

MER nieuwbouw kerncentrales - Deel aquatische ecologie

Antea Group Nederland

RAPPORT 28 november 25 - versie 3.0



Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Van Immerseelstraat 66, 2018 Antwerpen, België

☎: + 32 3 270 92 95

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Project MER nieuwbouw kerncentrales - Deel aquatische ecologie
 Titel rapport
 Opdrachtgever Antea Group Nederland
 Contactpersoon
 Opdrachtgever
 Datum 28/11/25
 Rapportref. I/RA/12269/25.102/THW/
 Rapportlocatie K:\PROJECTS\12\12269_W004924-SEA_nuclear_power_plant\10-Rap\RA25102_KC_aquatiscche ecologie_v2.3.docx

Auteur(s)

Nazicht			
Goedgekeurd		Senior adviseur / project manager	

Copyright © IMDC 2026, Alle rechten voorbehouden. Deze publicatie of delen mogen niet worden gekopieerd, gereproduceerd of verzonden in welke vorm of op welke manier dan ook, digitaal of anderszins zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van IMDC. De inhoud van deze publicatie zal door de klant vertrouwelijk worden behandeld, tenzij anders schriftelijk overeengekomen. Verwijzing naar een deel van deze publicatie dat tot verkeerde interpretatie kan leiden, is verboden.

Classificatie

niet geclassificeerd
 intern
 beperkt
 confidencieel

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	25/07/25	Concept	THW, CPA	ABE	ABE
1.2	02/09/25	Werkversie extra review klant	THW, CPA	ABE	ABE
2.0	17/10/25	Concept v2	THW, CPA	ABE	ABE
3.0	28/11/25	Finaal rapport voor tussentijdse toetsing	THW, CPA	ABE	ABE



1	Inleiding	9
1.1	De opdracht	9
1.2	Globale ligging van de te onderzoeken locaties	9
1.3	Inhoud en doel van dit deelrapport	10
1.4	Leeswijzer	10
2	Beschrijving van het voornemen	11
2.1	Uitgangspunten voor bouw en in bedrijfstelling	11
2.1.1	Uitgangspunten hoofdterrein	11
2.1.2	Uitgangspunten werkterrein	12
2.1.3	Uitgangspunten zoekgebied koelwater	12
2.2	Beschrijving alternatieven	15
2.2.1	Sloegebied	15
2.2.2	Terneuzen	16
2.2.3	Maasvlakte II	18
2.2.4	Eemshaven	19
3	Beschrijving beschermde gebieden en soorten	24
3.1	Beschermde gebieden	24
3.1.1	Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe	24
3.1.2	Natura 2000-gebied Voordelta	34
3.1.3	Natura 2000-gebied Waddenzee	41
3.2	Beschermde soorten	48
3.2.1	Vissen	49
3.2.2	Zeezoogdieren	55
3.3	Overzicht habitattypes en soorten	57
4	Afbakening relevante effecten aquatische ecologie	58
4.1	Bouwfase	58
4.1.1	Bodemverstoring en ruimtebeslag	58
4.1.2	Geluidsverstoring	59
4.1.3	Troebelheid	59
4.1.4	Vermesting en verzuring (stikstofdepositie)	59
4.2	Bedrijfsfase	60
4.2.1	Thermische pollutie	60
4.2.2	Verstrikking	64
4.2.3	Migratie	65
4.2.4	Ecotoxicologische effecten	65
4.2.5	Troebelheid	66
4.2.6	Niet-inheemse soorten	66
4.3	Overzicht effectafbakening	67

5	Effectbeschrijving	68
5.1	Effectbeschrijving beschermde habitats	68
5.1.1	Bouwfase	68
5.1.2	Bedrijfsfase	81
5.2	Effectbeschrijving beschermde soorten	85
5.2.1	Vissen	85
5.2.2	Zeezoogdieren	89
5.3	Samenvattende tabel effectbeschrijving	92
5.4	Kennishiaten	94
5.5	Mitigerende en voorzorgsmaatregelen	94
5.6	Monitoring	96
6	Conclusies	97
7	Referenties	99

Bijlagen

Bijlage A	104	
A.1	Beschrijving van het voornemen	105
A.2	Effectbeschrijving	108
	A.2.1 Introductie	108
	A.2.2 Ruimtebeslag	108
	A.2.3 Wijziging van de hydrologie van oppervlaktewater	111
	A.2.4 Geluidsverstoring	111
	A.2.5 Algemene verstoring	112
A.3	Conclusie	114

Lijst van Tabellen

Tabel 2-1 :	Uitgangspunten hoofdterrein	11
Tabel 2-2 :	Uitgangspunten werkkerrein	12
Tabel 2-3 :	Uitgangspunten koelwatervoorziening	12
Tabel 2-4 :	Overzicht van de lengte van het kanaal of de tunnel vanaf de kustlijn voor de verschillende alternatieven. Tussen haakjes staat de lengte die aanvullend nodig is op land.	14
Tabel 3-1.	Overzicht van de beschermde gebieden per alternatief	24
Tabel 3-2:	Oppervlakte (in m ²) van de habitattypes in de koelwater zoekgebieden voor de Sloegebied en Terneuzen alternatieven. Tussen haakjes staat het percentage van het zoekgebied oppervlak ten opzichte van het volledig habitatype in de Westerschelde & Saeftinghe	28
Tabel 3-3:	Oppervlakte (in m ²) van de habitattypes in de koelwater zoekgebieden voor alternatief Maasvlakte II. Tussen haakjes staat het percentage van het zoekgebied oppervlak ten opzichte van het volledig habitatype in de Voordelta	37
Tabel 3-4:	Oppervlakte (in m ²) van de habitattypes in de koelwater zoekgebieden voor de locatiealternatieven Eemshaven. Tussen haakjes staat het percentage van het zoekgebied oppervlak ten opzichte van het volledig habitatype in de Waddenzee	44

Tabel 3-5 : Overzicht voorkomen van de relevante habitattypes en soorten met instandhoudingsdoelstellingen ter hoogte van de alternatieve projectgebieden	57
Tabel 4-1 : Overzicht effectafbakening (x: mogelijk effect, o: effect op voorhand uit te sluiten)	67
Tabel 5-1: Overzicht bodemverstoring en potentieel habitatverlies in de context van uitbreiding- en verbeterdoelstellingen	69
Tabel 5-2: Definitie van de scores voor omvang bodemverstoring (afstand gebaseerd op open kanaal/cut&cover tunnel), doelstellingen voor aanwezige habitattypes en mogelijkheden tot optimalisatie van het zoekgebied door vermijden van bepaalde habitattypes.	78
Tabel 5-3: Samenvatting van de bodemverstoring voor de verschillende alternatieven op basis van de scores in Tabel 5-2.	79
Tabel 5-4: Overzicht van verstoorde habitattypes na de optimalisatieoefening binnen elk zoekgebied. Habitattypes die vermeden/gemimaliseerd kunnen worden staan aangeduid tussen haakjes. Cellen met grijze kleur kunnen volledig vermeden worden (zonder gebruik van geboorde tunnel).	79
Tabel 5-5: Overzicht van de temperatuursranges voor de beschermde vissoorten die voorkomen in de projectalternatieven (Geist <i>et al.</i> , 2003; Esteves, 2006; Dulvy <i>et al.</i> , 2006; Boisneau <i>et al.</i> , 2008; Kottelat and Freyhof, 2008)	87
Tabel 5-6 : Vergelijking van de alternatieven voor de verwachte effecten in het aquatische milieu tijdens de bouw- en bedrijfsfase van de kerncentrales. Licht oranje: beperkt effect, oranje: matig effect, donker oranje: groot effect, bruin: significant effect op beschermde habitats en soorten.	92
Tabel 5-7: Vergelijking van de koelwateralternatieven voor de verwachte effecten in het aquatische milieu tijdens de bouw- en bedrijfsfase van de kerncentrales. Licht oranje: beperkt effect, oranje: matig effect, donker oranje: groot effect, bruin: significant effect.	93

Lijst van Figuren

Figuur 1-1 : Gebieden met de onderzoekslocaties voor twee nieuwe kerncentrales (bron ondergrond: OpenStreetMap)	10
Figuur 2-1: Voorbeeld constructie van strekdammen voor de inlaat van het koelwater.	13
Figuur 2-2 : Locatie van alternatief Sloegebied 1	16
Figuur 2-3 : Locatie van alternatief Sloegebied 2	16
Figuur 2-4 : Locatie van alternatief Terneuzen 1A	17
Figuur 2-5 : Locatie van alternatief Terneuzen 1B	18
Figuur 2-6 : Locatie van alternatief Maasvlakte II	19
Figuur 2-7 : Locatie van alternatief Eemshaven 1A	20
Figuur 2-8 : Locatie van alternatief Eemshaven 1B	21
Figuur 2-9 : Locatie van alternatief Eemshaven 2	22
Figuur 2-10 : Locatie van alternatief Eemshaven 3	23
Figuur 3-1: Natura2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe (habitattypekaart), met aanduiding van de zoekgebieden koelwater voor de locatiealternatieven Sloegebied en Terneuzen	25
Figuur 3-2 : Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Behoudsdoelstelling: =, uitbreidings- of verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld, 'sense of urgency'-aandachtspunt: indien aanwezig aangegeven met Ω. W: wateropgave. *: prioritair habitatype (Heidinga <i>et al.</i> , 2023a).	26
Figuur 3-3 : Habitattypekaart Sloegebied.	27
Figuur 3-4 : Habitattypekaart Terneuzen.	27

Figuur 3-5 : Instandhoudingsdoelstellingen habitatrictlijnsoorten Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Behoudsdoelstelling: =, verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld, 'sense of urgency'-aandachtspunt: indien aanwezig aangegeven met Ω. W: wateropgave. (Heidinga et al., 2023a).	30
Figuur 3-6 : Verspreidingskaart trekvissoorten in de Westerschelde en Saeftinghe	31
Figuur 3-7 : Ligplaatsen van de gewone zeehond in het Deltagebied tijdens seizoen 2022-2023 (Hoekstein et al., 2024)	32
Figuur 3-8 : Ligplaatsen van de grijze zeehond in het Deltagebied tijdens seizoen 2022-2023 (Hoekstein et al., 2024)	33
Figuur 3-9 : Waargenomen bruinvissen bij de telpost Breskens in de periode 2016-2022, in vergelijking met de periode 2008-2016 (Heidinga et al., 2023a)	34
Figuur 3-10: Natura 2000-gebied Voordelta (habitattypekaart), met aanduiding van de zoekgebieden koelwater voor de locatiealternatief Maasvlakte II	35
Figuur 3-11 : Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen Natura 2000-gebied Voordelta. Behoudsdoelstelling: =, uitbreidings- of verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld, W: wateropgave (Brekelmans et al., 2023).	36
Figuur 3-12: Habitattype kaart Maasvlakte	37
Figuur 3-13 : Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen Natura 2000-gebied Voordelta. Behoudsdoelstelling: =, verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld, W: wateropgave (Brekelmans et al., 2023).	39
Figuur 3-14 : Natura 2000-gebied Waddenzee (habitattypekaart), met aanduiding van de zoekgebieden koelwater voor de alternatieven Eemshaven	42
Figuur 3-15 : Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen Natura 2000-gebied Waddenzee. Behoudsdoelstelling: =, uitbreidings- of verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld. W: wateropgave. *: prioritair habitattype (Heidinga et al., 2023b)	43
Figuur 3-16 : Habitattype kaart Eemshaven	43
Figuur 3-17 : Instandhoudingsdoelen habitatrictlijnsoorten Waddenzee. W: kernopgave met Wateropgave, Doelstelling: = behoud, > verbeter/uitbreiding. Een (o) betekent een ontwerpdoel dat eind 2022 middels het Veegbesluit definitief is geworden (Heidinga et al., 2023b).	46
Figuur 3-18 : Deze kaart laat zien via welke routes trekvis van en naar de binnenwateren trekken. Rivierprik (paars) paait in de Drentsche Aa en verblijft verder waarschijnlijk in de Waddenzee. Fint (rood) trekt mogelijk naar de Dollard en zeker naar de Eems. Het is onbekend waar de fint op zee of in het estuarium verblijft (Schmidt et al., 2021).	47
Figuur 3-19 : Verdeling van de ligplaatsen in het Eems estuarium (Brasseur et al., 2010).	48
Figuur 3-20: Verspreiding zeeprik in Nederland (ravon.nl)	50
Figuur 3-21: Verspreiding rivierprik in Nederland (ravon.nl)	51
Figuur 3-22: Verspreiding fint in Nederland (ravon.nl)	52
Figuur 3-23: Verspreiding elft in Nederland (ravon.nl)	53
Figuur 3-24: Verspreiding Europese steur in Nederland (ravon.nl)	54
Figuur 3-25: Verspreiding Noordzeehouting in Nederland (ravon.nl)	55
Figuur 4-1 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Sloegebied in configuratie 1 (open uitlaat) (Vlijm, 2025).	61
Figuur 4-2 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Sloegebied in configuratie 8 (geboorde uitlaat) (Vlijm, 2025).	61
Figuur 4-3: Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Terneuzen in configuratie 2 (open uitlaat) (Vlijm et al., 2025).	62
Figuur 4-4 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Terneuzen in configuratie 1 (geboorde uitlaat) (Vlijm et al., 2025).	62

Figuur 4-5: Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Maasvlakte in configuratie 5 (open uitlaat) (Georgiou, 2025).	63
Figuur 4-6 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Maasvlakte in configuratie 6 (geboorde uitlaat) (Georgiou, 2025).	63
Figuur 4-7: Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Eemshaven in configuratie 2 (open uitlaat) (Vlijm and Morelissen, 2025).	64
Figuur 4-8 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Eemshaven in configuratie 9 (geboorde uitlaat) (Vlijm and Morelissen, 2025).	64
Figuur 4-9: Soortenrijke biologische aangroei op equipment in een koelwaterinlaat (links) en recent aangehechte pokken, kalkkokerworm oesters en bryozoa op een monitoringsplaat (rechts) (foto credits: Pecten Aquatic).	65
Figuur 5-1: Optimalisatieoefening in het koelwaterzoekgebied van Sloegebied 1 om habitatverlies te minimaliseren. Het rode vak raakt minder H1130B en vermijd H1330A volledig.	71
Figuur 5-2: Optimalisatieoefening in het koelwaterzoekgebied van Sloegebied 2 om habitatverlies te minimaliseren. Het rode vak raakt minder H1130B, maar wel meer H1130A.	72
Figuur 5-3: Optimalisatieoefening in de koelwaterzoekgebieden van Terneuzen 1A en 1B om habitatverlies te minimaliseren (rode zones).	73
Figuur 5-4: Optimalisatieoefening in de koelwater zoekgebieden Maasvlakte II om habitatverlies te minimaliseren (rode zone).	74
Figuur 5-5: Optimalisatieoefening in de koelwater zoekgebieden Eemshaven om habitatverlies te minimaliseren (rode zones).	77
Figuur 7-1: Voorbeeld van een jetty voor het transport van materiaal en apparatuur.	105
Figuur 7-2: Mogelijke locatie van de jetty voor locatiealternatief Eemshaven 1B.	105
Figuur 7-3: Mogelijke locatie van de jetty voor locatiealternatief Eemshaven 3.	106
Figuur 7-4: Mogelijke locatie van de jetty voor locatiealternatief Terneuzen 1A.	106
Figuur 7-5: Mogelijke locatie van de jetty voor locatiealternatief Terneuzen 1B.	107
Figuur 7-6: Locatie van jetty (geel) voor alternatief Eemshaven 1B, in relatie tot de verschillende habitattypes.	108
Figuur 7-7: Locatie van jetty (geel) voor alternatief Eemshaven 3, in relatie tot de verschillende habitattypes.	109
Figuur 7-8: Locatie van jetty (geel) voor alternatieven Terneuzen 1A en 1B, in relatie tot de verschillende habitattypes.	110

1 Inleiding

1.1 De opdracht

Als onderdeel van een klimaatneutrale en betrouwbare energievoorziening in de toekomst wil de Rijksoverheid twee nieuwe kerncentrales in Nederland bouwen. Hiervoor is het Rijk een verkenning gestart naar één geschikte locatie voor twee nieuwe kerncentrales. Er wordt in verband met kostenefficiëntie gezocht naar één locatie waar de twee kerncentrales in serie gebouwd kunnen worden.

Om tot één locatie voor twee nieuwe kerncentrales te komen, doorloopt de Rijksoverheid een projectprocedure. De verkenning moet leiden tot de selectie van een voorkeurslocatie in een Voorkeursbeslissing. Voor deze verkenning is het verplicht om een plan-milieueffectrapportage-procedure (plan-mer) te doorlopen. In deze procedure worden redelijke alternatieven (locaties) met elkaar vergeleken voor alle relevante thema's van de fysieke leefomgeving, opdat er een besluit kan worden genomen waar de twee kerncentrales komen. In het voorliggende rapport wordt de ernst van mogelijke effecten bepaald en worden alternatieve locaties vergeleken voor het thema 'aquatische ecologie'. Dit rapport is een bijlage bij het milieueffectrapport (plan-MER) en is een integraal onderdeel van het deelrapport Natuur.

1.2 Globale ligging van de te onderzoeken locaties

De onderzoekslocaties zijn geselecteerd op basis van afwegingen die zijn opgenomen in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) en het plan-MER. In essentie komt het erop neer dat gebieden, die zijn benoemd vanuit het waarborgingsbeleid en de reactie op het Voorstel en voornemen voor Participatie (VenP), getrechterd zijn tot specifiekere locaties binnen die gebieden. Bij die trechtering hebben verschillende criteria een rol gespeeld, waaronder de ligging ten opzichte van dichtbevolkte gebieden, criteria voor een veilige bedrijfsvoering van de kerncentrales, criteria voor beïnvloeding van de omgeving en ligging in de aanwezigheid van hoogspanningsstations. De uitkomst hiervan zijn verschillende onderzoekslocaties voor twee nieuwe kerncentrales welke gelegen zijn binnen vier gebieden in Nederland:

1. Eemshaven;
2. Maasvlakte II;
3. Sloegebied;
4. Terneuzen.

Deze gebieden zijn globaal op kaart weergegeven in Figuur 1-1. In hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op de onderzoekslocaties binnen deze gebieden.



Figuur 1-1 : Gebieden met de onderzoekslocaties voor twee nieuwe kerncentrales (bron ondergrond: OpenStreetMap)

1.3 Inhoud en doel van dit deelrapport

Dit rapport, dat enkel de discipline ‘aquatische ecologie’ behandelt voor het deelrapport Natuur, dient als bijlage voor het plan-MER, opgesteld door Antea Group. De referentiesituatie voor het aquatische milieu ter hoogte van de verschillende locaties en alternatieven wordt beschreven en de mogelijke milieueffecten voor deze alternatieven worden beschreven en met elkaar vergeleken. De focus ligt op de vergunbaarheid van de alternatieven en de eventuele impact van de activiteiten op aquatische beschermde soorten en beschermde gebieden in het Natura 2000 netwerk.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 2 zijn de alternatieven beschreven voor het bouwen van twee nieuwe kerncentrales.
- In hoofdstuk 3 is de referentiesituatie voor de beschermde gebieden en soorten beschreven voor de verschillende locaties.
- In hoofdstuk 4 wordt een scoping uitgevoerd van de effecten die als relevant wordt beschouwd (afbakening relevante effecten).
- In hoofdstuk 5 zijn de effecten voor de twee nieuwe kerncentrales beschreven. Hierbij is onderscheid gemaakt in effecten in de constructie- en de bedrijfsfase. Aan het einde van dit hoofdstuk staan, indien relevant, mitigerende maatregelen beschreven, alsook relevante leemten in kennis en informatie.
- Hoofdstuk 6 sluit af met een globale conclusie voor het onderdeel aquatische ecologie.

2 Beschrijving van het voornemen

In dit hoofdstuk zijn de activiteiten en uitgangspunten beschreven die nodig zijn voor de bouw en inbedrijfstelling van twee nieuwe kerncentrales, voor zover deze reeds bekend zijn.

Vervolgens zijn de alternatieven beschreven (onderzoekslocaties). Er zijn vier gebieden waar deze locaties zich bevinden (Figuur 1-1): Sloegebied, Terneuzen, Maasvlakte II en Eemshaven. Deze worden in dit hoofdstuk voorgesteld.

2.1 Uitgangspunten voor bouw en inbedrijfstelling

Het doel van de Rijksoverheid is om twee nieuwe kerncentrales op één locatie in Nederland te realiseren. De kerncentrales hebben een generatie III+ ontwerp en elk een vermogen van meer dan 1.000 megawatt (MW). Voor het bouwen en inbedrijfstellen van de kerncentrales zijn (worst-case) basisuitgangspunten geformuleerd voor de omvang van de bouwactiviteiten en het ontwerp.

In de beschrijvingen in dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende locatieonderdelen:

- Hoofdterrein: het oppervlak waar de kerncentrales uiteindelijk komen te staan;
- Werkterrein: het oppervlak dat beoogd is voor tijdelijke voorzieningen tijdens de bouw;
- Zoekgebied koelwater: het oppervlak waar koelwatervoorzieningen gerealiseerd worden.

Met betrekking tot het aquatische milieu, is hierbij voornamelijk het zoekgebied koelwater van belang.

De bouwfase van de kerncentrales zou ca. 12 jaar duren en de bedrijfsfase 60 jaar.

2.1.1 Uitgangspunten hoofdterrein

Het hoofdterrein is het terrein waar de reactoren op staan, de pompgebouwen, het turbinegebouw, de control room, de direct noodzakelijke parkeerruimte, een veiligheidshek, et cetera. Hierbij zijn de volgende basisuitgangspunten gehanteerd (Tabel 2-1).

Tabel 2-1: Uitgangspunten hoofdterrein

Onderdeel	Omvang (maximaal)
Oppervlakte hoofdterrein	60 hectare
Oppervlakte reactorgebouw	475 bij 290 meter
Bouwhoogte	75 meter (t.o.v. maaiveld)
Bouwdiepte	21 meter (t.o.v. maaiveld)
Vermogen beide reactoren tezamen	3.340 MW
Aantal werknemers tijdens bedrijfsfase	750

Uitgangspunten werkterrein

Het werkterrein is het terrein voor trailers, kranen, tijdelijke kantoren, magazijnen, fabricagewerkplaatsen, ontvangstfaciliteiten, wegen, grondopslagplaatsen, aanlegplaatsen voor binnenvaartschepen, betoncentrales, et cetera. Idealiter, maar niet noodzakelijkerwijs, zijn deze functies aan het hoofdterrein gelegen. Hierbij zijn de volgende basisuitgangspunten gehanteerd (Tabel 2-2).

Tabel 2-2 : Uitgangspunten werkterrein

Onderdeel	Omvang (maximaal)
Oppervlakte werkterrein	120 hectare
Bouwtijd	12 jaar
Aantal werknemers tijdens bouwfase	5.000 (gemiddelde per bouwjaar) 10.000 (eenmalige piek)
Hoogte opslagfaciliteiten	37 meter (t.o.v. maaiveld)
Hoogte bouwkransen	120 meter (t.o.v. maaiveld)

Voor specifieke locaties wordt overwogen om een aanlegsteiger aan te leggen om het aanmeren van schepen te vergemakkelijken. Aangezien dit als oplossing nog niet beslist is, wordt dit niet mee opgenomen in de basisuitgangspunten. De effectbeschrijving van deze optie op aquatische ecologie staat in Bijlage A.

Uitgangspunten zoekgebied koelwater

Het zoekgebied voor koelwater ligt idealiter, maar niet noodzakelijkerwijs, aan het hoofdterrein. Het zoekgebied strekt zich uit tot een waterdiepte van 12 meter en dieper, en verschilt bijgevolg per alternatief. Hierbij zijn de volgende basisuitgangspunten gehanteerd (Tabel 2-3).

Tabel 2-3 : Uitgangspunten koelwatervoorziening

Onderdeel	Omvang (maximaal)
Hoeveelheid koelwater	142 m ³ /s
Verskil temperatuur van aan- en afgevoerd koelwater	7-12°C
De verwachte gemiddelde maandelijkse onttrekking uit de koelwaterbron	2.500 m ³

Voor de inrichting van de koelwatervoorziening zijn nadere keuzes te maken over de ligging van de in- en uitlaat, het type in- en uitlaat en het wel of niet toepassen van koeltorens. In deze fase van de besluitvorming wordt nog geen definitieve keuze gemaakt voor de ligging en inrichting van het koelwatersysteem.

Tussen de in- en uitlaat dient ook voldoende afstand (zowel horizontaal als verticaal) te zijn. Te korte afstand kan tot recirculatie van koelwater leiden. Warm water uit de uitlaat vermengt dan met het koelere water bij de inlaat. Meer dan 2°C recirculatie wordt als een risico gezien. Hoe groot de afstand tussen de in- en uitlaat moet zijn, verschilt per alternatief.

Zowel voor de in- als uitlaat van het koelwatersysteem kan gekozen worden voor een open systeem, een geboorde tunnel of een cut&cover tunnel.

2.1.3.1 Open in- en uitlaat

Bij de keuze voor de in- of uitlaat van koelwater via een open kanaal, dienen er twee strekdammen geplaatst te worden (voorbeeld Figuur 2-1). De breedte van het kanaal is worst case 150 m inclusief de strekdammen. Tussen de strekdammen wordt de bodem uitgebaggerd tot minimaal 1,5 meter onder het laagste waterpeil, zodat de toevoer van koelwater ook bij laagwater wordt gegarandeerd. Voor de uitlaat is deze vereiste niet van toepassing.

De afstand van de oever tot deze minimale waterdiepte verschilt per alternatief. De omvang van de baggerwerkzaamheden verschilt per alternatief. Tijdens de bedrijfsfase zijn mogelijk onderhoudsbaggerwerken nodig.



Figuur 2-1: Voorbeeld constructie van strekdammen voor de inlaat van het koelwater.

2.1.3.2 In- en uitlaat via een geboorde tunnel

De in- en uitlaat van het koelwatersysteem kan ook door middel van tunnelbuizen ingericht worden. Voor het gewenste debiet zijn tunnelbuizen met een diameter van 7 à 8 meter nodig. Om gevolgen van verstoppingen of andere vormen van falen van de inlaat te voorkomen is bij een inlaat via een tunnel een tweede buis voor de inlaat nodig. De tweede inlaattunnel fungeert als back-up. Een koelwatersysteem met tunnels bestaat hierdoor uit drie tunnelbuizen, twee voor de inlaat (diameter van elk ca. 7 m) en een voor de uitlaat (diameter ca. 8 m).

Voor elke inlaat is een tunnelmond in een betonnen constructie van circa 40 meter nodig. Deze tunnelmond is groot om de instroomsnelheid laag te houden en zo inzuiging van vissen te voorkomen of te beperken. Afhankelijk van het getij ligt de instroomsnelheid bij een tunnelbuis met een diameter van 7 meter tussen de 120 en 200 m³/s. De tunnelmond van de uitlaat is minder groot. Deze constructies worden deels in de bodem aangelegd, maar steken ook enkele meters boven de zeebodem uit.

Voor de aanleg van een tunnel wordt gebruik gemaakt van een tunnelboormachine. Een tunnelboormachine kan op land starten en onder de zeebodem door boren. Alleen ter plaatse van de tunnelmond wordt de zeebodem dan geroerd.

Voor de installatie van de uitlaat wordt een tunnel geboord vanaf land onder het maaiveld tot aan de uitlaatlocatie op -12 m, wat leidt tot een snellere vermenging met het koude water in de omgeving in vergelijking met een open uitlaat. Bij een open uitlaat mengt het geloosde water veel minder, aangezien kouder water een hogere dichtheid heeft en dus op diepte zal blijven. Dit heeft grotere gevolgen voor thermische pollutie (zie detaillering in sectie 4.2.1 Thermische pollutie).

2.1.3.3 Cut&cover-tunnel

Een kanaal kan ook ondergronds aangelegd worden. Er is dan sprake van een zogenaamde cut&cover-tunnel. Hierbij wordt de bodem opengelegd, waarna de tunnel aangelegd wordt. Als de tunnel gereed is, wordt de bodem weer afgedekt. Hiervoor wordt de tunnel allereerst omgeven met stortstenen en afgedekt met een gebiedseigen bodemlaag. Na realisatie kan de bodem zich herstellen.

2.1.3.4 Algemene beschouwing van de zoekgebieden

De breedte van de in- en uitlaat is op elke locatie gelijk. De lengte verschilt vanwege de verschillen in bathymetrie per zoekgebied. De benodigde lengte (vanaf de kustlijn) is afhankelijk van het koelwatersysteem:

- Bij een open kanaal (of cut&cover-tunnel) ligt het uiteinde tot een waterdiepte van 1,5 m onder laagste zeeniveau. Tabel 2-4 toont de benodigde lengte van het kanaal.
- Bij een combinatie van open kanaal en boortunnel ligt de tunnelmond van de boortunnel op de grens van de 12 m waterdiepte, voor het open kanaal geldt de lengte van de kolom 'open / cut&cover'.
- Bij boortunnel in/out ligt de inlaat of uitlaat enkele honderden meters verder, om voldoende afstand te creëren. Voor de andere tunnelbuis geldt de lengte uit de kolom 'combinatie' in Tabel 2-4.

Tabel 2-4: Overzicht van de lengte van het kanaal of de tunnel vanaf de kustlijn voor de verschillende alternatieven. Tussen haakjes staat de lengte die aanvullend nodig is op land.

Alternatief	Open / cut& cover	Combinatie	Boortunnel in/out
Eemshaven 1A (oost)	2.600 m	3.300 m	4.400 m
Eemshaven 1A (noord)*	n.v.t.	n.v.t.	1.800 m (800 m)
Eemshaven 1B	2.900 m	3.400 m	4.700 m
Eemshaven 2	350 m	1.000 m	n.v.t.
Eemshaven 3	450 m	1.200 m	n.v.t.
Maasvlakte II	800 m	1.400 m (400 m)	1.700 m (500 m)
Sloegebied 1	700 m	900 m	n.v.t.
Sloegebied 2	400 m	500 m (1.300 m)	800 m (1.300 m)
Terneuzen 1A	1.300 m	2.000 m	2.600 m
Terneuzen 1B	1.300 m	2.600 m (200 m)	3.400 m

* Voor Eemshaven 1A is er een 2^e tunneloptie via de noordkant. Deze optie ligt voor ca. 700 m op land

2.2 Beschrijving alternatieven

2.2.1 Sloegebied

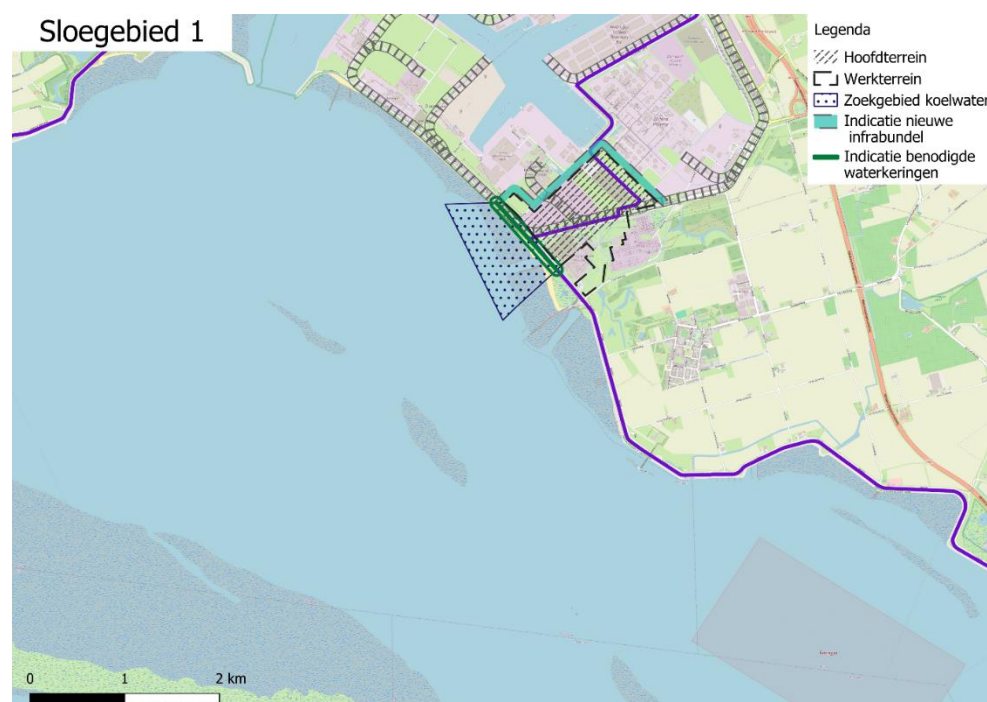
Het Sloegebied is grofweg voor de helft gelegen in de gemeente Borsele (zuidelijk deel) en voor de helft gelegen in de gemeente Vlissingen (noordelijk deel). Het Sloegebied kenmerkt zich door grootschalige industrie en een ruime opbouw. Kenmerkende elementen zijn de insteekhavens, ruime kavels, grootschalige industriële complexen en kleinschaligere bedrijfsmatige bebouwing, bovengrondse en ondergrondse infrastructuur en landschappelijke inpassing rondom het zeehaventerrein met daaraan grenzend de N254. Op grotere afstand vanaf het bedrijventerrein bevinden zich agrarische bedrijven met bijbehorende bedrijfswoningen, verspreid liggende burgerwoningen en woonkernen waarvan de kern Nieuwdorp het dichtst bij het zeehaventerrein ligt.

Binnen het Sloegebied zijn er twee locaties die onderzocht worden in het plan-MER: Sloegebied 1 en Sloegebied 2. Hieronder is nader ingaan op deze locaties.

2.2.1.1 Sloegebied 1

Alternatief Sloegebied 1 ligt in het zuiden van het Sloegebied. De locatie heeft een oppervlak van 99 hectare, waarvan 78 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein ligt naast de huidige kerncentrale in Borssele. Op het terrein zijn een zonnepark, windturbines en een converterstation in aanbouw aanwezig. Het hoofdterrein wordt doorkruist door de Europaweg zuid en een spoorweg. De spoorweg heeft een aftakking richting COVRA.
- Het werkterrein grenst aan de noord- en zuidkant aan het hoofdterrein. Het werkterrein aan de zuidkant ligt tussen twee hoogspanningsstations en de huidige kerncentrale van Borssele in.
- Het hoofdterrein grenst aan de zuidwest kant aan de Westerschelde. Hier ligt het zoekgebied voor koelwater.

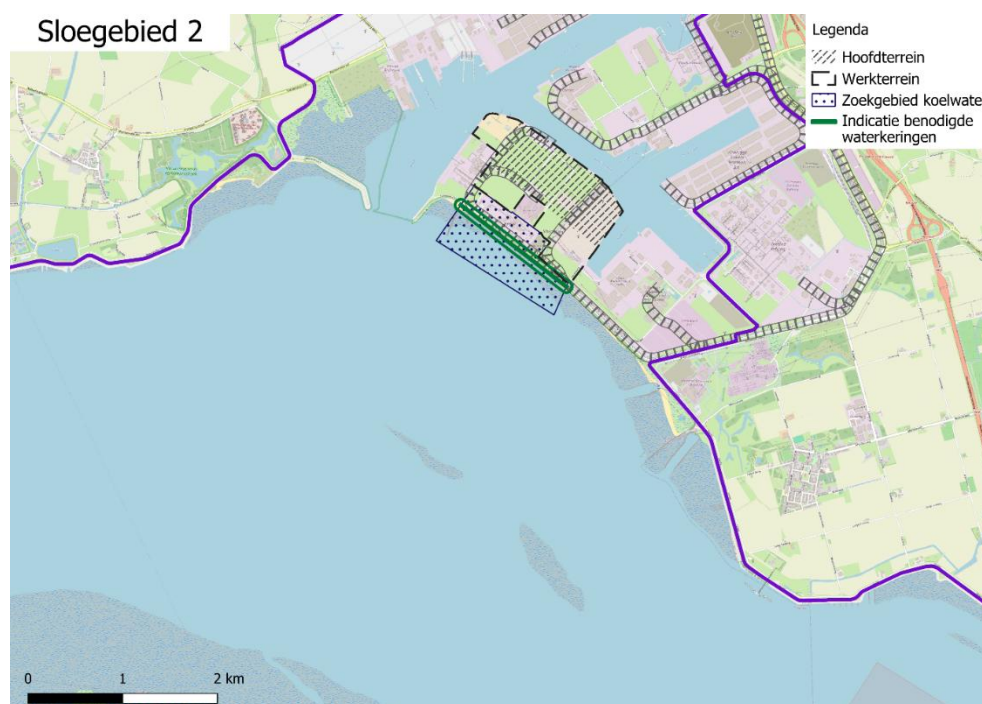


Figuur 2-2 : Locatie van alternatief Sloegebied 1

2.2.1.2 Sloegebied 2

Alternatief Sloegebied 2 ligt centraal gelegen in het Sloegebied. De locatie heeft een oppervlak van 132 hectare, waarvan 81 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein bestaat grotendeels uit braakliggende grond en uit terreinen van een bulkhaven (westkant), een energiebedrijf (midden) en diverse spoorwegen. Het hoofdterrein is begrensd door de havenbekkens aan de noord- en oostkant en door de spoorweg aan de zuid- en westkant.
- Het werkterrein ligt tussen het hoofdterrein aan de noordkant en het zoekgebied voor koelwater aan de zuidkant.
- Het hoofdterrein grenst aan het havenbekken van het Sloegebied. Het werkterrein grenst aan de Westerschelde. In de Westerschelde ligt het zoekgebied voor koelwater.



Figuur 2-3 : Locatie van alternatief Sloegebied 2

2.2.2 Terneuzen

De Mosselbanken (Valuepark), ten westen van Terneuzen, DOW Chemicals en het kanaal Gent-Terneuzen, is in 1977 ingepolderd voor industrie. Het gebied maakt onderdeel uit van het industrieel cluster en de havens in Terneuzen en wordt ontwikkeld tot een duurzaam en circulair industriepark. In het oostelijk deel van de polder ligt een olieterminal. In het westelijk deel staan windturbines en ligt een zonneveld. De Paulinapolder ten westen van de Mosselbanken is agrarisch gebied. Beide polders worden gescheiden door de Scheldedijk en grenzen aan de Westerschelde. Aan de zuidzijde ligt de Braakman, een gebied met natuurwaarden en verderop recreatievoorzieningen. De huidige ontsluiting van de Mosselbanken ligt langs DOW. Iets verderop ligt de N62, de weg door de Westerscheldetunnel. De Paulinapolder is via

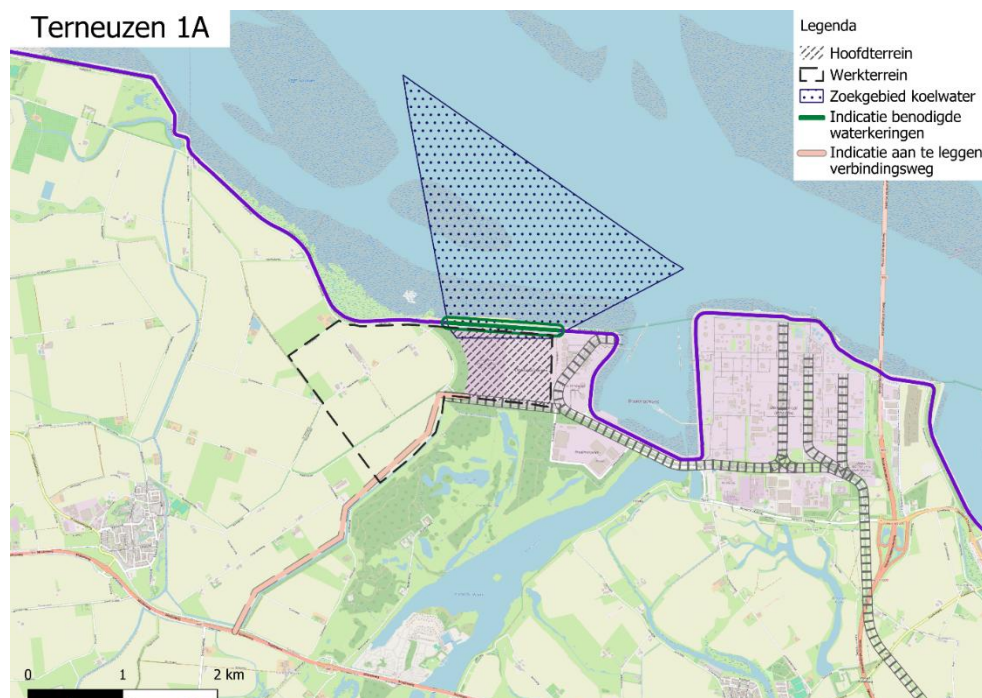
Biervliet ontsloten op de N61 in het zuiden. Voor de alternatieven in Terneuzen zal een nieuwe ontsluitingsweg worden voorzien.

Binnen Terneuzen zijn er twee locaties die onderzocht worden in het plan-MER. Dit zijn: Terneuzen 1A en Terneuzen 1B. Hieronder is nader ingaan op deze locaties.

