiksfuncties

Voor iedere vorm van medegebruik is in tabellen 3.2 t/m 3.5 per vogelsoort aangegeven of zij aangetrokken worden vanwege de extra foerageermogelijkheden (F), vanwege de extra rustmogelijkheden (R), vanwege beide mogelijkheden (F/R), of juist geen van beide (0). Incidenteel kan ook een andere functie van toepassing zijn, bijvoorbeeld als een rustende trekvogel ook wat voedsel kan vergaren maar in principe is hier de grote lijn aangegeven.

*Tabel 3.2 Confrontatie van medegebruiksfunctie **aquacultuur en mari-cultuur** met risicovolle vogelsoorten per medegebruikstype. Per vogelsoort is aangegeven of zij aangetrokken worden vanwege de extra foerageermogelijkheden (F), vanwege de extra rustmogelijkheden (R), vanwege beide mogelijkheden (F/R), of juist geen van beide (0).*

medegebruikstype	Jan van Gent	Grote jager	Kleine jager	Drieteenmeeuw	Grote mantelmeeuw	Zilvermeeuw	Kleine mantelmeeuw	Dwergmeeuw	Grote stern	Visdief / noordse stern	Kuifaalscholver	Aalscholver	Trekvogels
Schelpdierkweek	F	F	F	F/R	F/R	F/R	F/R	F	F/R	F/R	F/R	F/R	R
Zeewierteelt	F	F	F	F/R	F/R	F/R	F/R	F	F/R	F/R	F/R	F/R	R



Tabel 3.3 Confrontatie van medegebruiksfunctie **passieve visserij** met risicovolle vogelsoorten per medegebruikstype. Effect van discards is buiten beschouwing gelaten. Per vogelsoort is aangegeven of zij aangetrokken worden vanwege de extra foeragemogelijkheden (F), vanwege de extra rustmogelijkheden (R), vanwege beide mogelijkheden (F/R), of juist geen van beide (0). Per vogelsoort is aangegeven of zij aangetrokken worden vanwege de extra foeragemogelijkheden (F), vanwege de extra rustmogelijkheden (R), vanwege beide mogelijkheden (F/R), of juist geen van beide (0).

medegebruikstype	Jan van Gent	Grote jager	Kleine jager	Drieteenmeeuw	Grote mantelmeeuw	Zilvermeeuw	Kleine mantelmeeuw	Dwergmeeuw	Grote stern	Visdief / noordse stern	Kuifaalscholver	Aalscholver	Trekvogels
Manden en korven	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jiggen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Handlijn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staand want op zee	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 3.4 Confrontatie van medegebruiksfunctie **hernieuwbare energie-opwekking** (behalve windenergie) met risicovolle vogelsoorten per medegebruikstype. Per vogelsoort is aangegeven of zij aangetrokken worden vanwege de extra foeragemogelijkheden (F), vanwege de extra rustmogelijkheden (R), vanwege beide mogelijkheden (F/R), of juist geen van beide (0).

medegebruikstype	Jan van Gent	Grote jager	Kleine jager	Drieteenmeeuw	Grote mantelmeeuw	Zilvermeeuw	Kleine mantelmeeuw	Dwergmeeuw	Grote stern	Visdief / noordse stern	Kuifaalscholver	Aalscholver	Trekvogels
Zon op zee (drijvende zonnepanelen)	F	F	F	F/R	F/R	F/R	F/R	F/R	F/R	F/R	F/R	F/R	R
Golfturbines	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	0



Tabel 3.5 Confrontatie van medegebruiksfunctie **natuurontwikkeling** met risicovolle vogelsoorten per medegebruikstype. Per vogelsoort is aangegeven of zij aangetrokken worden vanwege de extra foerageermogelijkheden (F), vanwege de extra rustmogelijkheden (R), vanwege beide mogelijkheden (F/R), of juist geen van beide (0).

medegebruikstype	Jan van Gent	Grote jager	Kleine jager	Drieteenmeeuw	Grote mantelmeeuw	Zilvermeeuw	Kleine mantelmeeuw	Dwergmeeuw	Grote stern	Visdief / noordse stern	Kuifaalscholver	Aalscholver	Trekvogels
Vishotels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F	F	0
Kunstriffen (inclusief 'boomriffen')	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Uit de tabellen 3.2 t/m 3.5 kan worden afgeleid dat meerdere vogelsoorten zullen worden aangetrokken door vormen van medegebruik in windparken. Soms zal medegebruik leiden tot extra foerageergelegenheid en extra rustplaatsen maar vaak tot alleen extra foerageergelegenheid. Medegebruik leidt daarom tot een vogelaantrekkende werking omdat zowel foerageergelegenheid als rustplaatsen voorheen niet binnen het windpark aanwezig waren. Dit geldt vooral voor de medegebruiksfuncties aquacultuur en mari-cultuur en hernieuwbare energie-opwekking.

Bij medegebruik passieve visserij is de verwachting dat er geen aantrekkende werking zal zijn indien het effect van discards buiten beschouwing wordt gelaten. Voor medegebruiksfunctie natuurontwikkeling is het onzeker of dit leidt tot een vogelaantrekkende werking vanwege de beperkte foerageergelegenheid (omdat natuurontwikkeling vaak op dusdanige diepte plaatsvindt dat voedselbronnen niet kunnen worden bereikt door vogels) en vanwege de afwezigheid van rustgelegenheid.

Belangrijkste soorten die worden aangetrokken door medegebruik binnen offshore windparken zullen meeuwen en sterns zijn. Ook soorten als kuifaalscholver en, dichterbij de kust, gewone aalscholver worden vermoedelijk aangetrokken tot de structuren van medegebruik vanwege foerageer- en rustmogelijkheden. Voor soorten als sterns en aalscholver kunnen structuren van medegebruik fungeren als 'stepping stones' zodat het verspreidingspatroon over de Noordzee in de loop der tijd zou kunnen veranderen.

Trekvogels kunnen structuren van medegebruik gebruiken als rustplaats maar meer incidenteel en in gemiddeld lagere aantallen dan zeevogels. De aantrekkingskracht zal bij trekvogels vooral 's nachts zijn of tijdens slechte weersomstandigheden, en bijvoorbeeld mede afhangen van de hoeveelheid licht die wordt gebruikt.



3.7 Effecten op het voorspelde aantal slachtoffers

Medegebruik dat vogels aantrekt binnen offshore windparken zal lokaal leiden tot een verhoogd aantal vogels die bovendien meer vliegbewegingen zullen maken. Een toename van het aantal vogels binnen het windpark resulteert naar verwachting in meer aanvaringen met windturbines. Evenzo zou een toename van vliegactiviteit, bijvoorbeeld tijdens het foerageren, ook resulteren in een hoger aanvaringsrisico. Zo beschrijven Cantlay et al. (2024) hoe het zicht van meeuwen hen effectief blind maakt in de vliegrichting wanneer hun kop naar voren is gekanteld om naar beneden te kijken, zoals vaak het geval is tijdens foerageren. Een verhoogde foerageeractiviteit binnen offshore windparken kan daarom het aanvaringsrisico voor deze soorten vergroten. Of vlieggedrag en vliegactiviteit van vogels dicht bij de windturbines veranderen als gevolg van medegebruik is onbekend, maar hangt waarschijnlijk af van het type medegebruik, de schaal en de nabijheid van de windturbines.

