



# Milieueffectrapport Windpark Fryslân Deel D Inrichting en effectbeoordeling



Ministerie van Economische Zaken



Ministerie van Infrastructuur en Milieu





Duurzame oplossingen in  
energie, klimaat en milieu

Postbus 579  
7550 AN Hengelo  
Telefoon (074) 248 99 40

Documenttitel	Milieueffectrapport Windpark Fryslân Deel D Inrichting en effectbeoordeling
Soort document	Definitief
Datum	14 juli 2015
Projectnaam	Windpark Fryslân
Projectnummer	709026
Opdrachtgever	Windpark Fryslân BV
Auteur	Martijn ten Klooster, Martijn Edink, Florentine van der Wind, Pondera Consult
Vrijgave	Hans Rijntalder, Pondera Consult





## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>Voornemen en inrichtingsalternatieven</b>	<b>1</b>
1.1	Inleiding	1
1.2	Verkenning alternatieven	1
1.3	Inrichtingsalternatieven	19
1.4	Toelichting onderdelen windpark	32
1.5	Bouw en aanleg	43
1.6	Leeswijzer	54
<b>2</b>	<b>Beoordelingskader en referentiesituatie</b>	<b>55</b>
2.1	Beoordelingskader voor de effectbeoordeling	55
2.2	Referentiesituatie	58
2.3	Leeswijzer	73
<b>3</b>	<b>Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies</b>	<b>75</b>
3.1	Beoordelingskader	75
3.2	Referentiesituatie	75
3.3	Effectbeschrijving	76
3.4	Afweging	79
3.5	Mitigerende maatregelen en optimalisatie	79
<b>4</b>	<b>Landschap en cultuurhistorie</b>	<b>83</b>
4.1	Beoordelingskader	83
4.2	Referentiesituatie	90
4.3	Effectbeschrijving	102
4.4	Mitigerende maatregelen	122
4.5	Afweging	125
4.6	Optimalisatie	130
<b>5</b>	<b>Natuur</b>	<b>133</b>
5.1	Beoordelingskader	133
5.2	Referentiesituatie	138
5.3	Effectbeschrijving	174
5.4	Mitigatie	210
5.5	Natura 2000-beoordeling inclusief cumulatie	212
5.6	Afweging	223
5.7	Optimalisatie	224

<b>6</b>	<b>Geluid &amp; slagschaduw</b>	<b>229</b>
6.1	Beoordelingskader	229
6.2	Referentiesituatie	236
6.3	Effectbeschrijving	237
6.4	Mitigatie	252
6.5	Afweging	253
6.6	Optimalisatie	256
<b>7</b>	<b>Veiligheid</b>	<b>259</b>
7.1	Beoordelingskader	259
7.2	Referentiesituatie	268
7.3	Effectbeschrijving	274
7.4	Afweging	290
7.5	Optimalisatie	293
<b>8</b>	<b>Bodem en water</b>	<b>295</b>
8.1	Beoordelingskader	295
8.2	Referentiesituatie	301
8.3	Effectbeschrijving	306
8.4	Mitigatie	312
8.5	Afweging	312
8.6	Optimalisatie	314
<b>9</b>	<b>Ruimtelijk gebruik</b>	<b>315</b>
9.1	Beoordelingskader	315
9.1	Referentiesituatie	317
9.2	Effectbeschrijving	322
9.3	Afweging	333
<b>10</b>	<b>Economische effecten</b>	<b>337</b>
10.1	Beoordelingskader	337
10.2	Referentiesituatie	339
10.3	Effectbeschrijving	344
10.4	Afweging	352
<b>11</b>	<b>Afweging</b>	<b>353</b>
11.1	Beoordeling alternatieven	353
11.2	Mitigerende maatregelen	359
11.3	Cumulatie	364

<b>12</b>	<b>Voorkeursalternatief</b>	<b>367</b>
12.1	Vergelijking alternatieven	367
12.2	Optimalisatie	373
12.3	Selectie voorkeursalternatief	374
<b>13</b>	<b>Leemte in Kennis en monitoring</b>	<b>377</b>
13.1	Leemte in kennis	377
13.2	Evaluatie en monitoring	379
Bijlage D-1	Literatuurlijst	
Bijlage D-2	Verklarende woorden-, afkortingenlijst	
Bijlage D-3	Alternatieve opstellingen ontwerpproces	
Bijlage D-4a	Visualisaties MER varianten	
Bijlage D-4b	Visualisaties aanvullende scenario's	
Bijlage D-5	Notitie verkenning natuurvoorziening	
Bijlage D-6	Rapportage geluid en slagschaduw	
Bijlage D-7	Archeologisch bureau onderzoek	
Bijlage D-8	Huidige situatie natuur	
Bijlage D-9	Effectrapport natuur	
Bijlage D-9a	Effectrapport natuur aanvullende scenario's	
Bijlage D-10	Vleermuizen Markermeer en IJsselmeer	
Bijlage D-11	Quickscan flora en fauna kabeltracé A7	
Bijlage D-12	Effecten onderwatergeluid	
Bijlage D-13	Scheepvaartveiligheid	
Bijlage D-14	Effecten aanvaring scheepvaart	
Bijlage D-15	Risico analyse dijkveiligheid	
Bijlage D-16	UXO- Rapportage	
Bijlage D-17	Effect op Wind –IWES	
Bijlage D-18	Toerisme en recreatie – ETFI	
Bijlage D-19	Scoringstabel Absoluut en relatief	
Bijlage D-20	Potentiele ontwikkeling windpark op Afsluitdijk	



# 1 VOORNEMEN EN INRICHTINGSMOEGELIJKHEIDEN

## 1.1 Inleiding

Na de beschrijving van het beleidskader, de locatie en de locatiealternatieven voor Windpark Fryslân (deel C), staat de inrichting van het gebied met verschillende opstellingsalternatieven en de (milieu)effecten van deze alternatieven centraal. De onderliggende rapportage betreft deel D van het gecombineerde plan- en project-MER voor Windpark Fryslân en is in samenhang met de andere delen van het MER te lezen.

### 1.1.1 Voornemen

Het voornemen betreft de realisatie en exploitatie van een windpark in het noordelijk deel van het Friese deel van het IJsselmeer met een omvang van 250 – 400 MW, inclusief bijbehorende infrastructuur zoals civiele werken, bekabeling, transformatorstation en een werkeiland. Het plangebied voor het beoogde windpark is in figuur 1.1 weergegeven. Dit gebied komt overeen met de locatie 'IJsselmeer Noord' zoals opgenomen in de Structuurvisie Wind op Land (SvWOL) van het Rijk. Voor een uitgebreid overzicht van het initiatief en de achtergrond van de locatiekeuze wordt verwezen naar hoofdstuk 1 van onderdeel C van dit Milieueffectrapport.

Figuur 1.1 Plangebied Windpark Fryslân



Bron: Pondera Consult

## 1.2 Verkenning alternatieven

Zoals aangegeven staat in deel D van het MER de milieueffecten van verschillende alternatieve opstellingen centraal. Gezien de grote mate van 'vrije' ruimte in het gebied is gestart met een kort alternatievenonderzoek. Op basis van de voornaamste milieuaspecten van de locatie -

natuur en landschap - en waar relevant overige aspecten - zoals energie en scheepvaart - is een breed scala aan alternatieve opstellingen verkend. In deze paragraaf komt dit alternatievenonderzoek aan de orde aan de hand van het doorlopen ontwerpproces. Een overzicht van alle verkende alternatieven is in de bijlage opgenomen. In paragraaf 1.3 worden vervolgens de alternatieven gepresenteerd waarvoor in deze rapportage de milieueffecten in detail zijn onderzocht en beschreven.

### 1.2.1 Inleiding

De milieueffecten van een windpark worden in hoge mate bepaald door de locatie, de opstelling, de afmetingen van de turbine en het aantal windturbines. In dit deel van het MER staan vier inrichtingsalternatieven centraal. Deze variëren in oppervlakte, afmetingen en aantal turbines om inzicht te krijgen in de gevolgen voor het milieu van de verschillende alternatieven. De milieueffecten in het MER worden betrokken bij de besluitvorming over het windpark.

De vier alternatieven zijn tot stand gekomen op grond van een uitgebreide verkenning van uitgangspunten en alternatieven. Omdat het plangebied in groot open water is gelegen, bestaat er relatief veel vrijheid om te ontwerpen en te zoeken naar een optimale opstelling die past in de omgeving en daarmee derhalve veel mogelijke alternatieven. Tijdens het alternatievenonderzoek zijn verschillende opstellingsconcepten onderzocht en beoordeeld. Hierbij is zoveel als mogelijk rekening gehouden met de aandachtspunten voor de locatie zoals die voortkomen uit het nationale en provinciale beleid en de daarvoor opgestelde plan-MER'en (zie Tabel 1.1 en hoofdstuk 4 van deel C van dit MER). Dit proces is met de betrokken overheden, Rijksoverheid, provincie Fryslân, gemeente Súdwest-Fryslân en Rijkswaterstaat, doorlopen. Het ontwerpproces leidde tot:

- de verdere begrenzing van het plangebied;
- de formulering van ontwerpprincipes en uitgangspunten.

Op basis hiervan zijn vervolgens vier inrichtingsalternatieven uitgewerkt. Deze variëren in de afmetingen van de toe te passen windturbines en het aantal turbines (en daarmee ook omvang van het windpark).

**Tabel 1.1 Samenvatting belangrijkste aandachtspunten Windpark Fryslân uit deel C**

Aspect	Aandachtspunten
Natuur	Natura 2000 (IJsselmeer en Waddenzee)
	Migratie route vleermuizen
Landschap en cultuurhistorie	Horizonbeslag
	Karakteristieken van de Friese IJsselmeerkust
	Externe werking naar landschappelijke waarden de Waddenzee
	Landschappelijke waarden IJsselmeer
	Kernkwaliteiten Afsluitdijk
Leefomgeving	Effecten leefomgeving (slagschaduw, geluid, veiligheid)
Veiligheid	Verstoring defensieradar en aanvliegeroute Vliehors
	Nautische en waterveiligheid
Ruimtegebruik	Huidig gebruik

Het ontwerpproces is een iteratief proces geweest waarbij van grof naar fijn een nadere begrenzing van het zoekgebied en potentiële opstellingsprincipes is bepaald, rekening houdend met de verschillende relevante (milieu) aspecten en het advies van de Commissie voor de m.e.r. op de notitie reikwijdte en detailniveau voor Windpark Fryslân.<sup>1</sup> Ook eerdere studies, zoals het advies van de Rijksadviseur voor het Landschap, Een choreografie van 1.000 molens, waarbij een cluster rondom Kornwerderzand was ingetekend en de ervaring met bestaande opstellingen en projecten zijn daarbij nuttige input geweest. Het proces om te komen tot de inrichtingsalternatieven is op zichzelf al een belangrijke stap gebleken om milieueffecten van een windpark in het IJsselmeer nabij de Afsluitdijk te beperken en/of voorkomen.

Voor het initiatief Windpark Fryslân geldt dat landschap en natuur de belangrijkste aandachtspunten zijn. Gezien het belang van landschap en natuur en de relatief ruime mogelijkheden door de locatie in grootschalig open water is een relatief grote *range* aangehouden van 150 MW (circa 250-400 MW). Voor de besluitvorming maakt dat daarmee inzicht wordt verschaft in de effecten van de mogelijkheden van de locatie voor windenergie en het verschil in effecten bij toepassing van meer of minder windturbines.

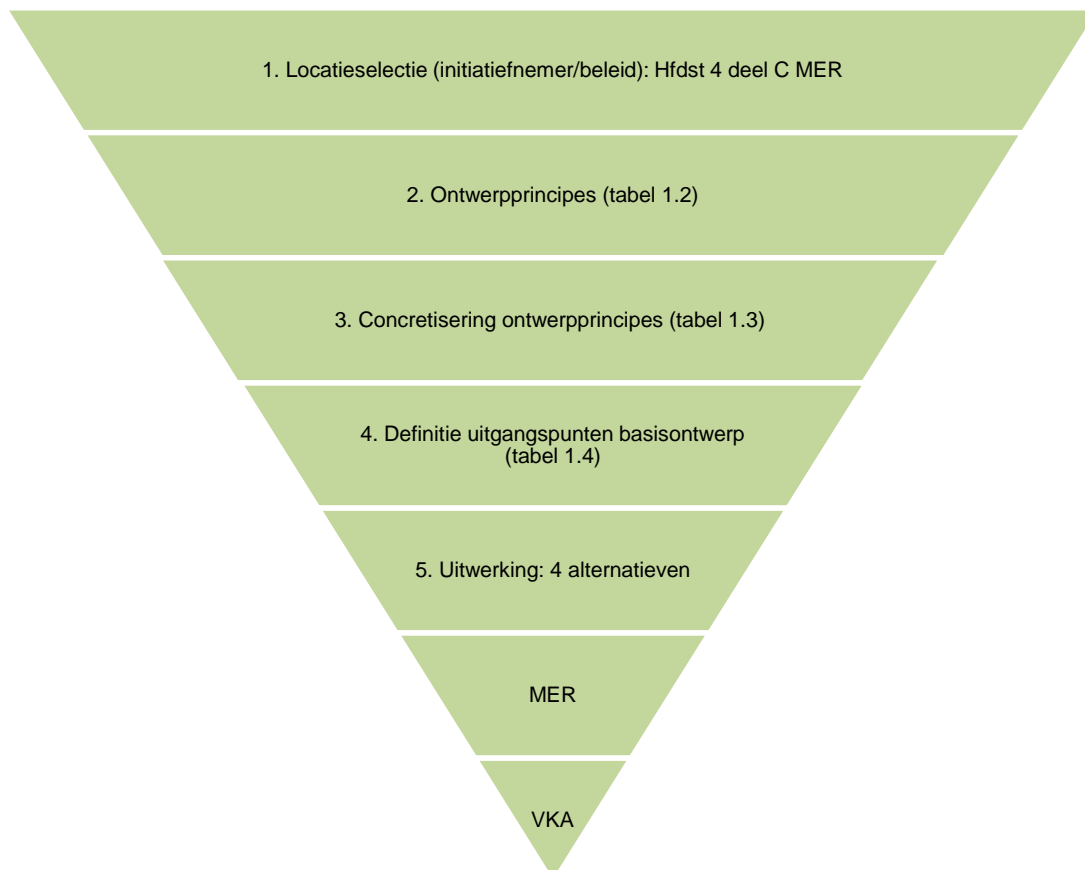
In de volgende figuur is de detaillering in het alternatievenonderzoek schematisch weergegeven. De eerste vijf stappen geven het ontwerpproces weer. In het MER vindt vervolgens de effectbeschrijving van de ontwerpen alternatieven plaats waarna, een voorkeursalternatief wordt geformuleerd. Het voorkeursalternatief (VKA) betreft optimalisaties om negatieve milieueffecten verder te beperken of positieve milieueffecten te vergroten.

In paragraaf 1.2.2 is het ontwerpproces beschreven. Figuur 1.2 geeft het ontwerpproces uit van grof naar fijn. Zoals uit

<sup>1</sup> Advies over reikwijdte en detailniveau van het milieueffectrapport Windpark Fryslân, Commissie voor de m.e.r., 17 juli 2012, rapportnummer 2673-55.

**Kader 1.1** naar voren komt, is de praktijk dat tijdens het ontwerpproces ontwikkelingen soms aanleiding geven om een stapje terug te doen in het proces omdat nieuwe mogelijkheden ontstaan die in eerste instantie niet realistisch waren. En zoals uit de beschrijving hierna blijkt, zijn de belangrijkste aanpassingen gedurende het ontwerpproces van Windpark Fryslân de kanteling van het zoekgebied en de aanpassingen van de hoogtebeperking door het ministerie van Defensie onder de aanvliegeroute naar de Vliehors.

**Figuur 1.2 Alternatievenonderzoek Windpark Fryslân**



### Ontwerpprincipes

Het plangebied van het voornemen is gelegen in het IJsselmeer nabij de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk. De huidige waarden in en om de locatie en de aandachtspunten voor de ontwikkeling van een windpark op deze locatie zijn vastgelegd in verschillende beleids- en visiedocumenten (zie deel C van het MER). Als generieke aandachtspunten acht de structuurvisie wind op land (SvWOL) aansluiten bij het landschap, een herkenbare interne orde en de afstand tussen windparken van belang. Het provinciale windbeleid ziet voor deze locatie mogelijkheden voor een markant cluster, met de bedoeling om op deze locatie het grootste deel van de provinciale doelstelling voor windenergie te realiseren.

De landschappelijke, cultuurhistorische en ecologische criteria volgen uit de huidige waarden van de omgeving en de relevante beleidskaders. Aanvullend is het aspect energieopbrengst toegevoegd. De opstelling en de toe te passen windturbines zijn van invloed op het totaal aan



opgewekte elektriciteit op de locatie. Deze vertegenwoordigen het positieve milieueffect van het initiatief en zijn relevant vanuit de bedrijfsmatige prestatie van het windpark. Deze criteria zijn de onderlegger voor de ontwerpprincipes die bij het ontwerpen van de inrichtings-alternatieven zijn gehanteerd (zie tabel 1.2).

Tabel 1.2 Algemene ontwerpprincipes

Algemene ontwerpprincipes	
Landschap	Rekening houden met bestaande waarden: de waarden en identiteit van IJsselmeer, Waddenzee, Afsluitdijk en Friese Zuiderzeekust
	Het creëren van nieuwe waarde ( <i>landmark</i> )
	Herkenbare interne structuur, rekening houdend met beleving vanuit beweging (varen op het IJsselmeer, rijden over de Afsluitdijk)
	Aansluiten bij het landschap
	Herkenbare interne orde
	Afstand tot andere windparken
Cultuurhistorie	Rekening houden met bestaande waarden: <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand</li> <li>Ensemble van de Afsluitdijk (lange rechte lijn met knooppunten)</li> </ul>
Ecologie	Het minimaliseren van gevolgen voor natuur: <ul style="list-style-type: none"> <li>Minimaliseren verstoring</li> <li>Beperken aanvaringslachtoffers onder vogels en vleermuizen</li> <li>Voorkomen barrièrewerking voor vogels en vleermuizen</li> </ul>
Energieopbrengst	Het maximaliseren/optimaliseren van de energieopbrengst door rekening te houden met: <ul style="list-style-type: none"> <li>Overheersende windrichting</li> <li>Onderlinge beïnvloeding (parkeffect)</li> <li>Toepassen van verschillende MW-klassen windturbines</li> </ul>

Vanzelfsprekend spelen ook andere belangen een rol bij de ontwikkeling van een windpark, zoals scheepvaartveiligheid en mogelijke hinder door geluid en slagschaduw. Deze effecten zijn met name voor de locatiekeuze van belang geweest. Waar relevant en mogelijk zijn deze effecten ook betrokken bij de ontwikkeling van de inrichtingsalternatieven.

### Kader 1.1 Defensiegebieden en aanpassing belemmeringen

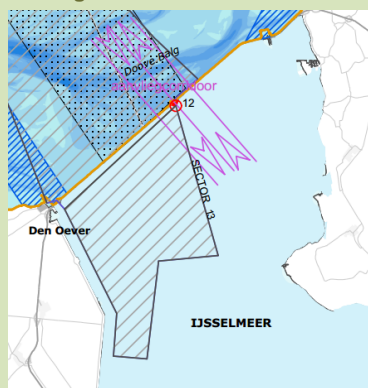
Boven en nabij het plangebied bevinden zich verschillende gebieden/terreinen die in beheer of gebruik zijn bij Defensie.

Ten westen van het plangebied bevindt zich een onveilige gebied (ook wel 'schietgebied'). Defensie schiet met munitie vanaf Breezanddijk in zuidwestelijk richting in het IJsselmeer om de kwaliteit van de munitie te testen. Het betreft testen met munitie van verschillende formaten, van kleine kogels tot grote explosieven. Plaatsing van windturbines in dit gebied is dan ook niet mogelijk.

In het IJsselmeer en deels in het plangebied ligt een aanvliegeroute van en naar schietterrein de Vliehors met als midden Breezanddijk. De aanvliegeroute wordt benut voor vlieg oefeningen in NATO verband. De aanvliegeroute heeft een breedte van 2 nautische mijl (3,7 kilometer). Onder de aanvliegeroute gold aanvankelijk een hoogtebeperking van 40 meter. Hierdoor was plaatsing van moderne windturbines niet mogelijk. Het gebied onder de aanvliegeroute was onderdeel van het zoekgebied maar vanwege de hoogtebeperking in eerste instantie gedurende het ontwerpproces buiten beschouwing gelaten bij het bepalen van inrichtingsalternatieven.

Na publicatie van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau voor Windpark Fryslân heeft Defensie een zienswijze ingediend waarin is aangegeven dat ten behoeve van de SvWOL deze beperking is verminderd tot een hoogtebeperking van 500 voet (152,4 meter). In het vervolg van het ontwerpproces is deze hoogte als randvoorwaarde gehanteerd. Dit leidde ertoe dat 4 MW klasse windturbines mogelijk waren onder de aanvliegeroute. De omvang van de 6 MW klasse is hiervoor te groot.

#### Schietgebied IJsselmeer en aanvliegeroute Vliehors



Tijdens het ontwerpproces heeft overleg en afstemming plaatsgevonden met Defensie aangezien vanuit het oogpunt van landschap aansluiting bij het knooppunt Breezanddijk wenselijk bleek. Defensie heeft verkend of de hoogtebeperking nog verder kon worden verminderd. Deze verkenning heeft Defensie doen besluiten om de hoogtebeperking vast te stellen op een maximale bouwhoogte van 600 voet (182,88 meter). Als gevolg hiervan zijn 6 MW klasse windturbines toepasbaar onder de aanvliegeroute. Het schietgebied in het IJsselmeer is uitgesloten als locatie voor windturbines, conform de aanwijzing van dit gebied in de Regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro).

### 1.2.2 Ontwerpproces inrichting gebied

Voorgaande ontwerpprincipes en uitgangspunten vormden de basis voor de verkenning van de mogelijkheden voor de inrichting van het gebied. Op basis van deze uitgangspunten is gekeken

welke inrichtingen en configuraties mogelijk zijn op de locatie. Hierbij zijn verschillende opstellingen ingetekend.

Deze ontwerpen zijn in een aantal 'ontwerpsessies'<sup>2</sup> verder uitgewerkt met ecologen van Bureau Waardenburg, landschapsdeskundigen van initiatiefnemer, Landstra Landscape en beoordeling door OVSL en en de betrokken overheden (Rijk, provincie Fryslân, gemeente Súdwest-Fryslân en Rijkswaterstaat). Aan de hand van 3D-modellen en een aantal fotovisualisaties is verkend welke opstellingen (verder van de dijk, dicht bij de dijk, verder van de kust, langs de dijk, et cetera) resulteren in grotere of juiste kleinere effecten voor de hoofdthema's ecologie en landschap. De resultaten van het ecologische bureau- en veldonderzoek zijn hierbij betrokken.

Tijdens dit proces is beoordeeld welke configuraties tot grotere negatieve (milieu)effecten leiden. Onder andere de hieronder weergegeven ontwerpen zijn gedurende het proces met die achtergrond afgevalen:

- Het combineren van turbinetypen geeft een erg druk en storend beeld en leidt niet tot een nieuwe kwaliteit. Dit komt door het verschillend aantal omwentelingen per minuut en het relatief rommelige beeld op lokale schaal van de rotoren.
- Opstellingen van lijnen parallel aan de Afsluitdijk, vanwege: de potentiële barrièrewerking voor vogels, effecten op de doorgaande open ruimtebeleving vanuit Waddenzee en IJsselmeer, het zicht op de Friese kust vanaf de Afsluitdijk en vanwege de afstand tot recreatiegebied de Holle Poarte bij Makkum en Kornwerderzand;
- Opstellingen buiten de laagvliegrouete van Defensie (zie ook kader 1.1 hiervoor) vanwege de kortere afstand tot Makkum en het potentiële landschappelijke effect op het ensemble van de Afsluitdijk (lange lage dijk onderbroken door knooppunten);
- Opstellingen met kleinere onderlinge tussenafstanden, vanwege een te grote onderlinge beïnvloeding (parkeffect) waardoor de energieproductie van het windpark lager is;
- Opstellingen verder in het IJsselmeer gelegen, vanwege het effect op de weidsheid van het IJsselmeer en de mogelijkheid om een opstelling met een eigen identiteit te creëren. Ten aanzien van de openheid is van belang dat de schaal van het IJsselmeer afneemt richting het zuiden (versmalling met name ter hoogte van Stavoren) en vanwege de toenemende intensiteit van de scheepvaart, met name op de kruising tussen de lijn Workum-Enkhuizen en Den Oever-Stavoren;
- Opstellingen dicht bij de dijk vanwege:
  - het negatieve effect op het landschappelijke karakter van de Afsluitdijk (de dijk wordt gekenmerkt door zijn lange rechte horizontaliteit. De windturbines hebben een grote verticaliteit en hebben een verkleinend effect op de landschappelijke kwaliteit van de dijk als deze grenzen aan de dijk);
  - de directe versturende effecten op watervogels die de kustzone gebruiken in Natura 2000-gebied Waddenzee en/of IJsselmeer;
  - aanvaringsslachtoffers en/of verstoring onder/van de gestuwde trekvogels en (ruige dwerg)vleermuizen.
- Lange lijn/enkele lange lijnen haaks op de Afsluitdijk door de impact op de open- en weidsheid waargenomen vanaf de Afsluitdijk, noord-zuid bewegingen in het IJsselmeer en vanaf de Friese kust;

<sup>2</sup> Deze sessies hebben plaatsgevonden op 5 november 2012, 22 november 2012 (deelsessie landschap), 30 november 2012 en 12 maart 2013.

- Zwerm versus clusteropstelling: een windpark in de vorm van een cluster heeft een herkenbare interne orde en is compacter, maar deze ordening is echter slechts vanaf bepaalde posities herkenbaar. Er kan daarom ook een actieve keuze voor afwezigheid van orde worden gemaakt in de vorm van een zwerm. Voor de locatie geldt echter dat de structuur van het windpark bijzonder goed kan worden waargenomen, aangezien de locatie hoofdzakelijk vanuit beweging vanaf de aanwezige vaar- en rijroutes wordt beleefd. Dit biedt een kans om een opstelling met identiteit, een landmark, te ontwerpen. Derhalve is een structuurloze zwerm niet wenselijk geacht. Daarbij geldt dat een zwerm zonder structuur wisselende afstanden vereist. Bij een gelijke oppervlakte als bij een opstelling in clustervorm betekent dat een kleiner opgesteld vermogen. Bij een gelijk vermogen neemt het oppervlak van het windpark snel toe.

In bijlage D-3 is een verantwoording opgenomen met een vergelijking op milieuaspecten van de alternatieve opstellingen die zijn beschouwd in het ontwerpproces.

Het ontwerpproces heeft geresulteerd in een concretisering van de ontwerpprincipes uit het beleidskader (zie ook Tabel 1.3).

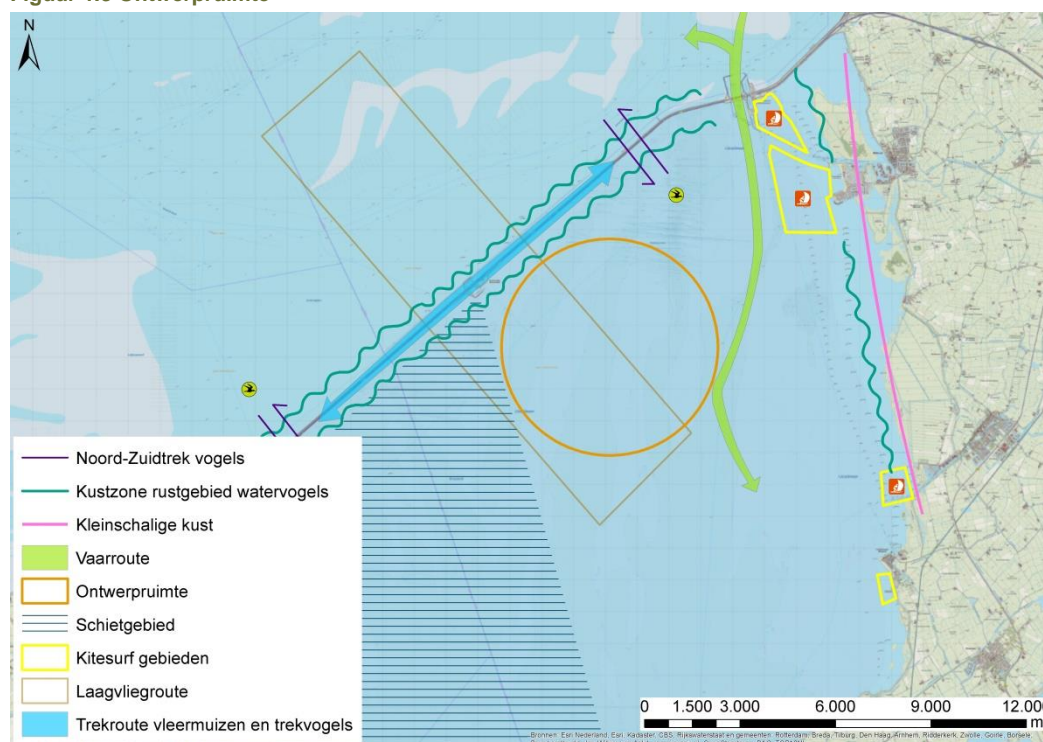
**Tabel 1.3 Concretisering ontwerpprincipes**

Algemene ontwerpprincipes	
Landschap (zie ook ter illustratie figuur 1.2.)	Aanhouden van ruime afstand tot de voormalige Zuiderzeekust (Friese IJsselmeerkust).
	Het is wenselijk met het windpark een contrapunt te vormen op de Afsluitdijk (behoud landschappelijke waarde dijk).
	Aansluiten bij huidige knooppunten op de dijk (open houden dijk).
	Breezanddijk lijkt het meest logisch omdat daarmee afstand wordt gehouden tot de Friese IJsselmeerkust en tot het beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand.
	Beperken invloed openheid vanuit Friese IJsselmeerkust, Waddenzee en IJsselmeer door concentratie.
	Turbineordering gericht op beleving vanuit beweging.
Ecologie	Voldoende afstand aanhouden tot de Afsluitdijk in verband met de zone achter de dijk, die gebruikt wordt door watervogels, zoals smient en wilde eend, waarvan de staat van instandhouding beneden het instandhoudingsdoel ligt. Eveneens is dit wenselijk vanwege gestuwde trek van trekvogels en vleermuizen (ruige dwergvleermuis) boven de Afsluitdijk.
	Lengte windpark parallel aan de Afsluitdijk beperken om barrièrewerking voor uitwisseling tussen IJsselmeer en Waddenzee te voorkomen.
	Hoe groter de onderlinge afstanden tussen turbines, hoe makkelijker vogels er doorheen/ langs vliegen. Aanhouden van een minimale onderlinge afstand (circa 600 meter) draagt ertoe bij dat verstoring wordt beperkt.

Vanuit het oogpunt van enerzijds de scheepvaart (intensiteit van vaarbewegingen nabij de Lorentzsluizen en de vaarroute naar het zuiden) en anderzijds vanuit de zorgen vanuit de omgeving voor de impact op toerisme en watersport in en nabij het recreatiegebied Holle Poarte bij Makkum bleek het eveneens wenselijk om afstand tot houden tot de Friese kust. Routes van

de beroepsvaart en concentratiegebieden van de recreatievaart worden daarmee eveneens vermeden. Daarbij is er een grote afstand tot aangewezen kitesurfgebieden bij de Friese kust waardoor eventuele beïnvloeding van het windaanbod tot een minimum wordt beperkt. In de volgende figuur is een deel van de ontwerpprincipes visueel gemaakt en is de ontwerpruimte globaal weergegeven.

**Figuur 1.3 Ontwerpruimte**



Bron: Pondera Consult

### **Landschappelijk concept: een windpark nabij de Afsluitdijk**

Bovenstaande conclusies hebben geleid tot een aanscherping van de inrichtingsprincipes. Deze hebben geleid tot een opstelling als concept samengesteld door de initiatiefnemer als volgende stap in het alternatievenonderzoek, waarbinnen opstellingen zijn voorgesteld (presentatie november 2012, bijlage D-4). Hierna is het concept kort toegelicht en zijn in figuur 1.3 en 1.4 de principes weergegeven die in het concept zijn gehanteerd.

De Afsluitdijk vormt met zijn strakke dijklichaam, het monument, de sluzencomplexen en de militaire verdedigingswerken op Kornwerderzand één geheel. De continuïteit in maatvoering en schaal van dijkprofiel is essentieel binnen het cultuurhistorische karakter van de Afsluitdijk en de beleving hiervan vanaf de dijk of vanuit het IJsselmeer en de Waddenzee.

Door een rechthoekig windpark van deze omvang op korte afstand langs de dijk te realiseren, treedt er een verkleining van de Afsluitdijk op. Dit tast de entiteit 'De Afsluitdijk' aan doordat de grootschaligheid van de dijk wordt verkleind. Uit de 3D-sessies met de overheden kwam naar voren dat dit verkleinende effect vooral optreedt bij lijnopstellingen die op korte afstand van de dijk en langs een grotere lengte parallel aan de dijk lopen. Waarbij de afmetingen van de windturbines en de afstand tot de Afsluitdijk de mate van het verkleinende effect bepalen. Uit de

sessies komt naar voren dat dit effect wordt voorkomen door de verhouding tussen lengte en hoogte van de dijk te respecteren of zelfs te benadrukken. Als maat voor de afstand tot de dijk is een afstand aangehouden die gebaseerd is op de omvang van de windturbines en die tevens de ecologische eisen in acht neemt. De optimale afstand is de afstand waarbij het park niet los komt van de dijk maar tevens geen afbreuk doet aan de schaal van de dijk. Voor de 4 MW turbines is dit een afstand van circa 750 meter en voor de 6 MW turbines circa 900 meter. Ook vanuit het oogpunt van ecologie is het wenselijker een afstand van minimaal 500 meter van de dijk vrij te houden vanwege het gebruik van de oever-kustzone door watervogelsoorten<sup>3</sup>.

Door een cluster te creëren wordt het karakter van de Afsluitdijk (grootschalig/ langgerekt) bewaard en wordt er een duidelijk *landmark* aan het gebied toegevoegd. Om deze *landmark* te creëren moet het een contrapunt vormen ten opzichte van de dijk. Dit wordt bewerkstelligd door een weloverwogen afstand aan te houden tot de dijk en door de structuur van het windpark.

En door aan te sluiten bij de knooppunten op de Afsluitdijk (Breezanddijk, Kornwerderzand) wordt verdichting van het open venster (Waddenzee – IJsselmeer en visa versa) voorkomen en blijft aanwezigheid en beleving van de lange rechte kale dijk en de open wateren vanaf dijk en kust zichtbaar en in zekere mate benadrukt. De logische keuze hiervoor is aan te sluiten bij het knooppunt Breezanddijk, vanwege de cultuurhistorische waarde van het Beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand en de afstand tot de Friese IJsselmeerkust.

De lijnen in de opstelling zijn zo ingericht dat er zichtlijnen ontstaan vanaf de Afsluitdijk richting de Friese kust. Op die manier wordt er een beleving en daarmee identiteit aan het windpark toegevoegd. De opstelling moet ervoor zorgen dat er constant nieuwe lijnen ontstaan op het moment dat je over de Afsluitdijk rijdt (dagelijks passeren er gemiddeld een kleine 20.000 voertuigen). Zo ontvouwt het windpark zich tot aan het moment van passage. Door de hoeken van het windpark af te ronden is de openheid van het gebied direct zichtbaar (abrupt) op het moment dat de laatste lijn van het windpark zich ontvouwt. Aanvullend benadrukt het contrast de openheid. Hierbij is de kijkhoek vanaf de Afsluitdijk van belang, afgestemd op de snelheid en kijkhoek van de passanten, evenals de afstand tot de Afsluitdijk (zie ook eerder). Door de ronde opstelling is ook varend rondom het windpark, zoals de noord-zuid lijn tussen Kornwerderzand richting het zuiden, de opstelling leesbaar en vormen zich telkens nieuwe lijnen. De afronding van de hoeken is een belangrijke mitigatie om 'rafelranden' van visueel los gepositioneerde windturbines te vermijden.

<sup>3</sup> Conform de mitigerende maatregel voor het ontwerp die is voorgesteld in de Passende Beoordeling Structuurvisie Windstreek 2012 (Royal Haskoning, 2012).

### Kader 1.2 Beleving Afsluitdijk/Strand Makkum

In het ontwerp is naast de landschappelijke inpassing en landschappelijke effecten ook vanuit de potentiële standpunten waar de orde is waar te nemen concept gekeken. Vanuit ruimtelijk oogpunt zijn er twee locaties qua beleving die specifiek aandacht zijn gegeven: passanten op de Afsluitdijk en vanuit strand Makkum. Beleving bij snelheid versus stilstand.

Ten eerste de Afsluitdijk. Van grotere afstand presenteert het ontwerp zich als een compacte structuurloze zwerm. Door de opstelling niet parallel aan de dijk te plaatsen, maar licht gedraaid, ontstaan er bij verplaatsing bij 100-130 km/u op de dijk langzaam zichtlijnen door het park heen. Deze zichtlijnen vallen binnen de 140 graden van het menselijke blikveld. Vanuit een gesloten ronde zwerm opent de structuur van het park zich. Een beleving van een nieuw windlandschap in tijd en afstand. Lijn voor lijn.

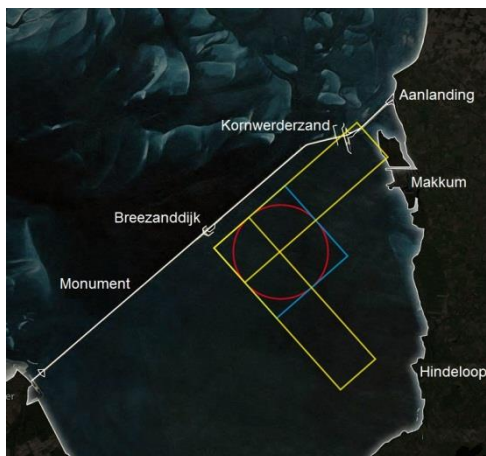
De cirkel is de meest efficiënte grondvorm. Het draagt maximaal bij aan het handhaven van open vensters op de Friese kust en het IJsselmeer. Rijdend vanuit Den Oever zal het park zich ter hoogte van Breezanddijk zich reeds uit het blikveld terug trekken. Vanuit Friesland is het park uit het zicht zodra Breezanddijk is gepasseerd en is de kernkwaliteit van het IJsselmeer, een horizon-loos weids landschap onaangetast. Door de plaatsing van het park in de nabijheid van de dijk ontstaat er een coulisse werking waarbij de ruimte rond het park helder gedefinieerd wordt. Een object in de ruimte definieert die ruimte meer dan een lege ruimte.

Vanuit Strand Makkum is gesteld dat een open vide tussen de bebouwing aan de horizon (Holle Poarte) en het windpark een belangrijke kwaliteit is. Zo wordt het park geen onderdeel van de bebouwing maar vormt het een autonome en herkenbare entiteit in de inherente rust vaneen open watervlakte.



