



RWS INFORMATIE

Overzicht activiteiten en berekening hydrografische verstoring.

achtergronddocumentatie ten behoeve van Mariene Strategie deel 1 met betrekking tot D7 (hydrografische verstoringen)

Datum	17 mei 2024
Versie	3
Status	Definitief

Colofon

Uitgegeven door Rijkswaterstaat Zee & Delta
Auteur WM van Dijk
Informatie WM van Dijk
Telefoon
Mobiel
E-mail wout.van.dijk@rws.nl

Datum 17 mei 2024
Versie 3.0
Status DEFINITIEF

Versiebeheer

1.0	WM van Dijk	Eerste concept
1.1	S. Wijnhoven	Eerste review ronde
2.0	WM van Dijk	Tweede concept
2.1	JC Schilder	Tweede review ronde
3.0	WM van Dijk	Definitief

Inhoud

Inleiding 4

1 Hydrografische eigenschappen Nederlandse Noordzee 5

- 1.1. Waterstanden en getij 6
- 1.2. Stroming 7
- 1.3. Wind en golven 8
- 1.4. Temperatuur 8
- 1.5. Saliniteit 11
- 1.6. Troebelheid 12
- 1.7. Sediment transport en organische stof 12
- 1.8. Zeebodem diepte, morfologie en bodemsamenstelling 13
- 1.9. Samenvattend 17

2 Overzicht menselijke activiteiten 19

- 2.1. Fysische reconstructie van de kustlijn en zeebodem 19
 - 2.1.1. Vaargeul aanleg en onderhoud 19
 - 2.1.2. Kustsuppleties 19
 - 2.1.3. (Verdiepte) loswallen 20
- 2.2. Bouwwerken en constructies 20
 - 2.2.1. Platforms op zee 21
 - 2.2.2. Kabels 21
 - 2.2.3. Leidingen 21
- 2.3. Extractie van niet-levende hulpbronnen 21
 - 2.3.1. Zandwinning 22
- 2.4. Extractie van energie 22
 - 2.4.1. Windturbines en windparken 22
- 2.5. Extractie en teelt van levende hulpbronnen 23
- 2.6. Infrastructuur 23
- 2.7. Samenvattend 23

3 Voetafdruk bepaling per activiteitsoort 25

- 3.1. Vaargeul 25
- 3.2. Verdiepte loswallen 25
- 3.3. Platforms 25
- 3.4. Leidingen 26
- 3.5. (Middel)diepe zandwinputten 27
- 3.6. Windparken 27
 - 3.6.1. Windturbines 27
 - 3.6.2. Windparken (Modelstudie Deltares) 28
- 3.7. Samenvattend 32

4 Synthese van de permanente wijzigingen van de hydrografische eigenschappen 33

- 4.1. Overzicht van permanente wijzigingen 33
- 4.2. Kennishiaten en ontwikkelingen 34

5 Conclusies 36

6 Bibliografie 37

Inleiding

Iedere 6 jaar wordt in de Mariene Strategie deel 1 (beoordeling in kader van Kaderrichtlijn Marien; KRM) de status van de Nederlandse Noordzee beoordeeld. De beoordeling wordt gedaan aan de hand van verschillende descriptorren. Eén van de descriptorren (D7) betreft de hydrografische eigenschappen en of deze door menselijke activiteiten permanent gewijzigd zijn. In de Mariene Strategie deel 1 rapportages van 2012 en 2018 is er geen invulling gegeven aan D7 'permanente wijzigingen in de hydrografische eigenschappen'. Voor de beoordeling van 2024 is er een eerste invulling gegeven aan deze descriptor door de invloed van verschillende activiteiten mee te nemen. Deze rapportage dient als achtergrondinformatie met betrekking tot de beoordeling van D7.

De volgende punten worden in deze rapportage behandeld:

- Een overzicht van de belangrijkste hydrografische condities voor met name de Nederlandse Noordzee.
- Een overzicht van menselijke activiteiten die meegenomen zijn in de beoordeling.
- De gekozen voetafdruk en het oppervlak behorende bij bepaalde activiteiten.
- De beoordeling van de hydrografische eigenschappen die permanent gewijzigd zijn door menselijke activiteiten.

De resultaten worden direct gebruikt voor de beoordeling van D7C1 'Permanente wijzigingen hydrografische eigenschappen' en worden in overweging genomen onder D7C2 'Aangetaste habitattypen door hydrografische wijzigingen' waar echter ook tijdelijke verstoring in overweging wordt genomen en de gevoeligheid van het habitatype de impact bepaald (Wijnhoven, 2023).

1 Hydrografische eigenschappen Nederlandse Noordzee

Descriptor 7 gaat over wijzigingen in hydrografische eigenschappen waarbij D7C1 inzicht geeft in de permanente hydrografische wijzigingen en D7C2 in de mate waarin habitattypen onder invloed van hydrografische wijzigingen worden aangetast. Deze (achtergrond)rapportage beschrijft de ruimtelijke omvang van permanente wijzigingen van hydrografische omstandigheden, waarvan de resultaten direct worden gerapporteerd onder D7C1. De focus ligt daarbij op de zeebodem, omdat criterium D7C1 dient als input voor criteria D7C2 en D6C5 (toestand van gemeenschappen in benthische habitats). Die criteria gaan over effecten van respectievelijk hydrografische veranderingen en het geheel aan verstoringen (waaronder hydrografische veranderingen) op de benthische habitats en bodemdiergemeenschappen in het bijzonder. Veranderingen die plaatsvinden in de waterkolom (en daarbij wellicht een grotere oppervlakte bestrijken) zijn in D7C1 op het moment niet meegenomen.

Onder hydrografische eigenschappen worden waterstanden en getij, stromingscondities, wind en golven, temperatuur en saliniteit, troebelheid, sedimenttransport en bodemligging verstaan (zie Tabel 1). Stratificatie treedt op als door verschil in temperatuur (thermocline), zoutgehalte (halocline), zuurstof (chemocline), en/of dichtheid (pycnocline), waterlagen ontstaan die nog maar beperkt met elkaar mixen. Door menselijke activiteiten kunnen één of meer van deze eigenschappen tijdelijk of permanent wijzigen. Volgens de Artikel 8 richtlijn met betrekking tot D6 (Benthische habitatkwaliteit en integriteit zeebodem; (Raicevich & Korpinen, 2022)) als uitwerking van Commissiebesluit 2017/848/EU, zijn veranderingen van habitatype als permanent te beschouwen als ze (naar verwachting) twee verslagcycli (12 jaar) of langer duren. Hoewel er in de genoemde richtlijn hoofdzakelijk wordt verwezen naar fysiek verlies van de zeebodem op het niveau van brede habitattypen, betreft het in principe verlies onder invloed van iedere verstoring. Voor D7 'hydrografische eigenschappen' wordt hier van hetzelfde uitgangspunt uitgegaan. Zo worden offshore platforms en windparken (windturbines) als permanente wijziging beschouwd, aangezien deze langer dan 12 jaar blijven staan en hun omgeving beïnvloeden.

Tabel 1 Hydrografische elementen waarin wijzigingen onder invloed van menselijke activiteiten kunnen optreden

Hydrografische elementen	beschrijving
<i>Waterstanden en getij</i>	Veranderingen in getij-amplitude en fase
<i>Stroming</i>	Veranderingen in stromingsrichting en sterkte
<i>Wind en golven</i>	Veranderingen in golfregiem en verplaatsing
<i>Temperatuur</i>	Veranderingen in temperatuur en stratificatie
<i>Saliniteit</i>	Veranderingen in saliniteit en stratificatie
<i>Troebelheid</i>	Toegevoegde slibconcentraties en verspreiding
<i>Sediment transport</i>	Toename/afname in sedimenttransport en veranderingen in morfologie
<i>Zeebodem</i>	Veranderingen in diepte en sedimentsamenstelling

Als referentiejaar voor D7 wordt 2012 aangehouden. Onomkeerbare werken van nationaal belang die voor 2012 zijn aangelegd worden niet beschouwd als wijziging. Dit betreft de Deltawerken en Maasvlakten 1 en 2. In de initiële beoordeling (2012) is aangegeven dat de teruggang in de kwaliteit het bodemecosysteem en van het

voorkomen van diadrome vissoorten in de kustzone voor een deel valt te verklaren door permanente hydrografische effecten van de Deltawerken en van Maasvlakten 1 en 2. Deze werken zijn van nationaal belang en worden als onomkeerbaar beschouwd. In 2012 is daarom geconcludeerd dat er sprake is van een nieuwe referentie voor de goede milieutoestand.

De volgende secties geven een indicatie van wat kenmerkend is voor de Nederlandse Noordzee, in het kader van waterstanden en getij, stroming, wind en golven, temperatuur, saliniteit, troebelheid, sedimenttransport en de zeebodem. Hierbij wordt uitgegaan van de algemene situatie en de belangrijkste processen die hierbij een rol spelen en wordt niet zozeer gekeken naar details of naar een eventuele referentiesituatie.

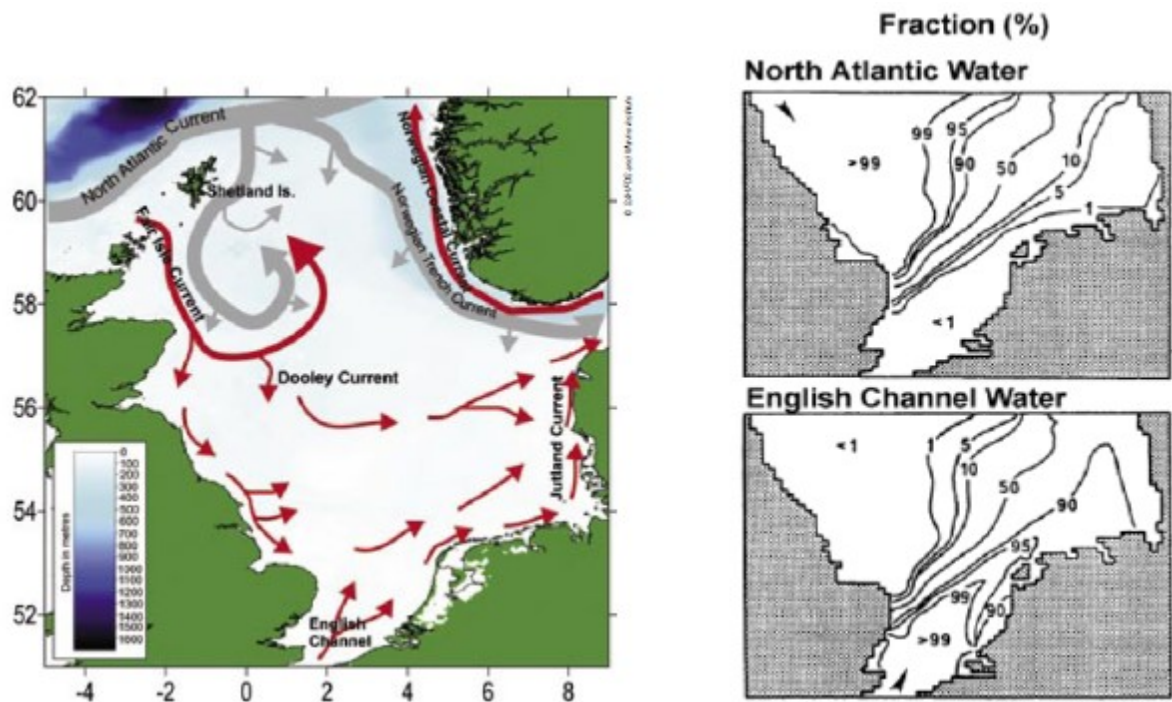
1.1. Waterstanden en getij

De Noordzee vertoont een tweedaags getijpatroon, waarbij er tweemaal per dag sprake is van hoogwater en laagwater. Een volledige cyclus van getijden duurt 12 uur en 25 minuten. Deze getijdenbeweging in de Noordzee wordt veroorzaakt door met name twee getijgolven, die als volgt tot stand komen:

1. Vanuit het zuiden, via het Nauw van Calais, vanuit de Atlantische Oceaan.
2. Vanuit het noorden, om Schotland heen, eveneens vanuit de Atlantische Oceaan.

Het getij is niet uniform in alle gebieden en vertoont verschillen die tijdens doottij en springtij het duidelijkst zijn. Springtij veroorzaakt extra hoge en lage waterstanden, terwijl het verschil in waterstand het minst groot is tijdens doottij. Daarnaast hebben factoren zoals de waterdiepte en de vorm van de kustlijn invloed op de voorplanting van het getij. Bovendien wordt de daadwerkelijke waterstand beïnvloed door weersomstandigheden, zoals luchtdruk en wind. De richting en lengte ("fetch") van de wind, de duur van blootstelling en de diepte van het water, bepalen de mate van waterstandverhoging onder invloed van de wind. Op de Nederlandse Noordzee is de algemene richting van de gemiddelde windvector zuidwestelijk. Afwijkingen in luchtdruk van het gemiddelde, beïnvloeden ook de waterstand. Lage luchtdruk leidt tot verhoging van het zeeoppervlak, terwijl hoge luchtdruk tot verlaging leidt.

Hoewel menselijke activiteiten over het algemeen geen invloed hebben op de overkoepelende processen die de waterstanden bepalen, kunnen ze wel regionaal en lokaal effect hebben op de rol van de windvectorcomponent in het beïnvloeden van de waterstanden.



Figuur 1 (links) Residuele stroming in de Noordzee en (rechts) Instromend water, fractie (%) is het gedeelte van de watermassa afkomstig vanuit de Atlantische Ocean (boven) of het kanaal (onder) (Reid, Taylor, & Stevens, 1989). Uit (Van Hal, Bos, & Jak, 2011).

1.2. Stroming

Een van de belangrijke kenmerken van de Nederlandse Noordzee die de temperatuur en zoutgehalte beïnvloeden, is de oorsprong en bestemming van het water en de verdeling door de stroming. De stroming in de Noordzee volgt grotendeels een tegen-de-klok-in-patroon, als gevolg van getijstromen. Hierdoor stroomt water van zuid naar noord langs de Nederlandse kust (zie Figuur 1). De stroming langs de Nederlandse kust wordt beïnvloed door instroming vanuit het Kanaal, hoewel dit slechts ongeveer 10% van de totale instroming in de Noordzee betreft. Vanuit het noorden stroomt een grotere hoeveelheid Atlantisch water rond de Shetland-eilanden via de 'Norwegian Trench' de Noordzee in (Figuur 1). Dit binnenkomende water verschilt in temperatuur en zoutgehalte van het al aanwezige water, wat leidt tot de vorming van fronten op locaties waar deze watermassa's samenkomen. In de Nederlandse Noordzee bevindt zich een bekend front genaamd het "Friese Front", dat Atlantisch Oceaanwater scheidt van water dat via het Kanaal de Noordzee instroomt.

De overgrote meerderheid van het water verlaat uiteindelijk het Noordzeegebied via het Skagerrak en stroomt langs de kust van Noorwegen naar het noorden. Het water in de Noordzee wordt gemiddeld elke drie tot vijf jaar volledig ververs, wat resulteert in een beperkt "geheugen" voor langdurige veranderingen. Zoutgehalte-afwijkingen (zogenaamde zoutanomalieën) duren meestal niet langer dan ongeveer drie jaar voordat ze uit de Noordzee verdwijnen (Lenhart, Radach, Backhaus, & Pohlmann, 1995).

De stroming in de Noordzee wordt grotendeels beïnvloed door windpatronen. Veranderingen in de wind kunnen het algemene stromingspatroon tijdelijk wijzigen of opsplitsen in twee afzonderlijke stromen voor het noorden en zuiden. Soms kan

de stroming zelfs volledig tot stilstand komen (Kauker & Von Storch, 2000). Naast de instroom van oceaankwater heeft de aanvoer van zoetwater via rivieren, met name op lokaal niveau, invloed op de stroming. De Oostzee is de belangrijkste bron van brak water, met een gemiddelde aanvoer van 1.276 km³ per jaar. De belangrijkste bronnen van zoetwater zijn de rivieren langs de Noordzeekust, die gemiddeld 370 km³ per jaar aanvoeren (Lenhart, Radach, Backhaus, & Pohlmann, 1995), evenals neerslag, die ongeveer 460 km³ per jaar bedraagt. Een aanzienlijk deel van het Noordzeewater verdampt ook. In totaal bedraagt de jaarlijkse aanvoer van zoetwater ongeveer 3% van het totale volume van de Noordzee, maar dit kan lokaal belangrijk zijn voor stroming en stratificatie. Daarnaast zorgt de aanvoer uit de rivieren voor bijvoorbeeld nutriënten, zwerfval en andere vervuulende stoffen.

Voornamelijk de in- en uitstromen van de Atlantische Oceaan zorgen voor veranderingen in de Noordzee, zowel op lokale als op regionale schaal. Het effect van veranderingen hangt af van het seizoen waarin ze plaatsvinden (of het feit of binnenkomend water op dat moment warmer of kouder is dan het reeds aanwezige water in de Noordzee) en van de omvang van de verandering. Over het algemeen hebben menselijke activiteiten weinig impact op de oceaan stroming, maar deze activiteiten kunnen wel lokale en gedeeltelijk regionale veranderingen teweegbrengen. Zo heeft de mens een sterke invloed op de afvoer/debiet die afkomt vanuit de rivieren naar de Noordzee.

1.3. Wind en golven

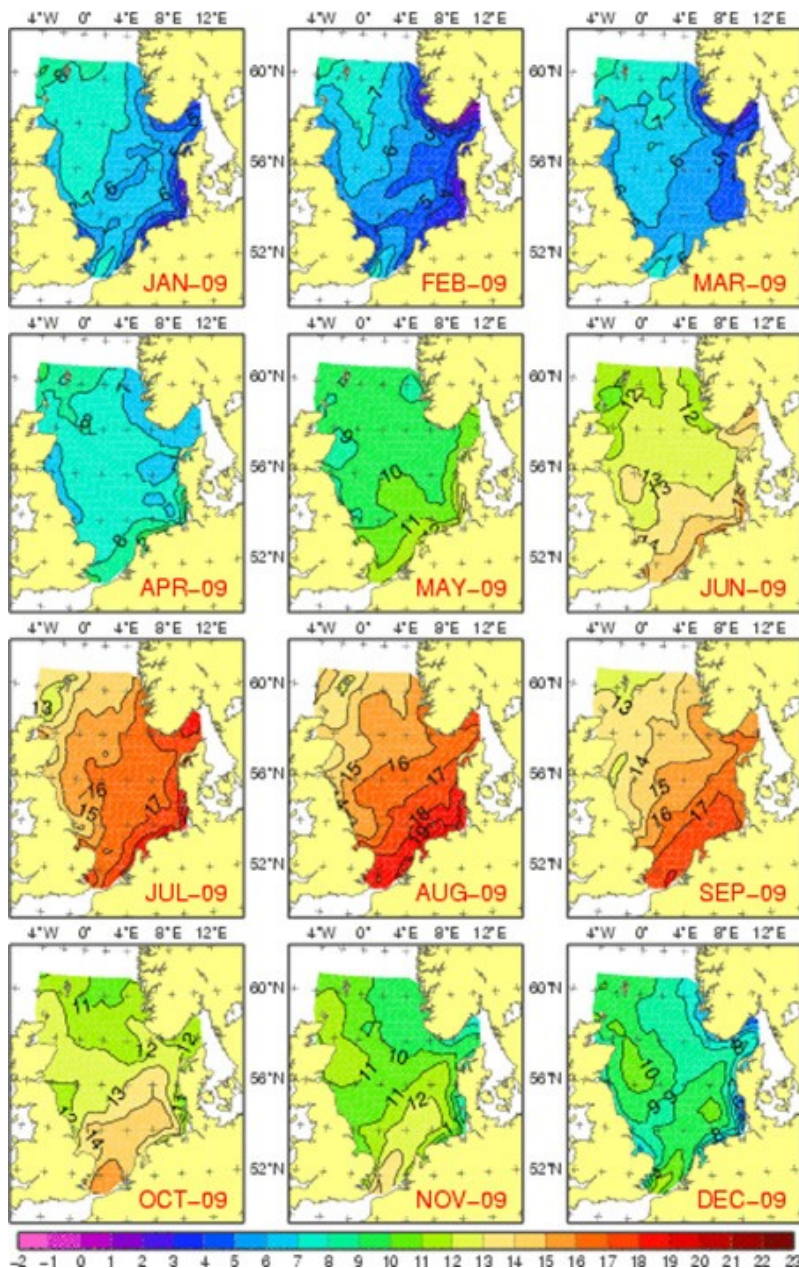
Wind ontstaat door verschillen in luchtdruk in de atmosfeer en is daardoor verbonden met indicatoren die deze atmosferische drukverschillen weergeven, zoals de 'North Atlantic Oscillation' (NAO). Plaatselijke wind kan aanzienlijk variabel zijn en in korte tijd van richting en kracht veranderen. Er zijn duidelijke dagelijkse en seizoensgebonden patronen in windrichting en sterkte, maar over het algemeen blijven deze erg veranderlijk. In recente jaren is er op de Nederlandse Noordzee een stijging waargenomen in het aantal dagen waarop wind uit het (zuid)westen komt, die warmere landtemperaturen met zich meebrengt (KNMI-website). Bovendien is er een afname in het aantal stormen waargenomen gedurende de periode 1962-2002 (Smits, Klein Tank, & Können, 2005). Wat betreft windsterkten, zijn er geen duidelijke patronen. Zelfs twee relatief nabijgelegen meetstations (De Bilt en IJmuiden) vertonen tegengestelde trends in windsnelheid.

Op het zeeoppervlak komen diverse soorten golven voor, variërend van kleine rimpelingen van minder dan een seconde tot getijgolven met een duur van 12,5 uur. Onder kalme omstandigheden bereiken de golven voor de Nederlandse kust hoogtes van maximaal 1 meter. Bij stormachtig weer rollen de golven met aanzienlijke kracht naar de kust; op open zee kunnen golven soms zelfs 10 meter hoog worden. Menselijke activiteiten hebben beperkte invloed op de getij-gedreven golven. Wind-gedreven golven kunnen echter wel lokaal worden beïnvloed, wat leidt tot veranderingen in waterstanden ten opzichte van situaties zonder menselijke interventie. Bijvoorbeeld havens en golfbrekers bij de kust, maar ook platforms en windparken op zee. Dit heeft vervolgens gevolgen voor het golfpatroon, de hoogte en de frequentie van de golven die zich ontwikkelen op de Nederlandse Noordzee. Daarnaast kan drijvend afval de golfenergie dempen, al is dit ook sterk afhankelijk van de spreiding van het afval op zee.