In de Nederlandse Noordzee worden de verwachte aantallen aanvaringen bij toekomstige offshore windparken geschat met behulp van collision rate models, waarvan het sCRM-model het meest gebruikt wordt (Band 2012, Masden 2015, Caneco, Humphries, Cook, Masden 2022, Potiek *et al.* 2022). Om het aantal aanvaringen per vogelsoort en windpark te schatten gebruikt het sCRM-model per vogelsoort specifieke parameters, zoals vogeldichtheden in de lucht, vlieghoogteverdeling en vliegsnelheid, en windpark specifieke parameters, zoals turbinegrootte en aantallen turbines. Deels worden deze berekend via specifieke dimensies als lengte van de vogel en spanwijdte die uiteraard niet zullen veranderen als gevolg van medegebruik.

Medegebruik binnen een windpark heeft invloed op het aantal geschatte aanvaringen via beïnvloeding van de resterende parameters (tabel 3.6). Meer vliegactiviteit en meer vluchten op rotorhoogte verhogen de schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers. Vormen van medegebruik die vliegactiviteit en vluchten op rotorhoogte daarentegen verlaagt, resulteren in minder aanvaringen. De mate waarin de geschatte aantallen aanvaringen wordt beïnvloed, is vogelsoort specifiek en wordt ook beïnvloed door factoren zoals tijdstip van de dag, weer en gedrag, hoewel minder bekend is over deze factoren. Er wordt aangenomen dat vogels een hoger risico lopen op aanvaringen tijdens periodes van slecht zicht. Vogelaantrekkende vormen van medegebruik kunnen tijdens dergelijke periodes dus tot nog hogere aanvaringspercentages leiden, bijvoorbeeld tijdens slaaptrek in de avond of nacht of als medegebruik wordt benut tijdens periodes van slecht weer.

Voor foerageren en rusten worden vergelijkbare effecten verwacht: beide functies leiden tot meer aanvaringen. Het enige waar zij in verschillen is het soortenspectrum dat een verhoogde kans op aanvaringen ondervindt.



Tabel 3.6 *Vanwege medegebruik in offshore windparken verwachte verandering van afgeleide vogelspecifieke parameters die veel in collision rate modellen worden gebruikt. Gezien de kleine veranderingen vanwege natuurontwikkeling is dit medegebruik niet verder uitgewerkt. * parameters waarvoor in de modellering standaard waardes worden gebruikt*

Parameter	Eenheid	Schelpdier	Zeewier	Passieve visserij	Zon	Golf
Vliegsnelheid	m/s	geen verandering verwacht	geen verandering verwacht	geen verandering verwacht	geen verandering verwacht	geen verandering verwacht
Vluchttype*	(flap/glijd)	geen verandering	geen verandering	geen verandering	geen verandering	geen verandering
Aandeel vluchten tegen wind*	%	geen verandering	geen verandering	geen verandering	geen verandering	geen verandering
Vlieghoogteverdeling	Aandeel per m	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering
Vogeldichtheid in de lucht (per maand)	km ²	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering
Nachtelijke activiteit	Factor (1-5)	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering
Aantal passages op doortrek (per maand)	Aantal	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering
Mate van vermijding	Percentage	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering	mogelijke verandering



4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

De volgende onderzoeksvragen zijn in dit document beantwoord:

- Welke vogelsoorten zijn gevoelig voor een aantrekkende werking van vormen van medegebruik (aquacultuur, passieve visserij, vormen van hernieuwbare energie anders dan windenergie en natuurontwikkeling) in offshore windparken?

Meerdere vogelsoorten kunnen profiteren van vormen van medegebruik in windparken. Meestal zal medegebruik leiden tot extra foerageergelegenheid en extra rustplaatsen maar soms tot alleen extra foerageergelegenheid. De grootste aantrekkende werking van medegebruik voor zeevogels betreft de mogelijkheid tot foerageren, terwijl de rustfunctie vooral van belang zal zijn voor aalscholvers en voor trekkende landvogels. Voor meeuwen en sterns zouden beide functies van belang kunnen zijn.

- Welke van deze vogelsoorten zijn kwetsbaar voor aanvaring met windturbines?

De selectie aan onderzochte soorten is van tevoren bepaald via de KEC-methodologie. In dit programma worden zeevogelsoorten ingedeeld naar kwetsbaarheid voor aanvaringen of voor vermijding of beide. Daarnaast zijn vanwege kwetsbaarheid voor aanvaringen ook trekvogels als groep geanalyseerd. Alle geselecteerde soort(groep)en zijn in principe dus kwetsbaar voor aanvaringen met windturbines.

Van de groep zeevogels zijn meeuwen en sterns de voornaamste soorten die worden aangetrokken door medegebruik binnen offshore windparken. Ook soorten als kuifaalscholver en, dicht bij de kust, gewone aalscholver worden vermoedelijk aangetrokken tot dergelijke structuren vanwege foerageer- en rustmogelijkheden. Daarnaast kunnen structuren van medegebruik voor soorten als sterns en aalscholver fungeren als 'stepping stones' zodat het verspreidingspatroon over de Noordzee in de loop der tijd zou kunnen veranderen. Trekvogels kunnen structuren van medegebruik gebruiken als rustplaats maar meer incidenteel en in lagere aantallen dan zeevogels. De aantrekkingskracht zal bij trekvogels vooral 's nachts zijn of tijdens slechte weersomstandigheden, en bijvoorbeeld mede afhangen van de hoeveelheid licht die wordt gebruikt. Bij al deze soorten neemt via deze aantrekkende werking de kans op aanvaringen met windturbines toe.

- Waarom worden deze vogelsoorten aangetrokken door betreffende vorm van medegebruik?



De aantrekkende werking op vogels is afhankelijk van de vorm van medegebruik. Schelpdier- en zeewierkwekerijen trekken vis aan wat weer een aantrekkende werking op vogels heeft. Meeuwen eten bijvoorbeeld mosselen van harde structuren, en mogelijk ook van zeewierinstallaties. Het gebruik van drijvende zonnepanelen heeft een beperkte aantrekkende werking op vogels. Het aantal vogels is groter op dagen met rustig weer, waarschijnlijk vanwege de instabiliteit van de zonnepanelen en wateroverlast bij golfbeweging en wateroverspoeling bij slechtere weerscondities. Alleen bij medegebruik passieve visserij (indien het effect van discards wordt genegeerd) en natuurontwikkeling is het onzeker of dit leidt tot een vogelaantrekkende werking vanwege de beperkte foerageergelegenheid en vanwege de afwezigheid van rustgelegenheid.

- Hoe is de ruimtelijke verspreiding van deze vogelsoorten ten opzichte van de huidige en voorgenomen windenergiegebieden?

Medegebruik binnen offshore windparken zal lokaal leiden tot een verhoogd aantal vogels die bovendien meer vliegbewegingen zullen maken. Een toename van het aantal vogels binnen het windpark verhoogt de kans op aanvaringen met windturbines. Als een van de uitgangspunten bij deze literatuurstudie is geformuleerd dat alle behandelde vormen van medegebruik kunnen worden ontwikkeld in windparken die vanaf 1 juli 2015 tot stand zijn gekomen (na de inwerkingtreding van de Wet windenergie op zee (Wwoz)), ongeacht de ligging ten opzichte van, en afstand tot, de Nederlandse kust. Dit leidt tot de aanname dat alle vogelsoorten effecten van medegebruik kunnen ondervinden (§1.3). Het leidt hier tot de conclusie dat geen uitspraak kan worden gedaan welke windenergiegebieden meer of minder vogels zullen aantrekken.