Figuur 1.4 Elementen landschappelijke verkenning

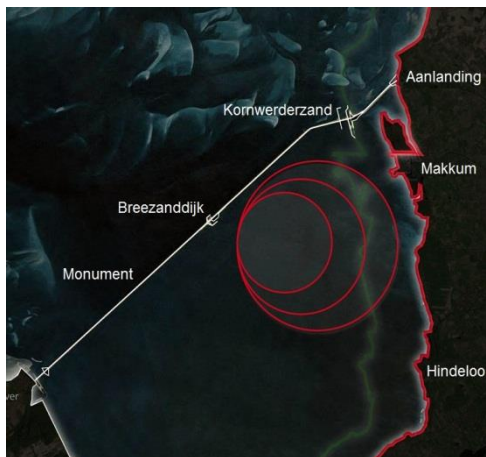
Verkenning vormen: grootste oppervlak/horizon



Beleving opstelling, kijkhoek



Beïnvloeding voormalige Zuiderzeekust

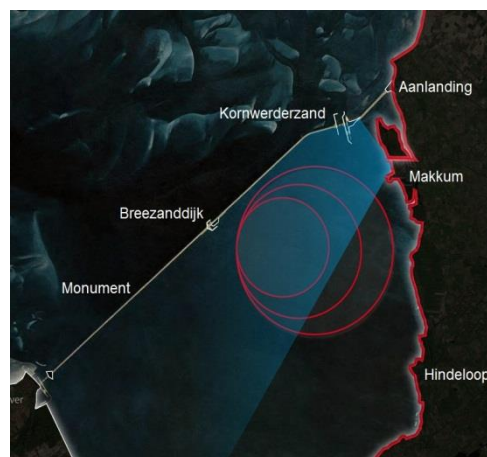


Bron: Landstra Landscape

Zichtvensters vanaf de Afsluitdijk



Horizonbeslag Holle Poarte

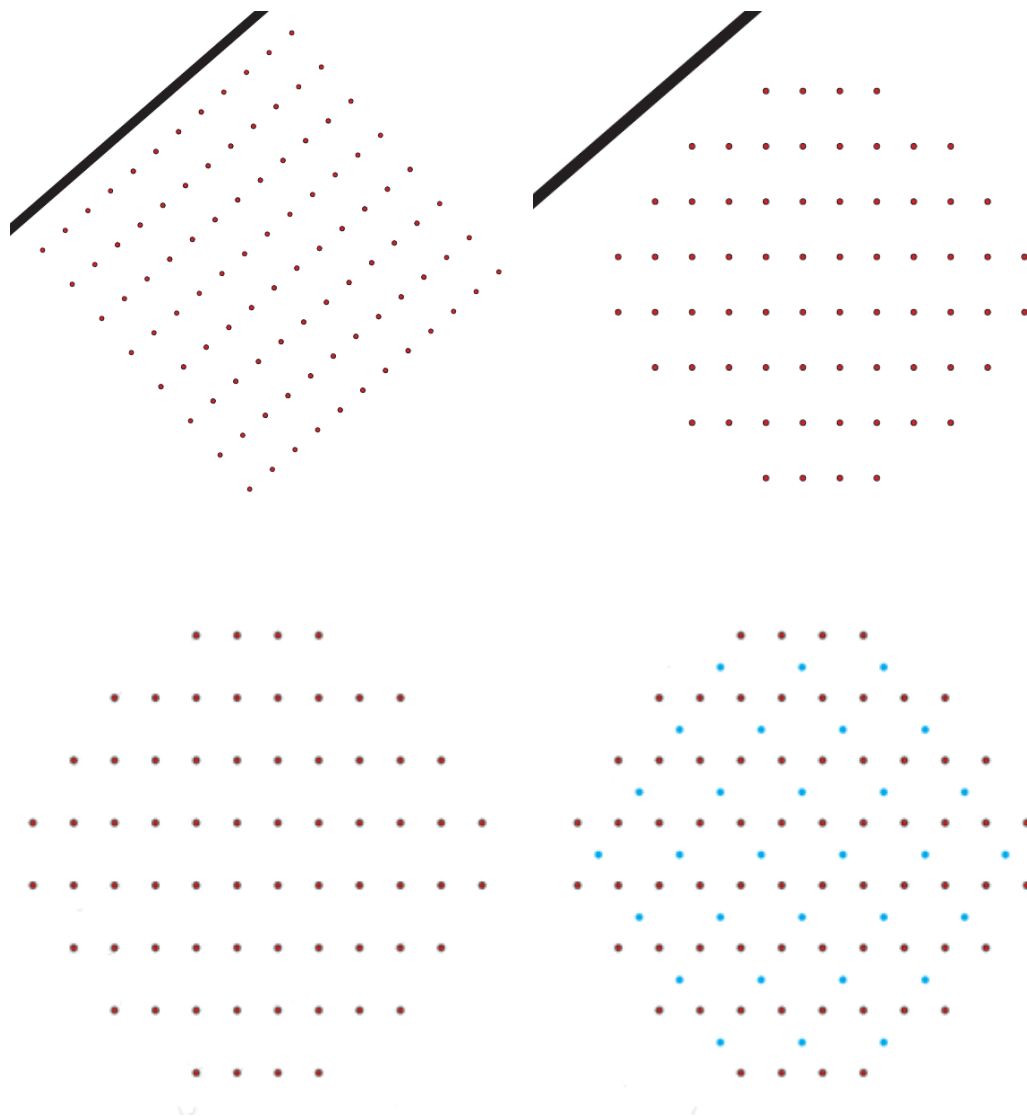


Aanvliegroute Vliehors





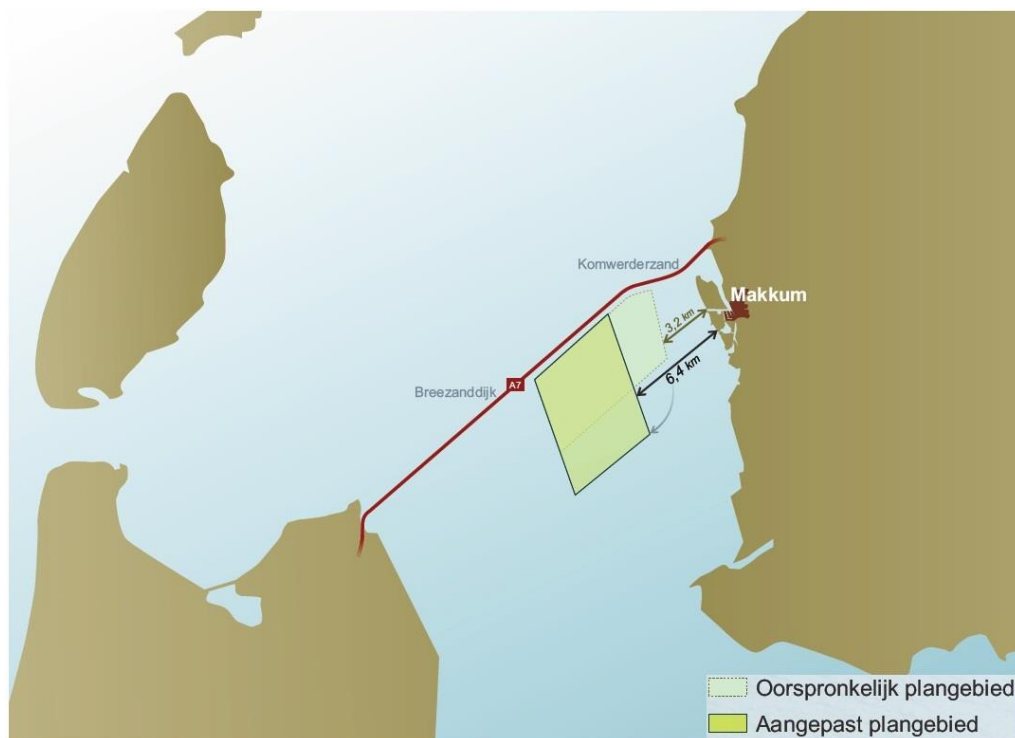
Figuur 1.5 Inrichtingsschetsen (oriëntatie ten opzichte van de dijk en mengvorm turbineklassen)



Bron: Landstra Landscape

De bevindingen uit het ontwerpproces hebben ertoe geleid dat het zoekgebied van Windpark Fryslân is aangepast om negatieve milieueffecten te beperken/voorkomen. Het oorspronkelijke rechthoekige gebied parallel aan de Afsluitdijk leidt tot grotere negatieve effecten vanuit landschappelijk en ecologisch oogpunt en leidde daarmee niet tot optimale opstellingen. Onder andere om meer afstand van de Friese IJsselmeerkust te houden (van circa 3,2 km vergroten naar circa 6,4 km) en barrièrewerking op vogels te beperken/voorkomen, in overleg met betrokken overheden besloten om het plangebied te kantelen. In Figuur 1.6 is het aangepaste plangebied opgenomen. Dit aangepaste gebied is het gebied dat door het Rijk in de SvWOL is aangewezen voor grootschalige windenergie (gebied IJsselmeer Noord).

**Figuur 1.6 Kanteling plangebied**



Bron: Pondera Consult

#### **Aan de slag met het landschappelijk concept**

Op basis van de uitgangspunten zoals die in het landschappelijk concept dat op basis van de ontwerpessies is gekozen door de initiatiefnemer zijn weergegeven en de kanteling van het plangebied, is de volgende stap gezet in de verkenning van opstellingen ten behoeve van de MER alternatieven.

Dit betekent dat er zowel kleine (ondergrens aantal MW) als grote (bovengrens aantal MW) opstellingen zijn gemaakt met verschillende afstanden tot de kust, Kornwerderzand en de Afsluitdijk. Uiteraard heeft de variatie in de opstellingen effect op de zuiverheid van het doorvoeren van de inrichtingsprincipes. Een grote opstelling heeft immers meer ruimte nodig en onderlinge tussenafstanden zijn ruimer bij een groter turbinetype. Door de variatie in de ontwerpen inzichtelijk te maken, wordt steeds duidelijker waar een optimum ligt. Met de relatief grootte *range* in variatie (250 - 400 MW) kan vervolgens in het MER op basis van de

effectbeoordeling 'getest' worden of de principes werken en de effecten in lijn zijn met de verwachtingen die ten grondslag liggen aan de opstellingsalternatieven.

#### Ontwerpen

Op basis van de verschillende ontwerpessies zijn de uitgangspunten en configuraties bepaald die gehanteerd zijn bij de inrichting van het gebied. Gezamenlijk met betrokken overheden zijn de volgende uitgangspunten gekozen als basis voor de opstellingsalternatieven. In de tabel hierna is aangegeven welke overweging hieraan ten grondslag ligt en welke milieuaspecten hieraan zijn gerelateerd.

Tabel 1.4 Uitgangspunten ontwerpen

Uitgangspunten en configuraties	Landschap	Ecologie	Energetisch
Minimale afstand tot de Afsluitdijk afhankelijk van de grootte van de windturbines (circa 700 - 900 meter) om aansluiting bij de dijk te houden zonder tot een negatief effect te leiden op de beleving van de schaal van de dijk;	x	x	
Afstand tot (het strand van) de Holle Poarte minimaal 6 kilometer;	x	x	
Een cluster bij Breezanddijk ten behoeve van het creëren van een landmark aansluitend bij knooppunten en om verdichting te voorkomen;	x	x	
Zichtlijnen vanaf de Afsluitdijk naar de Friese kust ten behoeve van de beleving van het windpark;	x		
Afronden van de hoeken ten behoeve van de openheid en voorkomen 'rafels' in de opstelling.	x		
Geschakeerde opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting;			x
Tussenafstanden minimaal 5x de rotordiameter op de overheersende windrichting en 6x de rotordiameter in de overheersende windrichting (minimaal 600 meter);		x	x
Zo min mogelijk rijen achter elkaar ten opzichte van de overheersende windrichting.			x
Rasteropstelling (compact)	x	x	

#### Verwerking naar MER alternatieven

Het zoekgebied waarbinnen de inrichtingsalternatieven zijn ontwikkeld, ligt op minimaal 6,4 kilometer van Makkum en reikt maximaal 8,1 kilometer het IJsselmeer in. Het plangebied is gelegen nabij Breezanddijk en heeft een minimale afstand van 600 meter van de Afsluitdijk. In figuur 1.7 is het plangebied weergegeven.

Binnen dit zoekgebied zijn op basis van eerder genoemde uitgangspunten vier opstellingen ontworpen. Bij het ontwerpen van de alternatieven is het plangebied niet in alle gevallen maximaal ingevuld. Zoals reeds aangegeven is er gevarieerd in grote en kleine windturbines en grotere en kleinere aantallen windturbines om de milieueffecten in een relatief grote bandbreedte in kaart te kunnen brengen. De ontwerpen voldoen aan de gestelde uitgangspunten, en zijn in een laatste slag geoptimaliseerd. De optimalisatie betreft voornamelijk het plaatsen van de zichtlijnen en het zoeken naar het optimum in onderlinge

tussenafstanden tussen turbines en lijnen ten opzichte van elkaar. Het resultaat van deze optimalisatieslag zijn de definitieve alternatieven waarvan in het MER de milieuaspecten zijn onderzocht.

#### **Samenvatting resultaat ontwerpproces**

Aangezien niet of nauwelijks fysieke belemmeringen zoals bebouwing en infrastructuur in het zoekgebied aanwezig zijn, is de ruimte in het IJsselmeer om te 'spelen' met verschillende principes in eerste instantie groot. Door rekening te houden met de bestaande belangen in het gebied en deze belangen ook te stapelen kan getrechterd worden van de ruime zoeklocatie tot een concrete opstellingslocatie waarbij rekening is gehouden met de bestaande belangen en waarbij tegelijkertijd een sterk herkenbaar ruimtelijk ontwerp mogelijk is die als *landmark* fungeert. De ligging ten opzichte van de Afsluitdijk en in het open en weidse landschap en in een gebied dat van veel kanten vanuit beweging (A7, pleziervaart) wordt ervaren, speelt daarbij een belangrijke rol.

De uitkomst van het ontwerpproces is dat een cluster met afgeronde hoeken, ter hoogte van Breezanddijk, met lijnen in een schuine hoek ten opzichte van de Afsluitdijk als optimaal inrichtingsprincipe is vastgesteld. Dit wordt voor alle alternatieven gehanteerd.

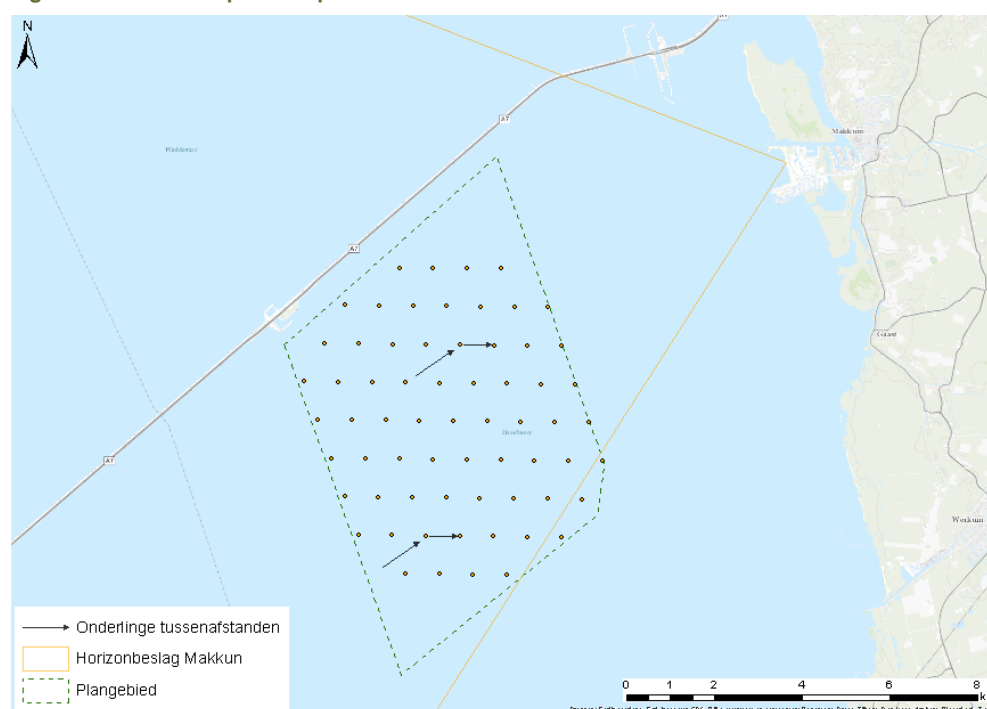
Bijkomend gevolg van het zorgvuldige en uitgebreide ontwerpproces is dat de omvang van milieueffecten al aanzienlijk gemitigeerd zijn.

### **1.2.3 Optimalisatie naar aanleiding van resultaten van het concept MER**

In het MER zijn de milieueffecten van de alternatieven onderzocht. Op basis van de resultaten van de alternatieven is na oplevering van het concept MER onderzocht of door optimalisatie van de alternatieven negatieve milieueffecten op landschap en natuur verder zijn te beperken en de energieopbrengst is te vergroten. Een drietal scenario's is opgesteld in overleg met de overheden die ook zijn betrokken bij het opstellen van de MER alternatieven en gericht op optimalisatie van de alternatieven met het grootste aantal windturbines per klasse. De effecten van deze alternatieven zijn vervolgens eveneens bepaald. In de effectbeschrijving van het MER is dit per milieuaspect meegenomen bij het onderdeel 'optimalisatie'.

In de volgende figuur zijn de inhoudelijke aandachtspunten visueel weergegeven. In de beschrijving bij de inhoudelijke effecthoofdstukken is de aanleiding hiervan nader toegelicht. Na de figuur is een toelichting op de scenario's en de totstandkoming gegeven.

Figuur 1.7 Aandachtspunten optimalisatie keuze



Om een vide aan de zuidoostzijde te realiseren terwijl tegelijkertijd de tussenafstanden geoptimaliseerd worden is complex aangezien dit tegengestelde belangen zijn. Grotere tussenafstanden leidt tot een hoger ruimtebeslag terwijl kleinere tussenafstanden tot een groter parkeffect leidt. Een alternatief voor grotere tussenafstanden is om het verbeteren van de energieopbrengst te richten op de turbines in de opstelling met het grootste verlies. De windturbines aan de rand van de opstelling hebben het minste last van parkeffect terwijl windturbines aan de binnenzijde van het windpark een relatief groot effect ondervinden.

Om te komen tot aangepaste opstellingen zijn verschillende ontwerpen opgesteld en met elkaar vergeleken waarbij verschillende variaties zijn doorgerekend om te bepalen wat het effect is van verschillende onderlinge tussenafstanden. Daarbij is als extreem een opstelling met een dichtheid van circa 9 MW / km<sup>2</sup> gehanteerd en vervolgens is met verschillende variaties beschouwd wat het effect is van variatie in de tussenafstanden binnen de gewenste horizon vanuit de Friese IJsselmeerkust.

Bij grotere tussenafstanden namen de parkverliezen af echter het oppervlakte van het park nam toe. Door het verwijderen van een aantal windturbines kunnen grotere tussenafstanden worden behaald en ontstaat meer ruimte voor het vergroten van de tussenafstanden. Het opgesteld vermogen neemt hierdoor echter af. Omdat een bandbreedte open diende te blijven vanwege de onzekerheid van de keuze van de provincie Fryslân leidt dit echter ook tot opties die ruimte bieden voor het maken van een keuze afhankelijk van de bestuurlijke context.

Om rekening houdend met de vide te komen tot een opstelling waarbij het parkeffect wordt beperkt is onderzocht of het realiseren van oplopende tussenafstanden gerekend vanaf de rand van het windpark naar het midden mogelijk is. De ontwerpogave hierbij was om aanvullend

aan het opstellingsprincipe, de ronde compacte vorm en het lijnenspel dat beleefd wordt bewegend langs het windpark te behouden evenals de overige uitgangspunten, zoals ten aanzien van ecologie. Hierna is de ontwikkeling van het landschappelijk ontwerp en de doorontwikkeling naar de scenario's toegelicht.

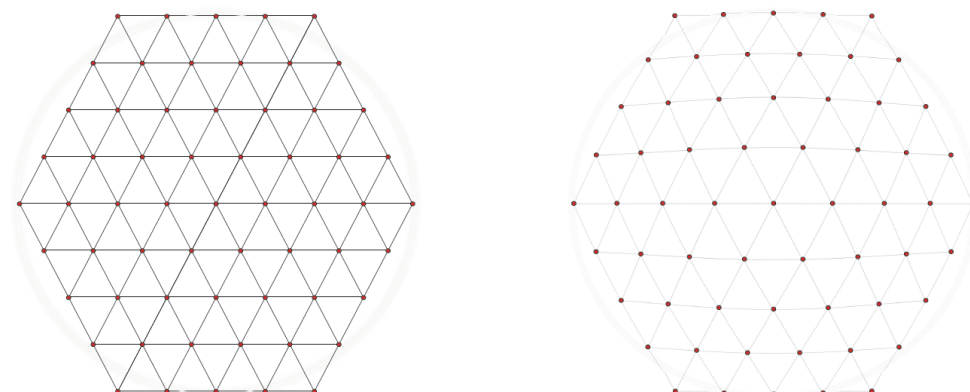
Voor het optimaliseren van de tussenafstanden is het compacte opstellingsprincipe van de bol verder toegepast door de lijnen op een 3 dimensionale bol te projecteren waardoor gebogen lijnen ontstaan.

#### *Landschappelijk ontwerp optimalisatie scenario's*

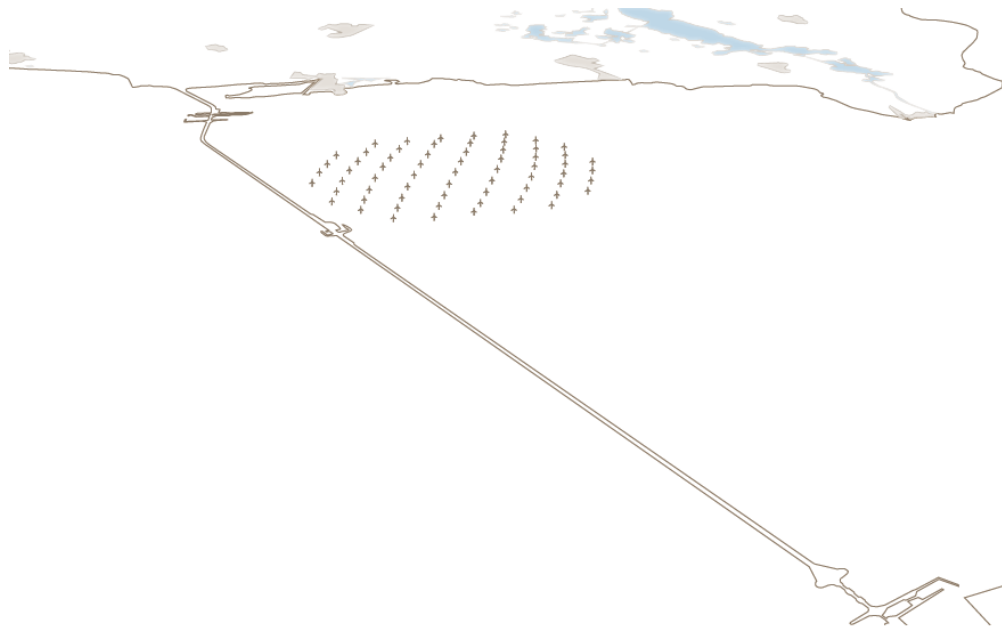
De bestaande grootschalige windparken gaan veelal uit van een lijnopstelling of een raster / zwerm met regelmatige tussenafstanden, de laatste jaren ontstaan echter ook opstellingen die van meer wisselende afstanden om parkeffecten gericht te beperken op turbinesniveau. Voor windpark Fryslân is hier ook naar gekeken en heeft dit geleid tot een afgeronde veelhoek. Uit de eerdere ontwerpessies voor de opstelling komt het streven naar een helder leesbaar contrapunt langs de lange lijn van de Afsluitdijk voort. Met oplopende tussenafstanden om het parkeffect te reduceren kan de cirkelvorm worden benadrukt door aan de opstelling een virtuele derde dimensie toe te voegen. Een parkstructuur met gelijkbenige driehoek als uitgangspunt is geprojecteerd op een driedimensionale bol. De onderlinge afstand tussen de turbines vergroot zich van de rand van het park naar het midden. De randen worden zo compacter en beter leesbaar, de zichtlijnen krijgen een lichte draaiing die de herkenbaarheid verder zullen vergroten en het perspectief van de turbines boeiender maken. Tevens leidt deze opstelling tot een vermindering van het parkeffect als gevolg van windschaduw in het hart van het park. Een grotere efficiëntie op een kleiner oppervlakte is het resultaat. De verschillende opstellingen zijn geoptimaliseerd door de initiatiefnemer en afgestemd met de betrokken overheden.

Figuur 1.8 laat het principe van de projectie op een bol zien. Links de compacte zwermopstelling met afgeronde hoeken en gelijke afstanden tussen de windturbines en rechts de compacte opstelling met vanuit het hart een oplopende tussenafstand om de efficiëntie te verhogen (parkeffect verminderen). Figuur 1.9 geeft een principe schets vanuit een *birdseye view* en Figuur 1.10 laat de opstelling zien op ooghoogte vanuit Breezanddijk.

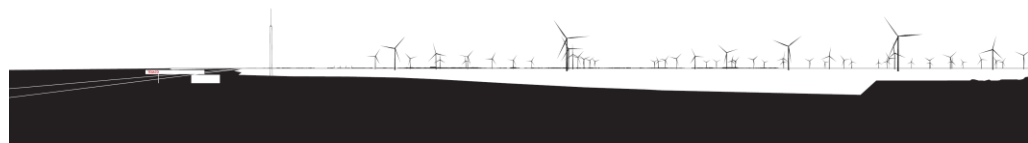
**Figuur 1.8 Studie onderlinge afstanden**



Figuur 1.9 Principe schets *birdseye view*



Figuur 1.10 Principe schets Breezanddijk



Bron: Landstra

### 1.3 Inrichtingsalternatieven

Bij de inrichtingsalternatieven vindt variatie plaats in aantal turbines en de turbineklassen. In paragraaf 1.2 is beschreven dat op een hoger abstractie niveau variatie in de opstelling reeds heeft plaatsgevonden. Bij de keuze voor de opstellingsalternatieven hebben de (milieu)effecten een belangrijke rol gespeeld. In deze paragraaf is de variatie in de opstellingsalternatieven nader toegelicht.

Variatie vindt plaats op het aantal windturbines en het geïnstalleerd vermogen per windturbine (3 - 5 MW klasse en 5 - 8 MW klasse) binnen de doelstelling van 250 - 400 MW van het initiatief op basis van:

- *Optimalisatie van het aantal MW*: zo groot mogelijk als verantwoord: aangezien in het beleidskader gestreefd wordt naar concentratie van windturbines en de taakstelling omvangrijk is, wordt naar een maximaal opgesteld vermogen gestreefd, rekening houdende met de overige criteria/belangen;
- *Optimaal aantal windturbines*: ecologische effecten kunnen worden beperkt door minder windturbines te realiseren aangezien verstoring en aanvaringssslachtoffers in hoofdzaak gerelateerd zijn aan het aantal windturbines, nadat de locatie is geselecteerd. Vanuit het

oogpunt van landschap geldt dit ten dele, aangezien door middel van een minimum juist een *landmark* kan worden gerealiseerd.

### 1.3.1 Turbineklassen

De turbineklasse betreft de omvang van de windturbine, zowel qua dimensies (ashoogte en rotordiameter) als geïnstalleerd vermogen in MW. Variatie in de turbineklasse is relevant omdat dit tot verschillende milieugevolgen leidt. Het gaat hier zowel om positieve effecten (opwekking van duurzame energie) als om de gevolgen voor landschap, ecologie en hinder.

Het is ook wenselijk om in het MER onderscheid te maken in een alternatief met de huidige generatie windturbines en een alternatief met de toekomstige generatie windturbines, omdat de ontwikkeling van windturbines niet stil staat en er met enige regelmaat nieuwe turbines op de markt komen die voor het project toepasbaar kunnen zijn tegen de tijd dat het project wordt gebouwd.

Afhankelijk van de turbineklasse zijn verschillende posities van windturbines mogelijk. Zo kunnen kleinere windturbines dichterbij elkaar worden geplaatst en dienen bij grotere windturbines grotere absolute tussenafstanden gehanteerd worden.

Zoals aangekondigd in de notitie reikwijdte en detailniveau, maakt het MER een onderscheid tussen een 3 - 5 MW klasse en een 5 - 8 MW klasse. De 3 - 5 MW klasse vertegenwoordigt de huidige generatie windturbines. Dit zijn moderne turbines die toepasbaar zijn in het water. De 5 - 8 MW klasse vertegenwoordigt de toekomstige generatie windturbines, die al in de markt worden aangeboden of als prototype beschikbaar zijn, maar waarin ook nog een belangrijke ontwikkeling plaats vindt of wordt verwacht. Voor het bepalen van maatvoering voor de alternatieven zijn de beschikbare en verwachte turbinetypes geïnterpreteerd van de belangrijkste fabrikanten die op dit moment de meeste ervaring hebben met de plaatsing van windturbines in het water. In tabel 1.6 zijn de voornaamste turbinetypes die binnen deze klasse beschikbaar zijn opgenomen ter illustratie, de grootste maatvoering wordt daarbij als worst case beschouwd. Een kleinere klasse van windturbines wordt op deze windrijke locatie niet als separaat alternatief onderzocht. De doelstellingen van Rijk en provincie zijn dermate hoog dat het niet realistisch is een kleinere klasse met een lager vermogen in MW per turbine te onderzoeken. Daarnaast is het belangrijk om in acht te nemen dat voor een economisch realistisch windpark in het water het wenselijk is om grotere dimensies toe te passen (grotere ashoogte en rotordiameter) om tot een hogere energieproductie per windturbine te komen.

Voor een nauwkeurige effectbeoordeling worden representatieve referentieturbines gehanteerd. Voor de inrichtingsalternatieven is voor turbineklasse 3-5 MW een turbine met ashoogte van 95 meter en een rotordiameter van 120 meter gehanteerd (referentieturbine: Siemens 4.0). Voor de 5-8 MW klasse is een turbine met een ashoogte van 105 meter en een rotordiameter van 154 meter gehanteerd (referentieturbine: Siemens 6.0). Door de maatvoering van deze klassen aan zowel de onderkant als de bovenkant te maximaliseren, zijn deze naar verwachting maatgevend als bandbreedte. Het is goed te beseffen dat het totaal aan geïnstalleerd vermogen van de alternatieven gezien moet worden als een indicatie met een bandbreedte, aangezien dit afhankelijk is van het uiteindelijk gerealiseerde turbinetype. De vermogensgrenzen per klasse zijn conform de notitie reikwijdte en detailniveau (3-5 en 5-8 MW). Op grond van het overzicht aan windturbines in tabel 1.6 geldt dat de bovenzijde van deze klassen realistisch gezien één



MW lager liggen, mede als gevolg van de gehanteerde hoogtebeperking. Voor de alternatieven is daarom uitgegaan van respectievelijk 4 en 6 MW voor de gehanteerde referentieturbines.

De maatvoering in tabel 1.5 is licht aangepast ten opzichte van de maatvoering uit de notitie reikwijdte en detailniveau op basis van de inventarisatie van geschikte turbintypes voor plaatsing in het water en de keuze om het gebied onder de aanvliegroute te gebruiken waar een hoogtebeperking van 600 voet (182,88 m) geldt.

Tabel 1.5 Range turbineklasse alternatieven

Geïnstalleerd vermogen	Ashoogte	Rotordiameter	Tiphoogte
5 - 8 MW Klasse	Circa 105 meter	Circa 154 meter	Circa 182 meter
3 - 5 MW Klasse	Circa 95 meter	Circa 120 meter	Circa 155 meter

Tabel 1.6 Voorbeelden turbintypen binnen turbineklasse

3-5 MW klasse	Merk	Type	MW
	Siemens	SWT- 4.0-120	4,0
	Siemens	SWT- 3.6-120	3,6
	Senvion	3.4M-104	3,4
	Vestas	V112-3.3	3,3
	Siemens	SWT-3.0-108 DD / D3 108	3,0
3-5 MW klasse	Merk	Type	MW
	Siemens	SWT- 4.0-120	4,0
	Siemens	SWT- 3.6-120	3,6
	Senvion	3.4M-104	3,4
	Vestas	V112-3.3	3,3
	Siemens	SWT-3.0-108 DD / D3 108	3,0
5-8 MW klasse	Merk	Type	MW
	Siemens	SWT-6.0 -154 / G6 154	6,0
	Senvion	6M – 152	6,2
	Alstom	Haliade-150	6,0
	AREVA	M5000	5,0
5-8 MW klasse	Merk	Type	MW
	Siemens	SWT-6.0 -154 / G6 154	6,0
	Senvion	6M – 152	6,2
	Alstom	Haliade-150	6,0
	AREVA	M5000	5,0

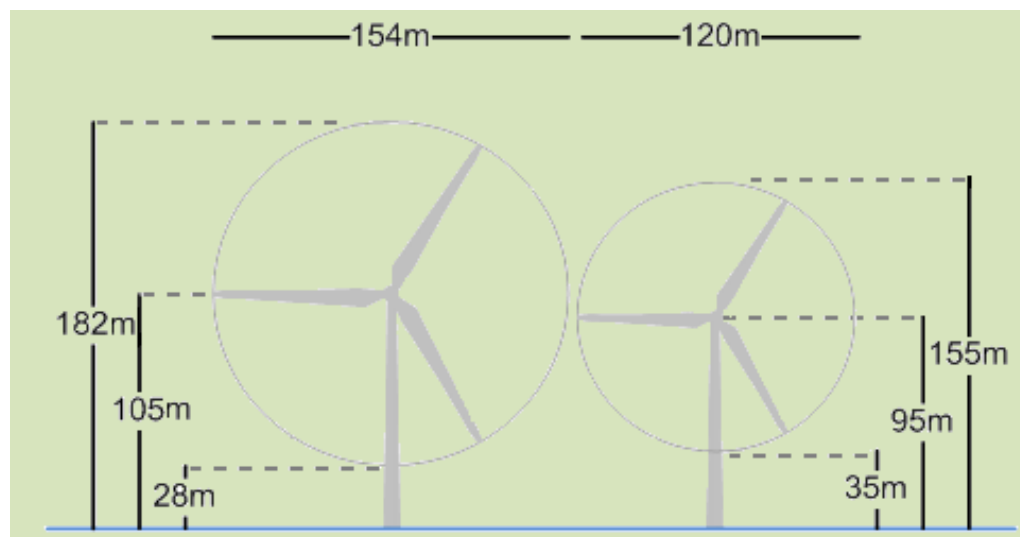
**Figuur 1.11** Voorbeeld turbine 3-5 MW klasse en 5-8 MW klasse



Bron: [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

Voor de 3-5 MW klasse wordt een relatief grote rotor van 120 meter<sup>4</sup> toegepast als basis voor het effectonderzoek. De motivatie hiervoor is, zoals aangegeven, het uitgangspunt om energieproductie te maximaliseren. Een turbine met een vergelijkbaar geïnstalleerd vermogen en een kleinere rotordiameter zal een lagere hoeveelheid energie produceren per jaar. De grotere rotor is conservatief aangezien daarmee van een groter rotoroppervlak wordt uitgegaan wat maatgevend is voor ecologische en hindereffecten uitgaande van eenzelfde aantal windturbines. In figuur 1.8 zijn de turbine-dimensies schematisch weergegeven.

**Figuur 1.12** Maatvoering turbineklassen



<sup>4</sup> Omdat in de eind fase van het MER een windturbintype met een rotor van 130 meter in de 4 MW klasse op de markt is gekomen is als optimalisatie van de energieopbrengst het effect van een dergelijke rotor meegenomen in de effectbepaling als aanvulling op de MER alternatieven. Zie ook paragraaf 3.5

### 1.3.2 Alternatieven

De variatie in opgesteld vermogen en turbineklasse leidt tot vier opstellingsalternatieven. Door de toepassing van de inrichtingsprincipes zijn de alternatieven niet allemaal exact 250 of 400 MW. Het vermogen is bepaald op basis van de referentieturbine. Voor de tussenafstanden tussen de windturbines wordt een afstand van 5 maal de rotordiameter (5D) tussen turbines haaks op de overheersende windrichting en 6 maal de rotordiameter (6D) voor turbines in lijn met de overheersende windrichting aangehouden.

Tabel 1.5 Overzicht alternatieven

Alternatief	Indicatie vermogen	Vermogen referentie turbine-	Aantal turbines	Onderlinge afstand	Afstand strand Makkum	Afstand tot Afsluitdijk
	MW	MW	N	meter	kilometer	meter
1	264 MW	4 MW	66	600 / 720	6,5	700
2	400 MW	4 MW	100	600 / 720	6,5	750
3	282 MW	6 MW	47	770 / 924	6,5	900
4	390 MW	6 MW	65	770 / 924	6,4	900

Figuur 1.13 De vier inrichtingsalternatieven









Bron: Pondera Consult

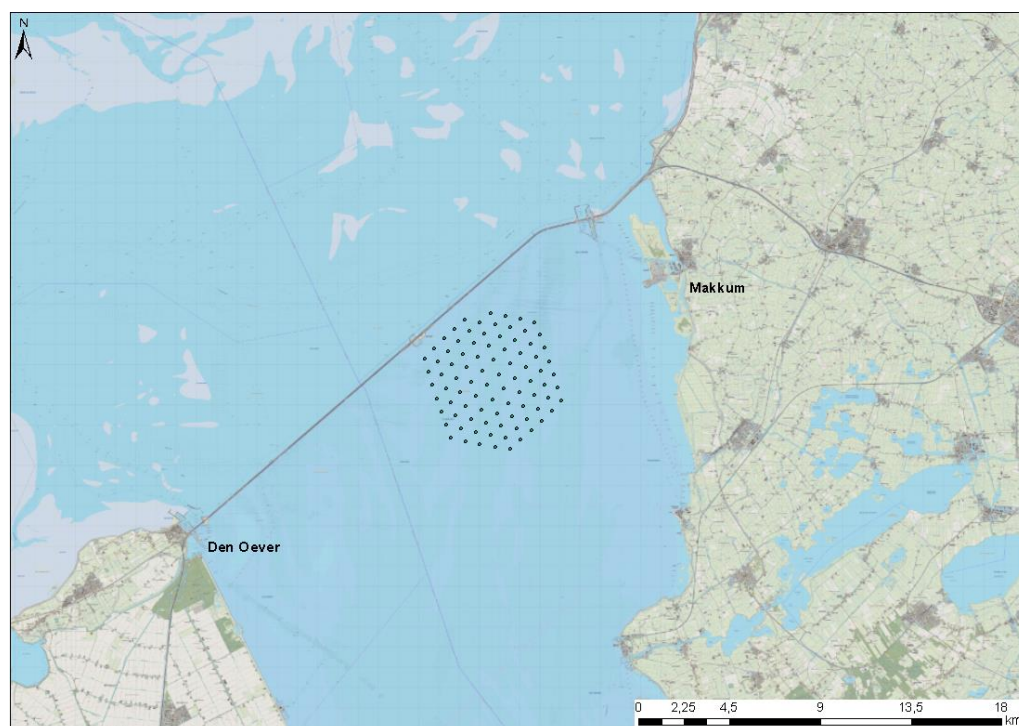
### 1.3.3 Scenario's

Zoals in paragraaf 1.2.3 beschreven zijn scenario's ontwikkeld voor de alternatieven 2 en 4, naar aanleiding van de verkenning naar optimalisaties. Een groot aantal variaties is onderzocht om te verkennen waar een optimum is te vinden. De variaties zijn verkend door wisselende opstellingen, gebaseerd op de landschappelijke ordeningsprincipes, te projecteren, en vervolgens verder te optimaliseren om de oppervlakte van het windpark te beperken en de tussenafstanden te optimaliseren.