2.2.2.1 Terneuzen 1A

Alternatief Terneuzen 1A ligt ten westen van het industrieterrein van Terneuzen. De locatie heeft een oppervlak van 264 hectare, waarvan 68 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein is binnendijs gelegen op de Mosselbanken waar in de huidige situatie braakliggende grond is en een zonnepark. Het hoofdterrein wordt aan de noordkant begrenst door de dijk aan de Westerschelde, aan de oostkant door een bedrijf (bulkopslag), aan de zuidzijde door een spoorweg en Natuurreservaat Braakman Boerderij, en aan de westzijde door de Scheldedijk.
- Het werkterrein, ten westen van het hoofdterrein, is gelegen in de Paulinapolder. Hier zijn landbouwgronden. Het werkterrein wordt begrensd door de Paulinaweg aan de westzijde, de dijk aan de noordzijde en Natuurreservaat Braakman Boerderij aan de zuidzijde.
- Het hoofdterrein grenst aan de noordzijde aan de Westerschelde. Hier is het zoekgebied voor koelwater.



Figuur 2-4 : Locatie van alternatief Terneuzen 1A

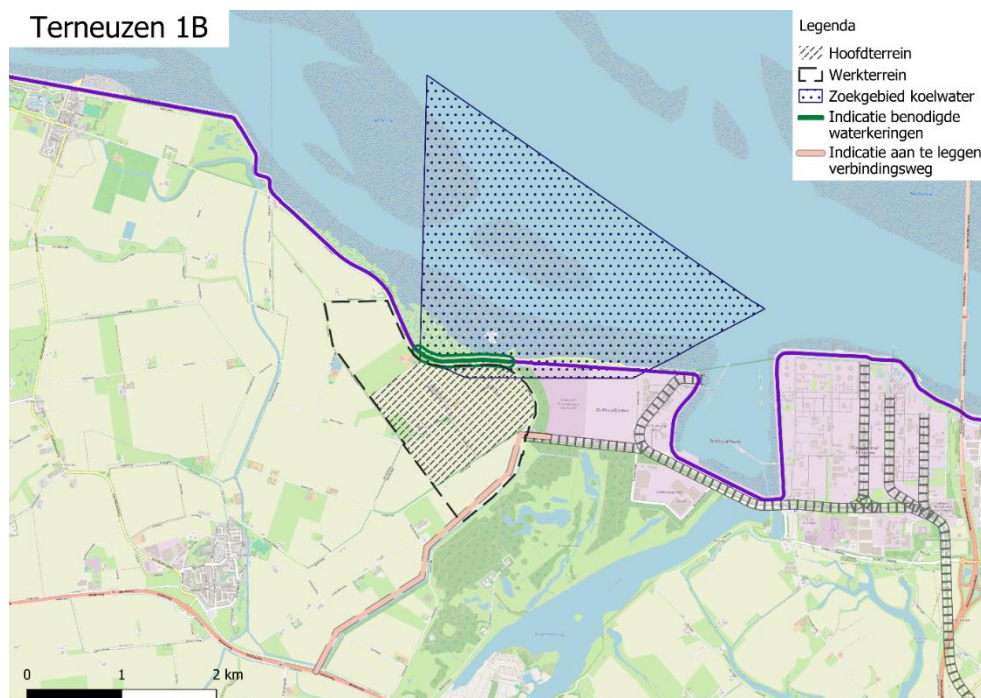
2.2.2.2 Terneuzen 1B

Alternatief Terneuzen 1B ligt ten westen van het industrieterrein van Terneuzen (ten westen van alternatief Terneuzen 1A). De locatie heeft een oppervlak van 244 hectare, waarvan 142 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein is binnendijs gelegen op landbouwgronden van de Paulinapolder. Het terrein wordt aan de noordzijde begrenst door de dijk aan de Westerschelde, aan

de oostzijde door de Scheldedijk, aan de zuidzijde door de Havenstraat en aan de westzijde door de Thomaesweg en Paulinadijk.

- Het werkterrein ligt aansluitend op het hoofdterrein aan de noord- en zuidzijde op agrarische gronden van de Paulinapolder. Het werkterrein grenst aan de noordzijde aan de dijk en de Appelzakweg en aan de zuidzijde aan Natuureservaat Braakman Boerderij.
- Het hoofdterrein grenst aan de noordzijde aan de Westerschelde. Hier is het zoekgebied voor koelwater.



Figuur 2-5 : Locatie van alternatief Terneuzen 1B

2.2.3 Maasvlakte II

De Maasvlakte is een groot industriegebied dat is aangelegd in de Maasmonding bij Rotterdam. De vlakte ligt direct aan de Noordzee en maakt deel uit van de Rotterdamse haven. Het gebied wordt gekenmerkt door grootschalige industriële activiteiten, brede watergangen met havenbekkens en een infrastructuurbundel rondom. Groene zones fungeren als buffers tussen de haven en het omliggende gebied. Aan de noordzijde bevindt zich een zeewering in de vorm van een harde zeewering (een blokkendam met daarachter een steenstrand en een - groene- dijk) en aan de westzijde ligt een zachte zeewering (een strand met daarachter een duin). Maasvlakte is ontsloten via de Europaweg en de A15 met het achterland.

Binnen Maasvlakte II is er één locatie die onderzocht wordt in het plan-MER. Het alternatief ligt aan de westkant van Maasvlakte II. De locatie heeft een oppervlak van 170 hectare, waarvan 79 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein ligt op een grotendeels braakliggend terrein tussen het havenbekken van Maasvlakte II en de Noordzee in. Het terrein is ontsloten via de Maasvlakteweg en de naastgelegen spoorweg.

- Het werkterrein is direct aangrenzend met het hoofdterrein. Ook het werkterrein ligt op een grotendeels braakliggend terrein, waarvan een deel water.
- Het hoofdterrein grenst aan de westzijde aan de Noordzee. Daar is het zoekgebied voor koelwater.



Figuur 2-6 : Locatie van alternatief Maasvlakte II

2.2.4 Eemshaven

De Eemshaven is gerealiseerd in 1973 als industrie- en overslaghaven. De haven ligt in de Groningse gemeente Het Hogeland en is de grootste zeehaven van Noord-Nederland. De haven ligt aan de westelijke oever van de Eemsmonding, een zeearm waar de Eems uitstroomt in de Noordzee. Ten noorden van de Eemshaven ligt de Waddenzee. Ten oosten van de Eemshaven ligt de grens met Duitsland. In de andere windrichtingen sluit het havengebied aan op agrarisch gebied. De Eemshaven is ontsloten via de N33 en de N46.

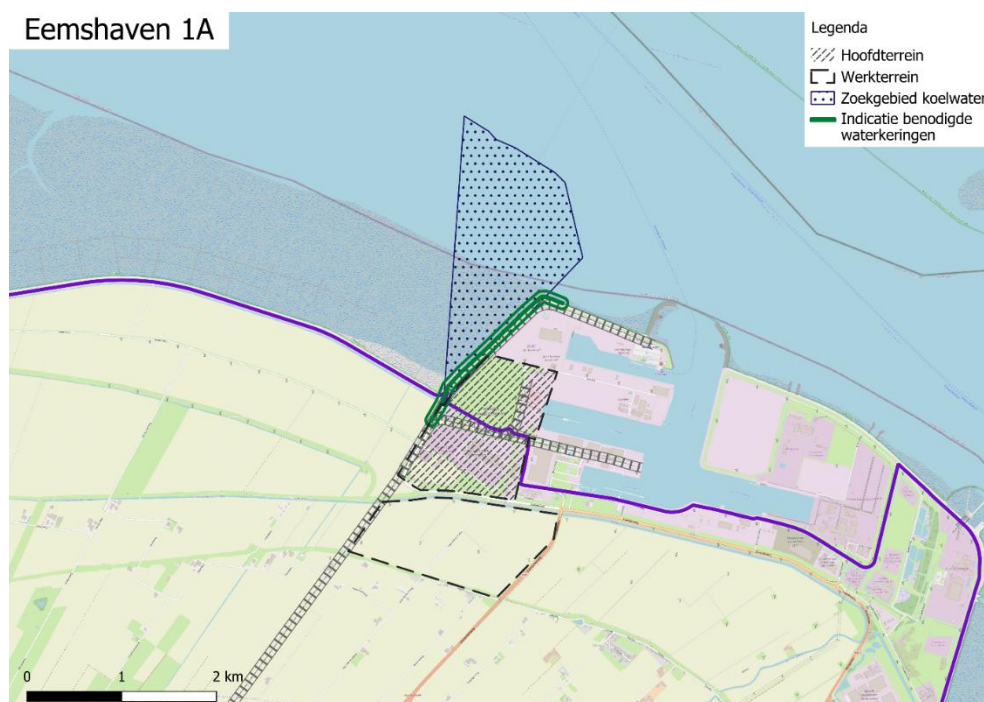
Binnen de Eemshaven zijn er vier locaties die onderzocht worden in het plan-MER. Dit zijn: Eemshaven 1A, Eemshaven 1B, Eemshaven 2 en Eemshaven 3. Hieronder is nader ingaan op deze locaties.

2.2.4.1 Eemshaven 1A

Alternatief Eemshaven 1A ligt in het westen van de Eemshaven. De locatie heeft een oppervlak van 305 hectare, waarvan 150 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein is een grotendeels open terrein wat wordt doorsneden door een dijk en een spoorweg. Het deel ten noorden van de dijk ligt buitendijks. Dit deel ligt grotendeels braakliggend met daarnaast een terrein van Defensie. Ten zuiden van de dijk bestaat het terrein uit een opslag voor natte bulk, een zonnepark, windturbines, een hoogspanningsstation en landbouw.

- Het werkterrein ligt aan de zuidzijde van het hoofdterrein in een agrarisch gebied met windturbines. Het hoofd- en werkterrein zijn fysiek van elkaar gescheiden door de Meeuwenstaartweg en de Binnenbermsloot.
- Aan de westkant van het hoofdterrein ligt de Waddenzee. Daar is het zoekgebied voor koelwater.

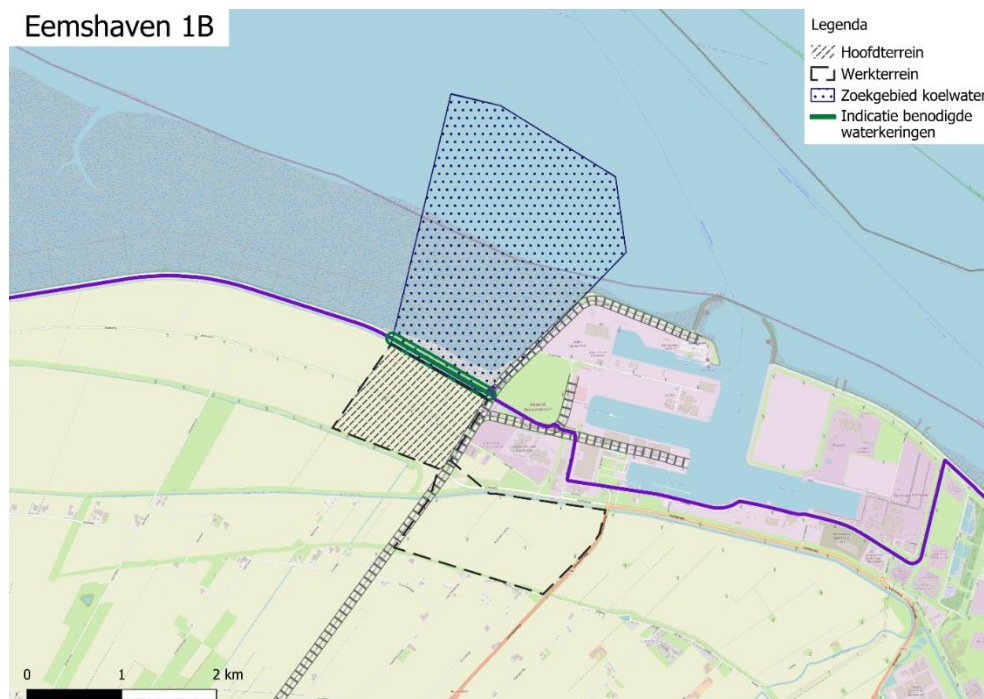


Figuur 2-7 : Locatie van alternatief Eemshaven 1A

2.2.4.2 Eemshaven 1B

Alternatief Eemshaven 1B ligt aan de westkant naast de Eemshaven, net buiten de grenzen van het industrieterrein. De locatie heeft een oppervlak van 283 hectare, waarvan 118 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein ligt in de Emmapolder in een gebied met agrarische gronden met windturbines. Het hoofd- en werkterrein zijn fysiek van elkaar gescheiden door een spoorweg, de Meeuwenstaartweg en de Binnenbermsloot.
- Het werkterrein ligt in de Oostpolder tussen de spoorweg aan de westzijde, de N46 aan de oostzijde en de bandijk (Dijkweg) aan de zuidzijde. Het werkterrein is net als het hoofdterrein gelegen op agrarische gronden met windturbines.
- Ten noorden van het hoofdterrein ligt de Waddenzee. Hier ligt het zoekgebied voor koelwater.

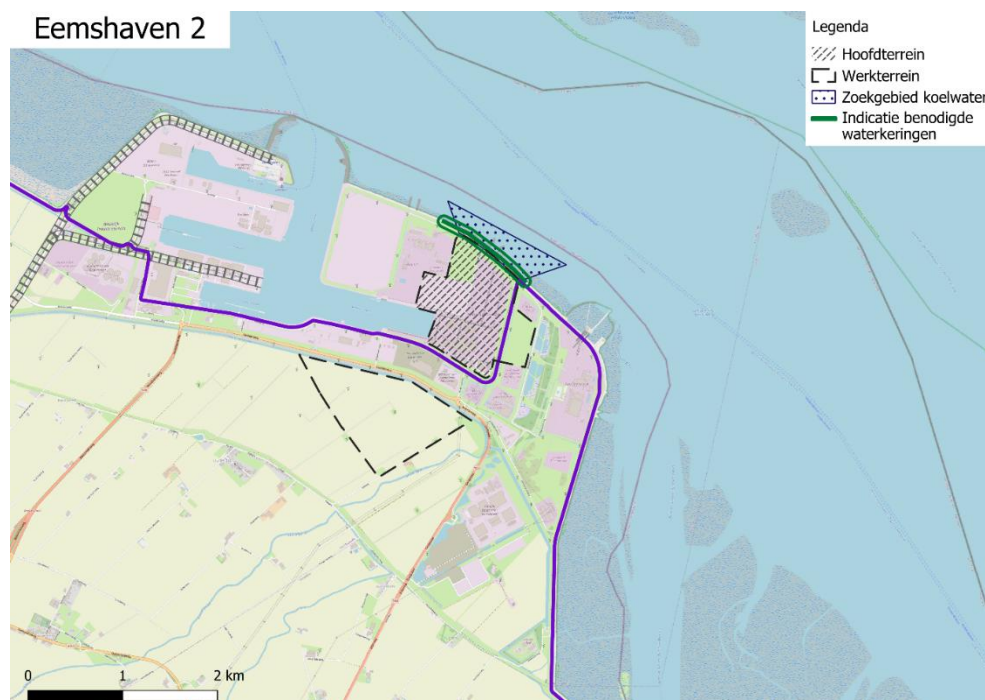


Figuur 2-8 : Locatie van alternatief Eemshaven 1B

2.2.4.3 Eemshaven 2

Alternatief Eemshaven 2 is centraal gelegen in de Eemshaven. De locatie heeft een oppervlak van 220 hectare, waarvan 93 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein is gelegen op het terrein van de kolencentrale. Het hoofdterrein wordt begrensd door de gasgestookte centrales aan de oost- en westzijde en de dijk. Het oostelijk deel van het hoofdterrein is buitendijks gelegen.
- Het werkterrein ligt binnendijks ten zuiden van het hoofdterrein in de Oostpolder. Het hoofd- en werkterrein worden fysiek van elkaar gescheiden door de Kwelderweg (N33), de Binnenbermsloot, een hoogspanningsstation, een datacenter in aanbouw en een bestaand datacenter.
- Het hoofdterrein grenst aan de noordkant aan de Waddenzee. Daar ligt het zoekgebied voor koelwater.

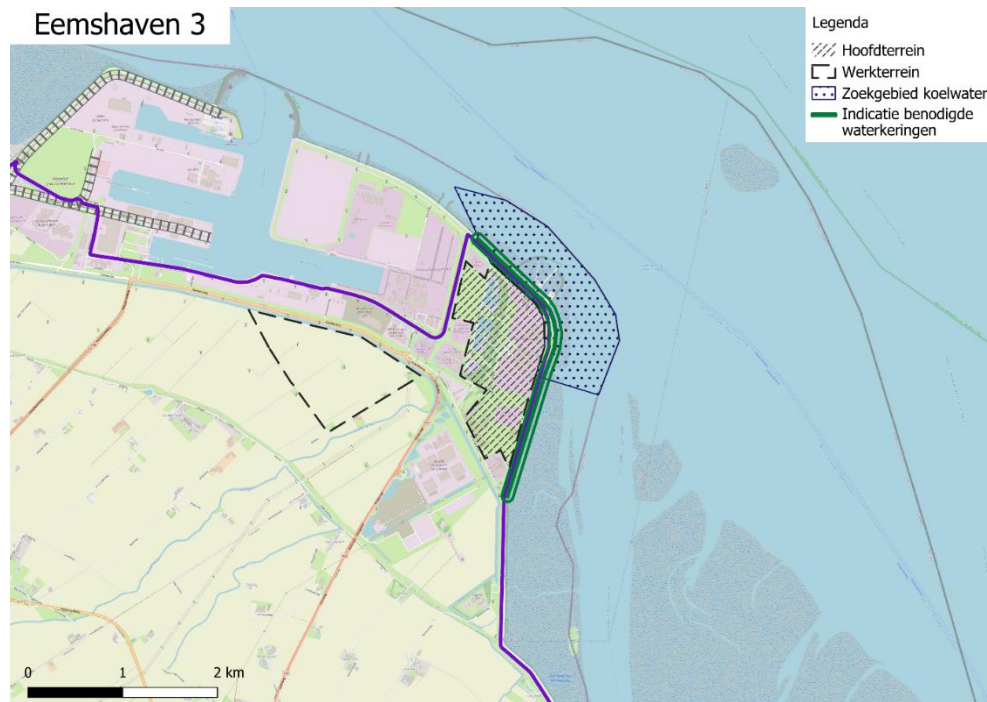


Figuur 2-9 : Locatie van alternatief Eemshaven 2

2.2.4.4 Eemhaven 3

Alternatief Eemshaven 3 ligt in het oosten van de Eemshaven. De locatie heeft een oppervlak van 206 hectare, waarvan 86 hectare hoofdterrein.

- Het hoofdterrein is binnendijsks gelegen op het terrein van een gasgestookte centrale. Het terrein wordt begrensd door de dijk aan de noord-, oostzijde en westzijde, verschillende hoogspanningsstations aan de westzijde en een zonnepark aan de zuidzijde.
- Het werkterrein ligt ten zuidwesten van het hoofdterrein in de Oostpolder. Hier zijn landbouwgronden en windturbines aanwezig. Het hoofd- en werkterrein zijn fysiek van elkaar gescheiden door bedrijven, hoogspanningsstations, bovengrondse hoogspanningslijnen, een datacenter in aanbouw, een bestaand datacenter en de N33.
- Het hoofdterrein grenst aan de noord- en oostzijde aan de Waddenzee. Aan de noordzijde is het zoekgebied voor koelwater.



Figuur 2-10 : Locatie van alternatief Eemshaven 3

Beschrijving beschermde gebieden en soorten

3.1 Beschermde gebieden

Op basis van informatie van de website natura2000.nl, wordt hieronder een beschrijving gegeven van de Natura 2000-gebieden waarin de zoekgebieden voor koelwater van de alternatieven gelegen zijn (Tabel 3-1). De hoofd- en werkterreinen liggen voor alle alternatieven buiten Natura 2000- gebied.

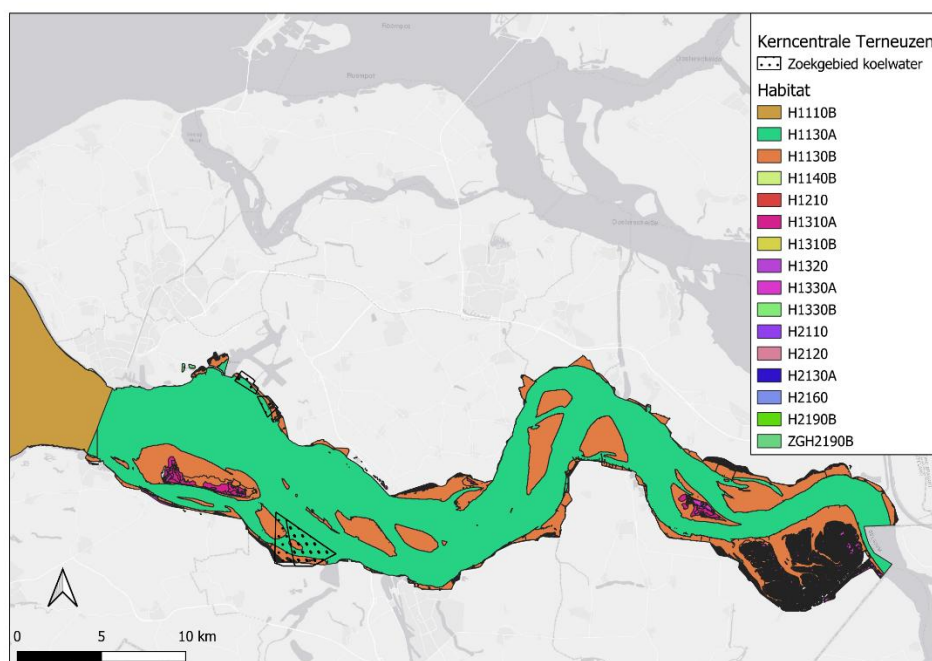
Tabel 3-1. Overzicht van de beschermde gebieden per alternatief

Natura 2000-gebied	Sloegebied		Terneuzen		Maas-vlakte	Eemshaven			
	1	2	1A	1B	1	1A	1B	2	3
Westerschelde & Saeftinghe	X	X	X	X					
Voordelta					X				
Waddenzee						X	X	X	X

3.1.1 Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe

De zoekgebieden voor koelwater voor de alternatieven **Sloegebied** en **Terneuzen** liggen in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe (Figuur 3-1), één van de grootste estuaria in Europa. Het is een zeer dynamisch gebied met rijke ecosystemen vanwege de getijdenwerking en de overgang van zoet naar zout water. Het estuarium is van belang voor grote aantallen rustende en foeragerende wadvogels, kustbroedvogels van schorren en kale, schelpenrijke zandplaten (www.natura2000.nl).

Het gebied kent veel uitdagingen. Deze worden hieronder kort toegelicht. Vervolgens wordt ingegaan op de aanwezige en beschermde habitattypes (3.1.1.1) en de beschermde soorten (3.1.1.2).



Figuur 3-1: Natura2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe (habitattypekaart), met aanduiding van de zoekgebieden koelwater voor de locatiealternatieven Sloegebied en Terneuzen

Een van de belangrijkste bedreigingen van het Natura 2000-gebied vormt tegenwoordig het met regelmaat uitbaggeren van de vaargeul. Door dit baggeren is de laatste decennia de balans tussen sedimentatie en erosie verstoord. Enerzijds eroderen schorren en slikken, maar tegelijkertijd slibben ze wel hoger op. Deze morfologische ontwikkelingen gaven vervolgens aanleiding tot de aanleg van enkele harde geulrandverdedigingen, waardoor soortenrijke overgangen en grote aantallen voedselzoekende wadvogels verdwenen en het geulstelsel vast kwam te liggen. Na de Oosterschelde is de Westerschelde het belangrijkste wadvogelgebied in de Delta.

Andere bedreigingen voor de aanwezige natuurwaarden zijn het gevolg van uitbreiding van economische activiteiten, recreatie, beïnvloeding van de waterhuishouding en vervuiling.

Hoewel dit gebied rijk is aan voedingsstoffen, is de primaire productie laag, omdat in het troebele water slechts weinig zonlicht doordringt. Op veel plaatsen op de bodem is sprake van zuurstofarme condities, met hoge concentraties van bacteriën die onder deze omstandigheden kunnen leven. De aantallen benthische schelpdieren zijn laag. Van de in Europa bekende brakwatersoorten komen er maar weinig in de Westerschelde voor, waarschijnlijk als gevolg van de matige waterkwaliteit.

Onder de vissen worden in het zoute deel van de Westerschelde vooral mariene soorten aangetroffen. Voor diverse zeevissen vervult het estuarium de functie van kraamkamer. Van speciaal belang is het estuarium voor anadrome trekvis, die de rivier opgaan om te paaien, zoals de zeepril, rivierpril en fint.

3.1.1.1 Beschrijving habitattypes

In Figuur 3-2 zijn de natuurlijke habitattypes en de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe weergegeven. De sterke dynamiek en het gebrek aan ruimte voor lage dynamiek zorgen er in de Westerschelde voor dat platen hoger komen te liggen, geulen dieper en het tussenliggende 'laagdynamische' deel in

omvang en kwaliteit afneemt. Dit heeft negatieve consequenties voor de omvang en kwaliteit van habitattypes die voorkomen in de Westerschelde. Op verschillende van deze habitattypen rust een uitbreidings- en/of verbeteringsdoelstelling (Figuur 3-2) maar de doelen worden niet gehaald met huidig beheer. Ook verhoogde stikstofdepositie draagt deels bij aan ongewenst successie.

Habitatype	Type	Oppervlakte	Kwaliteit	Kernopgave
H1110B - Permanent overstroomde zandbanken	Noordzee-kustzone	=	=	
H1130 - Estuaria		>	>	1.05,Ω,W
H1140B - Slik- en zandplaten	Noordzee-kustzone	=	=	
H1310A - Zilte pionierbegroeiingen	zeekraal	>	=	
H1310B - Zilte pionierbegroeiingen	zeevetmuur	=	=	
H1320 - Slijkgrasvelden		=	=	
H1330A - Schorren en zilte graslanden	buitendijks	>	>	1.16,W
H1330B - Schorren en zilte graslanden	binnendijks	=	=	1.19,W
H2110 - Embryonale duinen		=	=	1.13
H2120 - Witte duinen		=	=	
H2130A* - Grijze duinen	kalkrijk	=	=	
H2160 - Duindoornstruwelen		=	=	
H2190B - Vochtige duinvalleien	kalkrijk	=	=	

Figuur 3-2 : Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Behoudsdoelstelling: =, uitbreidings- of verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld, 'sense of urgency'-aandachtspunt: indien aanwezig aangegeven met Ω. W: wateropgave. *: prioritair habitatype (Heidinga et al., 2023a).

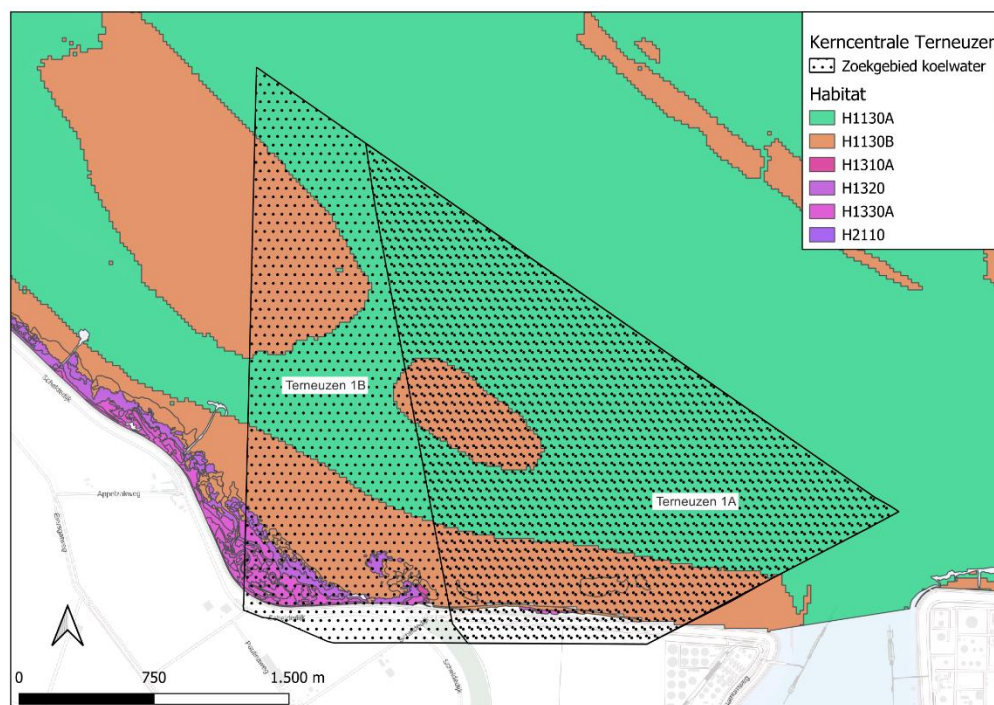
De zoekgebieden in Sloegebied en Terneuzen (Figuur 3-3, Figuur 3-4) overlappen met verschillende habitattypes van de Westerschelde waarvoor verbeterdoelstellingen zijn opgesteld (Tabel 3-1). De verschillende duinhabitats (H2110, H2110, H2160 en H2190B) worden in dit hoofdstuk niet verder beschreven, aangezien ze niet tot het aquatische milieu worden beschouwd.

Onder de kaartjes en tabel worden de voornaamste habitattypes die voorkomen in de omgeving van Sloegebied en Terneuzen en waarvoor uitbreidings- of verbeterdoelstellingen zijn geformuleerd, kort beschreven.

- H1130 Estuaria
- H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)
- H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)
- H1320 Schorren met slijkgrasvegetatie



Figuur 3-3 : Habitattypekaart Sloegebied.



Figuur 3-4 : Habitattypekaart Terneuzen.

Tabel 3-2: Oppervlakte (in m²) van de habitattypes in de koelwater zoekgebieden voor de Sloegebied en Terneuzen alternatieven. Tussen haakjes staat het percentage van het zoekgebied oppervlak ten opzichte van het volledig habitatype in de Westerschelde & Saefthinghe

Habitatype	Sloegebied		Terneuzen	
	1	2	1A	1B
H1130A – Estuaria permanent overstromd*	395.738 (0,19%)	439.244 (0,22%)	2.912.793 (1,44%)	3.994.711 (1,97%)
H1130B – Estuaria droogvallende slikken en zandplaten *	228.173 (0,29%)	100.729 (0,13%)	869.121 (1,12%)	1.971.132 (2,54%)
H1310A – Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)**				2.711 (0,11%)
H1320 – Slijkgrasvelden				73.362 (5,06%)
H1330A – Schorren en zilte graslanden (buitendijks)*	1.293 (0,01%)		4.787 (0,02%)	109.210 (0,43%)
H2110 – Embryonale duinen	6.002 (23,83%)			
H2120 – Witte duinen	15.941 (10,91%)	3.234 (2,21%)		
H2160 – Duindoornstruwelen	1.163 (0,84%)			
H2190B – Vochtige duinvalleien	2.236 (3,15%)			
Totaal	649.546	543.207	3.786.700	6.151.292

*Habitatype met uitbreidings- en verbeterdoelstelling voor oppervlakte en kwaliteit (Figuur 3-2)

**Habitatype met uitbreidingsdoelstelling voor oppervlakte (Figuur 3-2)

H1130 Estuaria

Het meest voorkomende habitatype in zowel het **Sloegebied** als **Terneuzen** is H1130, opgedeeld in H1130A (Estuaria - permanent overstromd) en H1130B (Estuaria - droogvallende slikken en zandplaten). De belangrijkste abiotische kenmerken van het habitatype zijn de estuariene dynamiek, een grote troebelheid en een goede waterkwaliteit. Het habitatype wordt gekenmerkt als een hoogproductief systeem, veroorzaakt door geringe diepte (veel licht en snelle opwarming) en continue aanvoer van voedingsstoffen via het zoete rivierwater.

De kwaliteit van het habitatype H1130 Estuaria staat onder druk, omdat in Westerschelde & Saefthinghe de hoogdynamische gebieden toenemen ten opzichte van de laagdynamische delen, wat leidt tot een zeer ongunstige staat van instandhouding. Dit wordt beschouwd als een afname van de kwaliteit van het habitatype omdat juist de laagdynamische delen (flauwe overgangen) rijk zijn aan voedselbronnen en levensvormen. De ophogende zandplaten begroeien met zilte pioniervegetaties of vegetaties van schorren. Hierdoor neemt ook de omvang van het habitatype af, omdat het dan volgens de definitie tot een ander habitatype dient te worden gerekend.

De algemene KRW-toestand wordt voor chemie als slecht en ecologie als matig beoordeeld. Ook de hoge concentraties PFAS en andere toxische stoffen zijn een punt

van zorg in de Westerschelde, er is echter nog niet volledig duidelijk in hoeverre het meespeelt in het doelbereik (Heidinga *et al.*, 2023a).

De ecologische randvoorwaarden voor H1130 Estuaria betreffen:

- Getijdendynamiek: verticale waterstandsverschillen als gevolg van getij en getijstroming
- Rivierdynamiek: zoetwatertoevoer
- Zoutdynamiek: ruimtelijke en temporele schommelingen in de zoet-zoutgradiënt als gevolg van rivierdynamiek en getijdynamiek
- Morfodynamiek: sedimentatie- en erosieprocessen, zand- en slibtransport, lokale samenstelling van de bodem, successie in het morfologisch landschap, meergeulenstelsel
- Slibdynamiek: optreden troebelheidsmaximum en schommelingen als gevolg van rivierdynamiek en getijdynamiek, doorzicht
- Nutriëntendynamiek: transformatie, immobilisatie en eliminatie van organisch materiaal en nutriënten, estuariene filter: een estuarium heeft een zogenaamde filterfunctie, die zorgt voor omzetting en transport van (een teveel aan) voedingsstoffen zoals stikstof in het water

H1330A Schorren en zilte graslanden (buitendijks)

Dit is het meest voorkomende habitatype op de schorren in de Westerschelde. Het komt zowel nabij het projectgebied in **Sloegebied** als **Terneuzen** voor.

De ecologische randvoorwaarden voor H1330 betreffen:

- Een ondergrond die hoger ligt dan ongeveer het gemiddelde hoogwaterniveau
- Periodieke overspoeling met zeewater
- Variatie in ontwatering en bodemsamenstelling
- Variatie in hoogtezones
- Variatie in hoog- en laag-dynamische delen
- Variatie in vegetatie en successiestadia
- Voor de aanwezigheid van jonge schorren: regelmatig erosie en sedimentatie (afbraak en groei van kwelders), niet altijd op dezelfde plaats
- Weinig tot geen vermessing, verontreiniging en verstoring (vertrappen, stuk-rijden)
- Er komen ook brakkere varianten voor met onder andere rietopslag

H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)

Op de overgang van slik naar schor komt het habitatype 'zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)' voor. Grote fluctuaties in het areaal zijn mogelijk door wisselende weersinvloeden. Zowel nabij **Sloegebied** en **Terneuzen** is dit habitatype aanwezig.

De ecologische randvoorwaarden voor H1310A betreffen:

- Sedimentatie, nieuwvorming platen;
- Een bodemhoogte rond het gemiddelde hoogwaterniveau of een zeer geringe ontwatering van het hoger gelegen terrein dat bij hoge vloed door zeewater wordt overspoeld (zeekraal);
- Dynamiek; behoud pioniersstadium door regelmatige overspoeling met zout water.

H1320 Schorren met slijkgrasvegetatie

Dit habitatype, dat voorkomt in de nabijheid van **Terneuzen**, betreft pionierbegroeiingen waarin slijkgrassoorten domineren op periodiek met zout water overspoelde slikken. In Nederland is het oorspronkelijke, kenmerkende Klein slijkgras (*Spartina maritima*) vrijwel verdwenen door areaalverlies en verdringing door Engels slijkgras (*Spartina anglica*). Aangezien de vegetatie in dit habitatype nagenoeg volledig bestaat uit de ingeburgerde slijkgras-soort, komt het habitatype in Nederland enkel nog voor in matige vorm. Het habitatype komt onder natuurlijke omstandigheden alleen voor in kustgebieden waar dagelijks overstroming met zout water optreedt en daarvoor is getij nodig. Habitatype H1320 komt momenteel in Nederland in kleine oppervlakten voor in het Waddengebied, in het intergetijden gebied van de Delta en langs zoute zeearmen. Een kenmerk van een goede structuur en functie van dit habitatgebied is het samenhangend voorkomen van volgende habitats: Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal) (H1310_A) en Schorren en zilte graslanden (buitendijks) (H1330) en Estuaria (H1130); Dit is het geval voor het gebied in Terneuzen.

De ecologische randvoorwaarden voor H1320 betreffen:

- Periodieke overspoeling met zout water
- Slibrijke bodems (platen)

3.1.1.2 Beschrijving soorten

Het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe is aangewezen voor een reeks soorten opgenomen in bijlage II van Richtlijn 92/43/EEG (Figuur 3-5). De nauwe korfslak komt voor in onbeheerde graslanden en struwelen, waardoor er geen verband is met het aquatische milieu ter hoogte van de projectgebieden in de Westerschelde. Hetzelfde geldt voor de groenknolorchis, die in de Westerschelde uitsluitend voorkomt in de hooilanden van de Inlaag Hoofdplaat. Deze twee soorten worden daarom niet behandeld in deze studie. De andere beschermde soorten worden hieronder kort besproken voor de situatie in de Westerschelde, en algemeen in sectie 3.2.

Westerschelde en Saeftinghe is ook aangewezen voor enkele broed- en niet-broedvogels. Hiervoor wordt verwezen naar het deelrapport Natuur van het plan-MER.

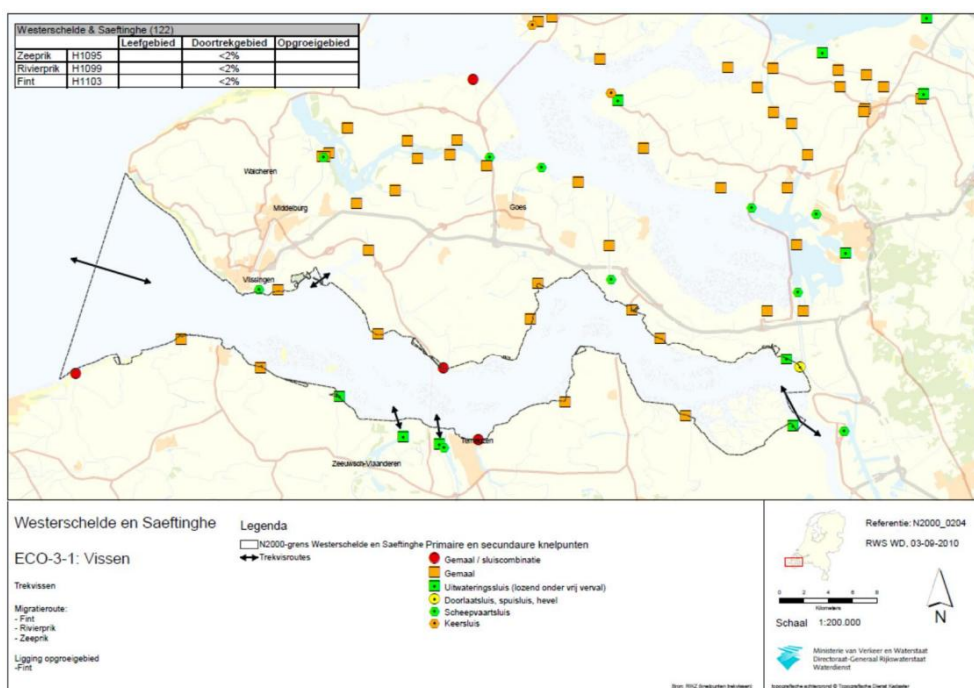
Soort	Populatie	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Kernopgaven
H1014 - Nauwe korfslak	=	=	=	
H1095 - Zeeprik	>	=	=	
H1099 - Rivierprik	>	=	=	
H1103 - Fint	>	=	=	1.09,W
H1351 - Bruinvis (o)	=	=	=	
H1364 - Grijze zeehond (o)	=	=	=	1.13
H1365 - Gewone zeehond	>	=	>	
H1903 - Groenknolorchis	=	=	=	

Figuur 3-5 : Instandhoudingsdoelstellingen habitatrictlijnsoorten Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Behoudsdoelstelling: =, verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld, 'sense of urgency'-aandachtspunt: indien aanwezig aangegeven met Ω. W: wateropgave. (Heidinga et al., 2023a).