1.4. Temperatuur

De temperatuur van de Noordzee varieert en ondergaat seizoensgebonden veranderingen. Gedurende het jaar is de temperatuur niet uniform. De kustgebieden kennen in de zomer de hoogste temperaturen, terwijl ze in de winter maanden juist

kouder zijn dan de diepere wateren, als gevolg van aanzienlijke afkoeling (zie Figuur 2). Verschillende factoren spelen een rol bij het reguleren van de Noordzeetemperatuur. Lokale effecten zoals zonnewarmte en warmte-uitwisseling met de atmosfeer spelen hierbij een rol (ICES, The annual ICES Ocean Climate

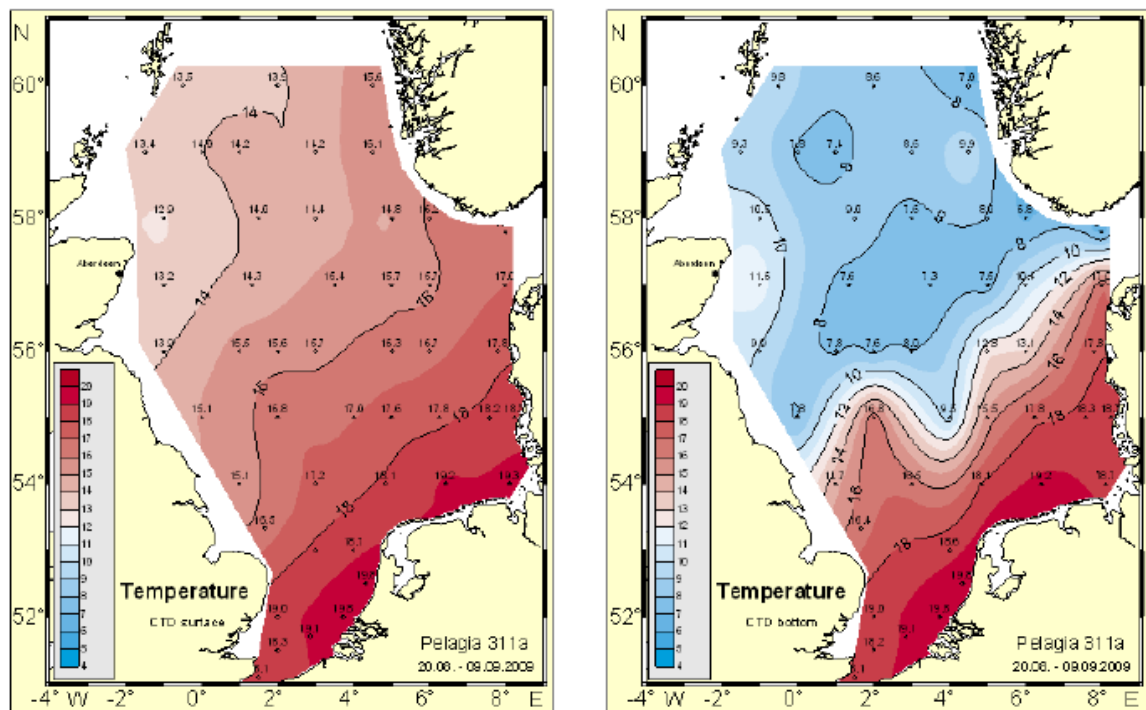


Figuur 2 (links) Maandelijkse oppervlaktetemperatuur van de Noordzee (jaar 2009), temperatuur in graden Celsius (uit (Van Hal, Bos, & Jak, 2011)).

status summary 2003/2004, 2004), evenals de inkomende stroming van Atlantisch oceaانwater (Corten & Van de Kamp, 1996).

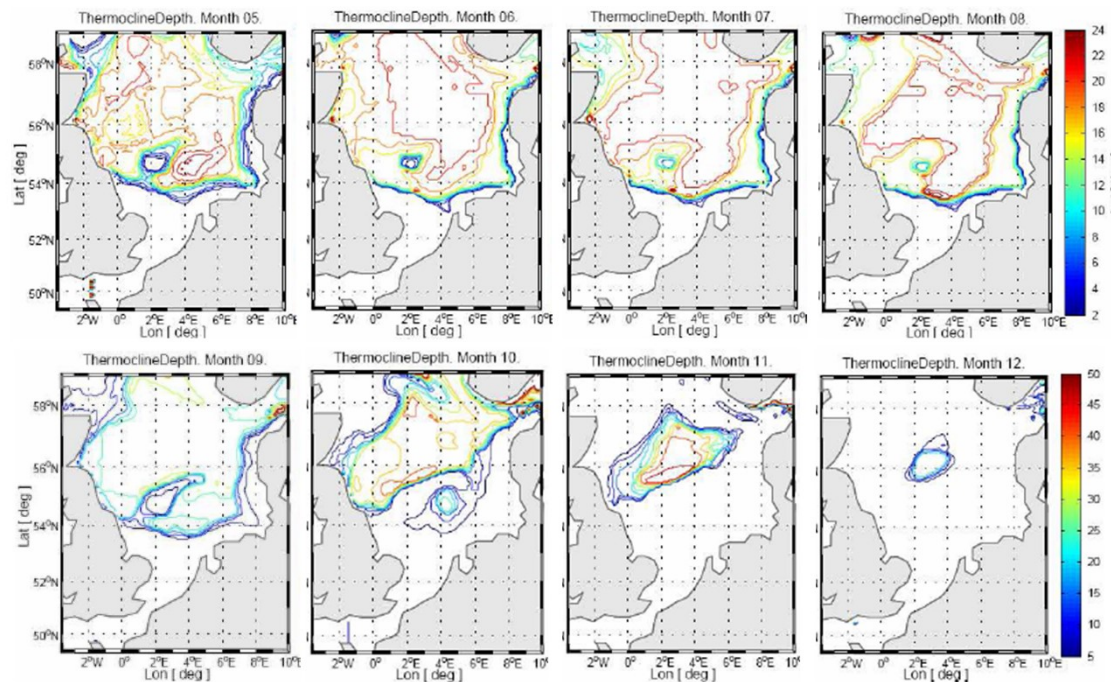
In het zuidelijke deel, waar het water goed wordt vermengd, vertoont de temperatuur aan de zeebodem weinig verschil ten opzichte van de temperatuur aan het zeeoppervlak. In contrast, in het noordelijke deel van de Noordzee, gedurende seizoensgebonden stratificatie, is er een verschil van enkele graden tussen de bodem- en oppervlaktetemperatuur (zie Figuur 3). Vanwege de instroom van

Atlantisch water in het noorden, is het opmerkelijk dat vooral in de wintermaanden het water in de noordelijkste gebieden het warmst kan zijn. Het opwarmen van het oppervlaktewater veroorzaakt een temperatuurverschil met het koudere diepere water, wat resulteert in beperkte vermenging van de gehele waterkolom en stratificatie ontstaat. Stratificatie als gevolg van temperatuurverschillen doet zich



Figuur 3 Oppervlakte (links) en bodem (rechts) temperatuur in graden Celsius voorbeeld september 2009 (ICES, Report of the Working Group on Oceanic Hydrography, 2010). Uit (Van Hal, Bos, & Jak, 2011)

elk jaar voor in de diepere noordelijke delen van de Noordzee met name in het gebied tussen het Friese Front en de Doggersbank. (zie Figuur 4). Het tijdstip waarop temperatuur stratificatie optreedt, de diepte ervan en de mate waarin deze zich naar het zuiden uitstrekt, zijn afhankelijk van de temperatuur, zoutgehalte en de wind. Een toename in oppervlaktewaterwarmte en een geringe windsnelheid bevorderen een sterkere stratificatie. Dit fenomeen beperkt zowel de warmte- als nutriëntenstroom. In de bovenste waterlagen worden nutriënten door algengroei verbruikt, maar er is geen aanvulling meer vanuit de diepere lagen. Dit leidt tot beperkte algenproductie in de zomer. Wanneer het gebied van stratificatie uitbreidt, geldt deze beperking in een groter bereik. Wijzigingen in windpatronen kunnen jaarlijkse stratificatie doen toenemen of afnemen. Stratificatie door temperatuurverschillen komt alleen voor gedurende de zomer tot het begin van de herfst. Omdat stratificatie in de herfst verdwijnt en de waterkolom in de winter weer mengt, heeft het Noordzeesysteem geen 'geheugen' voor veranderingen in stratificatie. Omgevingsomstandigheden bepalen elk jaar opnieuw de mate en diepte van stratificatie, zonder dat omstandigheden tijdens voorgaande jaren hier enige invloed op uitoefenen (Lenhart, Radach, Backhaus, & Pohlmann, 1995). Veranderingen in stratificatie zijn een indirect gevolg van klimaatverandering via temperatuur, wind en zoutgehalte. Menselijke activiteiten lijken in vergelijking met natuurlijke variabiliteit minder significante invloed te hebben, hoewel regionale veranderingen effect kunnen hebben op de uiterste omstandigheden (extremen).



Figuur 4 De vorming van de thermocline over het jaar 1997 vanaf mei gebaseerd op het model ECOSMO (Schrum, Alekseeva, & St. John, 2006). Uit (Van Hal, Bos, & Jak, 2011)

1.5. Saliniteit

Het zoutgehalte van de Noordzee wordt beïnvloed door de instroming van Atlantisch water en lokaal door de aanvoer van rivierwater, verdamping en neerslag (Corten & Van de Kamp, 1996). Over het algemeen varieert het zoutgehalte van de Noordzee tussen 34 en 35 gram per liter, maar door de toevoer van zoetwater kan dit op lokale schaal lager uitvallen. De 'region of freshwater influence' (ROFI) van de Rijn is een dynamisch gebied waar zoetwater uit het Rijnstroomgebied invloed heeft. Dit gebied strekt zich uit langs de Nederlandse kust vanaf de Europoort (Hoek van Holland) tot aan het Marsdiep (Den Helder-Texel), waarna interactie met de Waddenzee plaatsvindt, en is een van de grootste ROFI's in Europa.

In het noordelijke deel van de Noordzee, waar het zoutgehalte voornamelijk wordt beïnvloed door Atlantische instroming, is er sinds de jaren '70 een toename in zoutgehalte waargenomen. In de zuidelijke Noordzee is er geen duidelijke verandering in zoutgehalte waarneembaar (The United Kingdom Marine Climate Change Impacts Partnership - MCCIP). In data genomen rond het Marsdiep (Van Aken, 2003) is echter wel een aanzienlijke afname in zoutgehalte te zien over de jaren, wat gerelateerd is aan een verhoogde rivierafvoer. Het zoutgehalte heeft invloed op stratificatie, en veranderingen hierin kunnen gevolgen hebben voor andere processen en het gehele Noordzee-ecosysteem. Binnen de Noordzee komen onder andere haloclines voor tussen binnenkomend rivierwater en het zoutere zeewater. De vermenging van zoet en zout water verloopt traag, waardoor je op aanzienlijke afstand van de kust nog steeds duidelijk het zoete water kunt traceren. Wind kan het mengproces overigens versnellen (De Ruijter, Visser, & Bos, 1997). Veranderingen in rivierafvoer en windpatronen kunnen dus leiden tot verschuivingen in deze vorm van stratificatie. Hierbij hebben menselijke activiteiten aanzienlijke invloed op de rivierafvoer, terwijl het effect op windpatronen beperkter is. Door menselijke activiteiten kan eventueel het mengproces versnellen.

1.6. Troebelheid

De verticale afname van lichtintensiteit, ook wel bekend als vertroebeling, in de diepten van de Noordzee is een complex proces dat wordt beïnvloed door verstrooiing en absorptie door deeltjes en opgeloste stoffen in het zeewater. Het onderwaterlichtmilieu speelt een cruciale rol in de regulatie van primaire productie en voedselbeschikbaarheid, evenals de verticale distributie van visuele roofdieren (Dupont & Aksnes, 2012). Hierdoor hebben zowel natuurlijke als door de mens veroorzaakte factoren die de niveaus van zwevende deeltjes in de continentale zeeën beïnvloeden, het potentieel om aanzienlijke effecten te veroorzaken in ecologische voedselwebben.

De concentratie van zwevende deeltjes (Suspended Particulate Matter, SPM) in de hele waterkolom wordt sterk beïnvloed door een combinatie van factoren, zoals de netto opwaartse flux van sedimenten, verticale menging en turbulente diffusie (Heath, Sabatino, Serpetti, McCaig, & O'Hara Murray, 2017). Seizoensgebonden thermische stratificatie kan daarom een rol spelen bij het vormgeven van patronen van SPM in de bovenste waterlagen. Sinds het jaar 1900 is de vertroebeling in de Noordzee toegenomen, voornamelijk als gevolg van menselijke activiteiten waarbij fijn materiaal in de waterkolom is terechtgekomen (Capuzzo, Stephens, Silva, Barry, & Forster, 2015).

1.7. Sediment transport en organische stof

Sediment transport in de Nederlandse Noordzee is een complex proces dat wordt beïnvloed door een combinatie van natuurlijke en antropogene factoren. Het speelt een cruciale rol bij het vormgeven van het onderwaterlandschap en heeft invloed op kusterosie, sedimentafzetting en de vorming van habitats.

De belangrijkste factoren die sedimenttransport beïnvloeden zijn als volgt,

1. Getijdenstromingen: Deze getijdenstromingen veroorzaken een aanzienlijke verticale en horizontale verplaatsing van water en sedimenten, vooral in ondiepe kustgebieden.
2. Wind-geïnduceerde golven: Wind speelt een cruciale rol bij het genereren van golven die sedimenten kunnen opwaaien en verplaatsen. Stormen en harde wind kunnen sedimenten mengen en herverdelen, wat leidt tot erosie van sommige gebieden en sedimentafzetting in andere.
3. Rivierinvoer: Rivieren zoals de Rijn, de Maas en anderen, leveren sedimenten aan de Noordzee. Deze sedimenten kunnen de waterkwaliteit en de bodemsamenstelling beïnvloeden, vooral in de kustgebieden nabij de riviermondingen.
4. Menselijke activiteiten: Menselijke activiteiten zoals baggeren en eventueel suppleren, offshore constructie, visserij en scheepvaart hebben directe invloed op sedimenttransport. Het creëren van vaargeulen, het aanleggen van havens en andere kust-infrastructurele projecten kunnen sedimentverplaatsing en -accumulatie beïnvloeden.
5. Dynamische bodemmorfologie: De bodemmorfologie van de Noordzee, inclusief zandbanken, zandgolven en diepere geulen, beïnvloedt de beweging en afzetting van sedimenten. Deze variëteit aan bodemkenmerken draagt bij aan de complexiteit van het sedimenttransport.

Uit de analyse van de balans van de aanvoer/verlies van zwevend sediment in de Noordzee komt naar voren dat zwevend sediment voornamelijk afkomstig is uit het Engelse Kanaal en in mindere mate uit de Noord-Atlantische Oceaan (Eisma & Irion, 1988). Verder komt zwevend stof in de Noordzee terecht als gevolg van erosie

(sediment), uit riviermondingen (sediment en organisch materiaal), primaire productie (organisch materiaal) en andere bronnen. Zwevend stof wordt voornamelijk afgezet in de Noordzee, meestal in gebieden met lagere stromingssnelheden, waaronder de Waddenzee, mondingen van rivieren, het Noorse Kanaal/Skagerrak/noordelijke Kattegat en de Duitse Bocht. Naar verwachting stroomt een kleinere hoeveelheid zwevend stof de Noordzee uit.

Bodemtransport komt in mindere mate voor op de Noordzee, doordat bodemschuifspanning, sterk afhankelijk van de stroming nabij de bodem, in diepere delen niet sterk genoeg is voor het verplaatsen van sediment. Enkel gedurende stormcondities is de bodemschuifspanning sterk genoeg voor bodemtransport. Er vindt meer bodemtransport in de ondiepere kustgebieden plaats, waarbij een deel langs de kust verplaatst en een deel van het sedimenttransport naar de kust toe beweegt (Grasmeijer, et al., 2022). De grootte van het parallel aan de kust verlopende sedimenttransport varieert per kustgebied. Het netto-transport kustwaarts, wordt sterk bepaald door stormcondities, aangezien gedurende normale condities dit sedimenttransport verwaarloosbaar is (Grasmeijer, et al., 2022).

Kortom, sedimenttransport in de Noordzee wordt bepaald door een interactie van diverse natuurlijke en door de mens uitgevoerde activiteiten. Daarmee zullen door menselijke activiteiten permanente wijzigingen voorkomen in de hydrografische eigenschappen, waardoor sedimenttransport zowel toe of af zal nemen, waarbij de invloed voornamelijk in de kustgebieden, sterk is.

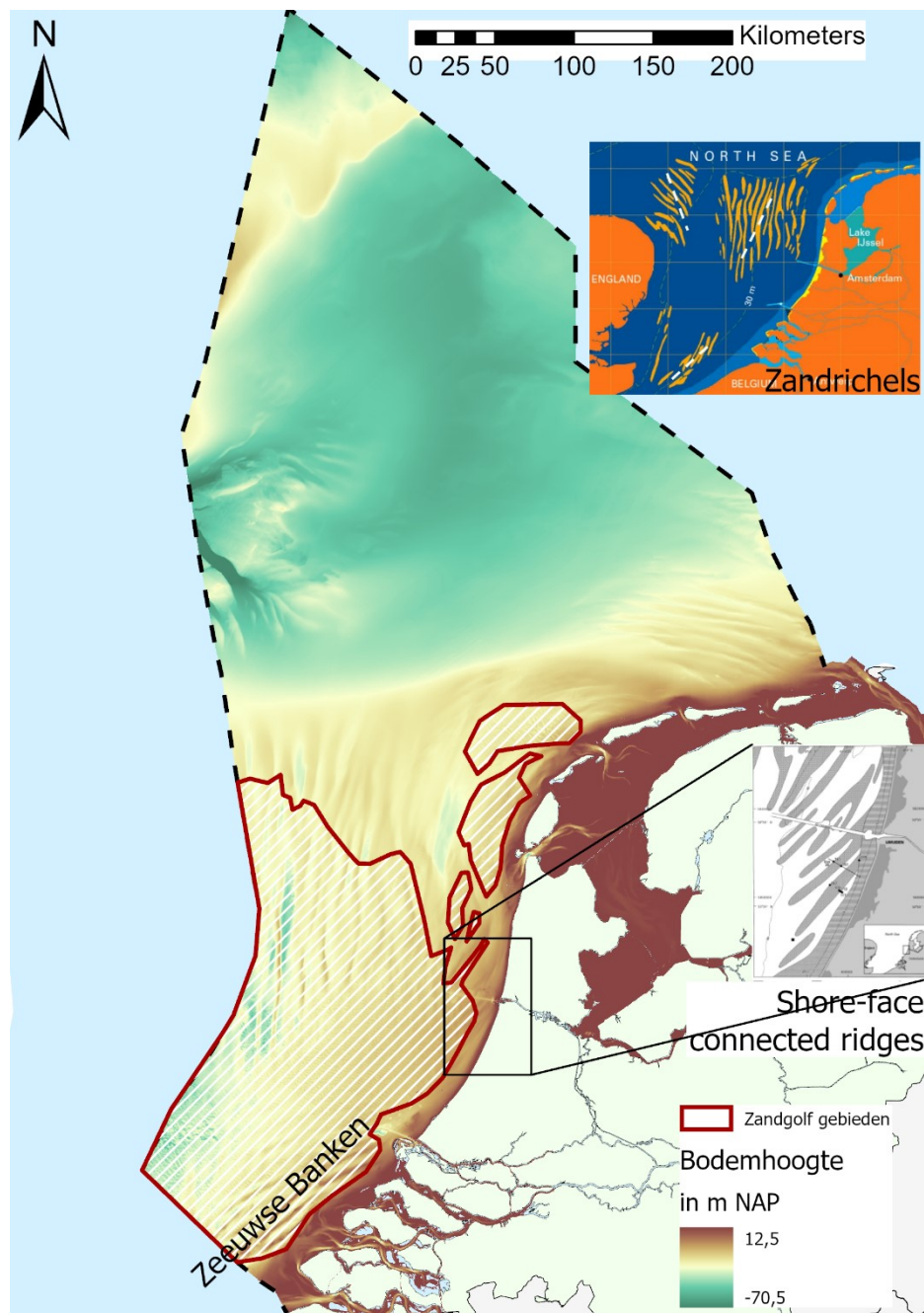
1.8. Zeebodem diepte, morfologie en bodemsamenstelling

De Nederlandse Noordzee vertoont een toenemende diepte van het zuidoosten naar het noordwesten (zie Figuur 5). Het Nederlands Continentaal Plat (NCP) is in het algemeen relatief ondiep op Noordzeeschaal. De diepere regio's van het NCP (dieper dan 30 meter) bevinden zich voornamelijk in het westen en noorden. In het westen, in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee en het verlengde van het Kanaal, ligt een diepere sectie tussen het continent en Engeland (tot wel -50 m). Richting het noorden bevinden zich de 'Oestergronden', ook diep (ongeveer 50 m), begrensd door de Doggersbank in het noordwesten, een ondieper gebied. Langs de zuidwestelijke rand van de Doggersbank bevindt zich de diepe geul, de Silver Pit, waarvan het meest oostelijke punt zich net in het NCP uitstrekt. Dit gebied herbergt het diepste punt van Nederland, met een diepte van -63 meter (Leopold & Dankers, 1997).

De ontwikkeling van de Noordzee gedurende de laatste ijstijden en de daaropvolgende zeespiegelstijging heeft een sterke invloed gehad op de bodemsamenstelling voor de huidige Noordzee. Hierbij is de verspreiding van zacht en hard substraat belangrijk. De Doggersbank, bijvoorbeeld, is de grootste zandbank in de Noordzee. De Doggersbank is ongeveer 250 kilometer lang en 64 kilometer breed. Op zijn ondiepste punt ligt de Doggerbank ongeveer 13 meter onder de zeespiegel en hij steekt ongeveer 25 meter boven de omringende omgeving uit. De bank bestaat uit fijn tot grof zand met aan de randen overgangen naar slib. Hij vormt een barrière voor de Atlantische Oceaan stroming die via het noorden de Noordzee binnenkomt. De stroming die tussen de Shetland eilanden, de Orkney eilanden en Noorwegen binnen komt wordt door de Doggersbank afgebogen richting het Skagerrak. Van oorsprong was het een zandwal die ontstaan is in de laatste IJstijd.

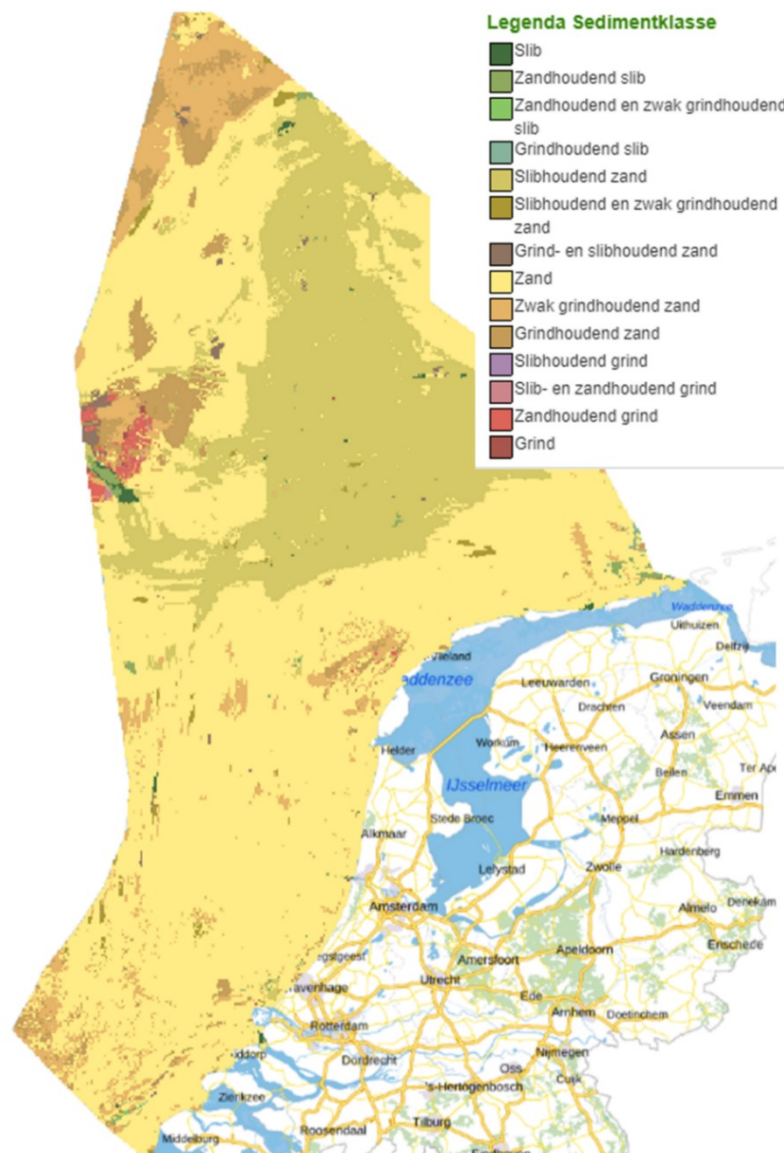
Tijdens de laatste IJstijd (het Weichselien; 116.000-11.700 jaar geleden) bereikte het Scandinavische landijs Nederland niet. Vanwege het groeien van de ijskap

daalde de zeespiegel, die destijds 100 meter lager lag dan nu het geval is. Het zuidelijke deel van het Noordzeebekken was tijdens deze laatste ijstijd niet bedekt met een ijskap en lag vanwege de zeespiegeldaling droog. Door de lage temperaturen ontstond er een steppeachtig landschap. In dit landschap stroomden rivieren die zich in de bodem van het Noordzeebekken hadden insleten. Op de bodem van de Noordzee zijn oude rivierbeddingen als grindbanken terug te vinden. De Klaverbank ten zuiden van de Doggersbank is het restant van een dergelijke rivierbedding.



