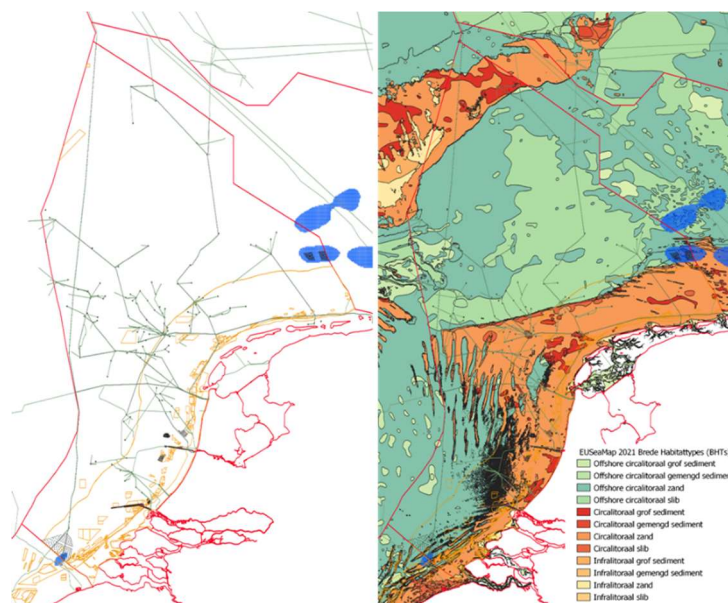


Berekening van verlies en verstoring van benthisches habitat onder invloed van activiteiten en structuren

Achtergrondrapport ten behoeve van Mariene Strategie deel 1 met betrekking tot KRM beoordelingen D6 (fysieke verstoring benthisches habitats) en D7 (hydrografische verstoringen)

Sander Wijnhoven



Uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in overleg met het Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat (IenW).

Eindrapport, 14 juni 2024

Ecoauthor Report Series 2023 - 05

Ecoauthor
Scientific Writing & Ecological Expertise

KvK (CoC) number 65611330

info@ecoauthor.net
www.ecoauthor.net

Leeuwerikhof 16,
NL-4451 CW Heinkenszand,
the Netherlands

Dankwoord

Graag dank aan het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) / Rijkswaterstaat (RWS) en respectievelijk Sjaak Vonk (DG Natuur & Visserij) en Suzanne Stuijzand (RWS-WVL) in het bijzonder voor het gunnen en mogelijk maken van de opdrachten waar deze rapportage onder valt ('Actualisatie Mariene Strategie (MS1) voor descriptor 6 (integriteit zeebodem) en voor descriptor D7 (hydrografische eigenschappen)'). Dank aan Wout van Dijk (RWS-ZD) voor de prettige samenwerking met betrekking tot de uitwerking van de methodiek en beoordeling ten behoeve van de D7 en Wout, Suzanne en Sjaak voor het bediscussiëren van uitwerkingen en rapportage-onderdelen. Dank aan Gerjan Piet (Wageningen Marine Research) voor de prettige samenwerking met betrekking tot de uitwerking van methodiek en beoordeling ten behoeve van D6C2 en D6C3 en Suzanne en Sjaak voor het bediscussiëren van uitwerkingen en rapportage-onderdelen met betrekking tot D6.

© Copyright, 2023. **Ecoauthor** – *Scientific Writing & Ecological Expertise*, Heinkenszand, the Netherlands.

This publication can be reproduced and/or printed or saved in a storage system, acknowledging the author and/or Ecoauthor (preferably using the citation as suggested).

Kaartjes voorkant: Nederlandse deel van de Noordzee met overzicht structuren (windturbines, platforms, leidingen en zandwingebieden) potentieel leidend tot verlies of verstoring van benthische habitats en gebieden met meer dan 20% reductie van het temperatuurstratificatieverschil hetgeen in potentie permanente verstoring kan zijn. Rechts op blanco achtergrond en links met projectie van de EU MSFD brede habitattypen (EUSeaMap, 2021).

Report should be cited as:

Wijnhoven, S. (2023). Berekening van verlies en verstoring van benthisch habitat onder invloed van activiteiten en structuren. Achtergrondrapport ten behoeve van Mariene Strategie deel 1 met betrekking tot KRM beoordelingen D6 (fysieke verstoring benthische habitats) en D7 (hydrografische verstoringen). Ecoauthor Report Series 2023 – 05, Heinkenszand, the Netherlands.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
1. Introductie	7
2. Structuren en activiteiten met effect op dynamiek in potentie leidend tot verstoring of verlies	8
2.1 Bodemberoerende visserij.....	8
2.2 Substraatwinning	13
2.3 Vaargeulen	14
2.4 Leidingen	15
2.5 Platforms.....	15
2.6 Windturbines.....	17
2.6.1. Veranderde bodemschuifspanning.....	17
2.6.2. Veranderingen in stratificatie	17
3. Resultaten & discussie	19
3.1 Bodemberoerende visserij.....	19
3.2 Substraatwinning	20
3.3 Vaargeulen	22
3.4 Leidingen	22
3.5 Platforms.....	24
3.6 Windturbines.....	25
3.6.1. Veranderde bodemschuifspanning.....	25
3.6.2. Veranderingen in stratificatie	27
3.7 Totaal aan habitatverlies en habitatverstoring.....	28
3.7.1. D6C1 Fysiek verlies van zeebodem	28
3.7.2. D6C4 Verlies van habitattypen	30
3.7.3. D6C2 Fysieke verstoring van de zeebodem	31
3.7.4. D6C3 Aantasting habitats door fysieke verstoring	32
3.7.5. D7C2 Aantasting benthische habitats door hydrografische verstoring	34
3.8 Enkele discussiepuntjes	37
4. Literatuur.....	38

Samenvatting

De actualisatie van de Mariene Strategie deel 1 vraagt om beoordeling van de toestand van de benthische habitats (D6) en beoordeling van de hydrografische eigenschappen (D7). In het eerste geval wordt de mate van habitatverlies en verstoring ten gevolge van fysieke bodemberoering inclusief afdekking 'sealed loss' beoordeeld, terwijl ten behoeve van D7 de mate van aantasting van habitats onder invloed van hydrografische wijzigingen inzichtelijk dient te worden gemaakt. Naast specifieke beoordeling van het verlies aan benthisch habitat per EU MSFD Breed Habitatype (BHTs) (en in de toekomst ook meer specifieke habitat types; 'Other Habitat Types (OHTs)') ten opzichte van de gestelde drempelwaarde, leveren alle betreffende criteria (D6C1-C4 en D7C2) informatie met betrekking tot verstoring en verlies ten behoeve van de beoordeling van de kwaliteitstoestand van benthische habitats (BHTs en OHTs) onder D6C5. De bevindingen rond de ontwikkelingen en toestand van benthisch habitat verlies en verstoring worden gepresenteerd in de Mariene Strategie deel 1. Achtergronden van hoe berekeningen tot stand komen, hoe de beoordelingen voor verschillende criteria zich tot elkaar verhouden en wat de rol is van verschillende activiteiten en structuren op en in de zeebodem in de uiteindelijke verstoring en het verlies van benthische habitattypen, worden hier inzichtelijk gemaakt.

In principe wordt uitgegaan van de OSPAR beoordelingen voor de Zuidelijke Noordzee ten behoeve van het Quality Status Review (QSR2023) op basis van de BH3 en BH4 indicatoren. Echter, in het geval actuelere informatie beschikbaar is of niet alle bronnen van verlies en verstoring binnen OSPAR zijn meegewogen of de beoordeling op sub-regionaal niveau minder relevant is voor de Nederlandse situatie, zijn aanvullende beoordelingen uitgevoerd, specifiek voor het Nederlandse deel van de Noordzee. In een aantal gevallen dienden daarvoor de beoordelingsmethodiek te worden uitgebreid, aangepast, of in het geval van de hydrografische verstoring, nog te worden ontwikkeld.

Verstoring en verlies ten gevolge van **bodemberoerende visserij** wordt in principe volgens BH3/BH4 beoordeeld en er wordt enkel nagegaan hoe het verlies op het niveau van BHTs in het Nederlandse deel van de Noordzee zich verhoudt tot verlies in de Zuidelijke Noordzee.

Verstoring en verlies ten gevolge van **substraatwinning** (hoofdzakelijk zandwinning in de Nederlandse Noordzee) is specifiek voor de Nederlandse Noordzee berekend op basis van actuelere data, waarbij gewonnen volume per winvak per jaar is omgezet naar de verwachte winddiepte per jaar die kan worden uitgedrukt in drukkiveau aansluitend bij de voor visserijdruk gebruikte SAR niveaus voor bodemberoering. Zodoende kan op basis van habitatgevoeligheid en hersteltijd de mate en duur van verstoring (ten behoeve van D6C2/C3 en D7C2) worden bepaald. Intensieve winning per jaar of totale winning kan, afhankelijk van het substraattype, leiden tot habitatverlies (D6C1/C4 en D7C2).

Verdiepte loswallen worden nu op exact dezelfde wijze behandeld als zandwinvakken; (hoofd)**vaargeulen** worden frequent verdiept en zijn diep zodat geulen, draaiplaatsen en ankergebied als verlies worden beschouwd en bermen (geulwanden) als permanent verstoord worden beoordeeld onder D7C2.

Voor **leidingen** wordt voor verlies in principe de BH4 methodiek gehanteerd waarbij 3x de leidingdiameter als verlies wordt aangehouden. De nationale invulling houdt wel rekening met eventueel herstel en dus tijdelijke verstoring (2x diameter) na verwijdering, neemt niet enkel de dikke leidingen van >40 cm mee, maar ook de smallere leidingen en kabels in relatie tot fysieke bodemberoering (D6C1-C4). Wel enkel hydrografische verstoring van dikkere leidingen (D7C2) met eventueel tijdelijke verstoring na verwijdering.

Volgens BH4 is er sprake van een standaard oppervlak verlies rond een actief **platform** ten gevolge van fysieke verstoring (inclusief afdekking) en impact van boorgruis in de omgeving die wordt overgenomen voor D7C2. Voor inactieve platforms is het verlies geringer en afhankelijk van het type platform hetgeen wordt overgenomen als standaard verlies onder D6C1/C4 (voor zowel actieve als

inactieve platforms) en D7C2 in geval van inactief platform. Na verwijdering van platforms blijft gering oppervlak aan 'sealed loss' over afhankelijk van type platform waarbij overige (voorheen verloren oppervlak) tijdelijk verstoord is gedurende habitat-specifieke hersteltijd (D6C1-C4 en D7C2).

De BH4 methodiek gaat uit van een standaard oppervlak verlies (afdekking en fysiek verlies) rond individuele **windturbines** overgenomen ten behoeve van D6C1/C4. Daarbij komt een standaard oppervlak per windturbine met tijdelijke hydrografische verstoring van benthische habitats als BHT relatief 'gevoelig' gedurende de periode van herstel na aanleg (D7C2). In delen van de Noordzee met periodieke temperatuurstratificatie leidt de aanleg van windmolenparken (gecombineerde impact) tot permanente verstoring en gereduceerde habitatkwaliteit in de gebieden waar ten minste 20% afname in de temperatuurstratificatieduur (uitgaande van opheffing stratificatie wanneer temperatuurverschil minder dan 0,5 °C) wordt verwacht (aanvullend D7C2).

1. Introductie

Ten behoeve van de actualisatie van de Mariene Strategie deel 1 (MS1; Min IenW & Min LNV, 2024a), die onder andere de beoordeling van de milieutoestand in het kader van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) bevat, ontstond de vraag hoe verlies en verstoring van benthische habitats te definiëren en te berekenen. In de beoordeling van de milieutoestand onder de KRM wordt gevraagd om te rapporteren over fysiek verlies van zeebodem onder D6C1, over fysieke verstoring van de zeebodem onder D6C2, met daaruit voortkomende te verwachten impact op het niveau van habitats onder D6C3. D6C4 handelt over het totale verlies per habitattype (op zichzelf te beoordelen ten opzichte van een drempelwaarde) en als onderdeel van de kwaliteitstoestand van ieder habitattype (D6C5), waaronder ook verlies ten gevolge van hydrografische wijzigingen zoals volgend uit D7C2 (Raicevich & Korpinen, 2022). D7C2, de mate van aantasting van habitattypen door hydrografische wijzigingen, omvat ook de veronderstelde impact van verstoring door hydrografische wijzigingen (Min IenW & Min LNV, 2024c), mede in overweging te nemen in de beoordeling van de kwaliteitstoestand van benthische habitats (D6C5) (Min IenW & Min LNV, 2024b). In de Artikel 8 richtlijnen ten behoeve van de KRM-beoordeling van D6 (Integriteit van de zeebodem en benthische habitats) en de specifiek daarvoor uitgewerkte documentatie, wordt 'verlies' en 'verstoring' goed gedefinieerd en geclassificeerd (ICES, 2019; Raicevich & Korpinen, 2022). Die uitwerking vormt ook de basis van uitgewerkte methodieken onder OSPAR, ingezet ten behoeve van beoordelingen in het kader van het OSPAR Quality Status Review 2023 (QSR2023). Nederland volgt en maakt zoveel mogelijk gebruik van specifiek de resultaten van berekend habitatverlies ten gevolge van fysieke bodemberoering (OSPAR BH4; OSPAR, 2022) en gemodelleerde impact van fysieke bodemverstoring (OSPAR BH3; OSPAR, 2023) op het niveau van de Zuidelijke Noordzee voor de nationale rapportage (Schmitt et al., 2022; Matear et al., 2023a,b). Echter, daar waar gedetailleerdere, actuelere of extra informatie beschikbaar is op het niveau van de Nederlandse Noordzee, of de toestand van de Zuidelijke Noordzee niet als geheel representatief wordt beschouwd, wordt verstoring en verlies voor de Nederlandse Noordzee berekend (Min IenW & Min LNV, 2024b). Dit vraagt om standaardisatie van kengetallen en keuzes in berekeningen, deels al gemaakt ten behoeve van de OSPAR methodiek, maar in diverse gevallen ook nog te specificeren aangezien enkel fysieke bodemberoering (en dan nog niet alle bronnen) in de OSPAR methodieken zijn meegenomen, en andere bronnen met mogelijke invloed op de benthische habitatkwaliteit (waaronder hydrografische veranderingen) vooralsnog buiten beschouwing zijn gebleven. Specifiek aan de berekening van verlies en verstoring van benthisch habitat onder invloed van hydrografische wijzigingen, ligt de beoordeling van permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen (D7C1) ten grondslag (Min IenW & Min LNV, 2024c), waarvan de achtergronden zijn uitgewerkt in Van Dijk & Wijnhoven (2023). Deze achtergrondrapportage geeft inzicht in de uitgevoerde berekeningen inclusief achtergronden van verlies en verstoring van benthisch habitat die ten grondslag liggen aan de beoordelingen in de Mariene Strategie deel 1, en D6C1-D6C4 en D7C2 in het bijzonder.

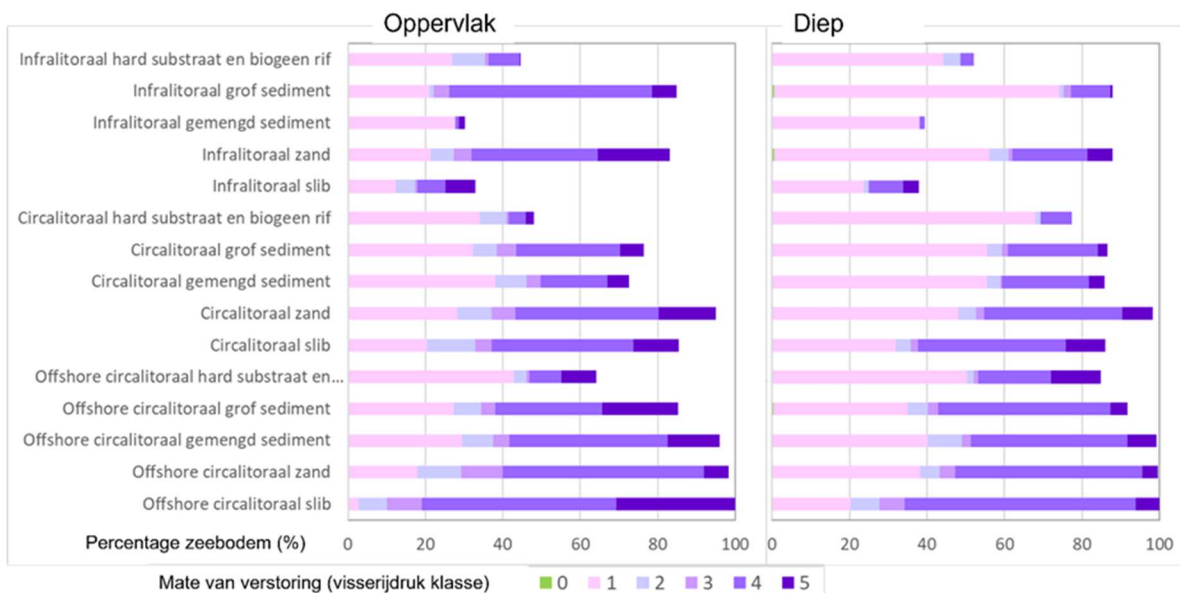
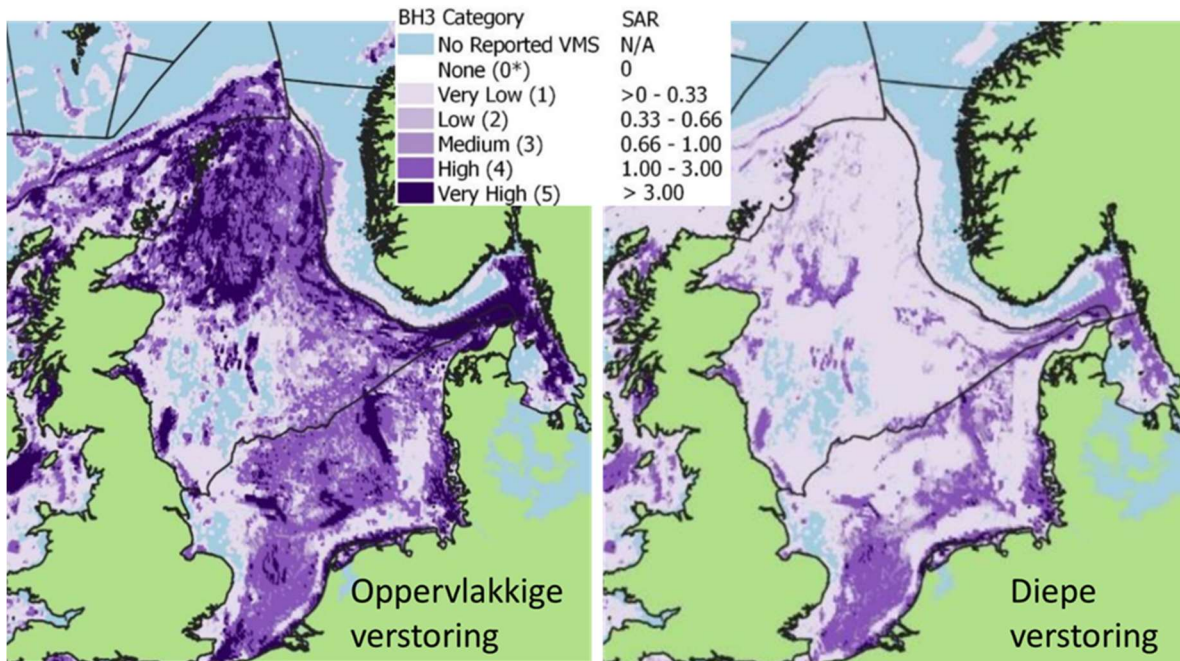
2. Structuren en activiteiten met effect op dynamiek in potentie leidend tot verstoring of verlies