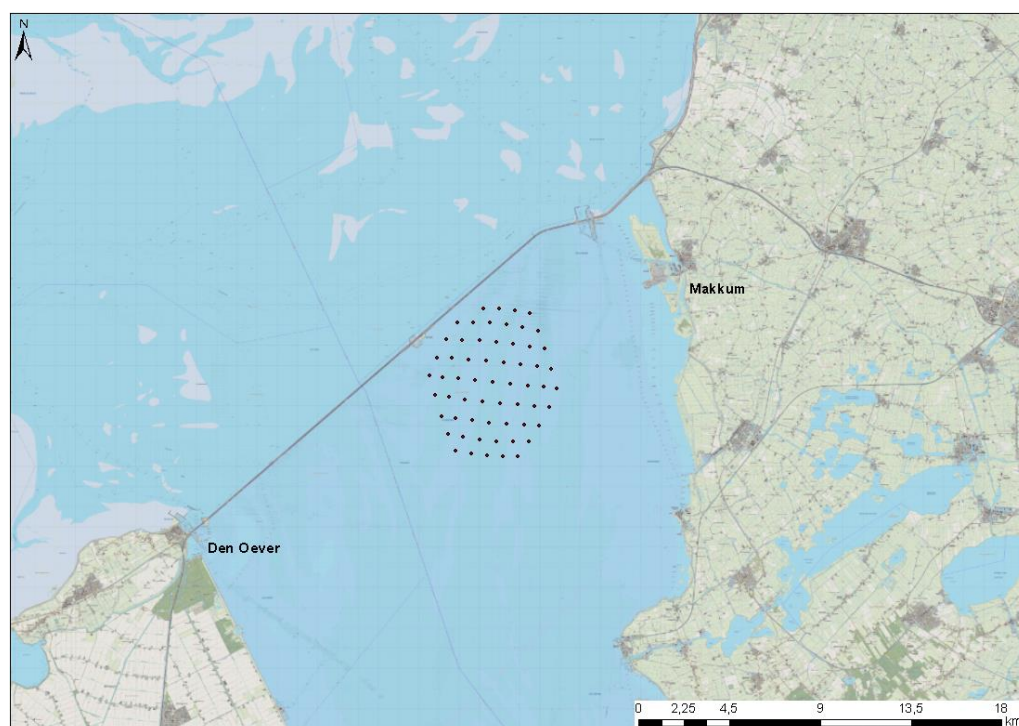
De drie scenario's zijn, zoals hiervoor reeds aangegeven:

- **Scenario A:** Één opstelling van 89 turbines in de 3-4 MW klasse als optimalisatie van alternatief 2 met minder windturbines;
- **Scenario B:** Één opstelling van 60 turbines in de 5-6 MW klasse als optimalisatie van alternatief 4 met minder windturbines;
- **Scenario C:** Één opstelling van 65 turbines in de 5-6 MW als optimalisatie van alternatief 4 bij een gelijk aantal windturbines.

**Figuur 1.14 Scenario A: Opstelling 89 turbines, kleine MW klasse**



**Figuur 1.15 Scenario B: opstelling 60 turbines, grote MW klasse**



Figuur 1.16 Scenario C: opstelling 65 turbines, grote MW klasse



#### 1.3.4 Werkeiland

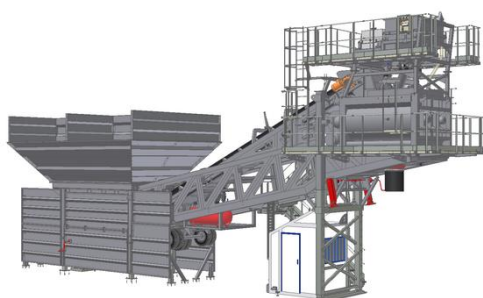
Onderdeel van het initiatief is een eiland. Dat eiland heeft tijdens de bouw de functie van werkeiland. Tijdens de exploitatiefase van het windpark krijgt het eiland een ecologische en recreatieve functie.

De bouw van moderne windturbines vereist toepassing van grote elementen met afmetingen van tientallen meters en te transporteren massa's tot honderden tonnen. Gezien de omvang van het windpark is het van belang de overlast voor de omgeving te beperken onder andere door transporten over het water zoveel als mogelijk te voorkomen en de bouwperiode zo kort als mogelijk te houden. Door de schaal van het windpark worden innovatieve funderingstechnologieën overwogen. Uiteindelijk zal een aanbestedingsprocedure tussen gespecialiseerde aannemers een geoptimaliseerd funderingsontwerp opleveren en daarmee kosten efficiëntie. Windpark Fryslân geeft aan deze marktpartijen mee dat gebruik gemaakt kan worden van het werkeiland om overlast voor de omgeving te berken en maakt door hierdoor ruimte voor lokale productie en/of assemblage. De fundatieconcepten (zie paragraaf 1.4.2 hierna) betreffen onder meer concepten waarbij het de verwachting is dat elementen ter plaatse gefabriceerd en/of samengesteld moeten worden om genoemde efficiëntie en snelheid te kunnen behalen. De sluisen die toegang geven tot het IJsselmeer zijn qua dimensies zo dat het in ieder geval is uitgesloten dat *offshore* installatievaartuigen toegang krijgen tot het IJsselmeer. Bijvoorbeeld het samenstellen van de rotor moet binnen het IJsselmeer plaatsvinden, zoals dat nu ook is voor het windpark Westermeeerwind dat in aanbouw is nabij de Noordoostpolder. Voor Windpark Westermeeerwind is geen lokale werkhaven beschikbaar met als gevolg dat activiteiten plaatsvinden in en vanuit meerdere havens, op verschillende locaties in het IJsselmeer (Oude Zeug, Lemmer, Urk, Amsterdam, Houtribsluis).



Voor fabricage kan het noodzakelijk zijn om de mogelijkheid te hebben ter plekke betonnen delen en/of beton te fabriceren. Het ter plaatse kunnen produceren zou een mobiele betoncentrale kunnen impliceren. De aanvoer van grondstoffen (zand, cement, grind) per schip en de afvoer naar fundatielocaties is naar verwachting efficiënt door de omvang per transport waardoor het aantal transporten beperkt is, terwijl de impact op de omgeving beperkt is. De - tijdelijke - milieueffecten zijn beperkt en het fabriceren van beton is een relatief eenvoudige activiteit die in principe het mengen van ingrediënten betreft. In Figuur 1.17 is een voorbeeld van een mobiele betoncentrale gegeven die mogelijk kan worden toegepast (capaciteit 80-120 m<sup>3</sup>/uur). De installatie heeft een maximale hoogte van circa 14 meter (cementsilo's) en is binnen 1-2 dagen operationeel.

**Figuur 1.17 Voorbeeld mobiele betoncentrale (Frumecar 2000)**



Bron: Frumecar, 2014

Het werkeiland kan uitgerust worden met een aanvullende functie. Voor een voorspoedige bouw is het beschikbaar zijn van materialen en onderdelen noodzakelijk (staal, beton, turbinedelen). Bouwwerkzaamheden concentreren zich hoofdzakelijk in het zomerseizoen in verband met weerscondities. Door de relatief grote afstanden op het IJsselmeer is het wenselijk om nabij de bouwlocatie onderdelen/delen of materialen beschikbaar te hebben liggen om door te kunnen werken onafhankelijk van bijvoorbeeld sluiscapaciteit e.d. en om belemmeringen door bijzondere transporten voor de overige scheepvaart te beperken. Het permanent beschikbaar hebben van een locatie waarbij vaartuigen/pontons kunnen worden geparkeerd met onderdelen is derhalve wenselijk.

De mogelijkheden voor de genoemde functies zijn in de omgeving van het windpark, binnen het IJsselmeer, verkend.

Een locatie in de nabijheid van het windpark is te vinden in de vorm van Breezanddijk. Echter wordt hier het transformatorstation voor het windpark gerealiseerd. Daarnaast vindt de versterking van de Afsluitdijk door Rijkswaterstaat naar verwachting in dezelfde periode plaats als de aanleg werkzaamheden ten behoeve van het windpark. Redelijkerwijs is deze locatie niet of slechts beperkt en/of tijdelijk. De lokale haven langs de Friese kust, zoals die van Makkum, Workum, Stavoren en Hindelopen zijn qua schaal en omvang voldoende voor personeel transport maar te beperkt qua ruimte voor pre-assemblage voor bijvoorbeeld een rotor of opslag van onderdelen. Daarbij is het onwenselijk om transporten en pre-assemblage te mengen met recreatievaart; welke met name in de optimale bouwperiode op zijn top is. Aan de overzijde van het IJsselmeer, bij Den Oever en haven Oude Zeug is ruimte aanwezig voor schepen en



onderdelen en de mogelijkheden om ter plaatse onderdelen te fabriceren (betonnen elementen en beton) zijn beperkt en op relatief grote afstand van het windpark.

De belangrijkste eis om de functie als werkeiland te kunnen vervullen is relatieve nabijheid (enkele kilometers) tot het windpark, voldoende oppervlak (tijdens de bouw) en aanlegmogelijkheden aan alle zijden om tijdens zo veel mogelijk omstandigheden luwte te kunnen benutten voor het ankeren van werkschepen.

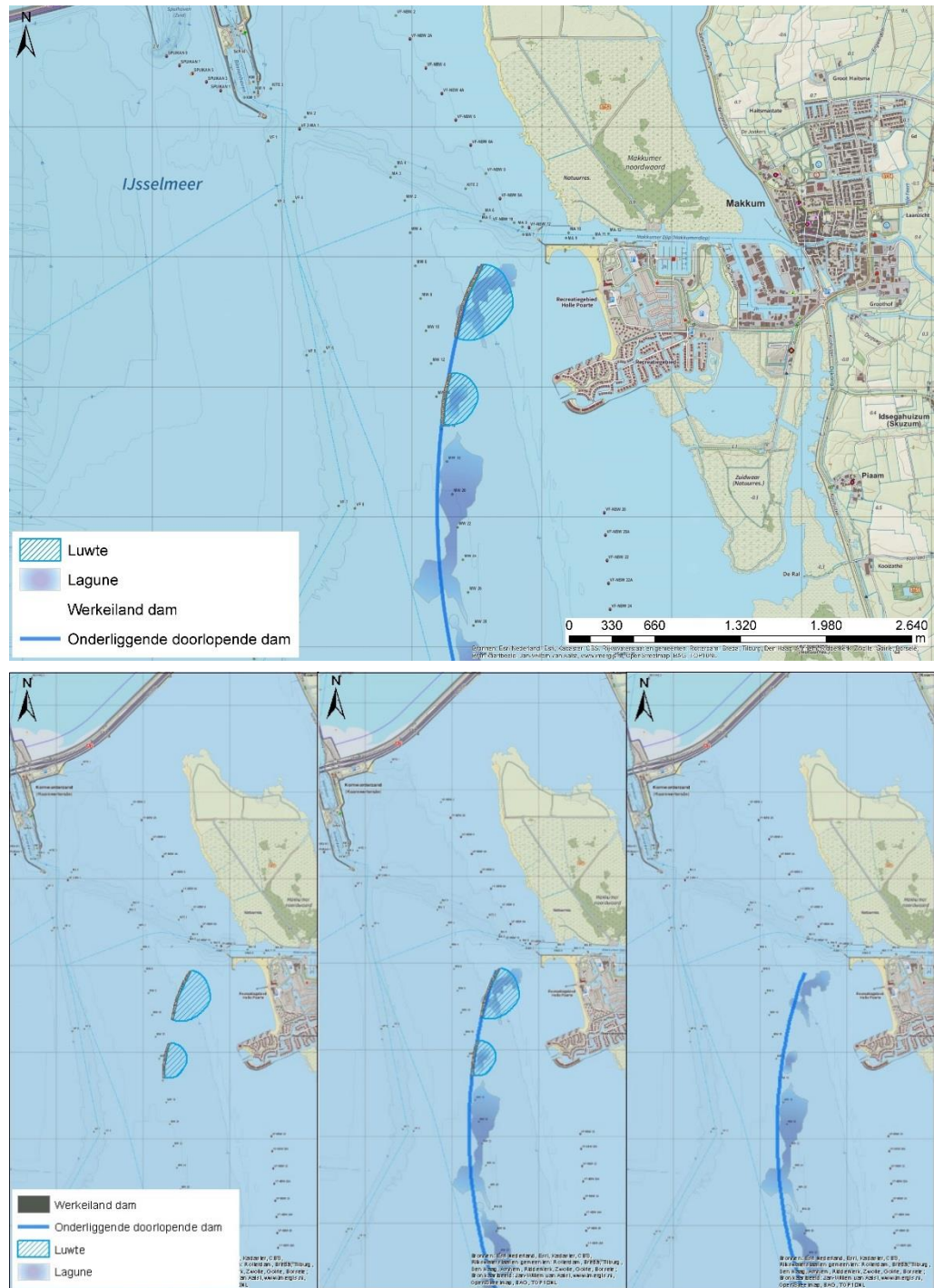
Het eiland heeft een functie gedurende de bouw van het windpark. Na de bouw krijgt het eiland een permanente natuurfunctie. De initiatiefnemer wil graag nagaan op welke wijze gecombineerd met de ingreep van het voornemen een positieve bijdrage kan worden geleverd aan de ecologische waarden van het IJsselmeer door een natuurinclusief ontwerp na te streven. Het werkeiland is hiervoor een kans aangezien deze na de bouwfase permanent kan worden ingericht met een ecologische functie. Eventuele nevenfuncties, zoals de aanleg door recreatievaart, zijn mogelijk mits deze geen afbreuk doen aan het natuurinclusieve ontwerp.

De locatie en het ontwerp van het werkeiland is nog niet in detail vastgelegd om zo ontwerp ruimte naar de toekomst te houden en om werk-met-werk combinaties mogelijk te maken. Op dit moment zijn twee mogelijkheden voorzien voor de locatie van het werkeiland: nabij Makkum als onderdeel van een groter project: de Makkumer lagune of nabij Kornwerderzand als onderdeel van de te realiseren vismigratierivier.

#### **Makkumer lagune**

Het lagune-plan is een revival van een ouder plan om meer kustrecreatie bij de Friese kust te creëren. Het is ontstaan in het overleg tussen belanghebbenden en Windpark Fryslân. Met de Makkumer lagune wordt een luw gebied voor de kust van Makkum gecreëerd waardoor nieuwe (vaar)recreatiemogelijkheden ontstaan met het achterland (het merengebied). Op zich is de Makkumer lagune een groter plan, maar een deel zou gekoppeld kunnen worden met het werkeiland en de natuurvoorzieningen die in het kader van Windpark Fryslân moeten worden getroffen. Meer concreet gaat het om de aanleg van een of twee natuureilanden voor de kust van Makkum die als bijkomend voordeel hebben dat sprake is van een visueel afschermdende werking van de windturbines.

Figuur 1.18 Schets locatie eiland Makkumer lagune



**Vismigratierivier**

Een tweede mogelijkheid is een combinatie met het project de Vismigratierivier. De vismigratierivier wordt op enige afstand van het windpark ontwikkeld door de provincie Fryslân namens een aantal partijen. Het werkeiland van het windpark kan een impuls leveren aan de vismigratierivier door een deel van dit project te realiseren en daarmee de benodigde

financiering voor de vismigratierivier te beperken. De functionele eisen van het natuurinclusief ontwerp van het werkeiland zijn daarbij leidend.

**Figuur 1.19** Locatie en schets plattegrond werkeiland



### Natuurinclusief ontwerp

Het eiland zal na de fase van de bouw van het windpark een ecologische functie krijgen. Door middel van een zogenaamd natuurinclusief ontwerp zullen eventuele negatieve effecten van de windturbines worden gemitigeerd. In deze fase wordt uitgegaan van een schetsontwerp waarbij functionele eisen zijn gedefinieerd om een natuurinclusief en functioneel bruikbaar werkeiland te kunnen realiseren. Voor de realisatie wordt een detailontwerp gemaakt op basis van de functionele eisen om daarmee een efficiënte aanbesteding te kunnen realiseren. De functionele eisen en daarmee het schetsontwerp zijn gebaseerd op enerzijds voorgaande inzake het werkeiland en dit is aangevuld naar een natuurinclusief ontwerp op basis van de aard van de ecologische effecten van het windpark. De Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen zijn daarbij leidend. De resultaten uit de ANT-studies (zie ook hoofdstuk 5) en de maatregelen uit het concept Natura 2000-beheerplan IJsselmeergebied leveren hiervoor inspiratie.

## 1.4 Toelichting onderdelen windpark

### 1.4.1 Windturbines

Het windpark bestaat uit een aantal windturbines dat verschilt per alternatief. Uitgangspunt is dat binnen één alternatief de windturbines identiek zijn qua vormgeving, kleurstelling en afmetingen.

Een windturbine bestaat uit een mast geplaatst op een fundering. De mast draagt de gondel (of 'nacelle') waarin zich de generator bevindt. Aan de gondel zijn de rotorbladen (de wieken) verbonden (standaard drie). Wind brengt de rotorbladen in beweging. De generator zet deze beweging om in elektriciteit. In de turbine bevindt zich een elektrische installatie voor het omvormen van de opgewekte elektriciteit tot het gewenste spanningsniveau voor transport naar het transformatorstation. In de turbine bevindt zich een monitoringsysteem om het functioneren van de turbine evenals de prestaties te monitoren op afstand.

### 1.4.2 Fundaties windturbines

Windturbines worden geplaatst op een fundament. Een fundament is vaak een grote en zware constructie die ter plekke of op afstand wordt gebouwd. Het fundament zorgt ervoor dat de ondergrond het gewicht van de turbine kan dragen en de turbine stabiel is. Er bestaan verschillende soorten funderingen (zie ook kader 1.2).

De (milieu)effecten verschillen per type fundering, denk bijvoorbeeld aan de duur van heiwerkzaamheden, de maximale geluidbelasting en de mate van grondverbetering. Ieder type fundering kent voor- en nadelen. Deze paragraaf beschrijft verschillende mogelijkheden voor een windpark in het IJsselmeer. De beschreven constructies geven inzicht in de (technische) mogelijkheden en de milieueffecten van de fundaties. De uiteindelijke funderingsconstructie voor Windpark Fryslân kan ook bestaan uit een combinatie van de verschillende methoden. De beschreven funderingsalternatieven geven voor de relevante aspecten de maximale milieubelasting weer.

### Kader 1.3 Fundatieconcepten

Er bestaan voor fundaties twee hoofdconcepten:

- Een fundering op palen in de grond (paalfundering);
- Fundering op gewicht (fundering 'op staal').

Het eerste concept maakt gebruik van heipalen. Heipalen leiden het gewicht van het bouwwerk naar een stevige grondlaag en overbruggen zo de lagen met onvoldoende draagkracht (slappere lagen). In het algemeen zijn meerdere heipalen nodig. Voor windturbines kan dit ook met één (hele) grote heipaal, de zogenaamde monopaal (of *monopile*).

Een fundatie op staal bestaat uit een 'plaat' waarop de constructie wordt gebouwd. Door het gewicht over een groter oppervlakte te verdelen neemt de belasting (gewicht) per vierkante (cent)meter af en kan de grondlaag meer gewicht dragen.

De aard en het gewicht van de te bouwen constructie, de omgevingscondities, windcondities, opbouw van de ondergrond, de waterdiepte en de kosten bepalen welk type fundering realistisch is.

Wanneer water met een redelijke snelheid langs een voorwerp in de waterbodem stroomt, kan zand rondom het ingraafpunt opwerpen en met de stroom worden weggevoerd. Deze erosie (ook wel *scour* genoemd) treedt op in stromend water. Om erosie te voorkomen kan het nodig zijn om rondom de fundatie bescherming (*scour protection*) aan te brengen. Hierbij kan worden gedacht aan steenbestorting rondom de basis van de fundatie. Het IJsselmeer kent geen getijde werking. Door wind is wel een tijdelijke geringe stroming bij de bodem mogelijk. Verwacht wordt dat dit niet zal leiden tot erosie die een gevaar is voor de constructie en bescherming rondom de fundatie niet nodig zal zijn.

Bij de bestaande windturbines in het IJsselmeer, het windpark Irene Vorrink (28 windturbines, gebouwd in 1996), is geen bescherming bij de fundatie toegepast. Dit windpark is uitgevoerd met *monopiles*. In 2012 zijn door Ventolines metingen gedaan bij windpark Irene Vorrink en hieruit blijkt dat geen sprake is van verandering van de bodem (geen morfologische invloed), nabij de voet van de fundatie. Ook voor windpark Noordoostpolder wordt voor de turbines in het IJsselmeer rondom de fundatie geen bescherming tegen erosie aangebracht. Voor Windpark Fryslân is geen aanleiding bescherming tegen erosie aan te brengen.

### Funderingstypen

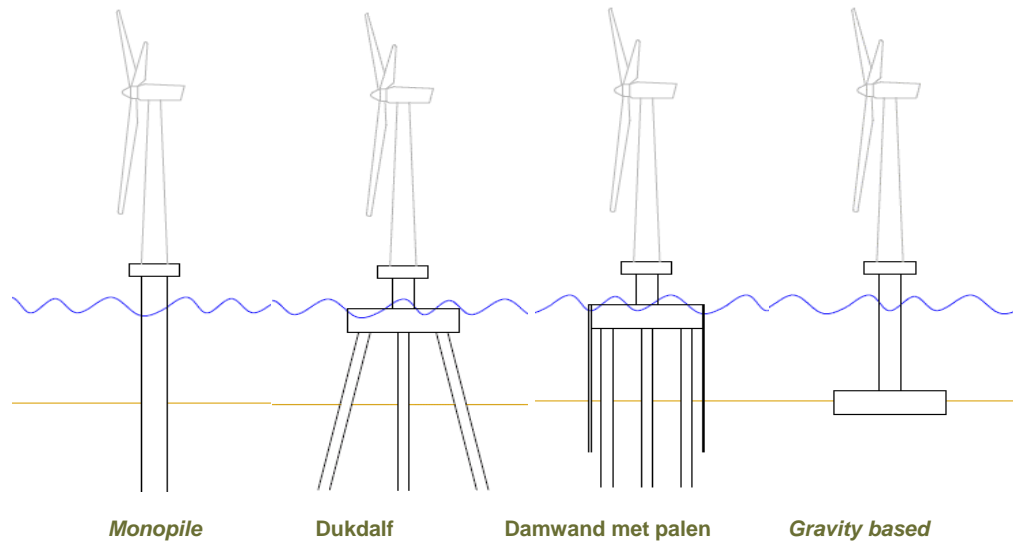
Voor windparken in het IJsselmeer zijn onder meer onderstaande funderingstypen, en combinaties daarvan, toepasbaar:<sup>5</sup>

- Monopaal (*monopile*): een enkele stalen buis met een grote diameter;
- Dukdalf (*dolphin*): betonnen palen in de bodem met een betonnen platform in/boven water
- Damwand constructie: stalen damwand met betonnen heipalen en daarop een (betonnen) platform;
- *Gravity based*: betonnen fundering direct op de bodem geplaatst.

### Figuur 1.20 Funderingstypen windturbine

<sup>5</sup> Door de beperkte waterdiepte in het IJsselmeer zijn zowel drijvende funderingen als funderingen gebaseerd op zuigankers technisch ongeschikt voor toepassing in het IJsselmeer. Deze wijze van fundatie ('*suction piling*') is daarom buiten beschouwing gelaten.





Bron: Ventolines

#### *Monopaal (monopile)*

Een monopaal is een grote holle stalen buis die met een heiblok in de bodem van het IJsselmeer kan worden geheid of getrild (hierna '*monopile*'). De *monopile* is vooral geschikt voor ondiep (0 – 10 meter) tot middeldiep water (10 - 30 meter). De dikte en de diameter van de *monopile* zijn afhankelijk van zowel de diepte van het water als van de afmetingen van het windturbinetype. Hoe dieper het water en hoe groter de te plaatsen turbine hoe groter de *monopile* is.

*Monopiles* worden op land gemaakt. Met een ponton worden de fundamenten naar de bouwlocatie vervoerd en geïnstalleerd. Een installatie voertuig hijst en positioneert de *monopiles* op hun plaatsten. Door zijn eigen gewicht zakt de *monopile* al enkele meters diep de bodem in. Met een heiblok wordt de *monopile* tot de gewenste diepte in de grond gebracht, dit kan oplopen tot 20-40 meter. Heien vereist een beperkte tijd (1 - 3 uur) per *monopile*. De benodigde diepte van de *monopile* in de bodem hangt onder andere af van de omvang van de windturbines en de grondcondities.

**Figuur 1.21** Illustratie *monopile*



Bronnen: Ventolines, 2015

Een variatie op de *monopile* fundatie is een *pentagon* fundatie. Dit type fundamente is een fundatie waarbij 5 - 8 stalen palen van ca. 2,5 meter doorsnede in de bodem worden geheid.

Hierop komen 5 buizen die in verbinding staan met een centrale koker. De centrale koker met ongeveer een doorsnede van een turbinemast vormt de basis voor de turbine. Dit type fundament wijkt qua aanzien af van de *monopile* fundatie. Bij een *monopile* constructie rijst de turbinemast als het ware rechtstreeks uit het water naar boven. Bij een *pentagon* constructie zijn de fundatiepalen boven het waterpeil zichtbaar.

#### *Dukdalf*

De dukdalfundering bestaat uit een betonnen plaat bovenop een flink aantal betonnen palen. De palen worden over water aangevoerd en direct vanaf een schip de bodem ingeheid of -getrild. Daarna wordt op de palen een bekisting gemaakt waarin een betonnen plaat wordt gestort. De heipalen en wapening zitten in deze plaat gegoten.

**Figuur 1.22 Illustratie dukdalf**



Bron: Bainbridge, 2006 en HSL, 2007.

#### *Damwand met palen*

Bij de toepassing van een damwandconstructie wordt op de locatie een stalen damwand geslagen, geduwd of getrild. Hierdoor ontstaat een vierkante of ronde, waterdichte kuip. Daarna wordt de waterdichte kuip leeggepompt en ontstaat er een min of meer normale bouwplaats of er wordt eerst onderwaterbeton aangebracht om de bodem af te dichten. In de kuip worden de heipalen de bodem ingeheid en kan het beton van het fundament worden gestort.

De damwanden kunnen nadat het fundament gereed is, worden verwijderd of behouden als extra ondersteuning of bescherming voor de fundering. Hierna is de fundering te beschouwen als een stabiele fundering zoals die ook op land wordt toegepast.

Het funderen met gebruik van damwandprofielen is een veel voorkomende methode voor het bouwen op de scheiding tussen land en water en in ondiepe wateren, bijvoorbeeld bij het maken van fundaties voor bruggen.

Figuur 1.23 Damwandconstructie en bewapening voor de fundering



Bronnen: Constrea, 2009 en Hartelkanaal, 2004.

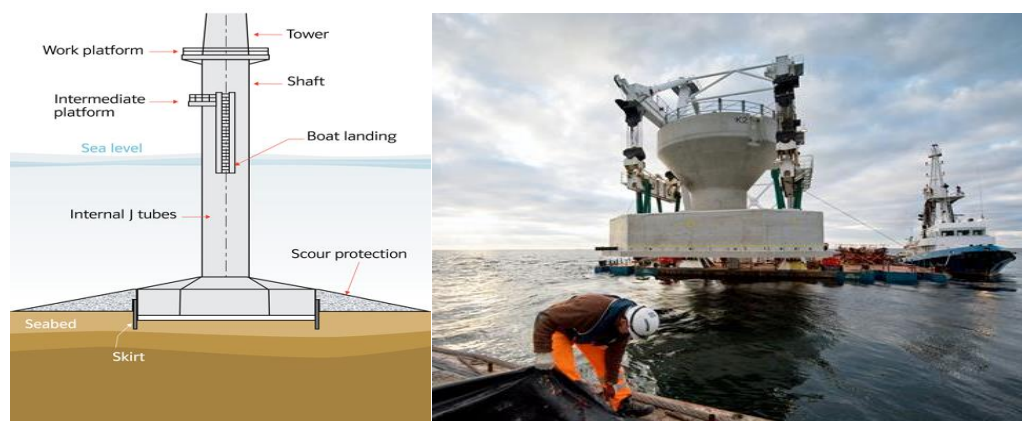
#### *Gravity based*

De *gravity based* fundering is een betonnen constructie die zijn stabiliteit ontleent aan het eigen gewicht. De fundatie heeft een basis van beton of van een staalconstructie die met stenen, zand of water wordt gevuld. Voorafgaand aan de plaatsing van de basis op de bodem kan het nodig zijn om een deel van de bodem te prepareren (afgraven tot een beperkte diepte) en een laag van rotsen/stenen aan te brengen. Dit type fundatie is geschikt voor locaties met een stabiele bodem, vaste grondmaterialen en een minimale waterdiepte van 4 tot 5 meter.

De basis van de fundering wordt op het land gefabriceerd en per schip (op ponton of drijvend) naar de locatie getransporteerd. Op de plaats van bestemming wordt de basis hangend aan een kraan gecontroleerd afgezonken en daarna afgevuld met stenen, zand of water als ballast. Hierna is de *gravity based* fundering te vergelijken met een landfundering.

De stabiliteit van de fundering vereist een grote betonnen constructie, die droog moet worden geconstrueerd. Het transport over water vanuit een productielocatie is door de beperkte omvang van de sluizen die toegang tot het IJsselmeer geven complex. Vanwege de bodemgesteldheid in het IJsselmeer vraagt dit type fundament bodemverbetering.

Figuur 1.24 *Gravity based* fundering



Bronnen: E.On en New Civil Engineer, 2012.



### Voor- en nadelen funderingstechnieken

Stalen paalfunderingen (*monopile*, driepoot, vakwerk) zijn snel te installeren en de heiwerkzaamheden duren kort (1- 3 uur per paal). Hiertegenover staat een hoge onderwatergeluidsproductie (met name de *monopile*). Bij de *gravity based* fundering kan door de benodigde bodemvoorbereiding tijdelijk lokale vertroebeling optreden. De betonnen dukdalf- en damwandfunderingen worden op locatie gebouwd en kennen een relatief lange doorlooptijd per fundatie van meerdere weken als gevolg van voorbereidingswerkzaamheden (afwerking palen e.d.) en eventueel hardingstijd. Tabel 1.6 geeft een samenvatting van de milieu voor- en de nadelen per funderingstechniek.

Tabel 1.6 Hoofdpijnen voor- en nadelen fundatietechnieken

Fundatieconstructie	Voordelen	Nadelen
<i>Monopile</i>	Snel, kortdurende heiwerkzaamheden (1-3 uur per paal)	Onderwatergeluid heien
Dukdalf ( <i>dolphin</i> )	Beperkt onderwatergeluid	Langere bouwtijd
Damwand met palen	Beperkt onderwatergeluid	Langere bouwtijd
<i>Gravity based</i>	Marginaal onderwatergeluid	Tijdelijke vertroebeling vanwege bodemverbetering

Voor het beschrijven van de milieueffecten van de fundatieopties zijn de potentiële negatieve milieugevolgen cumulatief beschreven. Dat wil zeggen dat de effecten van het fundatietype met de grootste effecten worden beschreven en beoordeeld. Dit is conservatief en daarmee zorgvuldig, hetgeen wenselijk is aangezien de effecten hoofdzakelijk gerelateerd zijn aan de effecten op ecologische waarden. Op deze wijze is een *range* aan fundatieopties beschreven en onderzocht, aangezien het wenselijk is de opties open te houden. De uiteindelijke selectie vereist detailengineering, bij voorkeur door de te selecteren fabrikant/aannemer.

### Logistiek funderingen

De funderingen voor de windturbines worden, afhankelijk van het type fundament, door de fabrikant geleverd en lokaal opgeslagen of direct getransporteerd voor installatie. Welke vaartuigen in aanmerking komen voor de installatie en bouw van de funderingen en windturbines, is afhankelijk van de funderingsconstructie. Bijvoorbeeld het heien van *monopiles* vraagt ander materieel dan de toepassing van een damwand constructie. Ook de geringe waterdiepte ter plekke (3,5 meter), kan daarbij een bepalende rol spelen. In het algemeen zal voor hijsoperaties een drijvende bok (grote lifts) of een kraanpontoon (middelgrote en kleine lifts) met een diepgang van ongeveer twee tot vier meter, het meest geschikt zijn.

### 1.4.3 Transformatorstation

Windturbines wekken elektriciteit op met een spanningsniveau van circa 33 kV. Om de elektriciteit af te kunnen zetten op het hoogspanningsnet moet het spanningsniveau worden omgevormd naar een hoger spanningsniveau (150, 220 of 380 kV is gebruikelijk). Dit gebeurt door transformatoren. De transformatoren komen, vanwege het zoute klimaat in een gesloten gebouw met afmetingen van circa 25 x 45 x 9,5 meter (breedte x lengte x hoogte), of in meerdere kleinere gebouwen ten behoeve van individuele onderdelen. In het gebouw bevinden zich twee tot vier transformatoren die gevuld zijn met olie en die olie- en luchtgekoeld zijn. Het

transformatorstation bevat naast de transformatoren ook een schakelinstallatie om de verbinding te maken en deze aan en af te kunnen schakelen.

Het transformatorstation is voorzien op Breezanddijk. De locatie van Breezanddijk is gekozen vanwege de korte afstand tot het windpark. Een station aan het uiteinde van de Afsluitdijk op land of verder vereist dat meerdere *strings* over een grote afstand (meer dan 10 tot 15 km) in de IJsselmeerbodem moeten worden gelegd. Dit brengt onevenredig hogere kosten met zich mee zonder dat hier milieuvordelen tegenover staan. Een transformatorstation op het water is technisch mogelijk maar aanzienlijk kostbaarder vanuit het oogpunt van zowel bouw als exploitatie. Daarnaast biedt dit geen milieuvordelen ten opzichte van de locatie op Breezanddijk maar is landschappelijk negatief vanwege de afleiding van de structuur van de opstelling van het windpark.

Via ondergrondse kabels worden de windturbines aangesloten op het transformatorstation (parkbekabeling) en het transformatorstation wordt met één of twee ondergrondse hoogspanningskabels aangesloten op het nationale elektriciteitsnet (ontsluitingskabel), dit is hierna toegelicht.

#### 1.4.4 Elektrische infrastructuur

De elektrische infrastructuur bestaat uit twee delen: de aansluiting van de (individuele) windturbines op het transformatorstation (de windpark bekabeling) en de aansluiting van het transformatorstation op het nationale hoogspanningsnet (de onsluitingskabel).

##### Windpark bekabeling

Via ondergrondse elektriciteitskabels worden de windturbines op het transformatorstation aangesloten. De kabels van de windturbine worden per circa zes tot tien windturbines gebundeld (ook wel *string* of streng genoemd). Deze strings worden in de bodem van het IJsselmeer naar het transformatorstation op Breezanddijk geleid. De kabels liggen op circa 2 meter diepte in de waterbodem.

##### Ontsluitingskabel

De onsluitingskabel verzorgt het transport van elektriciteit van het transformatorstation naar het nationale hoogspanningsnet. In overleg met TenneT is bekeken welke mogelijkheden er bestaan voor de aansluiting van Windpark Fryslân. Dit zijn:

- Marnezijl (in Bolsward, Fryslân);
- Louwsmeer (leeuwarden, Fryslân)
- Oudehaske (Heereveen, Fryslân);
- Wieringermeerpolder (Wieringermeer, Noord Holland, dit station is in ontwikkeling);
- Lelystad (Flevoland).

Het dichtstbijzijnde aansluitpunt op het nationale hoogspanningsnet is Marnezijl, in Bolsward. Dit station is het meest aangewezen aansluitpunt voor Windpark Fryslân, gevolgd door het (circa 30 kilometer verder gelegen) aansluitpunt Oudehaske. Een andere mogelijkheid is om uit te kijken naar Noord-Holland waar plannen voor de bouw van een nieuw onderstation in de Wieringermeerpolder door TenneT in voorbereiding zijn. Het onderstation in de Wieringermeerpolder wordt gerealiseerd voor de aansluiting van verschillende ontwikkelingen in de provincie Noord Holland, waaronder het in ontwikkeling zijnde Windpark Wieringermeer. De

verbindingen in Noord-Holland en het nieuwe station hebben onvoldoende capaciteit beschikbaar om aanvullend Windpark Fryslân aan te sluiten. Aansluiting van Windpark Fryslân op het station in Noord Holland is derhalve geen realistische optie. Een laatste mogelijkheid is een aansluiting met kabel door het IJsselmeer in Lelystad. Dit tracé kent vanwege de langere lengte onevenredig hogere kosten van een kabel door het IJsselmeer<sup>6</sup> en vanwege de beschikbaarheid van andere aansluitpunten geen realistisch alternatief en derhalve buiten beschouwing gelaten.

De milieueffecten van de kabel zijn grotendeels beperkt tot de aanleg; het tracé is daarbij relevant om effecten op bestaande waarden te voorkomen of beperken. Effecten kunnen in potentie zijn gelegen in beïnvloeding van archeologische waarden ten gevolge van aantasting of beïnvloeding van grondwaterstand, aantasting van ecologische waarden door doorkruising van beschermde gebieden of gebieden met ecologische waarden of verandering van bodemkwaliteit door bronbemaling. Specifiek voor de afsluitdijk geldt dat de aanleg van invloed kan zijn op de stabiliteit van de waterkering. Tijdens exploitatie treden in principe minimale effecten op de omgeving op, voor het magnetisch veld dat optreedt geldt geen toetingskader maar kan de waarde die voor bovengrondse hoogspanningsleidingen wordt gehanteerd, naast de maximale waardes voor

Het voorgenomen tracé is voorzien in de Afsluitdijk en voor het tracé naar Oudehaske grotendeels langs infrastructuur in de berm van de snelweg. Een vergelijking van de alternatieven op milieugronden leidt tot de conclusie dat dit tracé naar verwachting geen bijzondere milieueffecten veroorzaakt en dat alternatieve tracés diverse aandachtspunten kennen. De milieueffecten van het tracé tot Oudehaske worden behandeld bij de verschillende milieuthema's.