- Voor welke vogelsoorten is nader onderzoek nodig in relatie tot vormen van medegebruik en hoe dit onderzoek in te richten met het oog op monitoring- en onderzoeksdoelen van komende (pilot-)projecten en experimenten met medegebruik in windparken op zee?

Onderzoek naar effecten van medegebruik in offshore windparken staat nog in de kinderschoenen, deels omdat opstellingen van medegebruik ook nog in een pionierfase verkeren. Veel details over de vogelaantrekkende werking kunnen daarom nog niet nader worden bepaald. Monitoring van dergelijke projecten met behulp van bijvoorbeeld camerasystemen van het vogelvoorkomen en afgeleide parameters als soortensamenstelling, aantallen en periodiciteit moet leiden tot betere inzichten.

4.2 Aanbevelingen

Bij de afweging om medegebruik toe te staan in offshore windparken dient rekening gehouden te worden met de hier voorspelde effecten op de risicovolle soorten en de meest risicovolle locaties. Dit kan ook door in het ontwerp van het windpark mitigerende maatregelen te treffen zoals bijvoorbeeld het vergroten van de onderlinge afstanden tussen windturbines, het toepassen van een stilstandvoorziening of het verhogen van de tiplaaagte, ook wanneer het medegebruik slechts een deel van het geplande windpark betreft.



Om het aantal aanvaringen per vogelsoort en windpark te schatten worden modellen gebruikt, zoals het sCRM-model. Per vogelsoort moeten hiervoor specifieke parameters, zoals vogeldichtheden in de lucht, vlieghoogteverdeling en vliegsnelheid, en windpark specifieke parameters, zoals turbinegrootte en aantallen turbines, zo goed als mogelijk worden ingeschat. Medegebruik binnen een windpark heeft invloed op een aantal van deze parameters, waaronder de hoogteverdeling en de totale dichtheid aan vliegende vogels. Meer vliegactiviteit en meer vluchten op rotorhoogte verhogen de schatting van het aantal aanvaringsslachtoffers. De mate waarin de geschatte aantallen aanvaringen wordt beïnvloed, is vogelsoort specifiek en wordt ook beïnvloed door factoren zoals tijdstip van de dag, weer en gedrag, hoewel minder bekend is over deze factoren. Nadere kennis hierover is dus van belang om effecten van medegebruik in zijn algemeenheid goed te kunnen inschatten.

Gelet op de geconstateerde kennisleemtes verdient het daarnaast aanbeveling om extra onderzoek te doen naar soort-specifieke effecten van specifieke vormen van medegebruik. Welke soorten worden in welke mate aangetrokken en welke factoren zijn medebepalend voor de aantrekkingskracht bij medegebruik in offshore windparken? Informatie over seizoensgebonden en dagelijkse timing en gedrag zal ook leiden tot een beter begrip van de impact op aanvaringspercentages.

Om een gedegen voorspelling te kunnen maken voor de visbestanden bij offshore schelpdierkwekerijen, en dus de voedselbeschikbaarheid voor vogels, zal intensief gemonitord moeten worden bij offshore installaties. Extrapolatie van kleinschalige pilots naar grotere installaties is niet goed mogelijk. Hiervoor is aanvullende data nodig over de aantrekking van vis en de abundantie van ongewervelden rondom de kweekinstallaties.

Het effect van passieve visserij op zeevogelpopulaties is nog onduidelijk en weinig onderzocht. De mate waarin vogels daadwerkelijk zullen worden aangetrokken tot passieve visserijactiviteiten op de toekomstige commerciële schaal, met de interactie van het windmolenpark, vragen om nader onderzoek.

Het gebrek aan representatieve studies voor nieuwe vormen van energieopwekking maakt het moeilijk om precies te bepalen in hoeverre vogels worden aangetrokken en verstoord door de aanwezigheid van zonnepanelen en golfenergie, en geassocieerde activiteiten. Er is dus een aanzienlijke kennisleemte over de effecten van offshore zonnepanelen en golfenergie structuren op vogelpopulaties. Verdere studies zijn noodzakelijk om de impact op rust- en foeragegedrag, in combinatie met opschaling, beter te begrijpen en te voorspellen.

Tenslotte wijzen wij erop dat andere factoren, met name vermijding, verplaatsing en effectief habitatverlies als gevolg van medegebruik, een grotere impact kunnen hebben op vogelpopulaties dan aanvaringen. Het verdient aanbeveling om deze factoren ook te onderzoeken op de ruimtelijke en temporele schaal die gelden voor het toekomstige medegebruik van offshore windparken.



In hoeverre mogelijke voordelen van medegebruik voor vogels, zoals een grotere beschikbaarheid van voedsel, kunnen opwegen tegen een eventueel verhoogd aanvaringsrisico moet daarom ook worden geëvalueerd.



Literatuur

- Bærum, K.M., T. Anker-Nilssen, S. Christensen-Dalsgaard, K. Fangel, T. Williams & J.H. Vølstad, 2019. Spatial and temporal variations in seabird bycatch: incidental bycatch in the Norwegian coastal gillnet-fishery. *PloS one* 14(3): e0212786.
- Berges, B.J.P., I.v.d. Knaap, O.A. Van Keeken, J. Reubens & H.V. Winter, 2024. Strong site fidelity, residency and local behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at two types of artificial reefs in an offshore wind farm. *Royal Society Open Science* 11(7): 240339.
- Bernard, M.S., H. Jansen, A. van der Werf, I. van der Meer & L. Tonk, 2020. Development of offshore seaweed farming: ecology & cultivation: Synthesis report 2019.
- Beukema, J.J. & G.C. Cadée, 1999. An estimate of the sustainable rate of shell extraction from the Dutch Wadden Sea. *Journal of Applied Ecology* 36(1): 49-58.
- Brehmer, P., F. Gerlotto, J. Guillard, F. Sanguinède, Y. Guénnegan & D. Buestel, 2003. New applications of hydroacoustic methods for monitoring shallow water aquatic ecosystems: the case of mussel culture grounds. *Aquatic Living Resources* 16(3): 333-338.
- Bridger, D., M.J. Attrill, S.E. Rees & E.V. Sheehan, 2024. The aggregation effect of offshore mussel farming on pelagic fishes. *Aquaculture, Fish and Fisheries* 4(2): e165.
- Brooks, K.M., 2000. Literature review and model evaluation describing the environmental effects and carrying capacity associated with the intensive culture of mussels (*Mytilus edulis galloprovincialis*). Unpublished technical report, Olympia, Washington. 1-125.
- Cianchetti-Benedetti, M., G. Dell'Omo, T. Russo, C. Catoni & P. Quillfeldt, 2018. Interactions between commercial fishing vessels and a pelagic seabird in the southern Mediterranean Sea. *BMC ecology* 18: 1-10.
- Clark, B.L., F. Vigfúsdóttir, M.J. Jessopp, J.M. Burgos, T.W. Bodey & S.C. Votier, 2020. Gannets are not attracted to fishing vessels in Iceland—potential influence of a discard ban and food availability. *ICES Journal of Marine Science* 77(2): 692-700.
- Clément, A., P. McCullen, A. Falcão, A. Fiorentino, F. Gardner, K. Hammarlund, G. Lemonis, T. Lewis, K. Nielsen & S. Petroncini, 2002. Wave energy in Europe: current status and perspectives. *Renewable and sustainable energy reviews* 6(5): 405-431.
- Coolen, J.W.P., 2017. North Sea reefs: benthic biodiversity of artificial and rocky reefs in the southern North Sea.
- Coolen, J.W.P., W. Lengkeek, T. Van Der Have & O. Bittner, 2019. Upscaling positive effects of scour protection in offshore wind farms: Quick scan of the potential to upscale positive effects of scour protection on benthic macrofauna and associated fish species.
- Coolen, J.W.P., W. Lengkeek, G. Lewis, O.G. Bos, L. Van Walraven & U. Van Dongen, 2015. First record of *Caryophyllia smithii* in the central southern North Sea: artificial reefs affect range extensions of sessile benthic species. *Marine Biodiversity Records* 8: e140.
- Coolen, J.W.P., B. Van Der Weide, J. Cuperus, M. Blomberg, G.W.N.M. Van Moorsel, M.A. Faasse, O.G. Bos, S. Degraer & H.J. Lindeboom, 2020. Benthic biodiversity on old platforms, young wind farms, and rocky reefs. *ICES Journal of Marine Science* 77(3): 1250-1265.
- CorPower, 2024. Wave power. To power the planet. [12-11-2024].
- De Haan, E., S. Van den Akker, M. Visser & E. Kardinaal, 2024. Verkennend Onderzoek: Zonneparken op Zee. Een opzet voor een gefundeerd onderzoeksprogramma.
- De Koning, S. & D. Trul, 2020. Kansen en barrières voor offshore mosselkweek op de Noordzee en in de Voordelta: Een studie naar de percepties van de sociaal-