H1095 Zeeprik, H1099 Rivierprik en H1103 Fint

De trekvissen zeeprik, rivierprik en fint gebruiken de Westerschelde vooral als doortrekgebied, op weg naar paaiplaatsen stroomopwaarts in België. Aantallen zijn niet bekend. Vanaf 2012 is er echter weer voorplanting van de fint vastgesteld op de Schelderivier en enkele zijrivieren. Het is echter onbekend of de huidige populatie ook stabiel is (Heidinga *et al.*, 2023a). Vooralsnog zijn er geen duidelijke trends in de aantallen finten in de Westerschelde, maar met name de laatste jaren lijkt de soort in zeer kleine mate aanwezig.

In Figuur 3-6 zijn de migratieknelpunten weergegeven voor de Westerschelde. Zowel ter hoogte van de projectgebieden in Sloegebied en in Terneuzen zijn trekvisroutes gelegen.



Figuur 3-6 : Verspreidingskaart trekvissoorten in de Westerschelde en Saeftinghe

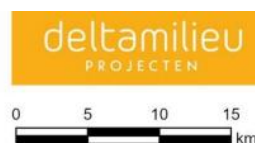
H1365 Gewone zeehond

In Figuur 3-7 zijn de ligplaatsen van volwassen gewone zeehond weergegeven, voor het seizoen 2022/2023 (Hoekstein *et al.*, 2024). Knelpunten in de Westerschelde voor de gewone zeehond zijn verstoring door recreatie (rondvaartboten, kitesurfers en recreanten op slikplaten), watervervuiling (o.a. door hoge concentraties PFAS) en voedselbeschikbaarheid als gevolg van overbevissing in en rond de Westerschelde (Heidinga *et al.*, 2023a).

De ligplaatsen bevinden zich op een grote afstand (> 4 km) van de alternatieven in Sloegebied. Voor de alternatieven in Terneuzen is de afstand tot ligplaatsen kleiner (< 2 km).

Gewone zeehond

Ligplaatsen van volwassen gewone zeehonden in het Deltagebied
Seizoen 2022/2023



Figuur 3-7 : Ligplaatsen van de gewone zeehond in het Deltagebied tijdens seizoen 2022-2023 (Hoekstein et al., 2024)

H1364 Grijs zeehond

De verspreiding van de grijze zeehond is weergegeven in Figuur 3-8. De Westerschelde heeft een functie als foerageer- en rustgebied voor een klein deel van de Noordzee populatie. De Westerschelde fungeert ook als werp- en zoogplek.

Voor de grijze zeehonden gelden in de Westerschelde dezelfde knelpunten als voor de gewone zeehond (verstoring door recreatie, watervervuiling en voedselbeschikbaarheid) (Heidinga et al., 2023a).

In de Westerschelde worden grijze zeehonden hoofdzakelijk waargenomen op de Hooge Platen. Deze plaat ligt op grote afstand (> 8 km) tot de alternatieven in Sloegebied en Terneuzen. In beperkte mate zijn ze ook waargenomen op de platen in de buurt van Terneuzen.



Figuur 3-8 : Ligplaatsen van de grijze zeehond in het Deltagebied tijdens seizoen 2022-2023 (Hoekstein et al., 2024)

H1351 Bruinvis

De aantallen getelde bruinvissen bij telposten bij Breskens aan de monding van de Westerschelde zijn weergegeven in Figuur 3-9. Deze telmethode is niet ideaal om iets eenduidigs te kunnen zeggen over de totale aantallen bruinvissen in de Westerschelde, maar dit zijn de enige beschikbare gegevens over de aantallen bruinvissen in de Westerschelde (Heidinga et al., 2023a). Op basis van deze gegevens is af te leiden dat de

gemiddelde aantallen waarnemingen laag zijn. Er kan worden aangenomen dat ze sporadisch voorkomen in zowel de zoekgebieden van Sloegebied als Terneuzen.

Mogelijke knelpunten voor de bruinvis zijn beperkte voedselbeschikbaarheid (de bruinvis is afhankelijk van vette, energierijke vissoorten als spiering en haringachtigen), waterkwaliteit, predatie door de grijze zeehond, bijvangst, ziektes, en verstoring door onderwatergeluid (Heidinga et al., 2023a).

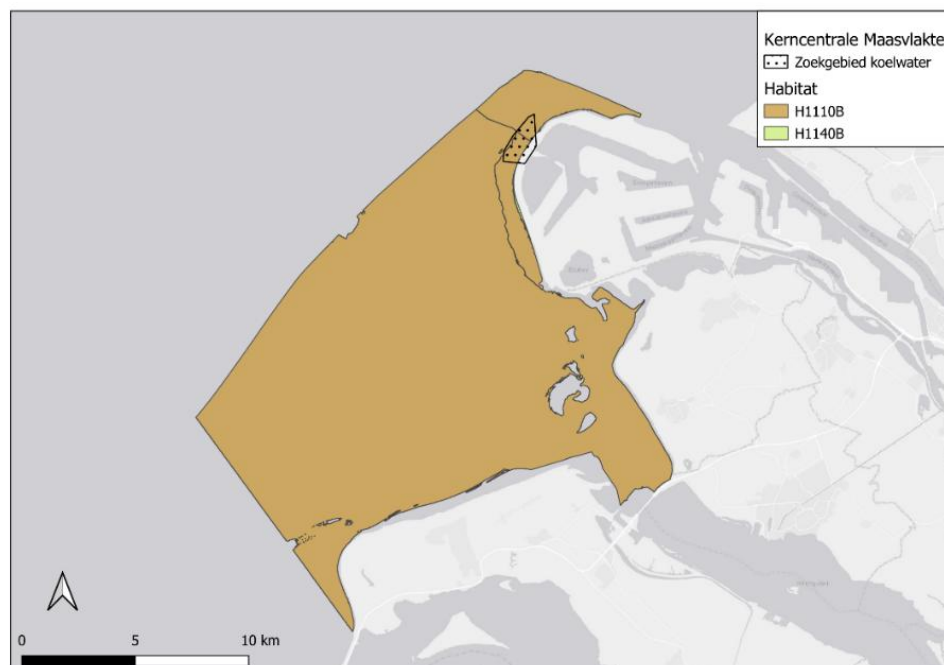


Figuur 3-9 : Waargenomen bruinvis bij de telpost Breskens in de periode 2016-2022, in vergelijking met de periode 2008-2016 (Heidinga et al., 2023a)

3.1.2 Natura 2000-gebied Voordelta

Het zoekgebied voor koelwater voor het projectalternatief **Maasvlakte II** ligt in het Natura 2000-gebied Voordelta (Figuur 3-10). Dit gebied behelst het ondiepe zeegedeelte voor de kust van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Het is een zeer dynamisch gebied, bestaande uit buitendelta's met geulen en banken. De kustzone is hier relatief voedselrijk en daardoor hoogproductief. De Voordelta fungeert als kraamkamer voor diverse vissoorten en als foerageergebied voor visetende trekvogels en schelpdiereters. De zandbanken vormen een rustgebied voor zeehonden.

Het gebied kende reeds vele ontwikkelingen. Deze worden hieronder kort toegelicht. Vervolgens wordt ingegaan op de aanwezige en beschermde habitattypes (3.1.2.1) en de beschermde soorten (3.1.2.2).



Figuur 3-10: Natura 2000-gebied Voordelta (habitattypekaart), met aanduiding van de zoekgebieden koelwater voor de locatiealternatief Maasvlakte II

In de estuaria heeft zich een stelsel van geulen en banken gevormd, dat zich voortzet tot buiten de kustlijn, de zogenaamde buitendelta. De Voordelta is een dynamisch gebied dat voortdurend aan veranderingen onderhevig is. De belangrijkste processen die de morfologie bepalen, zijn de golfwerking en het verloop en de sterkte van de getijdenstromen. De vorming van banken wordt bepaald door de getijstromen en de hoeveelheid sediment die wordt verplaatst. Bij grotere getijdenwerking worden de geulen dieper en wordt meer zand naar buiten toe, dus zeewaarts verplaatst.

Door de aanleg van de Deltawerken zijn de kustprocessen echter sterk beïnvloed, waarbij zich geleidelijk een nieuw evenwicht aan het vormen is. De hoeveelheid rivierslib die in de Noordzee terechtkomt, is sterk afgenomen, evenals de oostwest georiënteerde getijdenstroom. Hierdoor is de invloed van golven sterker geworden.

Ook de aanleg van het haven- en industriegebied op de Maasvlakte in het begin van de jaren 1960 heeft de Voordelta aanzienlijk beïnvloed. De uitbreiding van de Maasvlakte en de aanleg van Maasvlakte II (vanaf 2007) hadden opnieuw effect op dit Natura 2000-gebied, doordat een flink areaal aan ondiepe zeebodem is verdwenen. Ter compensatie is Spanjaards Duin aangelegd in 2009, een nieuw duingebied van 40 ha aan de Delflandse kust. Het gebied is aangelegd met suppletiezand van de Noordzeebodem om waardevolle duinnatuur op te laten ontwikkelen. Oorspronkelijk zou er ook een bodembeschermingsgebied in de Voordelta komen als compensatie, maar dit is niet voldoende gerealiseerd.

Als gevolg van de aanvoer van voedingsstoffen met rivierwater en de ondiepte (veel licht) is in de Voordelta de primaire productie relatief hoog. Op de aanwezige zandbanken en droogvallende platen komen hierdoor bijna twee keer zoveel bodemorganismen (benthos) voor qua dichtheid en biomassa dan op plekken van gelijke omvang elders op de Noordzee.

Ook voor vissen is de gehele Nederlandse kustzone - waar de Voordelta deel van uitmaakt - verreweg het soortenrijkste deel van de Noordzee. Het hoge voedselaanbod en de lage aantallen grote vissen die jagen op jonge vis, maken de kustzone tot een belangrijke kraamkamer. Daarnaast is de Voordelta, dankzij de ligging bij de monding van

de grote rivieren, het belangrijkste zeegebied voor de trekvissen zoals de zeeprik en fint. Het hoge aanbod aan bodemdieren en vissen trekt het hele jaar door grote aantallen vogels.

Het aantal waterzoogdieren in de Voordelta is lager dan in het Waddengebied, maar dankzij de droogliggende banken is wel sprake van een concentratie aan gewone zeehonden. Van hieruit foerageren deze dieren over grote delen van de Noordzee. De Grijze zeehond wordt pas recent met enige regelmaat in het gebied gezien. Ook de bruinvis wordt met enige regelmaat waargenomen.

3.1.2.1 Beschrijving habitattypes

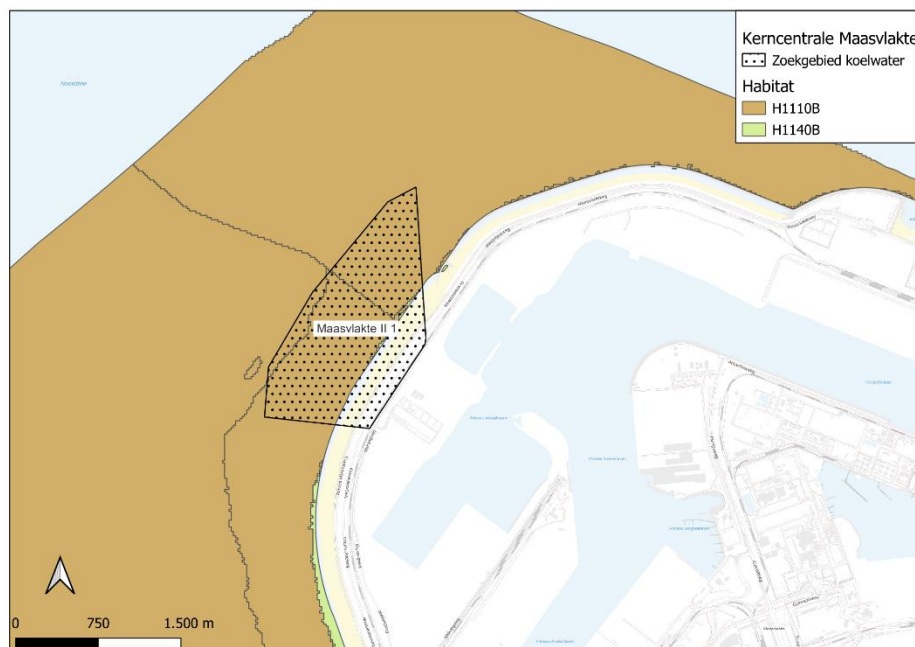
De projectlocatie Maasvlakte II bevindt zich aan de noordelijke grens van het Natura 2000-gebied Voordelta, dat is aangewezen voor de natuurlijke habitattypen opgenomen in bijlage I van Richtlijn 92/43/EEG. In dit gebied zijn behoudsdoelstellingen gedefinieerd (Figuur 3-11).

In het koelwater zoekgebied voor alternatief Maasvlakte II zijn twee habitattypen gesitueerd (Figuur 3-12 en Tabel 3-3). Onder de figuur en tabel worden deze habitattypes kort besproken.

- H1110B Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)
- H1140B Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)

Habitatype	Type	Oppervlakte	Kwaliteit	Kernopgave
H1110A - Permanent overstroomde zandbanken	getijdengebied	=	=	
H1110B - Permanent overstroomde zandbanken	Noordzeekustzone	=	=	1.01, W
H1140A - Slik- en zandplaten	getijdengebied	=	=	1.10, W
H1140B - Slik - en zandplaten	Noordzeekustzone	=	=	
H1310A - Zilte pionierbegroeiingen	zeekraal	=	=	
H1310B - Zilte pionierbegroeiingen	zeevetmuur	=	=	
H1320 - Slijkgrasvelden		=	=	
H1330A - Schorren en zilte graslanden	buitendijks	=	=	1.06, W
H2110 - Embryonale duinen		=	=	
H2120 - Witte duinen		=	=	

Figuur 3-11: Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen Natura 2000-gebied Voordelta. Behoudsdoelstelling: =, uitbreidings- of verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld, W: wateropgave (Brekelmans et al., 2023).



Figuur 3-12: Habitattypen kaart Maasvlakte

Tabel 3-3: Oppervlakte (in m²) van de habitattypen in de koelwater zoekgebieden voor alternatief Maasvlakte II. Tussen haakjes staat het percentage van het zoekgebied oppervlak ten opzichte van het volledig habitattypen in de Voordelta

Habitattypen	Maasvlakte II
H1110B – Permanent overstroomde zandbanken	1.523.633 (0,19%)
H1140B – Slik- en zandplaten	10.399 (0,06%)
Totaal	1.534.032

H1110B Permanent overstroomde zandbanken (Noordzeekustzone)

Als gevolg van de aanleg en aanwezigheid van Maasvlakte II heeft een afname plaatsgevonden van het oppervlak aan habitattypen 'permanent overstroomde zandbanken'. Als compensatie voor het onvermijdelijke oppervlakteverlies is de eis opgenomen van het instellen van een bodembeschermingsgebied van 24.550 ha waar kwaliteitsverbetering moet optreden. Doel van deze maatregel is om in de Voordelta de kwaliteit van het habitattypen 'permanent overstroomde zandbanken' en daarmee ook de productie van voedsel voor vogels en vissen, gelijk te houden aan de situatie vóór de aanleg van Maasvlakte II en zo het natuurverlies te compenseren. Dit is echter nog niet volledig uitgevoerd.

De aanwezigheid van biogene riffen (zowel van de schelpkokerworm als de platte oester) impliceert een kwaliteitstoename voor H1110B. Ook diverse typische soorten laten positieve trends zien, maar het aandeel grotere vissen is sterk afgenomen en de opbouw van de visfauna is veranderd. Tevens laat de KRW-evaluatie een slechte beoordeling zien op het gebied van waterkwaliteit en een matige beoordeling op het gebied van ecologie (Brekelmans et al., 2023).

De belangrijkste kenmerken van een goede structuur en functie van habitattypen permanent overstroomde zandbanken (H1110B) zijn:

- De variatie in hydrodynamiek: de invloed van golfwerking;
- De variatie in sedimentsamenstelling: afwisseling van gradiënten tussen zand en slib als gevolg van de (lokale) hydrodynamiek;
- Een goede waterkwaliteit (minder dan voor levensgemeenschap maximaal toelaatbare concentratie van gifstoffen);
- Afwezigheid van zuurstofloosheid;
- Natuurlijke opbouw van de levensgemeenschap; de kinderkamer/opgroefunctie voor vis;
- Hoge productiviteit;
- De aanvoer van zoet water.

H1140B Slik- en zandplaten (Noordzeekustzone)

Abiotische randvoorwaarden zijn afwisseling van eb en vloed, erosie en sedimentatie, zoet-zout, hydrodynamiek (en daarmee samenhangend larventransport) en dynamiek in temperatuur, helderheid van het water, getij-amplitude en overstromingsduur. Ook slibgehalte, stroming, golfwerking en wind zijn bepalend voor de biodiversiteit van H1140B. Naar verwachting wordt over het algemeen voldaan aan de abiotische vereisten van het habitattype in de Voordelta (Brekelmans *et al.*, 2023).

Verdere verzanding kan mogelijk de macrofaunasamenstelling en daarmee ook het aantal foeragerende vogels (met name tureluur, zilverplevier, en kluut, die doorgaans in relatief slibrijke gebieden foerageren) beïnvloeden (Brekelmans *et al.*, 2023).

De belangrijkste kenmerken van een goede structuur en functie van H1140B zijn:

- Bodemfauna die past bij de lokale hydrografische en morfologische omstandigheden;
- Verschillende structurerende elementen van de getijdenplaten;
- Een belangrijk voedselgebied voor jonge vis;
- Aanwezigheid van zeehonden;
- Het ongestoord plaatsvinden van fysische processen
- In een optimale situatie een afwisselend mozaïek van biotopen in verschillende stadia van ontwikkeling.

3.1.2.2 Beschrijving soorten

De Voordelta is daarnaast aangewezen voor de soorten in Figuur 3-13 opgenomen in bijlage II van Richtlijn 92/43/EEG. De beschermde soorten worden hieronder kort besproken voor de situatie in de Voordelta, en algemeen in sectie 3.2.

De Voordelta is ook aangewezen voor enkele broed- en niet-broedvogels. Hiervoor wordt verwezen naar het deelrapport natuur van het plan-MER.

Soort	Populatie	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Kernopgaven
H1095 - Zeeprik	>	=	=	1.06, W
H1099 - Rivierprik	>	=	=	
H1102 - Elft	>	=	=	1.06, W
H1103 - Fint	>	=	=	1.06, W
H1251 - Bruinvis	=	=	>	
H1364 - Grijze zeehond	=	=	=	1.11
H1265 - Gewone zeehond	>	=	>	1.11

Figuur 3-13 : Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen Natura 2000-gebied Voordelta. Behoudsdoelstelling: =, verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld, W: wateropgave (Brekelmans et al., 2023).

H1095 Zeeprik

De Voordelta heeft een geschatte relatieve bijdrage van >15 % voor de zeeprik binnen Nederland. Het gebied is onderdeel van het leefgebied voor volwassen zeeprikken en fungeert als doortrekgebied voor het bereiken van de zoetwater paaigronden, voornamelijk via het Haringvliet.

Binnen de Voordelta ligt een knelpunt bij de mogelijkheid om vanuit de Voordelta via de Haringvlietsluizen te migreren naar stroomopwaartse leefgebieden. Een toegepaste maatregel binnen het huidige beheerplan is het openstellen van de sluisen tijdens hoogwater (Kierbesluit). Bij droge zomers en voorjaar (zoals in 2018) wordt er minder gespuid en is de lokstroom kleiner waardoor de kansen voor migratie kleiner zijn (Brekelmans et al., 2023).

Knelpunten voor de Voordelta populatie liggen niet alleen binnen de Voordelta maar zijn juist ook te vinden bij stuwcomplexen in de Maas die opwaartse migratie tegenhouden. Connectiviteit binnen de gehele migratieroute is van groot belang.

De zeeprik is gevoelig voor verontreiniging. De KRW-beoordeling van de Voordelta op het gebied van waterkwaliteit is als slecht beoordeeld. Zo zijn onder andere in het water van de Voordelta normoverschrijdende hoeveelheden aangetroffen van de chemische stoffen benzo(ghi)peryleen en kwik (Brekelmans et al., 2023).

In tegenstelling tot de rivierprik is de bijvangst van zeeprik waarschijnlijk zeer minimaal en zal het effect van garnalenvisserij verwaarloosbaar klein zijn (Brekelmans et al., 2023).

H1099 Rivierprik

De Voordelta heeft een geschatte relatieve bijdrage van tussen de 2 % en 15 % voor de rivierprik binnen Nederland. De aantallen en ontwikkeling van rivierprikken in de Voordelta is echter niet te bepalen, doordat de beschikbare data onvoldoende is om een populatietrend vast te stellen.

De Voordelta is voor rivierprik vooral van belang als doortrekgebied en als foerageergebied. Het is onbekend aan welke eisen het gebied precies moet voldoen om optimaal te functioneren als leef- en doortrekgebied.

Naar verwachting profiteert de rivierprik van het op een kier zetten van de Haringvlietsluizen, aangezien dit de migratie- en opgroeimogelijkheden van rivierprikken vergroot. Er is echter nog geen data beschikbaar die dit kan bevestigen (Brekelmans et al., 2023).

Zoals beschreven bij de zeeprík, is de KRW-beoordeling van de Voordelta op het gebied van waterkwaliteit als slecht beoordeeld, maar ook voor deze soort is het niet bekend of watervervuiling hedendaags nog een belangrijk knelpunt vormt in de Voordelta (Brekelmans *et al.*, 2023).

Het is ook onduidelijk of de bijvangst een invloed heeft op de aantallen in de Voordelta en het succes van de doortrek van de rivierprík.

H1102 Elft

De Voordelta heeft een geschatte relatieve bijdrage van >15 % voor de populatie in Nederland. Het gebied heeft een foerageer, opgroei en doortrekfunctie voor elften. De trend van de elft in de Voordelta is onzeker door gebrek aan data. De monitoring is onvoldoende om een dermate schaarse soort als elft te kunnen beoordelen (Brekelmans *et al.*, 2023).

De verbinding met het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg zijn van belang voor het bereiken van paaiplaatsen stroomopwaarts. Voor de elft is het Haringvliet nu kwalitatief niet toereikend als opgroeiplaats omdat er geen sprake is van een geleidelijk overgaand estuarium. De realisatie van een duurzame brakwaterzone in het Haringvliet is waarschijnlijk ook niet mogelijk met de kier, omdat de kier niet altijd open zal zijn. Door het spuien ontstaat voor de sluizen in de Voordelta wel een mengzone, maar ook deze is niet duurzaam aanwezig, maar alleen tijdens het spuien.

De elft is gevoelig voor verontreiniging, de slechte KRW-beoordeling duidt op een te lage waterkwaliteit. Elft is zeer kwetsbaar en heeft als haringachtige een hoge mortaliteit als bijvangst (Brekelmans *et al.*, 2023).

H1103 Fint

De Voordelta heeft een geschatte relatieve bijdrage van >15 % voor de populatie in Nederland. Ook hier heeft het gebied een functie als foerageer- en leefgebied voor volwassen finten, terwijl paaimogelijkheden buiten de Voordelta liggen. De monitoringsdata is niet voldoende om een trend op te maken van de Voordelta, of om iets te zeggen over het functioneren van de Voordelta als geheel (Brekelmans *et al.*, 2023).

De verbinding met het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg is van belang voor het bereiken van paaiplaatsen stroomopwaarts. Het is onduidelijk of de kier heeft geleid tot een wezenlijke verbetering van de migratiemogelijkheden voor de fint.

De fint is zeer kwetsbaar en heeft als haringachtige een hoge mortaliteit als bijvangst. Het is onbekend wat de invloed van de visserij is op de aantallen in de Voordelta en op het wel of niet optreden van succesvolle doortrek.

De fint is gevoelig voor verontreiniging, de slechte KRW-beoordeling duidt op een te lage waterkwaliteit in de Voordelta (Brekelmans *et al.*, 2023).

H1365 Gewone zeehond

De populatie in de Delta vertoont een toename vanaf 1995 en een sterke toename sinds 2008. De recent afgenomen groei in de Voordelta lijkt erop te wijzen dat mogelijk hier het niveau van de draagkracht bereikt is (Brekelmans *et al.*, 2023).

In Figuur 3-7 zijn de ligplaatsen van volwassen gewone zeehond in de Delta weergegeven. In de haven en ook ter hoogte van het projectgebied werden enkele zeehonden waargenomen. De grote aantallen rustende zeehonden, komen echter voornamelijk ten zuiden van Maasvlakte II voor.

H1364 Griuze zeehond

Sinds 1996 worden grijze zeehonden weer jaarlijks in het Deltagebied waargenomen en deze trend neemt sinds 2003 sterk toe. Binnen de Delta is de Voordelta veruit het belangrijkste gebied voor de grijze zeehond, gevolgd door de Westerschelde (Brekelmans *et al.*, 2023).

De Voordelta is foerageergebied voor grijze zeehonden en een werp- en zoogplek. Rust en voedselbeschikbaarheid zijn de belangrijkste indicatoren voor de kwaliteit van het leefgebied.

De ligplaatsen van de grijze zeehond in de Delta zijn weergegeven in Figuur 3-8. Het aantal rustende dieren in de buurt van het projectgebied in Maasvlakte is erg beperkt.

H1351 Bruinvis

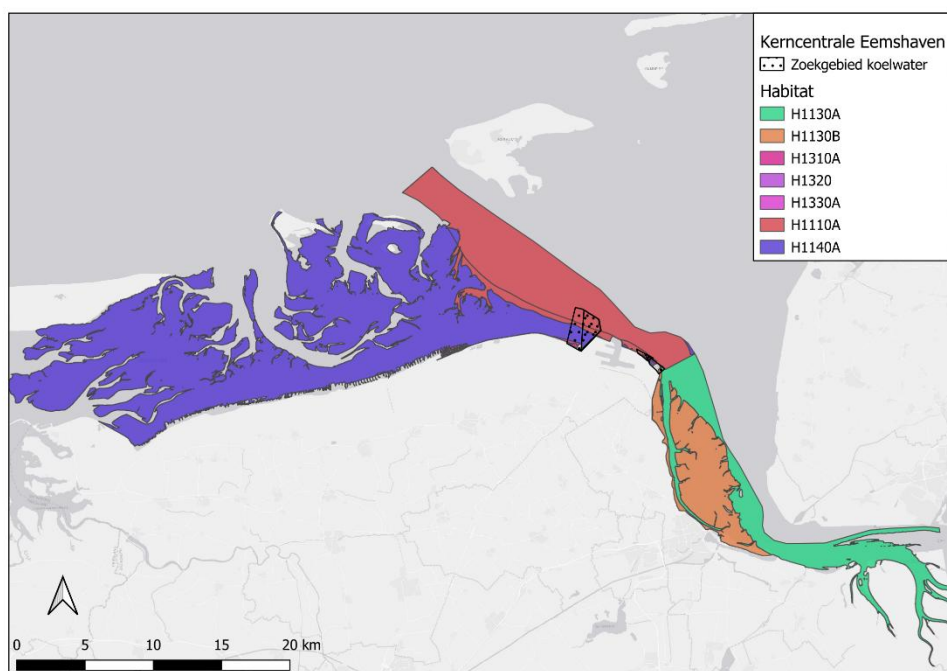
De bruinvissen die waargenomen worden in de Voordelta maken deel uit van een grote populatie in de zuidelijke Noordzee. Er is daardoor geen specifieke Voordelta populatie te onderscheiden. De verspreiding binnen de Noordzee varieert sterk per jaar en per seizoen.

3.1.3 Natura 2000-gebied Waddenzee

De zoekgebieden voor koelwater voor de alternatieven van **Eemshaven** liggen in het Natura 2000-gebied Waddenzee (Figuur 3-14). Dit is het grootste en - in internationaal opzicht - het belangrijkste Natura 2000-gebied in Nederland. Deze status dankt deze kustzee vooral aan de enorme aantallen vogels die de wadplaten en kwelders tijdens hun trek aandoen of broeden op de kwelders, stranden en in de duinen. De migrerende vogels worden aangetrokken door de droogvallende wadplaten met hun hoge dichtheid aan schelpdieren, wormen, kreeftachtigen en ander voedsel. De diepere wateren zijn van belang als kraamkamer voor vissoorten uit de Noordzee. Voorts herbergt de Waddenzee het overgrote deel van de populatie zeehonden in Nederland, evenals de grootste oppervlakte aan kweldergemeenschappen. De internationale Waddenzee is met een oppervlakte van zo'n 10.000 km² een van de grootste natuurgebieden in Europa met een hoog aandeel aan natuurlijke levensgemeenschappen.

In 2007 is het Natura 2000 gebied met 4.153 ha uitgebreid met het estuarium van de Eems-Dollard, waar de alternatieven van Eemshaven deels aangrenzend zijn.

Hierna wordt ingegaan op de aanwezige en beschermde habitattypes (3.1.3.1) en de beschermde soorten (3.1.3.2).



Figuur 3-14 : Natura 2000-gebied Waddenzee (habitattypekaart), met aanduiding van de zoekgebieden koelwater voor de alternatieven Eemshaven

3.1.3.1 Beschrijving habitattypes

De Waddenzee is aangewezen voor de natuurlijke habitattypen in Figuur 3-15, opgenomen in bijlage I van Richtlijn 92/43/EEG.

Er komen vier habitattypes voor in de koelwater zoekgebieden voor de locatiealternatieven Eemshaven (Figuur 3-16 en Tabel 3-4).

- H1110A Permanent overstroomde zandbanken
- H1140A Slik- en zandplaten
- H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)
- H1320 Slijkgrasvelden

Voor habitattypes H1110A Permanent overstroomde zandbanken en H1140A Slik- en zandplaten werd er voor de Waddenzee een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit opgesteld (Figuur 3-15). Deze twee habitattypes komen voor in elk van de zoekgebieden voor de vier alternatieven van Eemshaven (Tabel 3-4).

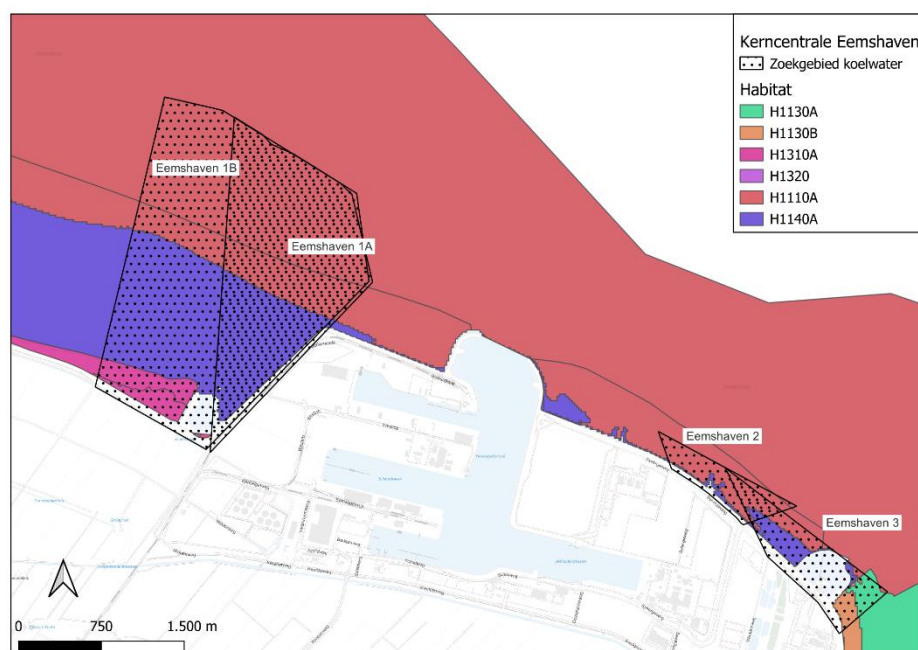
De vier habitattypes worden kort beschreven onder de figuur en tabel.

Habitatype	Type	Oppervlakte	Kwaliteit	Kernopgave
H1110A - Permanent overstromde zandbanken	getijdengebied	=	>	1.03,W
H1130 - Estuaria**		=	>	
H1140A - Slik- en zandplaten	getijdengebied	=	>	1.10,W
H1310A - Zilte pionierbegroeiingen	zeekraal	=	=	
H1310B - Zilte pionierbegroeiingen	zeevetmuur	=	=	
H1320 - Slijkgrasvelden		=	=	
H1330A - Schorren en zilte graslanden	buitendijks	=	>	1.16,W
H1330B - Schorren en zilte graslanden	binnendijks	=	=	
H2110 - Embryonale duinen		=	=	1.13
H2120 - Witte duinen		=	=	
H2130A* - Grijze duinen	kalkrijk	=	=	
H2130B* - Grijze duinen	kalkarm	=	>	
H2160 - Duindoornstruwelen		=	=	
H2170 - Kruiwilgstruwelen (o)		=	=	
H2190B - Vochtige duinvalleien	kalkrijk	=	=	

* een prioritair habitatype

** geen onderdeel van het beheerplan, in 2017 toegevoegd (Eems-Dollard)

Figuur 3-15 : Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen Natura 2000-gebied Waddenzee. Behoudsdoelstelling: =, uitbreidings- of verbeterdoelstelling: >. Kernopgave: aanwezig indien nummer vermeld. W: wateropgave. *: prioritair habitatype (Heidinga et al., 2023b)



Figuur 3-16 : Habitatype kaart Eemshaven

Tabel 3-4: Oppervlakte (in m²) van de habitattypes in de koelwater zoekgebieden voor de locatiealternatieven Eemshaven. Tussen haakjes staat het percentage van het zoekgebied oppervlak ten opzichte van het volledig habitatype in de Waddenzee

Habitatype	1A	1B	2	3
H1110A – Permanent overstromde zandbanken*	1.579.546 (0,12%)	2.546.729 (0,19%)	263.669 (0,02%)	147.794 (0,01%)
H1130A – Estuaria permanent overstromd*				62.776 (0,12%)
H1130B – Estuaria droogvallende slikken en zandplaten *				52.430 (0,05%)
H1140A – Slik- en zandplaten*	725.772 (0,07%)	1.848.426 (0,17%)	33.379 (0,01%)	118.335 (0,01%)
H1310A – Zilte pionierbegroeiing		251.450 (0,99%)		
H1320 – Slijkgrasvelden		856 (0,03%)		
Totaal	2.305.318	4.647.460	297.048	381.335

*Habitatype met verbeterdoelstelling voor kwaliteit (Figuur 3-15)

H1110A Permanent overstromde zandbanken

Er is sprake van positieve ontwikkelingen (afname nutriënten) en negatieve ontwikkelingen (matige ontwikkeling schelpdierbanken, veranderende bodemfaunagemeenschap, toename exoten, lage visstand). In totaal is er dus geen sprake van een kwaliteitsverbetering, en kan er zelfs sprake zijn van verslechtering. Wat betreft goede waterkwaliteit, is de kwaliteit zoals gedefinieerd in de stroomgebiedbeheerplannen van de KRW, zowel op chemie als biologie ontoereikend. Omdat in de uitgangssituatie sprake was van een matig ongunstige toestand en er geen sprake is van een duidelijke verbetering, wordt de huidige toestand van de kwaliteit van H1110A in de Waddenzee nog steeds als matig ongunstig beoordeeld. Verder wordt verwacht dat door op- en aanslibbing van platen en kwelder het oppervlak van dit habitatype voorlopig zal afnemen (Heidinga et al., 2023b).

De oppervlakte van H1110A hangt af van de morfologische veranderingen die voortdurend optreden in de dynamische Waddenzee, een afname van het ene habitatype (in dit geval H1110A) leidt meestal tot een toename van het andere habitatype (H1140A of kwelderhabitattypes). Het statische doel (behoud) past dus niet volledig bij dit dynamische systeem (Heidinga et al., 2023b).

H1130 Estuaria

Dit habitatype heeft enkel betrekking op zoekgebied 3.

H1130 komt specifiek voor in de Eems-Dollard en niet in de rest van de Waddenzee. Het Eems-estuarium kent een lange historie van inpolderingen en indijkingen, waardoor de komberging verkleind is en de oppervlakte van het estuarium enorm is afgenomen. Door het verdiepen en verbreden van vaargeulen en het aanleggen en onderhouden van dijken zijn er veel harde grenzen ontstaan tussen land en water, zoet en zout. Dit heeft geleid tot minder geleidelijke/natuurlijke overgangen tussen diepe delen en ondiepe delen van het estuarium. Daarnaast is door eeuwenlange aanpassingen het tweegeulensysteem veranderd in een systeem met een enkele hoofdgeul. Ook dit heeft geleid tot minder geleidelijke overgangen, waardoor er abrupte scheidingen optreden tussen diep-ondiep, droog-nat, zoet-zout, zand-slib, en hoog- en laagdynamische gebieden.

Door al deze factoren is de staat van instandhouding voor oppervlakte, verspreiding en kwaliteit zeer ongunstig (Royal Haskoning, 2023).

De kwaliteitskenmerken voor een goede structuur en functie van het habitatype zijn:

- Natuurlijke estuariene dynamiek, met de volgende vereisten:
 - Open verbinding tussen zee en rivier;
 - Voldoende ruimte zodat alle essentiële processen kunnen doorgaan (natuurlijke balans tussen het getijvolume en de afvoer van de rivier en de dimensies van het estuarium);
- Geleidelijke overgangen (diep-ondiep, droog-nat, zoet-zout, hoogdynamisch-laagdynamisch, zand-slib);
- Goede waterkwaliteit, bestaande uit:
 - Minder dan voor een levensgemeenschap max. toelaatbare concentratie gifstoffen;
 - Matig voedselrijk – tot voedselrijk;
 - Natuurlijke troebelheid
 - Relatief helder water in het mondingsgebied
 - Seizoensgebonden vertroebeling van het water;
 - Afwezigheid van zuurstofloosheid.

H1140A Slik- en zandplaten

Zoals benoemd bij habitatype H1110A geldt dat de platen en kwelders aangroeien en ophogen, met name in de oostelijke Waddenzee. Hierdoor neemt de oppervlakte aan permanent overstromde zandbanken geleidelijk af, en de (potentiële) oppervlakte van slik- en zandplaten en kwelderhabitattypen geleidelijk toe. Het statische doel (behoud) past dus niet volledig bij dit dynamische systeem (Heidinga et al., 2023b).

Enkele typische soorten en kenmerken van goede structuur en functie lijken zich positief te hebben ontwikkeld in de beheerplanperiode. Dit is echter niet voor elke soort het geval, en van diverse schelpdieren en vissoorten schommelen de aantallen, of nemen af, of kennen een fluctuerende aantalsontwikkeling. De ontwikkeling van bodemdieren (o.a. kokkel en nonnetje) en zeegras is nog onvoldoende, en het verbeterdoel van dit habitatype is op basis van deze gegevens nog niet gehaald (Heidinga et al., 2023b).

H1310A Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal)

Dit habitatype komt enkel voor in zoekgebied 1B.

Zilte pionierbegroeiingen komen voor op zilte gronden in het kustgebied, zowel buiten- als binnendijks, op plekken waar overstroming met zout water zorgt voor dynamische en open standplaatsen. Doorgaans komt het habitatype aaneengesloten voor over oppervlakten van meer dan honderden m² (Heidinga et al., 2023b). Langs de vastelandskwelders is het habitatype ook aanwezig tegen de dijk, zoals het geval is ter hoogte van het zoekgebied koelwater voor locatie Eemshaven 1B.

Het areaal van het habitatype kan sterk fluctueren omdat het bestaat uit eenjarig zeekraal, waarvan de bedekking afhankelijk is van de kiem- en groeiomstandigheden in het voorjaar (Heidinga et al., 2023b).

H1320 Slijkgrasvelden

Dit habitatype komt enkel beperkt voor in zoekgebied 1B.

De grootste afname (Groninger noordkust) is een gevolg van verdere successie van pionierzone met Engels slijkgras naar lage kweldervegetatie. Het doel is behoud van kwaliteit. Het is echter nog niet kwantitatief vastgesteld waar het habitatype aan moet voldoen om van goede kwaliteit te kunnen spreken. 3 van de 4 kwaliteitsaspecten zijn óf weinig veranderd óf weinig indicatief voor dit habitatype. Voor het vierde aspect (abiotiek) is hooguit een indicatie van de verandering te geven op basis van de verbreiding van het habitatype. Aangezien het areaal is afgenomen lijken ook de abiotische omstandigheden minder gunstig te zijn geworden (Heidinga et al., 2023b).

3.1.3.2 Beschrijving soorten

De Waddenzee is aangewezen voor de soorten in Figuur 3-17, opgenomen bijlage II van Richtlijn 92/43/EEG. Voor de nauwe korfslak, de Noordse woelmuis en de groenknolorchis is er geen verband met het aquatische milieu ter hoogte van de projectgebieden in Eemshaven. Deze soorten worden daarom niet behandeld in deze studie. De andere beschermde soorten worden hieronder kort beschreven voor de situatie in de Waddenzee, en algemeen in sectie 3.2.

De Waddenzee is ook aangewezen voor enkele broed- en niet-broedvogels. Hiervoor wordt verwezen naar het deelrapport Natuur van het plan-MER.