De OSPAR BH4 methodiek (OSPAR, 2022; voornamelijk een kandidaat indicator waarvoor in de QSR2023 een proefbeoordeling van regio II 'Greater North Sea' is opgenomen; Schmitt et al., 2022) bestaat voornamelijk uit de berekening van verlies van habitat ten gevolge van aanleg/aanwezigheid windparken, olie- en gasplatforms, olie- en gasleidingen, fysieke bodemberoering door visserij, en grondstoffenwinning (substraat extractie). Niet als dusdanig aangemerkt, maar met de focus op 'sealed -' (afdekking) en 'unsealed loss' en daarbij voornamelijk effecten van fysieke bodemberoering meewegend, is de indicator met name gericht op de beoordeling van D6C1 en D6C4. In de praktijk gaan hydrografische verandering en fysieke bodemberoering vaak hand-in-hand en leiden activiteiten tot beiden waarbij echter het oppervlak met impact wel kan verschillen, en het onduidelijk kan zijn of de eventuele impact het gevolg van de één of de ander is. Sprekende over 'sealed loss' is al helemaal onduidelijk waar dit onder valt, en zien we in de praktijk (in meerdere omliggende landen) dat het verlies tot zowel D6 als D7 wordt gerekend. Op zich geen probleem zolang er bij de beoordeling van de habitat kwaliteitstoestand (D6C5), rekening mee wordt gehouden dat het 't zelfde verlies betreft, en een bepaald oppervlak niet dubbel wordt meegerekend (het ruimtelijke patroon, en daarmee de overlap van de gebieden is dus een belangrijk aspect om mee te nemen in een D6C5 beoordeling). De BH4 methodiek gaat uit van gestandaardiseerde oppervlaktes aan verlies te koppelen aan activiteiten en structuren. Daarnaast wordt afhankelijk van de activiteit en de veronderstelde gevoeligheid van het substraat, het risico op verlies van habitat ingeschat. Hierin volgt de BH4 in feite dezelfde werkwijze als de OSPAR BH3 methodiek (OSPAR, 2023) die voornamelijk de impact van fysieke bodemberoering door visserijactiviteiten (Matear et al., 2023a) en door substraatwinning (Matear et al., 2023b) beoordeeld, zij het dat het dan om het risico op verstoring in plaats van verlies gaat. In de Mariene Strategie deel 1, worden daar waar mogelijk de resultaten van BH4 en BH3 overgenomen ten behoeve van de beoordeling van respectievelijk D6C1/ C4 en D6C2/C3, maar worden daar waar additionele of meer gespecificeerde informatie aanwezig is, aanvullende beoordelingen voor het Nederlandse deel van de Noordzee uitgevoerd. Dit geldt ook voor aanvullende bronnen van verstoring (eventueel ook leidend tot verlies), zoals (periodiek onderhouden) vaargeulen, verdiepte loswallen, eventueel elektriciteitskabels, suppleties en strekdammen en landaanwinning. Daarin is de werkwijze in principe niet anders voor fysieke bodemverstoring als voor hydrografische effecten (hoewel impact uiteraard een uitwerking kan zijn door verandering in andere omgevingsvariabelen dan bij fysieke bodemberoering) zodat we voor zowel de uitwerking van D6C1-C4 als voor D7C2 op vergelijkbare wijze te werk gaan, en worden de genoemde bronnen ook overwogen in de uitwerking van D7C1 (Permanente wijziging hydrografische eigenschappen; Min IenW & Min LNV, 2024c) met de gedetailleerde achtergronden gepresenteerd in Van Dijk & Wijnhoven (2023).

2.1 Bodemberoerende visserij

Onder bodemberoerende visserij worden hier alle vormen van visserij met eventuele fysieke verstoring van de zeebodem, en de benthische habitats in het bijzonder, bedoeld. Bodemberoerende visserij kan leiden tot habitatverstoring (er wordt gesproken van impact op de habitat wanneer de mate van verstoring een bepaald niveau (drempelwaarde) overschrijdt) en zo ook kan verstoring uiteindelijk overgaan in habitatverlies. De mate van impact is afhankelijk van het type bodemberoering en de frequentie. De visserijmethodiek gaat gepaard met een veronderstelde intensiteit onder andere gereflecteerd in eventuele oppervlakte impact en 'diepere' impact. De frequentie (hoe vaak wordt een bepaald oppervlak gemiddeld beroerd) wordt respectievelijk uitgedrukt in SAR ('Swept Area Ratio') voor de bovenste 2 cm van de zeebodem en subSAR (>2 cm diep) voor de gemiddelde jaarlijkse visserij-intensiteit; o.a. Rijnsdorp et al. (2020). Verstoring onder invloed van bodemberoerende visserij wordt inzichtelijk gemaakt onder D6C2 en kan leiden tot impact (D6C3), bij veronderstelde grote impact met risico op habitatverlies (D6C1), met verlies per habitattype (D6C4). De OSPAR methodieken BH3 en BH4 werken met een classificering van het risico met onderscheid in geen, laag,

medium, hoog en eventueel zeer hoog risico, waarbij Nederland ten behoeve van de Mariene Strategie deel 1 aanhoudt dat een medium risico of hoger wordt gelijkgesteld aan dan wel verstering, dan wel verlies (afhankelijk van de specifieke beoordeling die het betreft). Hoewel bodemberoerende visserij in principe ook een hydrografische verandering teweeg zou kunnen brengen, wordt verondersteld dat de fysieke verstering velen malen groter is. Zodoende wordt verlies en verstering onder invloed van bodemberoerende visserij volledig onder D6 gevat (en niet extra onder D7 aangehaald), waar het in de praktijk ook effecten op afstand van de exacte sleepsporen (contactpunten) kan veroorzaken die wellicht (ook) hydrografische aspecten als vertroebeling waterkolom / lichtklimaat, sedimenttransport en bodemgesteldheid omvatten.



Figuur 1a. Bodemberoerende visserijdruk intensiteit (alleen schepen > 12 m), voor respectievelijk oppervlakkige en diepere verstering uitgedrukt in gemiddelde drukklasse en drukniveau in SAR (per jaar) gedurende de periode 2016 tot 2020 in de Noordzee; 1b. Percentage van de zeebodem per BHT dat een bepaalde mate van druk (in eerder genoemde gemiddelde drukklassen), met onderscheid in oppervlakkige en diepere verstering, ondervindt.

Tabel 1. Overzicht inschaling Brede Habitattypes met betrekking tot Hersteltijd in jaren en gevoeligheid (relatieve score) op basis van MarESA classificatie (Tyler-Walters, 2008) zoals toegepast in de OSPAR BH3 beoordeling (Matear et al., 2022a,b). Relatieve score voor veerkracht (Low, Medium, High) en voor resistentie (None, Low, Medium, High) per gedetailleerd habitatype (aantal aangeduid tussen haakjes) onder het betreffende BHT, omgerekend naar gemiddeld aantal benodigde jaren voor herstel en de gemiddelde relatieve gevoeligheid van het BHT aangeduid als gevoelig ('3') en minder gevoelig ('2').

EUNIS4 (code)	MSFD BHT (code)	Breed Habitatype	Veerkracht (Resilience) score*	Resistentie (Resistance) score**	Hersteltijd (jaren)	Gevoeligheid (Sensitivity) score
A5.13	MB32	Infralitoraal grof sediment	H(7)	H(3), M(4)	2	2
A5.23/A5.24	MB52	Infralitoraal zand	H(7), M(1)	M(2), L(5), H(1)	3	3
A5.33	MB62	Infralitoraal slib	M(2), H(4)	L(5), M(1)	4	3
A5.14	MC32	Circalitoraal grof sediment	H(5)	M(3), L(1), H(1)	2	2
A5.44	MC42	Circalitoraal gemengd sediment	M(3), L(1), H(1)	M(2), L(3)	8	3
A5.25/A5.26	MC52	Circalitoraal zand	M(1), H(3)	L(1), M(3)	3	3
A5.35	MC62	Circalitoraal slib	M(5)	L(4), M(1)	7	3
A5.15	MC32	Offshore circalitoraal grof sediment	H(2)	M(2)	2	2
A5.45	MD42	Offshore circalitoraal gemengd sediment	H(1)	M(1)	2	2
A5.27	MD52	Offshore circalitoraal zand	M(2)	L(1), M(1)	7	3
A5.37	MD62	Offshore circalitoraal slib	H(3), M(4)	L(4), M(2), N(1)	5	3

*Veerkracht: De classificatie kent de categorieën Low, Medium, High aangeduid met een hoofdletter, hetgeen een hersteltijd zoals aangegeven inhoud: L (>10-25 jaar = 18,5 jaar gemiddeld); M (>2-10 jaar = 6,5 jaar gemiddeld); H (1-2 jaar = 1,5 jaar gemiddeld); de gemiddelde hersteltijd van de aangeduide periode is gebruikt om op basis van de onderliggende gedetailleerdere habitats een gemiddelde hersteltijd voor het betreffende BHT te bepalen.

**Resistentie: None, Low, Medium, High; De gevoeligheid van het betreffende BHT wordt bepaald op basis van Tabel 2 waarbij het gemiddelde van de resistentie ('Resistance') scores in de betreffende veerkracht 'Resilience' kolom voor de onderliggende gedetailleerdere habitats voor het betreffende BHT wordt gebruikt.

De beoordeling op basis van BH3 (Matear et al., 2022a) maakt gebruik van de door ICES aangeleverde gemiddelde visserij-intensiteit-data ten behoeve van de QSR2023 voor de periode 2016-2020, en de ten behoeve van de ontwikkeling van de toestand te vergelijken periode 2009-2020. Dit is niet ideaal omdat de periode 2009-2020 de eerstgenoemde periode omvat en zodoende minder snel onverstoorde gebieden zal opleveren, en in geval van verplaatsing van visserijactiviteiten dit niet

de gemiddelde vergelijkbare intensiteit oplevert, maar waarschijnlijk een groter oppervlak met minder hoge intensiteit (wat qua impact niet hetzelfde is als hoge intensiteit in geconcentreerde gebieden). Figuur 1a toont de oppervlakte en diepere visserijdrukpatronen in de Noordzee volgens Matear et al. (2022a) als SAR-waarde (per ICES c-square = 0,05° x 0,05°), waarbij een visserijdruk van SAR >0,66 als medium druk wordt aangehouden, en SAR >1 als hoge visserijdruk. Op het niveau van EU MSFD Brede Habitattypes (BHTs) wordt verstoring van alle zandige en slibrijke habitattypes en circalitoraal gemengd slib verwacht bij SAR>0,66 en wordt de gevoeligheid van die BHTs aangeduid als categorie '3', zoals weergegeven in Tabel 1 op basis van Tyler-Walters (2008) en Matear et al. (2022a). Overige BHTs worden minder gevoelig geacht en aangeduid als gevoeligheid categorie '2', waarbij verstoring wordt verondersteld bij een visserijdruk van SAR >1. SAR en subSAR-waarden zijn overigens naar verwachting goed gecorreleerd (Van Loon et al., 2018) zoals ook valt op te maken uit Figuur 1b, zodat voor het totaalbeeld aan verstoring het volstaat om enkel de patronen in SAR-waarden te analyseren. Mate van verstoring door bodemberoerende visserij (op basis van BH3; Matear et al., 2022a) wordt op het niveau van BHTs onder D6C2 gerapporteerd (Figuur 1 toont de resultaten op het niveau van BHTs binnen de Zuidelijke Noordzee in Figuur 1b, die ook ten behoeve van de Mariene Strategie deel 1 worden overgenomen voor D6C2).

De veronderstelde impact op basis van visserijdruk in combinatie met gevoeligheid habitattype wordt weliswaar ook op BHT niveau gerapporteerd onder D6C3, maar de werkelijke beoordeling vindt waar mogelijk plaats op het niveau van gedetailleerdere habitattypen volgens classificatie en beoordeling Tyler-Walters et al. (2008). Tabel 1 laat zien dat er verschillen bestaan in veerkracht en resistentie, en daarmee in veronderstelde gevoeligheid zoals af te leiden uit Tabel 2, tussen habitattypen binnen BHTs. De combinatie van gevoeligheid (gevoeligheidskartering op basis van een zo gedetailleerd mogelijke habitatkartering) en de druk (in dit geval visserijdruk, zie D6C2) leidt tot de mate van aantasting van (ofwel schade aan) habitats door bodemberoerende visserij, die in eerste instantie in 10 categorieën wordt uitgedrukt van 0 (geen verstoring) tot 9 (zeer grote impact door hoge druk voor zeer gevoelig habitattype) (Matear et al., 2022a). De uitkomst is gemodelleerd en is een inschatting van de impact per ICES c-square (0,05° x 0,05° gridcel). Er is nog geen drempelwaarde voor de berekende impact-klassen vastgesteld waarboven schade wordt verondersteld, maar wel wordt er onderscheid gemaakt in de klassen: 'lage', 'matige' en 'hoge' impact, waarbij impactcategorieën 1-4 worden gezien als lage impact, 5-7 als medium impact en 8-9 als hoge impact (Matear et al., 2022a). Ten behoeve van de beoordeling van D6C3 wordt 'medium impact' gezien als het optreden van schade aan de betreffende habitat (en fungeert de overgang van impactklasse 4 naar 5 in feite als de voorlopige drempelwaarde voor D6C3). Zodoende kan het percentage geschade gridcellen per BHT worden bepaald.

Tabel 2. Gevoeligheidsmatrix waarin scores van BHT met betrekking tot resistentie en veerkracht worden gecombineerd (ten behoeve van Tabel 1) tot een gevoeligheidsscore tussen 1 en 5 met 5 meest gevoelig (volgens Tabel A2.5 van de OSPAR CEMP BH3; OSPAR, 2023).

Gevoeligheid		Veerkracht				
		Zeer laag (>25 jaar)	Laag (>10-25 jaar)	Medium (>2-10 jaar)	Hoog (1-2 jaar)	Zeer hoog (<1 jaar)
Resistentie	Geen	5	4	4	3	2
	Laag	4	4	3	3	2
	Medium	4	3	3	2	1
	Hoog	3	3	2	2	1

Specifieke beoordeling van impact op het niveau van gedetailleerde habitattypen wordt hier niet weergegeven; de beoordeling op basis van BH3 ten behoeve van de OSPAR QSR2023 (Matear et al.,

2023a) op het niveau van de Zuidelijke Noordzee wordt door Nederland voor rapportage onder D6C3 overgenomen. Het is de verwachting dat resultaten op het niveau van de Zuidelijke Noordzee representatief zullen zijn voor de situatie in het Nederlandse deel van Noordzee, waar er tevens ook geen gedetailleerdere gegevens (dan nu gebruikt) beschikbaar zijn om eventueel een aanvullende beoordeling op nationaal niveau uit te voeren.

Tabel 3. Waarschijnlijkheid van habitatverlies op basis van habitatkenmerken bestaande uit substraatsamenstelling en energieklimaat aan de zeebodem; naar Schmitt et al. (2022).

Waarschijnlijkheid van habitatverlies	Substraatype					
	Biogeen rif	Grof sediment	Slibrijk	Gemengd sediment	Zand	Geogeen rif
Energie aan de zeebodem						
Lage energie	Zeer hoog	Hoog	Medium	Medium	Laag	Geen
Matige / hoge energie	Zeer hoog	Medium	Hoog	Medium	Laag	Geen

In geval van intensieve verstoring kan de impact dusdanig groot worden, dat over habitatverlies dient te worden gesproken. Er is sprake van habitatverlies wanneer verstoring leidt tot een overgang naar een alternatief habitatype waarbij dit naar verwachting 12 jaar of langer aanhoudt (ICES, 2019; Schmitt et al., 2022). Het kan hier gaan om gedetailleerde 'Other Habitat Types' (OHTs) die dusdanig intensief worden verstoord dat er een alternatief habitatype voor in de plaats komt, maar in de huidige beoordelingen gaat het voornamelijk om BHTs die overgaan in alternatieve BHTs. De OSPAR proef BH4 beoordeling (OSPAR, 2022; Schmitt et al., 2022) maakt gebruik van een standaard afweging met betrekking tot de waarschijnlijkheid van habitatverlies op het niveau van BHTs, gebaseerd op de veronderstelde gevoeligheid van het habitatype op basis van substraat en energieklimaat aan de zeebodem (Tabel 3), om vervolgens de waarschijnlijkheid van habitatverlies te combineren met klassen van intensiteit aan bodemberoerende visserijdruk (Tabel 4). In geval het risico op habitatverlies als matig tot hoog wordt beoordeeld, wordt in de huidige beoordeling ten behoeve van D6C1 en D6C4 (en ook in de OSPAR BH4 beoordeling ten behoeve van het QSR2023; Schmitt et al., 2023) de betreffende gridcel (ICES c-square) als verloren beschouwd.

Tabel 4. Risico op habitatverlies onder invloed van bodemberoerende visserij uitgaande van de gevoeligheid van het brede habitatype, waarbij de visserij-intensiteit de gemiddelde waarde voor een 6-jarige periode betreft; naar Schmitt et al. (2022).

Risico op habitatverlies	Waarschijnlijkheid van habitatverlies			
	Laag	Matig	Hoog	Zeer hoog
Bodemberoerende visserij-intensiteit				
SAR = 0	Geen	Geen	Geen	Geen
SAR ≤ 8	Geen	Geen	Laag	Medium
SAR > 8-16	Geen	Laag	Medium	Hoog
SAR > 16	Laag	Medium	Hoog	Hoog

De beoordeling van D6C1-C4 betreft het geheel aan structuren en verstorende activiteiten; hier berekende van visserij afkomstige verstoring wordt in de beoordeling gecombineerd met andere verstoringen. D6C2 en D6C3 behandelen enkel (tijdelijke) verstoring, zodat het verlies (ook wel

(semi)permanente fysieke verstering), zijnde de resultaten van D6C1 (en D6C4) van het resultaat van D6C2/C3 wordt afgetrokken.