- economische haalbaarheid, ruimtelijke inpasbaarheid en de impact op natuur van offshore mosselkweek.
- Dickson, J., O. Franken, M.S. Watson, B. Monnich, S. Holthuisen, B.K. Eriksson, L.L. Govers, T. Van Der Heide & T.J. Bouma, 2023. Who lives in a pear tree under the sea? A first look at tree reefs as a complex natural biodegradable structure to enhance biodiversity in marine systems. *Frontiers in Marine Science* 10: 1213790.
- Didderen, K., W. Lengkeek, J.H. Bergsma, U. van Dongen, F.M.F. Driessen & P. Kamermans, 2020. WWF & ARK Borkum Reef Ground oyster pilot. Active restoration of native oysters in the North Sea. Monitoring September 2019, Rapport 19-227. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Frid, C., E. Andonegi, J. Depestele, A. Judd, D. Rihan, S.I. Rogers & E. Kenchington, 2012. The environmental interactions of tidal and wave energy generation devices. *Environmental Impact Assessment Review* 32(1): 133-139.
- Galparsoro, I., M. Korta, I. Subirana, Á. Borja, I. Menchaca, O. Solaun, I. Muxika, G. Iglesias & J. Bald, 2021. A new framework and tool for ecological risk assessment of wave energy converters projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 151: 111539.
- Harrison, C., H. Lloyd & C. Field, 2017. Evidence review of the impact of solar farms on birds, bats and general ecology (NEER012). -9th March 2017 Manchester Metropolitan University.
- Hasselström, L., W. Visch, F. Gröndahl, G.M. Nylund & H. Pavia, 2018. The impact of seaweed cultivation on ecosystem services—a case study from the west coast of Sweden. *Marine Pollution Bulletin* 133: 53-64.
- Houziaux, J.-S., M. Fettweis, F. Francken & V. Van Lancker, 2011. Historic (1900) seafloor composition in the Belgian–Dutch part of the North Sea: A reconstruction based on calibrated visual sediment descriptions. *Continental Shelf Research* 31(10): 1043-1056.
- Jager, Z., 2013. Biodiversiteit kunstmatig hard substraat in de Noordzee (NCP). Rapport ZW 4.
- Jansen, H.M., L. Tonk, A. van der Werf, I. van der Meer, S. Van Tuinen, S. van der Burg, J. Veen, L. Bronswijk & E. Brouwers, 2019. Development of Offshore Seaweed Cultivation: food safety, cultivation, ecology and economy: synthesis report 2018. Wageningen Marine Research
- Langhamer, O. & D. Wilhelmsson, 2009. Colonisation of fish and crabs of wave energy foundations and the effects of manufactured holes—a field experiment. *Marine Environmental Research* 68(4): 151-157.
- Langhamer, O., D. Wilhelmsson & J. Engström, 2009. Artificial reef effect and fouling impacts on offshore wave power foundations and buoys—a pilot study. *Estuarine, coastal and shelf science* 82(3): 426-432.
- Lavidas, G., 2020. Selection index for Wave Energy Deployments (SIWED): A near-deterministic index for wave energy converters. 196: 117131.
- Lavidas, G. & H. Polinder, 2019. "Wave energy in the Netherlands: Past, present and future perspectives." *Proceedings of the 13th European Wave and Tidal Energy Conference*. 1226.
- Lavidas, G. & K. Blok, 2021. Shifting wave energy perceptions: The case for wave energy converter (WEC) feasibility at milder resources. *Renewable Energy* 170: 1143-1155.
- Lengkeek, W., K. Didderen, M. Teunis, F. Driessen, J.W.P. Coolen, O.G. Bos, S.A. Vergouwen, T.C. Raaijmakers, M.B. de Vries & M. van Koningsveld, 2017. Eco-friendly design of scour protection: potential enhancement of ecological functioning in offshore wind farms. Towards an implementation guide and experimental set-up. Rapport 17-001. Bureau Waardenburg, Culemborg.