Soort	Populatie	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Kernopgaven
H1014 - Nauwe korfslak	=	=	=	
H1095 - Zeeprik	>	=	=	
H1099 - Rivierprik	>	=	=	1.07,W
H1103 - Fint	>	=	=	1.09,W
H1340 - Noordse woelmuis (o)	=	=	=	
H1351 - Bruinvis (o)	=	=	=	
H1364 - Grijs zeehond	=	=	=	1.11; 1.13
H1365 - Gewone zeehond	>	=	=	1.11
H1903 - Groenknolorchis (o)	=	=	=	

Figuur 3-17 : Instandhoudingsdoelen habitatrictlijnsoorten Waddenzee. W: kernopgave met Wateropgave, Doelstelling: = behoud, > verbeter/uitbreiding. Een (o) betekent een ontwerpdoel dat eind 2022 middels het Veegbesluit definitief is geworden (Heidinga et al., 2023b).

H1095 Zeeprik, H1099 Rivierprik en H1103 Fint

De Eems-Dollard is een belangrijk doortrekgebied voor trekvis (Figuur 3-18). De Eemsrivier staat in open verbinding met de zee.

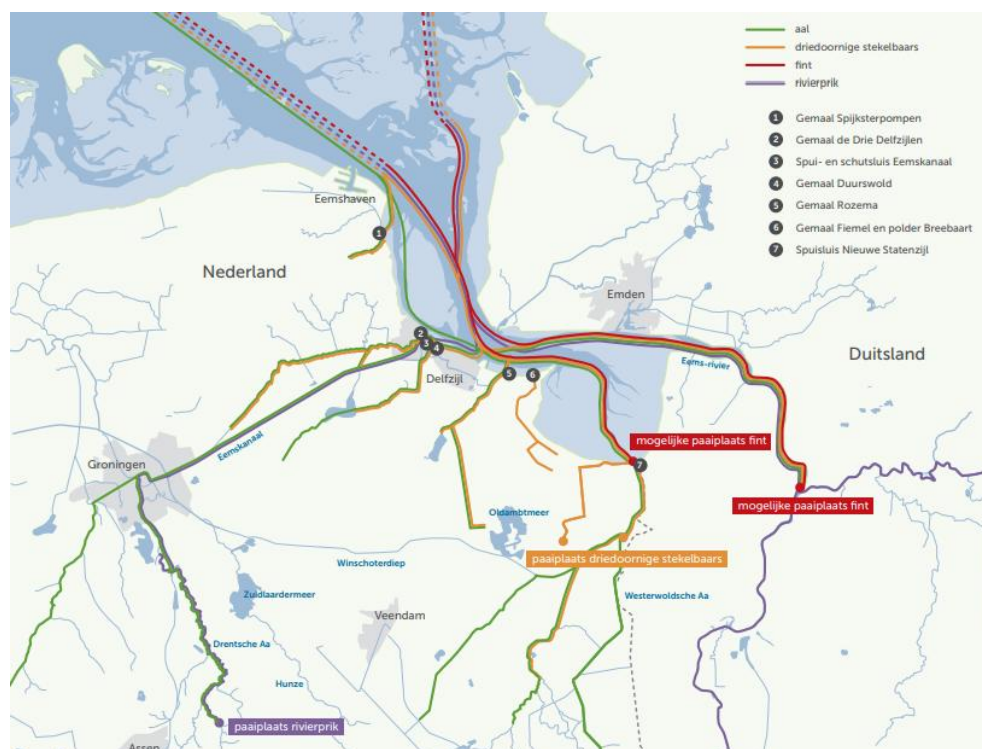
Finten worden zowel in de Eems-Dollard als bij Terborg in de Eemsrivier in kleine aantallen aangetroffen. Ze trekken in het voorjaar de Eemsrivier op om te paaien, maar paaiende finten zijn al geruime tijd niet meer waargenomen.

Vanuit de Eems-Dollard trekken relatief veel (tienduizenden) rivierprikken de Eemsrivier op.

De afgelopen jaren is de zeeprik slechts enkele keren waargenomen (Schmidt et al., 2021). De Eemsrivier is waarschijnlijk niet geschikt als paaiplaats door de hoge troebelheid en de lage zuurstofgehalten.

Voor deze soorten zijn in het Natura 2000-gebied Waddenzee het behoud van de omvang van het leefgebied, behoud van de kwaliteit van het leefgebied en uitbreiding

van de populatie als instandhoudingsdoelen gesteld. De landelijke staat van instandhouding is ongunstig.



Figuur 3-18 : Deze kaart laat zien via welke routes trekvis van en naar de binnenwateren trekken. Rivierprik (paars) paait in de Drentsche Aa en verblijft verder waarschijnlijk in de Waddenzee. Fint (rood) trekt mogelijk naar de Dollard en zeker naar de Eems. Het is onbekend waar de fint op zee of in het estuarium verblijft (Schmidt *et al.*, 2021).

H1365 Gewone zeehond

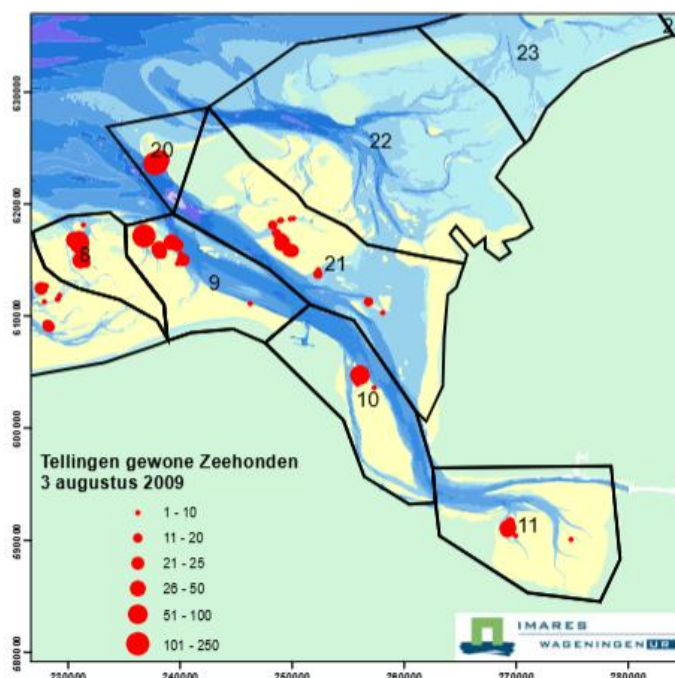
In de nabijheid van Eemshaven 2 en 3 bevinden zich verschillende ligplaatsen van gewone zeehonden (Figuur 3-19) (Basseur *et al.*, 2010). Voor Eemshaven 1A en 1B die gelegen zijn ten westen van de haven, is de afstand groter.

De omvang van de populatie gewone zeehonden in de Waddenzee lijkt zich na de duidelijk waarneembare stijgende trend tussen 2002 en 2011 te stabiliseren. Vanaf 2011 daalde de jaarlijkse groei tot ongeveer 1% en het aantal schommelt momenteel rond de 7.500 dieren (Heidinga *et al.*, 2023b).

Wat betreft de kwaliteit van het leefgebied lijkt een gebrek aan voldoende voedsel één van de redenen voor het stagneren van de groeisnelheid van de populatie. De gewone zeehond oefent een relatief grote druk uit op het visbestand in de Waddenzee, en het is waarschijnlijk dat er dichtbij de ligplaatsen een mate van depletie plaatsvindt. Ook vindt er predatie op gewone zeehonden door de grijze zeehond plaats, een soort die de laatste jaren in aantallen sterk is toegenomen. Verder is het onduidelijk welk mechanisme verantwoordelijk is voor de daling van het aantal pups. Mogelijk is de draagkracht van de populatie behaald (Heidinga *et al.*, 2023b).

Daarnaast levert de mate van verstoring van rustplaatsen een negatieve bijdrage aan de kwaliteit van de habitat. De belangrijkste rustplaatsen van de gewone zeehond in en rond de Waddenzee liggen langs vaargeulen, waar diverse vormen van scheepvaart plaatsvinden. De verstoringgevoeligheid van de gewone zeehond voor dergelijke

scheepvaart lijkt in de Waddenzee echter beperkt. In de Waddenzee wordt doorgaans een verstoringafstand van 1.500 m aangehouden voor verstoring van zeehonden op de platen.



Figuur 3-19 : Verdeling van de ligplaatsen in het Eems estuarium (Brasseur *et al.*, 2010).

H1364 Grijs zeehond

In het Eems estuarium is het aantal grijze zeehonden relatief laag in vergelijking met het aantal gewone zeehonden (Brasseur *et al.*, 2010).

De aantallen grijze zeehonden, zowel het aantal pups als het totaal aantal individuen, nemen de laatste jaren gestaag toe in de Waddenzee (Brasseur *et al.*, 2021). In tegenstelling tot de gewone zeehond, is bij de grijze zeehond het stijgende aantal pups wel terug te zien in de totale tellingen (Heidinga *et al.*, 2023b).

Rust en voedselbeschikbaarheid zijn de belangrijkste indicatoren voor de kwaliteit van het leefgebied. De rust is in de Waddenzee mogelijk afgenomen door een toename in zowel recreatie als scheepvaart, hoewel dat niet tot uitdrukking komt in de aantallen. Omdat de populatie nog groeit kan ook worden aangenomen dat te lage voedselbeschikbaarheid (nog) geen rol speelt (Heidinga *et al.*, 2023b).

H1351 Bruinvis

De bruinvis komt jaarrond voor in het Eems-estuarium, al zijn de aantallen laag in vergelijking met de offshore gebieden.

3.2 Beschermden soorten

De beschermde soorten die mogelijk voorkomen in de projectgebieden behoren tot de groep van vissen (trekvissen) en zeezoogdieren. Deze soorten vallen onder nationale of internationale bescherming of zijn aangewezen doelsoorten voor de Natura2000-gebieden. Deze soorten worden hier kort besproken. Het voorkomen van deze soorten

bij de verschillende projectlocaties werd reeds toegelicht in sectie 3.1. Een samenvattende tabel staat in 3.3 (Tabel 3-5).

3.2.1 Vissen

3.2.1.1 Zeeprik

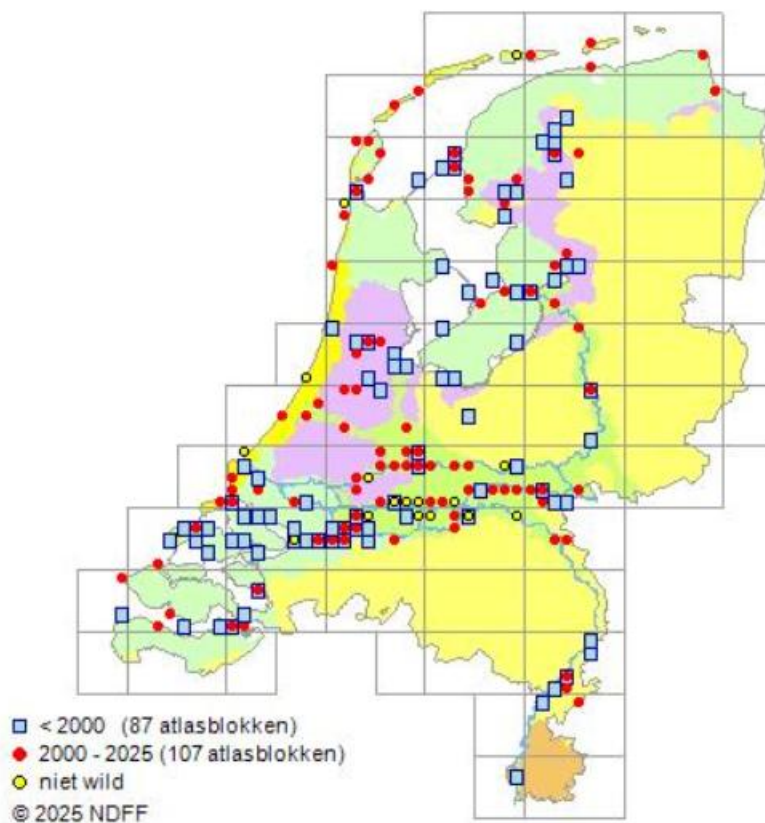
De zeeprik (*Petromyzon marinus*) behoort tot de rondbekken. De zeeprik is een anadrome vis die zijn volwassen leven doorbrengt in zout water en zijn paaigronden vindt in stroomopwaarts gelegen zoete wateren. De volwassen dieren leven in zee waar ze parasiteren op vissen en walvisachtigen. Adulte zeeprikken trekken jaarlijks (februari tot en met mei) landinwaarts naar paaiplaatsen in de grote rivieren. De uitgekomen larven laten zich met de stroom meevoeren richting op zee (LNV, 2008a).

De landelijke populatie van de zeeprik zag een forse afname in de jaren 70 van de vorige eeuw, door de aanleg van stuwen en de verslechterde waterkwaliteit. De aantallen herstelden zich vanaf 1985 waarschijnlijk door verbetering van de waterkwaliteit en de aanleg van vismigratievoorzieningen maar sinds 2010 nemen de landelijke vangsten van de zeeprik weer af (Brekelmans *et al.*, 2023).

Een gezond leefgebied voor trekvisen wordt bepaald door gezonde paai, opgroeiende leefgebieden en een goede verbinding tussen die gebieden. Harde overgangen tussen zoet en zout water veroorzaken daarentegen een slechte bereikbaarheid van het hele leefgebied van trekvisen, zoals de zeeprik. De zeeprik vertoont geen homing gedrag en keert dus niet vanzelf terug naar de geboorterivier (Heidinga *et al.*, 2023b). Larven van de zeeprik leven ingegraven in het sediment en zijn daardoor gevoelig voor baggerwerkzaamheden.

Voor anadrome soorten is connectiviteit met andere gebieden cruciaal voor de instandhouding van de populatie. Om het uitbreidingsdoel omtrent populatiegrootte te kunnen behalen is het van groot belang dat zeeprikken vanuit de zee in staat zijn om paaiplekken te bereiken en dat jonge zeeprikken naar zee kunnen migreren. De zeeprik trekt, overwegend 's nachts, in de periode maart t/m juni de rivieren in. Het is niet bekend of zeeprikken een acclimatisatiezone nodig hebben bij de trek van zout naar zoet water (Brekelmans *et al.*, 2023).

Figuur 3-20 toont de verspreiding van de zeeprik in Nederland.



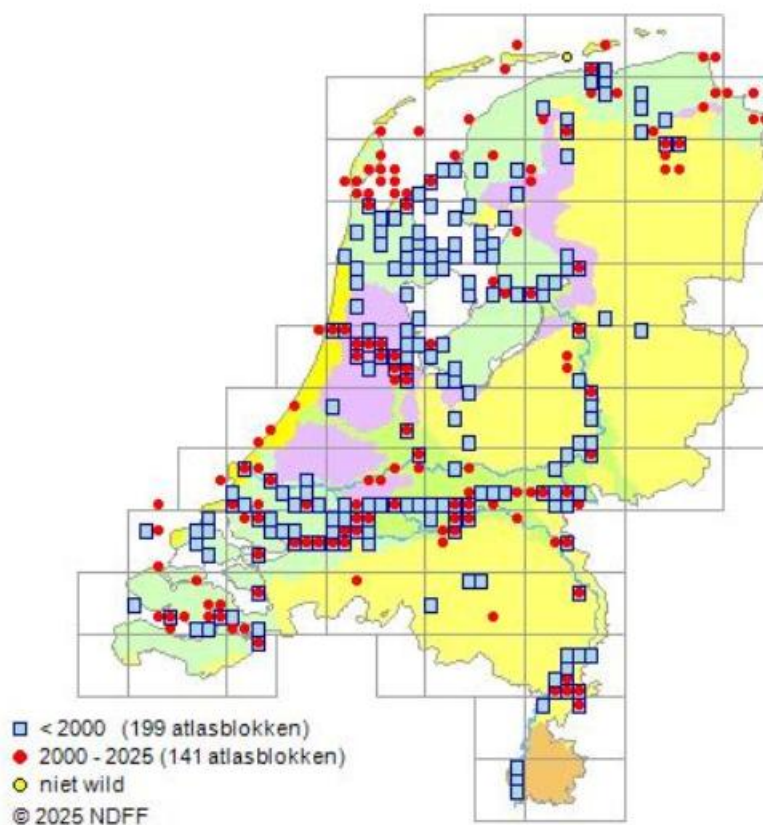
Figuur 3-20: Verspreiding zeeprik in Nederland (ravon.nl)

3.2.1.2 Rivierprik

De rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) is net als de zeeprik een anadrome soort. Rivierprik is een zeldzame soort in Nederland die zich maar op enkele plaatsen voortplant. De paaitrek van de rivierprik naar zoet water vindt plaats van begin herfst tot en met het voorjaar. Adulte paarijpe rivierprikken trekken via onder andere de Waddenzee en Westerschelde, de rivieren op waarna de paai dan plaatsvindt in de periode maart tot mei (LNV, 2008a). Paaiplaatsen van de rivierprik zijn aangetoond in de Maas, Waal, Roer, Niers en Drentsche Aa (Kranenbarg *et al.*, 2022).

De rivierprik is gevoelig voor verontreiniging en lage zuurstofconcentraties wat leidde tot de grote landelijke afname van de populatie van de rivierprik in 1970. Een verbetering van de waterkwaliteit leidde ertoe dat de populatie vanaf circa 1990 weer toenam.

Figuur 3-21 toont de verspreiding van de rivierprik in Nederland.



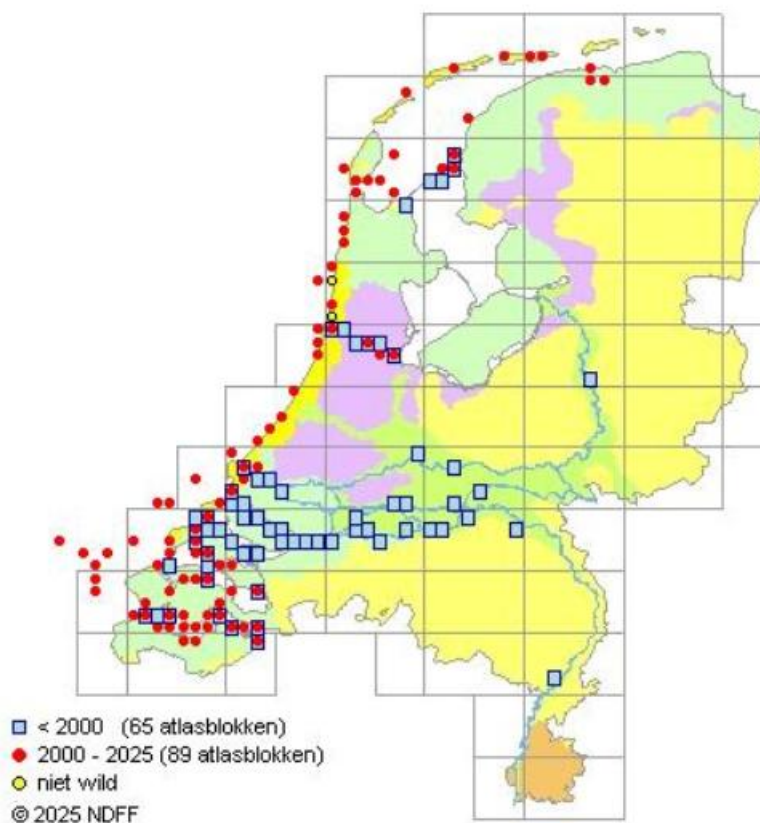
Figuur 3-21: Verspreiding rivierprik in Nederland (ravn.nl)

3.2.1.3 Fint

De fint (*Alosa fallax*) behoort tot de haringachtigen (Clupeidae). De fint brengt het grootste gedeelte van zijn leven door in kustgebieden en estuaria. De fint paait in zoetwatergetijdengebieden (LNV, 2008b). Hierdoor trekt de fint veel minder ver stroomopwaarts dan de andere beschreven trekvisser. Er lijkt echter nog geen sprake te zijn van een levensvatbare zichzelf in standhoudende paaipopulatie van de soort in Nederland. Na de paai trekken de adulte finten weer naar zee.

De soort kwam vroeger veelvuldig voor in Nederland en werd bevestigd. Binnen de visserij werd tussen 1920 en 1950 al een sterke afname gezien. Dit werd vermoedelijk veroorzaakt door slechte waterkwaliteit.

Figuur 3-22 toont de verspreiding van de fint in Nederland.



Figuur 3-22: Verspreiding fint in Nederland (ravn.nl)

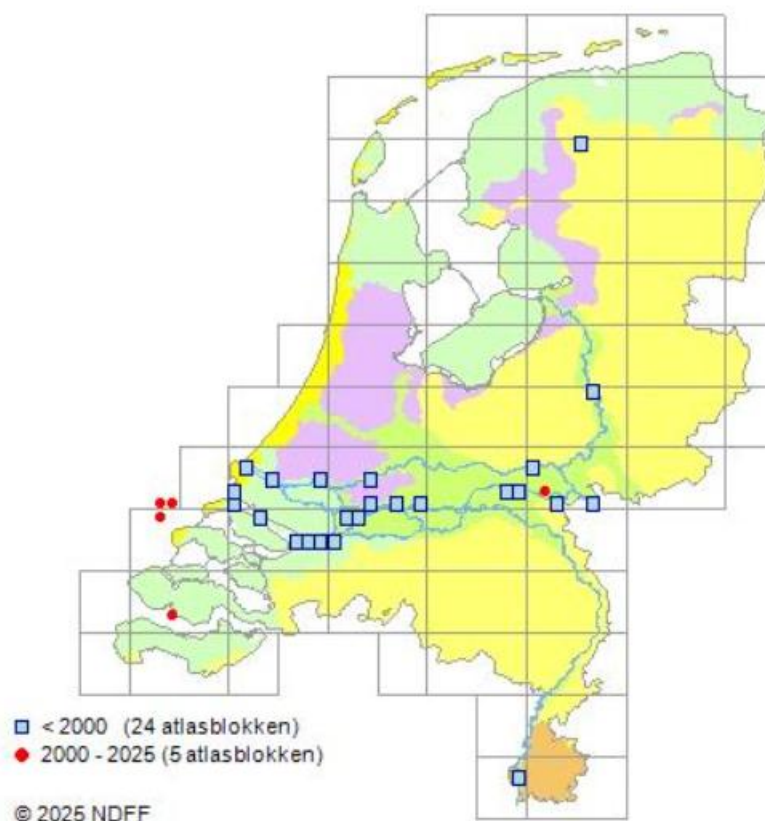
3.2.1.4 Elft

De Elft (*Alosa alosa*) behoort tot de haringachtigen (Clupeidae). Met een maximale lengte tot ruim 80 cm is de Elft de grootste vertegenwoordiger van deze familie. De Elft lijkt sterk op de andere haringachtige (de fint), maar wordt iets groter (LNV, 2008c). Net zoals de zee- en rivierprik is de elft een anadrome trekvis die zijn groeiperiode in zout water doorbrengt en de rivieren op trekt om te paaien. Vroeger trok de vis voornamelijk door de Rijn om te paaien. Deze migratie vond plaats tussen mei en midden juni, waardoor de Elft ook wel de meivis genoemd werd. Het trekgedrag van de elft is temperatuursgevoelig: vanaf een watertemperatuur van 11 à 12 °C begint de soort in kleine groepen te trekken terwijl het trekgedrag van de vis verdwijnt boven 17-20 °C (LNV, 2008c).

De Elft werd vroeger veel gevangen in de grote rivieren van Nederland, maar is sinds 1970 nagenoeg uit de Benelux en Duitsland verdwenen. Ze kwam voor in West-Europa, van Zuid-Noorwegen tot aan de Italiaanse kust. In Nederland wordt de soort als uitgestorven beschouwd, maar in Juli 2020 heeft Rijkswaterstaat opnieuw meerder elften aangetroffen bij de Haringvlietsluizen (NOS, 2020).

De passerbaarheid van waterbouwkundige constructies en het hebben van voldoende zoet-zoutovergangen is van groot belang voor deze trekvis. Er zijn aanwijzingen dat volwassen fintachtigen een brakwaterzone nodig hebben om te acclimatiseren op hun reis van zout naar zoet water. Voor jonge elften is de aanwezigheid van een acclimatisatiezone ook van belang. Juveniele elften verblijven soms tot wel zes maanden in de estuaria om zich aan te passen aan de mariene leefomgeving (Brekelmans et al., 2023).

Figuur 3-23 toont de verspreiding van de elft in Nederland.



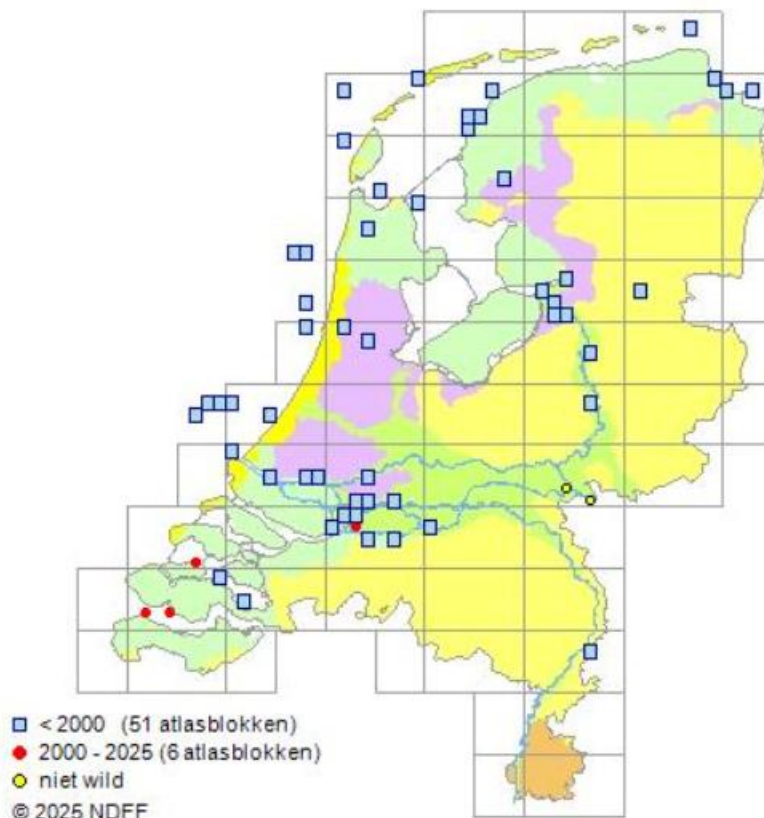
Figuur 3-23: Verspreiding elft in Nederland (ravn.nl)

3.2.1.5 Overige beschermde vissoorten

Onder de soortenbescherming (art. 46 bal) worden ook andere vissoorten beschermd die niet onder de Natura 2000 wetgeving beschermd zijn, zoals de Europese steur (*Acipenser sturio*) en Noordzeehouting (*Coregonus oxyrinchus*). Andere beschermde soorten komen uitsluitend voor in zoetwater en zijn bijgevolg niet relevant in dit project.

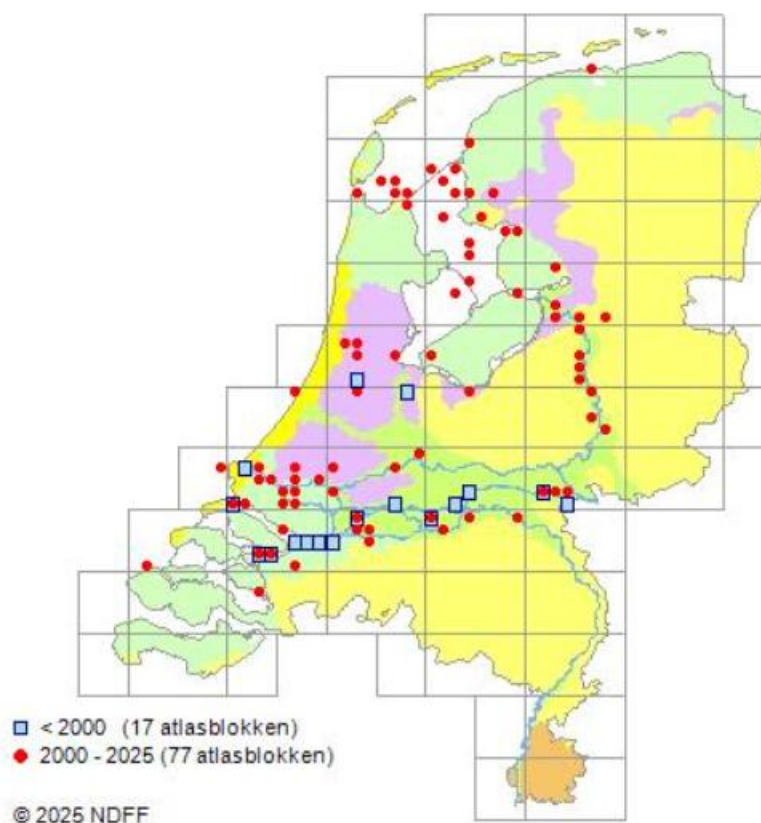
Zowel voor de Europese steur als de Noordzeehouting is de kans op voorkomen het grootst in de Voordelta (projectgebied Maasvlakte II). Hoewel ze beiden erg zeldzaam zijn, is een toename van de populatie in de toekomst niet uitgesloten, waarbij de soorten ook kunnen voorkomen in de Schelde (projectgebieden Sloegebied en Terneuzen) en Eems (projectgebied Eemshaven).

De **Europese steur** is aan het begin van de 20e eeuw uit de Nederlandse rivieren verdwenen door een combinatie van visserijdruk en grootschalige riviernormalisaties waardoor de paai- en opgroei gebieden verdwenen. In Nederland leefde de soort langs de Noordzeekust, in de Waddenzee, de Zuiderzee en in de grotere rivieren (Rijn, Maas, IJssel, Eems, Schelde) en hun estuaria. In 2012 keerde de Europese steur voor het eerst terug in de Nederlandse rivieren na meer dan 50 jaar afwezigheid dankzij herintroductie (Figuur 3-24) (ravn.nl).



Figuur 3-24: Verspreiding Europese steur in Nederland (ravn.nl)

De **Noordzeehouting** is een vrij zeldzame soort in Nederland maar de aantallen lijken de laatste jaren sterk toe te nemen. Noordzeehouting kwam oorspronkelijk voor in rivieren en kustwateren van de Noordzee, Oostzee en Baltische zee waaronder het stroomgebied van de Rijn, Maas, Schelde en Eems. Door het normaliseren van rivieren, verslechtering van de waterkwaliteit en overbevissing verdween de soort aan het begin van de 20^e eeuw bijna overal. Alleen in het Deense riviertje de Vida resteerde een kleine populatie. Ouderdieren van deze populatie zijn vanaf 1999 tot 2006 gebruikt voor een herintroductie in de Rijn waarbij opgekweekte juveniele dieren in Duitsland werden uitgezet. Dit heeft geresulteerd in een nieuwe populatie waarvan de volwassen dieren zich ophouden in het IJsselmeer, de benedenrivieren en Nederlandse kustgebieden zoals de Waddenzee en Voordelta (Figuur 3-25). Van deze populatie is vastgesteld dat ze zich door natuurlijke voortplanting in stand houdt (ravn.nl).



Figuur 3-25: Verspreiding Noordzeehouting in Nederland (ravn.nl)

3.2.2 Zeezoogdieren

3.2.2.1 Gewone Zeehond

De gewone zeehond (*Phoca vitulina*) is het meest voorkomende zoogdier in de Nederlandse kustwateren en in het Ow beschermd onder artikel 11.46 en 11.54. De soort is meer kustgebonden dan de grijze zeehond. De gewone zeehond zoekt zijn voedsel in de kustwateren en verder op zee. Hierbij trekken ze in de winter soms tot 100 km de zee op om te foerageren.

Rust en voedselbeschikbaarheid zijn de belangrijkste indicatoren voor de kwaliteit van het leefgebied. Zeehonden kunnen verstoord worden door recreatie, waar bij recreatie op 100-1000 m afstand grofweg 15 - 20 % van de rustende zeehonden zich naar het water verplaatsen (Brekelmans et al., 2023). Daarnaast kan PFAS vervuiling mogelijk effect hebben op de reproductie en het immuunsysteem van zeehonden.

3.2.2.2 Grijze zeehond

De grijze zeehond (*Halichoerus grypus*) is in de Ow beschermd onder artikel 11.46 en 11.54. De grijze zeehond brengt relatief veel tijd door op open zee. Tijdens de voortplantings- en de daaropvolgende verharingsperiode (in Nederland grofweg van november tot april) trekken de dieren meer richting de kust om gebruik te maken van permanent droog liggende zandbanken (LNV, 2014a).

Voor de grijze zeehond gelden eveneens rust, voedselbeschikbaarheid en mogelijke vervuiling als belangrijkste indicatoren voor de kwaliteit van hun leefgebied.

3.2.2.3 Bruinvis

De bruinvis (*Phocoena phocoena*) is in de Ow beschermd onder artikel 11.46 en 11.54.

De bruinvis, een van de kleinste walvisachtigen, blijft kleiner dan 2 meter lang en komt algemeen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee en aangrenzende kustwateren. Veelal worden de dieren alleen of in kleine groepjes waargenomen, soms worden groepen van enkele tientallen dieren samen waargenomen. De bruinvis komt vooral voor in ondiepe zeeën voor tot 200 meter diepte. Bruinvissen hebben een brede prooikeuze maar eten vooral vissen en inktvissen. Het voedsel verschilt sterk regionaal en is afhankelijk van plaatselijk voedselaanbod. In de Nederlandse kustwateren en verder op zee worden 's zomers moederdieren met kalfjes waargenomen. Hieruit wordt opgemaakt dat ook in de Nederlandse wateren jongen geboren worden. De actuele kennis over verspreiding en dieet geven, vanwege de wijde verspreiding, onvoldoende aanleiding om in het Nederlandse deel van de zuidelijke Noordzee specifieke voortplantingsgebieden, geboortegronden of foerageergebieden te identificeren (LNV, 2014b).

De Nederlandse bruinvissen zijn onderdeel van de algemene populatie in de zuidelijke Noordzee. Er vindt migratie plaats naar Britse en vermoedelijk ook naar Duitse wateren. De migratiebewegingen van bruinvissen tussen de kustwateren en de open zee als ook die op grotere schaal, zijn voor de zuidelijke Noordzee zeer onduidelijk.

Bruinvissen jagen door middel van echolocatie. Hierbij zendt de bruinvis geluid uit, om vervolgens te luisteren naar audio feedback om zijn prooi te lokaliseren. Dit maakt de soort extra gevoelig voor geluidsverstoring.

Bruinvissen komen voornamelijk offshore voor in de Noordzee, met lagere densiteiten naar de kustlijn toe.

Knelpunten voor de bruinvis zijn met name grote ziekte-uitbraken, verstoring, en voedseltekort. De bruinvis is relatief kwetsbaar: voedseltekort of verstoring kunnen snel significant negatieve effecten hebben, omdat deze soorten dagelijks grofweg 10 % van hun lichaamsgewicht moeten eten om gezond te blijven. De beschikbaarheid van voldoende vette vis is voor de Noordzeepopulatie de belangrijkste voorspeller van zwangerschapscijfers - ongestoorde toegang tot prooi van goede kwaliteit is voor deze soort dus van groot belang. De geluidsverstoring neemt daarbij toe, onder andere door een toename in scheepsverkeer en de aanleg van windmolenparken. Ook heeft een groot gedeelte van de bruinvissen een te hoog gehalte aan PCB's in hun lichaam (Brekelmans *et al.*, 2023)

3.2.2.4 Overige zeezoogdieren

Onder de soortenbescherming (beschermd soorten conform art 11.46, lid 1, onder a en b, Besluit activiteiten Leefomgeving) zijn ook andere zeezoogdieren beschermd. Naast de bruinvis, gewone zeehond en grijze zeehond komen er diverse andere walvisachtigen voor in Nederlandse wateren zoals de dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*), witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), tuimelaar (*Tursiops truncatus*) en bultrugwalvis (*Megaptera novaeangliae*).

Gezien deze soorten enkel in offshore gebieden voorkomen, worden ze niet verder beoordeeld. Moest er sporadisch toch andere zeezoogdieren voorkomen in de projectgebieden, zullen de effecten grote gelijkenissen vertonen met die voor bruinvissen.

3.3 Overzicht habitattypes en soorten

In Tabel 3-5 wordt een overzicht gegeven van de beschermde habitats en soorten ter hoogte van de projectlocaties die instandhoudingsdoelstellingen hebben. In elk projectgebied komen habitattypes voor met instandhoudingsdoelstellingen. In veel gevallen zijn er ook verbeterdoelstellingen gedefinieerd (in de tabel aangeduid met *, **, ***). Enkel in Maasvlakte II zijn er geen habitattypes met een verbeterdoelstelling voor oppervlakte en/of kwaliteit.

De beschermde soorten komen voor in elk van de beschermde gebieden en kunnen dus voorkomen in elk van de zoekgebieden. Er is één uitzondering: de elft komt enkel voor in de Voordelta en kan daardoor enkel in het zoekgebied van Maasvlakte II voorkomen.

In de verdere afbakening en beschrijving van de mogelijke milieueffecten worden de vissen als één groep besproken, gezien ze gelijkaardige bedreigingen en vereisten qua leefgebied kennen. De gewone en grijze zeehond worden om dezelfde reden als één groep gezien. De overige beschermde vissoorten en zeezoogdieren uit de soortenbescherming art. 46 bal worden ook als één groep besproken.

Tabel 3-5 : Overzicht voorkomen van de relevante habitattypes en soorten met instandhoudingsdoelstellingen ter hoogte van de alternatieve projectgebieden

	Sloegebied		Terneuzen		Maas- vlakte	Eemshaven			
	1	2	1A	1B	1	1A	1B	2	3
Habitattypes									
H1110A						X***	X***	X***	X***
H1110B					X				
H1130A	X*	X*	X*	X*					X***
H1130B	X*	X*	X*	X*					X***
H1140A						X***	X***	X***	X***
H1140B					X				
H1310A				X**			X		
H1320				X			X		
H1330A	X*		X*	X*					
Soorten									
Zeeprik	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rivierprik	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fint	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elft					X				
Bruinvis	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gewone zeehond	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Grijze zeehond	X	X	X	X	X	X	X	X	X

*Habitatype met uitbreidings- en verbeterdoelstelling voor oppervlakte en kwaliteit (Figuur 3-2)

**Habitatype met uitbreidingsdoelstelling voor oppervlakte (Figuur 3-2)

***Habitatype met verbeterdoelstelling voor kwaliteit (Figuur 3-15)

Afbakening relevante effecten aquatische ecologie

De bouwfase en bedrijfsfase van kerncentrales hebben verschillende gevolgen voor het milieu. In de volgende paragrafen wordt per gevolg onderzocht of dit gevolg daadwerkelijk meegenomen moet worden in de beoordeling. Hierbij wordt de afweging gemaakt of het gevolgen zou (kunnen) hebben op de instandhoudingsdoelen van de Natura 2000-gebieden en/of beschermde soorten. Een overzichtstabel staat aan het einde van dit hoofdstuk (Tabel 4-1).

Hierbij wordt opgemerkt dat in deze fase van het project een uitgebreide projectbeschrijving ontbreekt, waardoor er aannames worden gemaakt die het worst case scenario in de mate van het mogelijke dekt. Dit is gebaseerd op de beschikbare uitgangspunten (hoofdstuk 2.1).

De ontmantelingsfase valt buiten de scope van het plan-MER. Voor de beschrijving van de mogelijk effecten die kunnen optreden tijdens de ontmanteling wordt verwezen naar het project-MER.

4.1 Bouwfase

Voor de bouwfase wordt naar volgende mogelijke effecten op het aquatisch milieu gekeken:

- Bodemverstoring en habitatverlies
- Geluidsverstoring, boven water
- Geluidsverstoring, onderwater
- Troebelheid
- Vermesting en verzuring (stikstofdepositie)

4.1.1 Bodemverstoring en ruimtebeslag

De keuze van het koelwatersysteem bepaalt de aard en omvang van het effect. Over het algemeen kan gesteld worden dat een open kanaal tot de grootste effecten op ecologie leiden. Dit komt voornamelijk door het (grotere) directe ruimtebeslag van dit systeem. Door de installatie van de strekdammen en het uitbaggeren van het toegangskanaal naar de inlaat en in het geval van een cut & cover tunnel wordt een deel van de oever en de bodem omgewoeld en ingenomen door harde constructies, wat een permanent verlies aan habitat betekent in beschermde gebieden. Bij een tunnelsysteem wordt buizen van de koelwatervoorziening onder de (zee)bodem aangelegd. In de Natura 2000-gebieden is hierdoor alleen ter plaatse van de tunnelmonden sprake van ruimtebeslag.

Voor zeezoogdieren wordt het verlies niet als relevant beschouwd, gezien ze beschikken over een groot areaal en gezien de zoekgebieden zich reeds in de nabijheid van een industriële zone bevinden. Ook voor vissen is het verlies aan habitat heel tijdelijk en beperkt, waardoor het als niet relevant wordt beschouwd.

Het effect wordt enkel meegenomen in de effectbeschrijving van beschermde habitats.