Alternatieve tracés door het IJsselmeer lopen over grote afstanden van 10 km of meer door gevoelig gebied lopen, het betreft Natura 2000 gebied IJsselmeer waarbij in potentie habitatssoorten (Friese kust) of gebieden met bodemfauna (zoetwatermosselen) in het zuidelijk deel van het IJsselmeer, worden doorsneden. Voor het tracé langs infrastructuur geldt dat een gebied van circa 600 meter 'beheergebied en natuur buiten EHS' wordt gekruisd, evenals een natte ecologische verbindingszone van circa 900 m. Voor beide geldt dat er naar verwachting geen directe ingreep is omdat het gebied door middel van bundeling met de weginfrastructuur of boring wordt gekruisd. Vanuit het oogpunt van archeologie verdient koppeling aan de weginfrastructuur de voorkeur omdat hier de bodem reeds verstoort is en effecten zijn uit te sluiten. Voor de gebieden in Friesland buiten de wegbermen is in vele gevallen sprake van een archeologische verwachtingswaarde.

#### **Kabeltracé Breezanddijk – Marnezijl**

Aansluiting is voorzien op het TenneT station Marnezijl in Bolsward. Hiervoor zijn één kabel van 220 kV of twee kabels van 110 kV nodig. Aansluiting vindt plaats met ondergrondse kabels. Voor het MER is conservatief uitgegaan van twee kabels aangezien dit maatgevend is (de grootste ingreep).

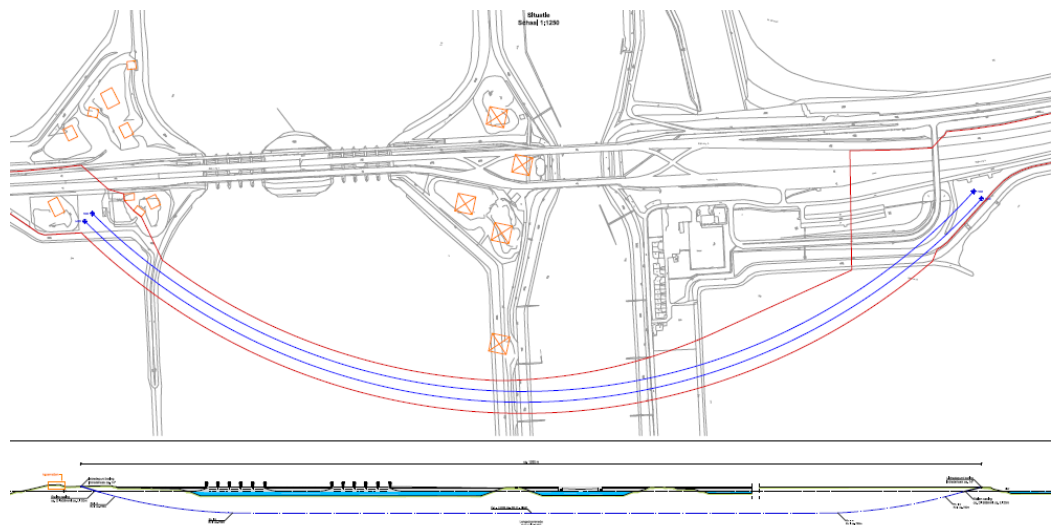
<sup>6</sup> De kosten voor de kabel zelf, maar ook de aanleg en onderhoud daarvan zijn voor kabels in waterbodems aanmerkelijk hoger dan voor kabels op land.

Om ruimtebeslag en milieueffecten te beperken, en overeenkomstig het bundelingsprincipe, is voor het tracé naar Marnezijl zo veel als mogelijk aansluiting gezocht bij bestaande infrastructuur (Rijksweg A7). In de bermen zijn reeds kabels en leidingen aanwezig en er is voldoende ruimte om aanvullend de verbinding voor het voornemen mee te nemen. Het totale kabeltracé is circa 25 kilometer lang. Hiervan ligt circa 13 kilometer in de Afsluitdijk en 12 kilometer op het vaste land van Fryslân. Bij aansluiting op Oudehaske is de lengte van het tracé 55 kilometer.

Het kabeltracé over de Afsluitdijk ligt in de kernzone van de waterkering. Voor het tracégedeelte Breezanddijk naar Kornwerderzand geldt dat er beperkt ruimte is voor de aanleg van een kabel. Onder het fietspad op de Afsluitdijk is voldoende ruimte beschikbaar voor de aanleg van een kabel.<sup>7</sup> Het gedeelte tussen Kornwerderzand en de Kop van de Afsluitdijk is breder. De kabel kan daar naast het fietspad komen te liggen. Een kabel in de Afsluitdijk moet verenigbaar zijn met de waterkerende functie van de Afsluitdijk. Uit onderzoek naar de potentiële effecten op de waterkerende functie van de Afsluitdijk blijkt dat dit uitvoerbaar is (zie ook bijlage D-15). De kosten voor een kabel in de waterbodem parallel aan de Afsluitdijk zijn onevenredig hoger zijn dan de kosten voor een kabel op land en biedt geen milieuvordelen. Daarom vormt alleen in het geval dat een kabel in de Afsluitdijk niet verenigbaar is met dijkveiligheid een tracé door het IJsselmeer een reële optie. Bij het tracé in de Afsluitdijk dient het spui- en sluzencomplex Kornwerderzand te worden gepasseerd. Dit gebeurt door middel van een gestuurde boring langs de kunstwerken van het complex om potentiële effecten op de kunstwerken uit te sluiten.

#### **Figuur 1.25 Passage spui- en sluzencomplex Kornwerderzand**

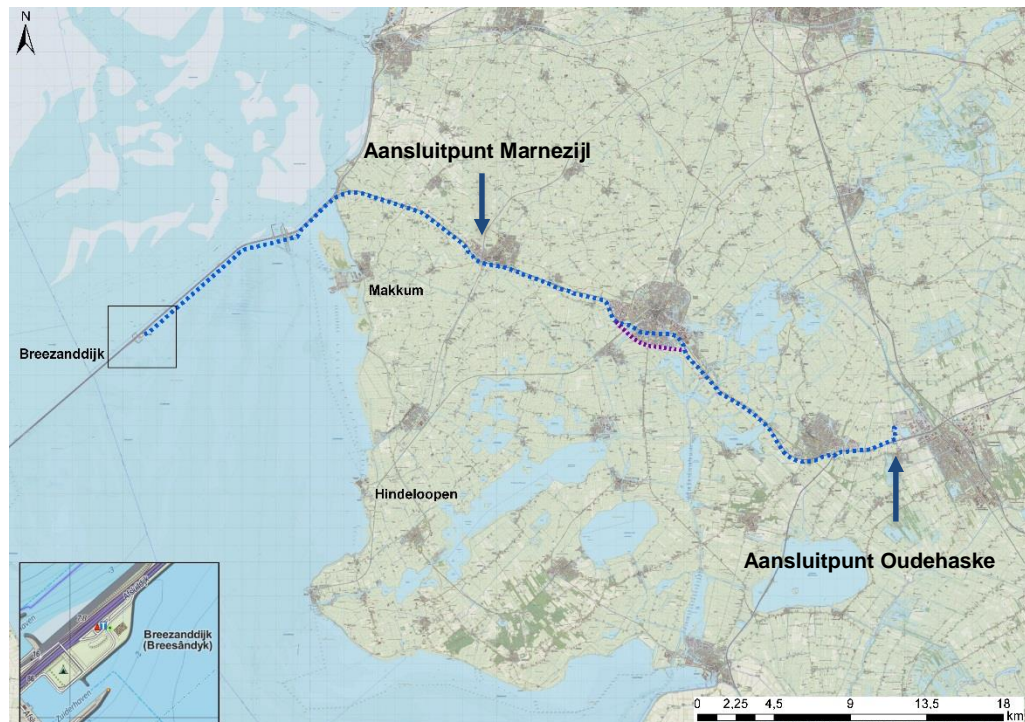
Het kabeltracé over het vaste land van Fryslân volgt de Rijksweg A7 vanaf knooppunt Zurich tot Bolsward waar zich het aansluitpunt Marnezijl bevindt. Het tracé ligt in de zijbermen en / of middenberm. De noord- en de zuidberm van de A7 bieden niet op elke locatie voldoende ruimte voor de aanleg van twee 110 kV kabels. Alternatieve locatie is de middenberm welke 10 meter breed is, dit is voldoende ruimte voor de aanleg van de kabels. Aanleg in de middenberm is mogelijk, afhankelijk van de vraag of sprake is van wegverbreding in de nabije toekomst. Er zijn geen plannen bij de wegbeheerder om de middenberm te benutten de komende jaren.



<sup>7</sup> Er is rekening gehouden met de toekomstige verzwaring van de Afsluitdijk.

Indien gekozen wordt voor het aansluiten op het station in Oudehaske kan eveneens bestaande infrastructuur worden gevolgd om een zo kort mogelijk verbinding te realiseren uitgaande van bundeling en meervoudig ruimtegebruik. Bij knooppunt Joure wordt mogelijk de situatie gereconstrueerd. Dit is echter voor de aanleg van de kabel niet relevant, aangezien deze reeds in 2017 is gerealiseerd. De aanleg van de kabel is daarna voorzien. Ter hoogte van Sneek geldt dat de koppeling met infrastructuur mogelijk niet te maken is. Hier bestaat de mogelijkheid om het kabeltracé aan de zuidkant van Sneek te leggen. Dit alternatief is in figuur 1.26 aangeduid.

**Figuur 1.26 Kabeltracé Breezanddijk – aansluitpunt Marnezijl / Oudehaske**



Bron: Pondera Consult

#### 1.4.5 Civiele werken

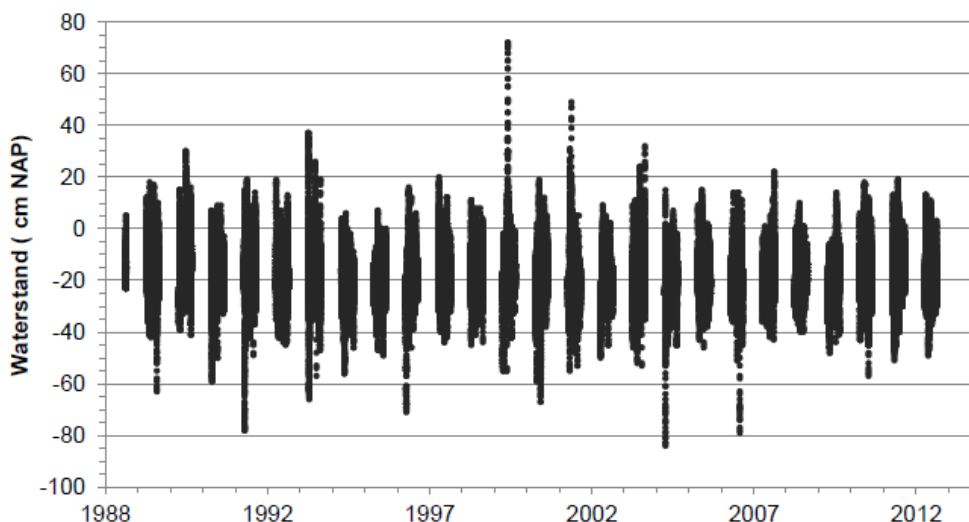
Aangezien het windpark in het water staat is geen sprake van bouwwegen of kraan-opstelplaatsen, tijdelijk of permanent. Er is slechts een toegangsweg vereist voor het transformatorstation op Breezanddijk. Deze weg heeft een breedte van maximaal circa 5 meter en een lengte van maximaal circa 50 meter.

#### 1.4.6 Werkeiland

Onderdeel van het voornemen is een werkeiland. Deze is gelegen tussen het windpark en de Friese kust. De indicatieve afmetingen van het werkeiland zijn hiervoor aangegeven. Op basis van de ecologische effectbeoordeling zijn de ontwerpeisen nader gespecificeerd om te komen tot een natuurinclusief ontwerp. Op grond van een analyse van Arcadis (zie bijlage D-5) naar het optreden van hoog water in de broedperiode is de gewenste hoogte van het werkeiland voor de exploitatiefase bepaald op circa 20-30 centimeter +NAP. Dit is 40-50 cm boven het

wateroppervlak (zomerpeil). Hiermee treedt slechts incidenteel overstrooming plaats in de broedperiode.

Figuur 1.27 Gemeten waterstanden in broedperiode (1/2 april-1/2 aug) 1988-2013 Kornwerderzand



Voor het werkeiland worden op grond van voorgaande de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Tijdelijk werkeiland voor bouwfase windpark, permanente inrichting natuurinclusief;
- Oplevering permanente situatie voorafgaand aan in bedrijfstelling van het windpark;
- Vorm: indicatief 1 kilometer lange dam met een breedte van circa 10-20 meter met voldoende diepte aan beide zijden, mogelijk een breder tijdelijk deel ten behoeve van betonproductie;
- Gepositioneerd tussen windpark en Friese kust in verband met ligging schietgebied en ligging havens opstap personeel;
- Uitwerking gericht op ecologische waardevermeerdering voor de exploitatiefase;
- Natuurlijke uitvoering (building with nature), met zo beperkt mogelijke, tijdelijke artificiële elementen, wederom gericht op exploitatiefase;
- Een ondiepe luwte met een oppervlakte van circa 25 hectare met een gemiddelde diepte van 1-3 meter;
- Voldoende afstand van de windturbines (minimaal 3 kilometer) om additionele negatieve effecten van de windturbines te vermijden;
- Voldoende doorstroming achter het luwte element om slibophoping te vermijden;
- Voldoende hoogte om overstrooming in het broedseizoen te beperken tot incidenten (eens in de circa 4 jaar);
- Positionering op korte afstand van de Waddenzee, maximaal 5-6 kilometer.

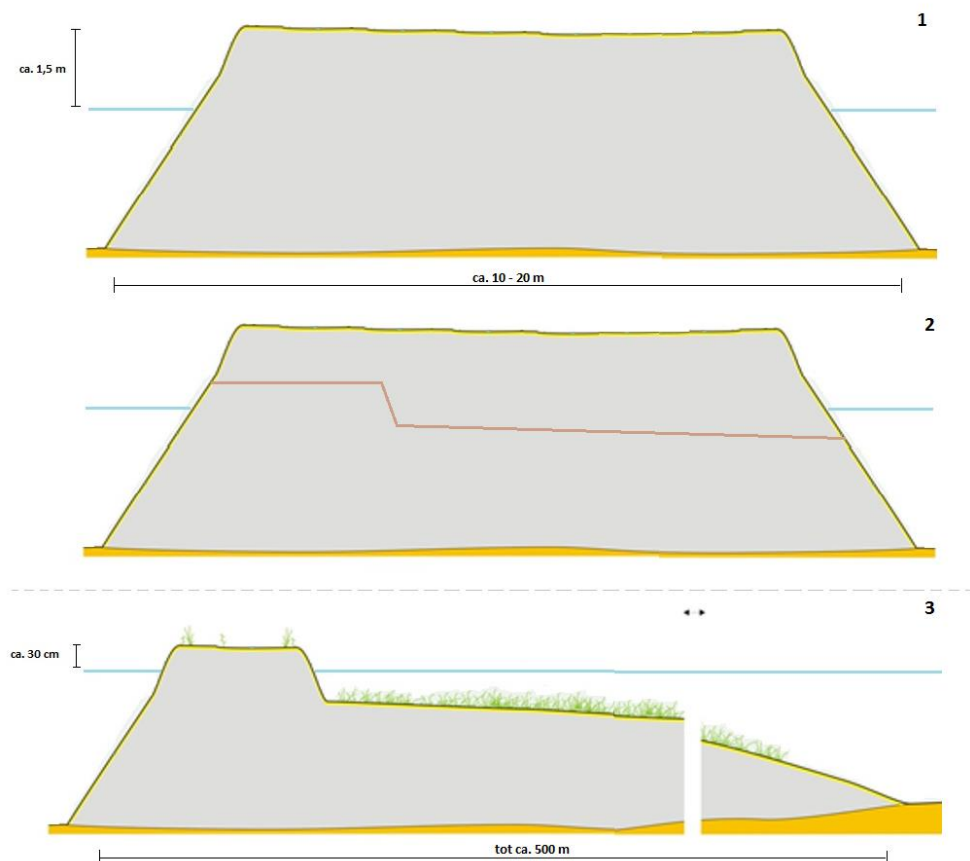
Na de bouwfase wordt de dam minder breed gemaakt en verlaagd tot op circa 30 centimeter boven wateroppervlak, waardoor een luwte achter de dam kan worden gecreëerd. De luwte is ondiep met een gemiddelde diepte van 1-3 meter ten behoeve van vestiging van waterplanten en de bereikbaarheid voor watervogels van deze waterplanten. Het zand dat vrij komt bij de aanpassingen aan de dam kan worden gebruikt als bijdrage voor het ver-ondiepen van de



bodem binnen het gebied, door de hoogte van de dam te verlagen (stap 2). In onderstaande drie stappen is dit inzichtelijk gemaakt. Het resultaat van de aanpassing naar de exploitatiefase is dat het eiland met bijbehorende luwe ondiepte extra rustgebied en foerageermogelijkheden oplevert voor sterns, meeuwen, steltlopers, (duik)eenden en andere watervogels.

Recreatief medegebruik kan worden overwogen, indien verzekerd wordt dat dit geen negatief effect heeft op de ecologische effecten die de negatieve effecten van het windpark mitigeren of anderszins tot negatieve effecten kunnen leiden voor Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen. Dit betekent dat recreatief medegebruik naar aard en omvang beperkt zal moeten zijn en mogelijk ook in de periode van het jaar.

**Figuur 1.28 Schets doorsnedes werkeiland**



## 1.5 Bouw en aanleg

### 1.5.1 Inleiding

In principe zijn de effecten van het windpark tijdens de exploitatie de belangrijkste effecten; deze zijn immers permanent (tijdens de levensduur van het windpark). De effecten van de aanleg zijn tijdelijk van aard. De wijze van realisatie kan niettemin milieueffecten veroorzaken.

Daarbij kunnen verschillende uitvoeringsmethoden tot verschillende milieueffecten leiden. Deze paragraaf beschrijft de verschillende onderdelen van de aanleg van het windpark en de reële opties die daarbij worden betrokken.

Het transport, de installatie en de bedrijfsvoering van (de onderdelen van) een windpark is project specifiek. De reden hiervoor is dat elk project anders is wegens andere omstandigheden (windklimaat, water, bodemgesteldheid, bestaande infrastructuur) en andere combinaties van technologieën (windturbintype, torenontwerp, funderingstype, beschikbare hijsapparatuur, etc.). Voor WWindpark Fryslân in het IJsselmeer geldt dat door de beperkte omvang van de sluzen die toegang geven tot het IJsselmeer en de relatieve kleine havens rondom het IJsselmeer, dat de aanvoer van grote onderdelen alleen kan plaatsvinden naar een grote haven met voldoende ruimte om een werkvoorraad aan onderdelen aan te houden (zoals Amsterdam of Eemshaven) waar ook pre-assemblage kan plaatsvinden. Dit is de situatie bij de bouw van windpark Westermeeuwind en dit leidt tot interferentie met de scheepvaart en tot lange logistieke lijnen. Voor de huidige situatie zal daarom een werkeiland worden ingericht om aanvoer en assemblage onafhankelijk van de bouwlogistiek te kunnen laten plaatsvinden. De installatievaartuigen die worden ingezet voor de bouw van windparken op zee (zoals zogenaamde 'jack ups' voor het heien) zijn door de sluis capaciteit niet toepasbaar waardoor naar verwachting gebruik wordt gemaakt van reguliere (land)installatieapparatuur geplaatst op grote pontons. Ook via Amsterdam is de sluis capaciteit onvoldoende aangezien de capaciteit van de sluzen die toegang geven tot het IJsselmeer (Houtribsluzen of bij Den Oever of Kornwerderzand) bepalend zijn.

De aanleg bestaat uit verschillende werkzaamheden. In principe wordt op slechts een beperkt aantal locaties tegelijk gewerkt en effecten op de omgeving zijn dan ook in ruimte en tijd gefaseerd. Tegelijkertijd kunnen echter activiteiten plaatsvinden zoals fundatiebouw, plaatsen van windturbineonderdelen en aanleg van kabels. Als uitgangspunt wordt gehanteerd dat de werkzaamheden op het water plaats vinden in aaneengesloten werkgebieden, daarmee zijn effecten voor de omgeving lokaal in ruimte en tijd. Er wordt in maximaal drie werkgebieden tegelijk gewerkt. Dit betreft het werkeiland en maximaal twee clusters van maximaal 15 windturbines (of meer clusters met kleinere aantallen windturbines). De begrenzing van de clusters/strings is nog niet bepaald maar wordt voorafgaand aan de bouw bepaald door de aannemer. De werkzaamheden op Breezanddijk zijn beperkt tot het transformatorstation op land en worden als lokale activiteit van beperkte omvang gezien.

### 1.5.2 Transport en installatie van de windturbinefunderingen

De funderingen voor de windturbines worden, afhankelijk van het type fundament dat gebruikt gaat worden, in delen door de fabrikant geleverd of lokaal geproduceerd, opgeslagen en daarna getransporteerd voor installatie. Welke vaartuigen in aanmerking komen voor de installatie en bouw van de funderingen en windturbines, wordt voor een belangrijk deel bepaald door de gekozen funderingstechnologie en de waterdiepte ter plekke, die lokaal beperkt is (2 - 3,5 meter). Voor hijsoperaties wordt veelal een drijvende bok (grote lifts) of een kraanpontoon (middelgrote en kleine lifts) met een diepgang van ongeveer twee meter gebruikt.

In principe worden de verschillende onderdelen in een 'treintje' gerealiseerd omdat specifieke installatiewerktuigen nodig zijn voor de verschillende onderdelen. Dat betekent dat een installatieploeg de fundaties bouwt. Achter deze ploeg aan komt de ploeg voor de installatie van



de torens. Vervolgens komt de ploeg voor de installatie van gondel en rotorbladen. Ten slotte worden de turbines aangesloten, getest en in bedrijf genomen.

#### *Monopile fundering*

Bij de *monopile* fundering worden de *monopiles* (lange, holle, zeer grote buizen met een diameter van circa 6 meter) in gespecialiseerde staalfabrieken gefabriceerd en per ponton naar het IJsselmeer gevaren. Het zou noodzakelijk kunnen zijn om de *monopiles* op een tijdelijke locatie op te slaan, voorafgaand aan het transport richting de Afsluitdijk. Bij de installatie worden de *monopiles* op locatie door een installatieschip recht op gehesen en in een positioneringsstuk (template) geplaatst. Het schip laat de *monopile* vervolgens op de juiste positie (GPS coördinaten) op de bodem zakken. Met een hydraulische hamer wordt de *monopile* vervolgens tot op de gewenste diepte de bodem in geheid. Na het heien wordt op de *monopile* een verbindingstuk geplaatst voor de installatie van de windturbinetoren en kan de elektriciteitskabel, die de fundering in wordt getrokken, worden vastgezet. De fundering is nu klaar voor de windturbine. Per *monopile* wordt circa 2-3 uur geheid. Er wordt slechts één monopile tegelijk geheid.

#### *Gravity based fundering*

Deze grote betonnen funderingen worden vanwege hun grootte waarschijnlijk op een speciale constructielocatie dicht in de buurt van het windpark geproduceerd. Hiervoor zal een specifieke betonfabriek nodig zijn en een dok of bouwhaven, waarin de funderingen in zijn geheel kunnen worden geproduceerd. De niet-verzwaarde funderingen worden het water ingehesen en ondersteund door drijvers of pontons geleidelijk op hun plaats gebracht. Met behulp van een installatieschip wordt de fundering gecontroleerd afgezonken op de locatie, waar de bedding tevoren is versterkt. De holle ruimten in de fundering worden vervolgens met stenen verzwaard, waardoor de fundering stabiel wordt gemaakt. Hierna is de fundering klaar voor installatie van de elektriciteitskabel en de windturbine.

#### *Dukdalf fundering*

De constructie van een fundatie conform het *dolphin*-principe kan gedeeltelijk dan wel geheel op locatie plaatsvinden. In het geval van constructie op land, worden betonnen heipalen en een geprefabriceerd betonnen funderingsstuk naar de locatie getransporteerd. Op locatie worden de funderingspalen de bodem ingeheid of getrild, waarna het funderingsstuk op de funderingspalen wordt geplaatst. Het betreft kleine heipalen. Met *grout* worden de betonnen delen vast met elkaar verbonden. In het geval van constructie op locatie worden de funderingsmaterialen (funderingspalen, wapeningsstaal, betoninstallatie) naar de locatie getransporteerd. Op de geïnstalleerde heipalen wordt een bekisting aangebracht, waarin het wapeningsstaal wordt aangebracht. Daarna wordt het beton in de bekisting gestort en hardt het uit tot een fundering. Het installatieschip kan worden gebruikt voor het transporteren en installeren van de funderingscomponenten, maar het is ook mogelijk om pontons te gebruiken voor het aanvoeren van funderingsonderdelen.

#### *Damwandfundering*

De damwandfundering wordt geheel op locatie gemaakt. De funderingscomponenten (damwanden, heipalen, wapeningsstaal, betoninstallatie) worden naar de locatie getransporteerd. Eén transportschip kan componenten voor verschillende funderingen transporteren. Op een installatieschip is een hijskraan en een hei/tril-installatie aanwezig voor het installeren van de damwanden en de heipalen. De koppen van de heipalen worden gesneld

en het wapeningstaal wordt aangebracht, waarna het beton wordt gestort en de fundering klaar is. Het installatieschip kan worden gebruikt voor het transporteren en installeren van de funderingscomponenten, maar het is ook mogelijk om pontons te gebruiken voor het aanvoeren van funderingsonderdelen.

### Windturbines

De windturbines worden in delen door de fabrikant geleverd en vanaf de fabriek naar de bouwlocatie getransporteerd. In de fabriek of op het werkeiland, wordt de interne ladder en de controlemechanismen in de turbine geïnstalleerd en worden de torendelen geassembleerd. Daarnaast wordt de rotor in elkaar gezet (drie rotorbladen plus de rotornaaf – voor installatie van de rotor ineens op het water) die horizontaal wordt getransporteerd. Het is ook mogelijk dat juist de naaf en de gondel worden verbonden voor een installatie van individuele bladen op het water. Een derde optie is om de gondel, de naaf en twee bladen te combineren, om later het derde blad op het water te installeren. De keuze voor de installatieopzet wordt afgestemd op het type windturbine, het installatieschip en verwachte weersomstandigheden op locatie.

Na het gereedkomen van de eerste funderingen en elektriciteitskabels gaan de torendelen, de gondel en de rotor(bladen) op het installatieschip naar de eerste locatie.

De turbineonderdelen worden met een kraan vanaf het water geïnstalleerd. De exacte afmetingen van de ponton (grote offshore installatieschepen kunnen het IJsselmeer niet bereiken vanwege de schaal van deze installaties) en de kraan en de hoeveelheid draagkracht is afhankelijk van het uiteindelijke gewicht van de onderdelen (en dus van het turbinetype).

Het ponton met de kraan wordt in positie gebracht op de juiste locatie ten opzicht van de turbinepositie. Wanneer de ponton op de juiste positie ligt wordt deze geankerd en zakken de 'poten' naar de bodem voor de stabiliteit. De poten voorkomen dat de ponton naar beneden zakt, wanneer er wordt getild.

**Figuur 1.29 positioneren en foto opstelling hei-installatie Westermeerwind**

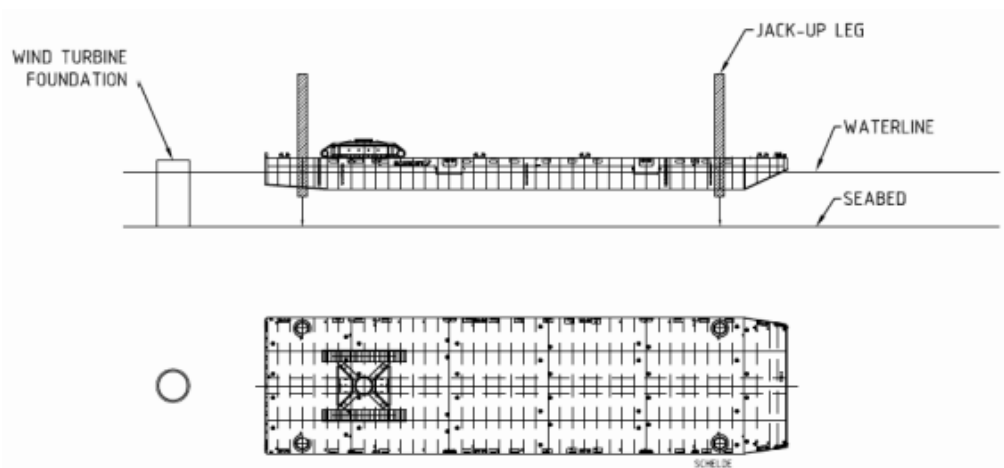
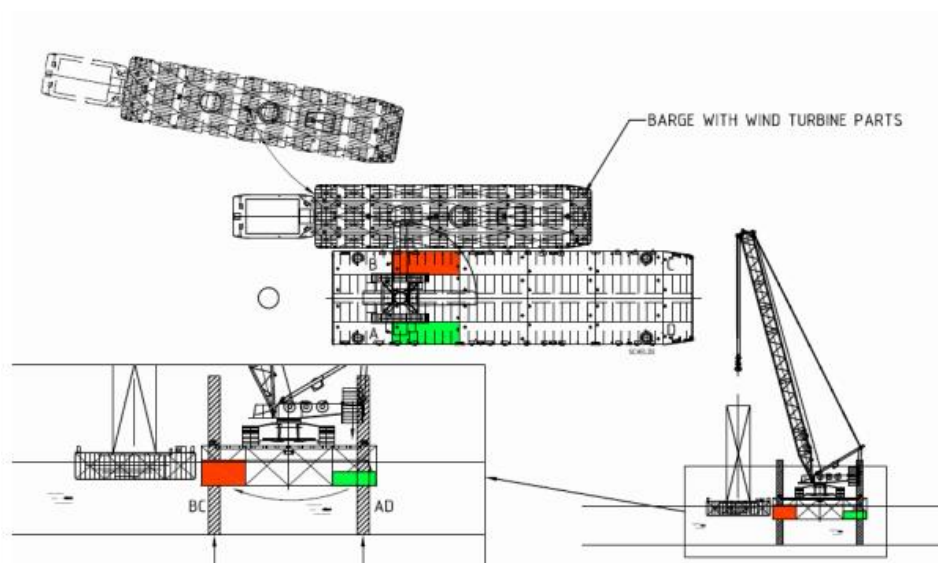


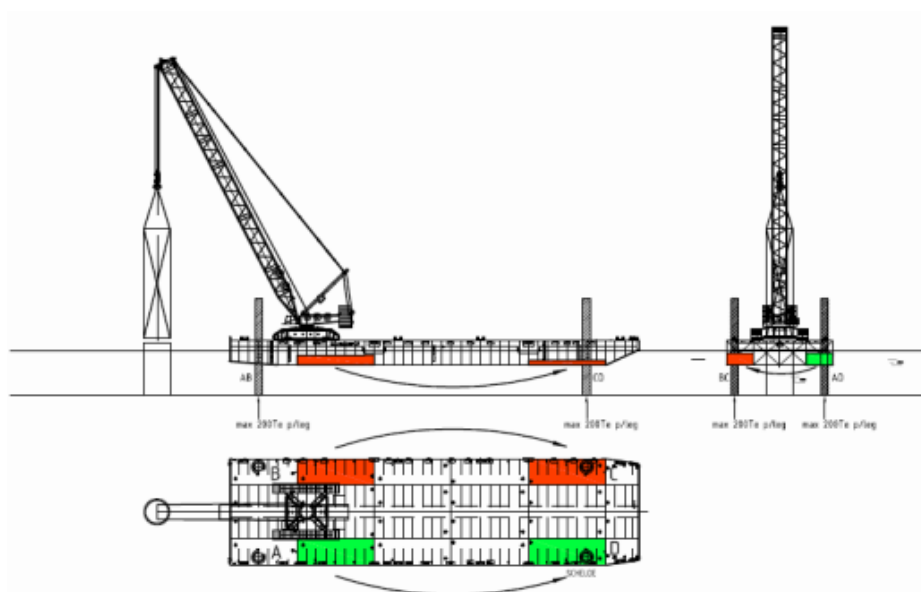


Foto: © Ventolines, 2015

Vervolgens worden de turbine onderdelen door een tweede ponton aangeleverd. Bij het tillen van de onderdelen verplaatst het gewicht zich, wat wordt gecompenseerd door waterballast in de ponton. Ook bij het draaien van de turbine verplaatst het gewicht zich, wat op dezelfde wijze wordt opgevangen. Eerst wordt het eerste torendeel op de fundering geplaatst en wordt de flensverbinding tussen fundering en toren vast gebouwd. Na de volgende torendelen wordt de gondel geplaatst en daarna de rotor, of wel eerst de gondel met de naaf en daarna driemaal een rotorblad.

**Figuur 1.30 Heffen**





De turbines zullen gefaseerd worden geïnstalleerd, wat betekent dat slechts aan een deel van het windpark tegelijkertijd gewerkt wordt. Dat deel waar gewerkt wordt, wordt afgesloten voor de reguliere scheepvaart.

De windturbine wordt na plaatsing van de hoofdonderdelen mechanisch gereed gemaakt op grond van de inbedrijfsstellingprocedure (dagen), waarin onder andere alle boutverbindingen worden nagelopen en de gondel en de bladen worden uitgelijnd. Ook worden de interne elektrische systemen mechanisch verbonden met de elektrische kabel. Wanneer het onderstation op land in bedrijf is genomen, kunnen vervolgens ook elektriciteitskabels worden getest. Ten slotte kan de windturbine zelf onder spanning worden gebracht en worden opgestart. De windturbine is dan ook zichtbaar op het monitorings- en besturingssysteem van het windpark (SCADA). Na het succesvol doorlopen van uitgebreide elektrische en bedrijfsvoering testprocedures (dagen tot weken) is de windturbine gereed voor bedrijfsvoering.

### 1.5.3 Transformator station

Op land wordt een transformatorstation gebouwd (Breezanddijk) en vervolgens vindt de aansluiting op het hoogspanningsnetwerk in Friesland plaats (Marnezijl of Oudehaske, naar verwachting 110 of 220 kV). Het transformatorstation staat op een betonnen fundering op staal of op geheide palen. Het transformatorgebouw wordt op locatie gebouwd. De elektrische componenten zoals de transformatoren, spoelen, de schakelaars en de bedieningskasten worden in gespecialiseerde fabrieken gebouwd en getest en in zijn geheel of in delen over het water en over de weg aangevoerd.

### 1.5.4 Elektrische infrastructuur

#### Windpark bekabeling

De windturbines zijn via ondergrondse elektriciteitskabels met elkaar en met het onderstation op land verbonden. Afhankelijk van de windturbines, het type kabel en het spanningsniveau (naar verwachting 33 of 66 kV, middenspanning) kunnen zes tot tien windturbines met elkaar worden

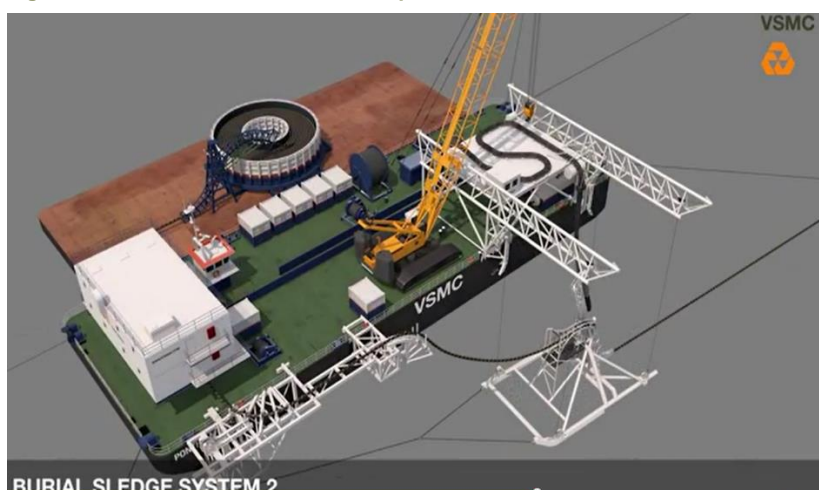
verbonden in een zogeheten string. De kabels liggen op een diepte van circa 2 meter onder de waterbodem. De aanlanding van de kabel op Breezanddijk zal door middel van gestuurde boringen plaatsvinden.

De kern van het leggen van kabels is het maken van sleuven, het leggen van de kabel(s) en het opvullen van de sleuf. Deze stappen kunnen opeenvolgend of tegelijk worden uitgevoerd, afhankelijk van de gehanteerde methode.

De elektriciteitskabels worden volgens specificatie van het elektrische ontwerp geproduceerd in een kabelfabriek. De kabelstukken of kabel aan één stuk wordt opgerold op haspels en vervolgens op één of meerdere grote trommels op een transport- of kabelinstallatieschip naar de locatie vervoerd. Dit betreft één of twee transporten, ter vergelijking voor windpark Westermeerwind, bestaande uit 48 windturbines betreft dit één transport.

Voor de installatie van de kabels positioneert het kabelinstallatieschip zich bij de windturbine die wordt aangesloten. De kabel wordt allereerst met een kabelhaspel op de windturbine, vanaf het schip de windturbine ingetrokken. Daarna wordt de kabel bij de windturbine ingegraven en vaart het schip naar de volgende windturbine, terwijl de kabel continu wordt ingeplougd. Hiermee wordt slepen van kabels over de waterbodem of door het water voorkomen, dit voorkomt onnodige bodemroering. Bij de volgende turbine positioneert het schip zich opnieuw en wordt opnieuw een kabelhaspel op de windturbine geplaatst. De kabel wordt doorgeknipt en de windturbine ingetrokken. In de windturbine wordt de kabel verbonden met een eindsluiting, die later wordt gebruikt voor het aansluiten van de schakelapparatuur en de transformator in de windturbine. Indien nodig wordt het installatieproces van de kabels door duikers begeleid en wordt de kabel rondom de windturbine extra beschermd tegen mogelijke ankerschade. Figuur 1.23 geeft een voorbeeld van een combinatie van schip met kabels en kabelinstallatie.

**Figuur 1.31 Voorbeeld combinatie schip met kabels en kabelinstallatie**



Bron: Volker Wessels / Youtube.com

#### *Installatiemethoden op water*

De volgende installatiemethodes zijn toepasbaar (soms gecombineerd):

- Ploegen;

- Kettinggraver (*chain cutter*);
- Fluïdiseren (*jetten*);
- Baggeren.

De eerste drie wordt ook wel naar gerefereerd als ‘*trenchen*’; het maken van geulen (*trenches*). Een *trencher* is dan ook een installatie om geulen te maken. De inzet van een bepaalde techniek is afhankelijk van de bodemopbouw (harde bodem, zachte bodem), lokale omstandigheden (zoals sterke stroming/ eb en vloed) en milieुरandvoorwaarden (omvang bodemroering, slibopwerveling).