- Lima, J.S., I.R. Zalmon & M. Love, 2019. Overview and trends of ecological and socioeconomic research on artificial reefs. *Marine environmental research* 145: 81-96.
- Maier, S., 2024. "Zon op Zee: Drijfkracht voor Ambities. ." Noordzeedagen
- Mallet, J.-F., 2009. Abundance and function of rock crabs (*Cancer irroratus*) in longline mussel (*Mytilus edulis*) farms. Department of Fisheries and Oceans, Gulf Fisheries Centre, Oceans and ...
- Mascorda Cabre, L., P. Hosegood, M.J. Attrill, D. Bridger & E.V. Sheehan, 2021. Offshore longline mussel farms: a review of oceanographic and ecological interactions to inform future research needs, policy and management. *Reviews in Aquaculture* 13(4): 1864-1887.
- Mascorda-Cabre, L., E.V. Sheehan, M.J. Attrill & P. Hosegood, 2024. Assessing the impact of an offshore longline mussel farm on local water circulation in a highly hydrodynamic energetic bay. *Aquaculture* 585: 740697.
- Mavraki, N., O.G. Bos, B.M. Vlaswinkel, P. Roos, W. de Groot, B. van der Weide, O. Bittner & J.W.P. Coolen, 2023. Fouling community composition on a pilot floating solar-energy installation in the coastal Dutch North Sea. *Frontiers in Marine Science* 10: 1223766.
- McCluskie, A.E., R.H.W. Langston & N.I. Wilkinson, 2012. Birds and wave & tidal stream energy: an ecological review. *RSPB Res. Report* 42: 1-120.
- McMurray, G., 2008. Wave energy ecological effects workshop ecological assessment briefing paper. *Ecological effects of wave energy development in the Pacific Northwest*. 25.
- Montgomery, M., 2022. Basic fishing methods: a comprehensive guide to commercial fishing methods.
- Morrissey, D.J., R.G. Cole, N.K. Davey, S.J. Handley, A. Bradley, S.N. Brown & A.L. Madarasz, 2006. Abundance and diversity of fish on mussel farms in New Zealand. *Aquaculture* 252(2-4): 277-288.
- Murphy, E., I. Nistor, A. Cornett, J. Wilson & A. Pilechi, 2021. Fate and transport of coastal driftwood: A critical review. *Marine Pollution Bulletin* 170: 112649.
- Nall, C.R., M.-L. Schläppy & A.J. Guerin, 2017. Characterisation of the biofouling community on a floating wave energy device. *Biofouling* 33(5): 379-396.
- Neitzel, S.M., L.H. Jurrius, B. Deetman, J.-J. Serraris, K. Taal, M.J.C. Rozemeijer & P. de Graeff, 2023. Stand van zaken kleinschalige, passieve visserij in windparken op zee: Een bundeling van bestaande kennis en een verkenning naar de mogelijkheden voor kleinschalige, passieve visserij in windparken.
- Neitzel, S.M., J.W. Serraris, B. Deetman, M.J.C. Rozemeijer, L.H. Jurrius, K. Taal, P. de Graeff & N. Afranewaa, 2024. Exploring co-use of offshore wind farms by passive fisheries in Borssele wind farm, the Netherlands: An experimental study on the technical, ecological, economic and safety considerations of fishing with handline, gill nets, pots and jigging machines.
- OffshoreShellfishLtd, 2024. Offshore Shellfish. <https://offshoreshellfish.com/>. [27-09-2024].
- Pogoda, B., 2019. Current status of European oyster decline and restoration in Germany. *Humanities* 8(1): 9.
- Potiek, A., G.J. IJntema, T. van Kooten, M.F. Leopold & M.P. Collier, 2022. Acceptable Levels of Impact from offshore wind farms on the Dutch Continental Shelf for 21 bird species. A novel approach for defining acceptable levels of additional mortality from turbine collisions and avoidance-induced habitat loss, Rapport 21-0120. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Riefolo, L., C. Lanfredi, A. Azzellino & D. Vicinanza, 2015. "Environmental impact assessment of wave energy converters: A review." *Proceedings of the International Conference on Applied Coastal Research SCACR*, Florence, Italy.
- Rockmann, C., A.C. van der Lelij, L. van Duren & J. Steenbergen, 2015. VisRisico-schatting medegebruik visserij in windparken.



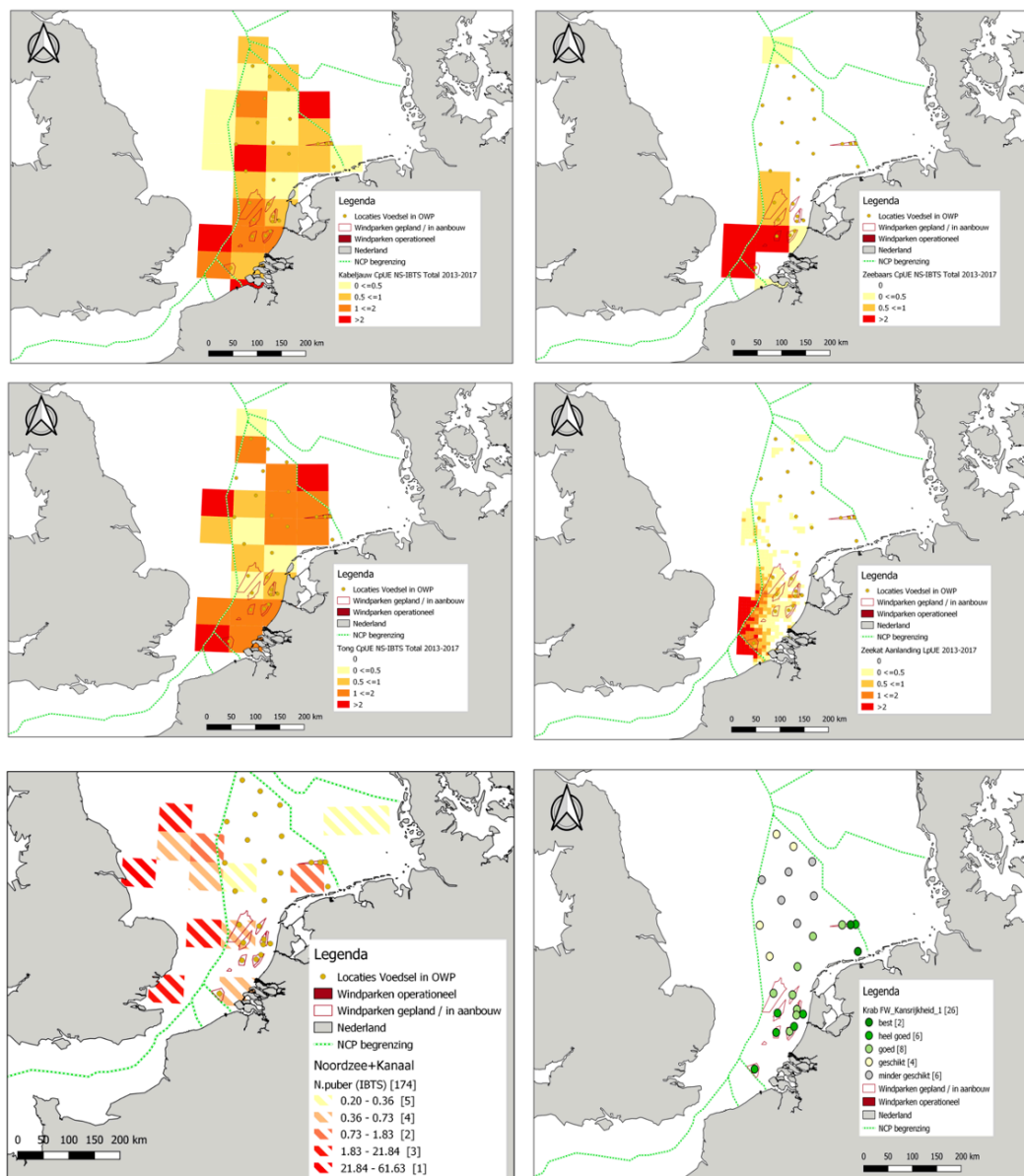
- Rowe, S.J., 2013. Level 1 risk assessment for incidental seabird mortality associated with fisheries in New Zealand's Exclusive Economic Zone.
- Satymov, R., D. Bogdanov, M. Dadashi, G. Lavidas & C. Breyer, 2024. Techno-economic assessment of global and regional wave energy resource potentials and profiles in hourly resolution. *Applied Energy* 364: 123119.
- Schneider, L., S. Heye & T. Troost, 2023. Impact of offshore floating solar on the marine environment: Review.
- Sinopoli, M., F. Badalamenti, M. Bottaro & G. D'Anna, 2023. The Role of Fish Aggregating Devices (FADs) in Juvenile Fish Dispersal along the North-Western Coast of Sicily. *Journal of Marine Science and Engineering* 11(4): 746.
- Skov, H. & J. Durinck, 2001. Seabird attraction to fishing vessels is a local process. *Marine Ecology Progress Series* 214: 289-298.
- SMF, OOS, 2024. OOS SMF and Aquamossel-Triton sign a partnership agreement. <https://www.oosinternational.com/oos-smf-and-aquamossel-triton-sign-a-partnership-agreement/>. [27-09-2024].
- SMF, OOS, 2021. OOS Group introduces the Semi-submersible Mussel Farm (SMF). . <https://www.oosinternational.com/oos-group-introduces-the-semi-submersible-mussel-farm-smf/>. [27-09-2024].
- Strietman, W.J., B. Deetman, M.J.C. Rozemeijer & M.C. Kunz, 2023. De commerciële haalbaarheid van passieve visserij op Noordzeekrab in windparken voor de Hollandse kust: Een verkenning naar de potentiële kosten en opbrengsten.
- Tasker, M.L., C.J. Camphuysen, J. Cooper, S. Garthe, W.A. Montevecchi & S.J.M. Blaber, 2000. The impacts of fishing on marine birds. *ICES journal of Marine Science* 57(3): 531-547.
- Theuerkauf, S.J., L.T. Barrett, H.K. Alleway, B.A. Costa-Pierce, A. St. Gelais & R.C. Jones, 2022. Habitat value of bivalve shellfish and seaweed aquaculture for fish and invertebrates: Pathways, synthesis and next steps. *Reviews in Aquaculture* 14(1): 54-72.
- Underwood, L.H. & A.G. Jeffs, 2023. Settlement and recruitment of fish in mussel farms. *Aquaculture Environment Interactions* 15: 85-100.
- van den Bogaart, L., J.T. van der Wal, L. Tonk, O. Bos, J. Coolen, M. Poelman, S. Vergouwen, L. van Duren, H. Janssen & K. Timmermans, 2020. Geschiktheid zeewindparken voor maricultuur en passieve visserij: een kwantitatieve beoordeling van de kansrijkheid van de gebieden voor de potentiële productiviteit van een selectie aan commercieel interessante soorten.
- van der Reijden, K.J., L. Koop, S. Mestdag, M. Snellen, P.M.J. Herman, H. Olf & L.L. Govers, 2021. Conservation implications of *Sabellaria spinulosa* reef patches in a dynamic sandy-bottom environment. *Frontiers in Marine Science* 8: 642659.
- van Duren, L., M. Poelman, H. Jansen & K. Timmermans, 2019. Een realistische kijk op zeewierproductie in de Noordzee.
- Veenstra, H.J., 1969. Gravels of the southern North Sea. *Marine Geology* 7(5): 449-464.
- Vlaswinkel, B., P. Roos & M. Nelissen, 2023. Environmental observations at the first offshore solar farm in the North Sea. *Sustainability* 15(8): 6533.
- Votier, S.C., A. Bicknell, S.L. Cox, K.L. Scales & S.C. Patrick, 2013. A bird's eye view of discard reforms: bird-borne cameras reveal seabird/fishery interactions. *PLoS ONE* 8(3): e57376.
- Waardenburg, Bureau, 2020. Options for biodiversity enhancement in offshore wind farms. Knowledge base for the implementation of the Rich North Sea Programme, Rapport 19-153. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Witt, M.J., E.V. Sheehan, S. Bearhop, A.C. Broderick, D.C. Conley, S.P. Cotterell, E. Crow, W.J. Grecian, C. Halsband & D.J. Hodgson, 2012. Assessing wave energy effects on biodiversity: the Wave Hub experience. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 370(1959): 502-529.
- Wohl, E. & E.P. Iskin, 2021. Damming the wood falls. *Science advances* 7(50): eabj0988.