Figuur 5 Zeebodembodemoogte voor het Nederlandse deel van de Noordzee (gegevens van 2019) met daarin aangegeven locatie van zandgolven (Vermaas, 2019), zandwichels (via coastalwiki.org (Van de Meene, The shoreface-connected ridges along the central Dutch coast, 1994) en shore-face connected ridges (uit (Van de Meene & Van Rijn, 2000))).

De Noordzeebodem herbergt diverse morfologische vormen, zoals uitgestrekte zandbanken (getijde ruggen/ zandrighels), zandgolfvelden, megaribbels, geulen en grind-afzettingen en tunnel-valleien gevormd tijdens de ijstijden (Nauw, de Haas, & Rehder, 2015). De zandbanken hebben typisch een golflengte van vele kilometers (tot wel 65 km) en kunnen zich bijna tot de waterkolom (40 m hoogte) uitstrekken. Evenzo zijn er uitgestrekte zandgolfvelden, waarbij de zandgolven een golvend, uniform uiterlijk aan de zeebodem geven, zandgolven zijn zo'n 15 m hoog en honderden meters lang (Huntley, et al., 1994). Zandgolven komen voornamelijk voor in de Zuidelijke Noordzee (Damen, Van Dijk, & Hulscher, 2018). Zandbanken hebben de neiging om stabiel te blijven in de tijd, terwijl zandgolven dynamischer zijn en jaarlijks met snelheden van tientallen meters kunnen migreren (Hulscher & Van Damme, 2002).



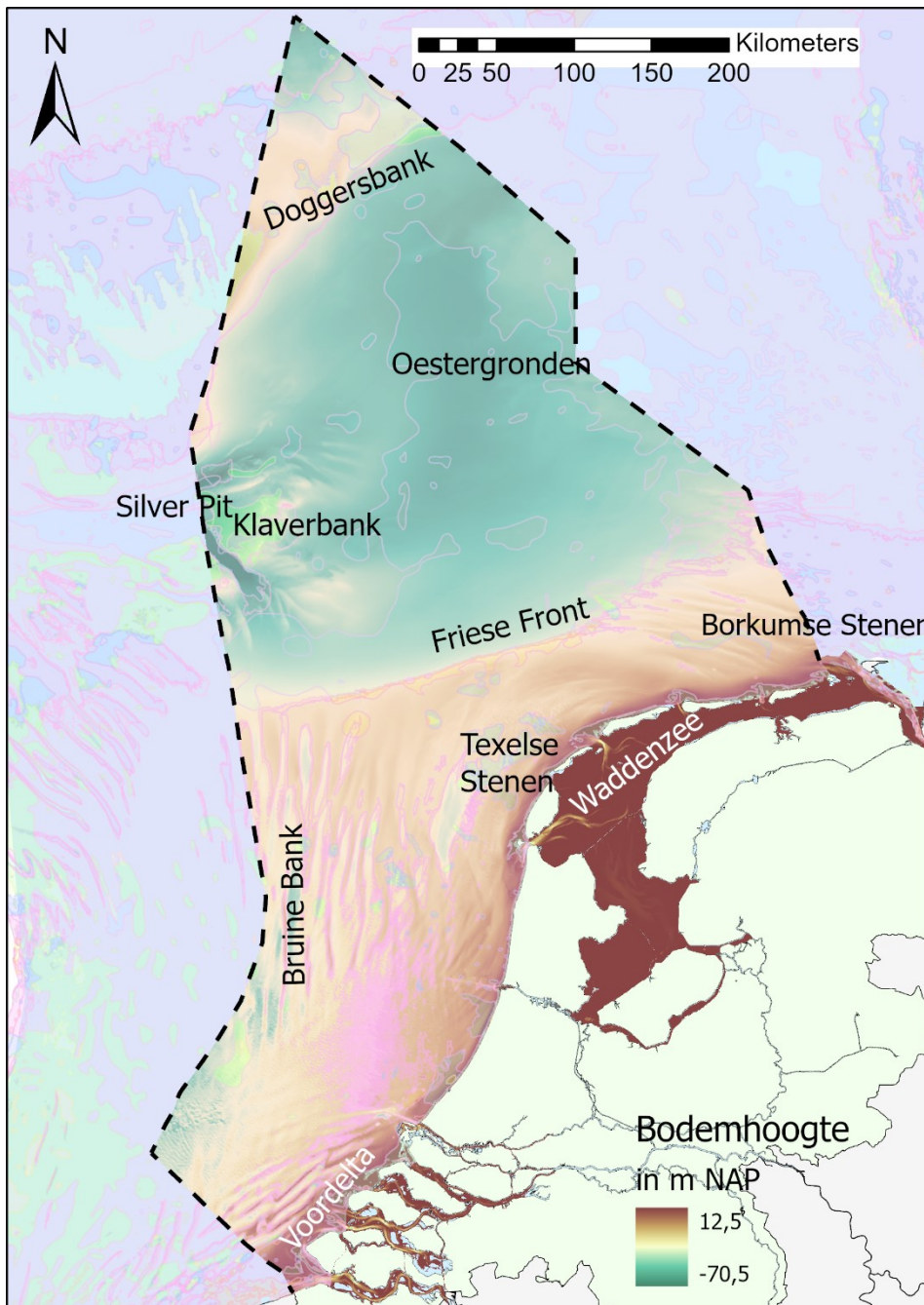
Figuur 6 Zeebodemsedimentkaart voor het Nederlandse Continentaal Plat. Schaal 1:200.000 (Dabekaussen, Stam, Bakker, & Van Heteren, 2023).

De morfologie nabij de kust kan worden opgedeeld in drie verschillende kustzones: de Zeeuwse Delta (Voordelta), de Hollandse Kust en de kust voor de Wadden. De Zeeuwse Delta kenmerkt zich door meerdere mondingen en onderwaterdelta's, waarbij vooral de Westerschelde nog direct verbonden is met de Noordzee. De Hollandse Kust heeft een geleidelijke helling van de diepe Noordzee naar het strand. De Waddenkust heeft zeegaten die de Waddenzee met de Noordzee verbinden, waarbij eb-delta's voor de zeegaten liggen. Voor de Waddeneilanden zelf ligt een vergelijkbaar profiel als voor de Hollandse Kust.

In de zuidelijke helft van het NCP overheersen zandige bodems, terwijl de noordelijke helft overwegend een meer kleiiger of slibrijk karakter heeft (Figuur 6). Binnen de tweedeling van zuid (zand) en noord (kleiiger) zijn er verschillende bodemtypen. Op het Friese Front bestaat de bodem uit slibrijk materiaal, terwijl de 'Bruine Bank' een lange kleirichel op de zeebodem is. Het diepste punt, de 'Silver Pit', en de Oestergronden hebben slibrijke bodems rondom de zandige Doggersbank (Leopold & Dankers, 1997).

In het zuidelijke deel vormen grote zandbanken en zandrichels opvallende bodemstructuren (Van Dijk & Kleinhans, 2005). Voor de kust van Zeeland bevinden zich kilometerslange zandrichels, waaronder de Zeeuwse, Hinder- en Vlaamse Banken, die zich in de richting van het getij (ZW-NO) uitstrekken. Langs de Hollandse kust, bij de Hondsbossche Zeewering, bevindt zich een ondiepte met zeer grof zand, genaamd de Pettemerpolder. Dergelijk grof sediment komt ook voor in de buitendelta's van de zeegaten naar de Waddenzee. Het meest grove sediment bevindt zich ten noordwesten van Texel en Vlieland, waar vroeger de Texelse Stenen aanwezig waren. In het gebied van de Borkumse Stenen zijn in een onderzoek uit 2008 verspreid grote keien aangetroffen. De Klaverbank is het meest bekende gebied met grof sediment.

De Klaverbank herbergt een mozaïek van grove sedimenttypen, waaronder stenen, grind en verschillende soorten zand (Laban, 2004). Plaatsen met grind (tot wel 80%) en keien worden afgewisseld met grof zand en plekken met oud schelpmateriaal. Soms komt keileem aan het oppervlak. Het grind en de stenen vinden hun oorsprong in de laatste ijstijd. Grind met korrelgroottes groter dan 30 mm is al begroeid, wat suggereert dat deze bodems weinig beweging vertonen (Jak, Bos, Witbaard, & Lindeboom, 2009).



Figuur 7 Bodemhoogtekaart met aanduiding van kenmerkende gebieden op de Nederlandse Noordzee.

Menselijke activiteiten hebben vaak directe invloed op de ligging van de zeebodem en het sediment in de bovenste laag. Deze effecten zijn vooral lokaal merkbaar en hebben in mindere mate invloed op regionale hydrografische veranderingen.

1.9.

Samenvattend

Hydrografische wijzigingen kunnen verschillende aspecten en karakteristieken van het Noordzee milieu omvatten. De meeste omgevingsvariabelen worden beïnvloed door externe factoren, zoals de verbinding via het Kanaal en de Atlantische Oceaan,

de vorm van de kustlijn, de stand van de maan en de weersomstandigheden (wind en luchtdruk). Daardoor hebben menselijke activiteiten maar een minimaal effect op de meeste omgevingsvariabelen en zijn significante effecten meestal lokaal en soms regionaal zichtbaar. Een belangrijke factor waar menselijke activiteiten invloed op heeft is op de bodemligging en deels de sedimentsamenstelling, waardoor ook wijzigingen kunnen ontstaan in sedimenttransport en de troebelheid. Wat betreft waterstand en stroming zullen wijzigingen nauwelijks significante verstoring in het onderwatermilieu opleveren. Echter, als veranderingen doorwerken in de stratificatie door saliniteit en/ of temperatuur kan er een significante wijziging van de hydrografische eigenschappen ontstaan. In het volgende hoofdstuk wordt er verder ingegaan op de menselijke activiteiten die op de Nederlandse Noordzee plaatsvinden en hoe deze eventueel resulteren in wijzigingen in de hydrografische eigenschappen.

2 Overzicht menselijke activiteiten

In Bijlage A staat een activiteitenlijst (in het Engels) die een overzicht geeft van welke activiteiten invloed hebben op D7 (uit MSFD Annex III, Table 3), de hydrografische eigenschappen. Hieronder worden de meest relevante activiteiten voor de Nederlandse Noordzee toegelicht, waarna geconcludeerd wordt welk van deze tot permanente of tijdelijke wijzigingen kunnen leiden en op welk hydrografisch aspect. Hierbij wordt vervolgens toegelicht hoe de omvang van deze wijzigingen is bepaald. De indicator is gebaseerd op registratiegegevens en modelberekeningen.

2.1. Fysische reconstructie van de kustlijn en zeebodem

Binnen dit thema valt onder andere landaanwinning, zoals Maasvlakten 1 en 2. Deze landaanwinning is niet meegenomen in de beoordeling aangezien aanleg plaats heeft gevonden voor het referentiejaar 2012. Verder komen binnen dit thema nog de kustverdediging en hoogwaterbescherming als onderdelen terug. De Deltawerken worden net als de uitbreiding van de Maasvlakte niet meegenomen in de beoordeling van hydrografische veranderingen in het kader van de Mariene Strategie deel 1, aangezien deze voor het referentiejaar 2012 zijn aangelegd. Kribben en andere constructies langs de kustlijn zijn in de beoordeling van 2024 buiten beschouwing gelaten, vanwege de geringe effecten. Tevens zijn de meeste van deze constructies voor 2012 aangelegd.

De volgende activiteiten hebben wel plaatsgevonden in de Nederlandse Noordzee en worden nader toegelicht: Activiteiten als vaargeul verdieping en onderhoud, kustsuppleties en (verdiepte) loswallen.

2.1.1. *Vaargeul aanleg en onderhoud*

Voor het bereiken van de havens van Rotterdam en Amsterdam moeten schepen door het ondiepere deel van het Nederlandse kustfundament varen. Voor de veiligheid worden daarom op de Noordzee aanvaarroutes (vaargeulen) op diepte gehouden door middel van baggeren, waarbij het gebaggerd materiaal voor andere doeleinden wordt gebruikt (mits gewonnen buiten het kustfundament). De volgende vaarroutes die op diepte worden gehouden zijn meegenomen in de beoordelingen van permanente wijzigingen in hydrografische omstandigheden: de Euro-Maasgeul en de IJ-geul. De Eurogeul heeft een lengte van 45,65 km en de Maasgeul heeft een lengte van 11,35 km. De vaargeul diepte van de Euro-Maasgeul bedraagt 23 m. De Eurogeul is in de jaren 1970 gegraven. De Maasgeul is meerdere malen verbreed en de laatste verbreding vond plaats in 2012, waardoor de Maasgeul nu 830 m breed is. De IJ-geul is geopend in 1982 en was toen 16,5 m diep. In 2006 is de IJ-geul verlengd naar 43 km en verdiept 17,8 m. Door de geulen op diepte te houden door baggeren, is dit gebied permanent gewijzigd. In dit overzicht is niet de Eemsgaol meegenomen, dit komt vanwege de onduidelijke begrenzing met Duitsland en ontbreken van het Waddenzee in de Nederlandse KRM-rapportages.

2.1.2. *Kustsuppleties*

Ter bescherming van de Nederlandse kust vinden er binnen het Nederlandse deel van de Noordzee meerdere suppleties plaats per jaar (Rijkswaterstaat, Uitvoeringsprogramma Kustlijnzorg, 2023). In de afgelopen zes jaar is jaarlijks gemiddeld over ca. 50 km², 11,5 miljoen m³ zand gesuppleerd (Rijkswaterstaat, Suppletieprogramma Kustlijnzorg [2016 - heden], 2023). Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen vooroeversuppleties en strandsuppleties. Bij een

vooroeversuppletie ligt het zand als een zandbank op de zeebodem vlak voor de kust. Deze zandbank breekt de golven en het zand drijft langzaam naar de kust, waardoor deze vooroeversuppletie ter hoogwaterbescherming het meest aansluit bij natuurlijke processen in een deltasysteem. Dit geldt ook voor grote suppleties zoals de Zandmotor. Bij een strandsuppletie wordt het zand naar het strand gepompt, waar het zand verdeeld wordt over het strand. Door stromingen die onder andere veroorzaakt worden door eb en vloed, golfslag en wind verspreidt het zand in het kustprofiel. Suppleties worden als een tijdelijke verstoring gezien en hebben geen permanente en daarmee significante effecten op de hydrografische eigenschappen (van der Spek, de Kruif, & Spanhoff, 2007).

2.1.3. *(Verdiepte) loswallen*

Gebaggerd materiaal uit de Nederlandse havens wordt verspreid in zogenaamde loswallen (baggerdepots). Het fijne gebaggerde materiaal zal zich op een natuurlijke wijze verspreiden, maar geeft alleen een tijdelijke verhoging van de troebelheid (slib concentratie). Naast de loswallen zijn er voor de Nederlandse kust ook enkele verdiepte loswallen aangelegd (tot aan 2015). Hier is zand gewonnen (gebaggerd) tot enkele meters diep, waarna er vervolgens gebaggerd materiaal uit de Rotterdamse havens in de verdiepte delen is verspreid. Hier zal een permanente wijziging van de hydrografische eigenschappen plaatsvinden aangezien de bodemsamenstelling verandert en er een veel slibrijkere sediment-toplaag achterblijft na de aanleg (Knoester, Stolk, & Wensveen, 2014). In totaal liggen er acht putten voor de kust bij de Europoort, waarvan er sinds 2012 (referentiejaar) nog zes in gebruik zijn. Tegen de verwachting in worden ongebruikte putten niet binnen enkele jaren weer op natuurlijke wijze bedekt met het oorspronkelijke substraat. Oftewel natuurlijke afdekking door sedimentatie van zand vindt niet of in te geringe mate plaats om de verdiepte loswallen (Van Dijk, Boon, De Lange, & Forzoni, 2017), en daarom wordt dit als een permanente verstoring of verlies beschouwd. Het totale oppervlak aan verdiepte loswallen wordt als permanent gewijzigd gezien. Overige loswallen worden in deze beoordeling als tijdelijk verstoord gezien en verder niet meegerekend als significante hydrografische wijziging.

2.2. **Bouwwerken en constructies**

Binnen dit thema vallen veel onderwerpen, waarvan niet alles is meegenomen of van toepassing is voor de Nederlandse Noordzee. Er liggen geen bruggen in de Noordzee, en de dammen die er zijn vallen onder de Deltawerken die niet worden meegenomen. Daarnaast liggen aan de kust meerdere strekdammen en een aantal pieren (zoals de Pier van Scheveningen). Deze constructies vormen in zijn geheel geen significant effect, daarnaast zijn deze voor het referentiejaar 2012 aangelegd. Aangezien deze geen effect hebben voor de periode 2012-2021, zijn deze op dit moment niet meegenomen in de beoordeling. Jachthavens en de andere zeehavens waar een constructie is aangelegd ter bescherming van de havenmond en voor het bereikbaar houden van de haven zijn niet meegenomen in de beoordeling van 2024, aangezien deze voornamelijk voor het referentiejaar 2012 zijn aangelegd. Ook wordt aangenomen dat dergelijke constructies niet tot significante effecten op de hydrografische omstandigheden leiden, met uitzondering van de Maasvlakte 2 (maar deze is zoals eerder aangegeven niet meegenomen).

Activiteiten die wel meegenomen zijn voor de beoordeling van hydrografische veranderingen betreffen de offshore platforms voor olie, gas en elektriciteit. Ook de aanleg van kabels en leidingen vallen onder activiteiten die meegenomen zijn in de beoordeling ten behoeve van D7C1.

2.2.1. *Platforms op zee*

Er bestaan op de Noordzee drie typen platforms: olieplatforms, gasplatforms en platforms voor elektriciteit in windparken (platforms of Offshore High Voltage Station, OHVS). Een platform geeft een verstoring in de waterkolom en de zeebodem, maar deze kan sterk verschillen tussen de platforms. Hierbij is belangrijk wat de stromingscondities zijn ter plaatse, maar ook het aantal funderingspalen die zijn gebruikt. Op de bodem van de platforms wordt tevens een laag aangebracht ter voorkoming van het ontstaan van ontgrondingskuilen, hiervoor wordt een bodembescherming aangelegd dat met name bestaat uit grover sediment of steenbestorting. De omgeving rondom een platform wordt daarmee permanent verstoord.

2.2.2. *Kabels*

In zee liggen twee typen kabels: Communicatie-(telecom)kabels en elektriciteitskabels. De lengte aan telecomkabels bedraagt in 2021 ca. 8000 km, waarvan bijna 4500 km verlaten is. De energietransitie leidt tot een snelle toename van de aanleg van elektriciteitskabels. Het gaat daarbij zowel om verbindingen binnen een windpark en de aanlanding, als om internationale kabels tussen verschillende landen rondom de Noordzee (bijvoorbeeld toekomstige aanleg van de NeuConnect in 2022, en Viking Link in 2024). Het ingraven van de elektriciteitskabels wordt voor de beoordeling gezien als een tijdelijke verstoring. Echter, uit meerdere studies blijkt dat het herstel van de morfologische bodemvormen, zoals zandgolven, langer duurt in gebieden waar de migratie van de zandgolven langzamer is. Kabels zijn nu niet in de beoordeling meegenomen, maar met andere inzichten zou het kunnen betekenen dat deze wel meegenomen moeten worden in toekomstige beoordelingen.

Telecomkabels zijn veelal in het verleden aangelegd, en zorgen daardoor nu niet meer voor verstoring van de hydrografische eigenschappen. Er is nog steeds sprake van de aanleg van nieuwe kabels; met name glasvezelkabels. De ingraafdiepte van glasvezelkabels is echter minder diep dan die van verbindingskabels voor elektriciteit zodat de verwachting is dat de (tijdelijke) verstoring per km minder groot zal zijn.

2.2.3. *Leidingen*

Leidingen moeten voldoen aan de NEDerlandse Norm (NEN)-norm 3656, wat inhoudt dat kleine leidingen ($\varnothing < 40$ cm) voldoende diep moeten zijn ingegraven. Zodoende resulteert de aanleg van smalle leidingen enkel in een tijdelijke verstoring, zoals toename troebelheid waterkolom. Leidingen met een grotere diameter mogen op de bodem blijven liggen, indien ze voldoen aan de minimumeisen die gesteld worden met betrekking tot veiligheidsaspecten voor mens en milieu. In volle zee zijn de grote pijpleidingen op de zeebodem gelegd en aangeduid op zeekaarten. Dichterbij de kust worden zowel kleine als grote pijpleidingen ingegraven in de zeebodem op een diepte van 70 cm tot 2 m, en zijn bedekt met een beschermende grindlaag om blootstelling te voorkomen. Door de aanleg van leidingen op de zeebodem zal er weinig tot geen vertroebeling optreden, maar na aanleg zal de stroming rondom de grote leidingen wijzigen en kans op het ontstaan van ontgrondingskuilen, die op de bodem liggen, wijzigen wat een permanente wijziging geeft van de stroming, het sediment transport en de bodemligging.

2.3. **Extractie van niet-levende hulpbronnen**

Bij extractie van niet-levende hulpbronnen kan gedacht worden aan olie en gaswinning, maar ook aan zand- en schelpenwinning. De extractie van olie en gas is niet meegenomen in de beoordeling, hoewel deze zeker op de Nederlandse

Noordzee plaatsvindt. Een gevolg van olie en gaswinning kan zijn dat de zeebodem op de Nederlandse Noordzee in zijn geheel daalt.

Zand vindt veelvuldig plaats op de Nederlandse Noordzee. Met name zandwinning vindt er grootschalig plaats op de Nederlandse Noordzee. Het winnen van zand laat sporen achter op de zeebodem, door het ontstaan van zandwinputten. De ontstane zandwinputten op de Nederlandse Noordzee zijn vaak permanent zichtbaar in de bodem, terwijl een verhoogde slibconcentratie in de waterkolom voornamelijk tijdelijk voorkomt tijdens de winning.

Schelpenwinning vindt ook plaats op de Nederlandse Noordzee en is toegestaan tot 50 km van de kust, maar vindt met name plaats dichtbij de kust. Het is de verwachting dat de verstoring door schelpenwinning relatief beperkt is, omdat het een gering oppervlak betreft in gebieden dicht bij de kust waar de bodem ook behoorlijk dynamisch is. Daarnaast, is op dit moment onduidelijk waar exact wordt gewonnen (data nu enkel beschikbaar als totaal gewonnen volume per toegestaan wingebied, dat een groot deel van de kustzone omvat), wordt schelpenwinning nu niet meegenomen in de beoordeling van 2024.

2.3.1. *Zandwinning*

De effecten van zeezandwinning zijn in eerdere studies uitgezocht (Hoogewoning & Boers, 2001). Uit modelresultaten blijkt dat bij een ondiep wingebied (tot 2 m diep) de getijstrooming geen significante verandering ondergaat (Svasek, 1998; Klein, 1999). Eventuele effecten bij ondiepe winningen worden vooral tijdelijk beschouwd (Van Dalfsen & Essink, 1997; De Jong, 2016). Er wordt daarom vanuit gegaan dat ondiepe winningen (incl. schelpenwinning) niet leiden tot permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen.