#### *Ploegen*

Bij het ploegen van de kabel wordt een installatie met een zogenaamd ‘zwaard’ (de ploeg) ervoor door de bodem getrokken. Dit gebeurt nadat de kabels op de waterbodem zijn gelegd. Het zwaard maakt een snede (geul) in de bodem en de kabel wordt tegelijkertijd aan de achterzijde van de installatie in de geul gevoerd. De geul sluit zich vanzelf na het leggen van de kabel. Bij een aantal installaties bevinden zich voor de ploeg *jets* (spuitlansen) die water voor het blad spuiten (fluïdiseren) om de bodem zacht te maken en het ploegen te vergemakkelijken. Dit vermindert de kracht waarmee de ploeg wordt getrokken. De installatie van een ploeg, veelal op een slede, kan worden getrokken door een schip of kan een zelfstandige installatie op rupsbanden zijn. De bodemroering met een ploeg is minimaal. De breedte van de snede is minimaal, circa 30 cm tot een meter. De ploeg zelf sleept/rijdt ook over de bodem en heeft een contactoppervlak van zo’n 5 meter breedte waarbij de slede over de bodem glijdt. Een alternatieve uitvoering is een vibro-ploeg, die met name voor kleigronden toepasbaar is. Ploegen kunnen worden ingezet in ondiep water. Ploegen die een V-vormige opening maken in plaats van een smalle insnijding in de bodem zijn niet toepasbaar in ondiep water (circa < 10 m) door de diepgang van het schip dat vereist is om de ploeg te trekken.

**Figuur 1.32 Ploeg**



Bron: [www.vbms.com](http://www.vbms.com)



### *Kettinggraver (chain cutter)*

Een zelfrijdende kettinggraver graaft door middel van een ronddraaiende ketting een smalle geul. Eventueel ondersteund met spuitlansen om de bodem zacht te maken. Ook bij deze techniek worden de kabels vooraf op de waterbodem gelegd. Een kettinggraver kan in ondiepe wateren worden toegepast en is met name geschikt voor hardere bodems tot rotsbodems. De kettinggraver maakt een geul waarin de kabel kan worden gevoerd, direct achter de graver. De geul heeft een beperkte breedte tot circa een halve meter. De bodem sluit zich vanzelf in zachte bodems zoals het geval bij de IJsselmeerbodem. De installatie heeft een breedte van circa 5-6 meter. Bodemroering beperkt zich tot de geul en de bodem waarover de installatie zich voortbeweegt of wordt voortbewogen.

**Figuur 1.33 Chain cutter (trench former VBMS)**



Bron: [www.vbms.com](http://www.vbms.com)

### *Jetten*

Bij het jetten wordt door middel van een spuitlans de bodem door inspuiten van water vloeibaar gemaakt waardoor de kabel door zijn eigen gewicht in de bodem zakt of alternatief of door middel van rollers ingevoerd in de bodem op de gewenste diepte. Deze techniek leent zich ervoor om simultaan met het leggen van de kabels toegepast te worden. Een minimale waterdiepte van zo'n twee tot 2,5 meter is nodig om deze installatiemethode te kunnen toepassen. De bodemroering beperkt zich tot een smalle sleuf van circa 30 - 50 cm. De installatie, bijvoorbeeld een slede, heeft een breedte van circa 5 - 10 meter.

**Figuur 1.34 Jetting tool (Burial sledge system VBMS)**



Bron: [www.vbms.com](http://www.vbms.com)

### *Baggeren*

Door middel van het baggeren wordt een tijdelijke geul gecreëerd waarin de kabel kan worden gelegd. Bodemmateriaal wordt naar de zijde van de geul, met een talud van circa 1:5, verplaatst

en na het leggen van de kabel gebruikt om de kabel te bedekken en de geul te sluiten. De geul heeft een breedte van circa 5-8 meter en wordt gerealiseerd door een baggerinstallatie. Baggeren is minder geschikt voor kabelleggen, vanwege de relatief lange doorlooptijd en de noodzaak om breder te graven dan noodzakelijk om stabiele taluds te verkrijgen.

#### **Ontsluitingskabel**

De kabelverbinding op land wordt aangelegd door de kabels over de gehele lengte van de verbinding in te graven of te ploegen tot de vereiste diepte (afhankelijk van risico op graafschade en andere aanwezige kabels). Waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van ploegen aangezien hiervoor geen of zeer beperkt grondwaterbemaling is vereist en dit een snelle aanleg mogelijk maakt. Op plekken waar het tracé andere kabels, wegen of water(wegen) kruist, wordt gebruik gemaakt van gestuurde boringen of persingen. Hierbij worden op zekere afstand van de kruising, mantelbuizen de grond in geboord. Voor het kabeltracé naar Oudehaske zijn naar verwachting diverse gestuurde boringen/persingen nodig. Ondermeer voor het kruisen van de A7 bij het transformatorstation (de kabel richting land ligt aan de noordzijde van de snelweg), het kruisen van het spui- en sluiscomplex bij Kornwerderzand, het knooppunt Zurich en de diverse watergangen en wegen. De kabels worden door deze mantelbuizen getrokken. De kabelverbinding wordt tenslotte verbonden met het transformatorstation en de netaansluiting van TenneT. Na uitgebreide testen op locatie wordt de kabelverbinding onder spanning gezet.

#### **1.5.5 Werkeiland**

Het werkeiland bestaat uit een lange dam die zacht wordt uitgevoerd. Voor de fase tijdens de bouw zullen kades (damwanden) aanwezig zijn welke permanent zijn maar bij de aanpassing naar de exploitatiefase worden weggewerkt om tot een zachte uitvoering te komen. Vanuit een zachte uitvoering is het noodzakelijk aan de uiteinden van de dam stortsteen toe te passen om het gestorte materiaal 'op te sluiten' zodat dit stabiel is.

Aanleg van het eiland vindt plaats door middel van het storten van zand en stenen, eventueel met geotextiel of wiepen (gevlochten takken) verzaagd met stenen. Voor de tijdelijke kade worden naar verwachting damwanden de bodem ingetrild.

Het gebruik van het eiland betreft tijdelijke opslag, aanleg van schepen met lading (zoals duwbakken met grote turbinedelen), assemblagewerkzaamheden in de vorm van het aan elkaar verbinden van delen, bijvoorbeeld torendelen, door aan elkaar bouten en een betoncentrale. De milieueffecten van deze werkzaamheden zijn beperkt. De werkzaamheden gaan niet gepaard met emissies naar de lucht of hoge geluidproductie. Bijvoorbeeld het produceren van beton zal naar verwachting in de vorm van een mobiele betoncentrale plaatsvinden. Het maken van beton gebeurt door het mengen in de juiste verhouding van cement, water, zand en grind. De energievoorziening in de vorm van een aggregaat is maatgevend voor de effecten naar de omgeving en is naar verwachting kleiner of niet onderscheidend van de emissies en het geluid van bijvoorbeeld werkschepen. Emissies naar de lucht, bijvoorbeeld door stof, kunnen worden uitgesloten met een goede installatie en werkwijze. Een separate beoordeling van de milieueffecten van het gebruik van het eiland tijdens de bouw vindt daarom niet plaats. Indien tijdens de voorbereidingen voor de bouw blijkt dat aanvullende werkzaamheden vereist zijn, zoals laswerkzaamheden, verven, etc. zal een aanvullende beoordeling moeten worden uitgevoerd ten aanzien van de effecten naar de omgeving.



### 1.5.6 Bedrijfsvoering van het windpark

De bedrijfsvoering van het windpark vindt grotendeels automatisch plaats maar wordt overzien vanuit een controlecentrum, deze bevindt zich waarschijnlijk op een bedrijventerrein in een nabijgelegen haven. Het onderhoud van het windpark wordt uitgevoerd vanuit een onderhoudshaven, naar verwachting een bestaande haven bij het controlecentrum. Nabij de haven is een opslagplaats voor reserveonderdelen voor de windturbines en het transformatorstation en gereedschap voor het uitvoeren van werkzaamheden. In de haven liggen speciale schepen om het onderhoudspersoneel (naar verwachting één) van en naar de windturbines te brengen en hen veilig over te zetten. De onderhoudsschepen zijn uitgerust met alle vereiste navigatie en communicatiemiddelen, blus- en reddingsmiddelen. De onderhoudsschepen hebben ook speciale afvalcontainers voor het op de juiste manier afvoeren van bijvoorbeeld schoonmaak- en smeermiddelen. Ook de windturbines zijn overigens uitgerust met oplossingen om het morsen van smeermiddelen te voorkomen, zoals lekbakken en absorptiedoeken.

De activiteiten tijdens de bedrijfsvoering bestaan allereerst uit het monitoren en rapporteren van de prestaties van het windpark. De activiteiten op locatie bestaan uit het uitvoeren van gepland regulier onderhoud, ongepland onderhoud en het uitvoeren van reparaties en vervangingen (indien nodig).

Preventief onderhoud aan het transformatorstation vindt circa 2 maal per jaar plaats. Voor inspectiewerkzaamheden worden de turbines periodiek bezocht, circa 1 maal per kwartaal, preventief onderhoud vindt circa 2 maal per jaar plaats. Onderhoud van de kabels is niet aan de orde. Indien de kabel beschadigd moet de beschadiging worden opgezocht, dit vereist geen ingreep. Door middel van een nieuwe verbinding (las) kan de kabel worden hersteld. Beschadigingen, door interne (kabelfout) of externe (graafschade), zijn op zijn hoogst incidenteel.

### 1.5.7 Ontmanteling

Na de beëindiging van exploitatiefase van het windpark (verwacht na 20-25 jaar) wordt het windpark ontmanteld. Voor zover technisch mogelijk worden alle componenten en gebouwde installaties verwijderd en waar mogelijk gerecycled. Wat betreft de elektrische infrastructuur (in het bijzonder de hoogspanningskabel op land, het onderstation inclusief de transformatoren en de middenspanningskabels in het IJsselmeer) geldt dat deze te zijner tijd waarschijnlijk nog niet aan het eind van hun technische levensduur zijn (levensduur kabels is circa 40 jaar). Op termijn zal worden bepaald in hoeverre en op welke manier deze componenten opnieuw kunnen worden gebruikt of opnieuw benut kunnen worden.

Wat betreft de windturbines is de sloop in feite een omgekeerde bouw volgorde: de elektriciteitsbekabeling wordt losgehaald, de windturbine wordt met een hijschip vlak naast de fundering getild en grote delen los gebouwd (bladen, naaf en/of gondel, torendelen), op een bak gehesen en van de locatie weggevoerd. De elektriciteitskabels in het water blijven achter of worden door een kabelschip op het schip op een haspel gerold en weggevoerd. De landkabels blijven achter of worden (indien nodig) opgegraven en in delen afgevoerd. De componenten in het transformatorgebouw worden verwijderd waarna het gebouw zelf wordt gesloopt.

Voor de funderingen geldt per type een andere methodiek. De stalen monopile kan in stukken worden gezaagd of gelast, die vervolgens op bakken worden geladen en worden afgevoerd. Na het leegscheppen van de monopile kan de buis 1 tot 2 meter onder de waterbodem worden afgezaagd – een deel van de buis blijft in de grond achter. Voor de *gravity-based structure* geldt dat deze, na verwijdering van de ballast, in zijn geheel van de bodem kan worden gehesen en verwijderd. Hierna kan de bodem weer in de oorspronkelijke staat worden teruggebracht. De *gravity-based structure* kan wellicht ook opnieuw worden gebruikt of anders op land worden gesloopt. De betonnen dolphin- en damwandfunderingen worden op locatie ontmanteld waarbij het beton van de stalen wapening wordt gescheiden. Het materiaal wordt vervolgens met transportbakken of –schepen afgevoerd. De funderingspalen worden tot enkele meters in de meerbodem afgezaagd (1 tot 2 meter).

## 1.6 Leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 uitleg gegeven over de wijze waarop de beoordeling van de alternatieven plaatsvindt en wordt de referentiesituatie toegelicht. Vervolgens gaan de hoofdstukken 3 tot en met 10 in op de verschillende milieuaspecten die in dit milieueffectrapport worden beoordeeld. Per milieuaspect wordt ingegaan op het betreffende beoordelingskader, de referentiesituatie voor dat aspect en de effectbeschrijving van de alternatieven. In deze hoofdstukken is ook per aspect in een tekstkader onderdelen uit het advies van de Commissie m.e.r. op de Notitie Reikwijdte en Detailniveau, opgenomen. In hoofdstuk 11 en verder wordt de afweging tussen de verschillende alternatieven gemaakt en wordt ingegaan op mitigerende maatregelen. Het laatste hoofdstuk behandelt leemten en kennis en aanbevolen monitoring.

## 2 BEOORDELINGSKADER EN REFERENTIESITUATIE

Om effecten te kunnen beoordelen is een beoordelingskader nodig. In dit hoofdstuk staan de beoordelingscriteria die voor de verschillende milieuaspecten worden gehanteerd en op de wijze van beoordeling centraal. Tevens wordt de huidige situatie beschreven en wordt ingegaan op de autonome ontwikkelingen die onderdeel zijn van de referentiesituatie. Daarnaast wordt ingegaan op de overige ontwikkelingen die relevant zijn voor het project, maar geen onderdeel vormen van de referentiesituatie. De beoordeling van de verschillende milieuaspecten, zoals in dit hoofdstuk beschreven, vindt in de volgende hoofdstukken plaats. Het beoordelingskader, de referentiesituatie en de effectbeschrijving wordt per milieuaspect behandeld.

### 2.1 Beoordelingskader voor de effectbeoordeling

Centraal in de m.e.r. procedure staat de vergelijking van de (milieu)effecten van het voornemen en de alternatieven daarvoor met de referentiesituatie. De referentiesituatie beschrijft de toekomstige toestand van het milieu zonder daarbij de realisatie van het voornemen te betrekken.

#### Plangebied en studiegebied

Bij de beschrijving van effecten wordt een onderscheid gemaakt tussen het plangebied en het studiegebied. Het plangebied is het gebied dat nodig is voor de realisatie van het voornemen (of één van de alternatieven daarvoor). Het studiegebied is het gebied waarbinnen voor een bepaald aspect onderzocht wordt of en in welke mate sprake is van effecten. Het studiegebied verschilt per milieuaspect. Voor sommige aspecten reikt het studiegebied niet verder dan de ingreep, terwijl voor andere thema's het studiegebied tot op meerdere kilometers afstand van het plangebied reikt. Bijvoorbeeld voor archeologie is het studiegebied beperkt tot die plaatsen waar graafwerkzaamheden of roering van de bodem plaatsvindt en voor landschap de afstand tot waar windturbines zichtbaar zijn.

#### Beoordelingskader

Voor de beoordeling van de gevolgen van de inrichtingsalternatieven is het noodzakelijk om beoordelingscriteria te definiëren die als maatstaf dienen voor de beoordeling van de effecten. Dit kan een wettelijk norm (getal) zijn, zoals voor geluidbelasting en de duur van slagschaduw, of afgeleid zijn van het beleidskader (uit hoofdstuk 2 van Deel C). De verzameling van de verschillende criteria vormt het toetsingskader voor de alternatieven. Per alternatief worden effecten beschreven en beoordeeld ten opzichte van de referentiesituatie (de huidige situatie van het milieu plus de autonome ontwikkeling).

De effectbeschrijving zal waar mogelijk en zinvol gekwantificeerd worden (uitgedrukt in cijfers) en getoetst aan wettelijke normen. Wettelijke normen zijn de door het bevoegd gezag, veelal het Rijk, gedefinieerde maatschappelijk aanvaardbare grenzen. Ook onder de wettelijke normen kunnen milieueffecten optreden. Voor milieueffecten waarvoor dit relevant kan zijn, zoals geluid en slagschaduw, is ook de belasting onder de norm in beeld gebracht. Dit ten behoeve van de vergelijking van de alternatieven en het bieden van voldoende informatie ten behoeve van de besluitvorming.

Niet voor alle milieuaspecten is het kwantificeren van effecten mogelijk en/of zinvol. Voor deze aspecten zijn effecten kwalitatief beschreven, zoals voor landschap. De criteria zijn erop gericht het onderscheid in effect van de verschillende alternatieven inzichtelijk te maken.

Naast permanente effecten wordt ook aandacht besteed aan tijdelijke en/of omkeerbare gevolgen en is aangegeven of cumulatie met andere effecten optreedt. De beoordelingscriteria en de wijze van effectbeoordeling staan in tabel 2.1. De beoordelingskaders zijn in de volgende paragrafen per aspect nader toegelicht.

**Tabel 2.1 Beoordelingskader inrichtingsalternatieven**

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Vermeden emissies en energieopbrengst	Energieopbrengst CO <sub>2</sub> -emissiereductie NO <sub>x</sub> -emissiereductie SO <sub>2</sub> -emissiereductie PM <sub>10</sub> -emissiereductie (fijnstof)	Kwantitatief
Landschap	Effect op openheid en horizonbeslag (bestaande landschappelijke waarden) Effect op bestaand landschapstype Ontstaan van een nieuw landschapstype Effect op duisternis Effect op belevenisbepalende elementen Effect op de visuele rust Zichtbaarheid Herkenbaarheid van de opstelling en interferentie Betekenis als landmark Effect op cultuurhistorische kwaliteit (zie ook cultuurhistorie)	Kwalitatief
Cultuurhistorie	Effecten op archeologische waarden Effecten op historische geografie en bouwkunde (zie ook landschap)	Kwalitatief
Archeologie	Effect op archeologische waarden	Kwalitatief
Ecologie	Effect op beschermde soorten Effect op beschermde gebieden (o.a. Natura 2000 en EHS)	Kwantitatief en kwalitatief
Geluid	Aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidnorm (47 dB L <sub>den</sub> en 41 dB I <sub>night</sub> ) wordt overschreden Aantal woningen in de geluidscontouren 37-42 L <sub>den</sub> en 42-47 L <sub>den</sub> Oppervlak van het gebied binnen de geluidcontour L <sub>den</sub> = 47 dB Omgevingskwaliteit conform methode Miedema bij woningen	Kwantitatief
Stiltegebied	Stiltegebied; Oppervlakte stiltegebied binnen <40 dB(A)	Kwantitatief

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Slagschaduw	Het aantal woningen van derden waarbij de wettelijk toegestane schaduwduur wordt overschreden Het aantal woningen binnen de 15 uurs contour	Kwantitatief
Veiligheid	Bebouwing Wegen (weg, water, rail) Industrie Onder- en bovengrondse transportleidingen en kabels Dijklichamen en waterkeringen Straalpaden Vliegverkeer en radar	Kwantitatief (aantal objecten binnen de veiligheidscontour)
(Water)bodem	Effect op bodemkwaliteit Invloed op bodemmorfolgie Invloed op de waterkwaliteit Invloed op waterbergend vermogen	Kwalitatief
Ruimtegebruik	Effect op radar, laagvliegeroute en schietgebied Effect op gebruiksmogelijkheden scheepvaart en waterrecreatie	Kwantitatief Kwalitatief
Economische effecten	Effect op toerisme Effect op werkgelegenheid Effect op visserij	Kwalitatief

### Scoringsmethodiek

Om de alternatieven onderling en met de referentiesituatie te vergelijken is het nodig dat de gevolgen vergelijkbaar worden gemaakt. Een veel gebruikte en geaccepteerde methode is met plussen en minnen aan te geven of, en in welke mate, een alternatief ten opzichte van de referentiesituatie een verbetering, verslechtering of geen verandering voor het milieu betekent (zie ook onderstaande tabel). De referentiesituatie is de *toekomstige* situatie van het milieu zonder dat het initiatief doorgang vindt. Het gaat hier dus niet om een vergelijking met de huidige (feitelijke) situatie.<sup>8</sup> Deze methode maakt het mogelijk een overzichtelijk totaal beeld van de verschillen tussen de alternatieven en de referentiesituatie te presenteren. Het scoren met minnen en plussen wordt toegepast waar niet door middel van een kwantitatief resultaat een overzichtelijke beoordeling mogelijk is.

De scoringsmethodiek bestaat uit een 7-puntschaal waarbij gescoord kan worden van -- tot ++ (zie tabel 2.2). In het beoordelingskader wordt per aspect de betekenis van de scores toegelicht. Voor een aantal aspecten geldt dat wordt afgeweken van deze 7-puntschaal als de effecten niet dermate onderscheidend zijn. Dit wordt bij het beoordelingskader van de betreffende aspecten aangegeven. Voor de overige aspecten geldt dat onderstaande 7 punt schaal wordt gehanteerd.

<sup>8</sup> Voor de Passende beoordeling geldt dat de effecten van het initiatief worden afgezet tegen de huidige situatie.

Tabel 2.2 Scoringsmethodiek

Score	Omschrijving
--	Sterk negatief ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief ten opzichte van de referentiesituatie
0/-	Licht negatief ten opzichte van de referentiesituatie
0	Neutraal, geen verschil met de referentiesituatie
0/+	Licht positief ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief ten opzichte van de referentiesituatie
++	Sterk positief ten opzichte van de referentiesituatie

## 2.2 Referentiesituatie

De referentiesituatie (of nulalternatief) dient als referentiekader voor de effectbeoordeling van de inrichtingsalternatieven. De referentiesituatie bestaat uit de huidige toestand van het milieu in het studiegebied en de te verwachten milieutoestand als gevolg van autonome ontwikkeling. Autonome ontwikkelingen zijn op zich zelf staande ontwikkelingen die onafhankelijk van het windpark plaatsvinden en waarover al een besluit is genomen (bijvoorbeeld een vergunde activiteit).

### 2.2.1 Huidige situatie

#### Gebiedsbeschrijving

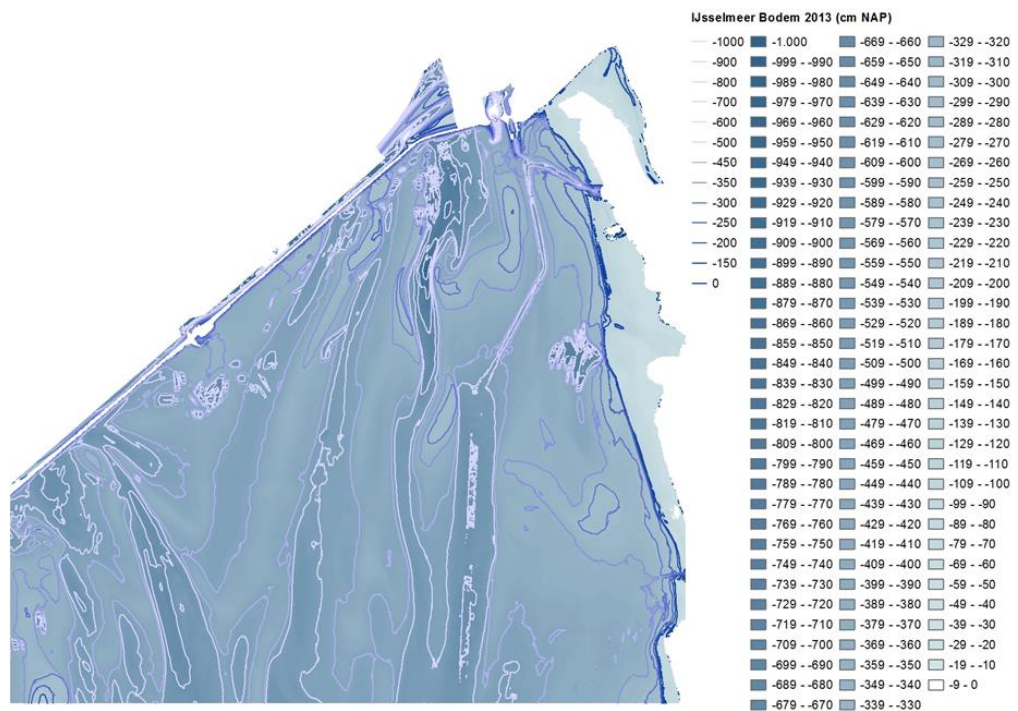
##### *Ligging plangebied*

Het plangebied van Windpark Fryslân ligt in het noordelijke, Friese deel van het IJsselmeer en wordt aan de noordzijde begrensd door de Afsluitdijk. Ten noorden van de Afsluitdijk ligt de Waddenzee. Ten oosten ligt (op het vaste land van Fryslân) Nationaal Landschap Zuidwest-Fryslân. De afstand tot de Friese kust bedraagt meer dan 6 kilometer. Aan de westkant ligt op circa 14 kilometer afstand de kustlijn van de Wieringermeerpolder.

De locatie kenmerkt zich door hoge gemiddeld windsnelheden als gevolg van het vrije aanstromen van wind van alle zijden. De gemiddelde diepte is circa 4 meter met op een aantal locaties ondiepere delen (tot circa 2,5 meter). Er is geen structurele relevante stroming in het gebied gezien de afstand tot rivieren en spuilocaties. De stroming in het IJsselmeer is wind gedreven (opstuwing). In het IJsselmeer komt ijsvorming voor.



Figuur 2.1 Dieptekaart IJsselmeer



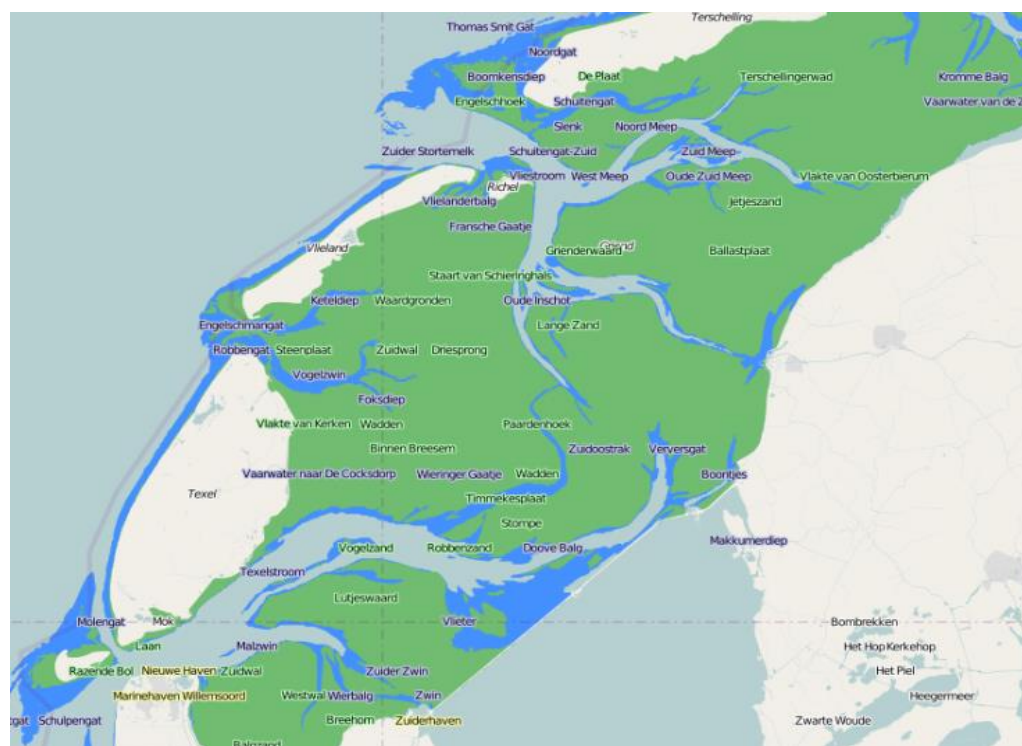
Bron: Arcadis

### Waddenzee en IJsselmeer

De Waddenzee is een ondiepe getijde zee met een dynamische structuur van eilanden, grote en kleinere geulen en platen. De diepe(re) geulen vallen zelden of nooit droog. De meeste platen vallen bij eb wel droog en hebben nauwelijks beplanting. Hoger gelegen platen die alleen bij extreem hoog water onderlopen, zoals ten zuiden van Vlieland en Terschelling, zijn wel begroeid met zoutminnende planten. Nabij het plangebied liggen in de Waddenzee vrij brede geulen en lagere platen die niet of nauwelijks droogvallen.

Het IJsselmeer is een zoetwaterbekken, ontstaan door de aanleg van de Afsluitdijk. Hier is sprake van een open watervlakte zonder getij en zonder herkenbare structuur, waar geen delen periodiek droogvallen.

Figuur 2.2 Platen en geulen in de Waddenzee



Bron: Geonames.org

Grote delen van de Waddenzee zijn in het verleden aangewezen als beschermd natuurmonument. Met de aanwijzing van de Waddenzee als Natura 2000-gebied is deze status vervallen, maar de inhoudelijke doelstellingen zijn behouden als onderdeel van het aanwijzingsbesluit. Hetzelfde geldt voor (voormalige) natuurmonumenten in het IJsselmeer. Onderdeel van deze doelstellingen zijn landschappelijke doelstellingen. Deze betreffen vooral de weidsheid van het gebied.

**Figuur 2.3 Voormalige natuurmonumenten IJsselmeer**

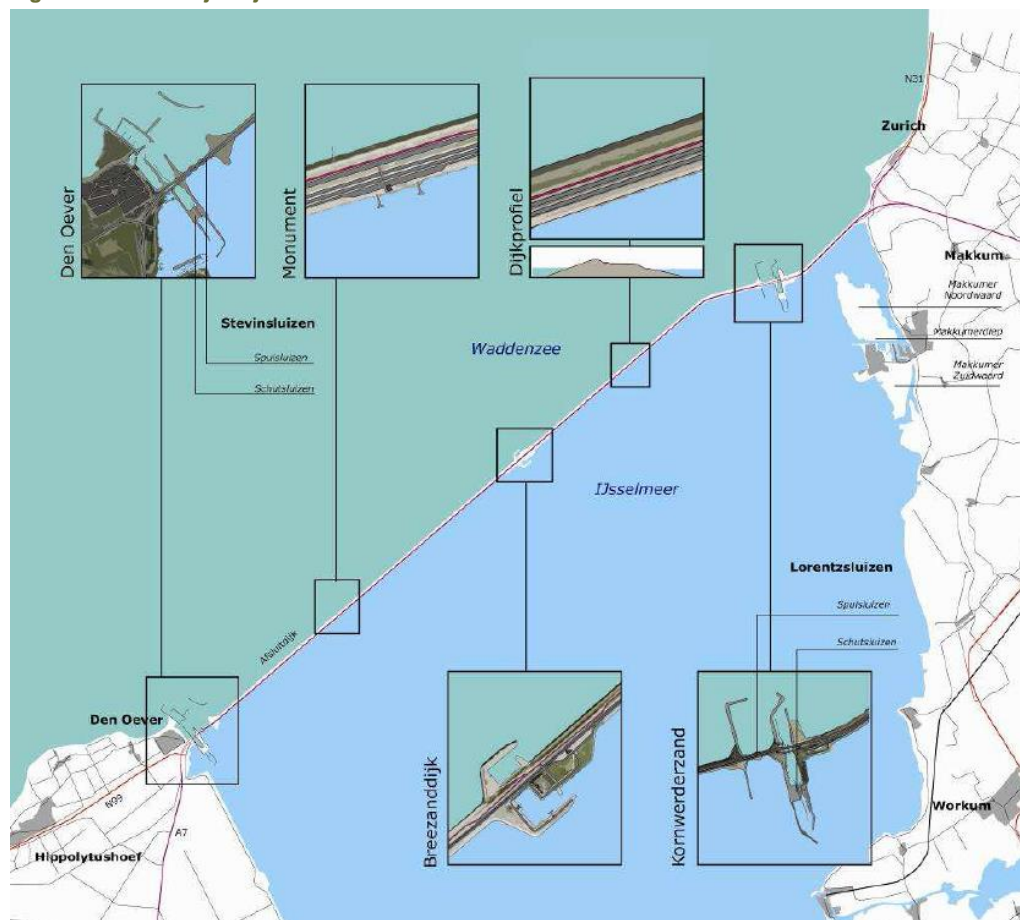
Bron: Google Earth, bewerking Pondera Consult

De Waddenzee staat sinds 2009 op de Werelderfgoedlijst van Unesco als natuurlijk werelderfgoed (zie ook paragraaf 2.3, deel C). De redenen daarvoor zijn vooral ingegeven door de grote natuurwaarde en morfologische processen van het gebied. Voor de beoordeling van potentiële effecten op landschap en cultuurhistorie is de Unesco Werelderfgoed status van de Waddenzee hier niet separaat behandeld aangezien bescherming via nationale kaders (beleid- en wetgeving) verloopt. De bescherming van de ecologische waarden van de Waddenzee zijn geborgd via de aanwijzing als Natura 2000-gebied. Bescherming van de morfologie is geborgd door middel van het Barro, waarin bouwen in de Waddenzee is uitgesloten.

#### *Afsluitdijk*

De Afsluitdijk is een 32 kilometer lange dam die de Waddenzee en het IJsselmeer van elkaar scheidt. Hij is nagenoeg recht, maar maakt ter hoogte van de Lorentzsluizen voor de Friese kustlijn tweemaal een knik. De aanleiding hiervoor was het laten aansluiten van deze sluisen op een natuurlijke geul in de Waddenzee. De Afsluitdijk heeft een asymmetrisch dwarsprofiel. Over de dam loopt een verkeersweg waarvan men zicht heeft op het IJsselmeer. De verkeersintensiteit bedraagt circa 19.000 voertuigen per etmaal, waarvan circa 8 % vrachtverkeer is. De Waddenzee gaat voor de beschouwer grotendeels schuil achter het dijklichaam aan de noordzijde van de Afsluitdijk. De Afsluitdijk is zeer eenduidig vormgegeven en slechts op enkele plaatsen verbijzonderd, namelijk bij de sluisen en voormalige werkeilanden Breezanddijk en Kornwerderzand en ter hoogte van de plek waar het zeegat uiteindelijk werd gesloten (het monument). Op die plekken heeft de Afsluitdijk naast zijn waterhuishoudkundige en verkeersfunctie ook een recreatieve functie.

Figuur 2.4 Afsluitdijk: dijklichaam en de civiel technische kunstwerken



Bron: Structuurvisie Toekomst Afsluitdijk

### Kader 2.1 Afsluitdijk

De Afsluitdijk maakt onderdeel uit van Plan Lely. Dit plan was aanvankelijk bedoeld om goede (klei-)gronden droog te leggen ten behoeve van de landbouw en de voedselproductie. Later kwamen daar argumenten bij voor kustlijnverkorting en bescherming tegen overstromingen (waterveiligheid).

De Afsluitdijk was nodig om van de Zuiderzee een binnenwater (IJsselmeer) te maken, waardoor nieuwe inpolderingen gemakkelijker en goedkoper (met lagere dijken) konden plaatsvinden. Aanvankelijk werden vijf grote inpolderingen voorzien, waarvan er tot op heden vier zijn uitgevoerd (Wieringermeerpolder, Noordoostpolder, Oostelijk Flevoland en Zuidelijk Flevoland).

De Afsluitdijk stond bij aanvang al in het teken van het mogelijk maken van nieuwe, grootschalige ontwikkelingen. De grootsheid van deze technische prestatie in een tijd waarin de middelen nog vrij primitief waren, spreekt nog altijd tot de verbeelding, tot ver over onze landsgrens. De dijk staat symbool voor de innovatieve Nederlandse waterbouw, pioniers- én ontwikkelingsgeest.

De Afsluitdijk zelf is geen monument maar wordt wel als een monumentaal geheel gezien en heeft een cultuurhistorische waarde in de vorm van historische geografie.

De aanleg van de Afsluitdijk leidde niet alleen tot de tweedeling van een ooit aaneengesloten watervlakte in twee verschillende delen (Waddenzee en IJsselmeer), maar ook tot de ontwikkeling van nieuwe landschappen zoals de grootschalige inpolderingen, met net als de Afsluitdijk zelf rechte, strak vormgegeven dijken. De Afsluitdijk werd zo de scheidslijn tussen een natuurlijke en een civieltechnische wereld en ontsloot bovendien het gebied, waardoor de ruimtelijke kwaliteiten van deze wateren (zoals de weidsheid en grote ruimtemaat) beleefbaar werden voor een groot publiek. Tegelijkertijd zijn de omgevingscondities voor de ecologie in de voormalige Zuiderzee sterk aangepast, onder meer door de snelle ontzilting van het water, de introductie van een vast zomer- en winterpeil en het afsluiten van het gebied voor trekvisserij. Voor verschillende vogelsoorten die origineel in het gebied zitten is dit een negatieve ontwikkeling.

### 2.2.2 Autonome ontwikkelingen

De belangrijkste autonome ontwikkelingen in de omgeving van het IJsselmeer zijn Windpark Noordoostpolder en Windpark Wieringermeer.

#### *Windpark Noordoostpolder*

Windpark Noordoostpolder langs de dijken van de gelijknamige polder is in aanbouw. De eerste windturbines zijn in 2014 geplaatst en in gebruik genomen. In 2016 moet het windpark volledig in bedrijf zijn. Per jaar zal het windpark ongeveer 1,4 miljard kWh duurzame elektriciteit opwekken; genoeg voor het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van meer dan 400.000 huishoudens. De referentiesituatie is daarmee dezelfde als de huidige situatie plus de realisatie van windpark Noordoostpolder.

Het windpark bestaat uit opstellingen langs de Noordermeerdijk, de Westermeerdijk en de Zuidermeerdijk. Windturbines komen zowel op land als in het IJsselmeer te staan. In totaal gaat het om 86 windturbines (48 windturbines in het water en 38 op het land). Tijdens de realisatie van het windpark worden 55 bestaande windturbines in de nabije omgeving van het windpark verwijderd. Onderdeel van het windpark is een scheepvaartveiligheidsvoorziening. Deze voorziening heeft ook een ecologische functie. De scheepvaartveiligheidsvoorziening is gerealiseerd in 2013.

#### *Windpark Wieringermeer*

Aan de westzijde van het IJsselmeer wordt op land in de gemeente Hollands Kroon windpark Wieringermeer gerealiseerd. Dit windpark betreft de realisatie van 90 windturbines, terwijl circa 75 bestaande windturbines in de Wieringermeer worden verwijderd. Het windpark bestaat uit de uitbreiding van het windturbinetestpark van ECN, de opschaling van de bestaande windturbines in lijnopstelling(en) en de herstructurering van solitaire windturbines. De locatie van Windpark Wieringermeer is één van de elf gebieden voor grootschalige windenergie zoals aangewezen in de SvWOL. Het inpassingsplan en de overige besluiten zijn (in ontwerp) vastgesteld, er is beroep ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Op moment van schrijven loopt de beroepsprocedure nog.



### *Versterking Afsluitdijk*

De Afsluitdijk beschermt sinds 1932 grote delen van Nederland tegen overstroming vanuit zee. Uit de derde toets primaire waterkeringen<sup>9</sup> kwam naar voren dat de Afsluitdijk niet voldoet aan de voorgeschreven norm. Dit geldt zowel voor de dijk zelf als voor de civiel technische kunstwerken (de spuisluisen en de schutsluisen in de dijk) bij Den Oever en Kornwerderzand. Daarom gaat Rijkswaterstaat de dijk versterken en de afvoercapaciteit van de Afsluitdijk vergroten. De plannen om dit te bewerkstelligen en het al dan niet combineren met nieuwe functies en voorzieningen zijn nog in ontwikkeling (Plan Afsluitdijk).<sup>10</sup> Naar verwachting wordt het plan in de zomer van 2015 vastgesteld waarna de aanbesteding van de werkzaamheden begint en starten de werkzaamheden in 2018. De aannemer maakt het uiteindelijke ontwerp voor de Afsluitdijk en voert de werkzaamheden voor de versterking uit. Het definitieve ontwerp en de planning voor Plan Afsluitdijk zijn derhalve op dit moment niet bekend.