- WUR, Vishotels bieden warm welkom aan klein zeeleven. <https://www.wur.nl/nl/artikel/vishotels-bieden-warm-welkom-aan-klein-zeeleven.htm>. [06-11-2024].
- Yang, S.-H., J.W. Ringsberg, E. Johnson & Z. Hu, 2017. Biofouling on mooring lines and power cables used in wave energy converter systems—Analysis of fatigue life and energy performance. *Applied Ocean Research* 65: 166-177.
- Zintzen, V. & C. Massin, 2010. Artificial hard substrata from the Belgian part of the North Sea and their influence on the distributional range of species. *Belgian Journal of Zoology* 140(1): 20-29.



Bijlage I Verspreiding doelsoorten passieve visserij in de Noordzee



De aanwezigheid van belangrijke doelsoorten voor de toepassing van passieve visserij in windparken, op basis van visserijinspanning (CpUE) van de IBTS-survey voor kabeljauw (linksboven), zeebaars (rechtsboven), tong (links midden), fluwelen zwemkrab (links onder) of op aanlanding gerelateerd aan visserijinspanning (LpUE) op basis van logboekgegevens voor zeekeet (rechts midden) over de periode 2013-2017. De kanskaart voor Noordzeekrab (rechtsonder) is gemaakt op basis van het huidige voorkomen op hard substraat (o.a. wrakken), geëxtrapoleerd naar windparklocaties. Figuren ontleend aan van den Bogaart *et al.* (2020)



Bijlage II Verslagen interviews

1. Brigitte Vlaswinkel, Oceans of Energy. 6 november 2024
2. George Lavidas, TU Delft (specialisme golfenergie), 12 november 2024
3. John Holmyard, Offshore Shellfish Ltd., 11 december 2024



NOTULEN

ONDERWERP: Interview Brigitte Vlaswinkel
DATUM: 06-11-2024
KENMERK: 24-0637
AANWEZIG: Brigitte Vlaswinkel (Oceans of Energy), Lisa Hoekema (WE)
OPGESTELD DOOR: Lisa Hoekema

Interview Brigitte Vlaswinkel: Vogelaantrekkende werking zon op zee in offshore windparken

Om verdere diepgang over de vormen van medegebruik in offshore windparken te verkrijgen, zijn verscheidende interviews met experts uit de desbetreffende sectoren geïnterviewd. Deze notulen betreffen het interview met Brigitte Vlaswinkel van Oceans of Energy met betrekking tot de medegebruiksvorm zon op zee.

Het was een interactief en dynamisch interview waarin is ingegaan op de status van zon op zee, met focus op technische aspecten en toekomstige opschaling. Daarnaast zijn de ecologische resultaten van de pilotprojecten van Oceans of Energy besproken. De voor dit rapport relevante informatie en de conclusies die daaruit (gezamenlijk) getrokken zijn, zijn hieronder gegroepeerd benoemd.

Algemeen

Oceans of Energy (OoE) heeft een zonnepaneel systeem ontwikkeld dat direct op de waterspiegel drijft, en hiermee twee meerjarige pilotprojecten uitgevoerd (nabij Brouwersdam, Zeeland en op de Offshore Testsite, 12km uit de kust bij Scheveningen). In totaal heeft de farm meer dan 4 jaar non-stop op zee gelegen. Tijdens deze jaren is ook veel ecologische monitoring uitgevoerd, naast modellering van potentiële effecten van grootschalige zon op zee. Daar zijn veel studentenrapporten uit gekomen, maar ook 'peer-reviewed' artikelen, zoals:

- Karpouzoglou et al. (2020), Effects of large-scale floating solar platforms on hydrodynamics and primary production;
- Vlaswinkel et al. (2023), Environmental Observations at the First Offshore Solar Farm;
- Mavraki et al. (2023), Fouling community composition on a pilot floating solar-energy installation in the coastal Dutch North Sea;
- Dinandra et al. (submitted), Offshore solar farms as habitats for *Mytilus edulis*: A preliminary modelling study on chlorophyll-a uptake and organic matter deposition in the North Sea .