2.2 Substraatwinning

De werkwijze voor de beoordeling van de effecten van de winning van substraten (zand of schelpen, maar in principe ook grind) is dezelfde. In Nederland gaat het voornamelijk om zandwinning; de exacte winlocaties van schelpen zijn niet bekend (alleen in welke gebied deze eventueel gewonnen kunnen worden) zodat die winning momenteel buiten beschouwing wordt gelaten. Evenals voor intensieve bodemberoerende visserij, is er sprake van habitatverlies wanneer er naar verwachting sprake is van het onder invloed van de winning overgaan in een ander habitatype en dat dit ten minste 12 jaar in stand zal blijven ('unsealed loss'; ICES, 2019; Raicevich & Korpinen, 2022). Zo ook wordt voor de berekening van fysiek verlies (D6C1/C4) de methodiek volgens OSPAR BH4 gevolgd. Daarbij is het risico op verlies ingeschaald op basis van de gevoeligheid van een substraattype en het energieniveau aan de zeebodem volgens de EU MSFD Brede Habitat kartering (EUSeaMap, 2021; Vasquez et al., 2021) zoals weergegeven in Tabel 3. Het risico op verlies wordt gecombineerd met de verwachte versteringsintensiteit (in SAR 'Swept Area Ratio': het gemiddeld aantal keer verstoord per jaar) per winningsmethodiek zoals aangegeven in Tabel 5. Daarbij wordt het risico op verlies ingeschaald als 'geen risico', 'laag risico', 'medium risico' of 'hoog risico' per winvak, waarbij een medium of hoog risico op verlies in de beoordeling gelijk wordt gesteld aan habitatverlies onder D6C1/C4.

Tabel 5. Risico op verlies van habitat (BHT) op basis van wintechniek en intensiteit (drukkniveau) in combinatie met het sedimenttype en veronderstelde gevoeligheid gebaseerd op de OSPAR BH4 proef indicator (Schmitt et al., 2022; OSPAR, 2023).

Risico op verlies	Sedimenttype			
	Slib	Zand	Gemengd sediment	Grof sediment
Winmethodiek (en drukkniveau)				
<i>Trailer suction dredging</i> (SAR≤8)	Laag	Geen	Geen	Laag
<i>Trailer suction dredging</i> (SAR>8-≤16)	Medium	Geen	Laag	Medium
<i>Trailer suction dredging</i> (SAR>16)	Hoog	Medium	Medium	Hoog
<i>Screening</i>	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog
<i>Anchor dredging</i>	Hoog	Hoog	Hoog	Hoog

Aangezien Nederland er niet in is geslaagd om tijdig gedetailleerde informatie met betrekking tot substraatwinning aan te leveren voor het QSR2023, is de beoordeling op basis van BH4 (ten behoeve van het QSR2023) uitgegaan van het totaal gewonnen volume substraat verdeeld over de wingebeden met vergunning in 2019 (als representatief jaar voor periode 2016-2021). Ten behoeve van de beoordelingen voor de Mariene Strategie deel 1 kon wel gebruik worden gemaakt van gedetailleerde win-informatie in de vorm van gewonnen volume per winvak per jaar tot en met 2021. Zodoende is een aanvullende analyse specifiek met betrekking tot het Nederlandse deel van de Noordzee uitgevoerd volgens de systematiek van de OSPAR BH3 en BH4 indicatoren, en wordt dus naast verlies ook gekeken naar verstering (t.b.v. D6C2). Aangezien het oppervlak van wingebeden bekend is, kan worden bepaald wat de gemiddelde diepte van de winning in het betreffende gebied is. Het aantal centimeters dat is gewonnen kan vervolgens worden uitgedrukt in het aantal keer dat het betreffende gebied gemiddeld wordt beroerd per jaar (het drukkniveau). Daarbij komt winning van 0,5 meter substraat overeen met SAR=1 (Schmitt et al., 2022). Of zandwinning ook werkelijk leidt tot

verstoring is afhankelijk van drukk niveau en gevoeligheid van de habitat. Hierbij wordt evenals voor bodemberoerende visserij uitgegaan van de gevoeligheid per BHT volgens Tabel 1. Aangezien er enkel sprake is van 'matig gevoelige' en 'minder gevoelige' ('gevoeligheids-scores' 3 en 2) en niet van gevoelige en zeer gevoelige habitattypes (hetgeen wel het geval zou kunnen zijn bij beoordeling van specifieke bedreigde habitattypes aangeduid met 'Other Habitat Types; OHTs') wordt verondersteld dat de gemeenschappen weinig verstoring ondervinden van een laag drukk niveau (SAR in de range van $>0,33 \leq 0,66$) bij ondiepe zandwinning (windiepte < 2 meter). De gemeenschappen van BHTs met gevoeligheid '3' zullen worden verstoord bij een 'medium' drukk niveau (SAR $> 0,66 \leq 1,00$) of hoger, en die van BHTs met gevoeligheid '2' vanaf een hoog drukk niveau (SAR $> 1,00$). De verstoring betreft de jaren met aangemerkte drukk niveaus gevolgd door de habitat-specifieke hersteltijd zoals aangeduid per BHT in Tabel 1. Ook voor (middel)diepe winning wordt de verstoring op dezelfde manier berekend, maar wordt eerst bepaald of er mogelijk geen sprake is van gemiddeld tot hoog risico op permante verstoring (> 12 jaar) wat dan wordt aangeduid als habitatverlies (zie Tabel 5). Aangezien SAR=1 overeenkomt met een verdieping van ongeveer 0,5 meter is er bij benadering sprake van habitatverlies bij > 4 meter verdieping per jaar voor wat betreft slib en grof sediment habitat, en > 8 meter verdieping per jaar voor wat betreft zand en gemengd sediment habitat. Wanneer de totale verdieping > 6 meter betreft in geval van slib en grof sediment habitat of > 12 meter in geval van zand en gemengd sediment dan wordt dat ook als (permanent) verlies van BHT aangemerkt.

Naast fysieke verstoring ten gevolge van substraatwinning (D6C2) eventueel leidend tot verlies (D6C1/C4), kan er sprake zijn van hydrodynamische veranderingen. Er wordt verwacht dat hydrodynamische veranderingen beperkt zijn tot het wingebed en van tijdelijke aard zijn bij ondiepe winning. Bij (middel)diepe winning kunnen veranderingen in potentie van permanente aard zijn en worden als dusdanig aangemerkt onder D7C1. Het oppervlak aangetast habitat onder invloed van hydrografische wijziging (D7C2) wordt op dezelfde manier als hierboven bepaald ten behoeve van D6C2 berekend en geeft dus hetzelfde resultaat (fysieke en hydrografische verstoring niet te onderscheiden), waarbij onder D7C2 het eventueel verloren habitat wel wordt meegerekend, maar onder D6C2 niet, omdat het verlies daar specifiek onder D6C1/C4 wordt vermeld.

Vooralsnog wordt er geen onderscheid gemaakt in zandwinning en verdiepte loswallen. Verdiepte loswallen zijn ook gebieden waar verdieping (substraatwinning) plaatsvindt en kan worden bepaald of dit tot verlies of verstoring leidt. Wel wordt op die manier een eventueel additioneel effect van het dumpen van slib vooralsnog buiten beschouwing gelaten. Het is de verwachting dat dit voor het verdiepte gebied niet zoveel uitmaakt omdat daar de verstoring sowieso al als hoog of zelfs als habitatverlies wordt beschouwd, maar eventuele effecten op de omgeving blijven vooralsnog buiten beschouwing. Hoewel ook vaargeulen periodiek zullen worden onderhouden (verdiept) en een vergelijkbaar effect als bij substraatwinning te verwachten is, worden vaargeulen apart behandeld.

2.3 Vaargeulen

Zoals hierboven aangegeven, is het onderhoud van vaargeulen in principe vergelijkbaar met zandwinning, waar periodieke verdieping plaatsvindt. Echter omdat het 'gewonnen' volume in vaargeulen niet als zodanig wordt gerapporteerd, en ook het profiel van een vaargeul veelal grotere overgangen kent dan een winput of wingebed, en er daarnaast verstoring van delen door vaarbewegingen en ankeren te verwachten zijn, worden vaargeulen afzonderlijk behandeld. Vooralsnog zijn enkel de Euro-Maasgeul en de IJgeul als vaargeulen aangemerkt waar mogelijk verlies en verstoring optreden door frequente onderhoudswerkzaamheden. De verwachting is echter dat er in potentie meer vaargeulen zijn waar verstoring door verdieping kan plaatsvinden. In relatie tot de ligging van vaargeulen (op de kaart) wordt onderscheid gemaakt in de geul zelf, de draaiplaats en het ankergebied en de berm. Eerstgenoemde gebieden die frequent worden verdiept worden gezien als gebieden met habitatverlies (D6C1/C4 en D7C2), de berm wordt aangemerkt als een gebied potentieel onderhevig aan hydrografische verstoring (D7C2).

2.4 Leidingen

Zowel kabels als pijpleidingen kunnen potentieel leiden tot verlies of verstoring van habitat. Buiten de afdekking van kabel en leidingtrajecten en of de fysieke impact op de bodem bij ingraven (D6C1/C4) is de verwachting dat de hydrografische verstoring zich beperkt tot dikkere leidingen (D7C2). Daarvoor wordt in lijn met identificatie van permanente verstoring (D7C1) aangehouden dat habitats mogelijk kunnen worden aangetast door hydrografische wijzigingen wanneer pijpleidingen groter dan 40 cm in diameter zijn. Behalve dat deze grotere leidingen uiteraard veranderingen in bodemschuifspanning en sedimentatie-erosie patronen te weeg kunnen brengen, worden de dikkere leidingen normaal gesproken ook (deels) op de zeebodem geplaatst, terwijl dünnere leidingen en kabels veelal meer in de bodem worden gelegd. Het impactgebied voor permanente hydrografische verstoring (D7C1) is driemaal de diameter van de pijpleiding (in overeenstemming met berekening habitatverlies voor de OSPAR QSR2023 BH4 proefbeoordeling; Schmitt et al., 2022). Omdat voor kabels en kleinere leidingen er nauwelijks sprake zal zijn van hydrografische verandering worden deze enkel in de berekening van verlies (en eventueel herstel na verwijdering) ten behoeve van D6C1/C4 meegenomen.

Ook voor wat betreft de dikkere pijpleidingen komt het habitatverlies ten gevolge van hydrografische verandering dus in feite overeen met het habitatverlies ten gevolge van fysieke verstoring ('sealed loss') plus habitatverlies in de directe omgeving. In potentie kan herstel van eerder verloren habitat plaatsvinden wanneer leidingen worden verwijderd voor wat betreft het hydrografische impactgebied. Voor de grotere pijpleidingen zal er nog verlies in de vorm van 'sealed loss' blijven bestaan, omdat de lokaal aanwezige harde afdeklaag niet wordt verwijderd, en het door graafactiviteiten vernietigde habitat niet herstelt. Hetgeen herstelt (de habitat-specifieke hersteltijd van Tabel 1 in ogenschouw nemende) is een gebied dat 2x de diameter van de leiding beslaat (restant is verlies onder D6C1/C4 en D7C1). Het herstellende gebied na verwijdering pijpleiding is gedurende de hersteltijd verstoord gebied onder D7C2 (waar uiteraard ook de verloren habitat met de diameter van de (voormalige) pijpleiding wordt gerapporteerd). Er zijn tot op heden geen grotere pijpleidingen verwijderd, zodat herstelberekeningen op dit moment voor D7C2 nog niet nodig zijn geweest.

In een aantal gevallen is de diameter (benodigd voor de bepaling van het impact gebied) van specifieke kabels en leidingen niet gerapporteerd. In die gevallen is de diameter geschat op basis van de lengte volgens Tabel 6.

Tabel 6. Veronderstelde (en in beoordeling toegepaste) diameter van pijpleidingen op basis van lengte in geval diameter onbekend is (op basis van lengte-diameter relatie uit draft CEMP BH4 (OSPAR, 2022)).

Lengte (km)	Standaard diameter (cm)
0-1	15
>1-10	20
>10-20	25
>20-50	30
>50-100	51
>100-200	76
>200-500	84
>500	107

2.5 Platforms

De impact van olie- en gasplatforms op de hydrografische omstandigheden is afhankelijk van het type platform en of het platform nog actief is. Enerzijds bepaald de structuur in de waterkolom het effect op het energieklimaat aan de bodem (bodemschuifspanning) en daarmee beïnvloeding van sedimentatie-erosie processen (D6C1/C4 en D7C2). Anderzijds wordt de omgeving beïnvloed door het vrijkomen

van boorgruis wanneer het platform actief is. In principe wordt hier een habitatverlies van 0,031416 km² aangehouden per actief platform (als een ovaal gebied rond het platform in de richting van de dominante stroming) in overeenstemming met de OSPAR QSR2023 BH4 proefbeoordeling (Schmitt et al., 2022). Dit is ook de impactzone per platform zoals aangehouden onder D7C1 (Van Dijk & Wijnhoven, 2023). Wel dient te worden opgemerkt dat onder D7C1 op dit moment het verdeelstation van windparken onder de platforms wordt gerekend (het is in principe ook een platform op poten), maar dat het onder D7C2 bij de windturbines wordt gerekend, omdat door de ligging in de nabijheid van windturbines het platform van belang kan zijn in het gezamenlijke effect van een groot aantal structuren op de hydrografische omstandigheden.

Wanneer een platform inactief wordt, zal de beïnvloeding van de omgeving door boorgruis en gerelateerde stoffen afnemen, en wordt een standaard habitatverlies per type platform aangehouden (D6C1/C4 en D7C2). Daarbij onderscheid makend in ‘monopiles’, platforms met 3 of 4 poten, platforms met 6 of 8 poten, en platforms met meer dan 8 tot 12 poten. Het standaard habitatverlies per inactief platform van de genoemde typen is dan respectievelijk 0,000707 km², 0,001257 km², 0,001963 km² en 0,002827 km² (volgens Schmitt, 2022). Het restant van het voormalig verloren gebied van de tijd dat het platform nog actief was, wordt voor het jaar na buitenwerkstelling als tijdelijk verstoord beschouwd, voor de duur van de BHT specifieke hersteltijd volgens Tabel 1. Helaas is het jaar van buiten werking stelling veelal onbekend, zodat uiteindelijk gerekend is met de platforms als zijnde allen actief (dus 0,031416 km² habitatverlies per platform).

Tabel 7. Voetafdruk van verschillende typen platforms (volgens draft OSPAR CEMP BH4; OSPAR, 2022). Impactgebied initieel bepaald ten behoeve van permanente fysieke verstoring (habitatverlies), maar volgens de beschrijving ook mede naar hydrografische veranderingen refererend.

Activiteit	Structuur	Buffer	Oppervlak aan fysiek verlies
Olie- en gasplatforms - operationeel	Fysieke structuur en impact van boorgruis	100 m	31.416 m ²
Olie- en gasplatforms - inactief (enkel infrastructuur)	Monopile	15 m	707 m ²
	Jacket met 3 of 4 poten	20 m	1.257 m ²
	Jacket met 6 of 8 poten	25 m	1.963 m ²
	Jacket met 12 poten of gravity-base	30 m	2.827 m ²

Recente verwijdering van platforms is meestal wel bekend. Met de verwijdering verminderd het hydrografisch beïnvloedde gebied substantieel, maar het is niet zo dat na verwijdering alle impact weg is. De fundering blijft (duidelijk zichtbaar) achter omdat in feite de poten worden ‘afgezaagd’. Het hydrografisch verstoorde gebied (D7C2) wordt na verwijdering teruggebracht tot de fundering en de direct omgeving, ook het gebied gekenmerkt door ‘sealed loss’ en fysieke verstoring leidend tot verlies (onder D6C1/C4). Er wordt aangehouden dat de in Tabel 7 gerapporteerde maat voor de buffer, ook bij benadering overeenkomt met de diameter voor de fundering plus direct beïnvloedde omgeving. Op basis daarvan kan het impactgebied met habitatverlies voor het verwijderde platform worden berekend, hetgeen komt op 0,00018 km², 0,00031 km², 0,00050 km² en 0,00071 km² voor de eerder genoemde typen platforms. De reductie van het verliesgebied wordt gezien als tijdelijk verstoord afhankelijk van het BHT voor een periode van de hersteltijd (Tabel 1).

Het zicht op in het (verre) verleden verwijderde platforms is beperkt, omdat na verwijdering de platforms al snel buiten de rapportage worden gehouden. Zodoende lijkt een goede schatting te kunnen worden gemaakt van de ontwikkelingen met betrekking tot habitatverlies voor de recentere jaren, maar zal enige onderschatting voor het verleden (voor 2010) plaatsvinden omdat het niet in de

database opnemen van verwijderde platforms suggereert dat er na verwijdering totaal geen habitatverlies meer is (wat niet het geval is).

2.6 Windturbines

Hydrodynamische veranderingen onder invloed van de aanleg van windmolenparken met mogelijke impact op de benthische habitatkwaliteit (en de benthische gemeenschappen in het bijzonder) volgen uit D7C1. De verandering in de getijde amplitude lijkt dusdanig gering dat niet direct versturende effecten op de benthische habitats worden verwacht. Daar komt bij dat er momenteel geen zicht is op eventueel effect van golfslag op de resulterende bodemschuifspanning, dus mocht er een effect zijn dan is dat effect momenteel niet kwantificeerbaar. Veranderingen in residuele stroming komen naar verwachting terug in de veranderingen in bodemschuifspanning.

2.6.1. Veranderde bodemschuifspanning

De verandering jaarlijks gemiddelde bodemschuifspanning is wellicht beperkt (in de orde van grootte van 0-0,03 N/m²) in vergelijking met het heersend energieniveau aan de bodem (van 0,2-1,2 N/m²) in de gebieden met bestaande windmolenparken (Zijl & Laan, 2022). Het gaat hier echter over gemiddelden. Legrand et al. (2018) laten zien dat er op kleinere schaal sprake kan zijn van een substantiële afname van de bodemschuifspanning in het verlengde van de palen terwijl er sprake is van toename in het gebied tussen de palen, in de orde van grote waarmee condities in de nieuwe situatie als laag energetisch of juist matig energetisch worden aangemerkt terwijl dat voorheen juist andersom was. Hoewel ook Legrand (2018) nog geen aanwijzingen heeft dat de waargenomen veranderingen een impact hebben op de bodemgemeenschappen (de onderzochte BHTs behoren wel tot de minder gevoelige; volgens Tabel 1), lijkt het voor de hand liggend dat de combinatie van veranderingen in bodemschuifspanning en sedimentatie-erosie en ook lichtklimaat ten minste voor tijdelijke verstoring van de gemeenschappen leidt.

De door Legrand (2018) voorgestelde zone van 0,015 km² (als ovaal gebied van 100-150 meter lang in de richting van de hoofdas van de getijde en 30-50 meter breed) wordt hier als tijdelijk verstoord gebied aangehouden voor de duur van de aanleg van het windmolenpark plus het BHT-specifieke aantal jaren geraamd als hersteltijd indien gevoeligheid BHT wordt ingeschaald als score '3'; hersteltijd en gevoeligheid per BHT weergegeven in Tabel 1. Gezien het relatief beperkte oppervlak en onzekerheden in exacte omvang in ligging (richting, vorm) van de impactzone, maar ook onzekerheden in de habitatkartering, wordt het BHT op de locatie van een windmolen als het representatieve BHT voor de gehele impactzone van die windmolen aangehouden (en wordt een impactzone niet verder opgedeeld in het enkele geval dat ook een alternatief BHT in de directe omgeving aanwezig is).