4.1.2 Geluidsverstoring

4.1.2.1 Boven water

Bovenwatergeluid is in dit project gelimiteerd tot de bouwphase, waarbij de bouw van de centrales en de installatie van de in-/uitlaten het meeste geluid zal veroorzaken.

Verstoring door bovenwatergeluiden afkomstig van de constructie van de kerncentrales worden voor aquatische habitats, vissen en bruinvissen als niet relevant beschouwd. Bijkomend is er al veel bovenwatergeluid aanwezig vanwege andere menselijke activiteiten en industrie in alle alternatieve projectgebieden. Bovenwatergeluiden hebben echter wel een mogelijke impact op zeehonden, die graag op droogliggende zandplaten uitrusten.

Het effect wordt dus verder enkel beschreven voor zeehonden.

4.1.2.2 Onderwater

Er wordt niet verwacht dat geluid en trillingen door de bouw van de centrales op land zal reiken tot in het aquatische milieu. Wel kunnen schepen die ingezet worden voor het verschepen van (bulk)materiaal zorgen voor een toename van het onderwatergeluid. Tijdens de piek van de opbouw van de centrales wordt verwacht dat er ongeveer 3 schepen per dag materiaal verschepen. Continu-onderwatergeluid wordt tijdelijk veroorzaakt door het varen van het schip. Dit geluid wordt veroorzaakt door cavitatie van de schroefbladen, scheepsmotor en mogelijke andere werktuigen aan boord die trillingen genereren en die via de romp van het schip aan het water doorgeven. Cavitatie is de vorming van bellen gevuld met waterdamp aan de voorkant bij de schroefbladen van de schepen, die vervolgens imploderen.

Verder wordt ook verwacht dat de installatie van de in- en uitlaat voor het koelwater zal zorgen voor een verhoging van het onderwatergeluid, zowel het boren van de tunnel, de baggerwerken voor het toegangskanaal en het plaatsen van steenbestortingen voor de strekdammen.

Onderwatergeluid kan voor verstoring zorgen van zowel habitats, als beschermde vissen, zeehonden en bruinvissen. Het effect wordt meegenomen in de effectbeschrijving voor elk van deze groepen.

4.1.3 Troebelheid

Tijdens de bouwphase moeten de toegangskanalen voor de open in-/uitlaat gebaggerd worden. Ook bij een cut & covertunnel wordt tijdelijk de ondergrond lokaal omgewoeld. Troebelheid is voornamelijk van belang voor organismen die afhankelijk zijn van zicht voor hun dagelijks leven zoals bij het jagen of foerageren.

Het effect wordt meegenomen in de beschrijving voor beschermde habitats, zeezoogdieren en vissen.

4.1.4 Vermesting en verzuring (stikstofdepositie)

Het gebruik van o.a. schepen en vrachtwagens veroorzaakt emissies van verzurende en eutrofiërende stoffen (met name NO_x). Deze verzurende en eutrofiërende stoffen slaan via de atmosfeer neer op land en water in de vorm van onder andere stikstofdepositie. In het kader van de Omgevingswet dienen de effecten van de stikstofdepositie op de nabijgelegen Natura 2000-gebieden onderzocht te worden.

Met betrekking tot beschermde soorten is in de gebiedsanalyse voor Natura 2000-gebieden Westerschelde en Saefthinghe met zekerheid vastgesteld dat er geen stikstofgevoelige leefgebieden relevant zijn voor de aangewezen aquatische soorten (RWS, 2017). Gezien deze soorten ook voorkomen in de Voordelta en Waddenzee, kan op basis hiervan ook een negatieve impact op de aangewezen soorten ten gevolge van atmosferische stikstofdepositie uitgesloten worden. Voor mogelijke deposities op oeverhabitats wordt verwezen naar het deelrapport Natuur van het MER.

Het effect van stikstofdeposities op het aquatische milieu wordt niet nader onderzocht.

4.2 Bedrijfsfase

Voor de bedrijfsfase wordt naar volgende mogelijke effecten op het aquatisch milieu gekeken:

- Thermische pollutie
- Verstrikking
- Migratie
- Ecotoxicologische effecten
- Troebelheid
- Niet-inheemse soorten

4.2.1 Thermische pollutie

Om te verzekeren dat de kerncentrales correct werken, zal er gebruik gemaakt worden van koelwater, dat vanuit de omgeving via inlaten door de centrales stroomt, waar deze vervolgens opwarmt en vervolgens in de onmiddellijke omgeving terug geloosd wordt. Hierdoor wordt het omringend water, dat mengt met dit geloosde koelwater, opgewarmd met 0 tot 10 °C. De thermische pluimen die tijdens de bedrijfsfase gevormd worden, zijn door Deltares gemodelleerd voor elk van de alternatieven (Georgiou, 2025; Vlijm, 2025; Vlijm and Morelissen, 2025; Vlijm *et al.*, 2025). Afhankelijk van locatie en configuratie, kan deze thermische pluim tot meer dan tien kilometer ver reiken.

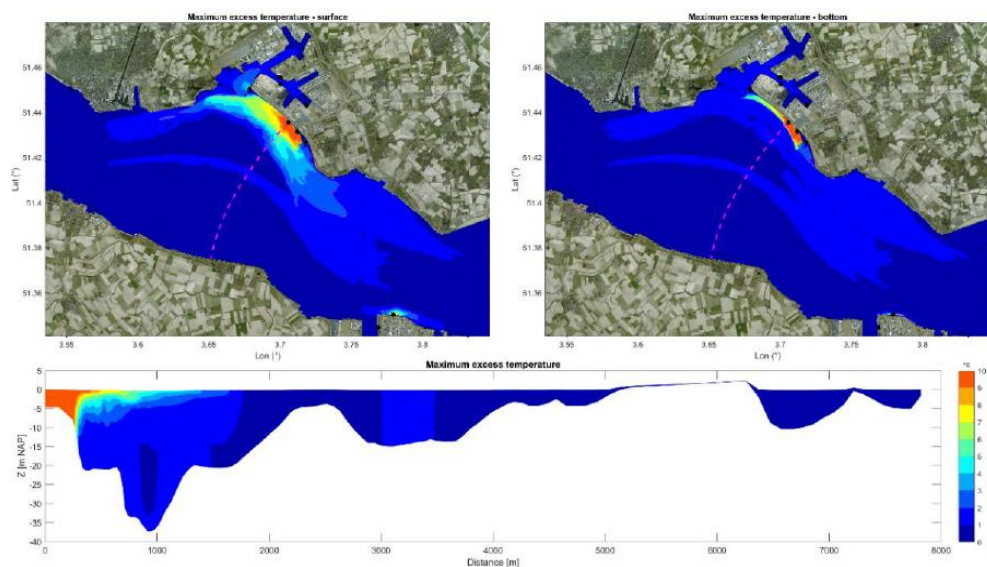
Het grootste verschil in grootte van de thermische pluim wordt veroorzaakt door de keuze tussen een open kanaal of geboorde uitlaat van het koelwater. Zoals reeds vermeld in sectie 2.1.3, wordt de reikwijdte van de thermische pluim beperkt bij een geboorde uitlaat. Bij een open uitlaat mengt het geloosde water veel minder en zal door stratificatie de thermische pluim veel verder reiken en een groter gebied opgewarmd en verstoord worden. Een cut&cover tunnel zal net als een geboorde tunnel koelwater lozen op diepte, maar dichterbij de oever dan de geboorde tunnel die op -12 m loost. Dit effect is niet gemodelleerd, maar wordt verwacht om qua omvang van de thermische pluim tussen de open uitlaat en de geboorde uitlaat te zitten.

In Figuur 4-1 en Figuur 4-2 is het verschil te zien in de thermische pluim in Sloegebied bij een open lozing (configuratie 1) en een geboorde uitlaat (configuratie 8). Het is duidelijk dat de oppervlakte dat met meer dan 2°C opwarmt, vele malen groter is in het geval van een open uitlaat in vergelijking met een geboorde uitlaat. Omwille van dit grote verschil, wordt er vanuit het project geopteerd voor een geboorde uitlaat, al is het gebruik van een open uitlaat nog niet volledig uitgesloten.

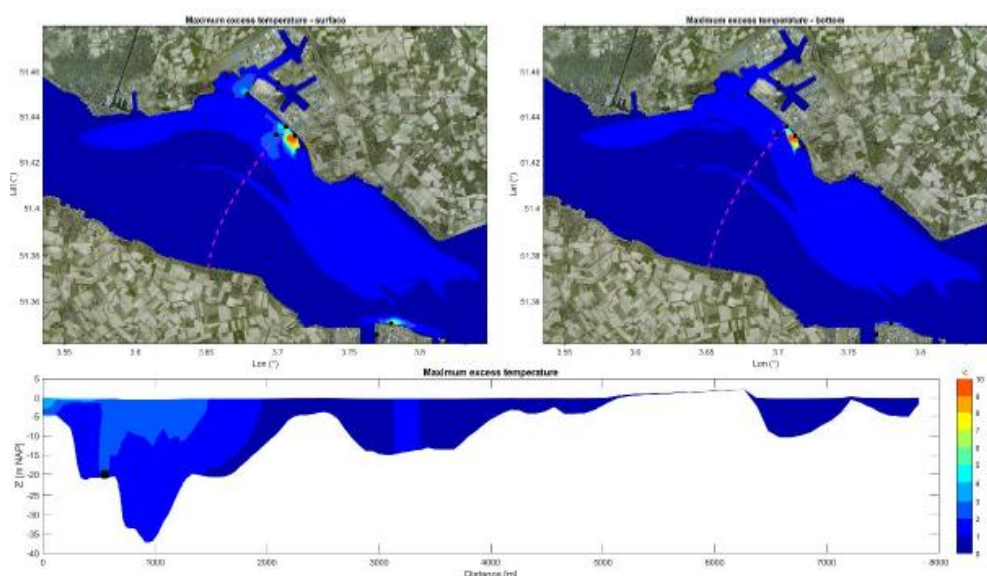
Figuur 4-3 tot en met Figuur 4-8 geven gelijkaardige resultaten voor de andere locaties weer, met telkens de thermische pluim bij de meest optimale configuratie (geboorde

uitlaat) en de worst case configuratie (open uitlaat). Hierbij wordt opgemerkt dat de verschillende alternatieven per locatie niet apart zijn gemodelleerd. Ook de exacte locatie van de inlaat en uitlaat kunnen de modelresultaten nog beïnvloeden. Voor meer details wordt verwezen naar de rapporten van Deltares (Georgiou, 2025; Vlijm, 2025; Vlijm and Morelissen, 2025; Vlijm *et al.*, 2025).

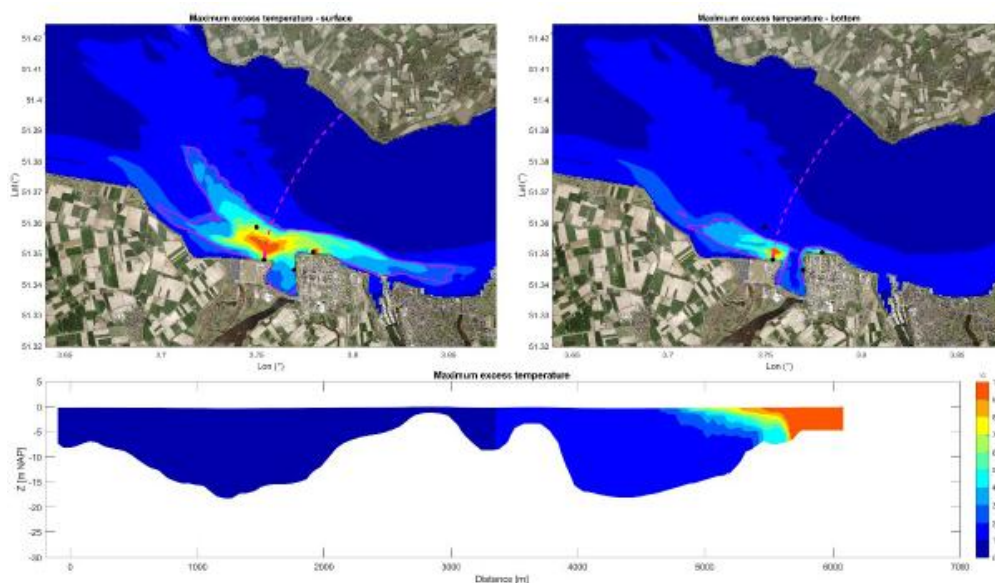
Elke soort ervaart de impact van thermische pollutie anders, aangezien verschillende soorten elk een andere thermotolerantie hebben. Elke soort heeft een specifiek temperatuursinterval waarin de soort zonder problemen kan voorkomen. **Hierdoor wordt het effect van thermische pollutie voor alle soorten en habitats meegenomen in de effectbeschrijving.**



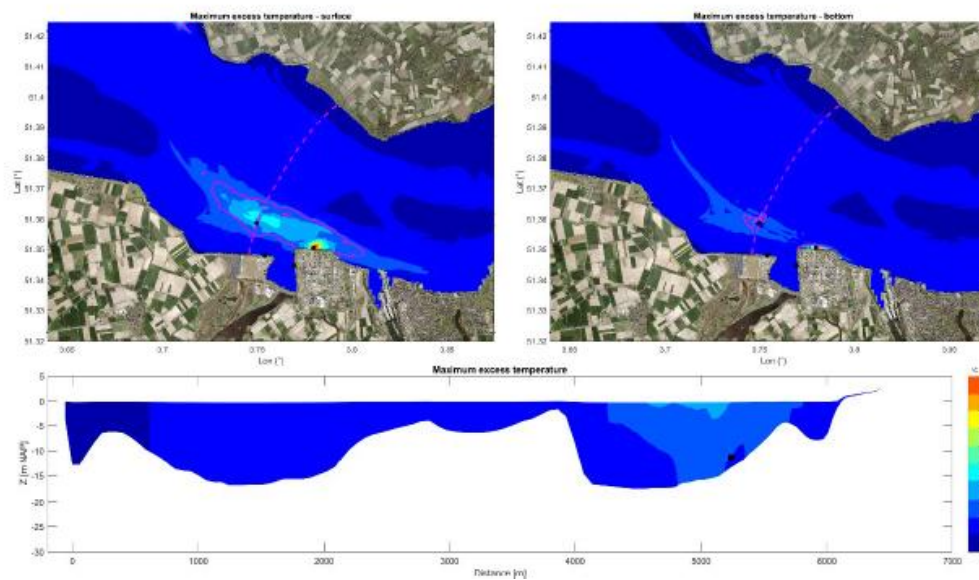
Figuur 4-1 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Sloegebied in configuratie 1 (open uitlaat) (Vlijm, 2025).



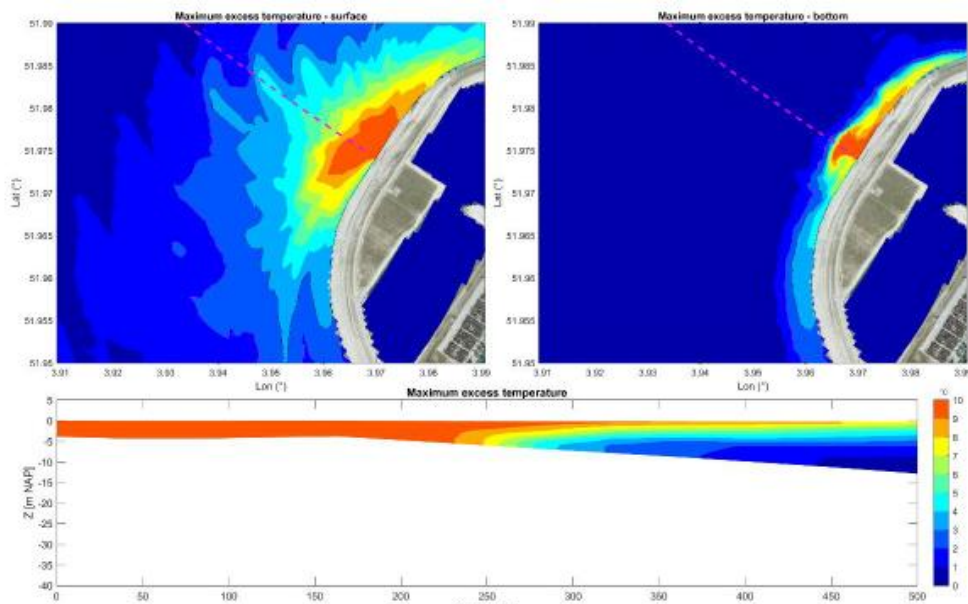
Figuur 4-2 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Sloegebied in configuratie 8 (geboorde uitlaat) (Vlijm, 2025).



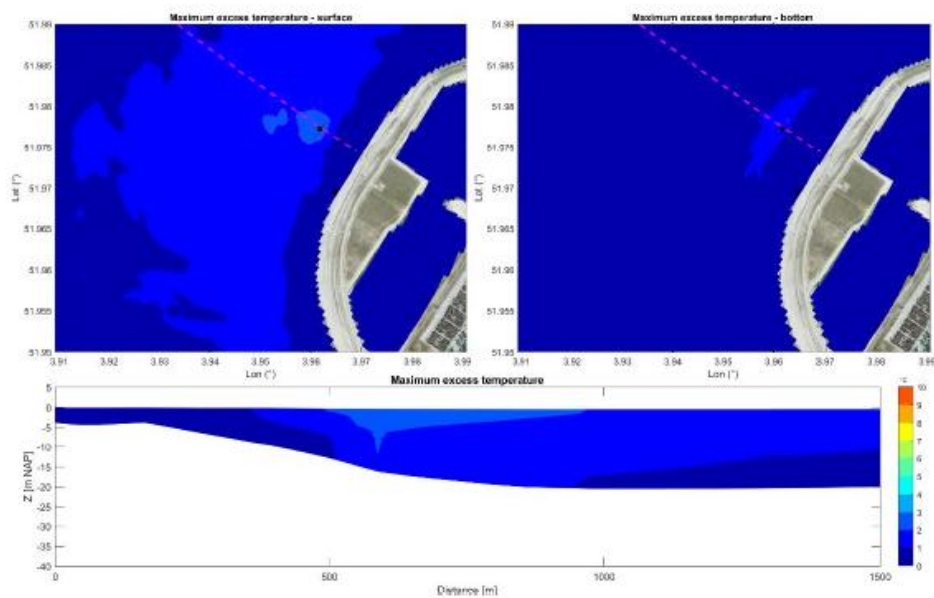
Figuur 4-3: Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Terneuzen in configuratie 2 (open uitlaat) (Vlijm et al., 2025).



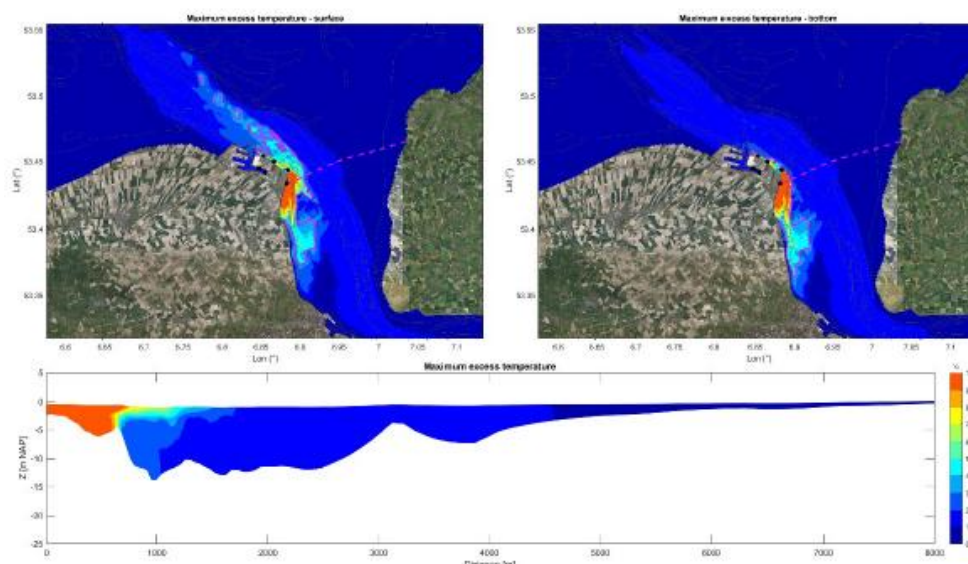
Figuur 4-4 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Terneuzen in configuratie 1 (geboorde uitlaat) (Vlijm et al., 2025).



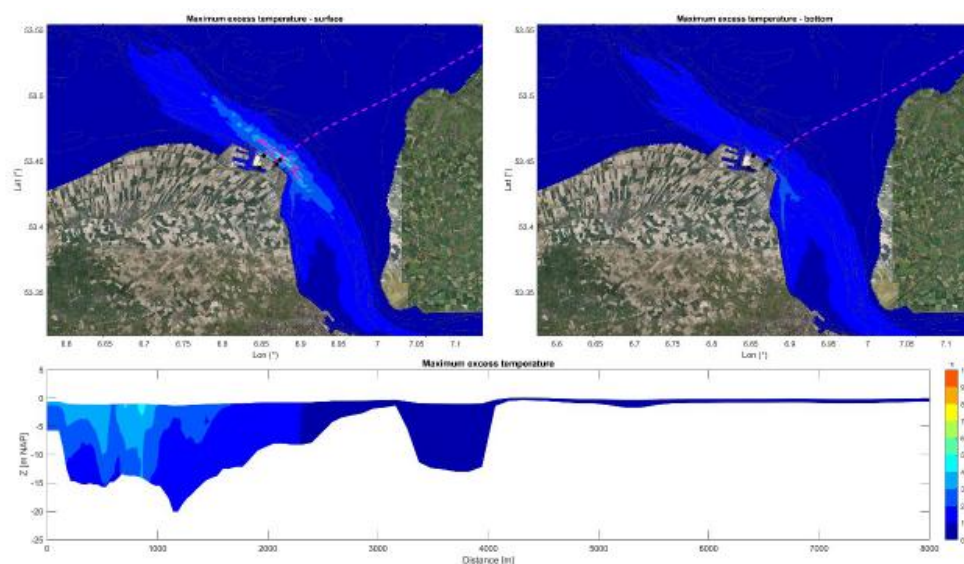
Figuur 4-5: Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Maasvlakte in configuratie 5 (open uitlaat) (Georgiou, 2025).



Figuur 4-6 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Maasvlakte in configuratie 6 (geboorde uitlaat) (Georgiou, 2025).



Figuur 4-7: Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Eemshaven in configuratie 2 (open uitlaat) (Vlijm and Morelissen, 2025).



Figuur 4-8 : Gesimuleerde maximale temperatuurstijging door de bestaande thermische lozingen en de nieuwe lozing van Eemshaven in configuratie 9 (geboorde uitlaat) (Vlijm and Morelissen, 2025).

4.2.2 Verstrikking

Ter hoogte van de inlaat kunnen organismen opgezogen worden in de waterstroom van het koelwatersysteem. Dit is geval voor zowel kleine organismen (plankton, onvolgroeide macro-ongewervelden, vislarven) en grotere vissen en macro-ongewervelden. Aangezien conventionele inlaatsystemen barrièreschermen bevatten, zijn meegesleurde vissen over het algemeen in het larvale of vroege juveniele stadium. Voor zeezoogdieren is er gezien hun grootte geen gevaar voor verstrikking.

Het effect worden beschreven voor beschermde habitats en vissen.

4.2.3 Migratie

Zowel de Westerschelde als het Eems-estuarium vervullen een belangrijke rol als doortrekgebied voor beschermde anadrome vissen, die door deze gebieden migreren om voort te planten in stroomopwaartse rivieren. Ook in de buurt van de Maasvlakte II bevinden zich migratieroutes.

De projectgebieden worden niet gebruikt als eigenlijke paaiplaats voor de relevante anadrome soorten, maar zijn toch belangrijk als doorsteekpunt in hun migratie naar hun eigenlijke paaiplaatsen, die in de stroomopwaartse rivieren gelegen zijn. **Aangezien er niet uitgesloten kan worden dat de koelwaterlozing het migratiegedrag van vissen kan beïnvloeden, wordt het meegenomen in de effectbeschrijving.**

4.2.4 Ecotoxicologische effecten

Een belangrijk aspect voor de veilige werking van de centrales is het tegengaan van fouling in de in- en uitlaten voor het koelwater. De larven van biofouling-organismen vinden gemakkelijk beschikbare substraten voor kolonisatie nadat deze in grote aantallen passief met het koelwater in het koelwatersysteem binnenkomen. Hechting vindt plaats op alle typen oppervlakken (e.g. beton, metaal, HDPE, rubber en GRP oppervlakken) (Figuur 4-9). Vooral waar sprake is van turbulentie en wisselend lage stroomsnelheden, zoals in bochten, bij dilatatievoegen, mangaten en bochten, vind beduidende aanhechting plaats (Pecten Aquatic, 2025).



Figuur 4-9: Soortenrijke biologische aangroei op equipment in een koelwaterinlaat (links) en recent aangehechte pokken, kalkkokerworm oesters en bryozoa op een monitoringsplaat (rechts) (foto credits: Pecten Aquatic).

Om verstoppingen te voorkomen, wordt er gebruik gemaakt van anti-fouling, zodat aangroei van algen of bivalven voorkomen wordt en de toe- en afvoer van het water niet beperkt wordt. Voor de bestrijding van de biologische aangroei in doorstroom koelwatersystemen kunnen in principe twee strategieën worden gevolgd:

1. proactief (preventief) – door de primaire hechting van larven te voorkomen/beperken, i.e. chemische opties zoals chlorering.
2. reactief (correctief) – door ad hoc mitigatie van de aanwezige macrofouling gemeenschap, nadat deze zich heeft gehecht en ontwikkeld (groei), i.e. fysieke opties zoals thermoshock.

Voor de bedrijfsvoering is het belang om een op de locatie afgestemde strategie te implementeren, rekening houdend met de soorten organismen die op de locatie verwacht worden. Studies naar de meest geschikte implementatie zijn momenteel lopende.

Beide strategieën kunnen negatieve gevolgen hebben op fauna en flora in de omgeving van de uitlaat. Chloor componenten of biociden kunnen in het water blijven voortbestaan, en bij thermoshock ligt de temperatuur bij de lozing van het gerecirculeerde koelwater hoger dan de reguliere warmtelozing.

Effecten op zeezoogdieren, vissen en beschermde habitats kunnen niet worden uitgesloten, en worden daarom meegenomen in de effectbeschrijving. Voor effecten op verhoogde warmtelozing wordt verwezen naar de gevolgen van thermische pollutie.

4.2.5 Troebelheid

Het is mogelijk dat tijdens de bedrijfsfase baggerwerken nodig zijn om de inlaat en uitlaat van het koelingswater vrij te houden. Deze werken kunnen leiden tot een tijdelijke verhoging van de troebelheid in de omgeving van deze in- en uitlaten.

Verder kan het plaatsen van infrastructuur leiden tot morfologische veranderingen in de nabije omgeving, en ten gevolge van veranderingen in stroomsnelheden ook omwoeling veroorzaken tijdens de bedrijfsfase.

Tot slot kan de in- en uitlaat van het koelwatersysteem eveneens een invloed op stromingen hebben.

Het effect wordt meegenomen in de beschrijving voor beschermde habitats, zeezoogdieren en vissen.

4.2.6 Niet-inheemse soorten

De aanleg van de strekdammen en/of tunnelmonden zorgt voor de aantrekking van organismen geassocieerd met harde substraten. Structuren die boven het wateroppervlak uitsteken bieden bovendien plaats aan een intertidale fauna, dewelke ingenomen worden door een aanzienlijk aantal niet-inheemse soorten.

Sommige niet-inheemse soorten kunnen in zo'n grote aantallen voorkomen dat ze inheemse soorten in gelijkaardige habitats onder druk zetten. De Japanse oester (*Crassostrea gigas*) concurreert in bepaalde regio's met de inheemse mossel waardoor lokale mosselbanken vervangen zijn door *C. gigas* riffen. Andere niet-inheemse soorten, zoals zeepokken concurreren ook voor plaats en voedsel, maar slagen er niet in om inheemse soorten hierbij weg te drijven.

Het effect wordt meegenomen in de beschrijving voor beschermde habitats.

4.3 Overzicht effectafbakening

Tabel 4-1 geeft het overzicht van de effectafbakening. Bijna alle geïdentificeerde effecten tijdens de bouwphase en bedrijfsfase in het aquatisch milieu, zouden bepaalde instandhoudingsdoelstellingen voor habitats en/of soorten negatief kunnen beïnvloeden (aanduiding met x in de tabel). Deze worden verder beschreven in het volgende hoofdstuk.

Tabel 4-1 : Overzicht effectafbakening (x: mogelijk effect, o: effect op voorhand uit te sluiten)

Effect	Habitattypes	Bruinvis	Gewone en grijze zeehond	Vissen
Bouwphase				
Bodemverstoring	x	o	o	o
Geluid boven water	o	o	x	o
Geluid onder water	x	x	x	x
Troebelheid	x	x	x	x
Vermesting en verzuring	o	o	o	o
Bedrijfsfase				
Thermische pollutie	x	x	x	x
Verstrikking	x	o	o	x
Migratie	o	o	o	x
Ecotoxicologische effecten	x	o	o	x
Troebelheid	x	x	x	x
Niet-inheemse soorten	x	o	o	o

Effectbeschrijving

In dit hoofdstuk worden de effecten algemeen beschreven en beoordeeld. De nadruk ligt op het inschatten van de ernst van de effecten en het vergelijken van de projectalternatieven (hoofdstuk 2), om zo tot een voorkeursalternatief te komen.

Op dit moment zijn er te weinig technische details bekend om de effecten op een kwantitatieve manier in te schatten. Hiervoor wordt verwezen naar het project-MER

5.1 Effectbeschrijving beschermde habitats

5.1.1 Bouwfase

5.1.1.1 Bodemverstoring en ruimtebeslag

De bodemverstoring is afhankelijk van de oppervlakte die nodig is om alle infrastructuur van de in- en uitlaat te installeren, wat varieert tussen de alternatieven en de keuze voor het type in- en uitlaat. De alternatieven kennen een verschillende grootte van het zoekgebied koelwater, wat gerelateerd is aan de bathymetrie.

Over het algemeen kan gesteld worden dat een open kanaal tot het grootste ruimtebeslag leidt. Er wordt verwacht dat alle benthische organismen en habitattypes ter hoogte van de projectlocatie bij de installatie van de strekdammen voor het koelwatersysteem worden vernietigd. Ook het gebied tussen de strekdammen wordt vernietigd door baggerwerken. Het verlies aan benthische organismen is hierbij recht evenredig met het habitatverlies/bodemverstoring. Het 'voordeel' van een open kanaal betreft de kortere lengte. Bij een open kanaal is een voorziening nodig tot waar de waterdiepte altijd 1,5 m onder het laagste zeeniveau ligt. Dit ligt echter wel minder ver uit de kust dan de 12 meter waterdiepte voor de geboorde tunnel.

Er wordt niet verwacht dat het habitat zich zal herstellen tussen de strekdammen. Een open kanaal leidt tot permanent verlies van habitat. Ter hoogte van de strekdammen zelf komt een nieuw habitatype van harde substraten. Het ontstane artificiële biotoop zal gekoloniseerd worden door epifauna waardoor er lokaal een verandering in gemeenschapsstructuur kan plaatsvinden. Dit soort habitat behoort echter niet tot de gewenste natuur in Natura 2000-gebieden.

Daarnaast wordt opgemerkt dat de aanleg van strekdammen leidt tot hydromorfologische veranderingen in de omliggende gebieden. Door het vernauwen van de rivier ontstaat er op andere plekken erosie en kan de verdere afkalving van slikken en schorren in de hand worden gewerkt. Hoe groot deze veranderingen zijn is sterk afhankelijk van het design, omvang en locatie van de strekdammen. Een gedetailleerde studie aan de hand van modelleringen is daarom aangewezen in een volgende fase van het project. Hoewel strekdammen kunnen leiden tot de aangroei van slikken, hebben wetenschappers vastgesteld dat ze in de Westerschelde een averechts effect hebben waardoor hun gebruik sterk wordt afgeraden (Berkelder and Tuning, 2025).

Bij het aanleggen van een cut & cover tunnel wordt de bodem tijdelijk omgewoeld, maar er kan aangenomen worden dat deze zich op relatief korte termijn herstelt na de werken. De lengte is gelijkaardig als die voor het open kanaal.

Bij een geboorde tunnel zal enkel ter hoogte van de tunnelmond de bodem verstoord worden en ingenomen door infrastructuur. De diepteligging is dieper dan bij een open kanaal en een cut&cover tunnel. Over het algemeen kan gesteld worden dat een geboorde tunnel tot de minste aantasting en verstoring van habitat leidt.

De minste impact wordt verwacht in zoekgebieden waar de lengte van de strekdammen of cut&cover tunnel beperkt blijft, en waar diepere delen zich dus dicht bij de oever bevinden (zijnde alternatieven Sloegebied 1 en 2, Maasvlakte II, en Eemshaven 2 en 3, cfr. Tabel 2-4). Ook een geboorde tunnel zal hier over een kortere afstand aangelegd worden.

In Tabel 5-1: wordt een overzicht gegeven van de verstoring van habitattypes voor de verschillende alternatieven. Habitatverlies is het minst kritiek voor Maasvlakte II aangezien hier geen uitbreidings- en verbeterdoelstellingen gelden. In Sloegebied en Terneuzen is habitatverlies mogelijk wel kritiek aangezien er uitbreiding- en verbeterdoelstellingen bestaan. Het belangrijkste knelpunt voor de doelstellingen heeft te maken met dat er te weinig ruimte is voor lage dynamiek. Habitatverlies in Eemshaven is mogelijk ook kritiek. Hier gelden verbeterdoelstellingen. De belangrijkste knelpunten voor het behalen van de doelstellingen hebben te maken met mosselbanken, biomassa en kraamkamerfunctie.

In volgende paragrafen worden de gevolgen per locatiealternatief in meer detail besproken. Er wordt bekeken of habitatverlies geminimaliseerd of vermeden kan worden binnen de zoekgebieden.

Tabel 5-1: Overzicht bodemverstoring en potentieel habitatverlies in de context van uitbreiding- en verbeterdoelstellingen

	Habitat-type	Uitbreiding-doelstelling	Verbeter-doelstelling	Druk op doelstelling
Sloegebied 1	H1130A H1130B H1330A	ja	ja	weinig ruimte voor lage dynamiek
Sloegebied 2	H1130A H1130B	ja	ja	weinig ruimte voor lage dynamiek
Terneuzen 1A	H1130A H1130B H1330A	ja	ja	weinig ruimte voor lage dynamiek
Terneuzen 1B	H1130A H1130B H1310A H1320 H1330A	ja	ja	weinig ruimte voor lage dynamiek
Maasvlakte II	H1110B H1140B	nee	nee	/
Eemshaven 1A	H1110A H1140A	nee	ja	Mosselbanken, biomassa/ kraam-kamer-functie
Eemshaven 1B	H1110A H1140A H1310A H1320	nee	ja	Mosselbanken, biomassa/ kraam-kamer-functie
Eemshaven 2	H1110A H1140A	nee	ja	Mosselbanken, biomassa/ kraam-kamer-functie
Eemshaven 3	H1110A H1130A H1130B H1140A	nee	ja	Mosselbanken, biomassa/ kraam-kamer-functie

*Dit zijn de afstanden voor een geboorde tunnel. Bij een cut&cover tunnel of een open kanaal zal de afstand steeds korter zijn.

5.1.1.1 Sloegebied

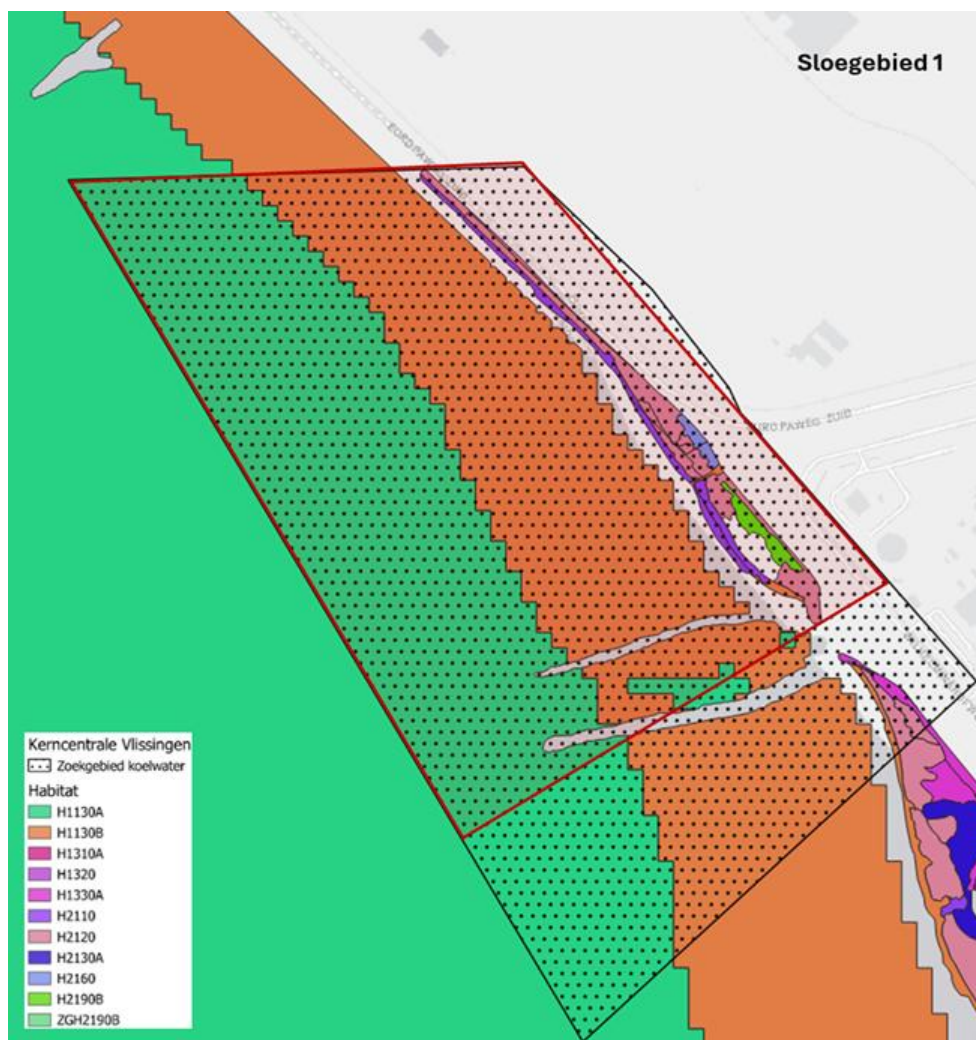
In het zoekgebied voor Sloegebied 1 en 2 bevinden de -12 m zone zich dicht bij de oever in beide alternatieven (ca. 400 tot 700 m open kanaal en 800 tot 900 m geboorde tunnel (zie Tabel 2-4)) waardoor alle opties voor de koelwatervoorzieningen een beperkte afmeting hebben.

In beide zoekgebieden komen H1130A (Estuaria – zoute getijdenrivieren en -kreeken) en H1130B (Estuaria - Zeer uitgestrekte schorren en slikken) voor, waarvoor echter een verbeter- en uitbreidingsdoelstelling voor kwaliteit en oppervlakte bestaat, maar die niet automatisch wordt gehaald. Er is sprake van weinig ruimte voor lage dynamiek, en de huidige morfologische processen in Westerschelde zijn niet optimaal voor deze habitattypen. Door de aanleg van de koelwatervoorziening komt dit knelpunt verder onder druk te staan.

Sloegebied 1:

- H1130A kan niet vermeden worden
- H1130B kan niet vermeden worden bij een open kanaal of cut&cover tunnel, maar wel bij een geboorde tunnel. De doorsnede van dit habitatype is breder in het zuiden van het zoekgebied ten opzichte van het noorden. De impact is kleiner als de in- en uitlaat in het noordelijk deel van het zoekgebied wordt gepositioneerd.
- H1330A (Schorren en zilte graslanden) is enkel heel beperkt aanwezig in de zuidelijke hoek van het zoekgebied (landzijde). Dit habitatype kan dus volledig vermeden worden door de in- en uitlaat niet in de zuidelijke hoek van het zoekgebied te positioneren. Ook bij het gebruik van een geboorde tunnel zorgt voor het vermijden van dit habitatype.

Conclusie: het kritisch habitatype H1130A wordt bij elk alternatief beïnvloed. Dit heeft een negatief effect op het kunnen bereiken van de verbeter- en uitbreidingsdoelstelling. De noordelijke zone van het zoekgebied kan als minder ernstig worden beschouwd omdat hier H1330A niet aanwezig is (rode vak in Figuur 5-1). Ook bij aanleg van geboorde tunnels kunnen de andere habitats vermeden worden.