Bij een wingebied met een windiepte van 5 m of 10 m neemt de maximale stroomsnelheid aan het wateroppervlak tijdens vloed af met 20%, respectievelijk 25%. Aan de bodem zijn de veranderingen in de stroomsnelheid klein. Op macroschaal worden geen veranderingen van de stromingspatronen geconstateerd (Desprez, Stolk, & Cooper, 2022). Gezien de langere hersteltijd worden middeldiepe (2-6 m) en diepe (>6 m) winning meegenomen in de beoordeling van permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen. Zeezandwinning wordt gedaan voor suppleties, maar ook voor ophoging en andere doeleinden op land. In totaal wordt er jaarlijks 25 tot 30 miljoen m³ zand gewonnen in de Nederlandse Noordzee.

In Bijlage B zit een overzichtstabel met vergunde zandwingebieden, inclusief de vergunde windiepte en jaarlijks gewonnen winvolume voor 2016-2021.

2.4. **Extractie van energie**

Op de Nederlandse Noordzee is enkel sprake van de winning van hernieuwbare energie door de aanleg van windparken. In de toekomst komen daar mogelijk ook zonneparken bij.

2.4.1. *Windturbines en windparken*

In 2007 is het eerste Nederlandse windpark aangelegd bij Egmond aan Zee. Sindsdien zijn er een aantal kleine windparken bijgekomen. Vanwege de energietransitie zullen er de komende jaren meer windparken bijkomen in het Nederlandse deel van de Noordzee. De fundering van windturbines resulteert in een verstoring van de strooming die permanente wijzigingen tot gevolg hebben, waardoor de zeebodem wordt aangetast. Binnen het Wozep onderzoeksprogramma wordt er gekeken naar de cumulatieve effecten van meerdere windparken op de Noordzee. Hieruit komt naar voren dat buiten de wijzigingen door afzonderlijke windturbines er ook wijzigingen in hydrografische omstandigheden kunnen optreden doordat het effect van series aan turbines groter is dan de som der afzonderlijke turbines omdat

stromingspatronen elkaar beïnvloeden. Dit leidt met name tot impact waar seizoensgebonden temperatuur- of saliniteitsstratificatie voorkomt.

In 2024 zullen er zeven windparken (vijf in 2021) gerealiseerd zijn in het Nederlandse deel van de Noordzee, die gezamenlijk 773 km² beslaan (zie Tabel 2). Twee windparken zijn voor het referentiejaar 2012 aangelegd: OWEZ en PAWP. Toch worden deze windparken bij de berekening van de omvang van permanente effecten voor de volledigheid meegenomen, vanwege eventuele versterkende effecten. Ook omdat effecten van de afzonderlijke turbinepalen versterkt kunnen worden bij schaalvergroting, en ze in de toekomst wellicht bijdragen aan veranderingen.

Tabel 2 Overzicht van windparken op het NCP voor het jaar 2024

Windparknaam	Oppervlakte (km ²)	Turbines	Platforms/ OHVS	Aanleg jaar
OWEZ	27	36	1	2007
Borssele	344	173	2	2021
Hollandse Kust zuid	214	140	2	2022/2023
LUD	16	42	1	2015
Hollandse Kust Noord	88	69	1	2022/2023
PAWP	14	60	1	2008
Gemini Buitengaats en ZeeEnergie	70	150	1	2017

2.5. Extractie en teelt van levende hulpbronnen

Extractie van levende hulpbronnen komt veelvuldig voor in de Nederlandse Noordzee, denk hierbij aan de visserij. De teelt van levende hulpbronnen wordt steeds belangrijker, maar op het moment is er nog geen sprake van enige activiteiten in de Nederlandse Noordzee. Aangezien effecten van visserij onder andere descriptoren (D6, maar ook D3) wordt behandeld en het effect van fysieke verstoring (en onttrekking van organismen), moeilijk te onderscheiden is van effecten onder invloed van hydrografische veranderingen, wordt het gecombineerde effect onder D6 meegewogen). Zodoende wordt een eventueel visserij-effect op hydrografische omstandigheden niet meegenomen in de beoordeling van D7.

2.6. Infrastructuur

Het laatste thema dat meegenomen kan worden in het kader van D7 betreft scheepvaart op de Nederlandse Noordzee. Het gaat hierbij om de beroepsvaart, recreatievaart, onderzoek en monitoring, en de marine. Voor D7 zijn activiteiten uit dit thema niet meegenomen in de beoordeling aangezien eventuele effecten op dit moment moeilijk te kwantificeren zijn en verstoring tijdelijk van aard is.

2.7. Samenvattend

Activiteiten die in de Nederlandse Noordzee potentieel tot permanente hydrografische wijzigingen leiden en in overweging worden genomen zijn: (Middel)diepe zandwinning, verdiepte loswallen, grote pijpleidingen, platforms en windturbines (zie Tabel 3). Daarnaast ook vaargeulen omdat deze constant op een bepaalde diepte worden gehouden. De aanwezige vaargeulen voor de Nederlandse kust zijn echter sinds het referentiejaar 2012 niet verder verdiept dan de onderhoudsdiepte zodat zij daarom niet worden meegenomen als extra oppervlakte met permanente verstoring tussen 2016-2021.

Overige activiteiten in Tabel 3 zijn enkel geïdentificeerd als tijdelijke verstoring. Hierbij speelt kennisleemte en kennisontwikkeling wel een rol. Zo zorgt de aanleg van bijvoorbeeld kabels in bepaalde delen van de Nederlandse Noordzee tot een

permanente wijziging van de morfologie, waardoor na enkele jaren zandgolven niet opnieuw gevormd zijn op de bodem. Op dit moment is het nog onduidelijk over welke gebieden dit gaat.

Tabel 3 Overzicht van menselijke activiteiten en tijdelijke (T) en permanente (P) gevolgen voor hydrografische elementen.

Activiteit		Hydrografische eigenschappen					
		Waterstanden en getij	Golven	Temperatuur en Saliniteit	Troebelheid	Sediment Transport	Bodemligging en eigenschappen
Fysische reconstructie							
Suppleties		T	T	n.v.t.	T	T	T
Vaargeulen	Uitgediept	P	P	n.v.t.	T	P	P
Loswallen	Ondiep	T	T	n.v.t.	T	T	T
	Verdiept	P	P	n.v.t.	T	P	P
Bouwwerken en constructies							
Platforms		P	P	n.v.t.	P	P	P
Kabels en leidingen	(Ø < 40 cm)	T	n.v.t.	n.v.t.	T ¹	T	T
	(Ø > 40 cm)	P	n.v.t.	n.v.t.	T ¹	P	P
Extractie van niet-levende hulpbronnen							
Zand- en schelpenwinning	Ondiep	T	T	n.v.t.	T	T	T
	(middel)diep	P	P	n.v.t.	T	P	P
Extractie van energie							
Windturbines		P	P	P ²	P	P	P

¹ zowel bij aanleg als verwijderen

² cumulatieve effecten

3 Voetafdruk bepaling per activiteitsoort

3.1. Vaargeul

Voor het bepalen van de voetafdruk van de vaargeul is gekeken naar de polygoon die aangeeft waar de ligging van de vaargeul is, en waar eventueel gebaggerd moet worden om deze vaargeul op diepte te houden. Uit een analyse van de bodemligging binnen de vaargeul van zowel de Euro-Maasgeul als de IJgeul komt naar voren dat diepere delen al zonder baggeren voldoen aan de gestelde diepte criteria. Op de bodemhoogte kaarten is dan ook geen verstoring van deze gebieden te zien, en daarom is besloten om deze delen niet mee nemen voor de voetafdruk. Uit de analyse is naar voren gekomen dat het verstoorde deel om een gebied gaat van zo'n 47,5 km² (Bijlage C). De veronderstelling is dat deze sinds referentiejaar 2012 niet is toegenomen. Het permanent gewijzigde oppervlak is daarom niet toegenomen in de beoordelingsperiode 2016-2021.

3.2. Verdiepte loswallen

De voetafdruk van de verdiepte loswallen betreft het oppervlakte waar sinds 2000 zand is gewonnen en is opgevuld met baggermateriaal uit de Rotterdamse haven. Er is dus geen oppervlakte meegenomen waar eventueel het gestorte materiaal naartoe zou zijn gestroomd, met de veronderstelling dat het fijne materiaal door de natuurlijke stroming na storten wordt meegenomen. De totale oppervlakte van de 8 putten die gecreëerd zijn voor de verdiepte loswallen bedraagt 4,47 km² (Bijlage D) Sinds 2005 en 2007 wordt er echter geen gebruik meer gemaakt van de putten 1 en 6 en vanaf het referentiejaar 2012 wordt er nog 3,33 km² gebruikt. Wel is als referentiewaarde gekozen om het oppervlakte van 4,47 km² te gebruiken, aangezien put 1 en 6 nog steeds niet natuurlijk bedekt zijn met zand. In de beoordelingsperiode van 2016-2021 is hier geen verandering in geweest.

3.3. Platforms

Eind 2021 staan er 148 productielocaties (olie- en gasplatforms) en 7 electriciteitplatforms/ OHVS in het Nederlandse deel van de Noordzee (NLOG, 2022) (zie Bijlage E). Omdat de olie- en gasplatforms niet in de buurt van andere constructies staan wordt ervan uitgegaan dat alleen lokaal effecten optreden. Voor de inschatting van de omvang van permanente hydrografische veranderingen wordt uitgegaan van een straal van 100 m per platform (0,031 km²), conform de OSPAR indicator 'BH4: Area of habitat loss' (OSPAR, 2022). Er is gekozen om geen variatie mee te nemen voor het type platform. Daarbij is er dus geen verdere detaillering meegenomen betreffende het aantal palen dat is gebruikt nog de geografische locatie, ten aanzien van bodemsamenstelling nog stromingscondities, en het daadwerkelijke effect per platform. In totaal leidt dit aantal platforms tot een oppervlakte van 4,87 km² met permanente verstoring van hydrografische eigenschappen (Tabel 4). Na verwijdering van een platform wordt de omvang van permanente verstoring van het betreffende platform in mindering gebracht onder D7C1, ook al blijft de bodembescherming (steenstorting) liggen. Afhankelijk van de omstandigheden zal in een aantal gevallen de steenbestorting ook binnen enkele jaren bedekt zijn met natuurlijk substraat.

Tabel 4 Overzicht van aanleg en verwijdering van platforms en OHVS tot en met 2021.

Platforms	t/m 2011	2012-2015	2016-2021							Totaal
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	Totaal	
Olie- en gasplatforms	152	0	1	1	1	-6	-3	2	-4	148
Aangelegd/verwijderd		7/7	1/0	1/0	1/0	1/7	0/3	2/0	6/10	
Platforms of OVHS	3	1	0	1	0	0	0	2	3	7
Oppervlakte (km ²)	4,87	0,03	0,03	0,07	0,03	-0,19	-0,1	0,13	-0,03	4,87

3.4.

Leidingen

Op het Nederlandse deel van de Noordzee ligt ongeveer 5300 km aan pijpleidingen (2021) en ongeveer 630 km aan verlaten pijpleidingen. Leidingen met een diameter kleiner dan 40 cm zijn niet meegenomen in de oppervlakte-berekening, maar wel opgenomen in het overzicht betreffende de lengte aan pijpleidingen.

De omvang van een leiding wordt berekend aan de hand van OSPAR-indicator 'BH4: Area of habitat loss' (OSPAR, 2022), waarbij 3 keer de exacte pijpleiding diameter wordt genomen en vervolgens wordt vermenigvuldigd met de lengte van de pijpleiding. De permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen door een eventuele beschermende grindlaag rondom de pijpleidingen zijn hierbij indirect meegenomen doordat een bredere strook dan de pijpleiding zelf als verstoord gebied wordt aangemerkt. Er wordt echter geen onderscheid gemaakt in leidingen met of zonder bestorting omdat de verwachting is dat het bestortingsgebied niet groter is dan het gebied dat permanente hydrografische wijziging ondervindt. Een beschermende grindlaag is wellicht ook geen obstakel dat resulteert in extra verandering in de stroming. Afhankelijk van de condities zal de steenbestorting in een aantal gevallen ook bedekt worden door natuurlijke sedimentatie van zand. Aangezien op het moment niet bekend is vanaf waar de grote leidingen zijn ingegraven voor de kust, is het oppervlakte voor dit deel ook meegenomen in de berekening. In de oppervlakte bepaling is nu enkel gerekend voor het deel dat zorgt voor benthisches habitatverlies, terwijl hydrografische wijzigingen in de waterkolom verder kunnen reiken. Dit kan eventueel in toekomstige beoordelingen worden meegenomen.

Tabel 5 Jaarlijks overzicht van toename in lengte (alle pijpleidingen) en oppervlakte (alleen pijpleidingen dikker dan 40 cm) tot en met 2021.

Leidingen	t/m 2011	2012-2015	2016-2021							Totaal
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	totaal	
Lengte (km)	5299	137	9	19	49	36	-25	-216	-128	5308
Verlaten (km)	629	44	0	0	0	0	0	0	0	629
Aangelegd/ verwijderd (km)		181/44	9,2/ 0	19,1/ 0	49/ 0	35,5/ 0	0/ 25	22,9/ 238,9	135,7/ 263,9	
Totaal (km ²)	6,21	0	0	0	0	0,01	0	-0,12	-0,11	6,10
Verlaten (km ²)	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05

De oppervlakte waar een permanente wijziging in hydrografische eigenschappen optreedt bedraagt 6,15 km² (inclusief verlaten leidingen) in 2021. Uit het jaarverslag 'Delfstoffen en aardwarmte in Nederland' is naar voren gekomen hoeveel leidingen er zijn aangelegd en verwijderd in de periode 2016-2021 (NLOG,

2022). Tabel 5 geeft een overzicht van aanwezige pijpleidingen in het Nederlands deel van de Noordzee. Alle pijpleidingen zijn terug te vinden in Bijlage F.

3.5. (Middel)diepe zandwinputten

In de periode 2016-2021 was het vergunde oppervlak voor zandwinning 524 tot 560 km² per jaar. De aan ICES gerapporteerde omvang van het daadwerkelijk gebaggerde oppervlak per jaar was ca. 17% hiervan: 90 tot 98 km² (WGEXT, 2022). Deze getallen zijn doorgegeven aan OSPAR door de werkgroep van ICES-WGEXT voor Nederland. Uit nadere analyse van de vaartracks, komt naar voren dat het daadwerkelijk gebaggerde oppervlak per jaar lager kan liggen. Echter, voor de beoordelingsperiode 2016-2021 zijn nauwkeurigere waardes niet beschikbaar.

Voor de analyse van de omvang van permanente verstoring als gevolg van zandwinning is uitgegaan van het uitputtingspercentage van gebieden. Hierbij is er vanuit gegaan dat zandwinning gelijkmatig over het bodemoppervlak wordt uitgevoerd, ook al is dit niet altijd het geval (bijvoorbeeld rondom ontplofbare oorlogsresten, schelpenbanken of scheepswrakken). Ook is er geen rekening gehouden met het dynamische karakter, waardoor het zandwinkvak eventueel tussentijds weer wordt aangevuld. Indien de resultante van het gewonnen volume over het beschikbare oppervlak een diepte van meer dan 2 m oplevert, wordt dit aangemerkt als permanente verstoring van de hydrografische omstandigheden (zie Bijlage B). De onderstaande tabel geeft het oppervlak weer waar sprake is van een permanente wijziging, waarbij onderscheid is gemaakt in de diepte van de zandwingebieden. In totaal is naar verwachting 68 km² van het Nederlandse deel van de Noordzee permanent gewijzigd als gevolg van zandwinning (>2 m). Sinds 2012 is het totaal oppervlak met 19 km² toegenomen, waarvan 13 km² in de afgelopen beleidsperiode (Tabel 6). Veruit het meeste zand wordt gewonnen tussen 2 en 6 m diepte. De oppervlaktes die gebruikt zijn betreffen de oppervlaktes van het vergunde zandwinkvak. Eventuele effecten op de stroming nabij de ontstane zandwinputten zijn niet meegenomen voor deze beoordelingsperiode, omdat er op dit moment geen zicht is op eventuele effecten.

Tabel 6 Omvang van permanente hydrografische wijzigingen als gevolg van zandwinning (km²).

Zandwinning	t/m 2011	2012-2015	2016-2021							Totaal
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	totaal	
Tussen 2-6 m diepte (km ²)	40	5	2	0	1	0	1	6	10	55
Tussen 6-12 m diepte (km ²)	7	-2	0	0	1	2	0	0	3	8
Meer dan 12 m diepte (km ²)	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5
Totaal (km ²)	49	6	2	0	2	2	1	6	13	68

3.6. Windparken

3.6.1. Windturbines

Voor de voetafdruk van windturbines is de indicator deels geënt op de Belgische methodiek, waarbij per turbinepaal wordt gerekend met 0,066 km² aan permanente verstoring van de zeebodem (Legrand, de la Vallée, Fettweis, & Van den Eynde, 2018). Er is vervolgens berekend wat de totale omvang van het gebied met permanente hydrografische wijzigingen zal zijn op basis van individuele turbinepalen. Van 2016 tot en met 2021 gaat het in totaal om 21 km² (Tabel 7). De

aanleg van de nieuwe windparken Hollandse Kust (zuid en noord) zal het aantal aanwezige windturbines met 209 stuks en het oppervlak met 14 km² verhogen voor 2024. Deze windparken zijn meegenomen in de modelstudie zoals beschreven in sectie 3.6.2. In Bijlage G is een overzicht gegeven van de in de beoordeling meegenomen windparken.

Tabel 7 Overzicht aangelegde windturbines gedurende de beleidsperiode 2016-2021, het totaal in 2021 en het aantal voor het referentiejaar 2012.

Windturbines	t/m 2011	2012- 2015	2016-2021							Totaal
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	totaal	
Aantal	96	42	0	150	0	0	0	173	323	461
Opp. (km ²)	6	3	0	10	0	0	0	11	21	30

3.6.2. Windparken (Modelstudie Deltares)

Uit een modelstudie uitgevoerd in het kader van de te verwachten schaalvergroting van windparken op zee, is naar voren gekomen dat meerdere toekomstige windparken (voorspelde situatie 2050) op de Noordzee additionele effecten kunnen veroorzaken, zoals effecten op temperatuur- en saliniteit-stratificatie (Van Duren, et al., 2021). Daarom zijn specifiek voor de MS1 extra berekeningen uitgevoerd op basis van de huidige situatie (hierbij zijn de windparken die in 2024 op de Noordzee aanwezig zullen zijn, inclusief windparken buiten het NCP gelegen meegenomen). Er kan sprake zijn van versterkende effecten (synergie), als gevolg van de interactie die tussen de turbinepalen binnen en tussen windparken kan ontstaan bij schaalvergroting. Eventuele effecten hiervan op hydrografische eigenschappen zijn bepaald. Hiertoe is de analyse van (Van Duren, et al., 2021) aangevuld door (Zijl & Laan, 2022), waarbij modelberekeningen met geplande windparken tot en met 2024 zijn uitgevoerd. Deze aanvullende modelberekening wijst uit dat windparken hydrografische veranderingen tot gevolg kunnen hebben, maar dat deze in 2024 nog beperkt zijn ten opzichte van de natuurlijke variatie en omstandigheden.

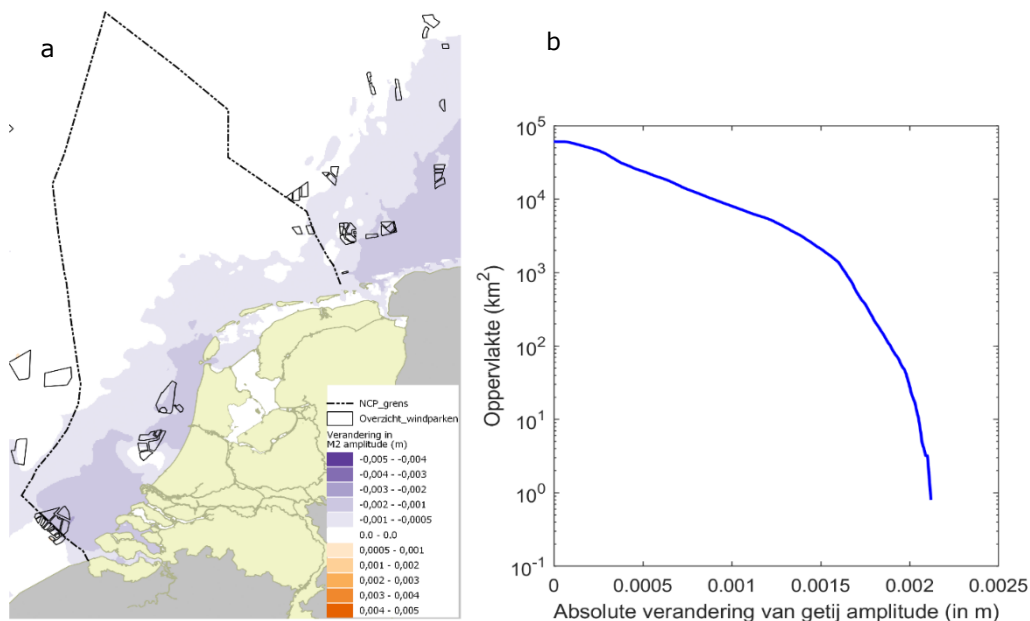
Hoewel het model veranderingen laat zien in de amplitude van het getij¹ (Figuur 8), de resulterende stroming (Figuur 9) en bodemschuifspanning (Figuur 10), zijn deze marginaal. Daarbij dient wel opgemerkt te worden dat golfslag en slibverspreiding niet zijn meegenomen in het model. Binnen de windparken blijkt de saliniteit-stratificatie (het verschil in saliniteit tussen het wateroppervlak en aan de zeebodem; Figuur 11) met name in de Hollandse Kust windparken (aangelegd in 2022 en 2023; deze jaren vallen overigens buiten de beoordelingsperiode) te veranderen. Er wordt verwacht dat de saliniteitverandering aan de bodem op zichzelf naar verwachting nauwelijks effect zal hebben op daar voorkomende gemeenschappen. Ook een extra transport van primaire productie van het wateroppervlak naar de bodem door eventuele uitbreiding van gebied met opheffing stratificatie, zal naar verwachting weinig invloed hebben op de bodemdiergemeenschappen omdat het hier al gaat om een (natuurlijk) verrijkte situatie aan de bodem. Tevens loopt de beoordelingsperiode tot en met 2021, en zullen eventuele effecten indien te verwachten, pas in de volgende 6-jarige periode zichtbaar worden.

Temperatuurstratificatie (Figuur 12) is seizoensafhankelijk en beperkt tot een klein deel van de Nederlandse Noordzee. Vooral enkele diepere delen aan de oostkant van het NCP kennen een significante temperatuurstratificatie. Hoewel een exacte

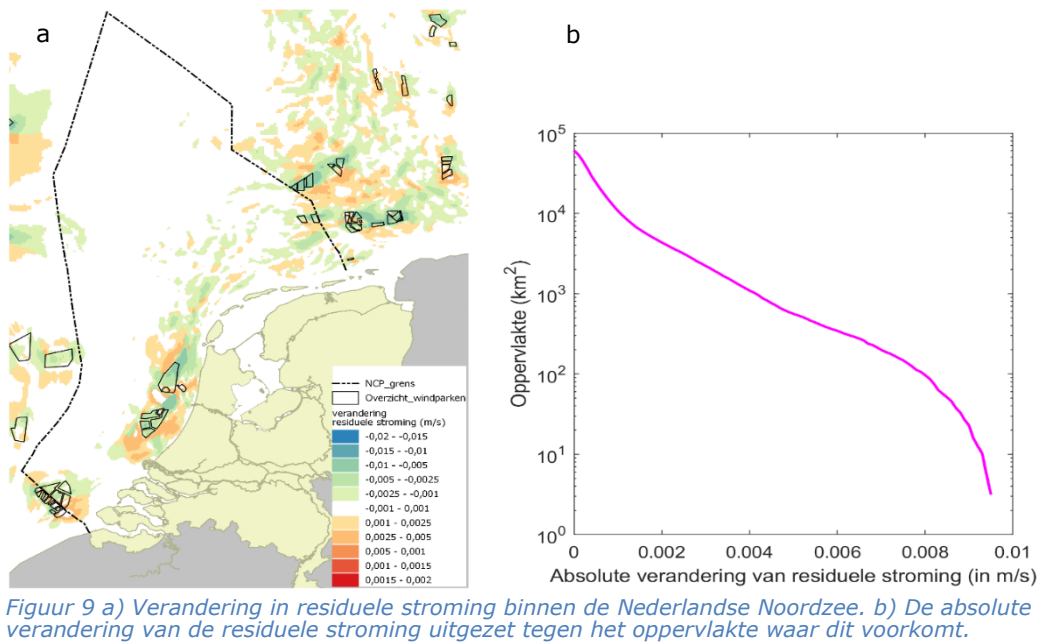
¹ De amplitude van het getij is bepaald door te kijken naar getijde component 'M2'. M2 is de tweemaal daagse getijden met een, voor een bepaalde plek op aarde, constante amplitude die het gemiddelde is voor die plek.

grenswaarde niet bekend is, is de aanname dat een jaarlijks gemiddeld temperatuurverschil van minimaal 0,5 graden tussen het wateroppervlak en net boven de zeebodem kan resulteren in stratificatie. Het model wijst uit dat in dat geval het aantal dagen van temperatuur-stratificatie in de windparken Gemini af kan nemen van 79 dagen naar 42 dagen. Het eventuele langduriger opheffen van tijdelijke stratificatie kan ter plekke leiden tot organische verrijking (aanvoer primaire productie) van de bodemgemeenschappen en de toevoer van zuurstof, in een gebied dat van nature minder voedselrijk en zuurstofarmer is. De verwachting is wel dat deze veranderingen kleiner zijn in gebieden met meer stratificatie waar het temperatuurverschil tussen wateroppervlak en zeebodem groter is (Zijl & Laan, 2022).