2.6.2. Veranderingen in stratificatie

Naast de hierboven aangeduide effecten die zijn samen te vatten onder veranderende bodemschuifspanning is er wellicht impact van veranderingen in stratificatie op de benthische gemeenschappen te verwachten. In D7C1 (zie Van Dijk & Wijnhoven, 2023) wordt de verandering in saliniteitsverschil en temperatuurverschil tussen bodem en wateroppervlak uitgezet als resultaat van de modellering door Zijl & Laan (2022). Op zich zegt de verandering van stratificatie (de verandering in het saliniteits- of temperatuurverschil) nog niet zo veel over eventuele effecten, omdat pas effecten op de benthische gemeenschappen worden verwacht in gebieden waar ten minste gedurende een bepaalde periode van het jaar sprake is van stratificatie, en de verandering van het verschil leidt tot verandering van de periode met stratificatie. Met betrekking tot saliniteitsstratificatie speelt dit voornamelijk in de kustgebieden en nabije offshore (gebied aangeduid als 'Rhine ROFI'; regio met zoetwater invloed). Het effect lijkt te zijn dat de stratificatie toeneemt ten zuidwesten van met name windmolenpark Hollandse Kust Zuid en afneemt in en rond de windparken Hollandse Kust Zuid en Hollandse Kust Noord. Het betreft hier echter voornamelijk windmolens die nog dienen te worden

geplaatst, of waarvan de aanleg eind 2021 en in 2022 (Hollandse Kust Zuid) is gestart (Wijnhoven et al., 2022). Zodoende wordt er op dit moment (periode 2016-2021) geen effect van veranderde saliniteitsstratificatie op benthische gemeenschappen verwacht. Daarnaast is ook de vraag wat afname van stratificatie in het betreffende gebied voor benthische gemeenschappen betekent. Absolute saliniteitsverschillen lijken te beperkt om werkelijke veranderingen in de soortensamenstelling van de benthische gemeenschappen te bewerkstelligen. De nutriëntentoevoer naar de zeebodem lijkt met of zonder saliniteitsstratificatie sowieso groot (zeker niet beperkend). Weliswaar kan door opheffen stratificatie in potentie meer primaire productie vanuit de toplaag de bodem bereiken (maar ook de stromende onderlaag zal een overvloed aan voedsel bevatten). Daar komt bij dat toename in zwevend stof gehalte de primaire productie in de waterkolom juist kan laten afnemen (Zijl et al., 2021). Verder onderzoek dient te verduidelijken of effecten ten gevolge van verandering saliniteitsstratificatie (in de toekomst) kunnen worden verwacht. De zuurstoftoevoer in het dynamische gebied lijkt ook geen probleem. Temperatuurstratificatie-verschillen zijn vooral waarneembaar in het gebied van het Gemini windmolenpark en een gebied ten noorden en noordwesten hiervan. Hoewel temperatuurverschillen in absolute waarde niet eens zo groot lijken, laat de modellering in de vorm van tijdreeksen met betrekking tot temperatuurstratificatie zien dat in en rond windmolenpark Gemini de plaatsing van windmolens mogelijk heeft geleid tot een reductie van de periode met (zomer)stratificatie (op basis van 0,5 °C verschil als drempelwaarde voor stratificatie) van 30 tot 80% (Zijl & Laan, 2022). Dat is substantieel en kan tot gevolg hebben dat de originele gemeenschappen aangepast aan periodes met lage zuurstofconcentraties en beperkte voedseltoevoer (waaronder typische en kenmerkende soorten van het gebied) geleidelijk kunnen worden vervangen door meer generieke soorten. Dit heeft naar verwachting gevolgen voor diverse ecologische functies en de diversiteit, en dient te worden gezien als achteruitgang in kwaliteit van de benthische gemeenschappen. Hoewel specifiek onderzoek naar het omslagpunt noodzakelijk is, gaan we er van uit dat een 20% reductie in de jaargemiddelde stratificatie (verschil in temperatuur tussen oppervlak en bodem) kan leiden tot substantiële verandering in de stratificatieduur en daarmee op de samenstelling van de benthische gemeenschappen als afgeleide van de kwaliteit van het benthische habitat.

3. Resultaten & discussie

3.1 Bodemberoerende visserij

Het totale verlies (ten minste medium risico op verlies; onderdeel van resultaat D6C1)) aan habitat wordt voor de Zuidelijke Noordzee geschaald op 1653 km² hetgeen overeenkomt met zo'n 0,8% van het totale beschikbare oppervlak (206611 km²). Het combineren van de aangeduide verloren gebieden (kartering) met de begrenzing van het Nederlandse deel van de Noordzee levert op dat het om ongeveer 201 km² aan offshore circalitoraal slibrijk habitat gaat. Dit komt overeen met ongeveer 1,5% van het betreffende BHT waarvan zo'n 13726 km² beschikbaar is in het Nederlandse deel van de Noordzee (onderdeel van resultaat D6C4). Dient te worden opgemerkt dat er een beperkt beeld is van de aanwezigheid van biogene riffen in het Nederlandse deel van de Noordzee, en dat de kans groot is dat een aanzienlijk deel van voormalige aanwezige biogene riffen al verloren is, zodat met name in relatie tot die categorieën (betreffende BHTs bestaande uit biogeen rif) het (historische) verlies in het Nederlandse deel van de Noordzee sterk zal worden onderschat.

Tabel 8. Verwachte verlies in procenten per BHT ten gevolge van de huidige (2016-2020) visserijdruk in de Zuidelijk Noordzee (volgens Schmitt et al., 2022), waarbij ten behoeve van de huidige beoordeling (D6C1/C4) de habitat als verloren wordt aangemerkt indien het risico hierop ten minste als 'medium' wordt ingeschaald.

BHT	Verlies door bodemberoerende visserij			
	Geen verlies (%)	Laag risico (%)	Medium risico (%)	Hoog risico (%)
Infralitoraal hard substraat	100	0	0	0
Infralitoraal biogeen rif	28	0	72	0
Infralitoraal grof sediment	99,3	0,7	0	0
Infralitoraal gemengd sediment	99,8	0,2	0	0
Infralitoraal zand	100	0	0	0
Infralitoraal slib	77	22,7	0,3	0
Circalitoraal hard substraat	100	0	0	0
Circalitoraal biogeen rif	47,8	0	52,2	0
Circalitoraal grof sediment	99,5	0,2	0,2	0
Circalitoraal gemengd sediment	99,3	0,6	0,1	0
Circalitoraal zand	99,8	0,2	0	0
Circalitoraal slib	14,2	83,1	2,7	0
Offshore circalitoraal hard substraat	100	0	0	0
Offshore biogeen rif	28,3	0	71,7	0
Offshore circalitoraal grof sediment	95,4	3,6	1	0
Offshore circalitoraal gemengd sediment	98,4	1,1	0,4	0
Offshore circalitoraal zand	99,9	0,1	0	0
Offshore circalitoraal slib	3,4	93,7	2,9	0

In de Zuidelijke Noordzee is het verlies van BHTs onder invloed van bodemberoerende visserij voor de meeste habitats relatief beperkt, maar voor offshore circalitoraal - en circalitoraal slibrijk habitat, substantieel, gezien de drempelwaarde van maximaal 2% verlies per BHT (Raicevich & Korpinen, 2022), die daar wordt overschreden (Tabel 8; onderdeel van beoordeling D6C4). Nog veel ernstiger is het gesteld met de biogene riffen (3 BHTs) die voor meer dan de helft (circalitorale zone), en in de infralitorale - en de offshore circalitorale zone voor bijna driekwart verloren zijn gegaan. Het is de

verwachting dat de toestand voor de 3 laatstgenoemde BHTs niet beter zal zijn in het Nederlandse deel van de Noordzee.

Tabel 9. Veronderstelde impact van bodemberoerende visserij op BHTs in de Zuidelijke Noordzee. Indicatie van het percentage oppervlak per BHT behorende tot het aangeduide impactniveau in de periode 2016-2020 (naar Matear et al., 2022a), waarbij met betrekking tot de D6C3 beoordeling schade wordt verondersteld als het impactniveau ten minste medium is.

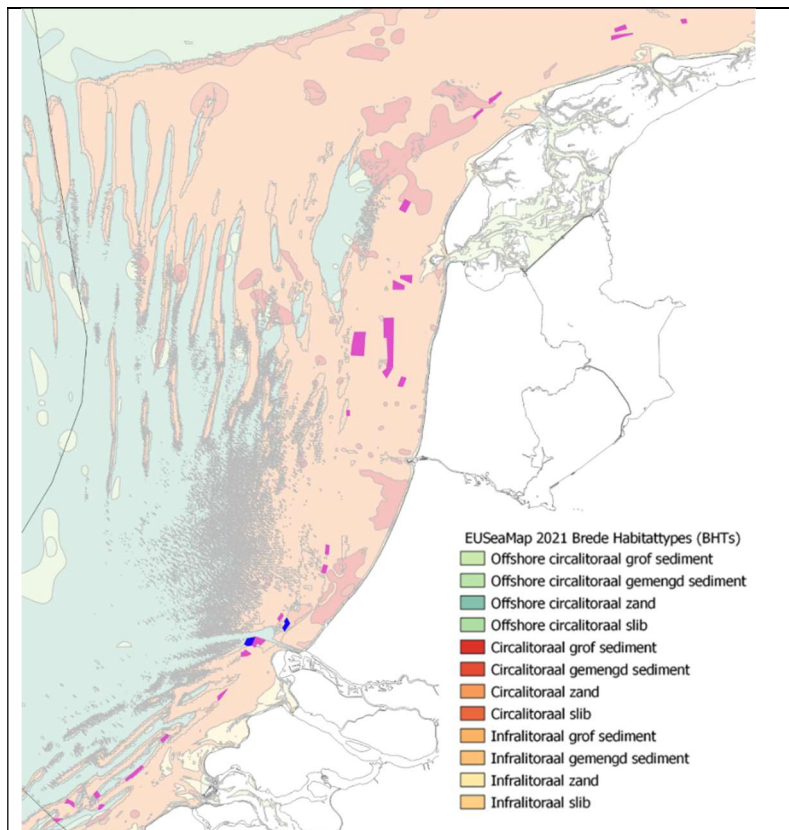
BHT	Impact van bodemberoerende visserij				
	Hoog (%)	Medium (%)	Laag (%)	Geen impact	Niet beoordeeld
Infralitoraal hard substraat en biogeen rif	8,1	32,8	3,5	55,5	0
Infralitoraal grof sediment	0	7,7	77,2	15,1	0
Infralitoraal gemengd sediment	2,6	27,5	0,2	69,7	0
Infralitoraal zand	16,7	39,3	27,1	16,8	0
Infralitoraal slib	11,2	4,6	17,2	67,1	0
Circalitoraal hard substraat en biogeen rif	6,0	19,1	22,9	52,0	0
Circalitoraal grof sediment	0,2	37,9	38,4	23,5	0
Circalitoraal gemengd sediment	21,7	16,0	34,9	27,4	0
Circalitoraal zand	0,3	56,3	38,4	5,0	0
Circalitoraal slib	28,9	26,9	29,7	14,5	0
Offshore circalitoraal hard substraat en biogeen rif	17,4	38,8	1,4	35,8	6,7
Offshore circalitoraal grof sediment	0	4,7	80,6	14,7	0
Offshore circalitoraal gemengd sediment	13,4	13,3	69,3	4,1	0
Offshore circalitoraal zand	2,1	67,4	28,8	1,6	0
Offshore circalitoraal slib	81,1	16,0	2,8	0,1	0

Vooralsnog wordt er door Nederland geen drempelwaarde voor het (maximale) percentage oppervlak dat in geschade toestand mag verkeren, gehanteerd. Echter, afgaande op de huidige voorstellen (waarbij de kwaliteitsdrempelwaarde voor een wel/niet geschade toestand enkel kwalitatief beschreven wordt) valt te verwachten dat maximaal 25% per BHT in geschade toestand kan verkeren voor het behalen van een goede kwaliteitstoestand onder D6C5. De resultaten van Tabel 9 laten zien dat voor 12 van de 15 BHT dit percentage (percentage met medium of hoge impact) enkele op basis van bodemberoerende visserij wellicht al niet wordt gehaald.

3.2 Substraatwinning

Volgens de analyse voor het Nederlandse deel van de Noordzee, leidt zandwinning tot 0,018% aan habitatverlies (D6C1/C4, D7C2) op het totaal aan zeebodem (zie Figuur 2 voor positionering gebieden). Het habitatverlies ten gevolge van zandwinning (inclusief de verdiepte loswallen) in de afgelopen perioden ten opzichte van de situatie voor 2010 is iets toegenomen (Figuur 3). Het gaat in totaal om 10,45 km² (0,02% van de zeebodem), maar voor het circalitorale slib wel om 0,54% (2,90 km²) van het totale areaal. Voor de offshore habitattypes die het betreft gaat het om 0,02% van het totaal (respectievelijk 4,87 en 2,69 km² voor het zandige en het slibrijke habitatype). Wanneer zandwinning voornamelijk ondiep blijft is de verwachting dat het habitatverlies de komende jaren ondanks een grotere vraag voor kustverdediging, slechts zeer beperkt zal toenemen. Het gaat hier waarschijnlijk vooral om verdiepte loswallen waar slib wordt gedumpt, en die in de habitatkartering nu als slibrijk habitat worden aangemerkt. In feite gaat het om zandig habitat uit het verleden. Daarnaast is het mogelijk dat de huidige habitatkartering (EUSeaMap, 2021) nog niet overal accuraat is. Diepe of

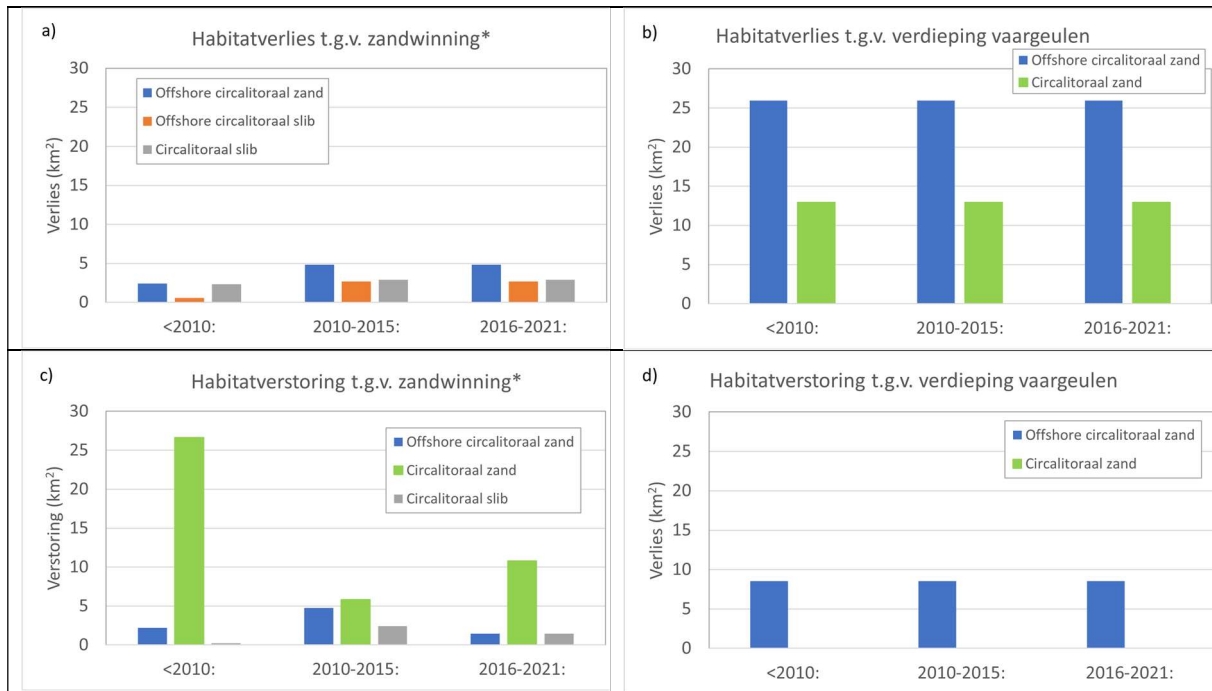
intensieve zandwinning leidt vooral tot verlies van zandige habitats, maar aangezien deze in grote arealen voorkomen is daar het verlies relatief klein.



Figuur 2. Overzicht ligging zandwingegebieden met habitatverstering (paars) en habitatverlies (donkerblauw) in het Nederlandse deel van Noordzee.

Figuur 2 toont ook de ligging van de zandwingegebieden waar recente zandwin-activiteiten hebben geleid tot habitatverstering gedurende de periode 2016-2021 (D6C2 en D7C2). Het kan daar ook zandwinning zijn van voor 2016 waarvan de verstering (gezien de habitat-specifieke hersteltijd; Figuur 1) voortduurt tot in de genoemde periode. In totaal is 66,1 km² verstoord door zandwinning, wat overeenkomt met 0,11% van de Nederlandse zeebodem. Ter vergelijking, in de periode 2010-2015 was dit 68,1 km² (0,12%). Tot habitatverstering leidende zandwinning is dus ongeveer gelijk gebleven (evenals het geval is voor habitatverlies).

Er is wel enige verschuiving geweest tussen de habitattypes die door zandwinning worden verstoord. In procenten is het circalitorale slibrijke habitat met 0,27% (1,45 km²) het meest verstoorde BHT (Figuur 3). De ogenschijnlijke afname ten opzichte van de periode voor 2010 kan een vertekend beeld zijn, omdat het onduidelijk is tot wanneer er is gewonnen in zandwingegebieden waar voor 2010 is gestaakt met de winning. Hierdoor kon het eventuele herstel voor die gebieden niet worden berekend en is winning automatisch verstering voor de gehele periode.



Figuur 3. Habitatverlies en -verstering per breed habitattypet ten gevolge van zandwinning (*inclusief verdiepte loswallen) en verdieping vaargeulen in km² gedurende de periode 2016-2021 in vergelijking tot de periode 2010-2015 en de periode voor 2010 (indicatief situatie 2009). a) Habitatverlies ten gevolge van zandwinning; b) habitatverlies ten gevolge van verdieping vaargeulen; c) habitatverstering ten gevolge van zandwinning; d) habitatverstering ten gevolge van verdieping vaargeulen.