In 2025 zal de eerste commerciële zonnefarm worden opgeleverd aan Crosswind, een JV van Shell en Eneco, die Hollandse Kust Noord (HKN) opereren. De farm zal daar, volgens contract, minimaal twee jaar operationeel zijn. Er staan veel ecologische monitoring studies gepland.





Technische aspecten

Brigitte Vlaswinkel geeft aan dat menselijke aanwezigheid op en rond de installaties tijdens de operationele fase van het HKN-project, maar van elke toekomstige (OoE) zonnepark gelimiteerd zullen zijn. De inspecties en onderhoud aan de systemen zal naar verwachting rond de 2-4 keer per jaar plaatsvinden. De structuren zullen worden verlicht in overeenstemming met richtlijnen van de Waterwet, dat betekent dat de vier hoeken van de drijvende structuren een knipperlicht hebben 's nachts, op ongeveer 1 meter hoogte. Verankering gebeurt door middel van (pull in) ankers, en dit zal bij opschaling naar grotere systemen ook zo zijn.

Door OoE zal bij de constructies ook getracht worden de ecologie te bevorderen door af te zien van het gebruik van anti-fouling middelen of het ontdoen van aangroei op de structuren. Er is namelijk gebleken uit veldobservaties dat veel verschillende organismen onder de drijvers groeien (Mavraki et al. 2023) en dat dit de aanwezigheid van vis verhoogt (data van een eDNA studentenproject met WUR). Ook gaat OoE natuur-inclusieve testen doen bij het HKN-windpark (met De Rijke Noordzee), dat wil zeggen het bevestigen van oestermandjes aan de drijvers.

Toekomstige projecten en schaalvergroting

Tot dusver hebben slechts kleinschalige pilots op de Noordzee plaatsgevonden. Zo is het drijvende ontwerp met een capaciteit van 50 kW getest bij de Brouwersdam (North Sea One, NS1) van 2019-2021 en daarna een MW-schaal project op de Offshore Test Site (OTS), 12 km uit de kust (2020-2023). In 2025 zal in het windpark HKN het eerste grid-connected drijvende zonnepark worden geïnstalleerd met een oppervlakte van 6.400 m² (0,5 MWp). Dit is een wereldprimeur. Echte schaalvergroting zal plaatsvinden in IJmuiden Ver Bèta waar een zonnepark met een capaciteit van 50 MWp (500 bij 500 m) zal worden gerealiseerd.

Uiteindelijk zou door OoE opgeschaald getracht te worden naar constructies van 1 bij 1 km voor een operationeel en commercieel viable zonnepark. Het design van OoE bestaat ook bij opschaling uit een vrijwel aaneengesloten vlak van zonnepanelen (zo'n 30 cm tussenruimte tussen de individuele drijvers, zowel aan de korte als lange kant).

In de projecten die in het vooruitschiet liggen, zal er ook intensief ecologisch monitoring worden uitgevoerd om de effecten hiervan te testen. Kleinschalige pilots geven wel een indicatie, maar laten niet de mogelijke effecten van opschaling en verdere afstand tot de kust zien. Met name de effecten op zeevogels en de soorten aanwezig op de structuren kan hierbij verschillen ten opzichte van de pilot-resultaten.

Ecologie – op basis van waarnemingen pilots OoE

Tijdens de monitoring van de pilot van december 2019 tot mei 2021 bij de Zeeuwse kust (<1 km) werden vooral meeuwen en sterns waargenomen op het drijvende FPV-systeem. Andere vogelsoorten gebruikten de structuren afhankelijk van seizoen, zeecondities en golfhoogte. Zonnepanelen bieden dus mogelijkheden voor verschillende vogelsoorten om te rusten. Daarnaast worden de zonnepanelen ook warmer dan het omliggende zeewater. Ook door de warmte boven de zonnepanelen kunnen vogels worden aangetrokken.

Op de structuur getest bij de OTS werden voornamelijk rustende grote mantelmeeuwen en kleine mantelmeeuwen waargenomen, met een sterke piek in eind augustus/begin september. Aantallen vogels waren veel groter op dagen met rustig weer, waarschijnlijk vanwege de instabiliteit van de zonnepanelen en wateroverlast bij golfbeweging en wateroverspoeling bij slechtere weerscondities (de drijvers beginnen al bij 10 knopen wind



aardig nat te worden van de golfslag, en dan vliegen de vogels die op de drijvers zitten meestal direct weg). Hoewel de vogels niet foeragerend zijn waargenomen, zijn in de braakselanalyse wel zwemkrabben aangetroffen, die waarschijnlijk rondom de structuur zijn gevangen. Er zijn tijdens de monitoring geen duikende vogels foeragerend rond de zonnepanelen waargenomen.

Op dit moment wordt er geen actieve verjaging van de vogels gedaan. Bij opschaling, en mogelijk tijdens de periode wanneer er veel mantelmeeuwen aanwezig zijn (aug/sep), zou dit in de toekomst mogelijk wel gebeuren.

Naast vogels worden de structuren ook gebruikt door zeehonden om op te rusten. Ze liggen meestal op de buitenste rand, waar geen zonnepanelen op de drijvers liggen.

Het FAD-effect van de structuren is ook waargenomen bij de pilotstudie op de OTS. Hierbij benoemde Brigitte Vlaswinkel specifiek de waarneming van horsmakreel. Brigitte Vlaswinkel gaat na welke andere soorten zijn waargenomen, en met welke technieken.

Brigitte Vlaswinkel gaf ook aan dat mosselen de structuren op grote schaal koloniseren. Deze aangroei zal vooralsnog niet worden bestreden met anti-fouling of schoonmaak methoden. Daarnaast zagen ze grote afslag van mosselen bij ruige condities. Onzeker of dit tot lokale rifvorming leidt. Dat zal ook onderzocht worden in de toekomst.

Voor vragen over deze notulen kunt u contact opnemen met Lisa Hoekema.

Dit document is digitaal vervaardigd en daarom niet ondertekend.



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



NOTULEN

ONDERWERP: Interview George Lavidas
DATUM: 12-11-2024
KENMERK: 24-0637
AANWEZIG: George Lavidas (TU Delft), Lisa Hoekema (WE)
OPGESTELD DOOR: Lisa Hoekema

Interview George Lavidas: Vogelaantrekkende werking golfenergie in offshore windparken

Om verdere diepgang over de vormen van medegebruik in offshore windparken te verkrijgen, zijn verscheidende interviews met experts uit de desbetreffende sectoren geïnterviewd. Deze notulen betreffen het interview met George Lavidas (TU Delft, assistent Professor of Marine Renewable Energies bij de Offshore Engineering groep) met betrekking tot de medegebruiksvorm van golfenergie op zee.

Tijdens het interview zijn we ingegaan op de status golfenergie, met focus op technische aspecten en toekomstige opschaling. Daarnaast zijn de ecologische resultaten van de pilotprojecten op de Noordzee besproken. De voor dit rapport relevante informatie en de conclusies die daaruit (gezamenlijk) getrokken zijn, zijn hieronder benoemd.