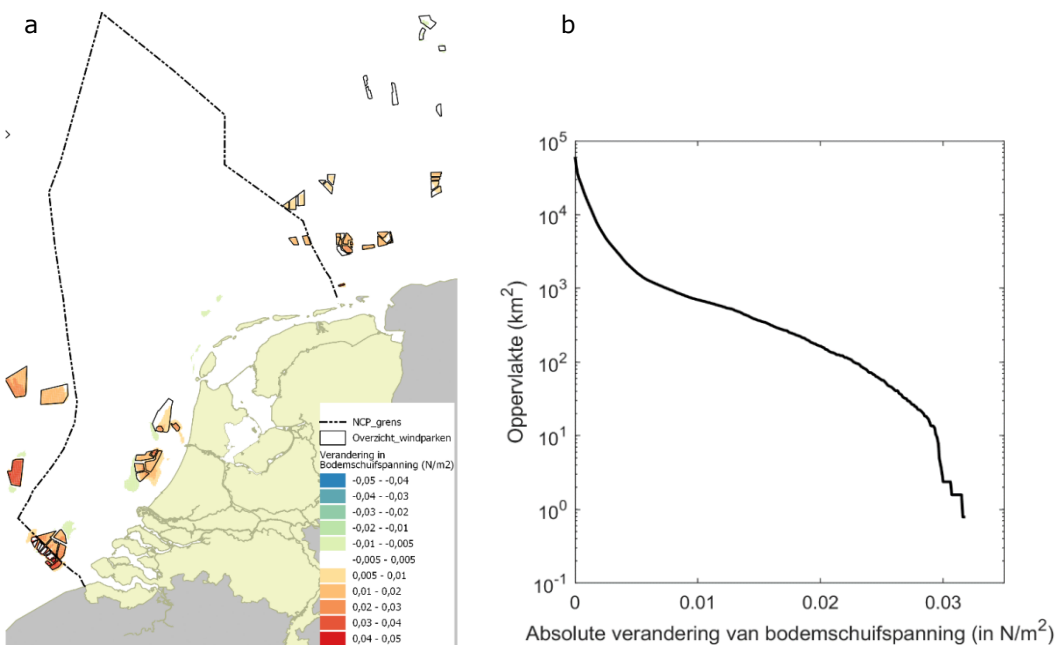
Er is nog geen drempelwaarde vastgesteld waarboven we spreken van een 'echte' verandering in de stratificatieduur. Als voorlopige grens wordt ervan uitgegaan dat een 20% reductie in de jaargemiddelde stratificatie (verschil in temperatuur tussen wateroppervlak en aan de zeebodem) kan leiden tot substantiële verandering in de stratificatieduur. Dit aanhoudende betekent het dat de hydrografische omstandigheden in naar schatting 250,8 km² rond park Gemini permanent verstoord zijn. Daar bovenop komt 40,3 km² als gevolg van het Veja Mate windmolenpark dat in Duitse wateren net over de grens ten noorden van windmolenpark Gemini ongeveer gelijktijdig (in 2017) is aangelegd. Rond windpark Borssele berekent het model ook 20% reductie in temperatuurverschil tussen wateroppervlak en aan de zeebodem. Aangezien er in dit gebied desondanks geen sprake is van temperatuurstratificatie is de verwachting dat de berekende reductie geen effect zal hebben op de hydrografische omstandigheden en de condities aan de zeebodem in het bijzonder.



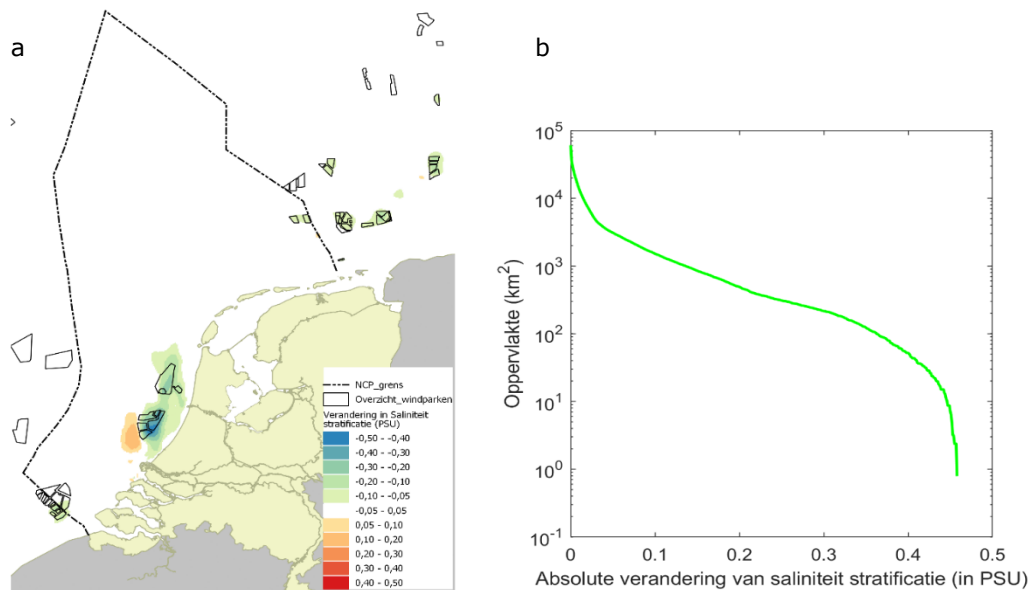
Figuur 8 a) Verandering in getijde-amplitude (M2) binnen de Nederlandse Noordzee. b) De absolute verandering van de getijde-amplitude uitgezet tegen het oppervlakte waar dit voorkomt.



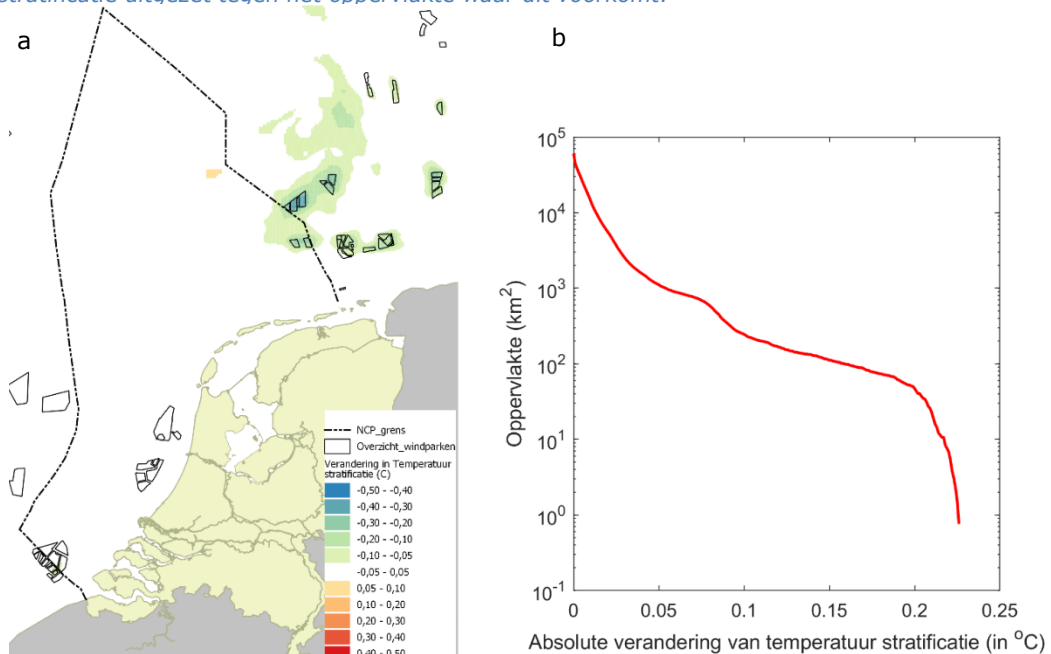
Figuur 9 a) Verandering in residuele stroming binnen de Nederlandse Noordzee. b) De absolute verandering van de residuele stroming uitgezet tegen het oppervlakte waar dit voorkomt.



Figuur 10 a) Verandering in bodemschuifspanning op jaarlijks gemiddelde waarde binnen de Nederlandse Noordzee. b) De absolute verandering van de jaarlijks gemiddelde bodemschuifspanning uitgezet tegen het oppervlakte waar dit voorkomt.



Figuur 11 a) Verandering in saliniteit-stratificatie op jaarlijks gemiddelde waarde binnen de Nederlandse Noordzee. b) De absolute verandering van de jaarlijks gemiddelde saliniteit-stratificatie uitgezet tegen het oppervlakte waar dit voorkomt.



Figuur 12 a) Verandering in temperatuur-stratificatie op jaarlijks gemiddelde waarde binnen de Nederlandse Noordzee. b) De absolute verandering van de jaarlijks gemiddelde temperatuur-stratificatie uitgezet tegen het oppervlakte waar dit voorkomt.

Tabel 8 geeft de berekende omvang van permanente hydrografische wijzigingen weer, waarbij deze zijn toebedeeld aan het jaar van aanleg. De totale omvang wordt grotendeels bepaald door de gemodelleerde wijzigingen in stratificatie als gevolg van de aanleg van het park Gemini in 2017. In de overige jaren zijn er geen windparken bijgekomen die tot synergetische effecten leiden. In die jaren dragen alleen de effecten van de turbinepalen afzonderlijk bij aan de omvang van hydrografische wijzigingen.

Tabel 8 De omvang van hydrografische wijzigingen als gevolg van synergie van meerdere windparken in de Noordzee

Windpark	t/m 2011	2012- 2015	2016-2021						Totaal
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Opp. Wijziging door synergie (km ²)	0	0	0	291	0	0	0	0	291

3.7.

Samenvattend

Tabel 9 geeft de totale omvang (km²) van permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen op de zeebodem van het Nederlandse deel van de Noordzee weer, gebaseerd op bovenstaande analyses. In de afgelopen beleidsperiode is de totale omvang aan permanente verstoring toegenomen met 315 km², wat een beduidende toename is ten opzichte van alle jaren ervoor (127 km²). En is nu 324 km² ten opzichte van het referentiejaar 2012. Deze toename is voornamelijk toe te schrijven aan de windparken en in veel mindere mate aan zandwinning. De toename van permanente hydrografische wijzigingen is niet zozeer gelegen in verlies door afdekking, maar in permanente verstoring. In de situatie van 2021 (maar ook 2024) is de omvang echter nog beperkt ten opzichte van het totaal aanwezige zeebodemoppervlak. Wel is het aantal dagen van temperatuur-stratificatie in de Gemini windparken afgenomen. Dit kan ter plekke leiden tot verrijking van de bodem en toevoer van zuurstof, in een gebied dat van nature voedselarm en zuurstofarm is. Of dit uiteindelijk significant negatieve effect heeft op de natuur is nu niet duidelijk. Eventuele effecten kunnen relevant zijn voor de kwaliteitsbeoordeling van benthische habitats onder D6, maar kunnen ook hun weerslag hebben op de toestand met betrekking tot de descriptor 1 (biodiversiteit), 4 (voedselwebben) en 5 (eutrofiëring). Gezien de voorgenomen grootschalige aanleg van windparken is het aannemelijk dat de omvang van gebieden met permanente hydrografische veranderingen verder zullen toenemen in de volgende beoordelingsperioden (tot en met 2030 en verder).

Tabel 9 Omvang van permanente verstoring (in km²) van hydrografische eigenschappen van de zeebodem als gevolg van menselijke activiteiten, tot en met 2021.

Overzicht	t/m 2011	2012- 2015	2016-2021						Totaal
			2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Zandwinning	49	6	2	0	2	2	1	6	68
Vaargeul	47,5	0	0	0	0	0	0	0	47,5
Loswallen	4,47	0	0	0	0	0	0	0	4,47
Pijpleidingen	6,26	0	0	0	0	0,01	0	-0,12	6,15
Platforms	4,87	0,03	0,03	0,07	0,03	-0,19	-0,1	0,13	4,87
Windparken	6	3	0	291	0	0	0	11	311
Totaal	118	9	2	291	2	2	1	17	442

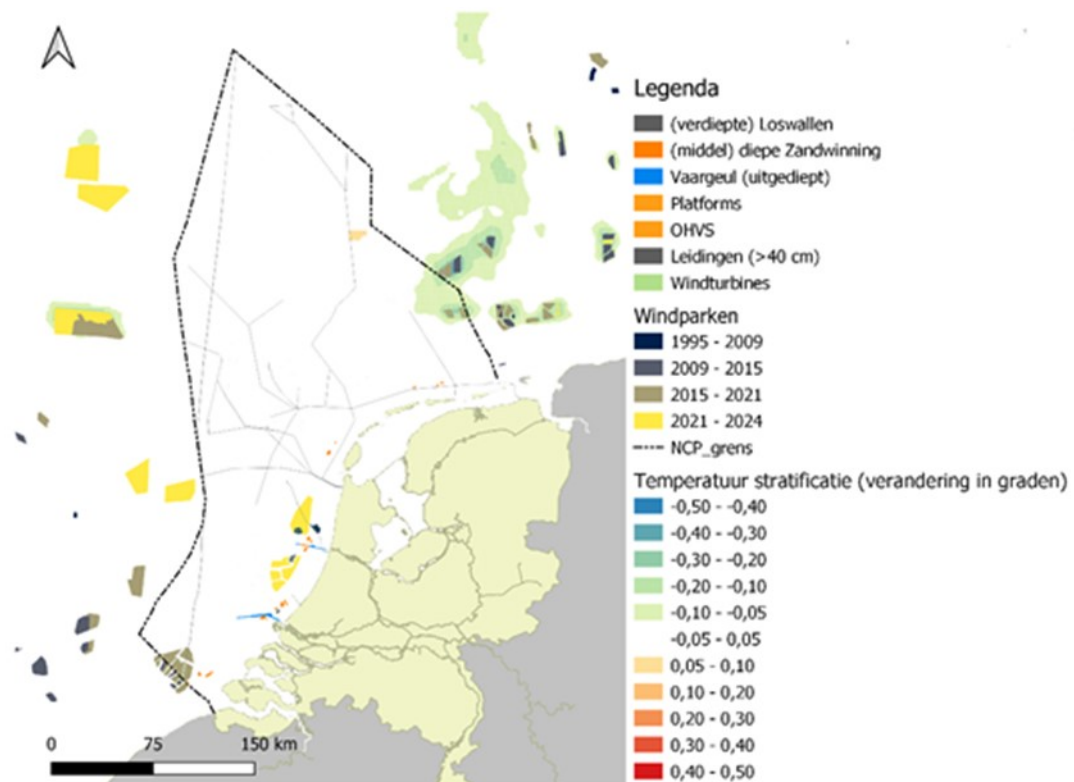
4 Synthese van de permanente wijzigingen van de hydrografische eigenschappen

4.1. Overzicht van permanente wijzigingen

Tabel 9 geeft de totale oppervlakte weer waar permanente wijzigingen van de hydrografische eigenschappen hebben plaatsgevonden. Uit de analyse komt naar voren dat voor een groot oppervlak de aanleg van windparken en de effecten die de palen hebben op de stroming en daarmee de (seizoensgebonden) stratificatie, de oorzaak is van permanente hydrografische wijzigingen. Een andere activiteit die resulteert in een substantieel oppervlak met hydrografische wijzigingen is de winning van zand, dat op meerdere locaties leidt tot winputten van meer dan 2 m diepte. In de bovenstaande analyse is met name gekeken naar de voetprint per activiteit, maar er is geen overzicht gegeven waar deze activiteiten plaatsvinden. Figuur 13 toont de kaart waarop alle activiteiten (ruimtelijk) zijn weergegeven die resulteren in een permanente wijziging.

Op de kaart zijn vooral de locaties van de windparken zichtbaar, waarbij de windparken ten noorden van de Waddeneilanden resulteren in een effect op de hydrografische eigenschappen dat verder reikt dan de windparken (het aangeduide polygoon) zelf. De andere windparken ten westen van de Nederlandse kustlijn, hebben echter een gering effect op de hydrografische condities, waarbij het gewijzigde oppervlak zich beperkt tot het windmolenpark zelf, en in detail enkel de bodem direct rond iedere afzonderlijke turbine betreft (windturbines zijn de kleinere zwarte stippen in de figuur binnen de polygoon). De zandwinlocaties, waarbij zand wordt gewonnen tot meer dan 2 m diepte, liggen langs de kust, en met name bij de haven van IJmuiden en de haven van Rotterdam. Daarbij liggen ten noorden van de Euro-Maasgeul de verdiepte loswallen (zie detailkaart Bijlage D). Op de kaart zijn de vaargeulen van zowel Rotterdam (Euro-Maasgeul) als IJmuiden (IJgeul) weergegeven. Het gebied is echter kleiner dan de vastgestelde vaargeulen (zie Bijlage C) aangezien niet de gehele vaargeul hoeft te worden uitgebaggerd.

Op de kaart zijn ook de platforms aangegeven. Deze liggen verspreid over het gehele NCP, maar met name noordwest van het vaste land. De dichtheid van het aantal platforms varieert. Een goede indicatie van waar een groot aantal platforms aanwezig is, is een hoge dichtheid aan leidingen op de kaart. Op de kaart zijn wel de dikke (>40 cm) en daarmee belangrijkere leidingen weergegeven. Overige leidingen en ook de kabels, komen niet terug op de kaart.



Figuur 13 Overzicht van de menselijke activiteiten waarbij permanente wijzigingen van de hydrografische eigenschappen optreden voor de Nederlandse Noordzee. Voor windparken is onderscheid gemaakt tussen verschillende periodes van realisatie, de aanlegperiode 2022-2024 en de buitenlandse windparken vallen buiten de beoordelingsperiode, maar zijn wel meegenomen betreffende het bepalen van permanente wijzigingen vanwege de eventuele cumulatie van effecten. Alleen pijpleidingen met een diameter > 40 cm zijn weergegeven, inclusief het deel dat ingegraven is bij de kust

4.2. Kennishiaten en ontwikkelingen

Er is nog weinig uitwerking gegeven aan D7 'Hydrografische eigenschappen'. In tegenstelling tot alle andere descriptors zijn hiervoor geen primaire criteria (maar enkel secundaire criteria) vastgesteld in Commissiebesluit 2017/848/EU. Ook bestaat er nog geen regionale of Europese werkgroep gericht op dit onderwerp, maar is in 2024 wel binnen OSPAR instemming gekomen over een nieuwe werkgroep gericht op hydrografische eigenschappen. Tot op heden is de omvang van permanente wijzigingen van hydrografische eigenschappen beperkt, en is de milieutoestand in dit opzicht met de bestaande regelgeving (MER procedures) geborgd. Echter, met het oog op de voorgenomen aanleg van een groot aantal ook nog eens uitgestrekte windparken - zowel nationaal als internationaal - is het van belang om beter zicht te krijgen op de consequenties hiervan op hydrografische eigenschappen en de gevolgen hiervan op het mariene milieu. Daarbij betreft het zowel voor de benthische als de pelagische zone. Nederland zet zich hiervoor dan ook in, middels het Wind op zee ecologische programma (Wozep) en Monitoring-Onderzoek-Natuurversterking-Soortenbescherming (MONS) programma dat voortvloeit uit het Noordzeeakkoord. Ook in omliggende landen blijkt behoefte aan afstemming en verdere ontwikkeling van beoordelingsmethodieken. Het zou mooi zijn wanneer er bij de eerstvolgende actualisatie van de Mariene Strategie deel 1 (in 2030) er een internationaal afgestemde aanpak en/of methodiek ter beoordeling van hydrografische wijzigingen ligt.

Belangrijke kennislacunes betreffen onder meer het scherper krijgen van hydrografische veranderingen, en van drempelwaarden, waarboven deze tot significante (negatieve) effecten leiden voor benthische habitats. Zo vraagt de hier gekozen grens van 20% afname in stratificatie om nadere onderbouwing, en indien nodig om bijstelling. Met het oog op de energie-transitie zal meer kennis over met name dit aspect cruciaal zijn. Het inzetten en verder ontwikkelen en valideren van de modellen die voor Wozep zijn opgezet - en ook hier zijn toegepast - kan hier een belangrijke bijdrage aan leveren. Uiteraard blijft het monitoren van de benthosgemeenschappen ook van belang.

Naast windparken resulteert ook zandwinning potentieel in wijziging van hydrografische eigenschappen. De verwachting is dat in de toekomst de jaarlijkse hoeveelheid te winnen zand zal toenemen om de effecten van zeespiegelstijging tegen te gaan. Met de huidige inzichten wordt aangenomen dat gevolgen van winning tot 2 m niet permanent van aard zijn. Diepere winning mag plaatsvinden indien er nader onderzoek naar de effecten wordt uitgevoerd, waaraan invulling wordt gegeven middels het Monitoring en Evaluatie Programma (MEP) Zand uit Zee. Daarnaast zal vanaf 2022 het onderzoek OR ELSE (Operational Recommendations for Ecosystem-based Large-scale Sand Extraction) zich richten op de effecten van zandwinning op de natuur. Met de uitkomsten van deze onderzoeken en MER studies worden inzichten in effecten van zandwinning vergroot, wat (naast mogelijke wijzigingen in de uitvoering) zou kunnen leiden tot verdere aanscherping van de Mariene Strategie deel 1.

Volgens Commissiebesluit 2017/848/EU gaat criterium D7C1 over permanente wijziging van hydrografische omstandigheden van de zeebodem en de waterkolom. De gebruikte indicator richt zich op dit moment op de zeebodem, omdat het criterium dient als input voor criteria D7C2 en D6C5, die gaan over effecten op de bodemgemeenschappen. Het is aannemelijk dat effecten op de waterkolom breder zijn, en dat daarmee de hier weergegeven omvang een onderschatting is wanneer ook effecten op pelagische habitats in overweging worden genomen. Aangenomen wordt dat het in de huidige situatie nog steeds zal gaan om een beperkte omvang. Naar verwachting zal het MONS- en/of Wozep-programma meer inzicht geven in de effecten van windparken op de waterkolom.

5 Conclusies

Bij criterium D7C1 wordt niet uitgegaan van een drempelwaarde (Commissiebesluit 2017/848/EU), en daarmee is ook toetsing van de milieutoestand niet aan de orde. Wel wordt op descriptor-niveau gesteld dat 'permanente wijziging van de hydrografische eigenschappen de mariene ecosystemen geen schade hoort te berokkenen'. Net als in 2018 is de huidige toestand met betrekking tot criterium D7C1, in overeenstemming met de Goede Milieutoestand (GMT): de omvang van permanente wijzigingen van hydrografische omstandigheden is beperkt ten opzichte van het referentiejaar (2012).