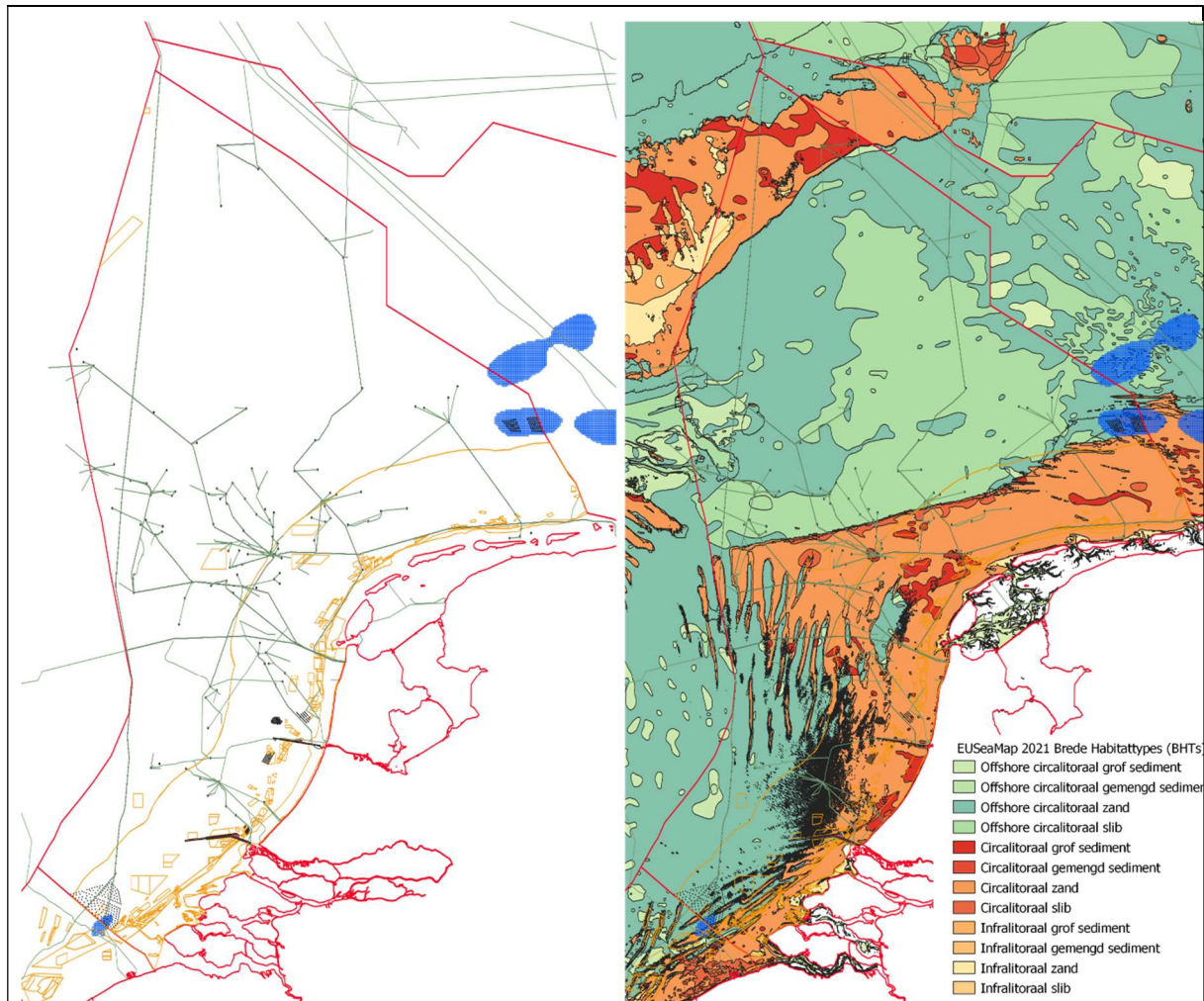
3.3 Vaargeulen

In verhouding is het verlies van habitat met de verdieping van vaargeulen (de twee meest prominente vaargeulen de Euro-Maasgeul en de IJgeul; Figuur 4) voor de gehele zeebodem met 38,87 km² beperkt (tegen de 0,07%), hoewel het in vergelijking tot zandwinning en bijdragen van 'sealed loss' momenteel de belangrijkste bron van habitatverlies is (D6C1). Het gebied is echter constant qua omvang en betreft zandige habitattypes zodat respectievelijk 0,11 en 0,07% voor de offshore circalitorale variant en de circalitorale variant (D6C4 en D7C2) al in het verleden verloren zijn gegaan (Figuur 3).

De hydrografisch verstoorte gebieden ten gevolge van de verdieping van de vaargeulen, betreffen de delen aangeduid als 'berm' (de geulwanden) (D7C2). Dit is een door de jaren heen constant oppervlak van 8,54 km² (minder dan 0,02% van de totale zeebodem; Figuur 3).

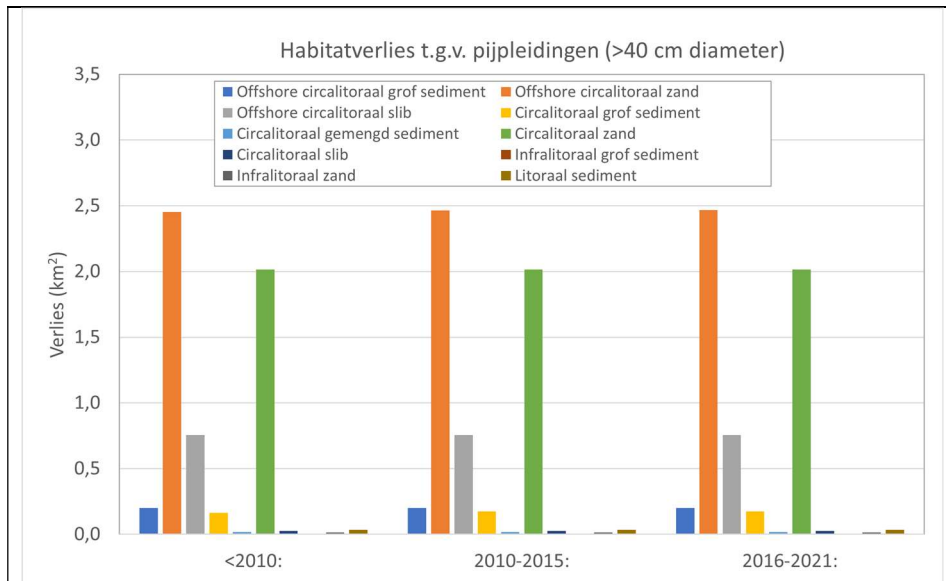
3.4 Leidingen

De aanleg van nieuwe dikkere leidingen is na 2010 zeer beperkt gebleven. Daarnaast zijn er ook geen dikkere leidingen verwijderd. Zodoende is het habitatverlies onder invloed van (permanente) hydrografische veranderingen in relatie tot pijpleidingen vrij constant (Figuur 5). Procentueel gezien is er sprake van 0,01% habitatverlies (overeenkomend met 5,71 km²) van de gehele zeebodem ten gevolge van de aanwezigheid van leidingen (Figuur 5). Wanneer ook de dunnere leidingen en kabels worden meegerekend (D6C1) dan verandert dit niets aan het gerapporteerde afgeronde percentage van 0,01% habitatverlies. Het verlies op het niveau van individuele brede habitattypes is het grootst voor wat betreft circalitoraal gemengd sediment, waar het verlies 0,11% (0,02 km²) betreft (D7C2). De impact van een leiding door dit beperkt aanwezige BHT (17,4 km² aanwezig op NCP) is dan relatief groot in vergelijking tot de andere BHTs (maar 0,11% is uiteraard nog steeds een gering percentage). Voor andere BHTs is het verlies in de orde van grootte van <0,01 tot 0,02%.



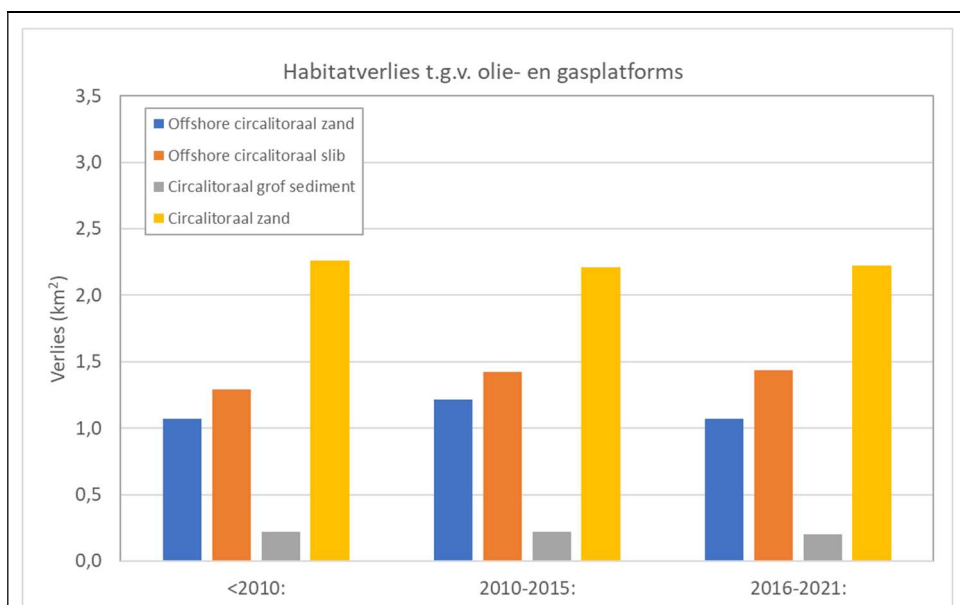
Figuur 4. Nederlandse deel van de Noordzee met rechts een overzicht van alle structuren (windturbines, platforms, leidingen, zandwingebieden en vaargeulen zowel actief als verlaten) potentieel leidend tot verlies of verstoring van benthische habitats. Het blauwe raster presenteert gebieden waar op basis van modelberekeningen van Zijl & Laan (2022) ten gevolge van de aanwezigheid van windmolenparken voor de situatie in 2021, de reductie van het temperatuurstratificatieverschil >20% bedraagt. Rechts dezelfde kaart, maar nu met een ondergrond die de brede habitattypen (EUSeaMap, 2021) verdeling van de Nederlandse Noordzee reflecteert.

Rekening houdende met dunnere leidingen en kabels (D6C4) verandert nauwelijks iets aan het gerapporteerde habitatverlies (de grootste verandering op BHT is een toename met 0,08% voor het percentage verloren gegane circalitorale gemengde habitattypen en 0,05% voor het offshore circalitorale gemengde habitattypen). Aangezien er naast de aanleg van kabels (voor onder andere wind op zee) de komende jaren ook meer werk zal worden gemaakt van het verwijderen van niet gebruikte leidingen is de verwachting dat het habitatverlies ten gevolge van de aanwezigheid van kabels en leidingen de komende jaren vrij constant zal blijven.



Figuur 5. Habitatverlies per breed habitattype ten gevolge van de aanwezigheid van pijpleidingen (onder D7C2; hydrografische effecten voorzien wanneer pijpleiding >40 cm diameter) in km² gedurende de periode 2016-2021 in vergelijking tot de periode 2010-2015 en de periode voor 2010 (indicatief situatie 2009).

3.5 Platforms



Figuur 6. Habitatverlies per breed habitattype ten gevolge van de aanwezigheid van platforms (onder D6C1/C4 en D7C2) in km² gedurende de periode 2016-2021 in vergelijking tot de periode 2010-2015 en de periode voor 2010 (indicatief situatie 2009).

De bijdrage aan habitatverlies van olie- en gasplatforms bedraagt 0,008% en is vrij constant omdat men er tegenwoordig werk van maakt om uit gebruik genomen structuren te verwijderen, wat het habitatverlies ter plaatse reduceert en de bouw van nieuwe platforms compenseert. In oppervlak is het voornamelijk circalitoraal zandig habitattype dat verloren is gegaan ten gevolge van de aanleg van

platforms, gevolgd door offshore circalitoraal slibrijk en – zandig habitatype (Figuur 6). Procentueel gezien gaat het voor ieder van de 3 habitatypen om rond de 0,01% van het totaal beschikbare oppervlak en valt het daarmee in het niets ten opzichte van verlies door andere activiteiten.

3.6 Windturbines

3.6.1. Veranderde bodemschuifspanning

Tabel 10. Berekend verlies benthische habitats ten gevolge van aanleg windturbines door afdekking (fundering; ‘sealed loss’) en permanent gewijzigde hydrodynamische omstandigheden in directe omgeving fundering (D6C1/C4 en D7C2). Weergegeven is het verloren oppervlak (km²) per BHT voor de huidige situatie (2021).

Windmolenpark	Jaar van aanleg	BHT	Aantal windturbines# in 2021	Verloren oppervlak (km ²)	% totaal oppervlak BHT
OWEZ	2006/07	Circalitoraal zand	37	0,026	0,0001
PAWP	2007/08	Circalitoraal zand	61	0,043	0,0002
LUD	2014/15	Circalitoraal zand	43	0,030	0,0002
Gemini*	2016/17	Circalitoraal zand	86	0,061	0,0003
		Offshore circalitoraal zand	64	0,045	0,0002
Borssele	2019/20	Offshore circalitoraal zand	139	0,098	0,0004
		Circalitoraal zand	10	0,007	0,0000
		Offshore circalitoraal slib	15	0,011	0,0001
		Circalitoraal slib	10	0,007	0,0000
		Offshore circalitoraal grof sediment	1	0,001	0,0001

*Windmolenparken ten noorden van de Wadden; Gemini buitengaats en ZeeEnergie

Inclusief verdeelplatforms

Het verlies aan habitat ten gevolge van windparken betreft afdekking (‘sealed loss’) en verlies door de combinatie van fysieke bodemberoering en vooral permanent gewijzigde hydrodynamische omstandigheden (in dit geval te relateren aan bodemschuifspanning) in de directe omgeving van de individuele palen. Tabel 10 geeft een overzicht van het betreffende oppervlak per windpark. In totaal gaat het voor de periode 2016-2021 om gemiddeld 0,284 km² per jaar, met in 2021 voorlopig 0,329 km² aan totaal verlies (D6C1). Dit is op het totale oppervlak van de zeebodem voor het Nederlandse deel van de Noordzee een verwaarloosbaar klein percentage (<<0,001%). Opgesplitst naar het verlies per BHT gaat het ook om zeer kleine percentages (D6C4; zie Tabel 10). Zelfs bij de te verwachte sterke toename van het aantal offshore windmolens in de komende jaren, is het habitatverlies ten gevolge van bedekking, fysieke versterking en via impact op het energieklimaat aan de zeebodem rond de windturbines, zeer gering.

Het verstoorde oppervlak door verandering in energieklimaat rond individuele palen is aanzienlijk groter (standaard 0,015 km² per paal) hetgeen een veel groter potentieel verstoord oppervlak per windmolenpark of BHT geeft. De versterking is echter van tijdelijke aard (gedurende aanleg plus BHT specifieke hersteltijd) omdat gemeenschappen zich zullen aanpassen aan de nieuwe condities. In detail betekent dit dat dat er voor de periode 2016-2021 geen versterkende effecten meer zijn van de parken OWEZ (Offshore Windpark Egmond aan Zee) en PAWP (Prinses Amalia WindPark) (potentiële impactzone overwegend bestaande uit circalitoraal zand met hersteltijd van 3 jaar en beperkt gebied rond één paal bestaande uit circalitoraal grof sediment (Tabel 10) hetgeen niet gevoelig is voor hydrodynamische versterking onder invloed van aanleg windturbines; Tabel 1).

De gemeenschappen na aanleg in respectievelijk 2007 en 2008 zullen sinds 2011 en 2012 aangepast zijn aan de nieuwe situatie. Enige verstoring van circalitoraal zandig habitattype zal in de periode van 2014-2018 aanwezig zijn geweest rond de windmolens in het park Luchterduinen (LUD) (Tabel 11).

Tabel 11. Berekende tijdelijke verstoring benthische habitats onder invloed van hydrodynamische veranderingen tijdens en na aanleg windmolenparken onder invloed van verandering bodemschuifspanning en gerelateerde parameters. Weergegeven is het verstoord oppervlak (km²) per BHT voor de desbetreffende jaren en als gemiddelde voor een KRM evaluatieperiode.

Wind- molen- -park	Jaar van aanleg	BHT	Verstoord oppervlak (km ²)	Laatste jaar van verstoring	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Gemiddeld 2010-2015 (km ²)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Gemiddeld 2016-2021 (km ²)
OWEZ	2006/07	Circalitoraal zand	0,555	2010	x						0,009							
PAWP	2007/08	Circalitoraal zand	0,900	2011	x	x					0,300							
LUD	2014/15	Circalitoraal zand	0,645	2018					x	x	0,215	x	x	x				0,323
* Gemini	2016/17	Circalitoraal zand	1,290	2021							0	x	x	x	x	x	x	1,290
		Offshore circalitoraal zand	0,960	2025								0	x	x	x	x	x	x
Borssele	2019/20	Offshore circalitoraal zand	2,085	2027							0				x	x	x	1,043
		Circalitoraal zand	0,150	2023								0			x	x	x	0,075
		Offshore circalitoraal slib	0,225	2025											x	x	x	0,113
		Circalitoraal slib	0,150	2027								0			x	x	x	0,075
		Offshore circalitoraal grof sediment	0,015	Geen verstoring								0						

*Windmolenparken ten noorden van de Wadden; Gemini buitengaats en ZeeEnergie

Het park Gemini is van recentere datum en omvat naast circalitoraal zandig habitat ook offshore circalitoraal zandig habitat (Tabel 10) wat verondersteld wordt minder snel te herstellen; de verstoring houdt naar verwachting 7 jaar aan (Tabel 1). Voor de huidige KRM-periode (2016-2021) betekent het een verstoring gedurende ieder te evalueren jaar rond iedere windmolen (Tabel 11). In het windmolenpark Borssele zijn windmolens aanwezig in 5 BHTs, waarbij de verstoring naar verwachting varieert tussen de 0 en 7 jaar (Tabellen 10 en 11); het offshore circalitoraal grof sediment habitattype is naar verwachting weinig gevoelig voor eventuele hydrodynamische verstoring zodat geen verstoring rond de betreffende paal wordt berekend.

Gemiddeld per jaar betreft het verstoorde oppervlak voor de periode 2015-2021 zo'n 3,879 km². Ook dit is een verwaarloos klein percentage op het geheel aanwezige oppervlak aan zeebodem voor het Nederlandse deel van de Noordzee. Het aantal in aanbouw zijnde of zeer recentelijk gebouwde windmolenparken moet wel zeer groot zijn, wil het verstoorde oppervlak voor een bepaald jaar meetbaar zijn in de kwaliteitstoestand van één van de BHTs onder D6C5, ten minste voor wat betreft de fysieke en hydrografische verstoring in de vorm van effect op het energieklimaat aan de zeebodem rond individuele windturbines. Het verwijderen van oude windmolens in de toekomst klinkt als positief voor wat betreft habitatverstoring, maar zorgt in feite voor een nieuwe verandering van het energieklimaat en daarmee voor verstoring gedurende verwijdering en hersteltijd. Zodoende draagt verwijdering dus wel bij aan extra verstoring rond de individuele palen, maar kan het wel zeer behulpzaam zijn voor wat betreft het verminderen van permanente habitatverstoring ten gevolge van effecten op stratificatie, wat in potentie veel problematischer is gezien het oppervlak dat het betreft (zie hieronder).