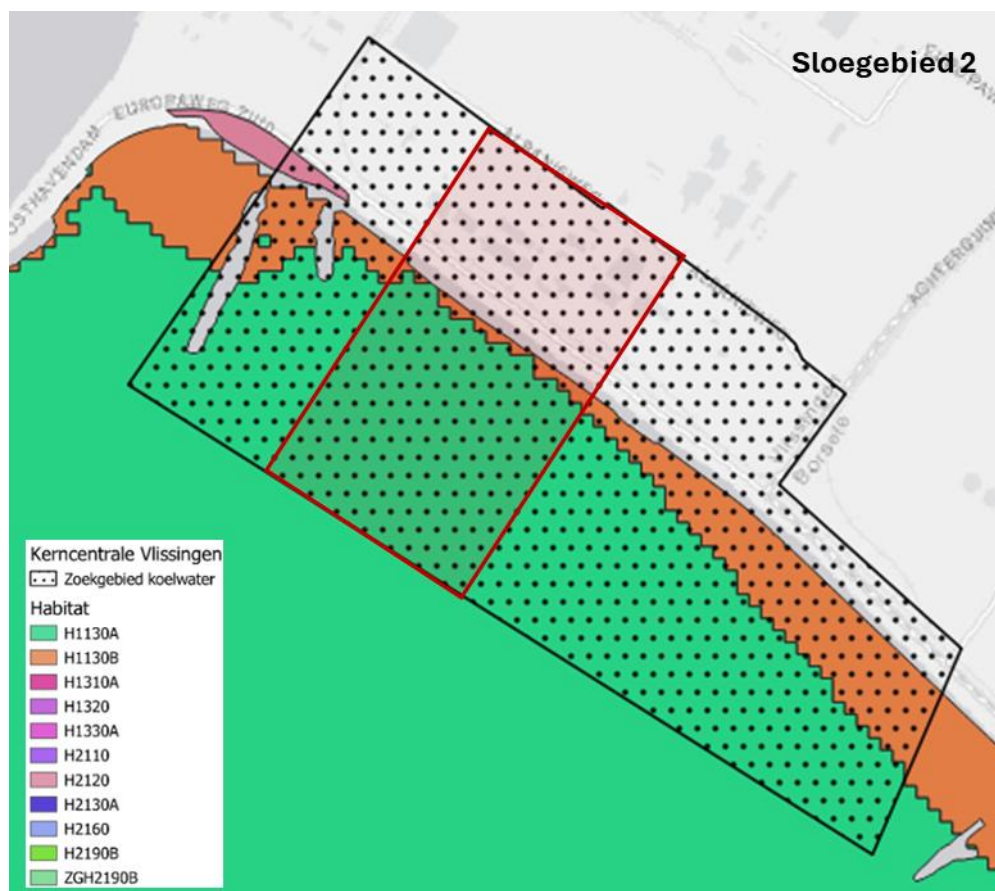
Figuur 5-1: Optimalisatieoefening in het koelwaterzoekgebied van Sloegebied 1 om habitatverlies te minimaliseren. Het rode vak raakt minder H1130B en vermijdt H1330A volledig.

Sloegebied 2

- ➔ H1130A kan niet vermeden worden
- ➔ H1130B kan niet vermeden worden bij een open kanaal of cut&cover tunnel, maar wel bij een geboorde tunnel. De impact is het kleinste als de in- en uitlaat gepositioneerd worden centraal in het zoekgebied waar de strook van dit habitattype het smalste is.

Conclusie: Er is geen optimalisatie mogelijk om de negatieve impact op het halen van de uitbreidings- en verbeterdoelstelling voor H1130A volledig te vermijden. Bij de keuze voor geboorde tunnels kan H1130B wel vermeden worden. De verstoring van deze 2 habitattypes bedraagt minder dan 0,3% van de totale oppervlakte van deze habitattypes in de Westerschelde (Tabel 3-2), gezien nooit het volledige zoekgebied wordt verstoord.

Centraal in het zoekgebied is de impact op H1130B het kleinste, maar daar is de impact op H1130A het grootste (rode zone in Figuur 5-2). De netto oppervlakte van beide habitattypes samen kan eigenlijk niet geminimaliseerd worden bij een open kanaal of cut&cover tunnel binnen dit zoekgebied.



Figuur 5-2: Optimalisatieoefening in het koelwaterzoekgebied van Sloegebied 2 om habitatverlies te minimaliseren. Het rode vak raakt minder H1130B, maar wel meer H1130A.

5.1.1.2 Terneuzen

In zoekgebieden Terneuzen 1A en 1B zal de koelwaterinfrastructuur een grotere footprint en bijgevolg habitatverstoring hebben, gezien de grotere afstand tot de vereiste diepte (1A: ca. 1,3 km open kanaal en 2,6 km geboorde tunnel; 1B: ca. 1,6 km open kanaal en 3,4 km geboorde tunnel (zie Tabel 2-4)).

De uitbreidings- en verbeterdoelstelling voor de habitattypen H1130A, H1130B, H1310A, H1320A worden niet automatisch gehaald. Er is sprake van weinig ruimte voor lage dynamiek, en de huidige morfologische processen in Westerschelde zijn niet optimaal voor deze habitattypen. Door de aanleg van de strekdammen komt dit knelpunt verder onder druk te staan.

Terneuzen 1A

- ➔ H1130A kan niet vermeden worden
- ➔ H1130B kan niet vermeden worden bij een open kanaal of cut&cover tunnel, maar wel bij een geboorde tunnel. Dit kan een beetje beperkt worden door het oostelijke deel te kiezen van het zoekgebied.
- ➔ H1330A is zeer beperkt aanwezig centraal in het zoekgebied. Dit kan vermeden worden door de oostelijke of westelijke uithoek van het zoekgebied te gebruiken, of bij gebruik van een geboorde tunnel.

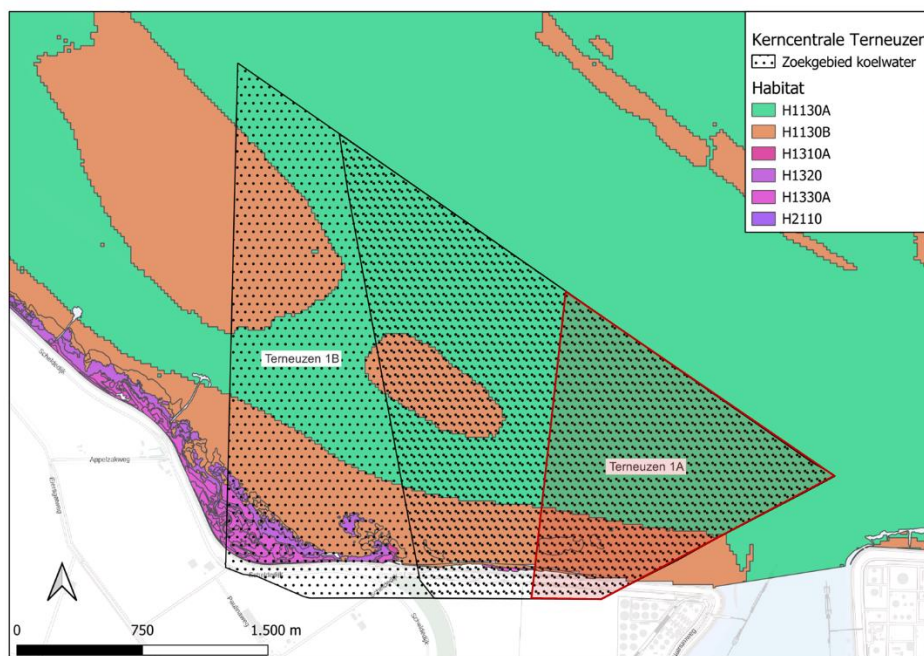
Conclusie: het kritisch habitatype H1130A wordt bij elk alternatief beïnvloed, H1130B enkel bij keuze voor een open kanaal of cut&cover tunnel. H1330A kan vermeden worden

door het centrale deel nabij het land te vermijden. De optimalisatieoefening resulteert in een beperkter stuk van het zoekgebied (oosten) waarbij H1330A wordt vermeden en waarbij het 'eiland' H1130B wordt vermeden. Dit is weergegeven als het rode vlak in Figuur 5-3. Ook bij aanleg van geboorde tunnels kan H1330A gemakkelijk vermeden worden.

Terneuzen 1B

- ➔ H1130A en H1330B idem als Terneuzen 1A
- ➔ H1310A is zeer minimaal aanwezig in het midden van het zoekgebied. Dit kan vermeden worden door de westelijke uithoek te vermijden.
- ➔ H1320 is aanwezig in de westelijke hoek. Dit kan vermeden worden door de oostelijke uithoek van het zoekgebied te gebruiken (gelijk aan zoekgebied 1A).
- ➔ H1330A is vooral veel aanwezig in de westelijke hoek van het zoekgebied, maar ook in de centrale zone van het zoekgebied komt dit voor. Dit kan vermeden worden door de oostelijke uithoek van het zoekgebied te gebruiken (gelijk aan zoekgebied 1A).

Conclusie: Zoekgebied Terneuzen 1B is een uitbreiding van zoekgebied Terneuzen 1A. Aangezien in de uitbreidingszone bijkomende kritische habitattypes voorkomen waarvoor verbeter- en uitbreidingsdoelstellingen bestaan, geldt naar optimalisatieoefening dezelfde rode zone als voor Terneuzen 1A (Figuur 5-3). Om deze reden wordt Terneuzen 1B als negatief beoordeeld. Bij de keuze voor een geboorde tunnel kunnen de habitattypes nabij de oever echter gemakkelijk vermeden worden en wordt enkel lokaal habitatype H1130A verstoord.



Figuur 5-3: Optimalisatieoefening in de koelwaterzoekgebieden van Terneuzen 1A en 1B om habitatverlies te minimaliseren (rode zones).

5.1.1.3 Maasvlakte II

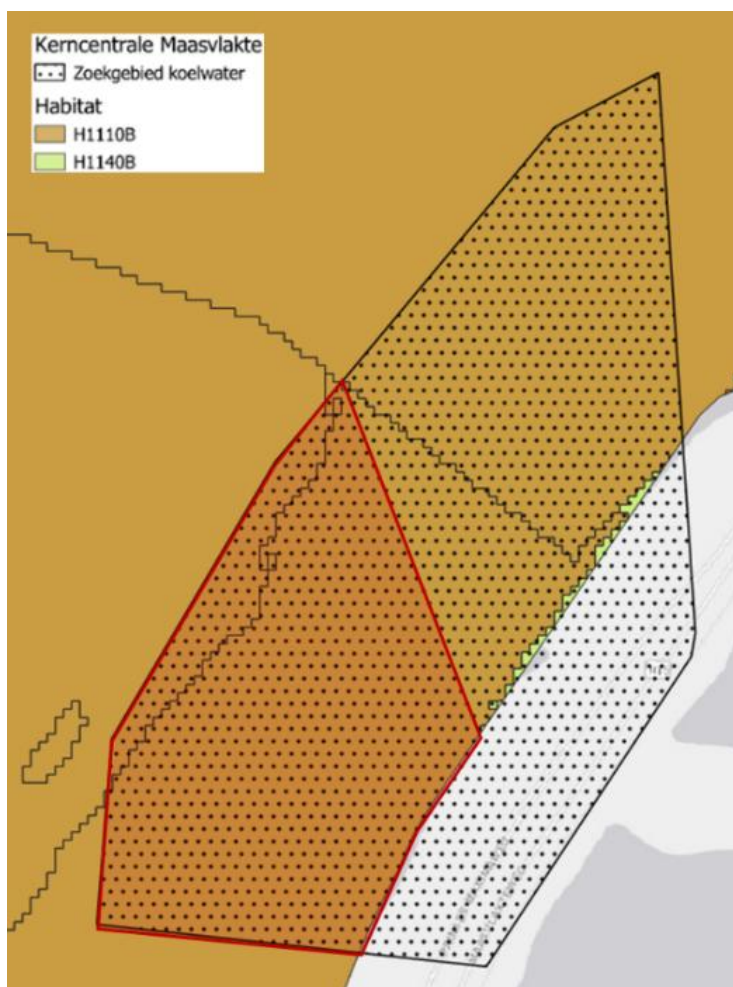
De afstand van het zoekgebied Maasvlakte II tot de -12 m zone is eerder gemiddeld (ca. 800 m open kanaal en 1,7 km geboorde tunnel (zie Tabel 2-4)) ten opzichte van de andere

zoekgebieden, waardoor de oppervlakte van de verstoring ook eerder gemiddeld zal zijn.

In het zoekgebied komen bijna uitsluitend permanent overstroomde zandbanken (H1110B) voor. Dit kan niet vermeden worden. De verstoring van H1110B bedraagt minder dan 0,19% van de totale oppervlakte van het habitattype in de Voordelta (Tabel 3-3). Er is een behoudsdoelstelling voor dit habitattype, geen verbeterdoelstelling. Ook bij de keuze voor een open kanaal of cut&cover tunnel is de impact op de totale oppervlakte van dit habitattype minimaal.

In beperkte mate zijn er ook slik- en zandplaten (H1140B) aanwezig, die door een inplanting van de strekdammen in het zuidelijk deel van het zoekgebied vermeden kan worden, of bij keuze voor een geboorde tunnel. Deze optimalisatie is afgebeeld in Figuur 5-4. Ook voor dit habitattype geldt een behoudsdoelstelling, geen uitbreidingsdoelstelling. Door de beperkte aanwezigheid van dit habitattype is het toch raadzaam dit te vermijden.

Voor beide habitattypen zijn op dit moment geen bestaande knelpunten bekend waarop de aanleg van de koelwatervoorziening een grote negatieve impact heeft. Hoewel de aanleg leidt tot ruimtebeslag binnen deze habitattypen, worden er geen significante effecten verwacht op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor deze gebieden.



Figuur 5-4: Optimalisatieoefening in de koelwater zoekgebieden Maasvlakte II om habitatverlies te minimaliseren (rode zone).

5.1.1.4 Eemshaven

Voor zoekgebieden **Eemshaven 2** en **3** ligt de grens van de 12 m waterdiepte heel dicht bij de oever (2: 350 m open kanaal en 1 km geboorde tunnel; 3: 450 m open kanaal en 1,2 km geboorde tunnel (zie Tabel 2-4)), waardoor de bodemverstoring en verlies aan habitat zeer beperkt zal blijven. Voor Eemshaven 3 bestaat daarnaast de mogelijkheid om de bestaande strekdammen van het koelwatersysteem van de ENGIE Eemshaven centrale te hergebruiken (mits eventuele aanpassingen) voor de in- of uitlaat.

Zoekgebieden **Eemshaven 1A** en **1B** hebben een veel grotere footprints, door de grotere afstand tot de -12 m zone (1A: ca. 2,6 km open kanaal en 4,4 km geboorde tunnel; 1B: ca. 2,9 km open kanaal en 4,7 km geboorde tunnel (zie Tabel 2-4)).

Eemshaven 1A

- H1110A kan niet vermeden worden.
- H1140A kan niet vermeden worden bij een open kanaal of cut&cover tunnel, maar wel bij een geboorde tunnel.

Eemshaven 1B

- H1110A kan niet vermeden worden.
- H1140A kan niet vermeden worden bij een open kanaal of cut&cover tunnel, maar wel bij een geboorde tunnel.
- H1310A is vooral aanwezig in het westelijk deel van het zoekgebied. Dit kan vermeden worden door een geoptimaliseerde inplanting, of door een geboorde tunnel te voorzien (rode zone in Figuur 5-5).
- H1320 is minimaal aanwezig in de oostelijke hoek van het zoekgebied. Dit kan vermeden worden door een geoptimaliseerde inplanting, of door een geboorde tunnel te voorzien (rode zones in Figuur 5-5).

Eemshaven 2

- H1110A kan niet vermeden worden.
- H1140A kan niet vermeden worden bij een open kanaal of cut&cover tunnel, maar wel bij een geboorde tunnel. De habitatverstoring kan geminimaliseerd worden door de in- en uitlaat in het westen of het oosten te leggen van het zoekgebied.

Eemshaven 3

- Bij strekdammen ten westen van de bestaande strekdam kunnen H1110A en H1140A niet vermeden worden. Bij een geboorde tunnel wordt echter enkel H1110A verstoord.
- Bij strekdammen ten oosten van de bestaande strekdam kunnen H1130A en H1130B niet vermeden worden. Bij een geboorde tunnel wordt echter enkel H1130A verstoord.
- Indien de koelwaterinstallatie kan geplaatst worden binnen de bestaande strekdammen van de ENGIE Eemshaven centrale, kunnen voor de in- of uitlaat alle habitats vermeden worden (rode zones in Figuur 5-5). Een bijkomende in- of uitlaat via een tunnel dient wel bijkomend te worden voorzien.

Conclusie: Er zijn beperkte optimalisaties mogelijk voor alternatief 1B en alternatief 2 (rode zones in Figuur 5-5) in de ruimtelijke inplanting. De keuze voor een geboorde tunnel verkleint het ruimtebeslag echter en vermijdt kwetsbare habitats langs de oever. Voor alternatief 1A zijn geen optimalisaties mogelijk naast het gebruik van een geboorde

tunnel. Indien voor Eemshaven 3 de bestaande strekdammen kunnen gebruikt worden, is er geen habitatverlies, al blijft bijkomende infrastructuur en eventuele aanpassingen noodzakelijk.

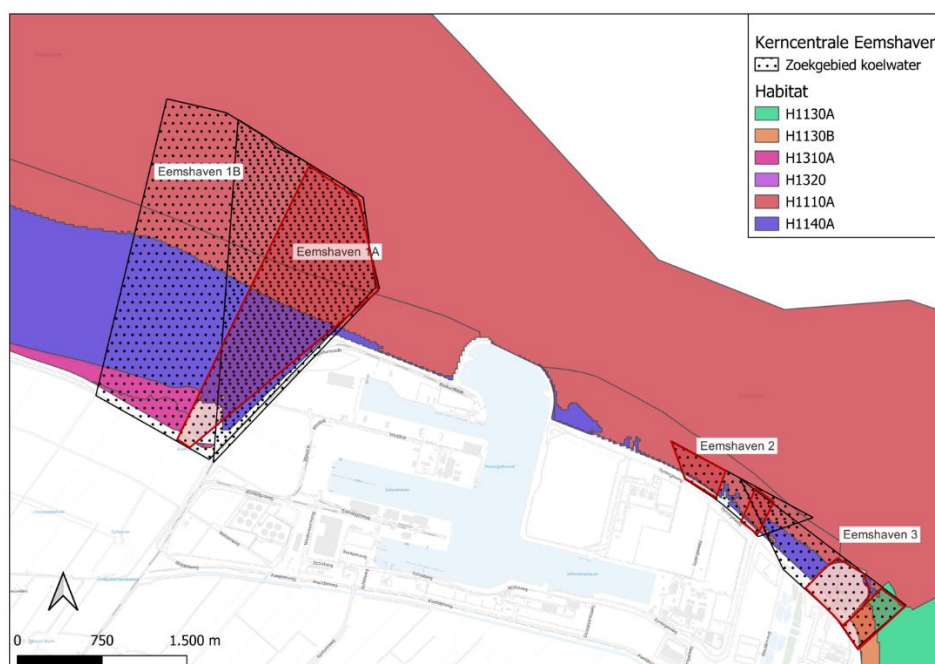
Naar verwachting worden de beheerdoelstellingen voor habitattype **H1110A** met de huidige beheerpraktijk niet gehaald. De belangrijkste knelpunten zijn het ontbreken van voldoende sublitorale mosselbanken (vooral in oudere stadia) en een te lage biomassa aan vis/kraamkamerfunctie. Beide knelpunten worden negatief beïnvloed door de aanleg van de koelwatervoorziening. Dit kan niet vermeden worden in zoekgebieden 1A, 1B en 2, maar is beduidend meer bij alternatief 1A en 1B. De verstoring van H1110A bedraagt voor alternatieven 1A en 1B minder dan 0,2% van de totale oppervlakte van het habitattype in de Waddenzee bij een volledige verstoring van het zoekgebied (Tabel 3-2), en voor alternatieven 2 en 3 minder dan 0,02%.

Voor habitattype **H1140A** is het onduidelijk of de doelstellingen met het huidige beheer bereikt worden. De ongunstige abiotische factoren en een gebrek aan zeegrasbedekking zorgen ervoor dat er onvoldoende litorale mosselbanken aanwezig zijn; ook hier heeft de aanleg van de koelwatervoorziening een negatieve invloed. Dit kan niet vermeden worden in alternatieven 1A, 1B en 2 (tenzij bij de keuze voor geboorde tunnels), maar is ook beduidend minder bij alternatief 2. In alternatief 2 en 3 kan het zoekgebied geoptimaliseerd worden om dit habitat type beduidend minder te beïnvloeden of te vermijden (rode zones in Figuur 5-5 of keuze voor geboorde tunnels). De verstoring van H1140A bedraagt voor alternatieven 1A en 1B respectievelijk minder dan 0,07% en 0,17% van de totale oppervlakte van het habitattype in de Waddenzee (Tabel 3-2), en voor alternatieven 2 en 3 minder dan 0,01%. In realiteit wordt niet het volledige zoekgebied verstoord, maar slechts een klein deel ervan.

Voor habitattype **H1310A** (enkel 1B) zijn geen knelpunten vastgesteld. Hoewel de aanleg van de koelwatervoorziening hier ruimte in beslag neemt en gecompenseerd moet worden, blijven de doelstellingen voor dit habitattype waarschijnlijk haalbaar. Dit habitattype kan wel (grotendeels) vermeden worden (rode zone in Figuur 5-5 of keuze voor geboorde tunnels).

Habitattypes **H1130A en H1130B** komen enkel voor in alternatief 3 en kan vermeden worden bij een inplanting van de koelwatervoorziening aan de westzijde van de bestaande strekdam, of binnen de bestaande strekdammen.

Naast het benodigde langere tracé voor de aanleg van de koelwatervoorziening, liggen de zoekgebieden 1A en 1B ook in gebieden die gesloten zijn voor bodemroerende visserij. Deze gebieden zijn aangewezen om de kwaliteit van permanent overstroomde zandbaken te herstellen. De aanleg van de koelwatervoorziening tast het herstel en de ontwikkeling van permanent overstroomde zandbanken aan. Deze gebieden kunnen niet vermeden worden bij de aanleg van de strekdammen.



Figuur 5-5: Optimalisatieoefening in de koelwater zoekgebieden Eemshaven om habitatverlies te minimaliseren (rode zones).

5.1.1.5 Besluit

De aanleg van het koelwatersysteem zorgt in elk alternatief voor bodemverstoring en habitatverlies. Er zijn echter verschillen in de intensiteit en consequenties voor instandhoudingsdoelstellingen in elk van de beschermde gebieden.

Algemeen kan gesteld worden dat de keuze voor geboorde tunnels voor de in- en uitlaat zorgt voor een veel kleiner ruimtebeslag dat beperkt blijft tot de tunnelmonden, en dat kwetsbare habitats nabij de oever vermijdt. Bij een cut&cover tunnel bestaat er een tijdelijk ruimtebeslag tijdens de bouwfase en een verstoring van mogelijk kwetsbare habitats. Een open kanaal leidt tot een directe verstoring en permanent ruimtebeslag, en wordt als worst case beschouwd naar effecten toe tijdens de bouwfase.

Maasvlakte II:

- Voor Maasvlakte II is er geen kritiek probleem op vlak van habitatverlies. De habitattypes die hier mogelijk verloren gaan hebben een behoudsdoelstelling maar er zijn op dit moment geen bestaande knelpunten. Hoewel de aanleg leidt tot ruimtebeslag binnen deze habitattypes, worden er geen significante effecten verwacht op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen voor deze gebieden.

Slogebied en Terneuzen:

- In Slogebied en Terneuzen kunnen de habitattypes Estuaria (H1130A en H1130B) niet vermeden worden bij een open kanaal of cut&cover tunnel. Dit moet nader bekeken worden aangezien er een verbeter- en uitbreidingsdoelstelling voor kwaliteit en oppervlakte bestaat. De doelstellingen voor deze twee habitattypes worden niet automatisch gehaald. Bij geboorde tunnels wordt enkel H1130A verstoord. Er is sprake van weinig ruimte voor lage dynamiek, en de huidige morfologische processen in Westerschelde zijn niet optimaal voor deze habitattypes. Door de aanleg van de koelwatervoorziening komt dit knelpunt verder onder druk te staan. In Slogebied 1 en 2 zijn de zoekgebieden beduidend kleiner dan in Terneuzen,

waardoor het ruimtebeslag op de habitattypes ook kleiner is. Ten opzichte van de volledige habitatooppervlakte in de Westerschelde is het verlies echter steeds verwaarloosbaar.

- De meeste andere habitattypes die voorkomen in de koelwaterzoekgebieden van de alternatieven van Sloegebied en Terneuzen kunnen vermeden worden (zie optimalisatieoefening Figuur 5-1, Figuur 5-2, Figuur 5-3, of bij keuze voor geboorde tunnels). Terneuzen 1B betreft een uitbreiding van alternatief 1A, maar in de uitbreidingszone komen bijkomende habitattypes voor waarvoor verbeter- en uitbreidingsdoelstellingen bestaan. Om die reden wordt dit zoekgebied negatief beoordeeld in vergelijking met andere zoekgebieden bij aanleg van een open kanaal of cut&cover tunnel. Bij aanleg van een geboorde tunnel geldt deze negatieve beoordeling niet.

Eemshaven:

- Indien de bestaande strekdammen kunnen gebruikt worden, vindt er slechts beperkt habitatverlies plaats voor Eemshaven 3 en wordt dit als de meest geschikte locatie beschouwd.
- In de koelwaterzoekgebieden van de alternatieven van Eemshaven kan habitatype H1110A Permanent overstroomde zandbanken niet vermeden worden bij alternatieven 1A, 1B en 2. Naar verwachting worden de verbeterdoelstellingen voor habitatype H1110A met de huidige beheerpraktijk niet gehaald. De belangrijkste knelpunten zijn het ontbreken van voldoende sublitorale mosselbanken (vooral in oudere stadia) en een te lage biomassa aan vis/kraamkamerfunctie. Beide knelpunten worden negatief beïnvloed door de aanleg van de koelwatervoorziening. Het habitatype is beduidend minder aanwezig bij alternatief 2 en 3 in vergelijking met alternatief 1A en 1B.
- In de Eemshaven kan habitatype H1140A Slik- en zandplaten ook niet vermeden worden bij alternatieven 1A, 1B en 2, tenzij geboorde tunnels worden aangelegd. Voor habitatype H1140A is het onduidelijk of de verbeterdoelstellingen met het huidige beheer bereikt worden. De ongunstige abiotische factoren en een gebrek aan zeegrasbedekking zorgen ervoor dat er onvoldoende litorale mosselbanken aanwezig zijn; ook hier heeft de aanleg van de koelwatervoorziening een negatieve invloed. Ook hier is het habitatype beduidend minder aanwezig bij alternatief 2 en 3 en is optimalisatie mogelijk om dit habitat type minder te beïnvloeden (rode zone in Figuur 5-5).

In Tabel 5-3 wordt een samenvatting gegeven voor de verschillende alternatieven, en in Tabel 5-4 wordt een overzicht gegeven van de habitattypes die verstoord worden na optimalisatie.

Tabel 5-2: Definitie van de scores voor omvang bodemverstoring (afstand gebaseerd op open kanaal/cut&cover tunnel), doelstellingen voor aanwezige habitattypes en mogelijkheden tot optimalisatie van het zoekgebied door vermijden van bepaalde habitattypes.

Score	Omvang	Habitatype	Optimalisatie
	< 0,5 km	Geen uitbreidings- of verbeterdoelstelling	Mogelijk of niet vereist
	0,5–1,0 km	Uitbreidings- of verbeterdoelstelling voor oppervlakte of kwaliteit	Beperkt mogelijk
	> 1,0 km	Uitbreidings- en verbeterdoelstelling voor oppervlakte en kwaliteit	Niet mogelijk

Tabel 5-3: Samenvatting van de bodemverstoring voor de verschillende alternatieven op basis van de scores in Tabel 5-2.

Alternatief	Toelichting	Omvang	Habitat	Optimalisatie*
Eemshaven 1A	Ca. 2,6 km door habitat			
Eemshaven 1B	Ca. 2,9 km door habitat			
Eemshaven 2	Ca. 350 m door habitat			
Eemshaven 3	Ca. 450 m door habitat, optimalisatie door huidige strekdammen te gebruiken			
Maasvlakte II	Ca. 800 m door habitat			
Slogebied 1	Ca. 700 m door habitat			
Slogebied 2	Ca. 400 m door habitat			
Terneuzen 1A	Ca. 1,3 km door habitat			
Terneuzen 1B	Ca. 1,3 km door habitat, optimalisatie leidt tot hetzelfde gebied als Terneuzen 1A			

*Bij gebruik van geboorde tunnels is optimalisatie altijd mogelijk.

Tabel 5-4: Overzicht van verstoorde habitattypes na de optimalisatieoefening binnen elk zoekgebied. Habitattypes die vermeden/geminimaliseerd kunnen worden staan aangeduid tussen haakjes. Cellen met grijze kleur kunnen volledig vermeden worden (zonder gebruik van geboorde tunnel).

	Slogebied		Terneuzen		Maasvlakte	Eemshaven			
	1	2	1A	1B	1	1A	1B	2	3
Habitattypes									
H1110A						x***	x***	x***	(x***)
H1110B					x				
H1130A	x*	x*	x*	x*					(x***)
H1130B	(x*)	(x*)	(x*)	(x*)					(x***)
H1140A						(x***)	(x***)	(x***)	(x***)
H1140B					(x)				
H1310A				(x**)			(x)		
H1320				(x)			(x)		
H1330A	(x*)		(x*)	(x*)					

*Habitattype met uitbreidings- en verbeterdoelstelling voor oppervlakte en kwaliteit (Figuur 3-2)

**Habitattype met uitbreidingsdoelstelling voor oppervlakte (Figuur 3-2)

***Habitattype met verbeterdoelstelling voor kwaliteit (Figuur 3-15)

Er kan geconcludeerd worden dat de **meest geschikte locatie Eemshaven 3 is, indien de bestaande strekdammen kunnen gebruikt worden**. Als dit niet mogelijk is, wordt het habitatverlies het **minst ernstig beschouwd voor Maasvlakte II**. Bij Maasvlakte II worden er immers geen habitattypes vernietigd waarvoor er uitbreidings- en verbeterdoelstellingen bestaan. Habitatverlies is het grootst voor zoekgebied Terneuzen 1A en 1B en Eemshaven 1A en 1B. Voor de alternatieven in de Westerschelde (Slogebied en Terneuzen) zijn uitbreidingsdoelstelling opgesteld waardoor habitatverlies in deze alternatieven als ernstiger moet beoordeeld worden. Ook de

uitbreiding van alternatief 1B ten opzichte van 1A wordt negatief beoordeeld bij aanleg van een open kanaal of cut&cover tunnel. Ter hoogte van Eemshaven zijn verbeterdoelstellingen maar geen uitbreidingsdoelstellingen. Daaruit volgt dat **Eemshaven alternatief 2 en 3 (naast de bestaande strekdammen) de betere opties zijn na Maasvlakte II. Voor alle alternatieven geldt dat geboorde tunnels het minste effect hebben.**

Indien wordt gekozen voor een open kanaal dient bij de uiteindelijke inplanting van de strekdammen de oppervlakte zo veel mogelijk beperkt te blijven gezien het habitatverlies als permanent wordt beschouwd.

Tot slot is zorgt een open kanaal enerzijds voor lagere in- en uitstroomsnelheden waardoor de effecten op morfologie en sedimentatie minder groot zijn ten opzichte van een tunnelmond, maar anderzijds kunnen strekdammen zelf vergaande morfologische effecten in de omgeving hebben. Verder hydromorfologisch onderzoek is sterk aangeraden om de habitatveranderingen in de omgeving van de strekdammen beter in kaart te brengen.

5.1.1.2 Onderwatergeluid

Onderwatergeluid gegenereerd tijdens de aanleg van het koelwatersysteem kan leiden tot de verstoring van de beschermde gebieden en een tijdelijke aantasting van de kwaliteit ervan. Tijdens de project-MER dienen de verschillende geluidsbronnen onder water in detail te worden geïdentificeerd en gekwantificeerd. De verstoring kan de omgeving van het projectgebied tijdelijk ongeschikt maken als foerageergebied voor o.a. vissen, vogels en zeezoogdieren. **Deze impact wordt echter voor alle alternatieven als tijdelijk en lokaal beoordeeld; na de installatie zullen de geluidsniveaus in het projectgebied terugkeren naar de referentiesituatie.** Net zoals bij de bodemverstoring wordt verondersteld dat bij alternatieven met een kleiner zoekgebied voor koelwater en bijgevolg kortere strekdammen en tunnel voor de koelwateroplossing, er een kortere verstoring door onderwatergeluid zal plaatsvinden. **Hierdoor wordt verwacht dat de geluidsverstoring eveneens het kleinst zal zijn voor Eemshaven 2 en 3, en Sloegebied 2, gevolgd door Sloegebied 1 en Maasvlakte II.** Aangezien er nog geen details zijn over de duurtijd van de geluidsverstoring en geluidsniveaus van de verschillende activiteiten kan in deze fase van het onderzoek nog geen verdere detaillering worden gegeven.

Onderwatergeluid door de toegenomen scheepvaart in kader van het project zal echter tijdens de volledige bouwfase (ca. 12 jaar) aanhouden. Er worden geen verschillen verwacht in scheepvaartbewegingen tussen de alternatieven, aangezien er gelijkwaardige volumes bulkmateriaal verscheept moeten worden naar de projectlocatie. De geluidsbelasting wordt bepaald door het motorgeluid van het schip, de vaarsnelheid, de vaarfrequentie en het aantal schepen dat gelijktijdig actief is. Een voorbijvarend schip zal een tijdelijke verhoging van het omgevingsgeluid onder water van 110 tot 120 dB (re 1 μ Pa) (afhankelijk van het schip) in het frequentiegebied 100 Hz tot enkele kHz, met zich meebrengen. Het scheepsgeluid kan propageren over een grote afstand (zelfs tot 16 km) zonder noemenswaardige verzwakking (Richardson *et al.*, 1995). Naast de tijdelijke geluidsverhoging van een individueel schip wordt de totale geluidsbelasting aan scheepvaarlawaai mede bepaald door het gemiddeld aantal transportbewegingen per uur op die locatie. **De gekozen locaties voor de alternatieven worden allemaal reeds gekenmerkt door hoge menselijke activiteit en scheepsverkeer, waardoor de achtergrondwaarden in de vier gebieden reeds hoog zijn. Hierdoor wordt de impact door scheepvaart als beperkt beschouwd voor alle locatiealternatieven.**

5.1.1.3 Troebelheid

Tijdens de baggerwerken voor het toegangskanaal of cut&cover tunnel zal tijdelijk verhoging van de troebelheid optreden. Bij de geboorde tunnel vindt dit enkel plaats ter hoogte van de tunnelmond.

De verhoging van de troebelheid van de waterkolom zorgt ervoor dat er minder licht doordringt. Dit belemmert de groei (primaire productie) van het fytoplankton of de samenstelling ervan en beïnvloedt daardoor mogelijk de voedselketen. Daarnaast kunnen organismen in de waterkolom of op de bodem moeilijkheden ondervinden ten gevolge van de overmaat aan fijne sedimentdeeltjes.

In zones waar voornamelijk zand wordt omgewoeld, zoals in alternatief Maasvlakte II, zullen gravitaire krachten het zand relatief snel terug doen bezinken. In de estuaria (projectalternatieven Sloegebied, Terneuzen en Eemshaven) bevat het sediment echter meer slib, waardoor bijkomend fijn tot gemiddeld korrelig sediment in suspensie zal gebracht worden bij verstoring door de installatie van het koelwatersysteem. Anderzijds zijn organismen die voorkomen in van nature troebele habitats, zoals het geval in estuaria en de kustzone, er reeds in grote mate aan aangepast.

Gezien de troebelheid samenhangt met de oppervlakte die wordt verstoord, kan aangenomen worden dat het effect eveneens het kleinst zal zijn voor Eemshaven 2 en 3, Sloegebied 1 en 2, en Maasvlakte II. In Maasvlakte II is het risico op verhoogde troebelheid het minste vanwege de aanwezigheid van voornamelijk zand in plaats van meer slibrijk sediment in de estuaria.

Het effect wordt als tijdelijk beschouwd voor alle locatiealternatieven. De impact is veel kleiner voor een geboorde tunnel. Er wordt verwacht dat de impactzone van de verhoogde troebelheid zich volledig herstelt na de werken.

5.1.2 Bedrijfsfase

5.1.2.1 Thermische pollutie

Met betrekking tot effecten op het bodemleven, is het algemeen bekend dat warm koelwater onmiddellijk gaat drijven en enkel zeer lokaal rond de geboorde uitlaat een effect zal hebben op de bodem. Dit betekent dat er geen direct schadelijk effect zal zijn voor de benthische fauna nabij de uitlaat. In de doorsnedes van Figuur 4-1 t.e.m. Figuur 4-8 is dit duidelijk te zien. Indien wordt gekozen voor een open uitlaat wordt het water minder snel gemengd wat leidt tot een veel grotere thermische pluim, zoals duidelijk wordt bevestigd in de koelwaterstudies van Deltares. Bij een cut&cover tunnel zal het effect gemiddeld zijn door de minder diepe lozing in vergelijking met een geboorde tunnel.

Voor effecten in de waterkolom zijn de gevolgen van de thermische pluim sterk soortafhankelijk, aangezien verschillende soorten vaak verschillende toleranties voor temperaturen vertonen. Daarnaast kan de verhoogde temperatuur een reeks indirecte effecten veroorzaken op het ecosysteem. Zo zorgen hogere temperaturen bijvoorbeeld voor een verlaging van de opgeloste zuurstof. Dit komt omdat warmere wateren een lager verzadigingsniveau hebben voor opgeloste zuurstof. Daarnaast kan de primaire productie toenemen (Thorslund, 1971). De toename in fyto- en zoöplankton kan zorgen voor indirecte effecten door een ontregeling van het evenwicht tussen verschillende trofische niveaus, terwijl de daling in opgeloste zuurstof voor een daling in habitatsgeschiktheid kan zorgen voor gevoelige soorten (Policht-Latawiec and Kanownik, 2016). Hogere temperaturen zorgen ook voor hogere metabolismen en groeisnelheden in soorten. Dit kan op zijn beurt dan weer leiden tot fysiologische stress.

Al deze factoren kunnen resulteren in een afname van de kwaliteit van de habitattypes in de beschermde gebieden, zeker bij de keuze voor een open uitlaat.

In de omgeving van alle alternatieven vinden reeds koelwaterlozingen plaats van bestaande centrales. Deze bestaande lozingen werden meegenomen in de thermische pluimmodellering (zie sectie 4.2.1), met uitzondering van Maasvlakte II waarvoor de gegevens over bestaande lozingen niet beschikbaar waren.

In het beheerplan Waddenzee werd beoordeeld dat de lozingen van de bestaande koelwaterinstallatie slechts leiden tot lokale en beperkte temperatuurverhogingen van het zeewater omwille van het grote debiet van eb en vloed in verhouding tot het gezamenlijke debiet (RWS, 2016). Ook in de ecologische evaluatie van de beheerplannen van de Westerschelde werd beoordeeld dat de hoeveelheden water in de Nederlandse estuaria en kustwateren zo groot zijn dat met de geloosde warmte uit centrales in het Sloegebied en Terneuzen het niet mogelijk is een estuarium significant op te warmen (Jongbloed *et al.*, 2011; Heidinga *et al.*, 2023b).

Om de nadelige gevolgen van het gebruik van koelwater te beperken zijn er beleidsrichtlijnen en daaraan gerelateerde voorschriften opgesteld op grond van de Waterwet, waar de koelwatergebruikers zich aan moeten houden. In het beleid volgens de Waterwet wordt gewerkt met het begrip ‘mengzone’ (CIW Nota nieuwe beoordelingssystematiek van warmtelozingen). In de thermische pluimmodellerings van Deltares werden alle scenario’s voor de verschillende alternatieven getest aan de CIW-criteria. Hieruit bleek dat steeds wordt voldaan aan deze criteria bij alle scenario’s in de huidige situatie, eveneens met open uitlaat (Georgiou, 2025; Vlijm, 2025; Vlijm and Morelissen, 2025; Vlijm *et al.*, 2025).

Anderzijds heeft thermische verontreiniging ook een positieve invloed op de groei en reproductie van warmteminnende soorten en kan een koelwaterpluim gedurende de wintermaanden fungeren als refugium, al kunnen dit ook exoten zijn. Als gevolg hiervan kan binnen het gebied, waar als gevolg van de koelwaterlozing een constante temperatuurverhoging heerst, de soortensamenstelling verschillen van het gebied zonder opwarming. Dit geldt niet alleen voor vissen maar ook voor andere organismen (Hartholt and Zager, 2004).