Anders dan bij de andere descriptoren, is voor D7 'Hydrografische eigenschappen' nog geen internationale indicator vastgesteld. In afwachting hiervan heeft Nederland een nationale indicator ontwikkeld. Met deze actualisatie van Mariene Strategie deel 1 is criterium D7C1 voor het eerst uitgewerkt. De indicator beschrijft de ruimtelijke omvang van permanente wijzigingen van hydrografische omstandigheden als gevolg van menselijke activiteiten. De activiteiten die zijn meegenomen in de indicator zijn zandwinning (incl. vaargeulen en verdiepte loswallen), pijpleidingen, platforms en windparken (inclusief windturbines). Daarbij wordt gekeken naar de omvang van wijzigingen op de zeebodem, omdat criterium D7C1 dient als input voor criteria die op benthische habitats gericht zijn: D7C2 en D6C5. Veranderingen die plaatsvinden in de waterkolom en daarbij wellicht een groter oppervlak bestrijken zijn in D7C1 vooralsnog niet (volledig) meegenomen.

De ruimtelijke omvang van permanente wijzigingen van hydrografische omstandigheden in de periode 2016-2021 bedraagt 315 km². Dit is 0,54% van de totale Nederlandse Noordzee (58.807 km²) en is met name het gevolg van de aanleg van windparken. In totaal bedraagt de omvang van permanent verstoorde zeebodem als gevolg van hydrografische wijzigingen door menselijke activiteiten sinds 2012 324 km² (0,55%).

In de situatie van 2024 zijn hydrografische veranderingen nog steeds beperkt wanneer het totaal beschikbare zeebodemoppervlak in ogenschouw wordt genomen. Wel wijst modellering uit dat het aantal dagen van temperatuur-stratificatie is afgenomen door aanleg van de Gemini windparken en een naburig windpark net over de grens met Duitsland in 2017. Dit effect levert de belangrijkste bijdrage aan de omvang van permanente hydrografische wijzigingen (285 km²). De geplande verdere uitrol van windparken na 2024 zal in de toekomst het oppervlakte verstoren zeer waarschijnlijk stevig toenemen. De berekende omvang is grotendeels gebaseerd op een nog verder te ontwikkelen model en voorlopige grenswaarden. De resultaten zijn daarom indicatief.

6 Bibliografie

- Capuzzo, E., Stephens, D., Silva, T., Barry, J., & Forster, R. (2015). Decrease in water clarity of the southern and central North Sea during the 20th century. *Global Change Biology*, 2206-2214.
- Corten, A., & Van de Kamp, G. (1996). Variation in the abundance of southern fish species in the southern North Sea in relation to hydrography and wind. *ICES Journal of Marine Science*(51), 1113.
- Dabekaussen, W., Stam, J., Bakker, M., & Van Heteren, S. (2023, Augustus 11). *Zeebodemsedimentkaart voor het Nederlandse Continentaal Plat. Schaal 1:200.000. Geologische Dienst*. Opgehaald van Dinoloket.nl: www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen
- Damen, J., Van Dijk, T., & Hulscher, S. (2018). Spatially varying environmental properties controlling observed sand wave morphology. *Journal of Geophysical Research - Earth Surface*, 262-280.
- De Jong, M. (2016). *The ecological effects of deep sand extraction on the Dutch continental shelf*. Wageningen: PhD Thesis - Wageningen University.
- De Ruijter, W., Visser, A., & Bos, W. (1997). The Rhine outflow: A prototypical pulsed discharge plume in a high energy shallow sea. *Journal of Marine Systems*, 263-276.
- Desprez, M., Stolk, A., & Cooper, K. (2022). *Marine aggregate extraction and the Marine Strategy Framework Directive: A review of existing research*. Copenhagen, Denmark: ICES Cooperative Research Report.
- Dupont, N., & Aksnes, D. (2012). Effects of bottom depth and water clarity on the vertical distribution of *Calanus* spp. *Journal of Plankton Research*, 263-266.
- Eisma, D., & Irion, G. (1988). Suspended matter and sediment transport. In W. Salomons, B. Bayne, E. Duursma, & U. Förstner, *Pollution of the North Sea: an assessment*. Berlin: Springer.
- Grasmeijer, B., Huisman, B., Luijendijk, A., Schrijvershof, R., Van der Werf, J., Zijl, F., . . . De Vries, W. (2022). Modelling of annual sand transports at the Dutch lower shoreface. *Ocean & Coastal Management*, 105984.
- Heath, M., Sabatino, A., Serpetti, N., McCaig, C., & O'Hara Murray, R. (2017). Modelling the sensitivity of suspended sediment profiles to tidal current and wave conditions. *Ocean Coastal Management*, 49-66.
- Hulscher, S., & Van Damme, R. (2002). Zandbanken en zandgolven. *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde*, 266-270.
- Huntley, D., Huthnance, J., Collins, M., Liu, C.-L., Nicholls, R., & Hewitson, C. (1994). Hydrodynamics and sediment dynamics of North Sea sand waves and sand banks. *Understanding the North Sea System*, 83-96.
- ICES. (2004). *The annual ICES Ocean Climate status summary 2003/2004*. ICES.
- ICES. (2010). *Report of the Working Group on Oceanic Hydrography*. Brest, Frankrijk: ICES CM.
- Jak, R., Bos, O., Witbaard, R., & Lindeboom, H. (2009). *Instandhoudingsdoelstellingen Natura 2000-gebieden Noordzee*. IMARES.
- Kauker, F., & Von Storch, H. (2000). Statistics of "Synoptic Circulation Weather" in the North Sea as derived from a multiannual OGCM simulation. *Journal of Physical Oceanography*, 3039-3049.
- Klein, M. (1999). *Large-scale sandpits - hydrodynamic and morphological modelling of large-scale sandpits*. Delft: WL | Delft Hydraulics.
- Knoester, D., Stolk, A., & Wensveen, M. (2014). *Evaluatie Praktijkproef VLW 1998-2014*. Rotterdam: HbR & RWS.
- Laban, C. (2004). *Geologisch onderzoek grindgebied Klaverbank*. TNO-NITG.

- Legrand, S., de la Vallée, P., Fettweis, M., & Van den Eynde, D. (2018). Permanente en significante wijzigingen van de hydrografische eigenschappen. In *Actualisatie van de initiële beoordeling voor de Belgische mariene wateren* (p. 243).
- Lenhart, H., Radach, G., Backhaus, J., & Pohlmann, T. (1995). Simulations of the North Sea circulation, its variability, and its implementation as hydrodynamical forcing in ERSEM. *Journal of Sea Research*, 271-299.
- Leopold, M., & Dankers, N. (1997). *Natuur in de zoute wateren. Achtergronddocument 2c bij Natuurverkenning '97*. Wageningen: IKC Natuurbeheer.
- Nauw, J., de Haas, H., & Rehder, G. (2015). A review of oceanographic and meteorological controls on the North Sea circulation and hydrodynamics with a view to the gate of North Sea methane and well site 22/4b and other seabed sources. *Marine and Petroleum Geology*, 861-882.
- NLOG. (2022). *Archief | NLOG*. Opgeroepen op juli 19, 2022, van <https://www.nlog.nl/archief>
- OSPAR. (2022). *OSPAR CEMP Guideline. Pilot indicator: BH4 Area of Habitat Loss*. OSPAR Quality Status Report for the Northeast Atlantic.
- Raicevich, S., & Korpinen, S. (2022). *Guidance for the assessment of sea-floor integrity under MSFD v2*. Brussels: TG-Seabed paper SEABED_10-2022-03. Opgehaald van <https://circabc.europa.eu/ui/group/326ae5ac-0419-4167-83ca-e3c210534a69/library/d56f92e2-59b1-4413-82ce-e8069a035321/details>
- Reid, P., Taylor, A., & Stevens, J. (1989). The hydrography and hydrographic balances of the North Sea. In B. L. E. Salomons, *Pollution of the North Sea and Assessment*. Berlijn: Springer.
- Rijkswaterstaat. (2023, 09 29). *Suppletieprogramma Kustlijnzorg [2016 - heden]*. Opgehaald van Suppletieprogramma Kustlijnzorg: <https://open.rijkswaterstaat.nl/overige-publicaties/2023/suppletieprogramma-kustlijnzorg/>
- Rijkswaterstaat. (2023, augustus 11). *Uitvoeringsprogramma Kustlijnzorg*. Opgehaald van Helpdesk water: <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/kust/uitvoering-sprogramma-kustlijnzorg/>
- Schrum, C., Alekseeva, I., & St. John, M. (2006). Development of a coupled physical-biological ecosystem model ECOSMO: Part I: Model description and validation of the North Sea. *Journal of Marine Systems*, 79-99.
- Smits, A., Klein Tank, A., & Können, G. (2005). Trends in storminess over the Netherlands, 1962-2002. *International Journal of Climatology*, 1331-1344.
- Svasek. (1998). *Waterbeweging in wingebieden t.b.v. produkt K2000*. Svasek.
- Van Aken, H. (2003). 140 years of daily observations in a tidal inlet (Marsdiep). *ICES Marine Science Symposia*, 219: *Hydrobiological Variability in the ICES Area, 1990 - 1999*, 359-361.
- Van Dalfsen, J., & Essink, K. (1997). *Risk analysis of coastal nourishment techniques in the Netherlands*. Den Haag: RIKZ.
- Van de Meene, J. (1994). *The seafloor-connected ridges along the central Dutch coast*. Utrecht: PhD-thesis, Universiteit Utrecht.
- Van de Meene, J., & Van Rijn, L. (2000). The seafloor-connected ridges along the central Dutch coast - part 1: field observations. *Continental Shelf Research*, 2295-2323.
- van der Spek, A., de Kruif, A., & Spanhoff, R. (2007). *Richtlijnen Onderwatersuppleties*. Den Haag: Rijkswaterstaat.

- Van Dijk, T., & Kleinhans, M. (2005). Processes controlling the dynamics of compound sand waves in the North Sea. *Journal of Geophysical Research - Earth Surface*, 110(F4).
- Van Dijk, T., Boon, A., De Lange, G., & Forzoni, A. (2017). *Sedimentologie, sonderingen en ecologische ontwikkelingen van de Verdiepte Loswallen*. Delft: Deltares.
- Van Duren, L., Zijl, F., van Kessel, T., van Zelst, V., Vilmin, L., van der Meer, J., . . . Minns, A. (2021). *Ecosystem effects of large upscaling of offshore wind on the North Sea - Synthesis report*. Delft: Deltares.
- Van Hal, R., Bos, O., & Jak, R. (2011). *Noordzee: systeemodynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos*. Wageningen: IMARES Wageningen UR.
- Vermaas, T. (2019). *DIS 3.0 2019: actieve laag*. Utrecht: Deltares.
- WGEXT, I. (2022). *WGEXT*. Opgeroepen op juli 19, 2022, van <https://www.ices.dk/community/groups/pages/wgext.aspx>
- Wijnhoven, S. (2023). *Berekening van verlies en verstoring van benthisch habitat onder invloed van activiteiten en structuren. Achtergrondrapport ten behoeve van Mariene Strategie deel 1 met betrekking tot KRM beoordelingen D6 en D7*. Heinkenszand, the Netherlands: Ecoauthor.
- Zijl, F., & Laan, S. (2022). *Model results of effects of Offshore Wind Farms for KRM - OWF 2024*. Delft: Deltares.

A. Activiteiten lijst

Lijst van activiteiten (in het Engels) met mogelijke invloed op de hydrografische eigenschappen (lijst als opgenomen in MSFD Annex III, Table 3)².

Theme	Activity	Sub-activity (illustrative purpose)
<i>Physical restructuring of coastline or seabed (including construction phase)</i>	Land claim (permanent changes)	
	Canalisation and other watercourse modifications	Canalisation Culverting/ trenching Causeways and dams
	Coastal defense and flood protection	Sea walls Breakwaters Groynes Flood protection
	Semi-permanent restructuring of seabed morphology	Dredging (for navigation purposes) Beach replenishment/ nourishment
<i>Man-made structures (incl. construction phase)</i>	Urban developments	
	Industrial developments	
	Transport infrastructure	Bridges Causeways and dams Tunnels
	Tourism & leisure infrastructure - land-based structures	
	Tourism & leisure infrastructure - sea-based structures	Piers Marinas Slipways
	Ports and other coastal constructions	Ports Harbours
	Offshore marina infrastructure (including associated with mineral and energy extraction)	Offshore platforms (oil, gas) Renewable energy infrastructure Artificial reefs and islands
	Cables & pipelines	Trenching
	Extraction of oil and gas	Exploration for oil and gas Extraction of oil and gas Decommissioning of structures
<i>Extraction of non-living resources</i>	Extraction of sand and gravel	
	Extraction of rock & minerals	Exploration for minerals Extraction of rock and minerals
	Extraction of salt	
	Extraction of water	
<i>Extraction of energy</i>	Renewable energy generation (wind, wave & tidal power)	Wind energy production Tidal energy production Wave energy production
	Non-renewable energy generation	Fossil fuel energy production Nuclear energy production
<i>Extraction of living resources</i>	Fish & shellfish harvesting (professional, recreational)	Potting/ creeling Netting

² Marine Strategy Framework Directive – 13th meeting of the Working Group on Good Environmental Status – 22-23 April 2015, Brussels (Belgium)

Theme	Activity	Sub-activity (illustrative purpose)
<i>Cultivation of living resources</i>	Marine plant harvesting	Demersal long lining
		Pelagic long lining
		Benthic trawling
		Pelagic trawling
		Demersal seining
		Purse seining
		Benthic dredging
		Suction/ hydraulic dredging
		Leisure fishing
		Hand collecting (shellfish)
		Machine collection (flucoids, kelp)
		Dredging (maerl)
		Hand collecting (seaweed)
	Hunting and collecting (e.g. for non-food purposes)	Hunting
<i>Uses of environment and infrastructure</i>	Aquaculture	Harvesting/collecting eggs
		Collection (curios)
		Bait digging
		Fin-fish mariculture
		Seaweed culture
		Shellfish mariculture
	Agriculture	
	Forestry	
	Transport - shipping	Passage
		Anchorage
	Transport- air	
	Tourism and recreation	Boating, yachting
		Beach use
		Water sports (surface)
		Scuba diving
		Wildlife watching
	Research and survey	
	Military use	Military - waste disposal (munitions)
	Waste and material disposal	Solid waste disposal, incl. dredge material
	Carbon sequestration	

B. Zandwinning

Binnen de werkgroep van ICES-WGEXT worden jaarlijks de volumes doorgegeven van de hoeveelheid gewonnen zand. Daarnaast wordt er informatie gedeeld over de vergunde zandwinnakken. Deze vergunde zandwinnakken zijn terug te vinden in het dataregister van Rijkswaterstaat

(<https://maps.rijkswaterstaat.nl/dataregister/srv/dut/catalog.search?node=geonetwark#/metadata/fc81e089-a260-48f5-99ae-7934b81bd1e7>).

De onderstaande lijst geeft de gewonnen volumes (in miljoen m³) per zandwinnak voor de beoordelingsperiode 2016-2021 en de geschatte diepte winput (op basis van gelijkmatige winning in het vergunde winvak zonder rekening te houden met mogelijke opvulling door sedimentatie) die daarbij hoort.

Zandwinnak	Geschatte diepte winput 2021 (m)	Opp. (km²)	Vergunde windiepte (m)	Gebruik
P18H-II-2	19,47	2,4	20	Maasvlakte 2
P18H-II-1	13,77	2,4	20	Maasvlakte 2
Q16C-5	11,99	0,6	10	Combi
Q16C-2	11,23	0,6	10	Combi
Q16C-6	10,45	0,6	10	Combi
Q16K	9,94	1,8	2	Kustsuppletie
Q16C-3	9,3	0,6	10	Combi
P18H-II-7	8,91	2,4	20	Maasvlakte 2
Q16C-4	8,01	0,6	10	Combi
S8C	6,94	1	6	Commercieel
Q16C-1'	6,78	0,2	10	Combi
Q16C-1	5,85	0,6	10	Combi
Q16H-oost	5,67	1,2	6	Kustsuppletie
M9J	4,4	1,7	2	Kustsuppletie
Q16H	4,03	2,9	4	Kustsuppletie
S7D	3,98	6,4	6	Commercieel
S7W	3,58	4,8	6	Commercieel
M9H	3,38	2,3	6	Kustsuppletie
Q16E	3,37	1,8	2	Kustsuppletie
Q10C	3,3	1,4	2	Commercieel
P18H-II-6	3,29	0,9	20	Maasvlakte 2
Q16F1	3,28	2,9	2	Kustsuppletie
Q10D	3,25	4,6	2	Kustsuppletie
M8G	2,96	2	6	Kustsuppletie
Q16G	2,58	2,2	6	Kustsuppletie
Q10E	2,5	4,5	2	Commercieel
L17H	2,42	6	6	Commercieel
L14D	2,4	1	2	Commercieel
S7AC	2,13	1,3	6	Kustsuppletie
Q8E	2,12	1	2	Commercieel
Q8G	2,09	5	2	Commercieel
Q8D	2,05	0,9	2	Kustsuppletie
S8E	1,96	2,5	6	Kustsuppletie
S8B	1,94	6,6	2	Kustsuppletie
P18K	1,93	1,7	2	Maasvlakte 2
P18E	1,92	1	2	
Q10J	1,88	4,5	2	Commercieel

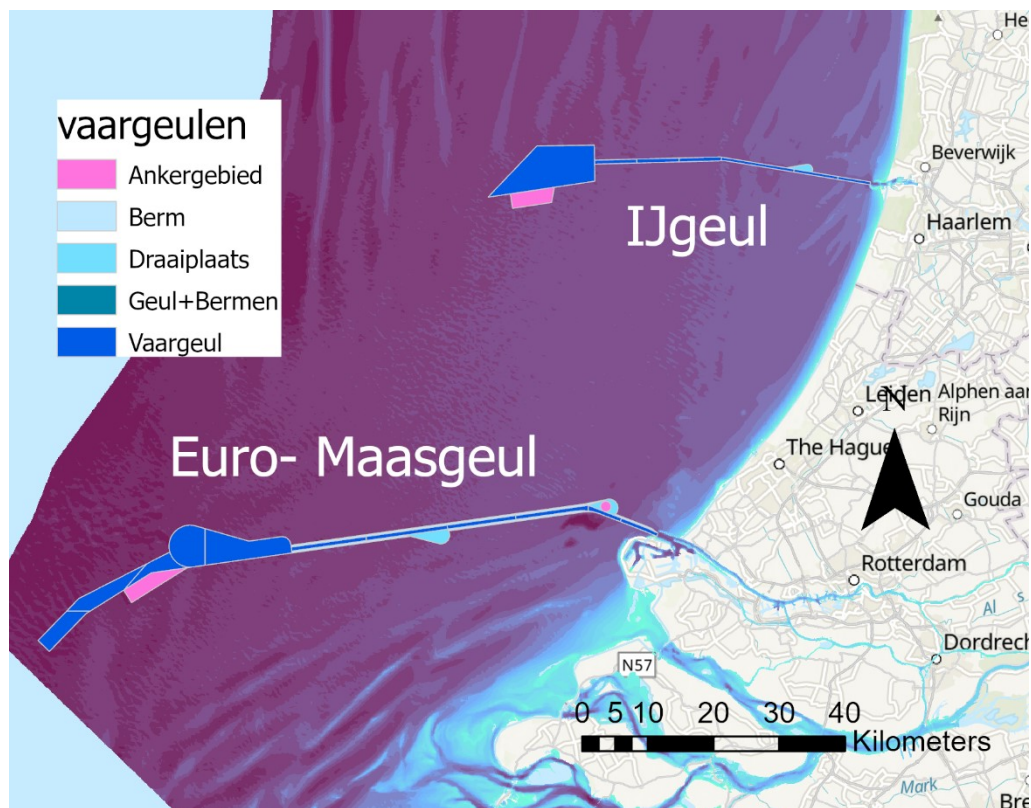
Q5F	1,86	2,7	2	Kustsuppletie
Q10H	1,84	4,5	2	Kustsuppletie
Q10K	1,83	0,9	2	Commercieel
S7O	1,71	1	2	Commercieel
P18F	1,62	3,8	2	Maasvlakte 2
S5B	1,62	4	2	Commercieel
L12H	1,58	2,5	2	Kustsuppletie
Q2D	1,57	4,8	2	Combi
S7Y	1,52	1,5	2	Commercieel
P18M	1,51	2,4	2	Commercieel
P18H-II-5	1,49	2,5	20	Maasvlakte 2
S5L	1,49	5,1	2	Kustsuppletie
S7H'	1,48	1,3	6	Commercieel
Q2M	1,46	5,8	6	Kustsuppletie
Q2C	1,45	7,1	2	Combi
S5H	1,45	1,4	2	Kustsuppletie
S5D	1,41	0,9	6	Commercieel
Q2J	1,4	4,4	2	Kustsuppletie
Q16B	1,39	1,3	2	Kustsuppletie
S7N	1,37	0,9	6	Commercieel
Q5G	1,36	1,2	2	Kustsuppletie
Q11C	1,35	2	2	Kustsuppletie
Q2K	1,34	1,1	2	Kustsuppletie
S7U	1,33	1	2	Commercieel
Q13C1	1,32	2,6	2	Kustsuppletie
S7C	1,32	7,8	6	Commercieel
S7S	1,31	0,8	6	Commercieel
M9F	1,29	1	2	Kustsuppletie
Q8F	1,27	3	2	Commercieel
Q13G	1,26	1	2	Kustsuppletie
L17D	1,21	1	2	Kustsuppletie
L17F	1,2	1,9	2	Kustsuppletie
S7V	1,2	0,7	2	Commercieel
S5F	1,19	1,3	2	Kustsuppletie
L17G	1,18	2,7	0	Kustsuppletie
S7I	1,18	8,8	6	Commercieel
S8B2	1,18	2,4	6	Kustsuppletie
Q10B1	1,12	1,5	6	Commercieel
Q10L	1,12	1	2	Commercieel
Q13K	1,08	2,5	2	Kustsuppletie
Q8A	1,08	2,8	2	Commercieel
P18H-I-1	1,05	1,5	20	Maasvlakte 2
Q10R	1,04	2,7	2	Commercieel
S7C1	1,04	3,7	6	Commercieel
L17E	1,03	1	2	Kustsuppletie
M8E	1,02	4,3	2	Kustsuppletie
S3B	1,02	4,9	2	Commercieel
Q5J	1,01	22,6	8	Kustsuppletie
M8F	0,99	1,7	6	Kustsuppletie
M9G'	0,99	1	2	Kustsuppletie
Q11B	0,99	1,2	2	Commercieel
M8D	0,96	2,9	2	Kustsuppletie
Q13F	0,96	1	2	Kustsuppletie
Q8A'	0,96	2,4	6	Kustsuppletie
P18H-II-4	0,94	1,1	20	Maasvlakte 2
M8C	0,91	1,9	2	Kustsuppletie
Q8J	0,9	3,8	2	Kustsuppletie