Op dit moment is niet duidelijk welke maatregelen getroffen zullen worden. Wel maakt de Structuurvisie Toekomst Afsluitdijk een aantal essentiële keuzen voor de versterking van de Afsluitdijk:

- Het dijklichaam van de Afsluitdijk wordt versterkt volgens het principe van de 'overslagbestendige dijk'. Dit houdt in dat het dijklichaam hoog genoeg moet zijn om onder vrijwel alle omstandigheden het water tegen te houden, en geaccepteerd wordt dat bij een uitzonderlijk zware storm door golfslag water over de dijk komt. De binnenzijde van de dijk moet sterk genoeg zijn om dit overslaande water te weerstaan.
- De waterveiligheid van de sluiscomplexen wordt gewaarborgd door het treffen van maatregelen aan de huidige constructies.
- Een gefaseerde aanpak van versterking van de Afsluitdijk. Op korte termijn wordt een pakket maatregelen uitgevoerd zodat de Afsluitdijk tot halverwege deze eeuw veiligheid biedt.
- Uitbreiding van de dijk door verbreding wordt in ieder geval aan de IJsselmeerzijde niet voorzien.
- Het fietspad en de snelweg blijven op de huidige locatie in stand.

De oplossingsruimte voor het dijklichaam omvat naar verwachting maatregelen aan de binnenzijde van de kruin van de dijk, aanpassingen van het buitentalud en verhoging van de kruin van de dijk. Waterveiligheid van de spuisluiscomplexen wordt geborgd door spui- en schutsluisen te versterken en door het plaatsen van pompen in het spuisluiscomplex bij Den Oever. Het overslagbestendig maken van de Afsluitdijk, zoals weergegeven in het Startdocument planuitwerking Afsluitdijk, heeft naar verwachting maar een beperkte invloed op de huidige verschijningsvorm van de dijk.

Juni 2015 is het ontwerp van het rijksinpassingsplan Afsluitdijk ter inzage gelegd waarin de versterking van de Afsluitdijk en het versterken van de schut- en spuicomplexen bij Kornwerderzand en Den Oever zijn mogelijk gemaakt. Ten aanzien van de dijk geldt dat er nog geen definitief ontwerp is, maar dat zeker is dat de dijk zijn groene karakter zal behouden en

<sup>9</sup> Derde toets primaire waterkeringen, Landelijke toets 2006 – 2011, november 2011, Inspectie Verkeer en Waterstaat.

<sup>10</sup> Hiervoor wordt een rijksinpassingsplan opgesteld (ministerie van I&M) en zijn verschillende vergunningen nodig. Voor de besluitvorming hierover wordt een MER opgesteld. Het startdocument planuitwerking Afsluitdijk (1 augustus 2013, Rijkswaterstaat Midden-Nederland) heeft van 26 augustus 2013 tot en met 23 september 2013 ter visie gelegen.



niet lager wordt. Bij de ontwikkeling van Windpark Fryslân is zoveel als mogelijk rekening gehouden met deze plannen door veelvuldige afstemming met Rijkswaterstaat. De minister van I&M is het bevoegd gezag voor het rijksinpassingsplan voor de Afsluitdijk en tevens, met de minister van EZ, voor het windpark.

#### *Masterplan beeldkwaliteit Afsluitdijk*

Het is de ambitie van het Rijk om de verbetering van de Afsluitdijk voor waterveiligheid en waterafvoer zo vorm te geven dat de unieke ruimtelijke kwaliteit van de Afsluitdijk wordt versterkt. Om te borgen dat in de veelheid aan maatregelen en projecten de ruimtelijke kwaliteit van de Afsluitdijk als geheel goed wordt afgewogen stellen rijk en regio gezamenlijk een Masterplan Beeldkwaliteit Afsluitdijk op als bijlage bij het in voorbereiding zijnde rijksinpassingsplan voor de versterking van de Afsluitdijk. Hierin staat wat de gewenste ruimtelijke kwaliteit is van de toekomstige maatregelen en initiatieven op en rond de Afsluitdijk. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in de ruimtelijke kaders waaraan toekomstige maatregelen getoetst kunnen worden (toetsingskaders) en streefbeelden die de gewenste ontwikkelingsrichting vanuit ruimtelijke kwaliteit in beeld brengen. Het Kwaliteitsteam Afsluitdijk, onder voorzitterschap van de Rijksadviseur voor landschap en water, adviseert over de ruimtelijke kwaliteit bij de voorbereidingen op en de uitvoering van alle werkzaamheden op de dijk.

In 2015 is het 'Masterplan beeldkwaliteit Afsluitdijk' door de betrokken overheden vastgesteld, waaronder Rijkswaterstaat, provincie Fryslân en de gemeente Sudwest Fryslân. Het Masterplan beeldkwaliteit Afsluitdijk doet uitspraken over de gewenste ruimtelijke relatie tussen windparken en de Afsluitdijk, hiervoor zijn vormgevingsprincipes uitgewerkt. Vanuit de constatering 'De Afsluitdijk, als autonome strakke lijn door het water, biedt tussen de sluiscomplexen van Den Oever en Kornwerderzand, over een lengte van 25 kilometer, een voor Nederland unieke mogelijkheid om de grootsheid van het waterlandschap te beleven.' zijn deze vormgevingsprincipes opgesteld. De principes hebben betrekking op de opstelling van een windpark nabij de Afsluitdijk (positie van de turbines). In het volgende figuur zijn deze principes opgenomen.

Samengevat komen de principes concreet neer op:

- Om de beleving van weidsheid van het IJsselmeer vanaf de Afsluitdijk te borgen zouden windturbines over niet meer dan 1/3 van het traject gezien de horizon in beslag moeten nemen;
- om de herkenbaarheid van opstellingen bij de koppen te versterken wordt een afstand van minimaal 6 km tot een turbineopstelling in het water aanbevolen;
- Behoud van de strakke autonome lijn van de dijk met een uniform profiel is te behouden bij een opstelling die zich onderscheidt van de lijn van de dijk.

**Figuur 2.5 Vormgevingsprincipes Masterplan voor windenergie**

De beleving van de grootsheid van het waterlandschap langs de dijk behouden en versterken	De herkenbaarheid van de beginpunten van de Afsluitdijk versterken	Behoud van de strakke autonome lijn van de dijk met uniform profiel
<p>Het waterlandschap langs de Afsluitdijk wordt als groots ervaren omdat er rijdend over de dijk over kilometers afstand vrij zicht is op het IJsselmeer en omdat er in het water geen elementen aanwezig zijn die de schaal van het waterlandschap visueel verkleinen. Toegevoegde elementen, zoals grootschalige windopstellingen, zouden geen afbreuk moeten doen aan de ervaring van weidsheid. Dit is het geval als ze vanaf de dijk als een abstract en duidelijk begrensd element worden ervaren en niet over meer dan 1/3 van het traject gezien de gehele horizon in beslag nemen.</p>	<p>De Afsluitdijk is een autonome lijn door het open dynamische water die zich onderscheidt van de dijken rond het vasteland. In de aanlandingspunten van de dijk wordt dit onderscheid beleefbaar gemaakt. Op land geplaatste windopstellingen bij de aanlandingspunten werken van een afstand gezien als bakens die de beginpunten van de Afsluitdijk van verre zichtbaar maken en als ruimtelijke poorten werken voor passanten die vanuit het land naar de dijk rijden of vice versa. Vanwege het onderscheid is het essentieel dat deze windopstellingen op de koppen inderdaad als losse bakens worden ervaren en voldoende afstand hebben (minimaal 6 kilometer) van windturbine opstellingen in het water.</p>	<p>Opstellingen van windturbines verhouden zich zodanig tot de Afsluitdijk dat de autonome lijn van de dijk herkenbaar blijft. Op de schaal van het dijkprofiel betekent dit principe dat het profiel herkenbaar lineair en uniform blijft. Op de schaal van de dijk als geheel betekent dit dat de lijn van de dijk zijn autonomie in het landschap behoudt. Dat is bijvoorbeeld het geval als de opstelling van windenergie zich onderscheidt van de lijn van de dijk, bijvoorbeeld als blok of blokken, poort, eiland of kruisende lijn.</p>

De uitgangspunten en criteria die zijn geformuleerd in het ontwerpproces van Windpark Fryslân sluiten aan op de vormgevingsprincipes uit het Masterplan Beeldkwaliteit Afsluitdijk. Dit betreft onder meer het behouden van het uitzicht vanaf de dijk op het open- en weids karakter van het IJsselmeer, het houden van voldoende afstand tot de natuurlijke voormalige Zuiderzeekust van Friesland, en met name een eventuele opstelling bij de kop van de Afsluitdijk en een opstelling die zich onderscheidt van de lijn van de dijk in de vorm van een cluster.

Het masterplan is tevens als beeldkwaliteitsplan te beschouwen voor bouwwerken op de Afsluitdijk en als zodanig een toetskader voor het ontwerp van het transformatorstation op Breezanddijk.

#### *Vismigratierivier*

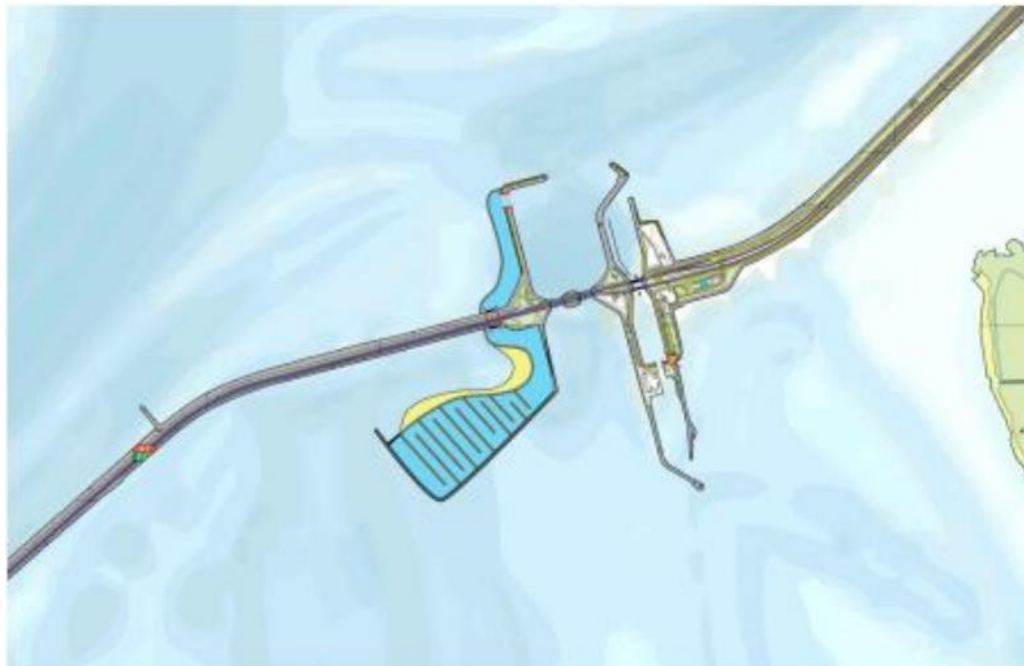
Het Rijk werkt aan de versterking van de Afsluitdijk en het vergroten van de afvoercapaciteit. Tegelijkertijd werken regionale (overheids) partijen aan het realiseren van een aantal duurzame ambities voor de Afsluitdijk (De Nieuwe Afsluitdijk). Eén van de ambities welke vorm heeft gekregen als concreet project is de aanleg van een Vismigratierivier, bij het sluizencomplex van Kornwerderzand. Met de aanleg van deze Vismigratierivier wordt de ecologische verbinding tussen de Waddenzee en het IJsselmeer hersteld zodat trekvisseren beter kunnen migreren en hun paaigronden weer kunnen bereiken. Door de afsluiting van het IJsselmeer met de Afsluitdijk zijn de vispopulaties in het IJsselmeer op zichzelf komen te staan, wat mogelijk één van de oorzaken is van de lage visstand in het IJsselmeer en daarmee de structureel lage aantallen van bepaalde watervogelsoorten.

De Vismigratierivier is een initiatief van de Waddenvereniging, Stichting Het Blauwe Hart, Sportvisserij Nederland en de Vereniging Vaste Vistuigen Noord. In samenwerking met It Fryske Gea en Rijkswaterstaat wordt het project onder regie van het programma De Nieuwe Afsluitdijk uitgewerkt door de provincie Fryslân. Hiervoor is een provinciaal inpassingsplan in voorbereiding.

De vismigratierivier bestaat uit drie onderdelen: een deel in de Waddenzee (in- /uitstroom vissen en zoetwaterlokstroom), de passage van de Afsluitdijk en een deel in het IJsselmeer (in- /uitstroom vissen en overgang zoet/zout). Deze zijn alle voorzien bij Kornwerderzand op ruime afstand (circa vier kilometer) van het initiatief van Windpark Fryslân. De kabel voor het windpark

passeert de vismigratierivier ter plaatse van de Afsluitdijk. De locatie van de vismigratierivier is gekoppeld aan Kornwerderzand in verband met het aanwezige spuicomples. Dit levert een relatief grote lokstroom voor vissen op zodat deze de passage plekken in de Afsluitdijk kunnen vinden. Figuur 2.6 geeft een impressie van één van de alternatieven die wordt onderzocht.

**Figuur 2.6 Impressie vismigratierivier alternatief ten westen van Kornwerderzand**



Bron: notitie R&D Vismigratierivier en Voorlopig masterplan beeldkwaliteit Afsluitdijk Feddes/Olthof (2013)

Juni 2015 is het ontwerp van het provinciale inpassingsplan van de vismigratierivier ter inzage gelegd.

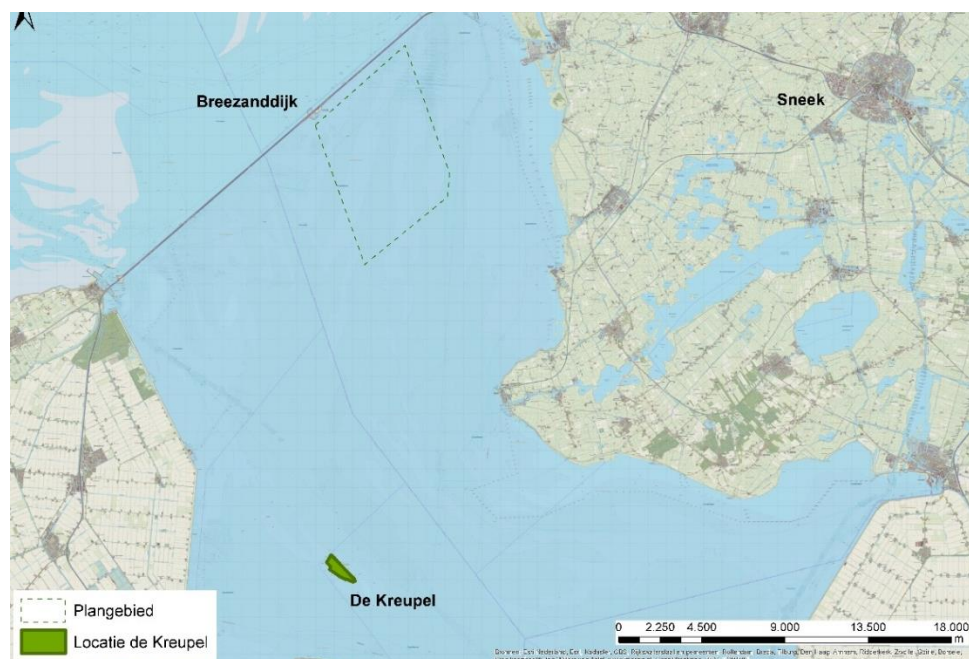
#### *Beheer de Kreupel*

In het westen nabij de Noord-Hollandse kust is het 70 hectare grote vogeleiland De Kreupel gelegen. Sinds de aanleg van de Kreupel tussen 2002 en 2004 is een groot deel van de in het IJsselmeergebied broedende visdieven naar de Kreupel verplaatst waardoor meer dan 3.000 broedparen gebruik maken van het eiland om te broeden. Het eiland is grotendeels ontoegankelijk voor derden en er komen daarnaast grote aantallen visdieven zoals aangegeven maar ook duizenden zwarte sterns in de zomermaanden. Ondanks dat het aantal broedparen boven het Natura 2000-instandhoudingdoel is gelegen, is de ontwikkeling van de kolonie visdieven niet stabiel. Het broedsucces is recent een aantal jaren laag geweest. De Kreupel wordt in de huidige situatie intensief beheerd door Staatsbosbeheer met als doel om vogelsoorten van pionierbiotopen te faciliteren. Ondanks het jaarlijks verwijderen van bomen en maaien van de vegetatie is de successie zo fors dat er in het voorjaar (april-mei) zeer veel kruidenvegetaties aanwezig zijn. Deze vegetaties zijn geschikt voor meeuwen om te broeden, maar minder voor sterns, zoals visdief en zwarte stern, waarvoor het gebied in de eerste jaren na aanleg zeer belangrijk was (van der Winden et al. 2013) geworden. Niet alleen neemt de ruimte voor rusten en broeden af voor sterns, ook vindt er concurrentie plaats door bijvoorbeeld nieuw vestigende kokmeeuwen die nesten roven. In het concept beheerplan Natura 2000

IJsselmeergebied (2013) zijn beheers- en inrichtingsmaatregelen voorzien met betrekking tot herstel en beheer van kale gronden. Het eiland dient duurzaam beheerd te worden zodat kale pionierbiotopen beschikbaar blijven, wat van belang is voor vogelsoorten die broeden op de kale grond. Vegetatiesuccessie dient te worden voorkomen (ontwerp en of beheersopgave).

Door het beheer moet het eiland weer geschikter worden voor visdieren, plevieren en kluten. Toepassing van beheer waardoor het kale pionierhabitat blijft bestaan is noodzakelijk om de positieve effecten van deze maatregelen ook voor de lange termijn te waarborgen.

**Figuur 2.7 Locatie vogeleiland de Kreupel**



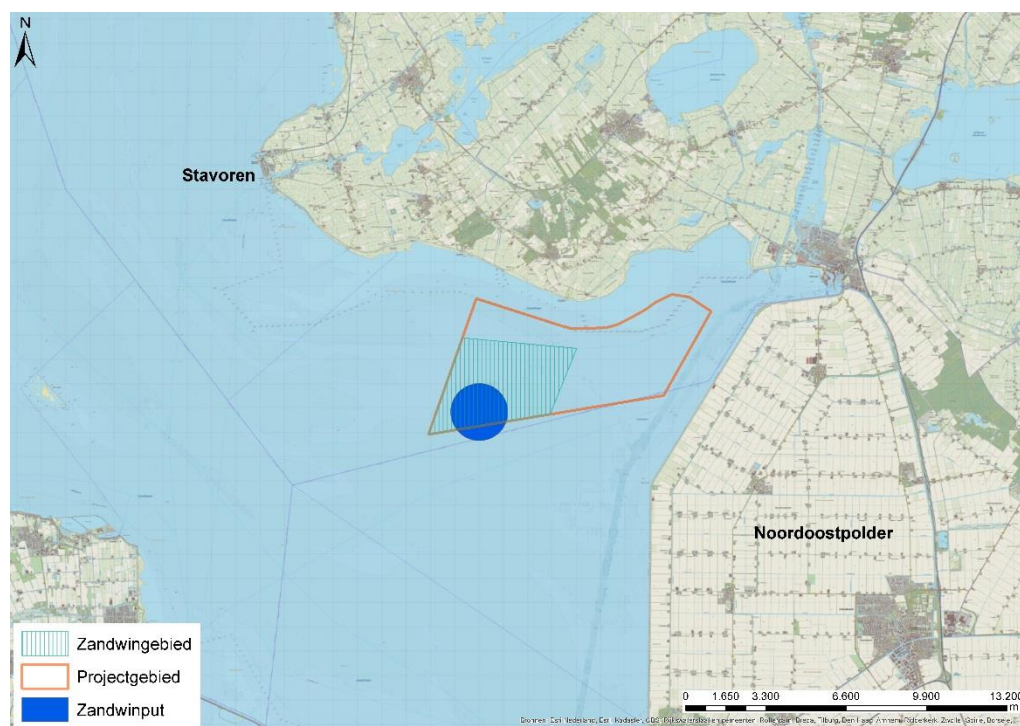
Bron: Pondera Consult

Op dit moment is het beheerplan echter nog in ontwikkeling en vinden de noodzakelijke additionele beheers- en inrichtingsmaatregelen niet in voldoende mate en niet voldoende tijdig plaats als gevolg van het ontbreken van financiële middelen. Om een bijdrage aan de ecologische waarden van het Natura 2000-gebied IJsselmeer te leveren stelt Windpark Fryslân BV financiële middelen ter beschikking om de kale pionierbiotoop versneld en in voldoende mate te herstellen en behouden voor minimaal de levensduur van het windpark (tot en met de verwijdering).

#### *Zandwinning IJsselmeer*

Er zijn plannen voor de winning van industriezand in het IJsselmeer. De m.e.r.-procedure voor een initiatief nabij de Friese IJsselmeerkust ten zuiden van Stavoren startte eind 2005. Het voorontwerp van het MER en PB is op 18 mei 2015 gepubliceerd. Het betreft een eiland om een te realiseren zandwinput. De beoogde locatie bevindt zich op meer dan 20 kilometer van het voornemen, 5,5 kilometer uit de Friese kust en 7 kilometer buiten de Noordoostpolder. Er heeft nog geen besluitvorming over dit project plaatsgevonden.

**Figuur 2.8 Locatie Zandwinning (eiland en winlocatie)**



Bron: [www.smals-ijsselmeer.nl](http://www.smals-ijsselmeer.nl)

#### *Uitbreiding Lelystad Airport*

Lelystad Airport wil zich ontwikkelen tot een luchthaven met ruimte voor uiteindelijk 45.000 vliegtuigbewegingen (jaarbasis). Hiervoor moet de luchthaven uitbreiden.<sup>11</sup> Het Rijk heeft maart 2015 het luchthavenbesluit genomen voor de uitbreiding. Nagegaan of er sprake kan zijn van cumulatie van effecten voor natuur.

#### *Industriehaven Flevokust*

Nabij Lelystad wordt industriehaven Flevokust ontwikkelt, een buitendijkse haven in het IJsselmeer met containerterminal op land. December 2014 is het provinciale inpassingsplan vastgesteld voor de realisatie. De ontwikkeling is op grote afstand van het initiatief gelegen, ruim 47 kilometer. Gezien de afstand tussen beide initiatieven en de conclusies uit de passende beoordeling die wijzen op lokale effecten die zich beperken tot verstoring met uitwijkmogelijkheden in de directe omgeving van het initiatief is er geen cumulatie ten gevolge van het initiatief en de ontwikkeling en exploitatie van Industriehaven Flevokust.

### **2.2.3 Overige ontwikkelingen**

Naast de autonome ontwikkelingen zijn er ook ontwikkelingen waarvan nog niet zeker is of en hoe deze zich voor zullen doen. Er heeft nog geen definitieve besluitvorming over deze plannen of projecten plaatsgevonden. Deze ontwikkelingen maken geen onderdeel uit van de referentiesituatie. Voor de volledigheid zijn deze ontwikkelingen kort beschreven.

<sup>11</sup> Dit voornemen is juli 2013 kenbaar gemaakt met de publicatie van de notitie reikwijdte en detailniveau m.e.r.-procedure luchthavenbesluit Lelystad Airport (d.d. juli 2013)



### Windenergie

Er zijn diverse windparken in ontwikkeling en verschillende stadia van ontwikkeling. Aangezien over geen van deze projecten besluitvorming heeft plaatsgevonden zijn deze niet als autonome ontwikkeling beschouwd voor de effectbeoordeling van het MER.

Flevoland werkt aan het Regioplan Windenergie Zuidelijk en Oostelijk Flevoland (onderdeel SWOL). De concept notitie Reikwijdte en detailniveau is gepubliceerd 25 juni 2013.

Op de Afsluitdijk zelf loopt een initiatief van Eneco/ E-connection. Op 5 december 2011 is een motie in de Tweede Kamer aanleiding geweest om onderzoek te doen naar de technische mogelijkheden van windenergie op de Afsluitdijk. In opdracht van Rijkswaterstaat is een dergelijk onderzoek<sup>12</sup> uitgevoerd en hieruit blijkt dat plaatsing van windturbines op de Afsluitdijk technisch mogelijk is. Er is vooralsnog niet gekeken naar de haalbaarheid van aspecten als landschap en ecologie. De locatie is niet in de SWOL opgenomen en de mogelijke ontwikkeling van windenergie op de Afsluitdijk wordt door het Rijk in het licht gezien van de doelstelling van 16% duurzame energie in 2023<sup>13</sup>.

Voor het gebied rond de Kop van de Afsluitdijk geldt dat in de Ontwerp Structuurvisie Windstreek 2012 opschaling van de huidige windturbines aldaar werden voorzien. De provincie heeft in 2014 aangegeven dat buiten het IJsselmeer op land in Friesland een ander traject wordt gevolgd voor het aanwijzen van locaties voor windturbines, door middel van het initiatief van Fryslân Foar de Wyn. Eind 2014 zijn de resultaten van dit traject bekend geworden. De provincie constateert dat veel locaties op land stuiten op maatschappelijke weerstand en het bestuurlijk draagvlak beperkt is, zoals ook het geval bij de gemeente Súdwest-Fryslân voor een windparkin het IJsselmeer. Op grond van de resultaten van het traject en de analyse van de provincie is eind 2014 gekozen om naast 316 MW in het IJsselmeer, een windpark met een vermogen van circa 36 MW mogelijk te maken op de kop van de Afsluitdijk. De provinciale structuurvisie waarin de locaties zijn omschreven is echter niet vastgesteld.

### Rijksstructuurvisie Almere-Amsterdam-Markermeer (RRAAM)

Rijk en regio werken in RRAAM (rijk-regioprogramma Almere-Amsterdam-Markermeer) samen om de ruimtelijke ordeningsopgave op het gebied van wonen, bereikbaarheid en natuur in de Noordelijke Randstad te verwezenlijken. Op 13 november 2013 is de definitieve structuurvisie vastgesteld voor de toekomstplannen van Rijk en regio voor het gebied Amsterdam-Almere-Markermeer. In de ontwerp-Rijksstructuurvisie staan de opgaven en keuzen op het gebied van woningbouw, bereikbaarheid en natuur. Het toekomstperspectief is een uitbreiding van Almere met 60.000 woningen en het Markermeer en IJmeer moeten uitgroeien tot een groot natuur- en recreatiegebied. De aanleg van de Marker Wadden maakt onderdeel uit van deze Rijksstructuurvisie. Het Rijk kiest voor een organische ontwikkeling met een gefaseerde aanpak. Dit betekent dat er geen vaststaand eindbeeld of vaste einddatum voor de ontwikkeling wordt vastgelegd. De visie is daarmee dan ook geen onderdeel van de autonome ontwikkeling aangezien besluitvorming over concrete invulling van onderdelen volgt op de structuurvisie.

Marker Wadden is een natuurherstelplan voor het Markermeer. Vereniging Natuurmonumenten wil natuureilanden aanleggen in het Markermeer. Dit plan moet het slibprobleem oplossen en

<sup>12</sup> Onderzoek technische mogelijkheden windturbines Afsluitdijk, Rijkswaterstaat (7 december 2012)

<sup>13</sup> Brief Ministers EZ en I&M aan de Tweede Kamer, 31 maart 2014. Kenmerk: IENM/BSK-2014/58455



verrijkt het Markermeer met natuuroevers. De eerste fase betreft de aanleg van een eiland van ongeveer 500 hectare in 2015. Er heeft nog geen concrete besluitvorming over het initiatief plaatsgevonden met uitzondering van de eerste fase.

#### **Grotere sluis bij Kornwerderzand**

Er zijn plannen voor het vergroten van de bestaande sluisen bij Kornwerderzand om de mogelijkheid te bieden met grotere schepen (jachten) door de sluisen te kunnen. Dit is een initiatief van de provincies Fryslân, Drenthe en Overijssel en de gemeentes Súdwest-Fryslân, Lemsterland, Urk, Lelystad, Kampen, Zwolle en Meppel. Hieraan ten grondslag ligt de idee om werkgelegenheid te creëren door de mogelijkheid te creëren voor de scheepswerven rondom het IJsselmeer de grotere jachten te bouwen waar meer vraag naar komt. Op dit moment kunnen deze werven echter niet op de huidige locatie deze schepen bouwen omdat deze de sluisen die toegang geven tot het IJsselmeer niet kunnen passeren. Het betreft een initiatief waarover nog geen besluitvorming heeft plaatsgevonden.

Onderdeel van het initiatief is het verdiepen van de vaargeul op een aantal locaties en het realiseren van een grote sluis bij Kornwerderzand. Meerdere varianten zijn onderzocht in de studie 'Vervolgrapport kosten en baten grotere sluis in Kornwerderzand' (2013). Uit deze rapportage komt naar voren dat het belangrijkste verschil tussen de varianten is dat de kosten van een nieuw complex in de knik van de Afsluitdijk circa twee maal zo hoog zijn vergeleken bij het aansluiten op het bestaande complex bij Kornwerderzand.

De aanleg van het windpark en de aanpassing van het bestaande sluisencomplex of het aanleggen van een nieuw sluisencomplex hebben geen invloed op elkaar gezien de afstand tussen deze ontwikkelingen. Het windpark ligt op een afstand van circa 4 kilometer van de knik van de Afsluitdijk en meer dan 5 kilometer afstand van het bestaande sluisencomplex bij Kornwerderzand. Ook het verdiepen van de bestaande vaarroute heeft geen invloed op het windpark of andersom. Voor de aanleg van het windpark zou een groter sluisencomplex eventueel benut worden voor de aanvoer van windturbineonderdelen. Het is echter niet de verwachting dat besluitvorming en realisatie van de gewenste aanpassingen plaatsvinden voor de besluitvorming en realisatie van het windpark.

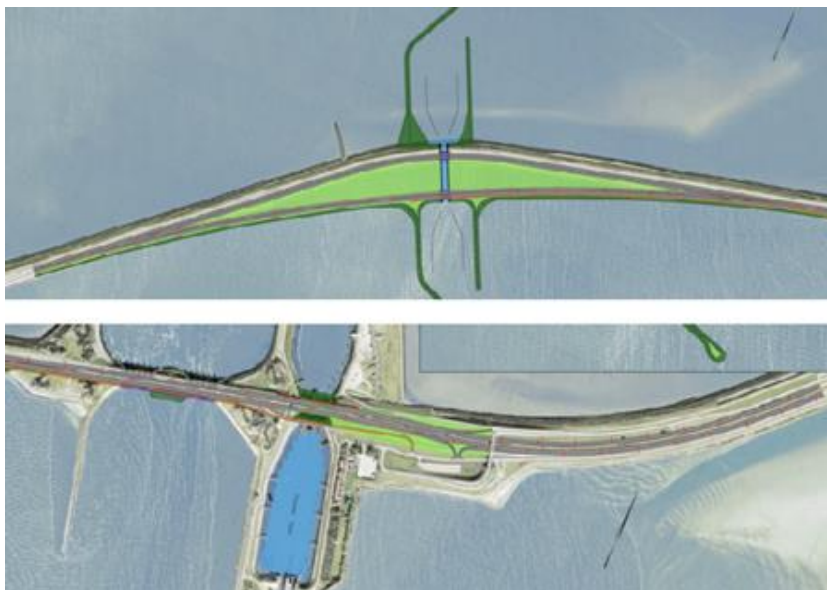
In figuur 2.8 en 2.9 zijn twee varianten weergegeven, zowel de variant van een aanpassing in het bestaande sluisencomplex als die voor een nieuw sluisencomplex in de knik.

Figuur 2.9 variant 1 grote sluis (locatie Kornwederzand)



Bron: afbeelding 3.4 Vervolrapport kosten en baten van een grotere sluis in Korneiderzand. W+B, 2013

Figuur 2.10 variant 2 grote sluis (locatie knik)



Bron: afbeelding 3.6 Vervolrapport kosten en baten van een grotere sluis in Korneiderzand. W+B, 2013

#### *Beheerplan Natura 2000 IJsselmeer*

Rijkswaterstaat is sinds enige jaren bezig met het opstellen van een beheerplan voor Natura 2000-gebied IJsselmeer. In het beheerplan zijn maatregelen opgenomen om de natuurlijke kenmerken van het IJsselmeer te bewaken. In het concept beheerplan staan maatregelen ten aanzien van bijvoorbeeld habitatgebieden, recreatief medegebruik etc, zie ook paragraaf 2.2.2 voor een maatregel die reeds nu geborgd is.

Ten aanzien van visetende watevogels is in het concept beheerplan aangegeven dat de doelstellingen mogelijk worden bijgesteld naar aanleiding van onderzoek (de zogenaamde ANT-

studies) naar de haalbaarheid van deze doelstellingen. Mogelijk worden extra maatregelen genomen. Besluitvorming over de betreffende instandhoudingsdoelstellingen is verwacht in 2015.

#### *Versterking houtribdijk*

De sterkte van de houtribdijk is onder de veiligheidseisen die hiervoor gelden vanuit het oogpunt van waterveiligheid. Rijkswaterstaat is daarom van plan de dijk te versterken. De m.e.r.-procedure is hiervoor eind 2014 gestart en besluitvorming wordt in 2016 verwacht. Gezien de grote afstand van de Houtribdijk tot het plangebied is overigens geen aanleiding te verwachten dat eventuele aanpassingen/versterking effecten heeft die tot cumulatie leiden.

## **2.3 Leeswijzer**

In dit hoofdstuk is ingegaan op de beoordelingscriteria die voor de verschillende milieuaspecten worden gehanteerd en op de wijze van beoordeling. Tevens is de huidige situatie beschreven en is ingegaan op de autonome ontwikkelingen die onderdeel zijn van de referentiesituatie. Daarnaast is ingegaan op de overige ontwikkelingen die relevant zijn voor het project, maar geen onderdeel vormen van de referentiesituatie. De beoordeling van de verschillende milieuaspecten, zoals in dit hoofdstuk beschreven, vindt in de volgende hoofdstukken plaats. Het beoordelingskader, de referentiesituatie en de effectbeschrijving wordt per milieuaspect behandeld.



## 3 ELEKTRICITEITSOPBRENGST EN VERMEDEN EMISSIES

### 3.1 Beoordelingskader

Wind is een hernieuwbare (oneindige) bron van energie. Windenergie levert een bijdrage aan de invulling van klimaat- en energiebeleid (zie ook deel C van het MER). Bij de opwekking van energie uit wind komen geen emissies naar de lucht vrij, zoals dit het geval is bij de opwekking van energie uit fossiele bronnen zoals gas, kolen en olie.

#### Kader 3.1 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.

- Beschrijf in het MER hoe de verschillende opstellingen scoren op energieopbrengst en wat de totaal te verwachten energieopbrengst is van de verschillende inrichtingsalternatieven.
- Beschouw daarbij diverse turbinevermogens of –klassen en relevante ashoogtes.

Een specifiek windenergieproject levert dus een bijdrage aan klimaat- en energiebeleid. In het MER wordt daarom berekend wat de jaarlijkse elektriciteitsproductie van de alternatieven is. Tevens wordt per alternatief de vermeden emissie van broeikasgassen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>) bepaald. De vermeden emissies betreffen de emissies die bij een equivalent aan energie opgewekt uit fossiele bronnen vrijkomen.

In tabel 3.1 staan de onderdelen waar de alternatieven op worden beoordeeld. Bij de energieopbrengstberekeningen wordt uitgegaan van de opbrengst die is berekend op basis van de windcondities op de locatie. Voor wat betreft de vermeden emissies door de uit windkracht opgewekte elektriciteit wordt berekend hoeveel broeikasgassen (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>) worden vermeden. De vermeden emissies worden afgeleid van de berekende energieopbrengst. Daarbij wordt uitgegaan van 0,99 kton No<sub>x</sub>/ PJ hernieuwbare energie, 0,20 kton SO<sub>2</sub>/ PJ hernieuwbare energie en 0,15 kton PM<sub>10</sub> / PJ hernieuwbare energie (Referentieraming PBL/ECN).

Tabel 3.1 Energieopbrengst en vermeden emissies

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Elektriciteitsopbrengst	GWh
Vermeden emissie CO <sub>2</sub> -	ton/jaar
Vermeden emissie NO <sub>x</sub> -	ton/jaar
Vermeden emissie SO <sub>2</sub> -	ton/jaar
Vermeden emissie PM <sub>10</sub> -	ton/jaar

### 3.2 Referentiesituatie

In de referentiesituatie staan geen windturbines op de beoogde locatie en wordt dus geen duurzame energie opgewekt. De elektriciteit wordt in de referentiesituatie op een conventionele wijze opgewekt (gas- en kolencentrales).

### 3.3 Effectbeschrijving

In tabel 3.2 is per alternatief de elektriciteitsopbrengst, de vermeden uitstoot van CO<sub>2</sub> en de reductie van NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> weergegeven. De elektriciteitsopbrengst is berekend met de daartoe bestemde rekenmodelsoftware waarbij rekening is gehouden met het windaanbod ter plaatse en met parkeffect (afvang van wind door de windturbines). Hierbij is rekening gehouden met mitigerende maatregelen voor geluid.<sup>14</sup> Een stilstandvoorziening om de duur van slagschaduw te beperken is niet aan de orde, dit is nader toegelicht in hoofdstuk 6. De jaarlijkse vermeden emissies van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> is afgeleid uit de berekende elektriciteitsopbrengst en is weergegeven in kiloton per jaar. De rapportage is opgenomen in bijlage D-6. Naast een minimale reductie van opbrengst om te voldoen aan geluidswaarden kan stilstand als mitigatie voor andere milieuaspecten tevens invloed hebben op de elektriciteitsopbrengst van het windpark. Voor het aspect ecologie (zie hoofdstuk 5) is een stilstand van 1% voorzien voor alle alternatieven; de reductie in energieopbrengst is naar verwachting kleiner dan 1% omdat dit veelal niet stilstand op nominaal vermogen betreft. Het opgesteld vermogen is gebaseerd op de gehanteerde referentieturbines (zie paragraaf 1.2.3) en geeft inzicht in het verschil van de toepassing van turbines van verschillende afmetingen. Opgemerkt wordt dat het geïnstalleerd vermogen een bandbreedte betreft: het uiteindelijke vermogen is afhankelijk van het gekozen turbintype.