Wat betreft de verschillen tussen de alternatieven kan gesteld worden dat het koelwatersysteem bij Maasvlakte II de kleinste verhoging van temperatuur veroorzaakt (Figuur 4-6), al moet hierbij worden opgemerkt dat cumulatieve effecten met mogelijke andere lozingen hier niet bij werden gemodelleerd. De berekende maximale voetafdruk laat een temperatuurstijging zien van ongeveer 2 °C rond het lozingspunt bij een geboorde uitlaat over de volledige waterkolom. Ter hoogte van de bodem is de voetafdruk heel beperkt. Bij een open uitlaat bedraagt de temperatuurstijging meer dan 9°C aan het lozingspunt en over de hele waterkolom (Figuur 4-5). Ook in Eemshaven is de temperatuurstijging en de totale voetafdruk beperkt bij een geboorde uitlaat (Figuur 4-8). In deze modellering werd echter verondersteld dat de nieuwe kerncentrales de bestaande RWE Eemshaven zou vervangen. Indien meerdere koelwateruitlaten blijven bestaan, zal ook de thermische pluim cumuleren en een grotere temperatuurstijging veroorzaken. In Terneuzen werd een maximale (oppervlakte) temperatuurstijging van 2,5 °C berekend op afstanden langs de kust tot 3 km in noordwestelijke richting en tot 5-6 km in zuidoostelijke richting bij een geboorde uitlaat (Figuur 4-4). Nabij de bodem bereikt de berekende mengzone een maximale afstand van 3 km in noordwestelijke richting en 2 km in zuidoostelijke richting voor deze lozingsconfiguratie. In het Sloegebied worden lokaal grote temperatuurstijgingen berekend, maar is de totale footprint beperkter dan bij Terneuzen (Figuur 4-2).

De modellering is nog niet uitgevoerd op het niveau van de alternatieven per locatie, waardoor er hier geen verder onderscheid gemaakt kan worden. Ook de exacte locatie

van de in- en uitlaat kan de modelresultaten nog verder beïnvloeden. Het is echter wel duidelijk dat een geboorde uitlaat een veel kleinere pluim veroorzaakt ten opzichte van een open uitlaat, doordat het koelwater sneller gemixt wordt wanneer het dieper wordt geloosd. Ook is de pluim steeds groter aan het wateroppervlak dan boven de bodem.

Er kan worden besloten dat alle mogelijke scenario's voor alle alternatieven voldoen aan de CIW-criteria, ook in cumulatie met andere projecten. Het verschil tussen een geboorde en open uitlaat is echter groot, waarbij een sterke voorkeur wordt gegeven aan een geboorde uitlaat om te verzekeren dat de temperatuurstijgingen geen significante effecten veroorzaken in de beschermde habitats. Op basis van de huidige informatie kan gesteld worden dat bij Maasvlakte II de minste effecten ten gevolge van de thermale pollutie kan verwacht worden.

Tot slot wordt ook verwezen naar het mogelijk gebruik van een thermoshock om biofouling in het koelwatersysteem tegen te gaan. Bestaande installaties die thermoshock toepassen hebben 2 of meer units in bedrijf. Het tijdens de thermoshock opgewarmde koelwater kan tijdens de lozing worden 'verdund' met overige 'koelere' lozing(en). Bij een grootschalige koelwatersysteem van een kerncentrale met 1 unit is dat geen optie. De warmtevracht is dan tijdelijk hoger dan gedurende normale bedrijfsvoering, met een mogelijke overschrijding van de lozingscriteria (in de orde grootte van enkele uren). Bij de keuze voor thermoshock dient dit aspect in meer detail onderzocht en gemodelleerd te worden.

5.1.2.2 Verstrikking

Bij een geboorde en cut&cover inlaat wordt een betonnen tunnelmond van circa 40 meter breed voorzien. Deze tunnelmond is groot om de instroomsnelheid laag te houden en zo inzuiging van pelagische soorten te voorkomen of te beperken. Afhankelijk van het getij ligt de instroomsnelheid bij een tunnelbuis met een diameter van 7 meter tussen de 120 en 200 m³/s. Bij een open kanaal zal de in- en uitstroomsnelheid veel lager liggen.

Ter hoogte van de inlaat kunnen kleine pelagische organismen, variërend van fytoplankton (algen), zoöplankton (copepoden, vislarven, viseieren, schelpdierbroed, kwallen) tot kreeftachtigen (aasgarnalen, garnalen, krabben) meegevoerd worden in het koelwatersysteem. De organismen die niet door de zeven van een centrale worden tegengehouden passeren het gehele koelsysteem. Tijdens de passage worden ze mechanisch, chemisch of thermisch beïnvloed. Van de organismen die door de zeven heengaan, varieert de sterfte door schade tijdens het doorvoeren door de centrale van 0 tot 100 %, onder meer afhankelijk van het soort organisme en de temperatuur van het water in de centrale (Hartholt and Zager, 2004).

Studies naar de effecten op zoöplankton in het koelwater bij vier Zweedse kerncentrales hebben aangetoond dat het grootste effect op de zoöplanktongemeenschappen werd veroorzaakt door filtervoeders die zich aan de wanden van de koelwatersystemen hadden vastgehecht (Karås, 1992). Tot ongeveer 50 % van het plankton werd uitgefilterd en het effect was positief gerelateerd aan de lengte van de koelwatertunnels.

Aangezien de hoeveelheden water die door de koelwatersystemen stromen zeer groot zijn, kan het effect op de zoöplanktongemeenschap mogelijk als ernstig worden beschouwd. Modellerende heeft aangetoond dat als het maandelijks debiet van de onttrekking minder is dan 10 % van het volume van het waterlichaam, zoals het geval is bij de verschillende alternatieven, er echter geen negatieve ecologische effecten worden verwacht (STOWA, 2023). Ook het beheerplan van de Waddenzee, waar reeds verschillende koelwatervoorzieningen aanwezig zijn, stelt dat de (huidige) koelwaterinname in een beperkte straal rond het innamepunt allerlei soorten organismen naar binnen zuigt met sterfte tot gevolg, maar dat de effecten op

Waddenzeeniveau naar verwachting klein zijn. Bij een toename van koelwaterinnames zijn cumulatieve effecten echter niet uit te sluiten.

Door de grote watervolumes die passeren in de estuaria van de Westerschelde en de Eems, en aan de Maasvlakte II, wordt niet verwacht dat de mortaliteit van kleine pelagische organismen een significant effect zal hebben op het ecosysteem of dat dit leidt tot een tekort aan voedselaanbod voor hogere trofische niveaus. Als voorzorg dienen de nodige maatregelen (zie sectie 5.5) genomen te worden om het percentage organismen dat door de groffilters passeert en de mortaliteit van de passage zo laag mogelijk te houden. Bij een open kanaal wordt het effect van inzuiging lager ingeschat dan bij tunnelbuizen (geboord en cut&cover).

In de Westerschelde en Eemshaven vinden reeds koelwateronttrekkingen plaats, waardoor mogelijke cumulatieve effecten hier groter zijn dan in Maasvlakte II.

5.1.2.3 Ecotoxicologische effecten

Als alternatief voor een thermoshock wordt ter preventie van biofouling vaak aan het koelwater chloor toegevoegd. Biofouling is het proces waarbij voornamelijk sessiele organismen, zoals oesters, mossels, enz. zich gaan vasthechten op de in- en uitlaatleidingen van onder meer koelwatersystemen. Het toevoegen van chloor moet deze biofouling tegengaan.

Chloor wordt beschouwd als een acuut toxische stof. Voor actief chloor blijkt de concentratie waarbij vissen geen effecten ondervinden beneden de $1 \mu\text{g/l}$ te liggen (NRG, 2021). Actief chloor is niet zeer persistent en zal redelijk snel verdwijnen in het oppervlaktewater (de afbreekbaarheid heeft een grootteorde van minuten). De omzettingssnelheid wordt echter door vele factoren beïnvloed (temperatuur, mate van menging in het oppervlaktewater, gehalte aan reductoren).

In sectie 5.5 worden voorzorgsmaatregelen opgesomd die het gebruik van toxische stoffen kunnen reduceren.

Doordat chloor redelijk snel verdwijnt in het mariene milieu en de grote mate van verversing in alle projectlocaties, zijn de effecten op beschermde habitats beperkt. Evenmin worden er verschillen verwacht tussen de projectalternatieven gezien dit effect niet als locatie gebonden wordt beschouwd.

5.1.2.4 Troebelheid

De verhoging in troebelheid tijdens de bedrijfsfase kan voorkomen bij mogelijke onderhoudsbaggerwerken om de in- en uitlaat vrij te houden. Dit zal afhangen van lokale omstandigheden waaronder de morfodynamische processen, stromingen en sedimenttypes. Op basis hiervan bestaan er mogelijk verschillen tussen de projectalternatieven in de frequentie waarmee er onderhoudsbaggerwerken moeten worden uitgevoerd. Zoals reeds vermeld in sectie 5.1.1.3 zijn de habitats in de estuaria en nabij de kust reeds van nature aangepast aan turbide omstandigheden.

Tijdens de bedrijfsfase zullen er bij de opties met een tunnelmond relatief grote stromingen ontstaan. Deze stromingen kunnen sediment omwoelen nabij de tunnelmond waardoor de vertroebeling toeneemt. Ook bij een open kanaal kan de vertroebeling toenemen door hydromorfologische processen rondom de strekdammen. Een numerieke modellering is aangewezen om te bepalen welk design voor de minste morfologische effecten zal zorgen.

Er kan geconcludeerd worden dat bij onderhoudsbaggerwerken de effecten tijdelijk en beperkt zijn voor alle locatiealternatieven. De gevolgen voor morfodynamische

processen die kunnen leiden tot een verhoogde vertroebeling dienen in een volgende fase nader onderzocht te worden.

5.1.2.5 Niet-inheemse soorten

In de Noordzee en de Nederlandse estuaria zijn natuurlijke harde substraten (bijv. grindbedden of oesterriffen) doorgaans beperkt tot de zeebodem. Veel van de kunstmatige harde substraten strekken zich echter uit over de gehele waterkolom, inclusief de getijdenzone en spatzone. Ze bieden habitat aan soorten die voorheen beperkt waren tot de rotsachtige kusten met helder water in het Kanaal en de Noordelijke Noordzee. De opmars van niet-inheemse soorten is vooral onmiskenbaar in ondiepe kustwateren die onderhevig zijn aan talloze menselijke ingrepen, omdat een intertidaal hard substraat van nature niet voorkomt op de zuidelijke Noordzee. Hierdoor kunnen nieuwe substraten leiden tot een versnelde introductie van niet-inheemse of invasieve soorten en ziekteverwekkende kiemen die het bestaande ecosysteem negatief kunnen beïnvloeden. Daarnaast kan de toename van artificiële substraten de connectiviteit tussen niet-inheemse populaties versterken, het zogenaamde stepping stone effect.

Bij een geboorde en cut&cover tunnel blijven de harde substraten beperkt tot de tunnelmonden, in tegenstelling tot een open kanaal waarbij zeer grote volumes steenbestorting nodig zijn. Bovendien wordt bij strekdammen een intertidaal hard substraat gecreëerd, wat de kans op voorkomen van niet-inheemse soorten vergroot.

In alle alternatieven komen reeds in grote mate harde substraten voor (havens, strekdammen, erosiebescherming). Hoewel niet-inheemse soorten meer opportuniteit krijgen om zich te verspreiden hoe meer hard substraat er wordt geïntroduceerd, is de verwachte toename in harde substraten beperkt ten opzichte van de reeds aanwezige substraten. Het effect wordt voor alle locatiealternatieven als beperkt beschouwd voor een open kanaal en verwaarloosbaar voor een geboorde of cut&cover tunnel.

5.2 Effectbeschrijving beschermde soorten

5.2.1 Vissen

5.2.1.1 Bouwfase

Onderwatergeluid

Vissen worden op verschillende manieren blootgesteld aan lawaai, afhankelijk van de fase van hun levenscyclus. Eieren en larven zijn immobiel of drijven rond in de watermassa, terwijl volwassen vissen mobiel zijn. Eieren en larven hebben geen middelen om een naderend schip of andere geluidsbron te ontwijken en kunnen een dodelijke dosis lawaai ontvangen. Voor eieren en larven kan het effect verwonding door overmatige blootstelling zijn. Voor volwassen vissen zal het effect de conditie en de overleving beïnvloeden (Stage *et al.*, 2018).

Onderwatergeluid kan in dit project veroorzaakt worden door het baggeren van het toegangskanaal of cut&cover tunnel, boren van de tunnels, alsook door de scheepsbewegingen die nodig zijn om (bulk)materiaal te verschepen. Mogelijk worden hierbij grote nabije achtergrondgeluiden veroorzaakt op niveaus die hoger zijn dan de vocalisaties van de vissen en in dezelfde kritische bandbreedtes (Neenan *et al.*, 2016). Dit lawaai kan biologisch belangrijke signalen “maskeren” en voorkomen dat vissen deze horen; elke verstoring van de detectie en herkenning van geluiden kan gevolgen hebben voor de overleving van vissen.

Het boren van de tunnels kan tijdelijk zorgen voor intenser geluid in de omgeving. Het is mogelijk dat vissen de verstoorde omgeving zullen vermijden en gehinderd worden in hun migratie. Als mitigerende maatregel (zie sectie 5.5) worden migratieperiodes bij voorkeur vermeden bij het uitvoeren van werken met hoge geluidsniveaus onderwater. **Door het tijdelijk karakter van de werken, worden significante effecten niet verwacht.**

De beschermde vissoorten kunnen voorkomen in alle drie Natura 2000-gebieden die relevant zijn voor mogelijke effecten van onderwatergeluid. Naar verschil in verstoring tussen de projectalternatieven kan gesteld worden dat analoog met de effecten op beschermde gebieden en zeezoogdieren er **minder impact kan worden verwacht in Eemshaven 2 en 3, Sloegebied 1 en 2, en Maasvlakte II door een kortere verwachte installatieperiode van het koelwatersysteem.**

Troebelheid

De stressrespons van vissen op verhoogde troebelheid is soortspecifiek en afhankelijk van de mate van vertroebeling en de duur van deze vertroebeling. De effecten van gesuspendeerd sediment in de waterkolom op vissen is sterk afhankelijk van onder andere het type sediment, de tolerantie van de soort, de levenscyclus en biologie van de soort, de duur van de blootstelling en de frequentie van de achtereenvolgende blootstellingen (Kjelland *et al.*, 2015). Studies hebben aangetoond dat verhoogde troebelheid de larvale conditie en overleving beïnvloeden voor de zeeprik, rivierprik en fint (Morman *et al.*, 1980; Esteves, 2006; Aronsuu, 2015). Anderzijds worden de estuariene gebieden reeds van nature gekenmerkt door een verhoogde troebelheid en zijn de vissen die hier voorkomen er in grote mate aan aangepast. **Hierdoor worden er geen significante effecten verwacht op beschermde vissen.**

Analoog met de effecten op beschermde gebieden en zeezoogdieren kan er minder impact worden verwacht in Eemshaven 2 en 3, Sloegebied 1 en 2, en Maasvlakte II door een kortere verwachte installatieperiode van het koelwatersysteem. Naar verschillen tussen de koelwatersystemen toe, dienen de gevolgen van de morfodynamische processen eerst verder onderzocht te worden.

5.2.1.2 Bedrijfsfase

Thermische pollutie

Veranderingen in temperatuur hebben een grote invloed op het paaigedrag van aquatische soorten. Zo kan de temperatuur het aantal gelegde eieren beïnvloeden, alsook de locatie waarop deze gelegd worden (Walkuska and Wilczek, 2010). Ook de beschermde vissoorten die voorkomen in de projectgebieden zijn erg gevoelig voor temperatuur. Bij elft en zeeprik beïnvloedt een gestegen watertemperatuur de timing van migratie en rekrutering (Morman *et al.*, 1980; Boisneau *et al.*, 2008), voor de andere beschermde soorten worden gelijkaardige effecten verwacht. Hierdoor zijn trekvissoorten mogelijk gevoelig voor thermische verontreiniging, maar minder gevoelig dan standvissen (Heidinga *et al.*, 2023a).

De temperatuursrange (minimale, optimale en maximale temperaturen) voor de beschermde vissoorten verschilt per levensstadium (migratie, paaien, larven). Hoewel exacte maxima zelden vastliggen, zijn er uit studies en observaties duidelijke grenzen te vinden. Uit Tabel 5-5 blijkt dat de maximale temperatuur voor de meest gevoelige soort, de fint, idealiter niet boven de 22°C stijgt, aangezien langdurige blootstelling als stressvol en schadelijk wordt beschouwd, zeker voor larven (Esteves, 2006).

Tabel 5-5: Overzicht van de temperatuursranges voor de beschermde vissoorten die voorkomen in de projectalternatieven (Geist *et al.*, 2003; Esteves, 2006; Dulvy *et al.*, 2006; Boisneau *et al.*, 2008; Kottelat and Freyhof, 2008)

Soort	Migratie-optimum	Paai optimum	Larven optimaal	Geschatte max. temp
Fint	12–18 °C	14–18 °C	15–20 °C	~22–24 °C
Elft	14–19 °C	15–20 °C	16–20 °C	~22–26 °C
Rivierprik	>8–10 °C	10–14 °C	15–20 °C	~25–28 °C
Zeeprik	>10–12 °C	15–20 °C	17,8–21,8 °C	~30–32 °C
Europese steur	12–20 °C	14–20 °C	13–20 °C	~25 °C
Noordzeehouting	<10 °C	6–10 °C	8–15 °C	~22 °C

Een dunne gestratificeerde laag opgewarmd water van een in grootte beperkte warmwaterpluim die door een temperatuursprong goed herkenbaar voor vissen is, is voor vissen meestal goed te ontwijken (Heidinga *et al.*, 2023a). Wanneer een warmwaterpluim met een voor vissen letale temperatuur de volle breedte van een geul in een estuarium bedekt, is deze pluim voor vissen minder goed passeerbaar (Hartholt and Zager, 2004). Op basis van de verschillende modelleringen wordt dergelijke blokkade echter niet verwacht. Naar verwachting is de Westerschelde zowel bij Sloegebied als ter hoogte van Terneuzen breed genoeg om een onverstoorde doorgang voor trekvisser in stand te houden (Heidinga *et al.*, 2023a). Dit geldt ook voor Eemshaven en Maasvlakte II.

In de zomermaanden neemt het oppervlaktewater van kustwateren en estuaria hoge temperaturen aan. Temperaturen tot 24 á 25 °C zijn in het Eems-estuarium en de Westerschelde gemeten. Dit komt door de geringe gemiddelde waterdiepte en het tweemaal daags droogvallen van de getijdenplaten die door hun donkere kleur als zonnecollectoren fungeren. Vissen die bij deze temperaturen niet kunnen overleven zijn dan echter niet meer in het estuarium aanwezig (Hartholt and Zager, 2004).

Uit de modellering van Deltares blijkt dat de toename in watertemperatuur erg beperkt is voor de geboorde uitlaat. Voor een cut&cover tunnel worden vergelijkbare resultaten verwacht al kan het effect iets groter zijn doordat de lozing minder diep plaatsvindt. Bij een open uitlaat is de thermische pluim echter veel groter.

Hoewel vissen goed in staat zijn een thermische pluim te ontwijken, kan er mogelijk significant habitatverlies optreden bij een open uitlaat. Naar vergelijking tussen de alternatieven toe, is de gemodelleerde thermische pluim het kleinst voor Maasvlakte II. Net als voor zeezoogdieren, zijn op deze locatie de uitwijkingsmogelijkheden voor migrerende vissen het grootst.

Verstrikking

Verstrikking van jonge en volwassen vissen kan leiden tot de onmiddellijke dood als gevolg van mechanische schuring en verstikking. Blootstelling aan stressvolle omstandigheden die niet tot de onmiddellijke dood leiden, kan uiteindelijk leiden tot sterfte van het organisme als gevolg van een verminderde weerstand tegen predatie en ziekte of een onvermogen om actief te concurreren om voedsel (Jager and van Walraven, 2020). Sterfte door verstrikking is sterk soort- en groottespecifiek en bovendien sterk afhankelijk van het type barrièreschermen en andere mitigerende maatregelen, de werking van de schermen en de omgevingsomstandigheden (zuurstofconcentratie in het water, temperatuur) en niet in de laatste plaats van de conditie van de vissen.

De bestaande koelwateronttrekkingen in de Westerschelde zijn in de NEA (nadere effect analyse) getoetst en hiervan is vastgesteld dat ze niet leiden tot significant negatieve gevolgen voor trekvissen (Heidinga *et al.*, 2023a). In de NEA wordt echter vooral gekeken naar lozingen en niet zozeer naar onttrekkingen. Bovendien is hierbij nog geen rekening gehouden met succesvolle voortplanting van de fint in de Schelde. Hierdoor is onvoldoende rekening gehouden met mogelijke effecten op opgroeiende finten. Het kan niet zondermeer worden uitgesloten dat koelwateronttrekking van invloed is op het doelbereik (Heidinga *et al.*, 2023a). Voor de Voordelta en Waddenzee worden gelijkaardige effecten op trekvissen verwacht.

Onderzoek van Hartholt en Jager (2004) laat zien dat er aanzienlijke hoeveelheden vis worden ingezogen in de Eemscentrale en de overleving klein is. Het is echter onbekend hoe deze innamehoeveelheden in verhouding staan tot de populatiegroottes en of dit een effect heeft op de populatieomvang van trekvissen (Jongbloed *et al.*, 2011). Hierbij wordt opgemerkt dat moderne centrales over moderne viszeefinstallaties, een visretoursysteem en een lage innamesnelheid beschikken, wat de kans op inzuiging van (beschermde) vissoorten sterk doet afnemen.

Er kan besloten worden dat mits het nemen van de nodige mitigerende maatregelen (zie sectie 5.5) die de verstrikking van trekvissen tot een minimum brengt, er geen significante effecten op beschermde vissoorten worden verwacht. Bij een open kanaal wordt verwacht dat de kans op inzuiging kleiner is door de lagere stroomsnelheden dan bij de tunnelopties. Er worden geen significante verschillen verwacht tussen de locatiealternatieven gezien beschermde trekvissen op elke potentiële locatie kunnen voorkomen.

Migratie

Verstoring van het leefgebied van de beschermde vissoorten door verhoogde geluidsniveau, troebelheid of verhoogde watertemperatuur, kan mogelijk migratie naar het binnenland verhinderen. Zoals beschreven in sectie 3.1.1.2 zijn de locaties in Terneuzen en Sloegebied in de buurt van trekvisroutes gelegen (Figuur 3-6), waardoor deze alternatieven als minder geschikt worden beoordeeld. Bij Maasvlakte II zijn er geen trekroutes in de onmiddellijke omgeving, de trek naar het binnenland verloopt voornamelijk via de Haringvlietsluizen, gelegen op meer dan 15 km van de projectlocatie. Bij Eemshaven vindt vismigratie plaats, al zijn er ter hoogte van de alternatieven vermoedelijk voldoende uitwijkingsmogelijkheden.

Er worden er geen significante effecten verwacht op de migratie van trekvissen, al is het inzetten van mitigerende maatregelen, zoals het vermijden van verstoring tijdens de migratieperiodes en het gebruik van een geboorde of cut&cover uitlaat, aangewezen. Naar verschillen tussen de alternatieven toe, wordt het alternatief Maasvlakte II als minst nadelige optie beschouwd. Een open uitlaat wordt negatief beoordeeld door de grote thermische pluim die migratie kan hinderen.

Ecotoxicologische effecten

Chloor uit het koelwater ten gevolge van antifouling kan een schadelijk effect hebben op het kieuwweefsel van vissen, waardoor de uitwisseling van opgeloste zuurstof wordt belemmerd (Xin *et al.*, 2023). Het kan ook via het kieuwweefsel in het bloed terecht komen, waardoor het zuurstofdragend vermogen van het bloed afneemt. Sommige vissen kunnen door hun eigen regulering een zekere weerstand tegen chloor opbouwen en hun tolerantie voor verbeteren. Zowel de zeeprik, rivierprik, elft als fint zijn zeer gevoelig aan watervervuiling.

Gezien de snelle afbraak van chloor in het milieu en de grote waterverversing in alle alternatieven, worden er echter geen significante effecten op beschermde vissoorten

verwacht. Er worden geen evenmin significante verschillen verwacht tussen de alternatieven gezien dit effect niet als locatie gebonden wordt beschouwd.

Troebelheid

Zoals vermeld in sectie 5.1.2.4 kunnen tijdens de bedrijfsfase periodes van toegenomen troebelheid voorkomen ten gevolge van baggerwerken of door hydromorfologische processen waardoor vissen de omgeving van het koelwatersysteem zullen mijden. **Gezien vissen in estuaria en kustnabije zones van nature zijn aangepast aan troebel water, wordt het effect als beperkt beschouwd voor alle locatiealternatieven. Verdere studies naar de omvang van de vertroebeling zijn echter aangewezen.**

5.2.2 Zeezoogdieren

5.2.2.1 Bouwfase

Bovenwatergeluid

Zeehonden kunnen verstoring ondervinden van het bovenwatergeluid dat gepaard gaat met de bouw van de kerncentrales en strekdammen in de buurt. Verstoring door bovenwatergeluid is voornamelijk van belang op momenten waar ze uitrusten op zandplaten boven water. De maximale verstoringsafstand van rustende zeehonden die uit de literatuur bekend is, bedraagt 1.200 meter (Brasseur and Reijnders, 1994). Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen grijze en gewone zeehonden, de reactie is vergelijkbaar. Het betreft hier een afstand waarop rustende zeehonden verstoord kunnen worden door recreatieve motorboten.

In hoofdstuk 3 werd vastgesteld dat voor de alternatieven in Sloegebied en Eemshaven 1A, 1B en 2 de afstand tot de ligplaatsen van zeehonden meer dan 2 km bedraagt, waardoor een effect van verstoring is uitgesloten. Voor Terneuzen en Eemshaven 3 bedraagt de afstand minder dan 1.200 m, in Maasvlakte II zijn er ter hoogte van het projectgebied zelf enkele rustende zeehonden waargenomen, al bevinden de grotere rustplaatsen zich op veel grotere afstand. Doordat deze projectlocaties reeds worden gekenmerkt door veel industriële en menselijke activiteiten dat reeds bovenwatergeluid veroorzaakt, zal er reeds in grote mate gewenning optreden.

Door het beperkt aantal rustplaatsen voor zeehonden dat mogelijk tijdelijk verstoord wordt en de verwachte gewenning, wordt het effect als beperkt beschouwd voor Terneuzen, Eemshaven 3, en Maasvlakte II. Voor Sloegebied en Eemshaven 1A, 1B en 2 worden geen effecten verwacht.

Onderwatergeluid

De maximale verstoringsafstand voor zeehonden bij onderwaterverstoring is bepaald op basis van het onderzoek van Nedwell uit 2010 (Nedwell, Brooker, Bryant, Gardner, & Lovell, 2010). De auteurs concluderen dat het door schepen geproduceerde onderwatergeluid op een maximale afstand van 500 m tot een gedragsreactie bij zeehonden kan leiden. Alleen op zeer korte afstand (< 100 m) kan een sterke mijdingsreactie optreden, waarbij zij mogelijk wegzwemmen en elders gaan foerageren. De meeste energie van het door schepen geproduceerde geluid bevindt zich in de relatief lage frequenties (de Jong, Ainslie, Dreschler, Jansen, & Heemskerk, 2010), waar bruinvissen minder gevoelig voor zijn dan zeehonden (zie (Kastelein, Hoek, Wensveen, Terhune, & de Jong, 2010; Kastelein, Wensveen, Hoek, & Terhune, 2009) voor audiogrammen). Voor bruinvissen zal de verstoringsafstand daarom niet groter zijn dan 500 m.

Gezien de hoge graad van scheepsvaart en menselijke activiteiten die reeds aanwezig is in alle alternatieven, wordt er geen significante toename in onderwatergeluid verwacht

voor dit project. Geluid van baggerwerken, boringen en het plaatsen van steenbestorting voor de strekdammen zijn tijdelijk van aard. Daarboven zijn zeezoogdieren zeer mobiel en kunnen ze de verstoorde omgeving tijdelijk verlaten. **Er worden daardoor er slechts beperkte effecten worden verwacht op verstoring voor zeezoogdieren.**

Er worden daarnaast weinig verschillen verwacht tussen de alternatieven. In alle gebieden komen frequent zeehonden voor en in mindere mate bruinvissen. **Net zoals voor de effectbeschrijving voor de beschermde gebieden (sectie 5.1.1.2), kan echter gesteld worden dat de verstoring door onderwatergeluid iets kleiner kan zijn voor Eemshaven 2 en 3, Sloegebied 1 en 2, en Maasvlakte II wegens een kleinere footprint van het koelwatersysteem.**

Troebelheid

De belangrijkste effecten op zeezoogdieren door de verhoogde troebelheid zijn de afname van de zichtbaarheid, gedragseffecten zoals het vermijden van sedimentpluimen en aantasting van de gezondheid door het vrijkomen van contaminanten uit het sediment in de voedselketen (Rumes and Degraer, 2022). Er kan worden aangenomen dat de directe omgeving van de werken minder geschikt tot ongeschikt worden voor foeragerende zeezoogdieren. Bruinvissen zijn van nature echter aangepast aan een slechte zichtbaarheid, waardoor significante effecten van tijdelijk verhoogde troebelheid onwaarschijnlijk zijn (Todd *et al.*, 2015).

Zicht is echter de belangrijkste informatiebron voor foeragerende zeehonden (Levenson and Schusterman, 1999). Uit onderzoek blijkt dat bij zeehonden zelfs een kleine toename van de troebelheid kan leiden tot een drastisch verlies van gezichtsscherpte (Weiffen *et al.*, 2006). Voor dieren die van nature in tamelijk troebel water leven, zoals in de kustnabije zone zoals de Maasvlakte II en de estuaria van de Westerschelde en Eems, vertaalt dit zich echter niet noodzakelijk in een verminderde foerageerefficiëntie, aangezien ook andere zintuigen worden gebruikt (Dehnhardt *et al.*, 2001).

Door de korte duur van de verhoogde troebelheid, en het feit dat zeezoogdieren in grote mate hieraan zijn aangepast, zijn de mogelijke effecten zeer beperkt. Gezien de troebelheid samenhangt met de oppervlakte die wordt verstoord, kan aangenomen worden dat het effect het kleinst zal zijn voor Eemshaven 2 en 3, Sloegebied 1 en 2, en Maasvlakte II gezien de in- en uitlaat hier slechts een korte afstand bedraagt tot de -12 m zone (sectie 5.1.1.3). Ook bij een geboorde tunnel is het effect van vertroebeling veel kleiner dan bij een open kanaal of cut&cover tunnel.

5.2.2.2 Bedrijfsfase

Thermische pollutie

De gewone en grijze zeehond en bruinvissen komen voor in waterlichamen met temperaturen van doorgaans 0 tot 18°C, met een optimale ecologische activiteit tussen 5-15°C (Kastelein *et al.*, 2016). Temperaturen boven dit temperatuursbereik kunnen effecten hebben zoals verhoogd metabolisme en/of een zwakker immuunsysteem (Walkuska and Wilczek, 2010). Zeezoogdieren hebben van nature al een hoog metabolisme, om hun lichaamstemperatuur hoog te houden in koude wateren (Rojano-Doñate *et al.*, 2018). Daarnaast kunnen veel hogere temperaturen leiden tot fysiologische stress, zoals verhoogde hartslag en impact op hun verteringsstelsel. Gezien de temperatuurstijging in dit project enkel zeer lokaal kan leiden tot stijgingen tot 10°C, maar grotendeels beperkt zijn tot 2-3°C in het geval van een geboorde uitlaat, worden directe fysieke verwondingen uitgesloten. Het is echter zo dat bruinvissen van nature warmere gebieden zullen vermijden. Het gaat telkens om een relatief klein verstoord gebied ten opzichte van de grote natuurlijke verspreiding van zeezoogdieren.

Daarnaast zijn er mogelijk ook indirecte effecten van thermische pollutie op bruinvissen. Een verhoging van de watertemperatuur leidt tot een daling in de opgeloste zuurstof, wat op zijn beurt veranderingen teweeg brengt in het ecosysteem door veranderingen in soortsamenstelling van prooidieren (Walkuska and Wilczek, 2010).

Gezien de thermische pluim relatief beperkt blijft bij een tunneluitlaat, worden er geen significante effecten verwacht zeezoogdieren. Indien zou gekozen worden voor een open uitlaat, wordt het effect wel als negatief beoordeeld. Zoals vermeld in sectie 5.1.2.1, is de gemodelleerde thermische pluim het kleinst voor Maasvlakte II. Op deze locatie zijn de uitwijkingmogelijkheden voor zeezoogdieren bovendien het grootst gezien deze locatie zich aan de open kust bevindt, terwijl de andere alternatieven zich in estuaria bevinden.

Er wordt tenslotte opgemerkt dat een temperatuurstijging in zout water leidt tot een grotere absorptie van onderwatergeluid, en in zoet water tot een afname van absorptie (Brennan, 2017). Gezien de beperkte ruimtelijke omvang van de grote temperatuurstijging, wordt een mogelijk effect op onderwatergeluid als niet relevant beschouwd.

Ecotoxicologische effecten

Studies over de toxicologische effecten op zeezoogdieren die worden blootgesteld aan chloor in koelwater zijn zeer beperkt. De meeste studies richten zich op plankton, ongewervelde dieren en vissen. Mogelijk kunnen zich ecologische cascade-effecten optreden: chronisch verlies van primaire producenten (fytoplankton) en zoöplankton kan de beschikbaarheid van prooien voor vissen verminderen, wat op zijn beurt weer gevolgen heeft voor visetende zeezoogdieren.

Gezien er wordt verwacht dat chloor snel afbreekt en geen significant effect heeft op lage trofische niveaus, worden effecten voor hogere trofische niveaus eveneens uitgesloten. Er worden geen significante verschillen verwacht tussen de alternatieven gezien dit effect niet als locatie gebonden wordt beschouwd.

Troebelheid

Zoals vermeld in sectie 5.1.2.4 kunnen tijdens de bedrijfsfase periodes van toegenomen troebelheid voorkomen ten gevolge van baggerwerken waardoor zeezoogdieren de omgeving van de werken zullen mijden. **Gezien het zeer tijdelijk en beperkt effect, zijn significante effecten uitgesloten. Er worden geen verschillen tussen de projectlocaties verwacht.**

Samenvattende tabel effectbeschrijving

In Tabel 5-5 wordt een overzicht gegeven van de effecten in de verschillende alternatieven en in Tabel 5-7 wordt een vergelijking gemaakt tussen de alternatieven voor het koelwatersysteem (onafhankelijk van de locatie).

Tabel 5-6 : Vergelijking van de alternatieven voor de verwachte effecten in het aquatische milieu tijdens de bouw- en bedrijfsfase van de kerncentrales. Licht oranje: beperkt effect, oranje: matig effect, donker oranje: groot effect, bruin: significant effect op beschermde habitats en soorten.

Receptor	Sloegebied		Terneuzen		Maas- vlakte II	Eemshaven				
	1	2	1A	1B		1A	1B	2	3	
Beschermde habitats										
Bouwfase										
Bodemverstoring en habitatverlies										*
Onderwatergeluid										
Troebelheid										
Bedrijfsfase										
Thermische pollutie-geboorde uitlaat										
Thermische pollutie-open uitlaat										
Verstrikking										
Ecotoxicologie										
Troebelheid										
Niet inheemse soorten										
Beschermde soorten - Zeezoogdieren										
Bouwfase										
Bovenwatergeluid										
Onderwatergeluid										
Troebelheid										
Bedrijfsfase										
Thermische pollutie-geboorde uitlaat										
Thermische pollutie-open uitlaat										
Ecotoxicologie										
Troebelheid										
Beschermde soorten - Vissen										
Bouwfase										
Onderwatergeluid										
Troebelheid										
Bedrijfsfase										
Thermische pollutie-geboorde uitlaat										
Thermische pollutie-open uitlaat										
Verstrikking										
Migratie										
Ecotoxicologie										
Troebelheid										

*Indien de bestaande strekdammen kunnen worden gebruikt, verandert het effect van oranje naar groen.

Tabel 5-7: Vergelijking van de koelwateralternatieven voor de verwachte effecten in het aquatische milieu tijdens de bouw- en bedrijfsfase van de kerncentrales. Licht oranje: beperkt effect, oranje: matig effect, donker oranje: groot effect, bruin: significant effect.

Effect	Open kanaal	Cut&cover tunnel	Geboorde tunnel
Beschermde habitats			
Bouwfase			
Bodemverstoring en habitatverlies	Donker oranje	Oranje	Licht oranje
Onderwatergeluid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Troebelheid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Bedrijfsfase			
Thermische pollutie	Bruin	Oranje	Licht oranje
Verstrikking	Oranje	Donker oranje	Oranje
Ecotoxicologie	Oranje	Oranje	Licht oranje
Troebelheid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Niet inheemse soorten	Oranje	Licht oranje	Licht oranje
Beschermde soorten - Zeezoogdieren			
Bouwfase			
Bovenwatergeluid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Onderwatergeluid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Troebelheid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Bedrijfsfase			
Thermische pollutie	Bruin	Oranje	Licht oranje
Ecotoxicologie	Oranje	Oranje	Licht oranje
Troebelheid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Beschermde soorten - Vissen			
Bouwfase			
Onderwatergeluid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Troebelheid	Oranje	Oranje	Licht oranje
Bedrijfsfase			
Thermische pollutie	Bruin	Oranje	Licht oranje
Verstrikking	Oranje	Donker oranje	Oranje
Migratie	Bruin	Oranje	Licht oranje
Ecotoxicologie	Oranje	Oranje	Licht oranje
Troebelheid	Oranje	Oranje	Licht oranje

Kennishiaten

- Er is in deze fase van het project nog geen gedetailleerde technische informatie gekend voor de bouw en exploitatie van de kerncentrales. In voorliggend rapport kan enkel een indicatie van de milieueffecten worden gegeven. Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar het project-MER.
- Voor de fint is het belang van de opgroeigebieden in de estuaria niet goed gekend en is er weinig geweten over het voorkomen van trekvisen in de directe omgeving van de projectgebieden.
- De verspreiding van bruinvisen ter hoogte van de projectlocaties is minder uitgebreid gemonitord dan die van zeehonden.
- De modellering van de thermische pluimen zijn niet voor alle projectalternatieven uitgevoerd overeenkomstig de vastgelegde zoekgebieden voor het koelwatersysteem. Ook de exacte locatie van in- en uitlaat staan nog niet vast, waardoor er afwijkingen mogelijk zijn op deze resultaten. Ook mogelijke cumulerende effecten met andere koelwaterlozingen nabij Maasvlakte II zijn niet meegenomen in de modellering. Tot slot kan bij de keuze voor thermoshock als maatregel tegen biofouling de warmtevracht toenemen. Ook dit dient nader onderzocht te worden via modellering.
- Er werd bij de habitatverstoring nog geen rekening gehouden met hydromorfologische veranderingen in de omgeving van de strekdammen. Deze kunnen eveneens zorgen voor een vertroebeling tijdens de bedrijfsfase. Deze veranderingen dienen via modelleringen te worden ingeschat in een volgende fase.

Wanneer het niet duidelijk is wat het verwachte effect op beschermde habitats of soorten zal inhouden, dient men de nodige voorzorgsmaatregelen te voorzien, opgelijst in de volgende sectie.