Q10G	0,89	4,3	2	Commercieel
S7AE	0,88	2,6	2	Combi
L12D	0,86	3,5	2	Commercieel
Q2G	0,84	1	2	Kustsuppletie
S5J	0,84	2,1	6	Kustsuppletie
Q13M	0,82	2,7	2	Commercieel
Q5E	0,82	1,3	2	Commercieel
L14C	0,77	1	2	Kustsuppletie
S7J	0,75	1	2	Commercieel
Q5K	0,73	3,9	6	Kustsuppletie
S7AA	0,73	2,2	8	Commercieel
M8A	0,72	0,8	2	Kustsuppletie
M9E	0,72	1	2	Kustsuppletie
L12O	0,7	2,1	6	Kustsuppletie
S3C	0,68	4,5	2	Combi
S7M	0,68	1	6	Commercieel
Q2F	0,65	1	2	Commercieel
L12K	0,63	1,5	6	Kustsuppletie
Q10F	0,63	11,8	2	Commercieel
Q13C	0,62	18,4	2	Kustsuppletie
Q5H	0,59	28,7	8	Kustsuppletie
L12C	0,58	9,8	6	Commercieel
Q2L	0,58	2	2	Kustsuppletie
P18H-I-2	0,57	1,6	20	Maasvlakte 2
M9K	0,56	2,1	2	Combi
Q16D	0,56	5,2	2	Combi
Q5B	0,54	3,7	2	Kustsuppletie
Q7A	0,53	1,2	2	Kustsuppletie
Q8B	0,53	3,4	2	Commercieel
S5G	0,53	1,5	2	Kustsuppletie
S7T	0,52	1	2	Commercieel
L17B	0,51	5,1	2	Kustsuppletie
N4A1	0,51	0,5	2	Commercieel
Q13K1	0,51	3,5	2	Kustsuppletie
Q2H	0,49	1	2	Kustsuppletie
Q5B'	0,48	3,6	6	Kustsuppletie
S3E	0,41	2,4	2	Commercieel
Q11A	0,4	9,9	2	Kustsuppletie
Q13J	0,4	1,4	2	Kustsuppletie
S7G1	0,4	17,2	6	Commercieel
S8A	0,4	1,3	2	Kustsuppletie
L17A	0,37	33,6	2	Commercieel
Q5C	0,35	14,2	2	Commercieel
S3A	0,33	11	2	Commercieel
L14B1	0,32	4	2	Kustsuppletie
P18H-II-3	0,32	1,6	20	Maasvlakte 2
S5M	0,3	5	2	Kustsuppletie
S8D	0,3	4,3	6	Commercieel
P18O	0,29	1,4	2	Commercieel
Q13E	0,29	2,6	2	Combi
N4B	0,28	3,2	2	Commercieel
M8B	0,27	3,5	2	Kustsuppletie
L14B	0,26	9,1	2	Commercieel
Q8K	0,26	4,5	2	Kustsuppletie
S7K	0,25	1	6	Kustsuppletie
S7G	0,24	19,8	6	Commercieel
L12L	0,23	5,3	2	Kustsuppletie

S5A	0,19	12	6	Commercieel
L12P	0,18	4,5		Commercieel
Q16F	0,18	5,9	2	Kustsuppletie
Q2A	0,18	14,1	2	Commercieel
A7A	0,17	7,9	2	Commercieel
M9D	0,17	14,4	2	Commercieel
S7L	0,16	1	6	Commercieel
M9D'	0,15	9,5	2	Kustsuppletie
P18B'	0,15	15,7	6	Commercieel
Q2B	0,15	21,2	2	Commercieel
R9A	0,15	1,4	2	Kustsuppletie
P18N	0,14	1,7	2	Commercieel
S7H	0,14	6,8	2	Commercieel
Q2E	0,11	3,8	2	Kustsuppletie
L12N	0,1	2,3	2	Commercieel
S4C	0,09	11,8	6	Commercieel
L12A	0,08	3,5	2	Kustsuppletie
S4D	0,08	1	6	Commercieel
L12M	0,07	8,7	2	Commercieel
Q10B	0,07	19,4	6	Commercieel
Q5C'	0,05	12,7	2	Combi
S7X	0,05	2,1	6	Commercieel
N4A	0,04	5,6	2	Commercieel
P18B	0,04	23,1	2	Commercieel
Q13D	0,04	4,2	2	Kustsuppletie
S7B	0,04	3	2	Kustsuppletie
Q16C	0,03	4,6	2	Kustsuppletie
Q2B1	0,03	16,7	6	Commercieel
S3A1	0,03	4,5	2	Commercieel
S3D	0,03	3,5	2	Kustsuppletie
S5E	0,03	1,3	2	Commercieel
S7A	0,03	2	2	Kustsuppletie
L12E	0,02	7,4	2	Commercieel
P18J	0,02	21,4	8	
S7F	0,02	1,8	2	Commercieel
L12F	0,01	1	2	Commercieel
M9L	0,01	18,3	6	Commercieel
Q5D	0,01	12,5	2	Commercieel
Q8C	0,01	2	2	Commercieel
S2B	0,01	24,7	2	Commercieel
S7D'	0,01	4,6	2	Commercieel
S7E	0,01	8,3	2	Commercieel
S7P	0,01	1	2	Kustsuppletie

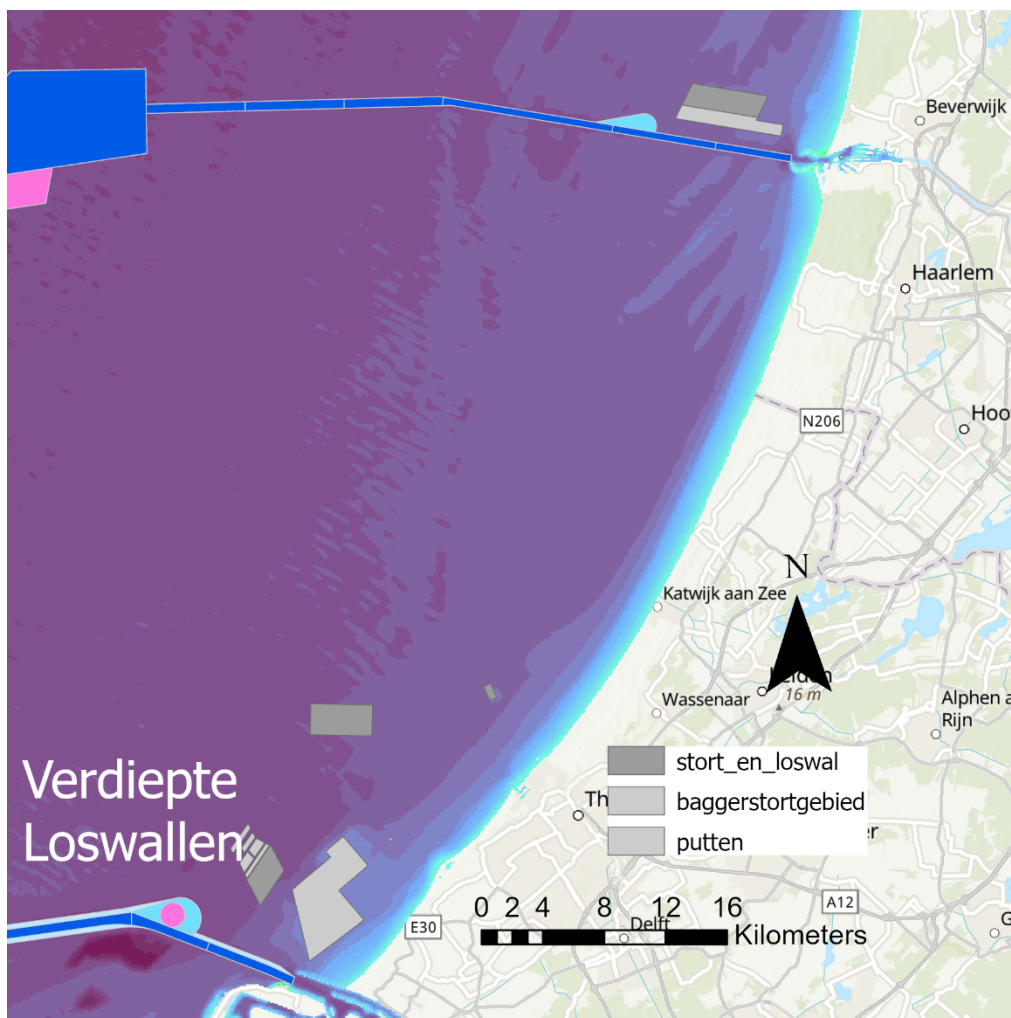
C. Vaargeul

De vaargeul vlakken voor de Euro-Maasgeul en de IJgeul zijn te vinden in het dataregister van Rijkswaterstaat (<https://maps.rijkswaterstaat.nl/dataregister/srv/dut/catalog.search?node=geonetwark#/metadata/3be77820-2be1-4597-a4a7-b5063d2d64a4>). Naast de vaargeulvlakken is gebruik gemaakt van de bathymetrische opnames op de Nederlandse Noordzee om te bepalen of de bodemligging natuurlijk is, of afgevlakt is door baggeren van de vaargeul. De bathymetrische data zijn onder de volgende link beschikbaar: <https://maps.rijkswaterstaat.nl/dataregister/srv/dut/catalog.search?node=geonetwark#/metadata/35373324-dd99-4f3b-be25-15dc7404ab26>



D. Verdiepte loswal

Alle stort- en loswallen op de Nederlandse Noordzee kunnen gevonden worden in het Dataregister van Rijkswaterstaat (<https://maps.rijkswaterstaat.nl/dataregister/srv/dut/catalog.search#/metadata/a6cbba4b-2c57-42e2-a191-63265e522e43>). Onderstaande kaart is een uitvergroting van het gebied waar de verdiepte loswallen zich bevinden.



E. Platforms

De meest recente kaartboringen kunnen worden gevonden op de website van TNO (<https://www.nlog.nl/kaart-boringen>). Hierin zijn echter niet de electriciteitplatforms (OHVS) weergegeven die zijn aangelegd ten behoeve van de windparken op de Nederlandse Noordzee; dezen worden gegeven in Bijlage G.

Mutaties³

Platform	Aantal poten	Gas/Olie	Soort mutatie	Jaar
<i>P11-E</i>	4	G	Nieuw	2016
<i>L13-FI-1</i>	1	G	Nieuw	2017
<i>Q10-A</i>	4	G	Nieuw	2018
<i>D12-B</i>	4	G	Nieuw	2019
<i>E18-A</i>	4	G	Verwijderd	2019
<i>K03-FA</i>	4	G	Verwijderd	2019
<i>K18-Kotter-P</i>	8	O	Verwijderd	2019
<i>K18-Kotter-W</i>	8	O	Verwijderd	2019
<i>L16-Logger-P</i>	4	O	Verwijderd	2019
<i>L16-Logger-W</i>	4	O	Verwijderd	2019
<i>Q01-Halfweg</i>	4	G	Verwijderd	2019
<i>L10-C</i>	4	G	Verwijderd	2020
<i>L10-D</i>	4	G	Verwijderd	2020
<i>L10-G</i>	4	G	Verwijderd	2020
<i>P09-A</i>	-	G	Verwijderd	2021
<i>P09-B</i>	-	G	Verwijderd	2021

Platforms per januari 2022⁴

Platform	Stoffen	Installatiejaar	Aantal poten
AME-2	Gas	1983	4
AWG-1C	Gas	1994	4
AWG-1P	Gas	1985	6
AWG-1R	Gas	1984	3
AWG-1W	Gas	1984	4
K07-FA-1P	Gas	1980	6
K07-FA-1W	Gas	1980	4
K07-FB-1	Gas	2002	3
K07-FD-1	Gas	1999	4
K08-FA-1AP	Gas	2001	4
K08-FA-1PP	Gas	1976	10
K08-FA-2	Gas	1977	4
K08-FA-3	Gas	1984	6
K14-FA-1C	Gas	1985	8
K14-FA-1P	Gas	1975	10
K14-FA-1V	Gas	1985	1
K14-FB-1	Gas	1997	4
K15-FA-1	Gas	1977	10
K15-FA-1R	Gas	2011	1

³ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat – Delfstoffen en aardwarmte in Nederland jaarverslagen van 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 en 2021

⁴ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2022) Delfstoffen en aardwarmte in Nederland, jaarverslag 2021

Platform	Stoffen	Installatiejaar	Aantal poten
K15-FB-1	Gas	1978	10
K15-FC-1	Gas	1989	4
K15-FG-1	Gas	1990	4
K15-FK-1	Gas	2002	4
K17-FA-1	Gas	2005	1
L02-FA-1	Gas	1990	6
L09-FA-1	Gas	2007	1
L09-FB-1	Gas	2007	1
L09-FF-1P	Gas	1997	6
L09-FF-1W	Gas	1996	6
L13-FC-1P	Gas	1986	6
L13-FC-1W	Gas	1985	4
L13-FD-1	Gas	1988	4
L13-FE-1	Gas	1989	4
L13-FI	Gas	2017	1
N07-FA-1	Gas	1997	1
D15-FA-1	Gas	1999	6
D18a-A	Gas	2013	4
E17a-A	Gas	2009	4
F03-FB OLT	Oil	1993	1
F03-FB-A	Oil	1992	3
F03-FB-F1	Oil	1992	3
G14-A	Gas	2005	4
G14-B	Gas	2007	4
G16a-A	Gas	2005	4
G16a-B	Gas	2011	4
G17d-A	Gas	2001	4
G17d-AP	Gas	2005	4
K02b-A	Gas	2005	4
K09ab-A	Gas	1987	4
K09ab-B	Gas	1999	4
K09c-A	Gas	1987	4
K12-A	Gas	1983	4
K12-BD	Gas	1985	4
K12-BP	Gas	1987	8
K12-C	Gas	1984	4
K12-CC	Gas	1988	4
K12-D	Gas	1985	4
K12-G	Gas	2001	4
K12-K	Gas	2007	4
L05a-D	Gas	2013	4
L05-FA-1	Gas	1992	6
L10-AD	Gas	1974	10
L10-AP	Gas	1975	8
L10-B	Gas	1974	4
L10-BB	Gas	1980	3
L10-E	Gas	1977	4
L10-EE	Gas	1984	3
L10-F	Gas	1980	4
L10-L	Gas	1988	4
L10-M	Gas	1999	4
L15-FA-1	Gas	1992	6
Q13a-A	Oil	2013	4
D12-A	Gas	2004	4
D12-B	Gas	2019	4

Platform	Stoffen	Installatiejaar	Aantal poten
F16-A	Gas	2005	6
K13-AP	Gas	1974	8
K13-AW	Gas	1974	4
L05-B	Gas	2003	4
L05-C	Gas	2006	4
L06-B	Gas	2014	1
L08-A	Gas	1988	4
L08-G	Gas	1988	6
L08-H	Gas	1988	4
L08-P	Gas	1994	4
L08-P4	Gas	1999	4
P06-A	Gas	1982	8
P06-B	Gas	1985	4
P06-D	Gas	2000	4
P12-SW	Gas	1990	4
Q01-D	Gas	2013	4
Q04-A	Gas	1999	4
Q04-B	Gas	2002	4
Q04-C	Gas	2002	4
Zuidwal	Gas	1987	8
F15-A	Gas	1991	6
K01-A	Gas	2001	4
K04-A	Gas	1998	4
K04-BE	Gas	2000	4
K05-A	Gas	1993	4
K05-B	Gas	1995	1
K05-CU	Gas	2010	4
K05-D	Gas	1993	4
K05-EN/C	Gas	1997	4
K05-P	Gas	1994	4
K05-PK	Gas	2002	4
K06-C	Gas	1991	4
K06-D	Gas	1992	4
K06-DN	Gas	1991	4
K06-GT	Gas	1998	4
K06-N	Gas	1993	4
K06-P	Gas	1991	4
L04-A	Gas	1981	8
L04-B	Gas	1984	4
L04-PN	Gas	1999	4
L07-A	Gas	1984	4
L07-B	Gas	1976	4
L07-BB	Gas	1979	4
L07-C	Gas	1976	4
L07-H	Gas	1989	4
L07-N	Gas	1988	4
L07-P	Gas	1976	8
L07-PK	Gas	1982	4
L07-Q	Gas	1976	4
P15-A	Oil	1985	4
P15-C	Gas	1985	6
P15-D	Gas	1993	6
P15-E	Gas	1993	4
P15-F	Gas	1993	4
P15-G	Gas	1993	4

Platform	Stoffen	Installatiejaar	Aantal poten
P18-A	Gas	1993	4
A12-CPP	Gas	2007	4
A18	Gas	2015	4
B13-A	Gas	2011	4
P09-Horizon	Oil	1993	4
Q01-Halfweg	Gas	1995	4
Q01-Haven-A	Oil	1989	1
Q01-Helder-AP	Oil	1982	4
Q01-Helder-AW	Oil	1982	6
Q01-Helm-AP	Oil	1982	4
Q01-Helm-AW	Oil	1981	4
Q01-Hoorn-AP	Oil	1983	4
Q01-Hoorn-AW	Oil	1983	6
L11b-PA	Gas	1986	4
M07-A	Gas	2009	1
P11-E	Gas	2016	4
F02-A-Hanze	Oil	2000	6
P11-B-De Ruyter	Oil	2006	4
P11-Unity	Gas	2020	1
Q10-A	HiCal	2018	4
J06-A-Markham	Gas	1991	6
J06-C-Markham	Gas	2006	4
L10-AC	Gas	1987	4
L10-AR	Gas	1975	4

F. Leidingen

Shapefiles van de kabels en leidingen op de Nederlandse Noordzee zijn te vinden in o.a. het dataregister van Rijkswaterstaat (<https://maps.rijkswaterstaat.nl/dataregister/srv/dut/catalog.search?node=geonetwark#/metadata/0eb27b4f-cda3-4021-8d5a-cc761471cb9e>).

De beoordeling heeft gebruik gemaakt van de documentatie die openbaar beschikbaar is van het Ministerie van Economische Zaken. De onderstaande tabellen geven de mutaties aan, als een overzicht van de pijpleidingen op de Nederlandse Noordzee per januari 2022.

Mutaties⁵

<i>Pijpleiding</i>	<i>Diameter (inch)</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Soort mutatie</i>	<i>Jaar</i>
<i>L11-b to L8-G-NGT Sidetap</i>	8	0,2	Nieuw	2016
<i>P11-E to P15-F</i>	8	9,0	Nieuw	2016
<i>L04-A to K6-GT</i>	10	12,6	Nieuw	2017
<i>L13-FI-1 to K15-FA-1</i>	2	6,5	Nieuw	2017
<i>L13-FI-1 to K15-FA-1</i>	12	6,5	Nieuw	2018
<i>Q10-A to P15-D</i>	14	42,5	Nieuw	2018
<i>L13-FI-1 to K15-FA-1</i>	20	6,5	Nieuw	2019
<i>P11-B-De Ruyter to P15-D</i>	8	29,0	Nieuw	2019
<i>L18-H to L18-H Sidetap</i>	8	0,2	Verwijderd	2020
<i>L8-A to L8-G</i>	8	10,0	Verwijderd	2020
<i>L8-G to L8-P</i>	8	7,4	Verwijderd	2020
<i>L8-P to L8-G</i>	2	7,4	Verwijderd	2020
<i>P11-Unify to P11-B-WYE Manifold</i>	8	8	Nieuw	2021
<i>NP-007-ST-KP-14.4 to NP-001-ST-KP-20.4-36</i>	14	6,9	Nieuw	2021
<i>P06-A to L10-AR</i>	20	78,6	Verwijderd	2021
<i>P06-B to P06-A</i>	12	3,9	Verwijderd	2021
<i>P06-D to P06-B</i>	10	6,7	Verwijderd	2021
<i>P09-B to P06-D</i>	8	16,6	Verwijderd	2021
<i>P09-B to P06-D</i>	3	16,6	Verwijderd	2021
<i>P12-SW to P06-A</i>	12	42	Verwijderd	2021
<i>Q04-B to Q04-A</i>	10	7,3	Verwijderd	2021
<i>P12-SW to P06-A</i>	3	42	Verwijderd	2021
<i>P06-B to P06-A</i>	3	3,9	Verwijderd	2021

Pijpleidingen per januari 2022⁶

<i>Pijpleiding</i>	<i>Plaatsing</i>	<i>Van</i>	<i>Naar</i>	<i>Lengte (km)</i>	<i>Diameter (inch)</i>
NP002	1977	K08-FA-1PP	K14-FA-1P	31,00	24,00
	1977	K14-FA-1C	WGT Sidetap K14-FA	0,20	24,00
	1978	K08-FA-2	K08-FA-1PP	4,00	11,00
NP004	1978	K11-FA-1	K08-FA-1PP	6,00	6,00

⁵ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat – Delfstoffen en aardwarmte in Nederland jaarverslagen van 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 en 2021

⁶ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2022) Delfstoffen en aardwarmte in Nederland, jaarverslag 2021

Pijpleiding	Plaatsing	Van	Naar	Lengte (km)	Diameter (inch)
	1978	K15-FA-1	WGT Sidetap K15-FA	1,30	24,00
NP006	1982	K07-FA-1P	K08-FA-1PP	9,00	18,00
NP007	1983	K15-FB-1	LoCal Sidetap onshore	84,00	24,00
	1985	Ameland-Oost-1	Callantsoog AWG-1R	4,00	20,00
NP009	1985	AWG-1R	NP-001-ST-KP-118.9-36-24	7,00	20,00
NP010	1986	L13-FC-1P	K15-FA-1	15,00	18,00
NP011	1986	K08-FA-3	K07-FA-1P	9,00	12,00
NP012	1987	K15-FA-1	K14-FA-1C	24,00	18,00
NP013	1989	L13-FD-1	L13-FC-1P	4,00	7,00
NP015	1989	K08-FA-2	K08-FA-1PP	4,00	10,00
NP016	1990	K15-FC-1	K15-FB-1	8,00	10,00
NP017	2013	L13-FE-1	L13-FC-1P	4,00	10,00
NP017B	1990	L13-FE-1	L13-FC-1P	1,10	10,00
	1990	L13-FE-1	L13-FC-1P	4,00	10,00
NP020	1990	K15-FG-1	K15-FA-1	7,00	11,00
NP022	1991	AME-2	AWG-1R	5,00	11,00
NP031	1995	L13-FH-1	K15-FA-1	9,00	6,00
	1997	K14-FB-1	K14-FA-1P	9,00	10,00
NP035	1997	K14-FA-1P	K15-FB-1	17,00	16,00
	1997	L09-FF-1P	L09-FF-1P Sidetap	19,00	24,00
NP037	1998	K07-FD-1	K08-FA-1PP	9,00	13,00
NP038	1998	K08-FA-1PP	K14-FA-1C	31,00	24,00
NP050	2003	K15-FK-1	K15-FB-1	8,00	10,00
NP051	2005	K17-FA-1	K14-FB-1	15,00	16,00
NP053	2003	K07-FB-1	K07-FD-1	17,00	12,00
NP057	2005	K14-FB-1	K17-FA-1	15,00	2,00
NP058	2008	L09-FA-1	L09-FF-1P	20,00	16,00
NP059	2008	L09-FB-1	Sidetap leiding L09-FA naar L09-FB	0,90	16,00
	2008	L09-FF-1P	L09-FA-1	20,00	2,00
NP061	2008	Sidetap leiding L09-FA naar L09-FB	L09-FB-1	0,90	2,00
NP062	2008	L09-FF-1P	L09-FA-1	20,00	2,00
NP063	2008	Sidetap leiding L09-FA naar L09-FB	L09-FB-1	0,90	2,00
NP064	2019	L13-FI	K15-FA-1	6,50	20,00
NP065	2018	L13-FI	K15-FA-1	6,60	2,00
NU014	1989	L13-FC-1P	L13-FD-1	4,00	4,00
NU018	1991	L13-FC-1P	L13-FE-1	4,00	4,00
NU019	1991	K15-FB-1	K15-FC-1	8,00	4,00
NU021	1991	K15-FA-1	K15-FG-1	7,00	4,00
NU023	1991	AWG-1R	AME-2	5,00	4,00
NU032	1995	K15-FA-1	L13-FH-1	9,00	3,00
NU034	1997	K14-FA-1P	K14-FB-1	9,00	4,00
NU040	1997	K08-FA-1PP	K07-FD-1	9,00	3,00
NU054	2002	K08-FA-1PP	K08-FA-2	4,00	4,00
NU055	2003	K08-FA-1PP	K07-FB-1	26,00	4,00
NU056	2003	K15-FB-1	K15-FK-1	9,00	4,00
GP-001	1984	L10-B	L10-AP	6,80	14,00
GP-002	1983	K12-A	L10-AP	29,20	14,00
GP-003	2001	K12-G	L10-AP	15,60	14,00
GP-004	2007	K12-K	K12-BP	10,30	14,00
GP-005	2005	G16a-A	G17d-AP	17,60	10,00
GP-006	2005	K02b-A	NP-002-ST-KP- 61.88-36	2,80	12,00
GP-007	2005	G14-A	G17d-AP	19,80	12,00
GP-008	2007	G14-B	G17d-AP	13,40	12,00