Technische aspecten

WEC-ontwerpen kunnen grofweg ingedeeld worden in vier generieke typen:

- **Oscillerende waterkolom**, die bestaat uit een gedeeltelijk ondergedompelde, holle structuur die openstaat naar de zee onder de waterlijn.
- **Terminators (Overstroomapparaten)** die het water van de inkomende golven verzamelen om één of meer laagdruckturbines aan te drijven.
- **Puntabsorbers** (drijvend of gemonteerd op de zeebodem), die meestal een deinende beweging leveren welke wordt omgezet in een lineaire of roterende beweging voor het aandrijven van elektrische generatoren.
- **Attenuators**; drijvende apparaten die parallel aan de golfrichting werken en op de golven rijden.

Voor toepassing in de Noordzee zijn terminators, gevolgd door puntabsorbers, het meest geschikt. Er bestaan verscheidene verankeringsmethoden, waarbij de selectie hiervan een persoonlijke keuze van ontwikkelaar is. Tot de opties behoren het gebruik van een groot ankerblok, of een anker/ankers in de zeebodem. Aangroei op de structuren is ongewenst; ter voorkoming hiervan worden WECs met anti-fouling middelen behandeld. Structuren



zullen worden verlicht volgens de richtlijnen van de Omgevingswet. Verwachting is dat er slechts 2-4 keer per jaar controles of onderhoud zal hoeven plaats te vinden.

Toekomstige projecten en schaalvergroting

Op dit moment zijn er nog geen operationele WECs in het Nederlands deel van de Noordzee. Technieken bevinden zich in verschillende fases van ontwikkeling. Het Europese doel is om in 2030 1 GW aan golfenergie te realiseren. Mogelijk zou Nederland tegen 2030 100-150 MW golfenergie op de Noordzee kunnen produceren. Gezien de golfcondities van de Noordzee, zijn kleine WECs het meest efficiënt (<600 kW). In tegenstelling tot windenergie, ontstaat bij golfenergie niet inherent een negatieve drag (luwte), en kan zelfs een hogere efficiëntie worden behaald door strategische plaatsing van WECs ten opzichte van elkaar. Dit suggereert dat bij grootschalige uitrol in de Noordzee meerdere kleinere WECs gezamenlijk gepositioneerd kunnen worden in het golfenergiepark.

Ecologie

Vanwege de uiteenlopende WEC-ontwerpen is het te verwachten dat de ecologische effecten van deze systemen variëren. Voor de ecologische effecten is het ontwerp belangrijk; voor designs die sterk heen en weer bewegen is de aantrekkelijkheid voor scholende prooivis minimaal. Wanneer er gebruik gemaakt wordt van een groot ankerblok, zal dit meer ecologische verrijking teweegbrengen dan een conventionele *mooring* anker. Aangroei zal echter zo ver mogelijk worden tegengegaan door het aanbrengen van anti-fouling op de installaties. Een grote voedselbeschikbaarheid op en rondom de structuren van golfenergie is dus mogelijk, maar wel sterk afhankelijk van de toegepaste techniek en installatiemethode.

WECs met een bovenwatercomponent bieden theoretisch gezien ruimte om op te rusten. Wel bewegen de structuren continue op de golfbeweging mee. Vanwege deze instabiliteit is het onwaarschijnlijk dat vogels op WECs zullen rusten.

Voor vragen over deze notulen kunt u contact opnemen met Lisa Hoekema.

Dit document is digitaal vervaardigd en daarom niet ondertekend.



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



NOTULEN

ONDERWERP: Interview John Holmyard
DATUM: 11-12-2024
KENMERK: 24-0637
AANWEZIG: John Holmyard (Offshore Shellfish Ltd), Lisa Hoekema (WE)
OPGESTELD DOOR: Lisa Hoekema

Interview John Holmyard: Vogelaantrekkende werking mosselkwekerijen in offshore windparken

Om verdere diepgang over de vormen van medegebruik in offshore windparken te verkrijgen, zijn verscheidende interviews met experts uit de desbetreffende sectoren geïnterviewd. Deze notulen betreffen het interview met John Holmyard, managing director van Offshore Shellfish met betrekking tot de medegebruiksvorm mosselkwekerijen.

Tijdens het gesprek zijn voornamelijk de ecologische waarnemingen bij de kwekerij van Offshore Shellfish besproken. De voor dit rapport relevante informatie is hieronder benoemd.

Algemeen

Offshore Shellfish heeft een functionerende offshore mosselkwekerij in de Engelse wateren (Lyme Bay) op 3-6 mijl van de kust. Het gaat hierom om het zogenaamde “suspended growing-systeem” waarbij lange touwen (long-lines) in de waterkolom hangen. Op deze projectlocatie zijn de ecologische effecten zeer uitgebreid onderzocht in samenwerking met Plymouth University. Deze wetenschappelijke rapporten zijn verwerkt in de rapportage. Deze notulen bevatten voornamelijk aanvulling op deze onderzoeken en persoonlijke observaties van John Holmyard.

Oogst

Oogsten van de mossels gebeurt jaarrond, waarbij er dagelijks (onder geschikte weerscondities) gewerkt wordt. Bij de oogst worden wel vogels waargenomen, maar volgens Holmyard gaat het hierbij om lage aantallen, van met name meeuwen.

Ecologie

Op de floaters van de kwekerij worden occasioneel vogels waargenomen (voornamelijk sterns), maar zij worden niet structureel gebruikt als rustplek. Op de hoekpunten van de kwekerij staan grotere (navigatie)boeien, deze bieden een iets geschiktere plek voor vogels maar zijn nog steeds instabiel.

Holmyard geeft aan dat alle resultaten tot nu toe erop duiden dat er geen verschil is in vogelaanwezigheid binnen en buiten het park, wat ook volgt uit de resultaten van de Plymouth University. Op 20 mijl liggen kolonies van zeekoeten, alken, drieteenmeeuwen en aalscholvers. Hiervan zijn echter volgens Holmyard geen vogels in significante aantallen waargenomen bij de kwekerij.





Zeer interessant is de informatie dat bij de pilotlocatie in Schotland, veel predatie van duikende vogels zoals eidereenden en brilduikers plaatsvond. Bezorgdheid bestond dat dit ook zou gebeuren op de huidige projectlocatie. Dit is niet waargenomen op de huidige projectlocatie, Holmyard gaf aan dat dit waarschijnlijk komt doordat de projectlocatie te zuidelijk ligt voor overlap met deze vogels.

Met betrekking tot de kleinere (pelagische) prooivissen vertelt Holmyard dat deze zeker bij de kwekerij worden aangetroffen, maar echter geen sterke associatie hebben met de kwekerij en het eerder een doortrek betreft. Gerelateerd aan de aanwezigheid van de prooivissen worden ook meeuwen en jan-van-genten waargenomen, die achter de prooivis aanvliegt. De resident vissen (baarzen, horsmakreel, dwergbolken).

Daarnaast laten de onderzoeken (ROV, sonar) dat onder de structuren van de kwekerij sprake is van regeneratie van het mosselrif door mosselen die afvallen. Ook is de biodiversiteit in het projectgebied verbeterd ten opzichte van de beginsituatie. Holmyard geeft aan dat voorheen op de projectlocatie zeer actief met bodem beroerend tuig gevist werd.

Voor vragen over deze notulen kunt u contact opnemen met Lisa Hoekema.

Dit document is digitaal vervaardigd en daarom niet ondertekend.



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