5.5

Mitigerende en voorzorgsmaatregelen

- De belangrijkste mitigerende maatregel betreft de keuze voor geboorde tunnels in plaats van een open kanaal. Enerzijds wordt het koelwater veel sneller gemengd door te lozen op -12 m diepte, het wat resulteert in een veel kleinere thermische pluim en beperktere temperatuurstijgingen in het aquatisch ecosysteem. Anderzijds is het (permanent) ruimtebeslag veel kleiner en worden er minder kwetsbare habitats verstoord.
- Indien toch wordt gekozen voor een open kanaal geldt als mitigerende maatregel om de ruimte inname zo klein mogelijk te houden. Binnen verschillende afgebakende zoekgebieden zijn optimalisatiemogelijkheden mogelijk om minder voorkomende habitattypes te vermijden (zie hoofdstuk 5.1.1.1).
- Werken in de waterkolom dienen bij voorkeur buiten de migratieperiodes van trekvisen te worden uitgevoerd. De migratiepiek ligt voor de meeste visen in het voorjaar.
 - Fint: naar zoetwater: maart t/m juni (piek meestal in april-mei), naar zee: Kort na het paaien, vanaf mei/juni
 - Zeeprík: naar zoetwater: februari t/m juni (piek in april-mei), geen terugmigratie
 - Rivierprík: naar zoetwater: oktober t/m april, geen terugmigratie
 - Elft: naar zoetwater: april t/m juni (piek in mei), naar zee: meestal juni-juli

- Er zijn periodes in het jaar waarin zeehonden (zowel gewone als grijze zeehond) zich meer op zandbanken bevinden én extra gevoelig zijn voor verstoring. Deze periodes hangen samen met pupping, zogen en ruien. Het uitvoeren van werken in de nabijheid van ligplaatsen wordt bij voorkeur vermeden in volgende periodes:
 - Gewone zeehond: midden juni tot september, waarbij midden juni tot juli de gevoeligste maanden zijn voor verstoring.
 - Grijze zeehond: december tot april, waarbij december tot februari het meest kritiek zijn.
- Er bestaan verschillende manieren om te voorkomen dat vissen in de inlaten van kerncentrales terechtkomen:
 - Het installeren een akoestisch visafschrikmiddel. Dit maakt gebruik van geluid om het gedrag van vissen te beïnvloeden en helpt hen af te leiden en te ontmoedigen om de inlaten binnen te zwemmen.
 - Bij onttrekking van koelwater moet worden aangemoedigd het koelproces zo effectief mogelijk maken, waarbij de minste hoeveelheid water wordt gebruikt om de warmte efficiënt af te voeren (STOWA, 2023).
 - Er wordt aanbevolen dat de koelwaterinname op een optimale diepte plaatsvindt, waar de impact op de lokale ecologie en visbestanden wordt geminimaliseerd (STOWA, 2023).
 - Het voorzien van een visretoursysteem.
 - Bij onttrekkingen dient zo veel mogelijk voorkomen te worden dat aquatische organismen sterven door filtering. Dit kan door een groffilter toe te passen met fijne maaswijdte en een lage instroomsnelheid. De precieze uitvoering van een filter kan ontworpen worden rekening houdend met het debiet van de onttrekking, het debiet van het oppervlaktewater waaraan onttrokken wordt en de aanwezigheid van (juvenile en/of anderszins kwetsbare) aquatische organismen (STOWA, 2023).
- Ultra-low emissie schepen kunnen worden ingezet om stikstofdepositie te beperken.
- Gezien de mogelijke toxische effecten door het gebruik van chloor in het koelwatersysteem, kunnen alternatieven worden ingezet, zoals onder andere:
 - Ultrasonische trillingen die de hechting van fouling organismen verstoren en zo kolonisatie voorkomen. Hierbij worden geen chemische stoffen gebruikt waardoor er geen invloed is op de waterkwaliteit.
 - Het gebruik van biopolymeerfilms zoals Blueterm coating¹. Deze vormen een niet-toxische, gladde en waterige filmlaag over oppervlakken waar organismen zich niet aan kunnen hechten.
 - De Finsulate antifouling wrap² bestaat uit een vezelstructuur die fysiek hechting verhindert en bijgevolg biocide vrij is.
 - Met specifiek ontwikkelde doseerstrategieën voor bestaande oxidatieve biociden, zoals Ecodosing, is een optimalisatie mogelijk waarbij zonder verlies van effectiviteit (en in de meeste gevallen hogere effectiviteit) een laagst mogelijke lozing van restchemie kan worden behaald. In vergelijking tot een continue dosering, kan met Ecodosing het verbruik tot 60% worden teruggedrongen.

¹<https://heat-exchanger-world.com/unique-antifouling-compound-better-for-people-planet-profit/>

²<https://www.innovationnewsnetwork.com/eco-friendly-antifouling-avoiding-the-spill-of-biocides-with-finsulates-wrapping-solution/8362/>

Monitoring

- Het is aangewezen de resultaten van de modellering van de thermische pluim te staven met metingen in het veld.
- De waterkwaliteit (o.a. opgeloste zuurstof, aanwezigheid chloor) in de omgeving van de uitlaat dient te worden opgevolgd.
- Onderzoek naar verstrikking van vissoorten in het koelwatersysteem is aangewezen.

6 Conclusies

Alle alternatieven zijn gelegen in Natura 2000-gebieden. Daarnaast zijn alle locaties gelegen in gebieden die reeds gekenmerkt worden door de aanwezigheid van menselijke en industriële activiteiten en scheepsverkeer. In de Maasvlakte II, Sloegebied 2 en Eemshaven 1A, 2 en 3 komen de minst verschillende soorten beschermde habitats en soorten voor. Enkel in Maasvlakte II komen er geen habitattypes voor met een verbeter- en uitbreidingsdoelstelling.

Globaal gezien worden effecten van habitatverlies, thermische pollutie, verstrikking van trekvissen en andere pelagische organismen en het verstoren van migratie als meest relevante effecten beoordeeld gezien de lange duur van de bedrijfsfase.

Naar verschillen in koelwatersysteem (open kanaal, cut&cover tunnel en geboorde tunnel) kan besloten worden dat een geboorde tunnel een veel kleinere milieupact heeft dan een open kanaal, zowel door de beperktere thermische pluim die gevormd wordt, als door het kleiner ruimtebeslag en habitatverstoring. Enkel de kans op verstrikking van vissen en andere pelagische organismen is groter bij de tunnelopties door de grotere stroomsnelheden.

Tijdens de bouwphase worden de minste milieueffecten verwacht bij de alternatieven Sloehaven 1 en 2, Maasvlakte II, en Eemshaven 2 en 3 (Tabel 5-5). Dit heeft te maken met de kleinere footprint van het zoekgebied koelwater. Doordat de -12 m diepte op deze locaties dicht bij de oever gelegen zijn, zal de omvang van installatie van het koelwatersysteem kleiner zijn, waardoor ook de milieueffecten beperkter zullen zijn ten opzichte van de andere locaties. Voor Eemshaven 1A en 1B en Terneuzen 1A en 1B zijn de zoekgebieden, en bijgevolg de milieueffecten het grootst. Hierbij wordt opgemerkt dat Terneuzen 1B een uitbreiding van Terneuzen 1A betreft die echter meer verstoring van habitattypes veroorzaakt. Doordat de optimalisatie van 1B overlapt met die van 1A, wordt het alternatief 1B als negatief beoordeeld.

Voor Eemshaven 3 omvat het zoekgebied de bestaande strekdammen van de ENGIE Eemshaven centrale. Indien de koelwaterinfrastructuur binnen deze strekdammen kan geplaatst worden, vindt er geen bijkomend habitatverlies plaats.

Voor de bedrijfsfase wordt het belangrijkste verschil waargenomen in de omvang van de thermale pluimen, al zijn die voor alle locaties binnen de normen van CIW. Bij Maasvlakte II worden de kleinste temperatuurstijgingen vastgesteld op basis van modelleringen uitgevoerd door Deltares. Bovendien is Maasvlakte II aan de kust gelegen, waarbij er voor beschermde soorten mogelijk meer uitwijkingsmogelijkheden zijn dan in de estuaria. Er wordt momenteel uitgegaan van een geboorde uitlaat. **Moest er toch gekozen worden voor een open uitlaat, wordt het effect van de thermische pluim vele malen groter wat als negatief wordt beoordeeld.**

Globaal gezien wordt Maasvlakte II op basis van de analyse als locatie met de minste milieueffecten in het aquatisch milieu beschouwd, gevolgd door Eemshaven 2 en 3. Bij gebruik van de bestaande strekdammen van de ENGIE centrale, wordt Eemshaven 3 als de meest gunstige locatie beschouwd.

Op basis van de huidige informatie worden voor Terneuzen 1B en bij gebruik van een open uitlaat bij alle alternatieven mogelijke effecten vastgesteld die kunnen leiden tot onaanvaardbare impact op het aquatische milieu (Tabel 5-5). Een uitgebreide beoordeling in het project-MER is echter noodzakelijk op basis van gedetailleerde technische projectinformatie.

Momenteel bestaat er voor enkele alternatieven (Eemshaven 1B en 3, Terneuzen 1A en 1B) nog een optie om een jetty te bouwen. Omdat dit momenteel nog heel onzeker is, worden de effecten buiten de vergelijking van de alternatieven gehouden. Ter

volledigheid worden de effecten van bouw van de aanlegsteiger wel kort besproken in Bijlage A.

7 Referenties

- Arcadis Belgium (2023). Prinses Elisabeth-zone (PEZ) Offshore windpark - Milieueffectenrapport.
- Aronsoo K. (2015). Lotic life stages of the European river lamprey (*Lampetra fluviatilis*): anthropogenic detriment and rehabilitation. Faculty of Mathematics and Science of the University of Jyväskylä.
- Backer A.D., Debusschere E., Ranson J. & Hostens K. (2017). Swim bladder barotrauma in Atlantic cod when in situ exposed to pile driving. *Environ. Impacts Offshore Wind Farms Belg. Part North Sea Contin. Move Integr. Quantif.*
- Berkelder N. & Tuning I. (2025). Strekdammen in Westerschelde werken averechts, maar zijn ondanks 20 jaar waarschuwingen toch aangelegd. *Omroep Zeeland*.
- Boisneau C., Moatar F., Bodin M. & Boisneau Ph. (2008). Does global warming impact on migration patterns and recruitment of Allis shad (*Alosa alosa* L.) young of the year in the Loire River, France? In: Dufour Sylvie, Prévost Etienne, Rochard Eric, Williot Patrick (eds.) Fish and Diadromy in Europe (ecology, management, conservation): Proceedings of the symposium held 29 March – 1 April 2005, Bordeaux, France. Springer Netherlands, Dordrecht.
- Brasseur S., Carius F., Diederichs B., Calatius A., Jeb A., Korber P., Meise K., Schop J., Siebert U., Teilmann J. & Klopfer S. (2021). EG-Marine Mammals grey seal surveys in the Wadden Sea and Helgoland in 2020-2021. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Brasseur S., van Polanen Petel T. & Geelhoed S.C.V. (2010). Zeezoogdieren in de Eems; studie naar de effecten van bouwactiviteiten van GSP, RWE en NUON in de Eemshaven in 2009.
- Brasseur S.M.J.M. & Reijnders P.J.H. (1994). Invloed van diverse verstoringsbronnen op het gedrag en habitatgebruik van gewone zeehonden: consequenties voor de inrichting van het gebied.
- Brekelmans A.C.P., Wolma A., Schilt B., Marijt M. & Versloot F. (2023). Ecologische evaluatie Natura 2000 beheerplannen - Natura 2000-beheerplan Voordelta. Witteveen+Bos.
- Brennan C.W. (2017). Basic acoustic theory. R2Sonic.
- Dehnhardt G., Mauck B., Hanke W. & Bleckmann H. (2001). Hydrodynamic Trail-Following in Harbor Seals (*Phoca vitulina*). *Science*, 293(5527), 102–104, doi: 10.1126/science.1060514.
- Dulvy N.K., Jennings S., Rogers S.I. & Maxwell D.L. (2006). Threat and decline in fishes: an indicator of marine biodiversity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 63(6), 1267–1275, doi: 10.1139/f06-035.
- Esteves E. (2006). Ecology of the early life-history stages of shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the River Mira, with a note on *Alosa* spp. larvae in the River Guadiana. Universidade do Algarve.

Geist D.R., Brown R.S., Cullinan V.I., Mesa M.G., VanderKooi S.P. & McKinstry C.A. (2003). Relationships between metabolic rate, muscle electromyograms and swim performance of adult chinook salmon. *J. Fish Biol.*, 63(4), 970–989, doi: 10.1046/j.1095-8649.2003.00217.x.

Georgiou M. (2025). Maasvlakte site evaluation - Cooling water availability. Deltares.

Hartholt J.G. & Zager Z. (2004). Effecten van koelwater op het zoute aquatische milieu. Ministerie van Infrastructuur en Milieu - Rijkswaterstaat.

Heidinga D., Schilt B., Brekelmans M. & Versloot F. (2023a). Ecologische evaluatie Natura 2000-beheerplannen - Natura 2000-beheerplan Westerschelde & Saeftinghe. Witteveen+Bos.

Heidinga D., Schilt B., Versloot F., Gotjé W., Bijkerk W. & Latour J.B. (2023b). Ecologische evaluatie Natura 2000-beheerplannen - Natura 2000-beheerplan Waddenzee. Witteveen+Bos.

Heinis F., de Jong C.A.F. & von Benda-Beckmann A.M. (2021). Kader ecologie en cumulatie 2021 (KEC 4.0) - zeezoogdieren. TNO.

Hoekstein M.H.J., Sluijter M., van Straalen K.D. & Janse W. (2024). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2022/2023. Deltamilieu Projecten, 2024–01.

Huddleston J. (2010). Understanding the environmental impacts of offshore windfarms. COWRIE.

IMDC (2023). Ontwerp Passende Beoordeling Nieuwe Wachtsteigers Plaat van Lillo. I/RA/11640/23.175/NVC/NVC.

Jager Z. & van Walraven L. (2020). Review of the possible interactions between Blue Energy and aquatic organisms. Deliverables 1.2 & 1.3 of project OOB (Onderzoek Omgevingseffecten Blue Energy). NIOZ Report 2020-04. NIOZ.

Jongbloed R.H., Tamis J.E. & Koolstra B.J.H. (2011). Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone: deelrapport cumulatie.

Karås P. (1992). Zooplankton entrainment at Swedish nuclear power plants. *Mar. Pollut. Bull.*, 24(1), 27–32, doi: 10.1016/0025-326X(92)90313-U.

Kastelein R.A., Helder-Hoek L. & Jennings N. (2016). Seasonal changes in food consumption, respiration rate and body condition of a male harbor porpoise (*Phocoena phocoena*). SEAMRCO.

Kjelland M.E., Woodley C.M., Swannack T.M. & Smith D.L. (2015). A review of the potential effects of suspended sediment on fishes: potential dredging-related physiological, behavioral, and transgenerational implications. *Environ. Syst. Decis.*, 35(3), 334–350, doi: 10.1007/s10669-015-9557-2.

Kottelat M. & Freyhof J. (2008). Handbook of European freshwater fishes. Ichthyological Research.

- Kranenbarg J., Herder J.E., Emmerik W.A.M. & Groen M. (2022). Visatlas van Nederland. Stichting RAVON.
- Levenson D.H. & Schusterman R.J. (1999). Dark Adaptation and Visual Sensitivity in Shallow and Deep-Diving Pinnipeds. *Mar. Mammal Sci.*, 15(4), 1303–1313, doi: 10.1111/j.1748-7692.1999.tb00892.x.
- LNV (2008a). Profiel Waddenzee. Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.
- LNV (2008b). Profiel fint. Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.
- LNV (2008c). Profiel soort H1102 - Elft. Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.
- LNV (2014a). Profiel grijze zeehond. Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.
- LNV (2014b). Profiel bruinvis. Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.
- Morman R.H., Cuddy D.W. & Rugen P.C. (1980). Factors Influencing the Distribution of Sea Lamprey (*Petromyzon marinus*) in the Great Lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37(11), 1811–1826, doi: 10.1139/f80-224.
- Neenan S.T.V., Piper R., White P.R., Kemp P., Leighton T.G. & Shaw P.J. (2016). Does Masking Matter? Shipping Noise and Fish Vocalizations. In: Popper Arthur N., Hawkins Anthony (eds.) *Eff. Noise Aquat. Life II*, New York, NY.
- NOS N. (2020). Zeldzame vissoort gevonden bij de Haringvlietsluizen. <https://nos.nl/artikel/2342139-zeldzame-vissoort-gevonden-bij-de-haringvlietsluizen>.
- NRG (2021). Milieueffectrapport: Kerncentrale Doel t.b.v. levensduurverlenging Doel 1 en 2.
- Pecten Aquatic (2025). Bestrijding van biologische aangroei in doorstroom koelwatersystemen in het Eemsgebied.
- Policht-Latawiec A. & Kanownik W. (2016). The effect of cooling water discharge from the power station on the quality of the Skawinka river water. *Carpathian J. Earth Environ. Sci.*, (11(2)), 427–435.
- Popper A.N. & Hawkins A.D. (2019). An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. *J. Fish Biol.*, 94(5), 692–713, doi: 10.1111/jfb.13948.
- Richardson W., Greene C., Malme C. & Thomson D. (1995). *Marine Mammals and Noise - 1st Edition*. Academic Press.
- Rojano-Doñate L., McDonald B.I., Wisniewska D.M., Johnson M., Teilmann J., Wahlberg M., Højer-Kristensen J. & Madsen P.T. (2018). High field metabolic

rates of wild harbour porpoises. *J. Exp. Biol.*, 221(23), jeb185827, doi: 10.1242/jeb.185827.

Royal Haskoning (2023). Supplement ontwerpbeheerplan Natura 2000 Eems-Dollard.

Rubio D., Casanueva J.F. & Nebot E. (2015). Assessment of the antifouling effect of five different treatment strategies on a seawater cooling system. *Appl. Therm. Eng.*, 85, 124–134, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2015.03.080.

Rumes B. & Degraer S. (2022). Increased turbidity and its effects on marine mammals in Belgian waters: a summary of the state of the art. MARECO, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen; Operationele Directie Natuurlijk Milieu.

RWS (2016). Natura 2000-beheerplan Waddenzee. Periode 2016-2022. Ministerie van Infrastructuur en Milieu - Rijkswaterstaat Noord-Nederland.

RWS (2017). PAS-gebiedsanalyse Westerschelde en het Verdrongen Land van Saeftinghe (122). Rijkswaterstaat.

Schmidt C., van Bentum F., van Es K., Onwezen M. & Brenninkmeijer A. (2021). Meerjarig adaptief programma Eems-Dollard 2050 - De toestand van de natuur, de projecten en het programma in 2020.

Stage B., Christensen A., Krekoutiotis D., Andreasen H. & Mosegaard H. (2018). Possible effects of ship noise on fish in Danish waters. National Institute for Aquatic Resources, Technical University of Denmark, AquaReport no. 326-2018.

STOWA (2023). Handreiking voor beoordeling van ecologische effecten van TEO-systemen. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

Thorslund A.E. (1971). Potential uses of waste waters and heated effluents (1971).

Todd V.L.G., Todd I.B., Gardiner J.C., Morrin E.C.N., MacPherson N.A., DiMarzio N.A. & Thomsen F. (2015). A review of impacts of marine dredging activities on marine mammals. *ICES J. Mar. Sci.*, 72(2), 328–340, doi: 10.1093/icesjms/fsu187.

van der Knaap I., Slabbekoorn H., Moens T., Van den Eynde D. & Reubens J. (2022). Effects of pile driving sound on local movement of free-ranging Atlantic cod in the Belgian North Sea. *Environ. Pollut.*, 300, 118913, doi: 10.1016/j.envpol.2022.118913.

Vlijm R. (2025). Borselle II site evaluation - Cooling water availability. Deltares.

Vlijm R. & Morelissen R. (2025). Eemshaven site evaluation - Cooling water availability. Deltares.

Vlijm R., Morelissen R. & Viteri M.M. (2025). Terneuzen site evaluation - Cooling water availability. Deltares.

Walkuska G. & Wilczek A. (2010). Influence of discharged heated water on aquatic ecosystem fauna. *Pol. J. Environ. Stud.*, 19(3).

Weiffen M., Möller B., Mauck B. & Dehnhardt G. (2006). Effect of water turbidity on the visual acuity of harbor seals (*Phoca vitulina*). *Vision Res.*, 46(11), 1777–1783, doi: 10.1016/j.visres.2005.08.015.

Xin L., Youping S. & Lihong Q. (2023). Marine ecological impact analysis of residual chlorine emission from LNG transfer station. *E3S Web Conf.*, 393, 02009, doi: 10.1051/e3sconf/202339302009.

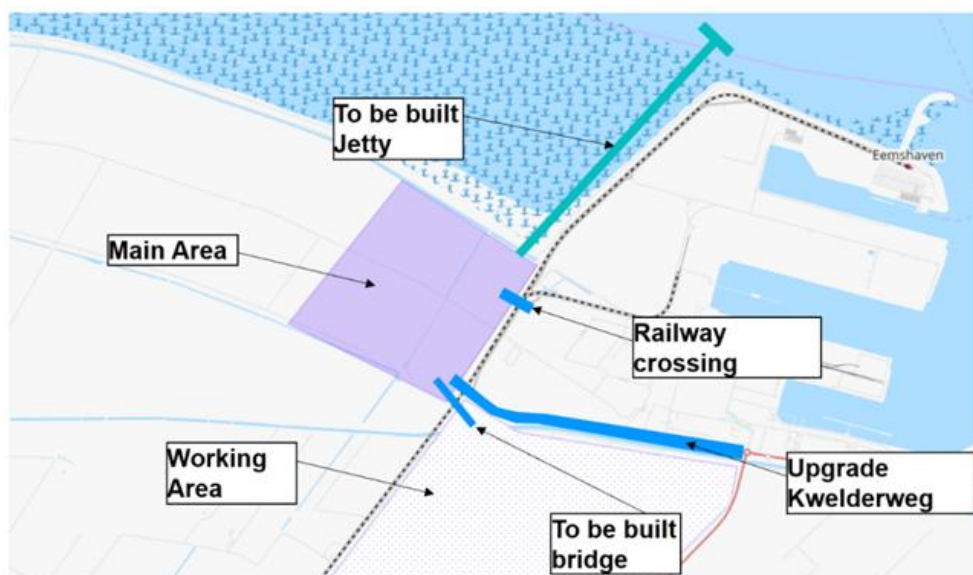
A.1 Beschrijving van het voornemen

Voor enkele alternatieven, met name Terneuzen 1A en 1B en Eemshaven 1B en 3, wordt momenteel nog onderzocht of de bouw van een jetty vereist is om het transport van materiaal tijdens de bouwfase van de kerncentrales te faciliteren (Figuur 7-1). Gezien de onzekerheid of een jetty nodig is, wordt de bespreking van de geassocieerde milieueffecten in deze bijlage apart behandeld. Na de bouwfase (ca. 12 jaar) wordt de jetty opnieuw verwijderd.

De lengte en de locatie van de mogelijk geplande jetties verschillen per alternatief, met lengtes die variëren tussen 460 meter en 1550 meter (Figuur 7-2 tot Figuur 7-5).



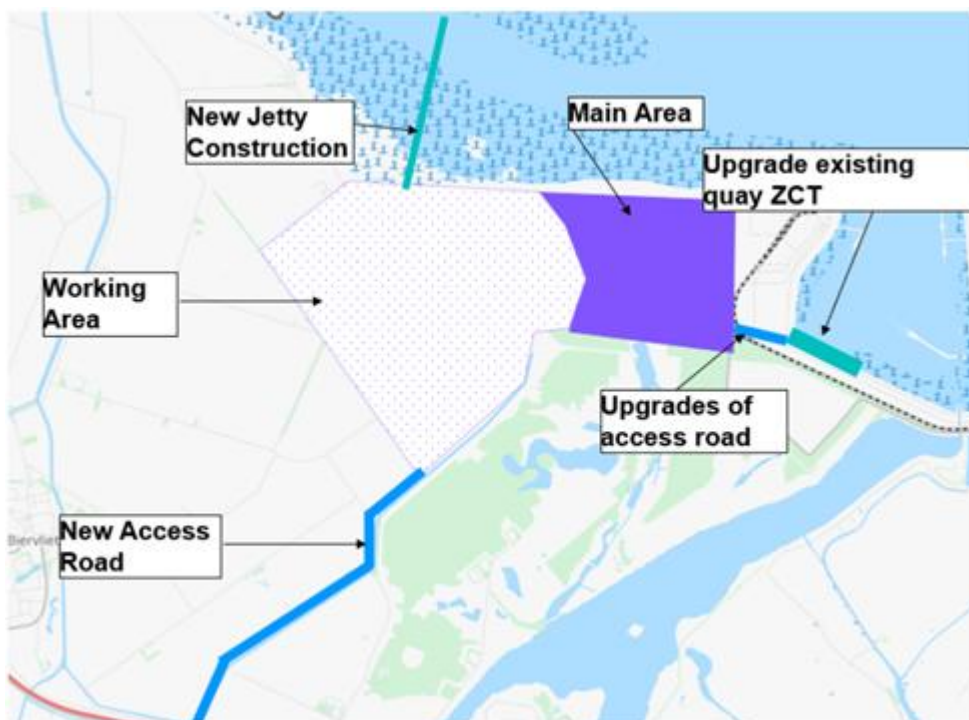
Figuur 7-1: Voorbeeld van een jetty voor het transport van materiaal en apparatuur.



Figuur 7-2: Mogelijke locatie van de jetty voor locatiealternatief Eemshaven 1B.



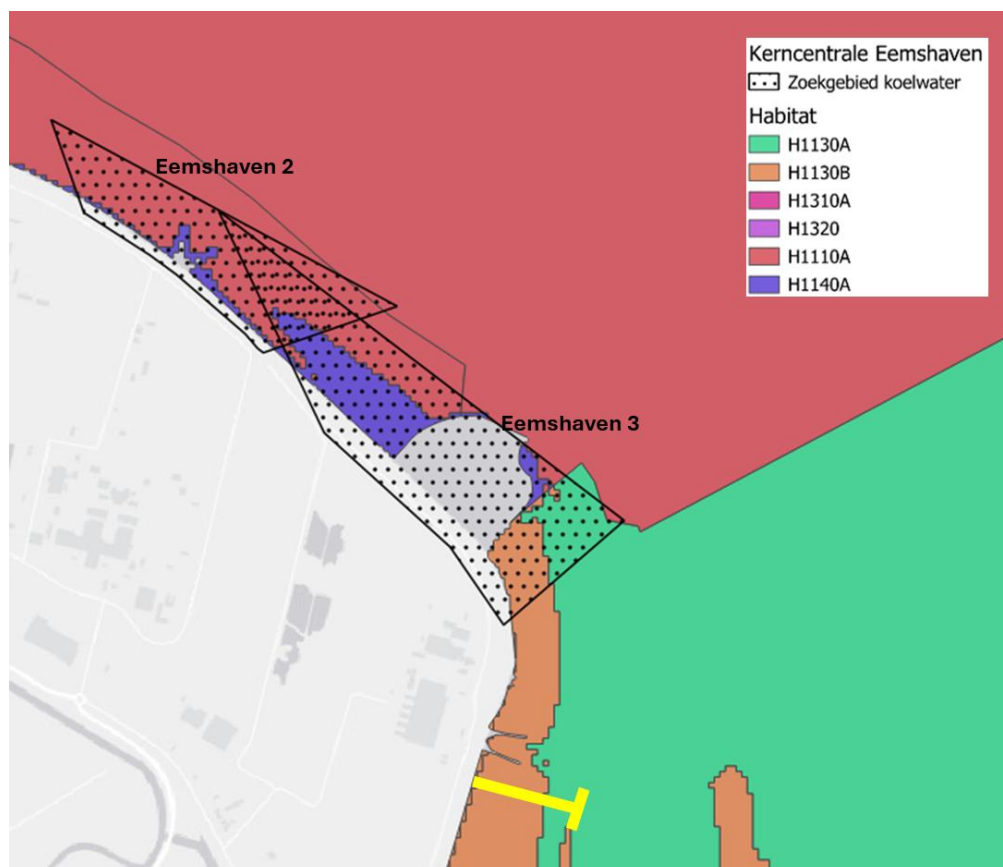
Figuur 7-3: Mogelijke locatie van de jetty voor locatiealternatief Eemshaven 3.



Figuur 7-4: Mogelijke locatie van de jetty voor locatiealternatief Terneuzen 1A.

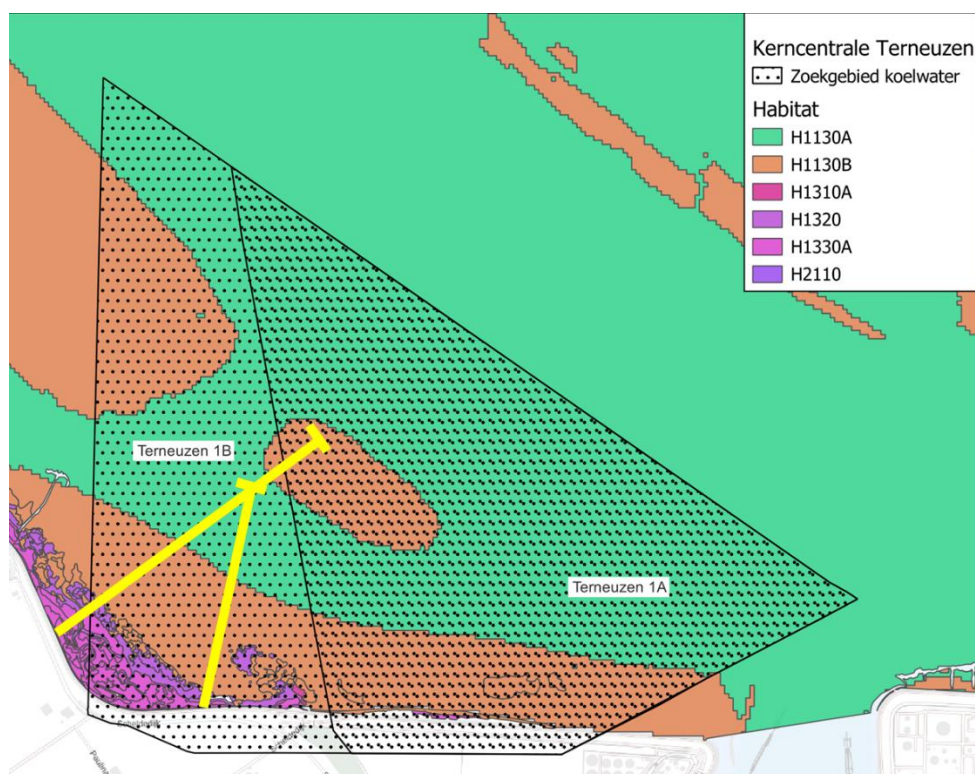


Figuur 7-5: Mogelijke locatie van de jetty voor locatiealternatief Terneuzen 1B.



Figuur 7-7: Locatie van jetty (geel) voor alternatief Eemshaven 3, in relatie tot de verschillende habitattypes.

In Terneuzen zijn er ook twee mogelijke locaties voor een jetty (Figuur 7-8). Hier zou het ruimtebeslag voornamelijk in Habitattypes H1130 A en H1130B Estuaria komen te liggen, maar ook habitattypes H1320 (Schorren met Slijkgras) en H1330A (Schorren en zilte graslanden). Voor een gedetailleerde bespreking van de habitattypes en hun doelstellingen wordt verwezen naar sectie 3.1.1.1. Voor zowel H1130 als H1330A gelden er uitbreidings- en verbeterdoelstellingen.



Figuur 7-8: Locatie van jetty (geel) voor alternatieven Terneuzen 1A en 1B, in relatie tot de verschillende habitattypes.

De lengte van de jetty verschilt sterk tussen de locaties, waarbij de jetty bij Eemshaven 3 veel korter is dan bij alternatief Eemshaven 1B en Terneuzen. Het totale ruimtebeslag hangt dus af van de locatie en het aantal buispalen dat nodig is om de jetty te bouwen.

Net als voor de installatie van de koelwaterinfrastructuur is de habitatverstoring verwaarloosbaar klein ten opzichte van de totale oppervlaktes in de Natura 2000 gebieden. Desalniettemin geldt dat voor de verstoorde habitattypes verbeterdoelstellingen (Waddenzee) en uitbreidingsdoelstellingen (Westerschelde) van kracht zijn, en elke mogelijke bijkomende aantasting ongewenst is. Vooral de huidige opties voor de jetties in Terneuzen zijn niet optimaal ingepland en gelegen nabij kwetsbaar gebied (de slikken in het oranje gebied vormen een foerageerplaats voor wadvogels) en met verstoring van verschillende habitattypes. De precieze locatie van de jetty moet in een volgende fase nog gedetailleerd worden, rekening houdend met de optimalisatiebespreking in hoofdstuk 5.1.1.1 om habitatverstoring te minimaliseren. Voor Terneuzen is de aanleg van de jetty in het oosten van de zoekgebieden aangewezen.

Er kan besloten worden dat het ruimtebeslag het minste effect zal veroorzaken in Eemshaven 3 gezien de beperkte omvang en de afwezigheid van uitbreidingsdoelstellingen voor de aanwezige habitattypes. In Terneuzen worden meerdere habitattypes met uitbreidingsdoelstellingen verstoord en is de lengte van de jetty ook ca. 3 keer zo lang. Mits een optimalisatie van de inplanting van de jetty in Terneuzen, wordt het ruimtebeslag voor alle alternatieven echter als aanvaardbaar beschouwd.

Na de verwijdering van de jetties kan de bodem zichzelf herstellen.

A.2.3 Wijziging van de hydrologie van oppervlaktewater

Het plaatsen van de buispalen kan lokaal de hydrologie van het waterlichaam beïnvloeden. Eerdere studies in de Westerschelde (IMDC, 2023) tonen echter aan dat wachtsteigers geen betekenisvolle effecten hadden op de hydrologie. Gezien de beperkte omvang van de jetty ten opzichte van het totale waterlichaam, kan aangenomen worden dat dit ook het geval is voor de jetty in Eemshaven en Terneuzen. Een optimalisatie van de oriëntatie en het design van de jetty is echter aangewezen om effecten verder te beperken.

Dit effect stopt na het verwijderen van de jetties.

A.2.4 Geluidsverstoring

De hoogste geluidsniveaus die geproduceerd zullen worden tijdens de constructiefase zullen afkomstig zijn van het heien van de buispalen. Het heien met slaghamer kan gebeuren door middel van een diesel of hydraulische hei-installatie. De werking van dergelijke machines is zeer luidruchtig. Het brongeluid dat onder water wordt waargenomen tijdens het heien is sterk afhankelijk van de diameter en de lengte van de paal, maar ook van de lokale geologie en bathymetrie. Waar de eerste twee factoren de hoeveelheid energie bepalen die nodig is om de paal in de bodem te heien, bepalen de laatste twee factoren de efficiëntie waarmee het geluid verspreid wordt.

De diameter van de buispalen zijn momenteel nog niet gekend, al kan worden aangenomen dat ze minder dan 1 m zullen bedragen. Geluidsmetingen tijdens de aanleg van windparken en havens heeft aangetoond dat bij een paaldiameter van 1 m, het geluidsniveau SELss op 750 m ca. 160 db re 1 μ Pa bedroeg zonder gebruik van mitigerende maatregelen (Rumes and Degraer, 2022; Arcadis Belgium, 2023). Daarbij staat 'SELss' voor het ongewogen breedband geluidsblootstellingsniveau (sound exposure level), zoals gemeten op 750 m afstand van de heipaal volgens ISO 18406. In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC 4.0), zie (Heinis *et al.*, 2021) is beschreven hoe het toepassen van een geluidnorm voor het heien van turbinefunderingspalen bijdraagt aan het reduceren van effecten op zeezoogdieren. In het KEC 4.0 is in eerste instantie een geluidsnorm van 160 dB re 1 μ Pa_{2 s} SELss (op 750 meter van de heilocatie) gehanteerd. Dit niveau mag in principe bij geen enkele klap op de heipaal overschreden worden. Er kan aangenomen worden dat het heien van buispalen van minder dan 1 m diameter zal voldoen aan deze norm. Het is echter bij het produceren van heigeluiden steeds aangewezen om gepaste maatregelen te nemen de geluidsniveaus te dempen en/of de effecten op het onderwaterleven te minimaliseren. Deze maatregelen worden verder in een volgende fase verder onderzocht.

Impulsonderwatergeluid kan een invloed hebben op vissoorten die voorkomen in de omgeving van het projectgebied. Vissen worden onderverdeeld in gehoorspecialisten (uitgerust met een verbinding naar de zwemblaas) en gehoorgeneralisten (zonder verbinding). Over het algemeen geldt dat hoorspecialisten gevoelig zijn voor geluiden tussen de 50 en 2000 Hz en dat hoorgeneralisten gevoelig zijn voor geluiden tussen de 50 en 500 Hz (Huddleston, 2010; Popper and Hawkins, 2019). Volgende mogelijk effecten kunnen vissen ondervinden van impuls geluid (Backer *et al.*, 2017; Popper and Hawkins, 2019; van der Knaap *et al.*, 2022):

- Fysieke- en fysiologische effecten: schade aan de zwemblaas, luchtbellens in de bloedbaan, bewusteloosheid, gehoorverlies (tijdelijk (TTS – temporary threshold shift of permanent PTS – permanent threshold shift), schade aan inwendige organen, stress en mortaliteit.
- Gedragseffecten: vermijden van habitat, belemmering bij migratie, afname van communicatie met impact op informatie over prooien, voortplanting en predatoren.

- Schade aan eieren en larven en mogelijke mortaliteit.

Van de beschermde vissoorten die kunnen voorkomen in de gebieden hebben steur, elft en fint een zwemblaas, waardoor ze extra gevoelig zijn aan impulsgeluid. Hoewel prikken geen zwemblaas bezitten, zijn ze nog steeds gevoelig voor verstoring en kan de installatie hun migratiegedrag beïnvloeden. Trekvissen zullen in het algemeen het gebied binnen de verstoringafstand mijden gedurende de uitvoering van de geplande activiteiten, maar juvenielen of larven kunnen door hun beperkt zwemvermogen het gebied mogelijk niet vermijden.

Naast vissen kunnen ook zeezoogdieren zoals zeehonden en bruinvissen schade en verstoring ondervinden door heiwerkzaamheden. Zeezoogdieren kennen echter een grote natuurlijke mobiliteit en zullen het gebied waarschijnlijk verlaten tijdens de uitvoering van de werkzaamheden.

Omdat heiverteactiviteiten mogelijk fysieke schade berokkend aan vissen en zeezoogdieren en leidt tot gedragsveranderingen, is het aangewezen volgende mitigerende maatregelen te nemen om mariene fauna maximaal te beschermen tegen impulsgeluiden:

- Vermijden van migratieperiodes van trekvissen en rui- en zoogperiode van zeehonden (zie sectie 5.5)
- Luidruchtige werkzaamheden maximaal groeperen en beperken in werkingsduur, om het aantal keren dat mariene fauna worden verdreven maximaal te beperken.
- Bij het opstarten van heiwerkzaamheden is het gebruik van een zachte start, waarbij wordt begonnen met een laag vermogen dat steeds verder wordt opgevoerd, aangewezen om de aanwezige vissen en zeezoogdieren de kans te geven om zich te verwijderen uit het gebied voordat schadelijke geluidsniveaus hen plots (onaangekondigd) bereiken (soft start procedure).
- Daarnaast kunnen voorafgaand aan de start van de werkzaamheden afschrikmiddelen zoals pingers (acoustic deterrent device ADD) worden gebruikt.
- Trillingsarme technieken (vb. een geluidsgedempt heiblok bij het heien van palen) waarbij het bovenwatergeluid maximaal gedempt wordt, heeft mogelijk ook positieve effecten op het geproduceerde onderwatergeluid.
- Voor aanvang van de heiwerkzaamheden kunnen controles (visuele en/of 'Porpoise detectors') worden uitgevoerd op de aanwezigheid van zeezoogdieren.
- Tijdens de werkzaamheden dienen deze onderbroken te worden wanneer een zeezoogdier in de onmiddellijke omgeving wordt waargenomen.

De geluidshinder door heien betreft een tijdelijk effect van enkele dagen tot weken. Mits het nemen van de nodige voorzorgsmaatregelen om de aanwezigheid van trekvissen en zeezoogdieren zo veel mogelijk te beperken, wordt het effect van verstoring van zeezoogdieren en beschermde vissen als aanvaardbaar beschouwd voor zowel de locatiealternatieven in Eemshaven als Terneuzen.

Tijdens het verwijderen van de jetties zal opnieuw geluidsverstoring ontstaan.

A.2.5 Algemene verstoring

Tijdens de uitvoering van het project wordt een tijdelijke toename van de aanwezigheid en beweging van schepen (die de aanlegwerkzaamheden uitvoeren) verwacht. Vanwege de reeds dynamische havenomgeving, wordt het effect als beperkt beschouwd.

Er moet echter rekening gehouden worden met de nabijheid van droog liggende zandplaten in de buurt van de jetty, die van groot belang zijn voor rustende zeehonden. Deze platen zijn voornamelijk te vinden in de buurt van Terneuzen (domein Hooge Platen) en ten oosten van de Eemshaven 3 (gebied Hond en Paap). De aanwezigheid van niet natuurlijke elementen zullen voor meer verstoring zorgen in deze gebieden dan andere. Vooral bij Eemshaven 3 bevinden de rustplaatsen zich dicht bij de jettylocatie. Hoewel zeehonden in het algemeen snel wennen aan antropogene verstoring en de percentages aanwezige zeehonden laag is ten opzichte van de hele Waddenzee populatie (1-10%), kan de continue verstoring door schepen de kwaliteit van het rustgebied aantasten. Doordat de afstand tussen de jetty en de platen meer dan 1.200 m bedraagt, wordt het effect echter als aanvaardbaar beschouwd.

Conclusie

De bouw van een jetty zal zorgen voor bijkomende milieueffecten bovenop de installatie van de strekdammen en koelwaterinfrastructuur. Net als voor de strekdammen geldt dat hoe kleiner de omvang van de jetty is, hoe kleiner de milieupact. Vooral het heien van paalbuizen kan leiden tot een significante verstoring van zeezoogdieren en beschermde vissen, die echter kunnen gemitigeerd worden door het nemen van de gepaste beschermmaatregelen waardoor de effecten als aanvaardbaar worden beschouwd. Ook andere mogelijk effecten worden als aanvaardbaar beschouwd voor alle alternatieven, op voorwaarde dat voor Terneuzen de inplanting wordt geoptimaliseerd door de jetty in het oosten van het zoekgebied te installeren.