3.6.2. Veranderingen in stratificatie

Ervan uit gaande dat een 20% reductie in de jaargemiddelde stratificatie (verschil in temperatuur tussen oppervlak en bodem) kan leiden tot substantiële verandering in de stratificatieduur; betreft dit een gebied van 250,8 km² (met 130,7 km² offshore circalitoraal zand en 120,1 km² circalitoraal zand) (Tabel 12) (D7C2). Daar komt bij 40,3 km² (19 km² offshore circalitoraal zand en 21,3 km² offshore circalitoraal slib) zeer waarschijnlijk ten gevolge van het Veja Mate windmolenpark aangelegd in 2017 (en eventueel al enige invloed van Bard Offshore I nabijgelegen en aangelegd tussen 2010 en 2013) in Duitse wateren net over de grens ten noorden van windmolenpark Gemini. Daarnaast ook 22,1 km² (19,8 km² offshore circalitoraal zand en 2,3 km² circalitoraal zand) wellicht ten gevolge van het Rentel windmolenpark aangelegd in 2017 (ook hier is mogelijk geringe invloed van C-Power sinds 2008 en Northwind sinds 2013 niet uit te sluiten) in Belgische wateren net over de grens bij windmolenpark Borssele. Gebieden met veranderde stratificatie doorwerkend in de kwaliteit van de benthische habitats, zijn ook aangeduid in Figuur 4. In hoeverre dit effect is ontstaan of versterkt door de aanleg van Borssele sinds 2019, of eventueel is verminderd sinds 2019 is onduidelijk (vraagt om jaar tot jaar modellering).

Tabel 12. Berekende permanente verstoring benthische habitats onder invloed van afname temperatuurstratificatie met ten minste 20% in gebieden met temporele (zomer)stratificatie. Weergegeven is het naar verwachting verstoorde oppervlak (km²) per BHT voor de desbetreffende KRM evaluatieperiodes (jaargemiddelde van 6 jaar).

Windmolenpark	Jaar van aanleg	BHT	Verstoord oppervlak (km ²)	Gemiddeld 2010-2015 (km ²)	Gemiddeld 2016-2021 (km ²)	Percentage totaal oppervlak BHT
Gemini*	2016/17	Circalitoraal zand	120,1	0	120,1	0,673
		Offshore circalitoraal zand	130,7	0	130,7	0,570
Veja Mate (DE)	2017	Offshore circalitoraal zand	19,0	0	15,8	0,069
		Offshore circalitoraal slib	21,3	0	17,8	0,130
Rentel (BE)	2017	Offshore circalitoraal zand	19,8	0	16,5	0,072
		Circalitoraal zand	2,3	0	1,9	0,013

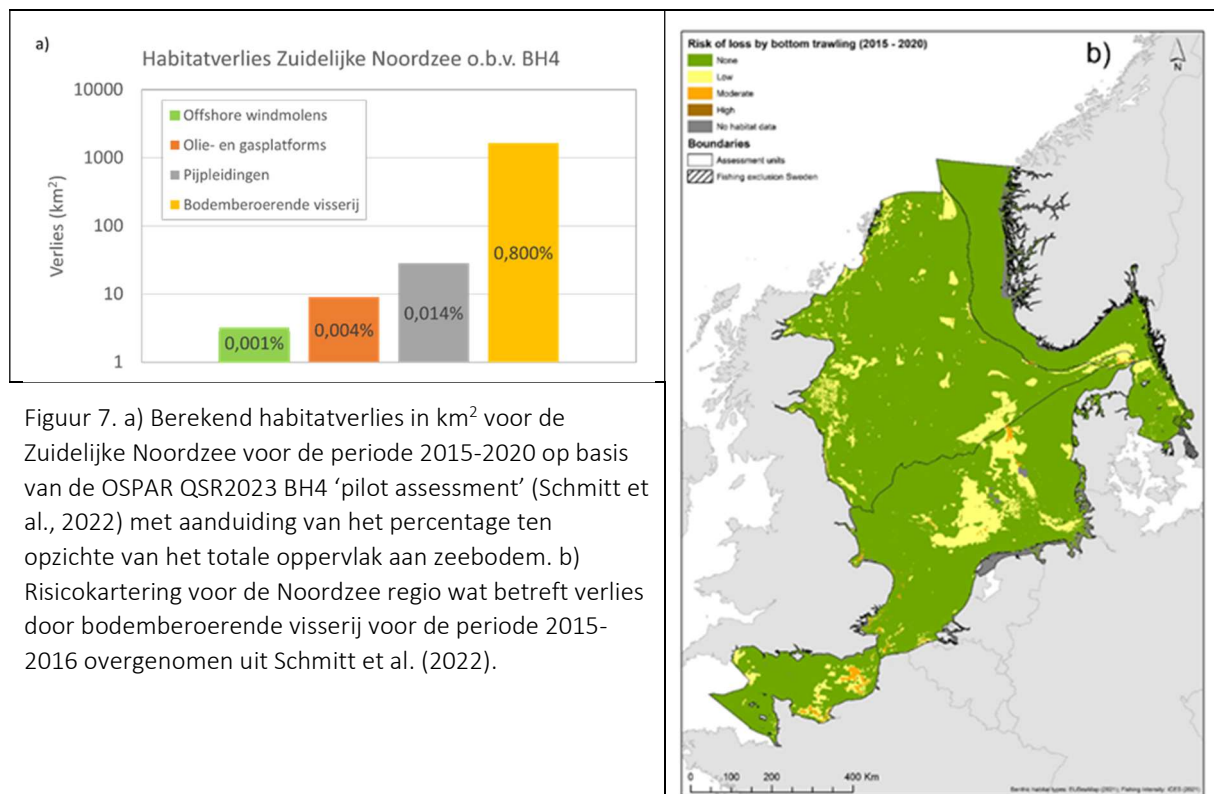
*Windmolenparken ten noorden van de Wadden; Gemini buitengaats en ZeeEnergie

De berekende oppervlaktes zitten in totaal rond de 0,7% aan oppervlak voor de zandige habitattypes. Op het niveau van de gehele Nederlandse Noordzee (onafhankelijk van het BHT) gaat het nu om iets meer dan 0,5% van het oppervlak (Tabel 12). Daarmee zouden de windmolenparken veruit de meest

tot habitatverstoring lijdende structuren/activiteiten zijn. Aangezien het hier hydrografische verstoring betreft en geen fysieke verstoring, is er niet direct een drempelwaarde waaraan dient te worden voldaan (nu of in de toekomst) gekoppeld. Wel werkt de permanente staat van verstoring uiteraard door in de kwaliteitstoestand van de benthische habitats en draagt het bij aan in welke mate een goede kwaliteitstoestand met betrekking tot D6C5 wordt gehaald. Daarbij gaat het nu dus al mogelijk om rond de 0,5% (voor bovengenoemde zandige habitattypes iets meer) van het oppervlak dat wellicht (afhankelijk van de nog vast te stellen kwaliteitsdrempelwaarde met betrekking tot D6C5) in geschade toestand verkeert en met het oog op de uitbreiding van windparken op zee, behoorlijk kan toenemen. Op zich blijven de genoemde percentages ver onder de drempelwaarde van maximaal 25% per BHT in geschade toestand (zoals aangenomen in Europees verband; MSCG, 2022), maar het mogen duidelijk zijn dat die drempelwaarde door de overige versturende activiteiten en bodemberoerende visserij in het bijzonder momenteel al ruim wordt overschreden (zie hoofdstuk 3.1).

3.7 Totaal aan habitatverlies en habitatverstoring

3.7.1. D6C1 Fysiek verlies van zeebodem

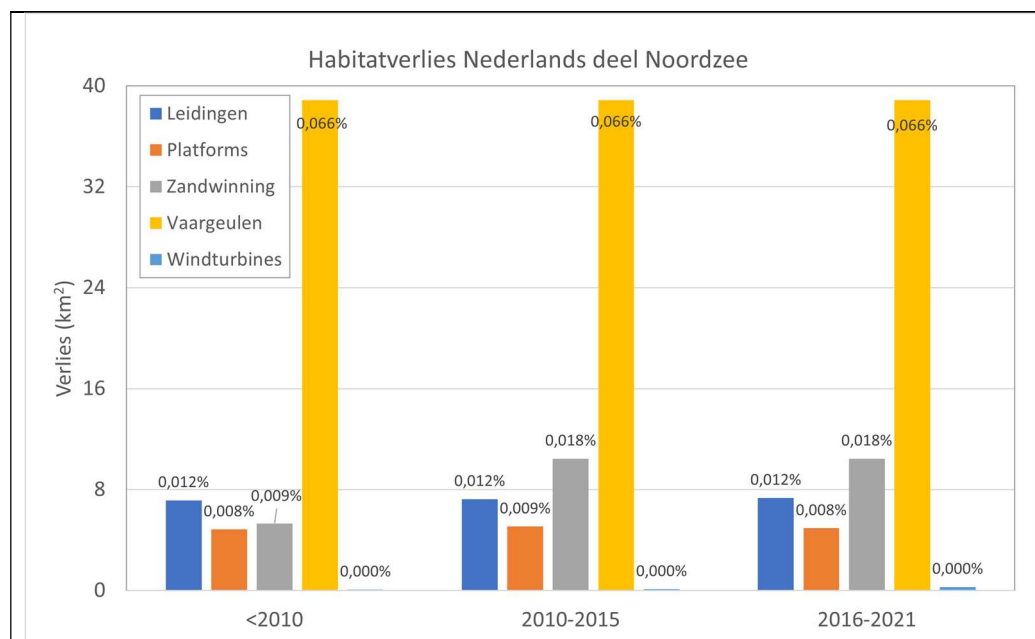


Figuur 7. a) Berekend habitatverlies in km² voor de Zuidelijke Noordzee voor de periode 2015-2020 op basis van de OSPAR QSR2023 BH4 'pilot assessment' (Schmitt et al., 2022) met aanduiding van het percentage ten opzichte van het totale oppervlak aan zeebodem. b) Risicokartering voor de Noordzee regio wat betreft verlies door bodemberoerende visserij voor de periode 2015-2016 overgenomen uit Schmitt et al. (2022).

In de Zuidelijke Noordzee is - volgens de systematiek van de pilot-indicator - bodemberoerende visserij de belangrijkste activiteit die leidt tot habitatverlies door bodemverstoring (Figuur 7). Het gaat om 0,8% van het areaal, dat een 'medium' risico op habitatverlies loopt. In de voorgaande periode was dit 0,7% (D6C1). Een hoog risico wordt nauwelijks aangetroffen (0,02%); enkel in zeer kleine gebiedjes die verspreid voorkomen over de gehele Noordzee. Daar betreft het biogeen habitat (D6C4). Ook substraatwinning kan tot 'unsealed loss' leiden, maar deze activiteit is vanwege gebrek aan gegevens slechts summier uitgewerkt op internationaal niveau (zie hiervoor de aanvullende Nederlandse analyse hieronder). Verlies door afdekking ('sealed loss') bedraagt in totaal 40 km²; dit is 0,019% van de zeebodem (Figuur 7).

De analyse van de Zuidelijke Noordzee wijst intensieve bodemberoerende visserij aan als belangrijkste activiteit die leidt tot verlies van habitats. De aanvullende nationale analyse voorziet niet

in een herberekening hiervan, maar uitgaande van de OSPAR-analyse ligt 201 km² aan gebied met gemiddeld risico op habitatverlies in het Nederlandse deel van de Noordzee (betreft daar 0,34% van de totale zeebodem).



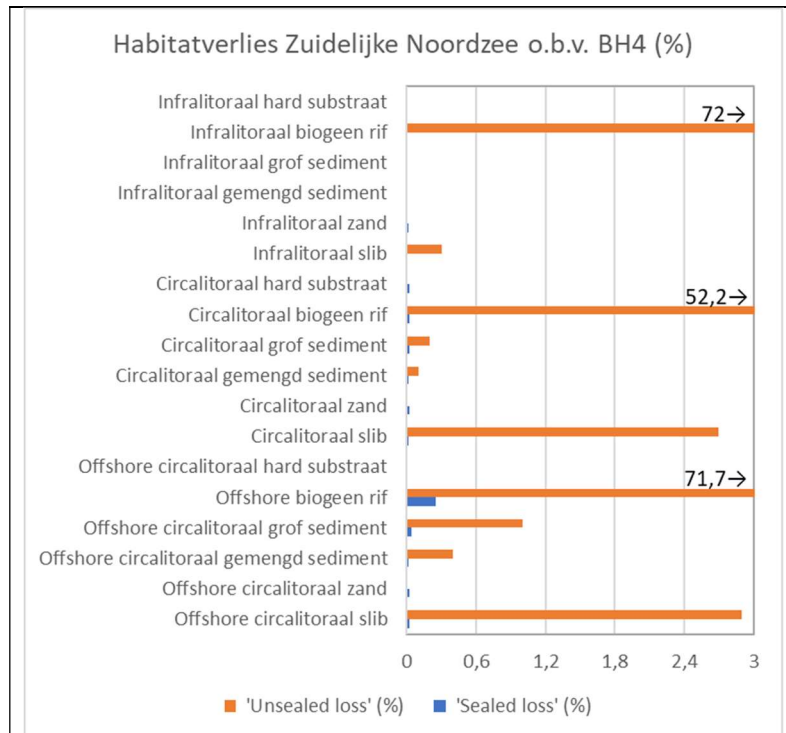
Figuur 8. Berekend habitatverlies in het Nederlandse deel van de Noordzee (km² en %) in verschillende periodes volgens de aanvullende nationale analyse.

Van de andere bodemversturende activiteiten op het Nederlandse deel van de Noordzee dragen vaargeulen - de Euro-Maasgeul en de IJgeul - het meeste bij aan habitatverlies (Figuur 8). Toch gaat het om een beperkte omvang (0,066% van het Nederlandse deel van de Noordzee), die verder ook niet toeneemt. Volgens de aanvullende analyse leidt zandwinning tot 0,018% aan habitatverlies op het totaal aan zeebodem (zie ook Figuur 2 voor positionering gebieden). Wanneer zandwinning voornamelijk ondiep blijft is de verwachting dat het habitatverlies de komende jaren ondanks een grotere vraag voor kustverdediging, slechts zeer beperkt zal toenemen. Verlies door afdekking is zeer beperkt in de Nederlandse Noordzee (Figuur 8). De verwachting is dat dit zo blijft, ondanks dat een sterke toename van het aantal offshore windmolens wordt voorzien. In totaal bedraagt het verlies aan zeebodem (D6C1) in het Nederlandse deel van de Noordzee 283 km² (0,48%).

Habitatverlies kan ook worden veroorzaakt door landwinning of door afsluiting van zeearmen. In geval het om nationale veiligheid gaat (Deltawerken, Afsluitdijk, overige kustverdediging), worden deze activiteiten buiten beschouwing gelaten (Raicevich & Korpinen, 2022). De Tweede Maasvlakte valt hier niet onder. Momenteel wordt de bijdrage van de Maasvlakte in de beoordeling van habitatverlies (D6C1/C4) in de Mariene Strategie deel 1 nog niet meegenomen omdat voorlopig door Nederland het jaar van de Initiële beoordeling voor de KRM als referentiejaar wordt aangehouden. In de Artikel 8 leidraad met betrekking tot de D6 beoordeling (Raicevich & Korpinen, 2022) wordt echter aangegeven dat dient te worden vergeleken met de situatie zo ver mogelijk terug in de tijd op basis van aanwijsbare bronnen, maar in ieder geval met een situatie van voor 1992. Hierop vooruitlopend kan nu al worden vastgesteld dat het oppervlak van de Tweede Maasvlakte zo'n 24,6 km² bedraagt, oftewel 0,042% van het Nederlandse deel van de Noordzee, wat dient te worden opgeteld bij het bovengenoemde percentage van 0,48% (is dus 0,52%) aan verlies van zeebodem op het niveau van de Nederlandse Noordzee.

3.7.2. D6C4 Verlies van habitattypen

In de Zuidelijke Noordzee is het verlies door afdekking (40 km²) door aanleg van pijpleidingen, olie- en gasplatforms en windturbines vooral gelegen in offshore biogene riffen (0,25% verlies; zie Figuur 9).



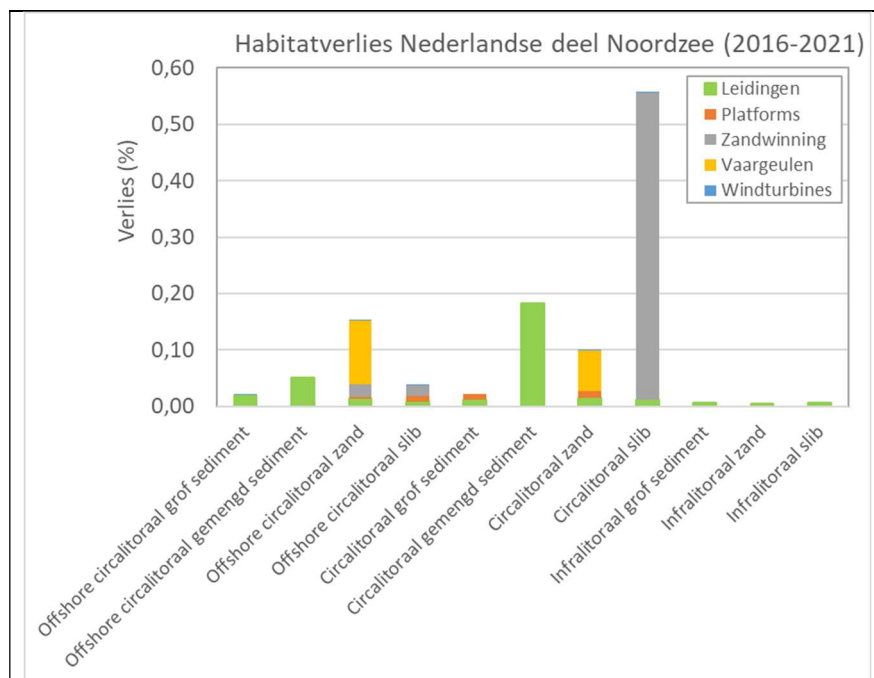
Figuur 9. Percentage habitatverlies per breed habitattypen (BHT) in de Zuidelijke Noordzee op basis van de OSPAR BH4 beoordeling (Schmitt et al., 2022) met onderscheid in 'sealed loss' (verlies door leidingen, platformen en windmolens) en 'unsealed loss' (verlies door bodemberoerende visserij).

De BH4-indicator gaat bij activiteiten die kunnen leiden tot 'unsealed loss' uit van verlies bij een gemiddeld (of hoog) risico. Hiervan uitgaande is met name het verlies aan biogene riffen aanzienlijk, met respectievelijk 72%, 52% en 72% van het totaal aanwezige voor de infralitorale, de circalitorale en de offshore circalitorale variant (Figuur 9). Naar schatting bestaat 0,5% van de Zuidelijke Noordzee uit biogeen rif. Van de overige habitats overschrijdt alleen het verlies van het offshore circalitorale slib (2,9%) en het circalitorale slib (2,7%) in de Zuidelijke Noordzee de drempelwaarde van 2%.