Tabel 3.2 Energieopbrengst en vermeden emissies

Onderwerp	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Indicatie vermogen in MW	264	400	282	390
Elektriciteitsopbrengst in GWh/ jaar (netto)	974	1.434	1.220	1.661
Vergelijking met jaarlijks energieverbruik van aantal huishoudens	278.286	409.714	348.571	474.571
CO <sub>2</sub> reductie in ton per jaar	565.787	832.996	708.685	964.858
NO <sub>x</sub> reductie in ton per jaar	492	725	617	840
SO <sub>2</sub> reductie in ton per jaar	164	241	205	280
PM <sub>10</sub> reductie in ton per jaar	18,3	26,9	22,9	31,1

Door het hogere opgestelde vermogen is ook de opbrengst van de alternatieven 2 en 4 in vergelijking met alternatieven 1 en 3 hoger. Uit het onderzoek komt wel naar voren dat het parkeffect (onderlinge beïnvloeding van de windturbines door turbulentie) bij de opstelling met de 4 MW klasse groter is dan voor de 6 MW klasse. Het parkeffect leidt tot opbrengstverlies. Voor alle alternatieven zijn tussenafstand van 5 en 6 keer de rotordiameter aangehouden. De oorzaak hiervan is gelegen in de grotere aantallen turbines en de kleinere afstanden.

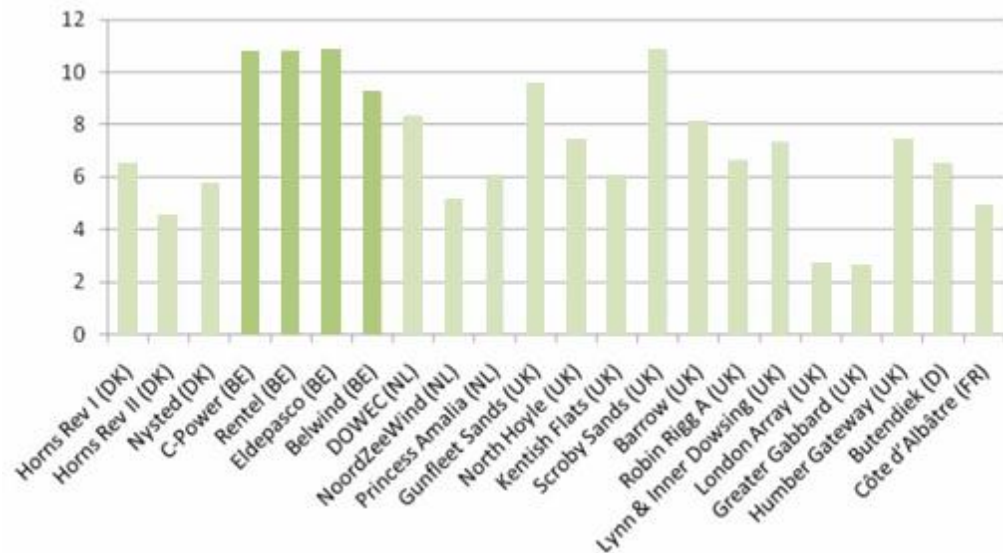
Naast de opbrengstberekeringen uit tabel 3.2 geeft de vermogensdichtheid (het aantal MW per vierkante kilometer) een indicatie van de efficiency van windparken. In figuur 3.1. is ter referentie een overzicht gegeven van de vermogensdichtheid van offshore windparken in Europa, deze zijn vergelijkbaar met de alternatieven aangezien hier sprake is van

<sup>14</sup> Het gaat hier om mitigerende maatregelen voor geluid waarbij het vermogen, en daarmee de elektriciteitsopbrengst, van windturbines beperkt wordt (zogenaamde 'geluidmodus'). Dit is nader toegelicht in hoofdstuk 6.



clusteropstellingen bij een goed windaanbod. Op land bestaan slechts beperkt vergelijkbare bestaande clusteropstellingen. Gemiddeld wordt er uitgegaan van 6-9 MW/ km<sup>2</sup>.

**Figuur 3.1 Vermogensdichtheid Europese offshore windparken**



Bron: Optiep-BCP. 2009

In de tabel hierna is de vermogensdichtheid gegeven voor de vier alternatieven van Windpark Fryslân. De tabel laat zien dat er weinig verschil in dichtheid is tussen de 4 alternatieven. De alternatieven hebben in vergelijking met offshore parken een relatief hoge vermogensdichtheid, en zijn dan ook compact te noemen.

**Tabel 3.3 Vermogensdichtheid alternatieven**

Alternatief	Aantal turbines	Dichtheid (mw/km <sup>2</sup> )
1	66	11,58
2	100	11,30
3	47	11,33
4	65	10,99

De vermeden emissies als gevolg van de oprichting van het windpark laten hetzelfde beeld zien. Hoe groter het opgestelde vermogen en de energieopbrengst, des te hoger is de vermeden uitstoot van CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>. De alternatieven 2 en 4 leiden dus tot de grootste milieuwinst.

De doelbijdrage voor wind op land is in de volgende tabel weergegeven voor nationaal en provinciaal niveau en binnen het IJsselmeergebied. De tabel laat zien dat alle alternatieven een aanzienlijke bijdrage leveren aan de doelstellingen voor windenergie voor 2020 en daarmee tevens de Europese taakstelling ten aanzien van het aandeel hernieuwbare energie van Nederland voor 2020. Voor de periode na 2020 wordt een verdere doorgroei verwacht, zie ook deel C van het MER.

Voor het bepalen van de doelbijdrage is uitgegaan van het aandeel in de doelstelling rekening houdend met een bestaand opgesteld vermogen van 2.500 MW in Nederland en 160 MW in Friesland.

Tabel 3.4 Bijdrage doelstellingen 2020 windenergie en duurzame energie

Alt.	Nationaal		Provincie Fryslân		IJsselmeer-gebied**
	Wind	Energie	Wind	Energie	
	3.500 MW (Tot. 6.000 MW)	14% duurzame energie***	370,5 MW (Tot. 530,5 MW)	16% duurzame energie *	1.322 MW (Tot. 2.475 MW)
1	7,5 %	1,1%	71%	39%	20%
2	11,4 %	1,7%	108%	59%	30%
3	8,1%	1,2%	76%	42%	21%
4	11,1%	1,6%	105%	58%	30%

\*windenergie levert in Friesland een bijdrage van 55% aan de doelstelling van 16% duurzame energie in 2020 (zie ook bijlage C over Uitvoeringsprogramma Duurzame Energie 2014-2020)

\*\*Wind op land in de provincies Fryslân, Flevoland en Noord-Holland conform afspraken verdeling wind op land tussen Rijk en provincies.

\*\*\*Op basis van bruto eindverbruik energie circa 300 kTJ in 2020 en bij 3.500 vollasturen

### Kader 3.2 Waterbesparing door windenergie

Naast de in dit hoofdstuk genoemde vermeden emissies bespaart het opwekken van windenergie (in plaats van conventionele wijze van opwekking) ook water. Dit is positief want de schaarste van water wordt een steeds groter mondiaal probleem (EU). Een totaal van 44% van het mondiale waterverbruik wordt ingezet voor het opwekken van energie (gas, kolen en nucleair). Het water wordt vooral gebruikt voor het koelen van installaties. Al dit water gaat verloren als schoon drinkwater. Het onderzoek 'Saving water with wind energy' (EWEA, 2014) geeft een inschatting van de hoeveelheid water die wordt gebruikt voor het opwekken van energie uit kolen (1.9m<sup>3</sup> /MWh), gas (0,7m<sup>3</sup> /MWh) en nucleair (2.7m<sup>3</sup> /MWh).

Voor Windpark Fryslân zou de jaarlijks besparing kunnen zijn:

- 1.755.600 en 3.047.600 m<sup>3</sup> water in vergelijking met opwekking door kolen;
- 646.800 en 1.122.800 m<sup>3</sup> water in vergelijking met opwekking door gas;
- 2.494.800 en 4.330.800 m<sup>3</sup> water in vergelijking met nucleaire opwekking.

Ter vergelijking: elk EU-lid verbruikt zo'n 4.815 liter water per dag. Het waterverbruik van de huidige energiemix is niet bekend.

Bron: Saving water with Energy, EWEA 2014

### Kader 3.3 Energetische terugverdientijd

Voor het bouwen en onderhouden van windturbines is energie benodigd. De tijd waarna een windturbine meer energie heeft opgewekt dan het heeft gekost, wordt de energetische terugverdientijd genoemd.

De energetische terugverdientijd van windturbines is al meerdere malen onderzocht (onder andere in Duitsland en Denemarken) en leidt tot nagenoeg dezelfde conclusies. De energie die nodig is voor het bouwen, plaatsen, onderhouden, afbreken en recyclen van de turbine is in ongeveer 3 tot 6 maanden terugverdiend. Dit is circa 2 tot 3 % van de gehele levensduur van de turbine.

Grotere afmetingen van turbines en een groter vermogen kunnen de terugverdientijd van een turbine verkorten, aangezien dit een positief effect heeft op de energieopbrengst van de turbine. Ook het windklimaat heeft invloed op de opbrengst. Windturbines op zee hebben in de regel een kortere terugverdientijd dan windturbines op land als gevolg van de hogere energieproductie.

Bron: DGE, augustus 2003/ DMWA, 1997/ DWIA

## 3.4 Afweging

Het bovenstaande leidt tot de scores die zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 3.5 Beoordeling alternatieven energieopbrengst en vermeden emissies

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Elektriciteitsopbrengst in MWh/jaar	+	++	+	++
CO <sub>2</sub> reductie in kton per jaar	+	++	+	++
NO <sub>x</sub> reductie in kton per jaar	+	++	+	++
SO <sub>2</sub> reductie in kton per jaar	+	++	+	++
PM <sub>10</sub> reductie in kton per jaar	+	++	+	++

Voor energieopbrengst en vermeden emissies scoren vanzelfsprekend de grotere alternatieven beter. Alternatief 4 levert de meeste duurzame energie op en bespaart het meest op emissies ten opzichte van de andere alternatieven.

## 3.5 Mitigerende maatregelen en optimalisatie

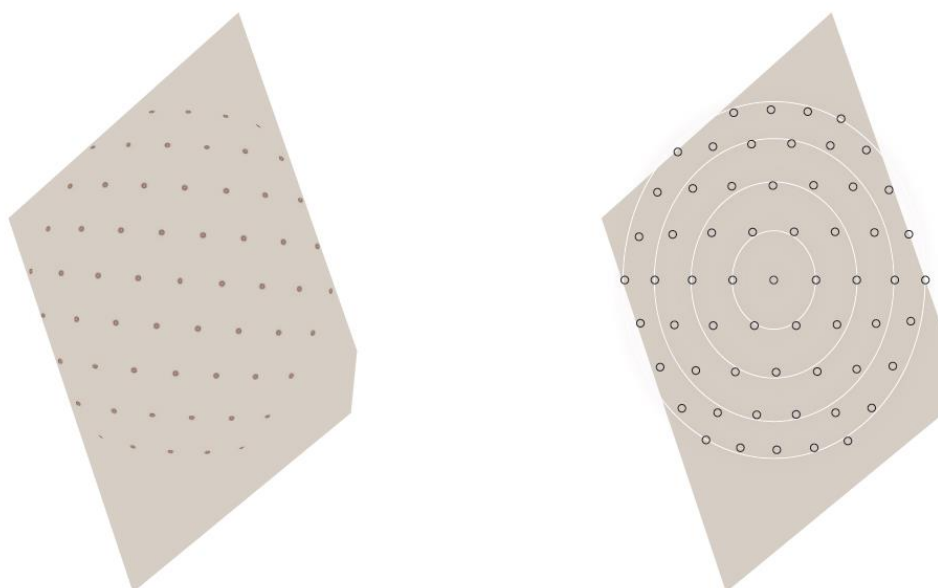
Mitigerende maatregelen zijn gericht op het beperken van negatieve milieueffecten van het voornemen. Voor de elektriciteitsopbrengst van een windpark zijn mitigerende maatregelen in deze zin van de betekenis dus niet aan de orde. Daarom is gekeken naar de mogelijkheden om de elektriciteitsopbrengst, en daarmee de milieuwinst van het project, te verhogen. Dit kan door het:

- Toepassen van een windturbine met een hoger geïnstalleerd vermogen. Daarbij dient in acht te worden genomen dat dit beperkt wordt door de hoogtebeperking op de locatie. Voor de 6 MW klasse geldt dat er een windturbintype is met een vermogen van 7,5 MW, de E126 van fabrikant Enercon met een rotordiameter van 127 meter en een ashoogte van 135 meter die, met een lagere ashoogte binnen deze klasse past. Echter voor deze specifieke fabrikant geldt dat deze windturbines slechts gebouwd worden voor toepassing op land. Dit type is dan ook niet realistisch voor de locatie van Windpark Fryslân;

- Toepassen van een windturbine met een hogere productie, bijvoorbeeld door een turbine met een grote rotor toe te passen. Dit is vanwege de laagvliegrouwe van defensie alleen mogelijk voor de kleine turbineklasse. Recent is een nieuw type van fabrikant Siemens in de 3-4 MW klasse beschikbaar gekomen met een grotere rotor dan voor de vier basisalternatieven is aangenomen, te weten een rotor van 130 meter;
- Verminderen van het parkeffect door het optimaliseren van de configuratie van de opstelling door het hanteren van grotere tussenafstanden (met een groter ruimtebeslag tot gevolg) of vergroten van tussenafstanden op locaties met een hoge belasting (midden in het windpark). Het parkeffect is het grootst in het midden van het park doordat hier van alle kanten het meeste windturbines 'voor' de windturbines in het centrum van het windpark staan. Een mogelijkheid voor het optimaliseren (vergroten) van de tussenafstanden in het midden van het park, met behoud van het ontwerp, is door opstelling als het ware op een bol te projecteren, waardoor er enigszins krommingen in de lijnen ontstaan en de onderlinge afstanden naar binnen toe oplopen. In figuur 3.2 is daar een conceptuele weergave van te zien.
- Toepassen van een hogere ashoogte. Op grotere hoogte is de gemiddelde windsnelheid hoger en is de wind stabielere (het waait er vaker en harder). Voor de 6 MW klasse is dit niet mogelijk bij de maximale rotor van de gehanteerde referentieturbine ten gevolge van de hoogtebeperking; voor de 4 MW klasse is dit echter wel mogelijk tot een as van circa 120 meter. Dit zal leiden tot een hogere energieproductie voor deze turbineklasse. Ter vergelijking: alternatief 1 met een ashoogte van 95 meter heeft een netto opbrengst van 924 GWh/jaar. Dezelfde opstelling met een ashoogte van 120 meter heeft een opbrengst van 1.064 GWh/jaar. Dat is een toename van circa 15%.

Het toepassen van windturbines met een kleiner vermogen, bijvoorbeeld 2 of 2,5 MW, leidt tot een toename van de relatieve elektriciteitsproductie maar zal, bij een gelijk aantal windturbines, niet leiden tot een hogere energieopbrengst. Door toepassing van kleinere windturbines, met een kleinere rotordiameter is het denkbaar om een groter aantal windturbines te plaatsen. In tegenstelling tot de overige mitigerende maatregelen geldt hiervoor echter dat daarmee ook de omvang van de negatieve milieueffecten toeneemt. Immers, voor bijvoorbeeld ecologie en landschap leidt een groter aantal windturbines tot een groter negatief effect.

Figuur 3.2 Conceptuele weergave kromme lijnen



Hierna in paragraaf 4.6 is de optimalisatie voor het aspect landschap beschreven. Op grond van het hiervoor gestelde over de mogelijkheden om de energieopbrengst te vergroten door het reduceren van het parkeffect is ook dit aspect in de optimalisatie verwerkt. Drie scenario's zijn opgesteld, A, B en C. Scenario A is gebaseerd op alternatief 2 maar bestaat uit 89 windturbines in plaats van 100 met een rotordiameter van 130 meter in plaats van 120 meter. Scenario B en C zijn gebaseerd op alternatief 4 maar met respectievelijk 60 en 65 windturbines. In de volgende tabel is voor deze scenario's de milieuwinst weergegeven. Uit de vergelijking met de basisalternatieven komt naar voren dat de aangepaste opstelling B voor alternatief 4 een afname van de elektriciteitsopbrengst laat zien, wat te verklaren is doordat scenario B uit 5 turbines minder bestaat. Scenario C laat een lichte toename zien ten opzichte van alternatief 4, bij een gelijk aantal turbines. Voor scenario A, gebaseerd op alternatief 2, geldt dat de totale energieopbrengst lager is vanwege een kleiner aantal windturbines (-11), maar dat er per windturbine circa 2% hogere opbrengst wordt gerealiseerd. Dit wordt verklaard uit een marginaal grotere rotor (+5 m per blad) en een kleiner parkeffect.

Tabel 3.6 Elektriciteitsproductie en vermeden emissies VKA scenario's

Onderwerp	Scenario A Maximaal	Scenario B Maximaal	Scenario C Maximaal
Vermogen in MW	356	360	390
Elektriciteitsopbrengst in GWh/ jaar (netto)	1.302	1.561	1.663
Jaarlijks energieverbruik x huishoudens	372.000	446.000	475.143
CO <sub>2</sub> reductie in ton per jaar	756.319	906.769	966.020
NO <sub>x</sub> reductie in ton per jaar	658	789	841
SO <sub>2</sub> reductie in ton per jaar	219	263	280
PM <sub>10</sub> reductie in ton per jaar	24,4	29,3	31,2





## 4 LANDSCHAP EN CULTUURHISTORIE

### 4.1 Beoordelingskader

#### 4.1.1 Landschap en cultuurhistorie

Landschap heeft betrekking op de onderlinge samenhang tussen de elementen in een bepaald gebied en op de samenhang tussen een gebied en het gebruik daarvan. Landschap bestaat bij de gratie van waarneming en beleving door mensen én bij de gratie van verandering in de tijd. Het is geen statisch begrip.

Cultuurhistorie heeft betrekking op alles wat in een bepaald gebied is overgebleven en te maken heeft met de bewonings- en gebruiksgeschiedenis van dat gebied. Alle bouwwerken horen erbij maar ook landschappelijke patronen (wallen, hagen, polders) en archeologie (resten van het verleden in de bodem).

#### Kader 4.1 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.

- Geef in het MER een beschrijving van het bestaande landschap, inclusief ligging, dominantie en herkenbaarheid van de menselijke bouwwerken daarin.
- Maak met behulp van fotovisualisaties inzichtelijk welke gevolgen het plaatsen van windturbines kan hebben. Doe dit op verschillende afstanden van het windpark.
- Beoordeel alle alternatieven op hun invloed op belangrijke kenmerken van het gebied, zoals weidsheid, openheid en duisternis.
- Beoordeel in hoeverre de belangrijke kenmerken van het bestaande landschap behouden blijven (of worden benadrukt zoals bij *landmarks* het geval kan zijn).
- Ga in op de (eventuele) interferentie met andere grootschalige windturbineparken in de wijde omgeving, bestaand en mogelijk gepland, zoals rond de Noordoostpolder, Wieringen, en de Kop van de Afsluitdijk.
- Ga na wat verlichting op de turbines betekent voor de beleving van IJsselmeer en Waddenzee.

#### Landschap

De schaal en identiteit van het landschap zijn van invloed op de inpassing van windturbines, voor zover dit mogelijk is door de schaal van moderne windturbines. Tegelijkertijd hebben windturbines in potentie een effect op deze schaal en identiteit. Landschap heeft ook te maken met de afleesbaarheid van de bovengenoemde samenhang (het beeld). De beleving van het windpark is gerelateerd aan de zichtbaarheid, op zichzelf en als onderdeel van het landschap en de kwaliteit van de opstelling. Opstellingen waarvan het patroon herkenbaar is worden positiever gewaardeerd, evenals opstellingen die 'rust' uitstralen, door langzamere draaiing van de rotor (minder omwentelingen per minuut) en grotere onderlinge tussenafstanden.

Een windpark heeft gevolgen voor het landschap. Door de afmetingen van de turbines en de omvang van grootschalige windparken is de invloed op het landschap en het effect op het landschapsbeeld gebonden aan schaalniveaus van het landschap. Dit effect kan per schaalniveau verschillen. De schaal van grootschalige windparken heeft een ander effect op het landschap in de directe omgeving dan op de ruime omgeving. De aard van het landschap is daarbij een belangrijke factor. Voor de effectbeoordeling is een onderscheid gemaakt in het schaalniveau van:

- de locatie<sup>15</sup> en zijn ruimere omgeving (circa 10 kilometer en meer);
- de locatie en zijn directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer);
- de locatie zelf (in en om het windpark).

Voor de locatie van het initiatief zijn duidelijke landschapstypen/-elementen te benoemen waarin of waarbij in de buurt het initiatief is voorzien:

- Open water (IJsselmeer en Waddenzee);
- Afsluitdijk (zie ook onder cultuurhistorie voor de onderdelen hiervan);
- IJsselmeerkust (voormalige Zuiderzeekust).

#### Kader 4.2 Sanering oude(re) windturbines

De ruimtelijke kwaliteit in Fryslân is in het gedrang gekomen door verrommeling als gevolg van diverse grootschalige ingrepen in het landschap (infrastructuur, schaa sprong in de agrarische sector, maar ook windturbines). Met verrommeling wordt bedoeld een storende toename van de variatie in het landschap in combinatie met een gebrek aan samenhang; het gaat hier om variatie die niet in het landschap past en het voorkomen van als storend ervaren elementen. Een gebied dat als totaal een wanordelijke indruk maakt en waar gebruiksfuncties zonder duidelijk verband naast elkaar aanwezig zijn en / of storende elementen in ruime mate zijn waar te nemen.

Verrommeling van het landschap door windturbines is ontstaan doordat verschillende opstellingsvormen (lijnen, grid, solitair) te dicht bij elkaar zijn geplaatst, door (te) veel en verschillende soorten windturbines op een klein oppervlak, door turbines met verschillende hoogtes in elkaars nabijheid en door (te) grote windturbines nabij boerderijen of dorpen en bijvoorbeeld ook door alleenstaande 'verdwaalde' molens, die geen functionele relatie met het landschap aangaan en daardoor niet op hun plaats staan.

Meer energie met minder windmolens is het uitgangspunt van de Provincie Fryslân. Dit draagt bij aan de doelen voor duurzame energie en de gestelde doelen voor ruimtelijke kwaliteit. Moderne windmolens zijn groter dan hun voorgangers en leveren in verhouding veel meer stroom op. Tegelijkertijd kan een windpark door het ontstaan van (nieuwe) samenhang tussen elementen in het gebied en het gebruik daarvan én de duidelijke afleesbaarheid van die samenhang, leiden tot het ontstaan van nieuwe (landschappelijke) kwaliteiten. Verwijdering van bestaande windturbines is niet meegenomen in de effectbeoordeling (geen onderdeel van het voornemen en er is op dit moment geen duidelijkheid over een eventuele herstructurering in Fryslân).

Kaders voor landschap zijn afkomstig uit landelijk en provinciaal beleid, zoals de SVIR (verwerkt in het Barro), de SvWOL, het nationaal waterplan (in het bijzonder de beleidsnota IJsselmeergebied), de structuurvisie Toekomst Afsluitdijk en provinciale structuurvisies Streekplan Fryslân 2007, Grutsk op 'e Romte (Trots op de Ruimte) en Fryslân Windstreek 2014. Ook de Derde Nota Waddenzee is van toepassing, de waarden van de Waddenzee zijn opgenomen in het Barro.

Het Rijk en provincie Fryslân hechten in belangrijke mate aan:

1. de ruimtelijke kwaliteit van (nieuwe) windenergielandschappen. Dit betekent enerzijds het respecteren van bestaande landschappelijke kwaliteiten maar ook het toevoegen van nieuwe kwaliteiten bij ontwikkeling. Belangrijke landschappelijke kwaliteiten die steeds worden genoemd en die invulling geven aan die ruimtelijke kwaliteit zijn:

<sup>15</sup> Onder de locatie wordt hier het plangebied voor Windpark Fryslân verstaan.

- o de grootschalige weidsheid en openheid, de maat, schaal en identiteit van het gebied;
  - o de continuïteit van de (strakke lijn en het dijkprofiel van de) Afsluitdijk;
  - o het contrast tussen:
    - de strakke lijnvoering van de Afsluitdijk en de glooiende lijnen van de oude Zuiderzeekust;
    - civiele techniek en natuurlijkheid.
2. de waarneembaarheid c.q. beleefbaarheid van die landschappelijke kwaliteiten. Hierbij gaat het met name om de zichtbaarheid van het initiatief vanaf plekken waar (veel) mensen wonen of verblijven en vanaf routen waarlangs (veel) waarnemingen plaatsvinden, de visuele rust van het (plan-)gebied en om de beleefbaarheid van de Afsluitdijk.
  3. de betekenis van windturbines in het landschap. Door de proportionering van het initiatief ten opzichte van de maat en schaal van de omgeving en een zorgvuldige vormgeving ontstaat een *landmark* of zelfs een nieuw landschap met eigen kwaliteiten. Hierbij gaat het vooral om de herkenbaarheid van de opstelling en de mate waarin de locatie wordt geassocieerd met windenergie.

Ook duisternis wordt genoemd als onderdeel van de landschappelijke kwaliteiten van het IJsselmeer en Waddenzee.<sup>16</sup> De Beleidsnota IJsselmeergebied zegt hierover “*Op het Markermeer en het IJsselmeer zijn nog plekken aanwezig, waar rust en duisternis de boventoon voeren: een bijzondere kwaliteit zo dicht bij de Randstad.*” De beleidsnota geeft geen nadere definitie of invulling van het begrip duisternis.

Voor de Waddenzee benoemt het Barro (artikel 2.5.2) rust, weidsheid, open horizon en natuurlijkheid met inbegrip van de duisternis als landschappelijke kwaliteiten. Cultuurhistorische kwaliteiten omvatten in de bodem aanwezige archeologische waarden en de overige voor het gebied kenmerkende cultuurhistorische structuren en elementen, bestaande uit onder andere zeedijken en de daaraan verbonden historische sluizen (waaronder het ensemble van de Afsluitdijk).

#### Kader 4.3 Waddenzee: Unesco natuurlijk werelderfgoed

De Waddenzee is aangewezen als wereld erfgoed op grond van een drietal natuurlijke criteria die betrekking hebben op de hydrologische, geomorfologische en ecologische kenmerken. De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte zegt hierover: “*De Waddenzee maakt onderdeel uit van het Europese Natura 2000-netwerk en van de herijkte EHS. Bovendien is de Waddenzee door de Unesco aangewezen als natuurlijk werelderfgoed. Het integrale beleid van het Rijk voor de Waddenzee staat weergegeven in de Structuurvisie Derde Nota Waddenzee. De hoofddoelstelling is de duurzame bescherming en ontwikkeling van de Waddenzee als natuurgebied.*”

De status van werelderfgoed monument kent geen eigen beschermingsregime. In Nederland is bescherming geborgd door de aanwijzing van de Waddenzee als Natura 2000-gebied en het Barro, voor wat betreft het voorkomen of beperken van bebouwing in de Waddenzee. Beoordelingscriteria voor het aspect natuur komen in hoofdstuk 5 aan bod. De voorwaarden uit het Barro zijn in de verschillende beoordelingscriteria voor landschap verwerkt.

<sup>16</sup> De structuurvisie Grutsk op 'e Romte zegt niets over duisternis van het IJsselmeer en/of Waddenzee.

### Cultuurhistorie

Cultuurhistorie heeft betrekking op de erfenis uit het verleden. Cultuurhistorie heeft ook betrekking op de samenhang tussen elementen (relicten) en patronen. Onderscheid wordt gemaakt in historische geografie (landschap), historische bouwkunde en archeologie (resten van het verleden in de bodem). De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed (RCE) heeft in de Handreiking cultuurhistorie in m.e.r. aangegeven dat het wenselijk is in het MER in te gaan op de:

- beleefde kwaliteit;
- fysieke kwaliteit;
- inhoudelijke kwaliteit.

Relevante beleidskaders zijn de SVIR, het Barro, Structuurvisie Toekomst Afsluitdijk, het streekplan Fryslân 2007, de structuurvisie Grutsk op 'e Romte, de nota erfgoed 2010 - 2013 (met 3 jaar verlengd) van de provincie Fryslân, en de Verordening Romte van de provincie Fryslân. De provincie Fryslân heeft een cultuurhistorische kaart (CHK) opgesteld waarop de waarden zijn aangegeven.

De Afsluitdijk is formeel als geheel geen monument maar wel een monumentaal geheel. De cultuurhistorische waarden zoals genoemd in de verschillende beleidsdocumenten zijn onder andere:

- de Rijksmonumenten op de Afsluitdijk, zoals de kazematten;
- de schootsvelden uit de Tweede Wereldoorlog;
- het beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand;
- het ensemble Afsluitdijk (bestaande uit het Monument van Willem Dudok op de plaats waar de Afsluitdijk gesloten werd, de waterstaatskundige werken en de verdedigingswerken).

Deze elementen zijn alle plaatsgebonden en bevinden zich buiten het plangebied van Windpark Fryslân.<sup>17</sup> Strikt genomen heeft dit initiatief geen fysiek effect op deze waarden. Wel worden ook onder de noemer cultuurhistorie begrippen als weidsheid, zichtlijnen, dorpsgezichten en schootsvelden als waarden genoemd. Deze aspecten reiken verder dan de strikte begrenzingen van de objecten of elementen, zoals ook naar voren komt uit de handreiking van de RCE. Eventuele gevolgen hiervoor worden derhalve meegenomen in de effectbeschrijving.

De Afsluitdijk is een belangrijk landschappelijk element maar tevens een vorm van historische geografie. Het ensemble van de Afsluitdijk is ook als cultuurhistorische waarde van de Waddenzee benoemd. De effecten van het windpark op dit ensemble worden beoordeeld. De waarde van het ensemble is de manifestatie van de Afsluitdijk: een lage lange strakke lijn die de Waddenzee begrenst, met een aantal elementen (ook wel knooppunten) op grote afstand van elkaar die verticaal zichtbaar zijn. Dit betreft de sluizencomplexen bij Den Oever en Kornwerderzand, Breezanddijk en het Rijksmonument op de Afsluitdijk zijnde de uitkijktoren ontworpen door Dudok.

<sup>17</sup> Het kan wel zo zijn dat zich binnen het plangebied van Windpark Fryslân archeologische waarden bevinden (in of op de bodem van het IJsselmeer, daar waar windturbines worden voorzien. Zie voor dit aspect het onderdeel archeologie.

De Structuurvisie Toekomst Afsluitdijk noemt als ruimtelijke kwaliteiten van de Afsluitdijk het contrast tussen het civieltechnisch werk, de grootsheid van de natuurlijke omgeving (openheid) en de beleving van de natuurelementen (water, wind en licht). Met als belangrijkste ruimtelijke en cultuurhistorische waarden van de Afsluitdijk:

- de grote functionaliteit met een sterke samenhang tussen dijk en elementen en tussen de elementen onderling;
- een rechte streep door het water met grote continuïteit over de gehele lengte;
- de ligging in een grootschalige openheid die maximale (visuele) beleving van de dijk en de natuurelementen mogelijk maakt;
- een beschermd dorpsgezicht en Rijksmonumenten op de dijk, en archeologische vindplaatsen met vooral scheepswrakken in de buurt van de Afsluitdijk.

De beoordeling is kwalitatief met een beschouwing van de cultuurhistorie op verschillende schaalniveaus vanuit de opzet die wordt geadviseerd door de RCE. Ook de Cultuurhistorische Waardenkaart opgesteld door de provincie Fryslân is geraadpleegd.

Tabel 4.1 Beoordelingscriteria landschap

Beoordelingscriteria		Effectbeoordeling
Landschap		
Effect op bestaande landschappelijke kwaliteiten	Openheid en horizonbeslag, inclusief weidsheid als cultuurhistorische waarde	Kwalitatief
	Aansluiting bij bestaand landschap (inclusief schaal, identiteit en natuurlijkheid waaronder duisternis) of vorming van nieuw landschapstype	
	Belevingsbepalende elementen (continuïteit en strakke lijn van de Afsluitdijk, inclusief schootvelden)	
Effect op waarneming en beleving van het landschap	Visuele rust	
	Zichtbaarheid (vanaf verblijfsplekken en routen, inclusief beschermde dorpsgezichten)	
	Herkenbaarheid van de opstelling en interferentie met andere opstellingen	
Betekenis van windturbines in het landschap	Betekenis als landmark en associatie van opstelling en locatie met wind(-energie)	
Cultuurhistorie		
Cultuurhistorische waarden	Effecten op historische geografie en bouwkunde	Kwalitatief

#### 4.1.2 Archeologie

In de bodem bevinden zich verspreid door Nederland archeologische resten. Ingrepen in de bodem kunnen gevolgen hebben voor archeologie. De aard en de kans op beïnvloeding van het bodemarchief is afhankelijk van de aanwezige waarden en de omvang van de ingreep. Immers, hoe meer verstoring van de bodem hoe groter de kans op gevolgen voor eventueel aanwezige restanten in de bodem.

Om het bodemarchief te bewaren en in de toekomst te kunnen raadplegen richt het beleid in Nederland richt zich op het beschermen en beheren van dergelijke overblijfselen. Behoud *in situ* is daarbij het uitgangspunt. Dit wil zeggen het behoud van (representatieve) archeologische vindplaatsen in de bodem en alleen als het niet anders kan, een vindplaats opgraven.

Het toetsingskader voor archeologie volgt uit:<sup>18</sup>

- Monumentenwet (1988);
- Interdepartementale Nota Belvédère (1999);
- Verdrag van Malta (Valletta, 1992);
- Wet op de archeologische monumentenzorg (2007);
- Streekplan Fryslân 2007. Om de kwaliteit fan de Romte.

De Indicatieve Kaart Archeologische Waarden (IKAW, schaal 1:50.000) geeft voor heel Nederland een beeld van de potentiële archeologische waarden. Voor land maakt deze kaart duidelijk waar de kans op het aantreffen hoog, middelhoog of (zeer) laag is (de 'trefkans'). Voor waterbodems geeft de IKAW de verwachte kwaliteit aan, eveneens aangeduid met de term 'trefkans'.

De Structuurvisie Grutsk op 'e Romte noemt 'onzichtbare waarden in de ondergrond' als één van kenmerken die gebied overschrijdend landschappelijk en cultuurhistorische structuren van provinciaal belang vertegenwoordigen. Het gaat hier om alle informatie over het bodemarchief, van de ontstaansgeschiedenis van een gebied en van materiele neerslag van menselijke activiteiten vanaf de steentijd. De provincie Fryslân heeft een eigen kaart opgesteld, FAMKE (Friese Archeologische Monumentenkaart Extra) als instrument in het archeologische beleid. De structuurvisie adviseert voor alle plannen deze kaart te raadplegen en het daar af te lezen advies op te volgen. FAMKE bevat geen beoordeling voor het IJsselmeer.

Hierna zijn de beoordelingscriteria voor archeologie opgenomen. Deze volgen uit voorgaande beschrijving en de van toepassing zijnde beleidskaders.

Tabel 4.2 Beoordelingscriteria archeologie en aardkundige waarden

Beoordelingscriteria		Effectbeoordeling
<b>Archeologie</b>		
Archeologische waarden	Aanwezigheid archeologische waarden en kans op aantasting	Kwalitatief
<b>Aardkundige waarden</b>		
Aardkundige waarden	Aantasting aardkundige waarden	Kwalitatief

<sup>18</sup> Het Barro noemt voor de Waddenzee als cultuurhistorische kwaliteiten onder andere de in de bodem aanwezige archeologische waarden. Het windpark is voorzien in het IJsselmeer, er vinden er geen ingrepen in de bodem van de Waddenzee plaats (geen gevolgen voor het bodemarchief van de Waddenzee).

### 4.1.3 Beleidskaders landschap, cultuurhistorie en archeologie

Hieronder zijn de relevante beleidskaders toegelicht. Deze zijn toegespitst op het aspect landschap en cultuurhistorie. Vanwege de overlap maakt deze paragraaf geen splitsing tussen landschap, cultuurhistorie en archeologie.

#### SVIR

De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte benoemt drie Rijksdoelen en geeft per gebied opgaven van nationaal belang. De Rijksdoelen zijn het vergroten van de concurrentiekracht, waarbij energiezekerheid door ruimte voor duurzame energie wordt genoemd, het verbeteren van de bereikbaarheid en het zorgen voor een leefbare en veilige omgeving waarin unieke natuurlijke en cultuurhistorische waarden behouden zijn. Opgaven van nationaal belang voor Noord-Nederland (de provincies Fryslân, Groningen en Drenthe) zijn onder andere:

- Het versterken van Energyport (Noord-)Nederland als internationaal energieknooppunt en kenniscentrum voor energievoorziening en -transitie, en het aanwijzen van voorkeursgebieden voor grootschalige windenergie in Noord-Nederland;
- Het tot stand brengen en beschermen van de (herijkte) EHS, inclusief de Natura 2000-gebieden en het Werelderfgoed (de Waddenzee).

#### Streekplan Fryslân 2007 'Om de kwaliteit fan de Romte'

In het Streekplan Fryslân 2007 'Om de kwaliteit fan de Romte' worden de kernkwaliteiten van het cultuurhistorische erfgoed en het landschap van Fryslân beschreven. Onder kernkwaliteiten wordt verstaan: die ruimtelijke eigenschappen die zo typisch zijn voor het Friese landschap, dat zij tezamen de ruimtelijke identiteit van Fryslân vormen. Het huidige Streekplan bevat een beschrijving van welke kernkwaliteiten er zijn en kondigt een nadere uitwerking en waardering aan van deze kernkwaliteiten. Dit heeft vorm gekregen in Grutsk op 'e Romte (zie hierna).

#### Structuurvisie Grutsk op 'e Romte 2013

Grutsk op 'e Romte (trots op de ruimte is een thematische structuurvisie waarin per deelgebied bepaald is welke structuren van provinciale betekenis zijn en geeft door middel van een advies richting aan toekomstige ruimtelijke veranderingen. Grutsk op 'e Romte bundelt de waarden op het gebied van landschap en cultuurhistorie (inclusief archeologie en stedenbouw) in een samenhangende waardering.

Hieronder zijn de provinciale belangen en bijbehorende adviezen opgenomen die voor het aspect landschap en cultuurhistorie en voor het onderhavige voornemen relevant zijn.

Tabel 4.3 Provinciale belangen en bijbehorende adviezen uit Grutsk op 'e Romte 2013

Provinciaal belang	Advies
<b>Gebied overschrijdende landschappelijke en cultuurhistorische structuren van provinciaal belang</b>	
Grootschalige openheid en weidsheid of leegte van de open landschapstypen (zoals het kleigebied, de Waddenzee, en het IJsselmeer)	Openheid, weidsheid of leegte van de afzonderlijke landschapstypen behouden en versterken.
Het Waddensysteem	Het systeem van de Wadden respecteren zoals het altijd al gefunctioneerd heeft.