Pijpleiding	Plaatsing	Van	Naar	Lengte (km)	Diameter (inch)
GP-009	2010	E17a-A	E17a-A to Side Tap D15-FA to L10-AC KP 35.73	2,00	12,00
GP-010	1974	L10-B	L10-AD	7,30	10,00
GP-013	1977	L10-E	L10-AP	4,00	10,00
GP-014	1984	L10-E	L10-E to Side Tap L10-B to L10-AP KP 3.86	0,10	10,00
GP-015	1980	L10-F	L10-AP	4,30	10,00
GP-017	1988	L10-L	L10-AP	2,20	10,00
GP-020	1985	K12-D	K12-C	4,40	10,00
GP-021	1984	K12-C	K12-C to Side Tap K12-A to L10-AP KP 8.6	0,40	10,00
GP-022	2000	L10-M	L10-AP	12,00	10,00
GP-023	1999	K09ab-B	K09ab-B to Side Tap D15-	0,10	10,00
GP-024	2011	G16a-B	FA to L10-AC KP 106.76 G17d-AP	13,90	14,00
GP-026	1997	L10-S2	L10-AP	6,60	6,00
GP-028	1997	L10-S4	L10-AP	8,20	6,00
GP-029	2002	K12-S2	K12-C	6,90	6,00
GP-030	2004	K12-S3	K12-BP	3,40	6,00
GP-031	2005	G17a-S1	G17d-AP	5,70	6,00
GP-032	2002	K12-S2	K12-C	7,00	5,00
GP-034	1997	L10-S2	L10-AP	6,80	4,00
GP-035	1997	L10-S4	L10-AP	8,40	4,00
GP-036	2005	G17a-S1	G17d-AP	5,80	3,00
GP-037	1974	L10-B	L10-AD	7,30	2,00
GP-040	1977	L10-E	L10-AP	4,00	2,00
GP-041	1980	L10-F	L10-AP	4,30	2,00
GP-043	1988	L10-L	L10-AP	2,20	2,00
GP-044	1983	K12-A	L10-AP	29,20	2,00
GP-045	1985	K12-D	K12-C	4,10	2,00
GP-046	1984	K12-C	K12-C to Side Tap K12-A to L10-AP KP 8.6	0,40	2,00
GP-047	1997	L10-S2	Piggyback L10-AP	6,60	2,00
GP-048	1997	L10-S4	L10-AP	8,20	2,00
GP-049	2000	L10-M	L10-AP	12,00	2,00
GP-050	2001	K12-G	L10-AP	15,60	2,00
GP-051	2005	G16a-A	G17d-AP	17,60	2,00
GP-052	2005	G14-A	G17d-AP	19,80	2,00
GP-053	2007	K12-K	K12-BP	10,30	2,00
GP-054	2007	G14-B	G17d-AP	13,40	2,00
GP-055	2011	G16a-B	G17d-AP	13,90	2,00
GP-056	2004	K12-S3	K12-BP	3,50	3,00
GP-069	2013	D18a-A	D15-FA-1	21,50	8,00
GP-070	2013	D18a-A	D15-FA-1	21,50	2,00
GP-071	2013	L05a-D	L05-FA-1	10,60	10,00
GP-072	2013	L05a-D	L05-FA-1	10,60	2,00
GP-073	2013	Q13a-A	P15-C	24,40	8,00
GP-074	2013	Scheveningen	Q13a-A	13,70	3,50
TP-006	1992	F03-FB-F1	F03-FB OLT	2,00	16,00
TP-008	1992	F03-FB-F1	F03-FB OLT	2,00	3,00
NOGAT EXT Nld Gas	2000	NOGAT EXT	F03-FB-F1	86,80	20,00
NOGAT EXT NLD Oil	2000	Border Crossing NOGAT EXT	F03-FB-F1	86,80	4,00
W09	1975	Border Crossing K13-AP	Afsluiter WGT	120,50	36,00
W10	1992	J06-A-Markham	zeeleiding K13-AP	85,80	24,00
W12	2003	L05-B	L08-P4	6,40	10,00
W13	2003	L05-B	L08-P4	6,40	3,00
W14	2006	L05-C	L08-P4	8,00	10,00

Pijpleiding	Plaatsing	Van	Naar	Lengte (km)	Diameter (inch)
W15	2006	L05-C	L08-P4	8,00	10,00
W19	2000	L08-P	L08-P4	3,00	12,00
W20	2000	L08-P4	NP-001-ST-KP- 20.4-36	27,80	16,00
W21	2000	L08-A-West	L08-P4	10,30	6,00
W22	2000	L08-A-West	L08-P4	10,30	4,00
W36	2000	Q04-A	P06-A	35,3	14
W38	2002	Q04-C	Q01-Hoorn-AP	14,2	16
W41	1986	Subsea aansluiting Q08	Wijk aan Zee	13,7	10
W41A	2011	Q04-C	Subsea aansluiting Q08	30,6	10
W45	2004	D12-A	D15-FA-1	4,9	10
W46	2004	D12-A	D15-FA-1	5,1	3
W49	2011	K18-G1	K15-FA-1R	10	8
W50	2011	Wingate	D15-FA-1	20,5	12
W51	2012	K05-A	WGT EXT	0,3	14
W52	2014	L06-B	Sidetap K05-A L08-P4	19,2	8
W53	2014	L06-B	L08-P4	19,2	3
W54	2013	Q01-D	Q1-D Side tap	2	8
W56	1992	J06-A-	Subsea	0,3	3
W57	2011	Markham K18-G1	Isolation Valve K15-FA-1R	10	3
W60	2014	K18-G2	K18-G1	0,1	4
W61	2014	K18-G2	K18-G1	0,1	4
W67	2002	Q01-Hoorn- AP	Q1-D Side tap	7	2
W67X	2002	Q1-D Side Tap	Q04-C	7,3	2
W72	2011	D15-FA-1	Wingate	20,5	2
W74	2019	D12-B	D15-FA-1	11,8	10
W76	2019	D12-B	D15-FA-1	11,8	3
1@Zuidwal-PA	1987	Zuidwal	Harlingen Treatment Center	20,3	20
01-GAS-20-ZW	1986	Zuidwal	Harlingen Treatment Center	19,8	20
O2-GLYCOL-3- ZW	1986	Harlingen Treatment Center	Zuidwal	19,8	3
J06A-K01A	2002	J06-A-Markham	K01-A	9,1	3
J06A-K04aD	1997	J06-A-Markham	K04a-D	7,4	2,5
K01A-J06A	2002	K01-A	J06-A-Markham	9,1	14
K04aD-J06A	1997	K04a-D	J06-A-Markham	7,3	4
K04A- K04BE	2001	K04-A	K04-BE	8,1	2,5
K04A-K05A	1998	K04-A	K05-A	6,7	12
K04BE-K04A_2	2004	K04-BE	K04-A	8	10
K04Z-K05A	2014	K04-Z	K05-A	17,1	6
K05A-K04A_1	1998	K05-A	K04-A	6,7	3
K05A-K04A_2	1998	K05-A	K04-A	6,9	2,5
K05A-K04Z	2014	K05-A	K04-Z	17,6	3,17
K05A-K05B	1995	K05-A	K05-B	6,5	3,5
K05A-K05CU	2011	K05-A	K05-CU	15,2	3
K05A-K05D	1994	K05-A	K05-D	10,6	3
K05B-K05A_2	2012	K05-B	K05-A	6,7	8
K05B-K05EN/C	1997	K05-B	K05-EN/C	6,2	3,5
K05CU-K05A	2011	K05-CU	K05-A	15,2	10

Pijpleiding	Plaatsing	Van	Naar	Lengte (km)	Diameter (inch)
K05D-K05A	1994	K05-D	K05-A	10,6	12
K05D-K05EN/C	1997	K05-D	K05-EN/C	2,8	2,5
K05D_1 K05EN/C- K05D_2	2001	K05-EN/C	K05-D	2,7	10
K05F-K06N	2008	K05-F	K06-N	9,8	8
K06C-K05F	2008	K06-C	K05-F	18,3	4,13
K06C-K06D	1992	K06-C	K06-D	3,8	3
K06C-K06DN	1992	K06-C	K06-DN	5,3	3
K06C-K06GT	2005	K06-C	K06-GT	6,9	3
K06C-K06N	1993	K06-C	K06-N	8,5	3
K06D-K06C	1992	K06-D	K06-C	3,8	10
K06DN-K06C	1992	K06-DN	K06-C	5,3	12
K06GT-L04B- (L07A)	2005	K06-GT	K06-C	6,9	10
K06N-K06C	1993	K06-N	K06-C	8,5	12
L04A-K06GT	2017	L04-A	K06-GT	13,1	10
L04A-L04G	2005	L04-A	L04-G	10,4	4,5
L04A-L04PN	1999	L04-A	L04-PN	11,5	3
L04A-L07P	1982	L04-A	L07-P	22,8	12
L04B-L07A	1985	L04-B	L07-A	10,1	10
L04G-L04A	2005	L04-G	L04-A	10,4	6
L04A_1 L04PN-	1999	L04-PN	L04-A	11,5	10
L04A_2 L07A-L04B	1985	L07-A	L04-B	10,1	3
L07A-L07P	1985	L07-A	L07-P	10,4	10
L07B-L07P	1977	L07-B	L07-P	8	12
L07B- L07P_W	1977	L07-B	L07-P	8	4
L07H-L07N	1989	L07-H	L07-N	6,4	10
L07N-L07H	1989	L07-N	L07-H	6,4	3
L07N-L07P	1988	L07-N	L07-P	4,1	10
L07P - L10A	1977	L07-P	L10-AP	15,8	16
L07P-L04A	1982	L07-P	L04-A	22,8	3
L07P-L07A	1985	L07-P	L07-A	10,1	3
L07P-L07B	1977	L07-P	L07-B	8	3
L07P-L07N	1988	L07-P	L07-N	4,1	3
DPL-15C1	1985	P15-C	P15 Hoek van Holland Metering station	42,6	10
DPL-15D1	1993	P15-D	Maasvlakte	40,1	26
DPL-15E1	1993	P15-E	onshore (gas) P15-D	13,9	10
DPL-15E2	1993	P15-D	P15-E	13,9	2
DPL-15F1	1993	P15-F	P15-D	9,1	12
DPL-15F2	1993	P15-D	P15-F	9,1	3
DPL-15G1	1993	P15-G	P15-D	9,1	12
DPL-15G2	1993	P15-D	P15-G	9,1	3
DPL-18A1	1993	P18-A	P15-D	20,8	16
DPL-18A2	1993	P15-D	P18-A	20,8	3
A12CPP to NOGAT P/L	2007	A12-CPP	NOGAT EXT	16,5	16
A18 to A12CPP P/L	2014	A18	Sidetap A12 A12-CPP	32	12

Pijpleiding	Plaatsing	Van	Naar	Lengte (km)	Diameter (inch)
B13 to Helder former P/L	2011	B13-A	A12-CPP	20,3	16
Haven to Helder P/L	1995	Q01-Haven-A	Q01-Helder-AW	5,8	8
Helder to Haven cable	1989	Q01-Haven-A	Q01-Helder-AW	5,8	3
Helder to Helm P/L	1982	Q01-Helder-AW	Q01-Helm-AP	6	20
Helm to IJmuiden P/L	1982	Q01-Helm-AP	Sidetap onshore Ijmuiden (olie)	56,7	20
Hoorn to Helder P/L	1983	Q01-Hoorn-AP	Q01-Helder-AW	3,6	10
Hoorn to WGT P/L	1995	Q01-Hoorn-AP	WGT Sidetap Hoorn	17,5	12
Horizon to Helder P/L	1993	P09-Horizon	Q01-Helder-AW	47,5	10
NLP001	1998	Q16-FA-1	P18-A	10,3	8
NLP002	1998	Q16-FA-1	P18-A	10,3	2
NLP004	2009	M07-A	L09-FF-1P	12	6
NLP005	2009	M07-A	L09-FF-1P	12	2
NLP006	2006	L06d-S1	G17d-AP	40	6
NLP008	2016	L11b-PA	NP-007-ST-KP-14.4	0,1	8
NLP009	2015	P11-E	P15-F	9,8	8
NLP010	2015	P11-E	P15-F	9,8	2
NLU003	1998	Q16-FA-1	P18-A	10,3	3
NLU007	2006	G17d-AP	L06d-S1	40	3
Gas export line P15-D	2019	P11-B-De Ruyter	P15-D	38	8
Gas export line to NOGAT	2001	F02-A-Hanze	NOGAT EXT Sidetap F02- Hanze	1,5	4
SSIV control in Sidetap	2001	F02-A-Hanze	NOGAT EXT Sidetap F02- Hanze	1,5	3
SSIV umbilical (gas export) to WYE	2011	P11-B-WYE Manifold	P11-B-De Ruyter	0,1	
TMLS control umbilical	2000	F02-A-Hanze	F02-A-Hanze TMLS	1,5	3
TMLS De Ruyter	2005	P11-B-De Ruyter	P11-B-De Ruyter TMLS	1,5	16
TMLS	2000	F02-A-Hanze	F02-A-Hanze TMLS	1,5	16
Hanze Unity flowline	2021	P11-Unity	P11-B-WYE Manifold	8	8
Unity umbilical	2021	P11-B-De Ruyter	P11-Unity	8	
Van Ghent control umbical	2011	P11-B-WYE Manifold	P11b-Van Ghent	4,5	5
Van Ghent flowline	2011	P11b-Van Ghent	P11-B-De Ruyter	4,9	8
Van Nes control umbilical	2011	P11-B-WYE Manifold	P11b-Van Nes		
Van Nes flowline (@ P11-B)	2011	P11-B-WYE Manifold	P11-B-De Ruyter	0,1	10,9

Pijpleiding	Plaatsing	Van	Naar	Lengte (km)	Diameter (inch)
Van Nes flowline (@ WHPS)	2011	P11b-Van Nes	P11-B-WYE Manifold	8	8
VG, VN, SSIV umbilical WYE to P11-B De Ruyter	2011	P11-B-De Ruyter	P11-B-WYE Manifold	0,1	
P15-D to Q10-A	2018	P15-D	Q10-A	42,5	2
Q10-A to P15-D	2018	Q10-A	P15-D	42,5	14
1@J06-C-Markham TP-001	2006	J06-C-	J06-A-Markham	0	14
	1991	Markham L02-FA-1	Sidetap onshore NOGAT Callantsoog	144,2	36
TP-003	1992	F03-FB-F1	L02-FA-1	108,1	24
TP-004	1992	L05-FA-1	TP-001-ST-KP- 19.665	0,4	16
TP-005	1992	L15-FA-1	TP-001-ST-KP-82.753	0,4	16
TP-007	1993	F15-A	TP-003-ST-KP-71.52	0,3	16

G. Windparken

Figuren in deze Bijlage en informatie zijn afkomstig van het Noordzeeloket.

Offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ)

Locatie	Voor de kust van Noord-Holland
In gebruik sinds	2007
In gebruik tot	2027
Aantal turbines	36
Vermogen per turbine (MW)	3
Vermogen windpark (MW)	108
Oppervlakte (km ²)	27
Platforms	1 OHVS

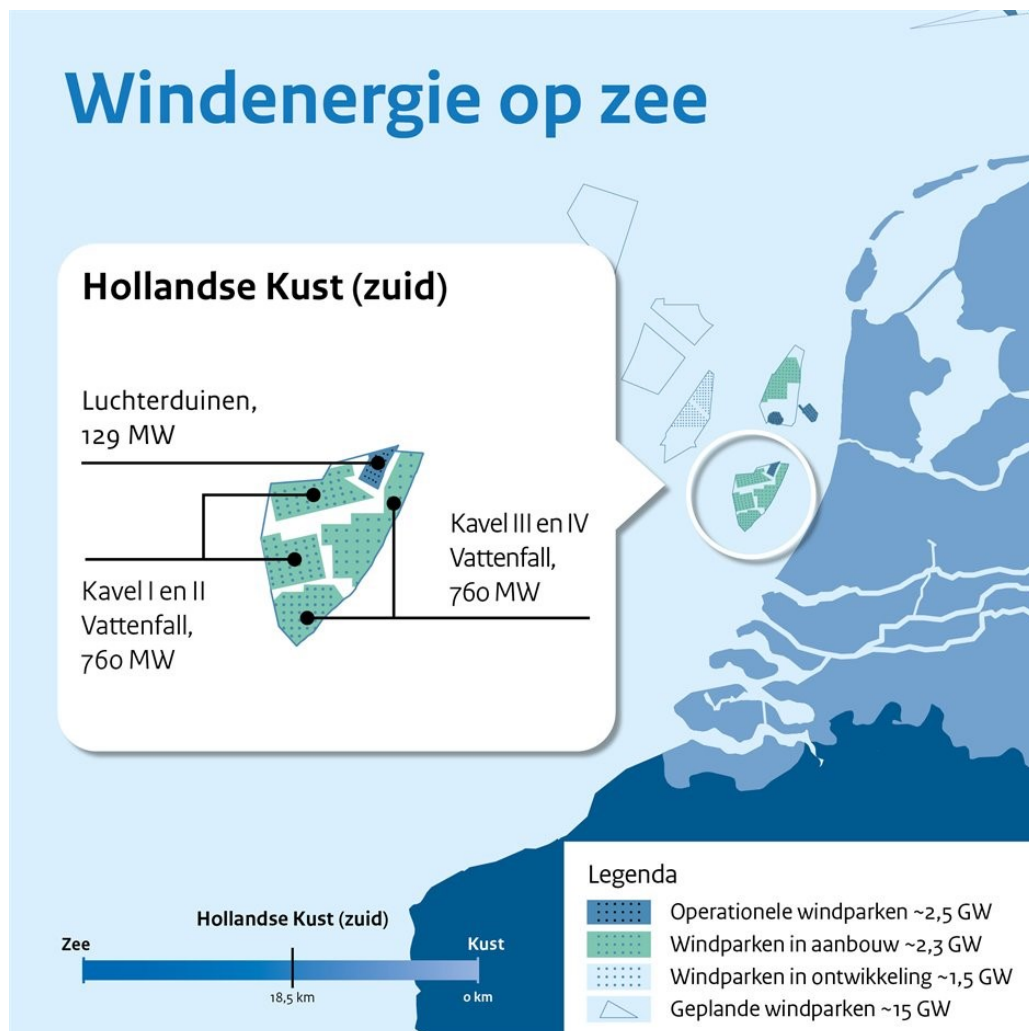


Prinses Amalia Windpark (PAWP)

Locatie	Voor de kust van Noord-Holland
In gebruik sinds	2008
In gebruik tot	2028
Aantal turbines	60
Vermogen per turbine (MW)	2
Vermogen windpark (MW)	120
Oppervlakte (km ²)	14
Platforms	1 OHVS

Windpark Luchterduinen (LUD)

Locatie	Voor de kust van Zuid-Holland
In gebruik sinds	2015
In gebruik tot	2034
Aantal turbines	42
Vermogen per turbine (MW)	3
Vermogen windpark (MW)	129
Oppervlakte (km ²)	16
Platforms	1 OHVS



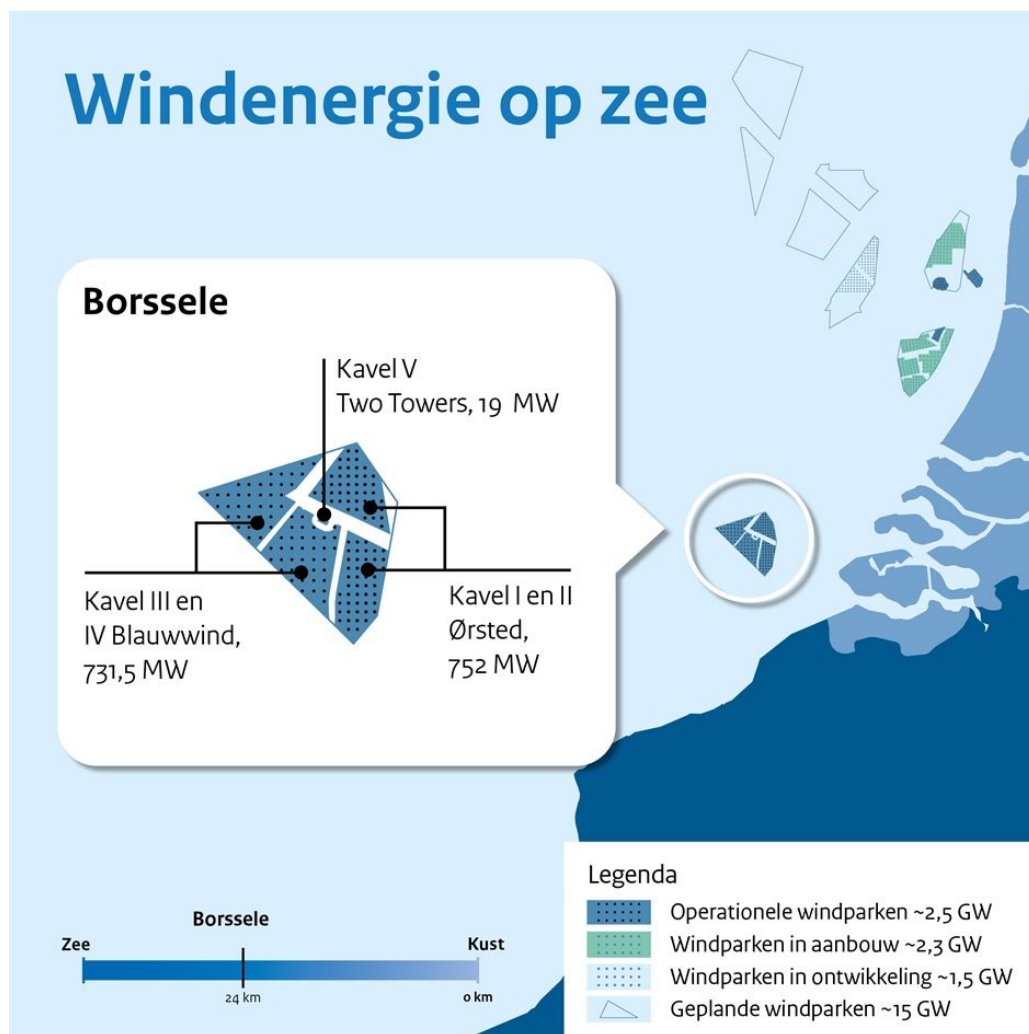
Gemini-windparken Buitengaats en ZeeEnergie

Locatie	Voor de kust van Groningen
In gebruik sinds	2017
In gebruik tot	2036
Aantal turbines	150
Vermogen per turbine (MW)	4
Vermogen windpark (MW)	600
Oppervlakte (km ²)	70
Platforms	2 OHVS



Borssele

Locatie	Voor de kust van Zeeland
In gebruik sinds	2021
In gebruik tot	2046
Aantal turbines	173
Vermogen per turbine (MW)	8-9,5
Vermogen windpark (MW)	1502
Oppervlakte (km ²)	344
Platforms	2



Hollandse Kust (zuid)

Locatie	Voor de kust van Zuid-Holland
In gebruik sinds	2023
In gebruik tot	2049
Aantal turbines	140
Vermogen per turbine (MW)	11
Vermogen windpark (MW)	1520
Oppervlakte (km ²)	214
Platforms	2

Hollandse Kust (noord)

Locatie	Voor de kust van Noord-Holland
In gebruik sinds	2023
In gebruik tot	2050
Aantal turbines	69
Vermogen per turbine (MW)	11
Vermogen windpark (MW)	759
Oppervlakte (km ²)	92
Platforms	1