Volgens de OSPAR-analyse wordt, als gevolg van intensieve visserij, 201 km² van het offshore circalitoraal slib (1,5%) van het Nederlandse deel van de Noordzee als verloren beschouwd. Buiten dit verlies is, volgens de aanvullende Nederlandse analyse, het grootste oppervlak verloren gegaan aan de verdieping (inclusief draai- en ankergebied) van de Euro-Maasgeul en IJgeul. Deze zijn gelegen in offshore circalitoraal - en circalitoraal zandig habitat, waarvan het verlies respectievelijk 34,9 en 18,0 km² bedraagt. Omdat deze habitats veruit het grootste areaal vormen (respectievelijk 22930 en 17844 km² op 58807 km² aan Nederlandse Noordzee zeebodem in totaal), is het verlies relatief gezien beperkt (respectievelijk 0,15 en 0,10% van het habitattypen: zie Figuur 10).

Opvallend is het relatief grote verlies van het circalitoraal slib (0,56%: zie Figuur 10), vooral als gevolg van zandwinning. Dit habitattypen komt zeer beperkt voor; het gaat om een verlies van 3,0 km². Het gaat hier waarschijnlijk vooral om verdiepte loswallen waar slib wordt gedumpt, en die in de habitatkartering nu als slibrijk habitat worden aangemerkt. In feite gaat het om zandig habitat uit het verleden. Daarnaast is het mogelijk dat de huidige habitatkartering (EUSeaMap, 2021) nog niet overal accuraat is. Diepe of intensieve zandwinning leidt vooral tot verlies van zandig habitats, maar

aangezien deze in grote arealen voorkomen is daar het verlies relatief klein. Het verlies door platforms en leidingen is relatief beperkt, en door windturbines verwaarloosbaar (Figuur 10).



Figuur 10. Habitatverlies (%) in het Nederlandse deel van de Noordzee voor de periode 2016-2021 per breed habitattype (BHT), waarbij de bijdrage van verschillende structuren/activiteiten inzichtelijk is gemaakt. Verlies door visserij is geen onderdeel van de Nederlandse analyse en is hier daarom buiten beschouwing gelaten. Volgens de OSPAR beoordeling op basis van BH4 (Schmitt et al., 2022) bedraagt dit verlies echter 1,5% van het offshore circalitoraal slib.

De afgelopen periode is het verlies per BHT voor wat betreft ‘sealed loss’ vrijwel gelijk gebleven aan de voorgaande periode (2010-2015) en ook het aandeel per versturende activiteit is vrijwel gelijk gebleven. Voor wat betreft het verlies door bodemberoerende visserij is dit onduidelijk. Tabel 13 laat zien dat er voor wat betreft de Zuidelijke Noordzee sprake is van een geringe afname in de visserijdruk, wat er op zou kunnen duiden dat het habitatverlies wellicht nauwelijks is toegenomen. Bedenk daarbij dat verloren gegaan habitat niet of slechts geleidelijk herstelt, maar dat ondanks een afname van bodemberoerende visserij, verplaatsing van de activiteiten toch tot extra verlies kan leiden. In de Nederlandse Noordzee is er recentelijk wel sprake van afname in de visserijdruk, maar is het de vraag of dat al zichtbaar in voor de gehele periode 2016-2021 (Wijnhoven, 2023). Wel is de visserijdruk in het meest gevoelige brede habitattype ‘offshore circalitoraal slibrijke habitat’ niet dusdanig hoog (gemiddelde SAR van 2-3) dat direct verlies (medium risico indien SAR>8; Schmitt et al., 2022) wordt verwacht.

Habitatverlies als gevolg van de aanleg van de Tweede Maasvlakte is zoals onder D6C1 (hoofdstuk 3.7.1) aangegeven hier buiten beschouwing gelaten. Dit gebied van 24,6 km² bestond waarschijnlijk voornamelijk uit circalitoraal zand, wat overeenkomt met maximaal 0,14% van het areaal van dit BHT. Mogelijk gaat het ook om een deel infralitoraal zand, maar ook in dat geval zou het verlies ruim onder de drempelwaarde van 2% blijven.

3.7.3. D6C2 Fysieke verstoring van de zeebodem

De fysieke verstoring van de zeebodem door bodemberoerende visserij laat aanzienlijke ruimtelijke verschillen zien. Grote delen van de Zuidelijke Noordzee worden vaker dan eens per jaar fysiek

verstoord ('hoge' visserijdruk). Het is ook met name in de Zuidelijke Noordzee dat de diepere delen van het sediment regelmatig (meer dan 0,66 keer per jaar: 'medium' visserijdruk) fysiek verstoord worden. In totaal ondergaat 66% van de Zuidelijke Noordzee medium tot zeer hoge fysieke verstoring door bodemberoerende visserij (2016-2020). Als ook de voorgaande periode wordt beschouwd (2009-2020) dan blijkt dat de visserijdruk licht is afgenomen (zie Tabel 13). Vooral de hoge en zeer hoge verstoring (zowel oppervlakkig als diep) is afgenomen. Deze bevindingen zijn in lijn met de eerder gesignaleerde afname in visserijdruk voor de gehele Noordzee over de periode van rond de eeuwwisseling tot 2015 (Couce et al., 2020). In de Zuidelijke Noordzee verschilt de mate van fysieke verstoring door bodemberoerende visserij per habitat. Met name het fijnere sediment (zand en slib) dat ongeveer driekwart van de Zuidelijke Noordzee bestrijkt, kent de hoogste visserijdruk.

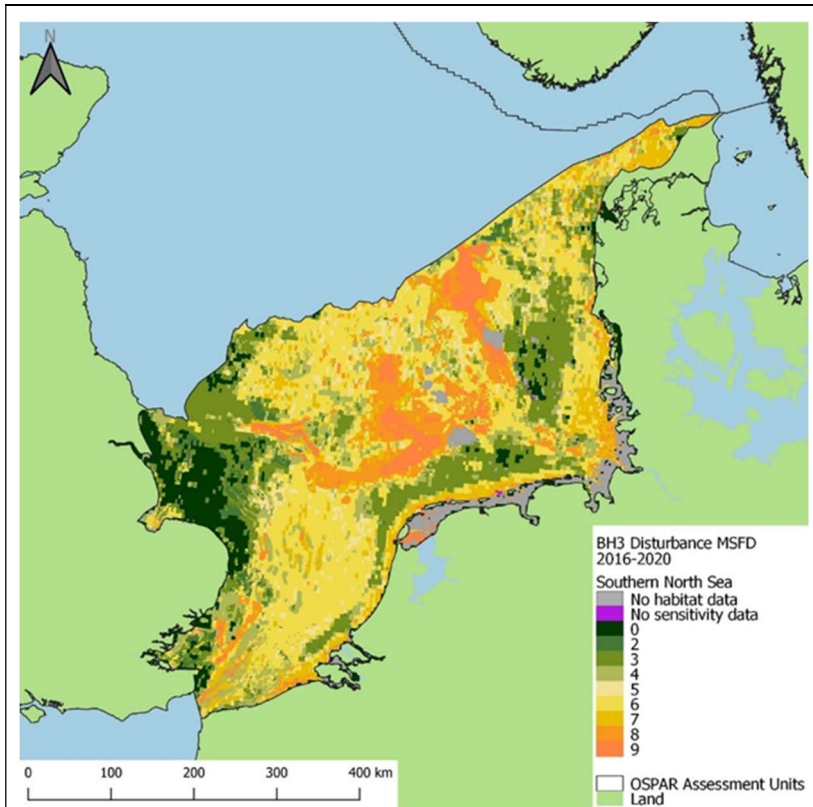
Tabel 13. Percentage oppervlak van de Zuidelijke Noordzee dat gemiddeld verstoord was door bodemberoerende visserij gedurende de perioden 2016-2020 en 2009-2020 met onderscheid in oppervlakkige en diepe verstoring. Mate van verstoring zoals in Figuur 3 aangegeven.

Periode	Type/mate van verstoring	Zeer hoog	Hoog	Medium	Totaal
2016-2020	Oppervlakkig	15%	43%	8%	66%
	Diep	2%	30%	8%	40%
2009-2020	Oppervlakkig	23%	52%	2%	77%
	Diep	6%	42%	2%	52%

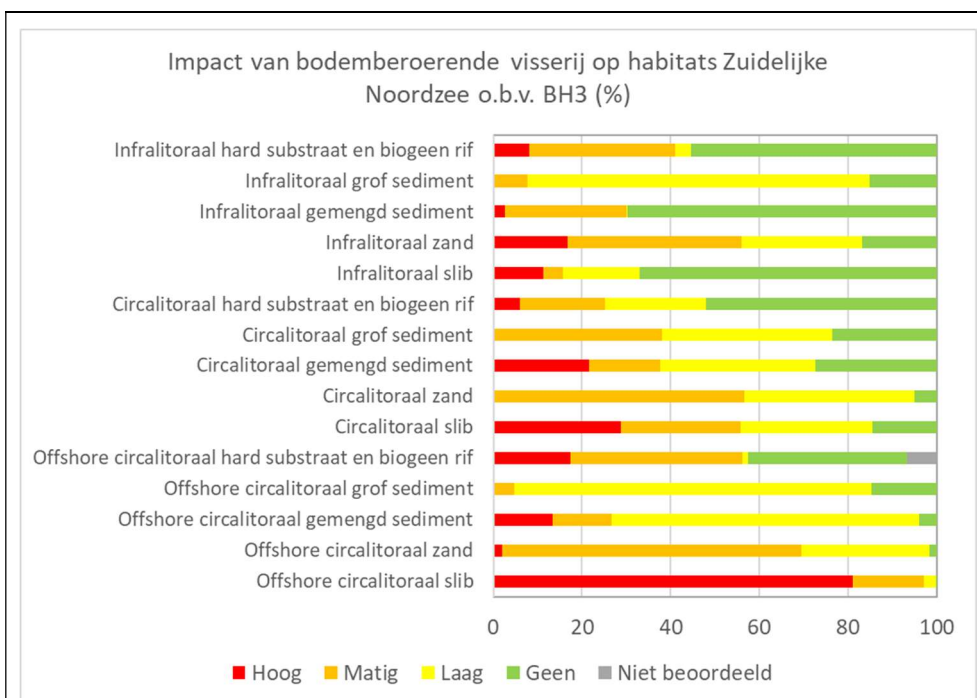
Naast bodemberoerende visserij is zandwinning de enige activiteit die leidt tot noemenswaardige fysieke habitatverstoring op het niveau van de Nederlandse Noordzee. In totaal is in de periode 2016-2021, 66,1 km² verstoord door zandwinning, wat overeenkomt met 0,11% van de Nederlandse zeebodem. Ter vergelijking, in de periode 2010-2015 was dit 68,1 km² (0,12%). Tot habitatverstoring leidende zandwinning is dus ongeveer gelijk gebleven.

3.7.4. D6C3 Aantasting habitats door fysieke verstoring

In totaal is naar schatting 89% van de zeebodem in de Zuidelijke Noordzee in enige mate aangetast. Voor wat betreft de impact wordt onderscheid gemaakt in 3 klassen: 'hoog' 13%, 'medium' 45%, 'laag' 31% (Figuur 7) die de resultante zijn van het onderscheid van 9 verstoringscategorieën (Figuur). De impact verschilt per habitat, maar de meeste habitattypen (tien van de vijftien) zijn minimaal voor 70% 'matig' aangetast (Figuur 12Figuur). Met name het offshore circalitorale slib van de Zuidelijke Noordzee ondervindt naar schatting een hoge mate van aantasting door de huidige visserijdruk (Figuur Figuur 12). Dit heeft niet alleen te maken met de visserijdruk maar ook met de hoge gevoeligheid van het habitattype. Een belangrijke methodische kanttekening is dat de gekozen gebiedseenheden van invloed zijn op de berekening, wat kan leiden tot een relatieve overschatting van de impact offshore. Hoewel de gemiddelde visserijdruk per c-square (ongeveer 15 km² in de Nederlandse Noordzee) volgens de berekening ook offshore in veel gebieden tot impact leidt, is in de praktijk de druk veel lager en - gezien het heterogene visserijpatroon - de kans op relatief ongestoorde delen veel groter dan langs de kust (waar de visserijdruk veel hoger is én de kans op onverstoord delen klein). Een ander methodisch punt: de zone voor de kust van het Verenigd Koninkrijk is mogelijk vooral als 'niet beïnvloed' gekenmerkt (Figuur 11) omdat de visserij daar hoofdzakelijk bestaat uit de inzet van schepen onder de 12 meter in lengte, waarvan geen vaartrack gegevens beschikbaar zijn. Hierdoor kan de beoordeling van sommige habitattypen in de Zuidelijke Noordzee een onderschatting zijn van de werkelijkheid, wat wellicht zichtbaar is voor offshore circalitoraal – en circalitoraal grof sediment (Figuur 12).



Figuur 11. Mate van aantasting van de zeebodem van de Zuidelijke Noordzee voor de periode 2016-2020.



Figuur 12. Berekende aantasting van benthische brede habitats in de Zuidelijke Noordzee door bodemberoerende visserij gedurende de periode 2016-2020 volgens de OSPAR BH3 beoordeling (Matear et al., 2023).

Het Nederlandse deel van de Noordzee is vrijwel overal in enige mate aangetast. Opvallend is de grote veronderstelde aantasting door bodemberoerende visserij rond de Centrale Oestergronden en het Friese Front, en juist de relatief lage aantasting net voorbij de kuststrook. Dit heeft deels te maken

met de gevoeligheid van de daar gelegen habitats: circalitoraal slib is relatief gevoelig en circalitoraal zand relatief ongevoelig voor fysieke bodemberoering. Maar ook hier geldt bovengemaakte kanttekening over overschatting van de visserijdruk. Dit wordt ondersteund door een nadere analyse van de OSPAR-dataset, die uitwijst dat de visserijdruk nabij de kust nog steeds veel hoger is dan offshore (Wijnhoven, 2023).

3.7.5. D7C2 Aantasting benthische habitats door hydrografische verstoring

Hydrografische wijzigingen kunnen leiden tot verstoring van de benthische habitats. In veel gevallen betreft het tijdelijke verstoring waarbij afhankelijk van de gevoeligheid en het herstellend vermogen van het habitattype de verstoring tussen de 0 en 7 jaar bedraagt. Het kan ook zijn dat de verstoring permanent is; condities zijn verslechterd maar het habitattype is niet veranderd. In een aantal gevallen is de verstoring dusdanig groot dat het leidt tot verandering van het habitattype op het niveau van brede habitattypes (BHT). Wanneer zo'n verandering permanent is (of langer dan 12 jaar) dan is er sprake van habitatverlies. Het habitatverlies ten gevolge van hydrodynamische veranderingen vertoont veelal grote overlap met het habitatverlies door afdekking ('sealed loss') en/of verlies door fysieke bodemberoering in de directe omgeving van structuren. Habitatverlies onder D7C2 overlapt zodoende vaak met habitatverlies onder D6C1/C4. Voor de potentieel verstorende activiteiten en structuren als kabels en leidingen en olie- en gasplatforms is het verstoorte en verloren oppervlak relatief beperkt (ten opzichte van het totaal aanwezige oppervlak per habitattype op het NCP) en neemt het door verwijdering van oude structuren, naast de aanleg van nieuwe structuren, de afgelopen jaren nauwelijks toe. Verwijdering van oude structuren biedt ten minste voor een deel van het betreffende oppervlak, mogelijkheden voor herstel.

Zandwinning (inclusief vaargeul verdieping en verdiepte loswallen) kan leiden tot permanente verstoring, en daarmee habitatverlies, bij (middel)diepe winning afhankelijk van gevoeligheid habitattype. Het relatieve oppervlak dat het betreft is over het algemeen beperkt. Enkel voor het circalitorale slibrijke habitattype betreft het verlies enkele tienden van procenten en is een recentelijke toename van het verlies waarneembaar (Tabel 14). Of het hier ook werkelijk verlies van waardevol slibrijk habitat betreft is de vraag omdat zandwinning in principe in zandig habitat wordt uitgevoerd. Het blijkt dat het vooral recente slibstortingen op loswallen betreft, waarvan het betreffende sedimenttype in de habitatkaart (EUSeaMap, 2021) is verwerkt. Het betreffende oppervlak kan dan ook beter als verlies van voormalig circalitoraal zandig habitat worden bestempeld, en dan zal het betreffende oppervlak procentueel op het totaal aanwezig nauwelijks waarneembaar zijn. Tijdelijke verstoring door wijziging hydrografische condities afhankelijk van gevoeligheid habitattype met hersteltijd tussen de 0-7 jaar na laatste winning is wederom in de orde van grootte van enkele tienden van procenten voor circalitoraal slibrijk habitat en is toegenomen (Tabel 15). Voor wat betreft het circalitoraal zandige habitattype is de omvang van verstoring qua oppervlak relatief beperkt, en neemt het oppervlak de laatste jaren af. Verstoring omvat ook de permanent verstoorte bermen van de Maas-Eurogeul, hetgeen op dit moment het enige oppervlak (onder 'substraatwinning') is dat hydrografisch verstoord is, maar niet fysiek (en dus enkel onder D7C2 genoemd wordt en niet onder D6C2/3 wordt opgenomen).

De uitbreiding van het aantal offshore windmolenparken, leidt tot een uitbreiding van verlies en van verstoring van benthische habitats. Voor wat betreft de permanente wijziging van de hydrodynamische omstandigheden (en daarmee verlies) door veranderingen in bodemschuifspanning en sedimentatie-erosie processen gaat het om relatief beperkte oppervlaktes. Dit geldt ook voor de tijdelijke verstoring afhankelijk van gevoeligheid habitattype en hersteltijd tussen 0-7 jaar na aanleg windturbines. Qua verlies overlapt het gebied met hydrodynamische impact voor een groot deel met het verlies door afdekking en fysieke bodemberoering in de directe omgeving van de fundering. Het tijdelijk verstoorte gebied onder invloed van veranderde hydrografische omstandigheden rond individuele palen (D7C2) is behoorlijk groter dan het oppervlak met fysiek verlies (D6C1/C4) maar op het totale aanwezige zeebodempoppervlak nog steeds zeer beperkt.

Tabel 14. Overzicht habitatverlies in procenten ten opzichte van totaal aanwezig per breed habitatype (BHT) onder invloed van hydrografische veranderingen per activiteit/structuur voor de periodes 2010-2015 en 2016-2021 (als gemiddelde per jaar) en de situatie voor 2010 (indicatief 2009). Zandwinning omvat ook verlies door verdieping vaargeulen en loswallen.

	<i>NCP (EUSea- Map, 2021):</i>	Leidingsen	Platforms	Zandwinning	Windturbines	Totaal	Leidingsen	Platforms	Zandwinning	Windturbines	Totaal	Leidingsen	Platforms	Zandwinning	Windturbines	Totaal
D7C2 (%):																
BHT verlies:	<i>km2:</i>	<2010:					2010-2015:					2016-2021:				
Offshore circalitoraal grof sediment	963,66	0,021	0,000	0,000	0,000	0,021	0,021	0,000	0,000	0,000	0,021	0,021	0,000	0,000	0,000	0,021
Offshore circalitoraal gemengd sediment	18,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Offshore circalitoraal zand	22929,82	0,011	0,005	0,124	0,000	0,139	0,011	0,005	0,134	0,000	0,150	0,011	0,005	0,134	0,001	0,150
Offshore circalitoraal slib	13726,23	0,006	0,009	0,004	0,000	0,019	0,006	0,010	0,020	0,000	0,035	0,006	0,010	0,020	0,000	0,036
Circalitoraal grof sediment	1934,37	0,008	0,011	0,000	0,000	0,020	0,009	0,011	0,000	0,000	0,020	0,009	0,011	0,000	0,000	0,020
Circalitoraal gemengd sediment	17,24	0,107	0,000	0,000	0,000	0,107	0,107	0,000	0,000	0,000	0,107	0,107	0,000	0,000	0,000	0,107
Circalitoraal zand	17843,88	0,011	0,013	0,073	0,000	0,096	0,011	0,012	0,073	0,001	0,097	0,011	0,012	0,073	0,000	0,097
Circalitoraal slib	533,42	0,005	0,000	0,435	0,000	0,439	0,005	0,000	0,543	0,000	0,548	0,005	0,000	0,543	0,000	0,548
Infralitoraal grof sediment	50,16	0,006	0,000	0,000	0,000	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000	0,006	0,006	0,000	0,000	0,000	0,006
Infralitoraal gemengd sediment	<i>afwezig</i>															
Infralitoraal zand	692,68	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002
Infralitoraal slib	7,03	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Litoraal sediment	<i>onbekend</i>															
Totaal	58807	0,010	0,008	0,075	0,000	0,093	0,010	0,009	0,084	0,000	0,102	0,010	0,008	0,084	0,000	0,102

Ook voorziene verdere uitbreiding van het aantal windmolenparken zal niet direct leiden tot substantieel habitatverlies waar het energieklimaat aan de bodem betreft. Eventuele gevolgen van het opheffen van stratificatie zouden in potentie wel tot (permanente) verstoring van habitat kunnen leiden. Op dit moment wordt ingeschat dat het kan gaan om rond de 0,7% van het offshore circalitorale zandige en het circalitorale zandige habitatype, ervan uitgaande dat een 20% reductie in de jaargemiddelde (temperatuur)stratificatie kan leiden tot substantiële veranderingen in de stratificatieduur. Dit speelt nu voornamelijk ten noorden van park Gemini en in mindere mate aan de Duitse grens.

Een flinke afname van de stratificatieduur zal substantiële gevolgen hebben voor de (samenstelling van de) benthische gemeenschappen. Er dient te worden opgemerkt dat de vertaling van stratificatieverschil in stratificatieduur en gevolgen voor gemeenschappen verder dient te worden onderzocht. Te meer daar de voorziene uitbreiding van het aantal windmolenparken ook voor grotere gebieden met gereduceerde stratificatieduur kan zorgen.

Tabel 15. Overzicht habitatverstoring in procenten ten opzichte van totaal aanwezig per breed habitatype (BHT) onder invloed van hydrografische veranderingen per activiteit/structuur voor de periodes 2010-2015 en 2016-2021 (als gemiddelde per jaar) en de situatie voor 2010 (indicatief 2009). Zandwinning omvat ook verstoring door verdieping vaargeulen en loswallen. Verstoring onder invloed van windturbines betreft voornamelijk permanente verstoring ten gevolge van reductie (temperatuur)stratificatieperiode.

D7C2 (%):	NCP (EUSea- Map, 2021):	Zandwinning	Windturbines	Totaal	Zandwinning	Windturbines	Totaal	Zandwinning	Windturbines	Totaal
		<2010:			2010-2015:			2016-2021:		
BHT verstoring:	<i>km2:</i>									
Offshore circalitoraal grof sediment	963,66	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Offshore circalitoraal gemengd sediment	18,28	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Offshore circalitoraal zand	22929,82	0,047	0,000	0,047	0,058	0,000	0,058	0,044	0,648	0,692
Offshore circalitoraal slib	13726,23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,156	0,156
Circalitoraal grof sediment	1934,37	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Circalitoraal gemengd sediment	17,24	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Circalitoraal zand	17843,88	0,149	0,008	0,157	0,033	0,003	0,036	0,060	0,682	0,742
Circalitoraal slib	533,42	0,045	0,000	0,045	0,452	0,000	0,452	0,271	0,014	0,285
Infralitoraal grof sediment	50,16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Infralitoraal gemengd sediment	<i>afwezig</i>									
Infralitoraal zand	692,68	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Infralitoraal slib	7,03	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Litoraal sediment	<i>onbekend</i>									
Totaal (km2)	58807	0,064	0,001	0,064	0,037	0,001	0,038	0,038	0,490	0,528

Wanneer er in de toekomst eventueel op grote schaal leidingen, platforms en windmolens worden verwijderd, kan het zijn dat de tijdelijke verstoring onder invloed van veranderde hydrografische omstandigheden (enkel gerapporteerd onder D7C2) een kleine bijdrage levert aan de waargenomen kwaliteitstoestand zoals gerapporteerd onder D6C5. Maar voorlopig vallen dergelijke bijdragen in het niets bij de grootschalige impact van bodemberoerende visserij en wellicht ook nutriëntenbalans (en doorwerking in het voedselweb) en diffuus verspreide verontreinigingen op de kwaliteitstoestand van de benthische habitats.

In totaal is gemiddeld gedurende de periode 2016-2021, 60,3 km² aan benthisch habitat dat als verloren dient te worden beschouwd onder invloed van hydrografische wijzigingen, hetgeen 0,102% van het totale oppervlak van de Nederlandse Noordzee betreft (Tabel 14). Daarnaast is 26,2 km²,

overeenkomend met 0,044% tijdelijk verstoord, en nog eens 284,6 km² (overeenkomend met 0,484%) permanent verstoord. Het habitatverlies is daarmee nauwelijks veranderd ten opzichte van de voorgaande periode (2010-2015) en de periode daarvoor. De verstoring (grotendeels van permanente aard) is wel 15 keer toegenomen in de afgelopen jaren (periode 2015-2021), en is geheel op het conto van mogelijke reductie van de stratificatieperiode in specifieke gebieden (ten Noorden van de Wadden en in mindere mate op de grens met Duitsland) te schrijven (**Error! Reference source not found.**Tabel 15).

3.8 Enkele discussiepuntjes

Het is de vraag of ook alle 'hydrografische verstoring' ten gevolge van bodemberoerende visserij voldoende wordt gevat in de huidige beoordeling van bodemverstoring onder D6 (toegesplitst op de fysieke bodemberoering). Onder bepaalde condities kan bodemberoering tot substantiële opwerveling van sediment leiden met consequenties voor sedimentatie en eventueel afdekking van met name sessiele organismen en consequenties voor het lichtklimaat van belang voor met name structuurvormende algen, waarbij dan het impactgebied veel groter kan zijn dan nu opgenomen in de beoordeling. Dergelijke effecten kunnen wel tot uitdrukking komen bij beoordeling van de kwaliteitstoestand van de habitat op basis van gemeenschapsobservaties onder D6C5. Onderschatting van de impact van bodemberoerende visserij zou bijvoorbeeld kunnen spelen rond H1170 habitat (nu niet specifiek beoordeeld in de actualisatie van de Mariene Strategie deel 1, maar in de toekomst zeer waarschijnlijk te beoordelen als 'Other Habitat Type (OHT)').

In de toekomst dient er ook specifieke aandacht te zijn voor versturende effecten van suppleties en eventuele effecten van dumpen van materiaal in loswallen die verder reiken dan de loswal zelf. De locaties van suppleties worden gerapporteerd en dienen dus in principe bekend te zijn. Daarbij komt dat diverse recente suppleties zijn uitgevoerd in het kader van onderzoek en veldproeven betreffen waarvan de effecten op het ecologisch functioneren uitgebreid zijn onderzocht (onder andere Leopold & Baptist, 2007; De Bakker & Huisman, 2019; Van Hal et al., 2021). Op basis daarvan moet het mogelijk zijn om eventuele effecten met betrekking tot habitatverstoring (er van uitgaande dat suppleties van tijdelijke aard zijn en niet leiden tot habitatverlies) onder verschillende condities in te schatten zodat deze (ten minste in de toekomst) in de beoordelingen ten behoeve van de Mariene Strategie deel 1 kunnen worden meegewogen.

Met betrekking tot veranderende bodemschuifspanning rond windturbines dient de nu hier aangehouden standaard 0,015 km² verstoord gebied te worden onderzocht en wellicht te worden bijgesteld afhankelijk van de specifieke omstandigheden. Is de impactzone vergelijkbaar in hoog en laag energetische gebieden en voor verschillende BHTs, en betreft het werkelijk verstoring op het niveau van de gemeenschappen waarbij zichtbaar herstel optreedt afhankelijk van de veerkracht van de gemeenschappen behorende bij het specifieke BHT zoals voorgesteld in de toegepaste berekeningen? Is er wellicht een relatie tussen jaargemiddelde verandering in bodemschuifspanning (zie Van Dijk & Wijnhoven, 2023) en de 90-percentiel van de bodemschuifspanning berekend over een getijdencyclus (en/of afgeleide parameters; volgens Legrand et al., 2018)?

De huidige inschatting van permanente habitatverstoring ten gevolge van stratificatie reductie is wel iets wat de komende jaren meer onderzoek behoeft. Mogelijk dient de relatie 'gemiddeld 20% stratificatiereductie' ten opzichte van de werkelijk waarneembare reductie in stratificatietijd enigszins te worden bijgesteld, kan het effect in de gebieden boven de Wadden wellicht anders zijn dan in het gebied rond de Belgische grens, en ook de effecten van kortere stratificatietijd op het niveau van de benthische gemeenschappen dient nauwkeuriger te worden onderzocht. Het is wel van belang rekening te houden met substantiële effecten mogelijk lijdend tot permanente habitatverstoring, gezien de te verwachten exponentiële groei voor de komende jaren van het oppervlak aan windmolens in de Nederlandse Noordzee en de omliggende Noordzee-landen. Er is op dit moment geen reden om aan te nemen dat het ene BHT gevoeliger is voor opheffing van de stratificatie dan het andere.

4. Literatuur

- Couce, E., Schratzberger, M., Engelhard, G.H. (2020). Reconstructing three decades of total international trawling effort in the North Sea. *Earth System Science Data* 12, 373-386 (<https://doi.org/10.5194/essd-12-373-2020>).
- De Bakker, A.T.M., Huisman, B.J.A. (2019). Invloed suppleties op bodemsamenstelling. Modelling van verandering in korrelgrootte. Deltares rapport 11201431-001.
- EUSeaMap 2021. A European broad-scale seabed habitat map. EUSeaMap version 2021- Technical report <https://archimer.ifremer.fr/doc/00723/83528/>.
- ICES (2019). EU request to advise on a seafloor assessment process for physical loss (D6C1, D6C4) and physical disturbance (D6C2) on benthic habitats. In: Report of the ICES Advisory Committee, 2019. ICES Advice 2019, sr.2019.25, <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5742>.
- Legrand, S., De la Vallée, P., Fettweis, M., Van den Ende, D. (2018). Permanente en significante wijzigingen van de hydrografische eigenschappen. Hoofdstuk 2.5.1 in: Belgische Staat (2018), Actualisatie van de initiële beoordeling voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 8 lid 1a & 1b. p. 59-70.
- Legrand, S. (2018). Nadelige effecten als gevolg van permanente wijzigingen van de hydrografische eigenschappen in benthische habitats. Hoofdstuk 2.5.2 in: Belgische Staat (2018), Actualisatie van de initiële beoordeling voor de Belgische mariene wateren. Kaderrichtlijn Mariene Strategie – Art 8 lid 1a & 1b. p. 71-77.
- Leopold, M.F., Baptist, M.J. (2007). De effecten van onderwaterzandsuppleties op het habitat van de Kustzee, *Spisula* en enkele beschermde soorten zeevogels. Wageningen IMARES Rapport Nummer: C014/07.
- Matear, L., Vina-Herbon, C., Woodcock, K.A., Duncombe-Smith, S.W., Smith, A.P., Schmitt, P., Kreutle, A., Curtis, E.J., Wade, K. (2023a). *Extent of Physical Disturbance to Benthic Habitats: Aggregate Extraction*. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the Northeast Atlantic. OSPAR Commission, London. Available at: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/indicator-assessments/phys-dist-habs-agg-ex/>
- Matear, L., Vina-Herbon, C., Woodcock, K.A., Duncombe-Smith, S.W., Smith, A.P., Schmitt, P., Kreutle, A., Marra, S., Curtis, E.J., Baigent, H.N. (2023b). *Extent of Physical Disturbance to Benthic Habitats (BH3): Fisheries*. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the Northeast Atlantic. OSPAR Commission, London. Available at: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/indicator-assessments/phys-dist-habs-fisheries/>
- Min IenW & Min LNV (2024a). Mariene Strategie (deel 1). Actualisatie van huidige milieutoestand, goede milieutoestand, milieudoelen en indicatoren. 2024-2030.
- Min IenW, Min LNV (2024b). KRM-factsheet D6. Integriteit van de zeebodem en benthische habitats. Bijlage van: Min IenW & Min LNV, 2024. Mariene Strategie (deel 1). Actualisatie van huidige milieutoestand, goede milieutoestand, milieudoelen en indicatoren. 2024-2030.
- Min IenW, Min LNV (2024c). KRM-factsheet D7. Hydrografische eigenschappen. Bijlage van: Min IenW & Min LNV, 2024. Mariene Strategie (deel 1). Actualisatie van huidige milieutoestand, goede milieutoestand, milieudoelen en indicatoren. 2024-2030.
- MSCG (2022). Threshold values for the assessment of good environmental status under D6C4 and D6C5 – Recommendations from the Technical Group on Seabed Habitats and Sea-floor Integrity (TG Seabed). Marine Strategy Framework Directive (MSFD), Common Implementation Strategy, Marine Strategy Coordination Group (MSCG). ([MSCG 31 2022-WP-Seabed Threshold Values Proposal](#)).

- OSPAR (2022). Draft OSPAR CEMP Guideline. Pilot indicator: BH4 Area of Habitat Loss. Draft CEMP as used for the pilot BH4 assessment, published as part of the OSPAR 2023 Quality Status Report for the Northeast Atlantic (Draft OSPAR CEMP BH4).
- OSPAR (2023). Revised OSPAR CEMP Guideline. Common Indicator: BH3 Extent of Physical Disturbance to Benthic Habitats. Revision of OSPAR Agreement 2017-09, adopted during BDC2 (December 2022). ([Revised OSPAR CEMP BH3](#)).
- Raicevich, S., Korpinen, S., with contributions from Schröder, A. integrating contributions from Muller, H., Van Lancker, V., Vaz, S., Punzón, A., Sandman, A., Wijnhoven, S., Häubner, N., Connor, D., Krause, J., Papadopoulou, N., Canals, M. and others (2022). Guidance for the assessment of sea-floor integrity under the MSFD v2 ([SEABED 11-2022-02](#)).
- Rijnsdorp, A. D., Hiddink, J. G., van Denderen, P. D., Hintzen, N. T., Eigaard, O. R., Valanko, S., Bastardie, F., Bolam, S. G., Boulcott, P., Egekvist, J., Garcia, C., van Hoey, G., Jonsson, P., Laffargue, P., Nielsen, J. R., Piet, G. J., Sköld, M., van Kooten, T. (2020). Different bottom trawl fisheries have a differential impact on the status of the North Sea seafloor habitats. *ICES Journal of Marine Science* 77, 1772–1786.
- Schmitt, P., Kreutle, A., Vina-Herbon, C., Matear, L. (2022). Area of habitat loss (BH4) – Pilot Assessment. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the Northeast Atlantic. OSPAR Commission, London. Available at: <https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/indicator-assessments/area-habitat-loss-pilot/>.
- Tyler-Walters, H., Tillin, H.M., d'Avack, E.A.S., Perry, F. & Stamp, T. (2018). Marine Evidence based Sensitivity Assessment (MarESA) – A Guide. Plymouth: Marine Biological Association.
- Van Dijk, M.W. & Wijnhoven, S. (2023). Overzicht activiteiten en berekening hydrografische verstoring. Achtergronddocumentatie ten behoeve van Mariene Strategie deel 1 met betrekking tot D7 (hydrografische verstoringen). RWS Informatie, Rapportage Rijkswaterstaat Zee & Delta.
- Van Hal, R., Volwater, J., Aarts, G., Brasseur, S., Glorius, S. (2021). Ecologische effecten van een pilotsuppletie in het Amelandse Zeegat. Synthese van onderzoeksresultaten en literatuur. Wageningen University & Research rapport C004/21 (<https://doi.org/10.18174/540194>).
- Van Loon, W.M.G.M., Walvoort, D.J.J., Van Hoey, G., Vina-Herbon, C., Blandon, A., Pesch, R., Schmidt, P., Scholle, J., Heyer, K., Lavaleye, M., Philips, G., Duineveld, G.C.A., Blomqvist, M. (2018). A regional benthic fauna assessment method for the Southern North Sea using Margalef diversity and reference value modelling. *Ecological Indicators* 89, 667-679.
- Vasquez, M., Allen, H., Manca, E., Castle, L., Lillis, H., Agnes, S., Al Hamdani, Z., Annunziatellis, A., Askew, N., Bekkby, T., Bentes, L., Doncheva, V., Drakopoulou, V., Duncan, G., Gonçalves, J., Inghilesi, R., Laamanen, L., Loukaidi, V., Martin, S., McGrath, F., Mo, G., Monteiro, P., Muresan, M., Nikilova, C., O'Keeffe, E., Pesch, R., Pinder, J., Populus, J., Ridgeway, A., Sakellariou, D., Teaca, A., Tempera, F., Todorova, V., Tunesi, L. & Virtanen, E. (2021). EUSeaMap 2021, A European broad-scale seabed habitat map, Technical Report.
- Wijnhoven, S., Coolen, J.W.P., Glorius, S.T. (2022). Meetplan video ten behoeve van monitoring hard substraat gemeenschappen offshore windparken. MONS-project ID46 (Monitoringsplan benthische habitats offshore windparken – product 1 van 2) uitgevoerd door Wageningen Marine Research (WMR) en Ecoauthor; Ecoauthor Report Series 2022 - 02, Heinkenszand, the Netherlands.
- Wijnhoven, S. (2023). Beoordeling kwaliteitstoestand Nederlandse deel Noordzee op basis van de Benthische Indicator Soorten Index (BISI). Toestand en ontwikkelingen van benthische habitats en HR-/KRM-gebieden gedurende 2016-2021 in vergelijking tot voorgaande jaren. Ecoauthor Report Series 2023 – 02, Heinkenszand, the Netherlands.

- Zijl, F., Laan, S.C., Emmanouil, A., Van Kessel, T., Van Zelst, V.T.M., Vilmin, L.M., Van Duren, L.A. (2021). Potential ecosystem effects of large upscaling of offshore wind in the North Sea. Bottom-up approach. Deltares report 11203731-004-ZSK-0015, Version 1.1, 22 April 2021.
- Zijl, F., Laan, S. (2022). Model results of effects of Offshore Wind Farms for KRM - OWF 2024. Deltares report 11208613-002-ZKS-0001, 2 December 2022.