Provinciaal belang	Advies
Stelsel van dijken als onderdeel van en voorwaarde voor het watersysteem en agrarische ontwikkeling van Fryslân: Bescherming tegen de zee Bruikbaar landschap Verbinding Harde grensrelatie	De helderheid van de landschappelijke context van een dijk is van belang voor zijn beleving (directe omgeving van de dijk vrij te houden van ontwikkelingen die de dijk vertroebelen). Anderzijds zijn er ook ontwikkelingen denkbaar die de dijk in zijn eigenschappen kunnen versterken. Vergelijkbare maat en schaal zijn bepalend voor een positieve beleving van dergelijke ontwikkelingen.
Onzichtbare waarden in de ondergrond. Alle informatie over het bodemarchief, van de ontstaansgeschiedenis van een gebied en van materiële neerslag van menselijke activiteiten vanaf de steentijd	Het streven is om het verhaal zoveel mogelijk in de bodem ( <i>in situ</i> ) te bewaren. Concreet betekent dit dat voor alle plannen de Friese Archeologische Monumentenkaart Extra (FAMKE) geraadpleegd dient te worden.
<b>IJsselmeergebied</b>	
De historische kuststeden, vlekken (grotere dorpen met marktrechten) en dorpen, zoals Hindeloopen, Stavoren, Workum en Makkum, vormen samen met Harlingen de poorten van Fryslân aan grootschalig open water en naar het binnenwater en landsteden	Het verschil tussen het karakter van het land en het open watervlak helder houden: vrijhouden van het open water langs de dorpen en steden langs de kust en handhaven van de scherpe overgang van stad naar dijk en naar water.
Het grote, open watervlak van het IJsselmeer tegen het lange groene lint van de IJsselmeerdijk die de vlakte van het water begrenst en de havens met bijbehorende kunstwerken zoals dammen, sluizen, kribben, havens, boeien, bakens en havenlichten	De oude kustzone in direct contact houden met de voormalige Zuiderzee, waarbij het groene dijklichaam vrijgehouden dient te blijven van bebouwing en/of beplanting.
De Afsluitdijk als strakke, lineaire scheiding tussen twee grote, open watervlakten met de daaraan en erop gelegen waterstaatkundige en militaire werken.	Behouden van het lineaire karakter als een heldere streep tussen de watervlakten van de Waddenzee en het IJsselmeer. Ontwikkelingen op of aan de dijk moeten het lineaire karakter niet aantasten, omdat de dijk in haar eigen vorm sterk is.
<b>Waddengebied (vooral Waddeneilanden)</b>	
De onderlinge samenhang van de vier eilanden met de Friese kust, als onderdeel van de bescherming van de Waddenzee en het vasteland.	De hoofdonderdelen van de Wadden (eilanden, Waddenzee en Friese kust) als zodanig herkenbaar houden (Werelderfgoed UNESCO).

## 4.2 Referentiesituatie

De referentiesituatie bestaat uit de huidige toestand van het milieu in het studiegebied en de te verwachten milieutoestand als gevolg van autonome ontwikkeling.

De volgende paragrafen beschrijven de referentiesituatie (huidige situatie en relevante autonome ontwikkelingen) voor de aspecten landschap, cultuurhistorie en archeologie. Een meer algemene toelichting op de referentiesituatie, de autonome ontwikkelingen en andere ontwikkelingen is opgenomen in paragraaf 2.2.

#### 4.2.1 Landschap en cultuurhistorie

De Afsluitdijk is een bijna 32 kilometer lange dam die de Waddenzee en het IJsselmeer van elkaar scheidt. De Waddenzee gaat voor de beschouwer grotendeels schuil achter het dijklichaam aan de noordzijde van de Afsluitdijk. De Afsluitdijk vormt de scheidslijn tussen een natuurlijke (Waddenzee) en een civieltechnische wereld (IJsselmeer en de nieuwe polders).

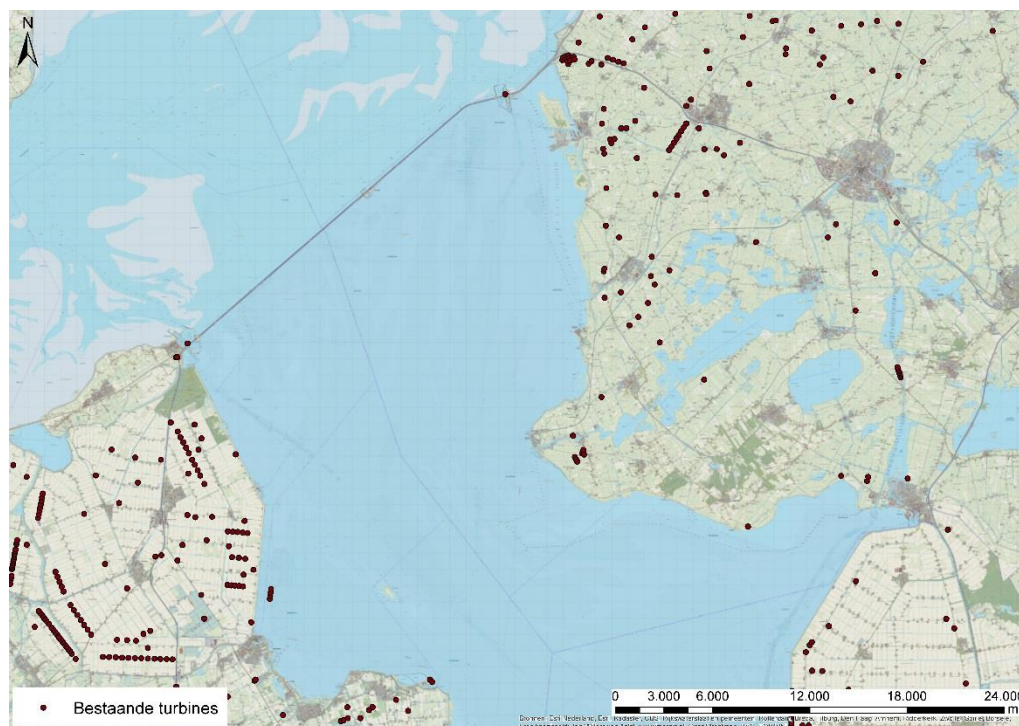
Het dichtstbij gelegen land betreft het zuidelijke deel van de Friese landstreek Westergo. Dit vruchtbare kleigebied kent een lange bewoningsgeschiedenis. Het landschap wordt nog altijd gekenmerkt door (hoofdzakelijk) weidelandschap met een onregelmatige blokverkaveling, die samenhangt met de periodieke aanleg van terpen en bedijkingen. De terpdorpen concentreren zich op de hoger gelegen, iets zanderigere kwelderruggen, met lege, lager gelegen 'mieden' van zwaardere klei daartussenin. In het zuidelijk deel van Westergo liggen enkele droogmakerijen, zoals de Makkumermeerpolder, met een rechttere slagenverkaveling.

Makkum is de dichtstbij gelegen grotere plaats, een zogenoemde vleck (een vleck had vanouds een grotere handels-, ambachts- en centrumfunctie dan een agrarische en lag aan goed bevaarbaar water). Voor de kust van Makkum liggen de Makkumer Noordwaard, recreatiegebied de Holle Poarte en de Zuidwaard en Kooiwaard. Deze zandplaten liepen tot voor de aanleg van de Afsluitdijk bij vloed onder water. Sindsdien zijn ze verschillend ontwikkeld. De Noord-, Zuid- en Kooiwaard zijn onbedijkte natuureservaten met rietvelden, ruigten, struwelen en opgaand wilgenbos. Dit zijn de resten van de voormalige Zuiderzeekust. Holle Poarte is een recreatiegebied en vormt een relatief nieuwe ontwikkeling voor de kust. Ten oosten ervan ligt het haven- en industriegebied van Makkum. Makkum zelf ligt hierdoor niet meer direct aan het IJsselmeer, maar aan het Makkumerdiep.

Het gebied ten zuiden van de A7 maakt deel uit van Nationaal Landschap Zuidwest-Fryslân. De kernkwaliteiten van de kustzone van dit gebied zijn als volgt beschreven: het zeer grootschalige, open landschap met weidse horizon, het afwisselende kustbeeld en de structurerende elementen, waaronder open water, kwelders, zandplaten en waarden, rietlanden, groene dijken, strandjes en de strakke Afsluitdijk met als oriëntatiepunten Kornwerderzand en Breezanddijk. Het IJsselmeer zelf en dus ook het plangebied van Windpark Fryslân liggen ruim buiten de begrenzing van het Nationaal Landschap Zuidwest-Fryslân. In het noordelijk deel van Nationaal Landschap Zuidwest-Fryslân (in het aanlandingsgebied van de Afsluitdijk) bevinden zich meerdere grote windturbines, onder meer ten noorden van Cornwerd en Hiddum en aan de oostzijde van Makkum.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Ook in het westelijke aanlandingsgebied van de Afsluitdijk, in de omgeving van Den Oever, staan enkele grote windturbines. Deze liggen op ruim 15 kilometer afstand van de locatie van Windpark Fryslân.

Figuur 4.1 Bestaande windturbines rondom noordelijk IJsselmeergebied



Bron: Pondera Consult

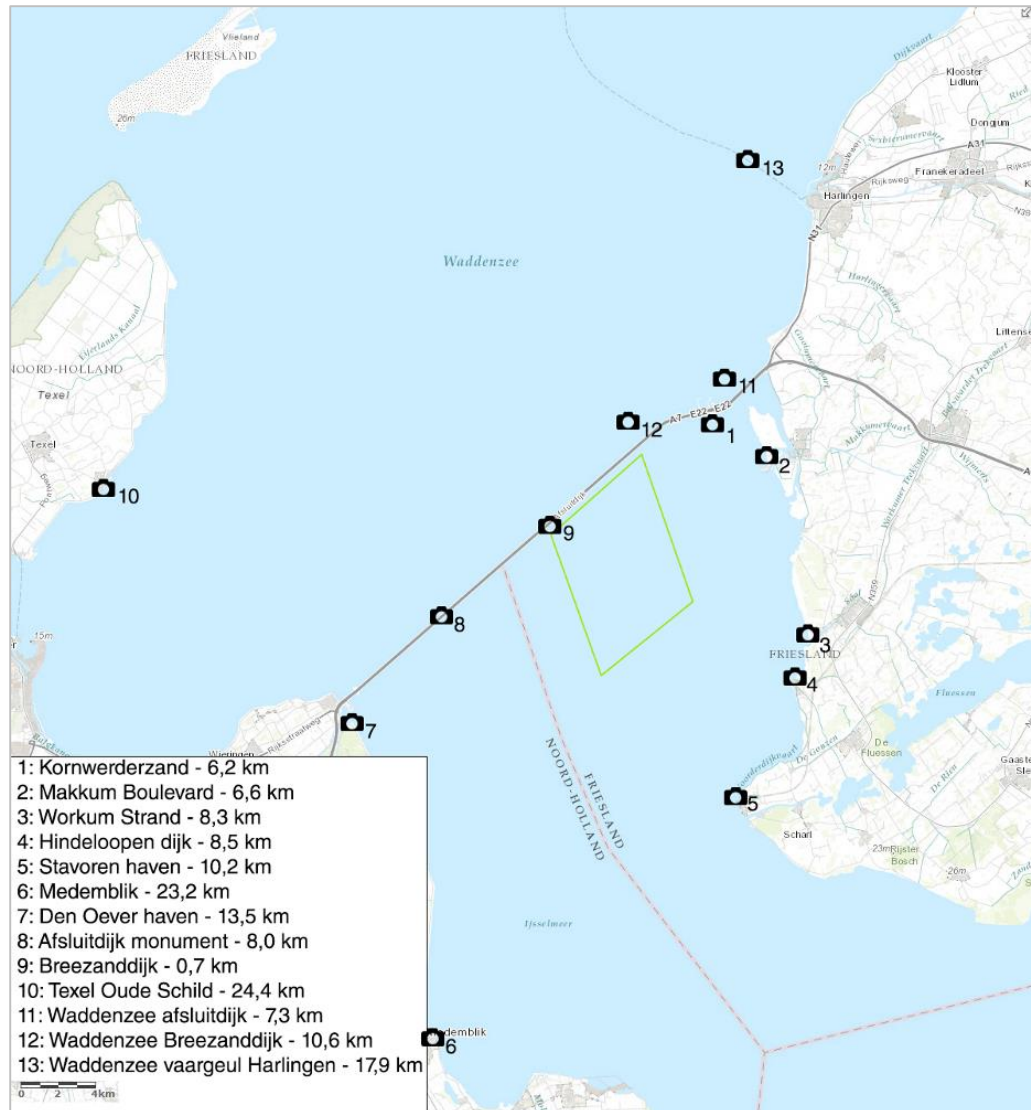
#### Landschap op drie schaalniveaus

Zoals hiervoor al is aangegeven is voor de beschrijving van de huidige situatie van het landschap een onderscheid gemaakt in drie schaalniveaus:

- de ruimere omgeving, circa 10 kilometer en meer rondom de locatie);
- de directe omgeving, 1,5 tot 10 kilometer rondom de locatie;
- de locatie (het plangebied).

Voor de effectbeschrijving zijn fotovisualisaties van de verschillende alternatieven gemaakt. De volgende figuur geeft een overzicht van de standpunten waar in de volgende tekst naar wordt verwezen.

Figuur 4.2 Overzicht standpunten, kijkrichtingen en zichtafstanden



Bron: Pondera Consult

*De ruimere omgeving van de locatie (circa 10 km en meer rondom de locatie)*

De ruimere omgeving van de locatie bestaat naast de aanlandingszone van de Afsluitdijk in Friesland uit een grote watervlakte, die door de Afsluitdijk in twee delen is geknipt. Beide delen kunnen op hetzelfde moment zeer verschillend zijn wat betreft kleur van het water, golfslag en waterpeil. Deze verschillen zijn in feite alleen waar te nemen als beide delen vanuit één standpunt te zien zijn. De Afsluitdijk vormt één lang lineair element, de knik ter hoogte van de Lorentzsluizen is afhankelijk van de klimatologische omstandigheden soms wel en soms nauwelijks waarneembaar. Vanuit sommige standpunten (zoals standpunten 6, 10 en 13) is er slechts sprake van één grote watervlakte en zijn de Afsluitdijk en de kustlijn van de aanlandingszone alleen bij zeer helder weer zichtbaar als een dunne donkere streep aan de horizon. Boomgroepen vallen op dit schaalniveau enigszins op als een iets dikkere donkere streep aan de horizon. Vanaf andere punten zoals standpunten 5 en 7 ontnemen elementen op de voorgrond het zicht op de Afsluitdijk en de kustlijn van de aanlandingszone.

Omgekeerd zijn bij helder weer vanaf de Afsluitdijk ter hoogte van de locatie (Breezanddijk) op grote afstand de kustlijnen van Friesland en Noord-Holland te zien, met hier en daar bebouwing, beplantingen en bestaande windturbines (bij de Kop van de Afsluitdijk en in de Wieringermeer (beide op ruim 15 kilometer afstand). De Waddeneilanden daarentegen zijn zelfs bij zeer helder weer nauwelijks waarneembaar.

Vanaf de Friese kust zijn bij helder weer de windturbines in Noord-Holland zichtbaar. Vanuit Noord-Holland zijn slechts beperkt bestaande windturbines in Friesland zichtbaar aangezien de schaal van de bestaande turbines in Friesland aanmerkelijk kleiner is, evenals het aantal turbines in de nabijheid van het IJsselmeer. Vanuit de Waddenzee is, richting de Friese waddenkust, een groot aantal verspreid staande windturbines zichtbaar. De breedte van de Waddenzee, de afstand tussen de Wadden en de Friese kust, neemt richting het oosten af van circa 29 kilometer ter hoogte van Kornwerderzand tot minder dan 7 kilometer nabij Lauwersmeer.

#### *De locatie en zijn directe omgeving (1,5 tot 10 km rondom de locatie)*

Op een iets kleinere afstand tot de locatie beginnen randen en lijnen wat meer detail te tonen. Zo tekenen de bosschages en bebouwing, waaronder een kleine solitaire windturbine bij Kornwerderzand en de bebouwing langs de kustlijn van Fryslân zich af. Ook op dit schaalniveau geldt dat vanuit sommige standpunten elementen op de voorgrond het zicht op de locatie deels wegnemen, zoals bij de standpunten 1 en 2. De opgaande beplanting ter hoogte van Breezanddijk is op deze afstand zichtbaar (bij helder weer). De asymmetrie van de Afsluitdijk is zichtbaar vanaf punten op de dijk zelf, zoals standpunt 8. Het verschil tussen de Afsluitdijk en de aanlandingszone wordt op dit schaalniveau duidelijker zichtbaar.

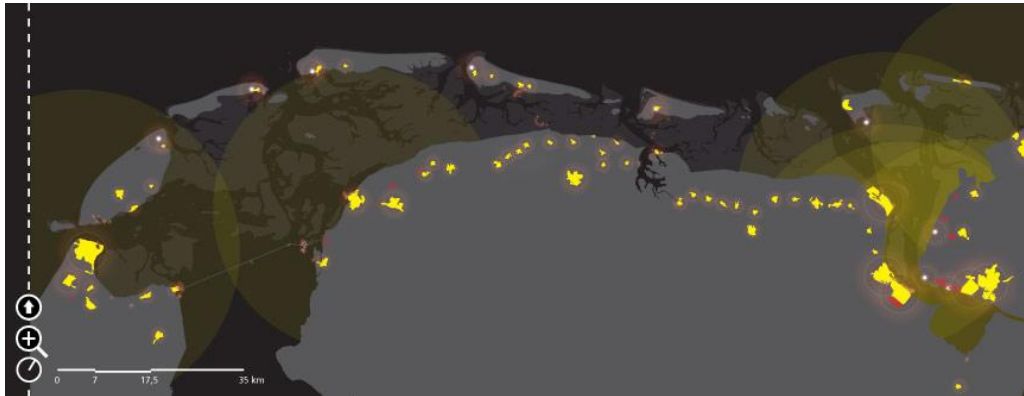
#### *De locatie zelf*

Op dit schaalniveau is Breezanddijk met zijn verschillende onderdelen duidelijk zichtbaar; de insteekhavens aan weerszijden van de Afsluitdijk, de parkeerterreinen, kampeerplek en opgaande beplantingen, ze vormen als het ware een samenhangend eiland dat 'aan' de Afsluitdijk vastligt. Vanaf de parkeerplaats bovenop de dijk is er rondom zicht op de Waddenzee en het IJsselmeer en op het plangebied van Windpark Fryslân (zie ook de foto's hiervoor). De elementen op de voorgrond dringen de kustlijnen van de Wieringermeer en Fryslân als het ware naar de achtergrond. De locatie voor Windpark Fryslân zelf is een geheel lege watervlakte, een enkel passerend schip daargelaten.

#### **Duisternis**

Op het IJsselmeer bevinden zich, uitgezonderd die voor de scheepvaart, geen lichtbronnen. Rondom het IJsselmeer en de Waddenzee zijn echter verschillende (grote) lichtbronnen aanwezig die het nachtelijk landschap bepalen. Denk aan bebouwde woon- en industriegebieden (Makkum, Eemshaven, Delfzijl, Harlingen en Den Helder), de dorpen op de Waddeneilanden en vuurtorens. Op de Afsluitdijk zorgen Kornwerderzand, Breezanddijk en het verkeer voor licht. De volgende figuur geeft een beeld van de aanwezige lichtbronnen rondom de Waddenzee).

Figuur 4.3 Duisternis Waddenzee



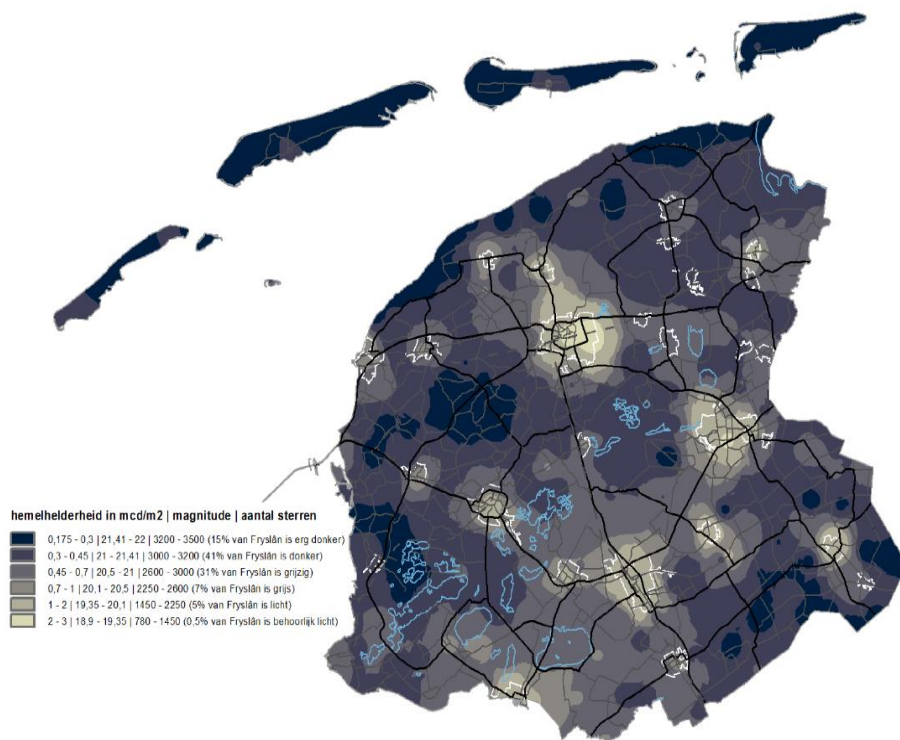
Bron: Waddenvereniging, OPEN/DICHT Een ruimtelijke verkenning naar de openheid van de Waddenzee

Figuren 4.4 en 4.5 zijn hemelhelderheidskaarten van de provincie Fryslân en voor Nederland waar gemeten is (de provincies Utrecht, Overijssel, Gelderland, Zeeland, Zuid-Holland). Deze kaarten geven aan hoe helder de hemel recht boven je hoofd is. Het meeste licht van de nachthemel komt niet van sterren maar van de hemel zelf. Hoe helder de hemel is, en dus de mate van duisternis, wordt bepaald door omhoogstralende lichtbronnen. De kaart van Fryslân laat zien dat rond alle steden de duisternis door verlichting is aangetast maar laat ook zien dat er nog grote gebieden zijn waar het donker tot erg donker is, bijvoorbeeld de Waddenkust ten noorden van Dokkum en het gebied tussen Franeker en Bolsward. Maar ook tussen de grote steden Leeuwarden, Drachten en Heereveen is het relatief donker. Een windpark in het IJsselmeer nabij Breezanddijk heeft hier geen invloed op.

De hemelhelderheidskaart van Nederland laat zien dat de locatie van Windpark als minder donker is gecategoriseerd dan delen van het vaste land van Fryslân en delen van de Waddenzee.



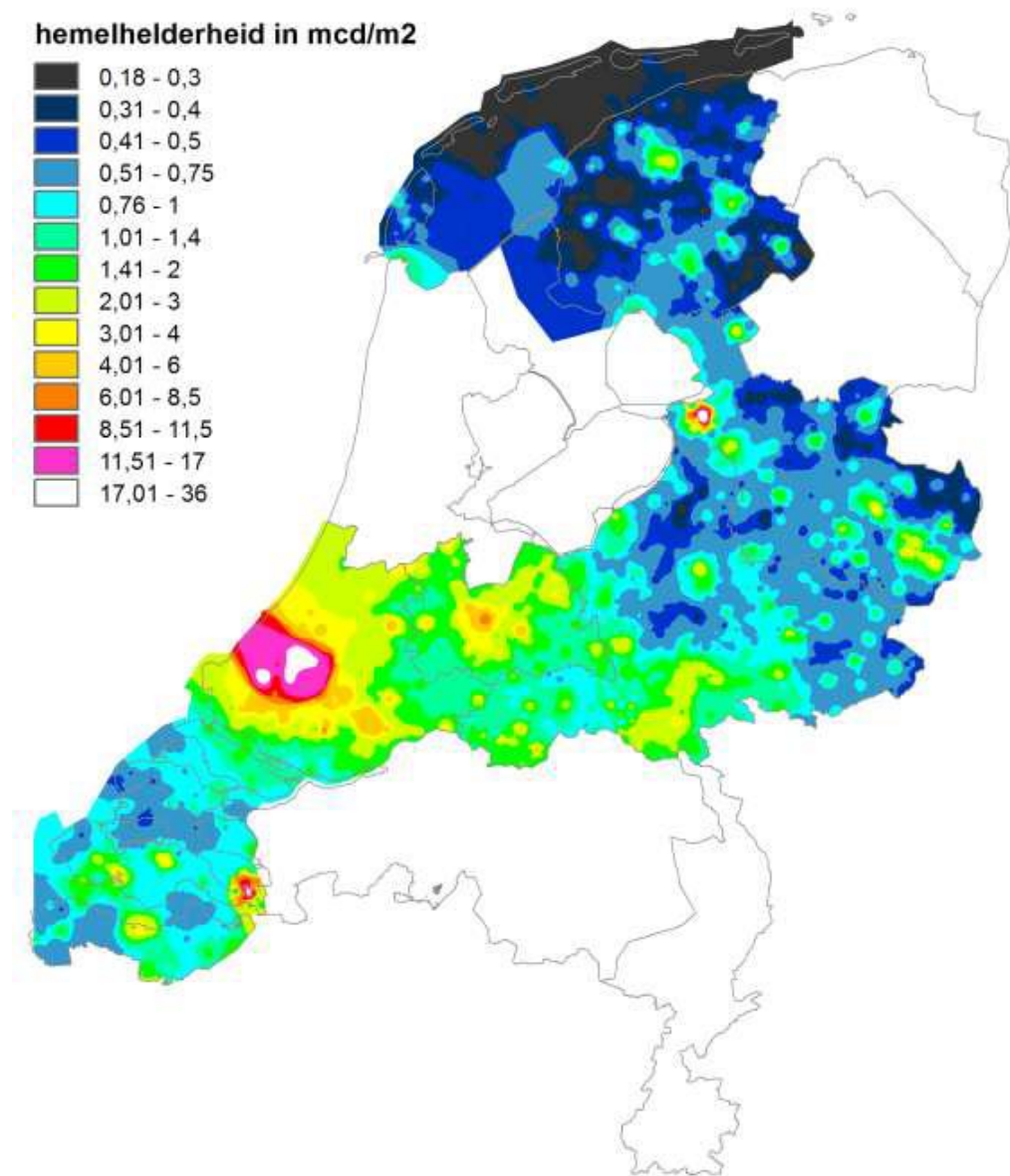
Figuur 4.4 Hemelhelderheidskaart Fryslân



Bron: Lichtonderzoek Fryslân, in opdracht van de provincie Fryslân, Onderzoeks- en adviesbureau Sotto le Stelle, december 2011



Figuur 4.5 Hemelhelderheid Nederland



Bron: Lichtonderzoek Fryslân, in opdracht van de provincie Fryslân, Onderzoeks- en adviesbureau Sotto le Stelle, december 2011

### Cultuurhistorie

De cultuurhistorische waarden volgen uit het beleidskader, hiervoor beschreven in paragraaf 4.1. De provincie Fryslân heeft als onderdeel van haar beleidskader een Cultuurhistorische Kaart (CHK2) opgesteld die ook is geraadpleegd. Relevant hiervan zijn de Afsluitdijk (het ensemble) en beschermde gezichten. Deze zijn hieronder beschreven.

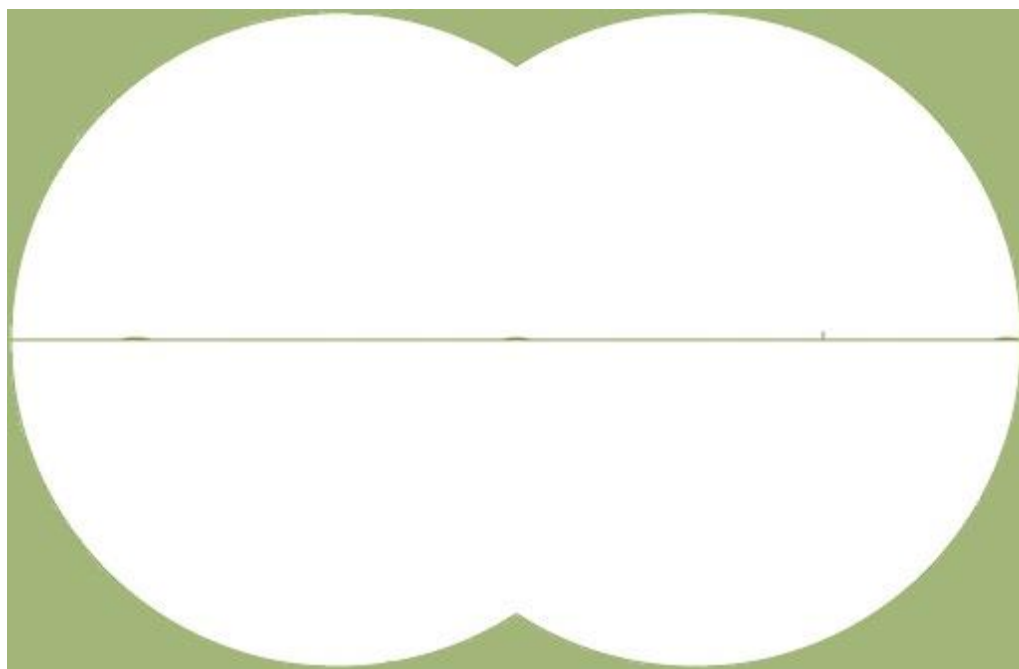
### *Afsluitdijk*

De Afsluitdijk is zeer eenduidig vormgegeven en slechts op enkele plaatsen verbijzonderd, namelijk bij de sluisen en voormalige werkeilanden en ter hoogte van de plek waar het zeegat uiteindelijk werd gesloten (het monument). De meeste gebouwen bij de sluisen en het monument zijn (Rijks-)monumenten, de Afsluitdijk zelf is dat niet. De verbijzonderde plekken zijn vanuit het IJsselmeer en de Waddenzee als verticale onderbrekingen waarneembaar in de lage lange lijn van de Afsluitdijk.

Op grote afstand (10 kilometer en verder) is de Afsluitdijk een relevant element dat zelf ook soms niet en soms wel zichtbaar is. Het ensemble van de Afsluitdijk is de enige relevante cultuurhistorische waarde en bestaat uit de lage Afsluitdijk met de onderbrekingen of knooppunten. De Afsluitdijk is een vorm van historische geografie. De beschrijving van de waarden is hiervoor opgenomen.

Figuur 4.6 is een schematische weergave van het ensemble Afsluitdijk vanuit de Waddenzee bezien, op grote afstand. Bij het naderen van de Afsluitdijk wijzigt dit beeld niet, maar zullen de onderbrekingen nadrukkelijker aanwezig worden evenals het contrast tussen de lage recht dijk en deze elementen. Vanuit het IJsselmeer geldt een vergelijkbare beschrijving. Op korte afstand is slechts nog een deel van het ensemble herkenbaar en valt met name de lage lange strakke dijk op.

**Figuur 4.6 Schematische weergave van het zicht vanaf de Waddenzee loodrecht op de Afsluitdijk**



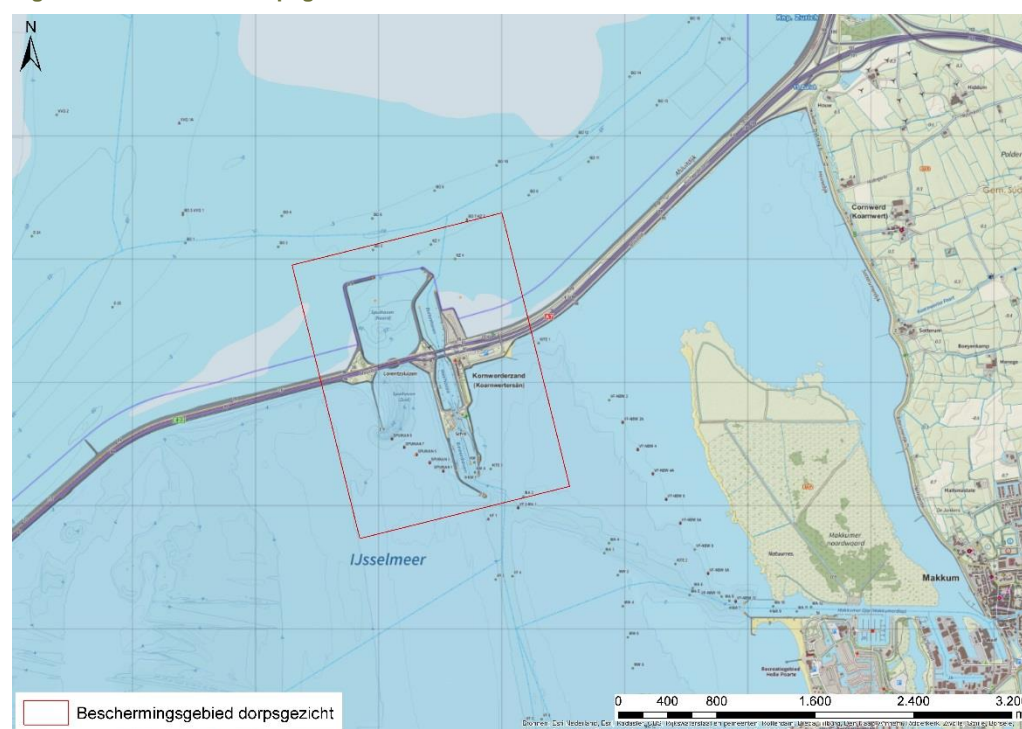
Met v.l.n.r. Kornwerderzand, Breezanddijk, het Monument en de sluisen bij Den Oever als oriëntatiepunten  
Bron: Joeri de Bekker, 2013

### *Beschermde gezichten*

Het sluisencomplex en de nederzetting bij Kornwerderzand vormen een beschermd dorpsgezicht. De te beschermen waarden betreffen de nederzetting zelf en de

verdedigingsstelling uit de jaren '30 van de vorige eeuw. Die stelling bestaat uit twee linies aan weerszijden van de eigenlijke sluizen. Bij deze stelling is gebruik gemaakt van strekdammen ten behoeve van een breed, oost-noordoostelijk gericht front. De beide linies bestaan uit een reeks van kazematten (gedekte schietopstellingen). Dit zijn veelal Rijksmonumenten. Het open schootsveld was essentieel voor de militaire kracht van de stelling en bepaalt nog steeds het karakter van het gebied, dat verder bepaald wordt door het scherpe contrast tussen land en water en de afwisseling tussen de strekdammen en het water. Kornwerderzand is ook van belang als sluiscomplex en nederzetting in verband met de aanleg van de Zuiderzeewerken. Het plangebied van Windpark Fryslân ligt ten zuidwesten van het beschermd dorpsgezicht (een rechthoekig begrensd gebied om Kornwerderzand heen) en de onderlinge afstand bedraagt circa 5 kilometer.<sup>20</sup> Voor de beoordeling van potentiële effecten op cultuurhistorie is het beschermd dorpsgezicht en de Rijksmonumenten daarbinnen daarom verder buiten beschouwing gelaten. Het kabeltracé loopt door de begrenzing van het beschermde dorpsgezicht. De kabel ligt ondergronds en heeft geen invloed op de beschermde waarden van het dorpsgezicht. Bij de aanleg van de kabel zal rekening worden gehouden met de aanwezige waarden (waaronder de Kazematten) door deze te vermijden of hier diep onder door te gaan. Gevolgen voor de cultuurhistorische en ruimtelijke waarden van het beschermd dorpsgezicht zijn niet aan de orde.

**Figuur 4.7 Beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand**



Bron: Pondera Consult

<sup>20</sup> De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed heeft in enkele concrete gevallen een afstand van 1.800 tot 2.000 meter geadviseerd tussen turbines en de grenzen van beschermde gezichten. Dit is een vrijblijvend advies. De Structuurvisie Wind op Land, waar ook de Rijksdienst aan gebonden is, hanteert op dit punt geen norm.

#### Kader 4.4 Bestemmingsplan Kornwerderzand

Het bestemmingsplan zegt over het Kornwerderzand: “De huidige ruimtelijke structuur refereert sterk aan de ontstaansgeschiedenis van het dorp. Deze historische kwaliteit, de stedenbouwkundige structuur, alsmede de bijzondere (tijdsgerelateerde) bouwwerken zijn aanleiding geweest om het grootste deel van het plangebied als Beschermd dorpsgezicht aan te wijzen”. Als kenmerken van betekenis voor de ruimtelijke structuur worden genoemd:

- het contrast tussen land en water;
- de verdedigingswerken met zes strekdammen loodrecht op de Afsluitdijk (waar de schootvelden aan zijn gerelateerd die zijn genoemd in het kader van de structuurvisie Toekomst Afsluitdijk);
- Kazematten in karakteristiek verspreidingspatroon en voorkomen (rijksmonument);
- de spuisluizen, twee maal vijf, ten behoeve van de afvoer van water (rijksmonumenten);
- de schutssluisen, ten behoeve van de doorvaart van schepen (rijksmonumenten);
- nederzetting verband houdende met aanleg van de Zuiderzeewerken.

Het centrum van Makkum is in de jaren tachtig aangewezen als beschermd dorpsgezicht. Het beschermde gezicht ligt op circa 8 kilometer afstand van Windpark Fryslân. Op vergelijkbare afstanden bevinden zich de beschermde dorpsgezichten van Workum (niet aan de IJsselmeerkust, circa 8 kilometer van het plangebied) en Hindeloopen, op circa 7 kilometer van het plangebied. Gezien de afstand tot de beschermde dorpsgezichten zijn deze hierna buiten beschouwing gelaten.

#### 4.2.2 Archeologie

Overall in de bodem kunnen restanten van vroegere samenlevingen verborgen liggen. Archeologie bevindt zich niet alleen op land maar ook onder water. Denk aan scheepswrakken en archeologische bewoningssporen die in de loop der tijd zijn overspoeld door het water. Of en waar zich nog eventuele archeologie kan bevinden, is sterk afhankelijk van de mate waarin de verschillende landschappen in de ondergrond bewaard zijn gebleven.

##### *Ontstaansgeschiedenis landschap*

De basis van het landschap rondom het plangebied ligt in het laat Pleistoceen. Tijdens de laatste ijstijd werd onder invloed van het poolwoestijnklimaat een dik pakket zand door de wind afgezet. Het zand hier is overwegend afkomstig uit het toen drooggevallen Noordzeebassin en bestaat uit goed gesorteerd, matig afgerond fijn zand. Tijdens het Holoceen stijgt de gemiddelde temperatuur en, onder invloed daarvan, de zeespiegel. Langzaam komen de laagst gelegen delen van het landschap onder water te staan. In de omgeving van het plangebied kan zich rond 3.850 voor Christus veen vormen onder invloed van een stijgende zeespiegel, achter de strandwallen ten westen van de huidige kustlijn. Dit basisveen bedekt het dekzand in het hele plangebied. Door toenemende invloed van de zee komt het hele gebied onder invloed van getijden. Rond 1.500 voor Christus bevindt het gebied zich op de grens van een groot aaneengesloten veenlandschap en het noordelijke zeekleigebied.

Vanaf 1.200 voor Christus tot rond het begin van onze jaartelling vormde zich het Flevomeer. De zee had inmiddels zijn grip op het huidige IJsselmeergebied verloren, omdat langs de westkust van Nederland zich een aaneengesloten strandwallengebied had gevormd. Toch bleef er sprake van ‘wateroverlast’, omdat het water dat via de IJssel vanuit het achterland werd aangevoerd ook niet meer, dan wel minder gemakkelijk, richting zee kon worden afgevoerd. Het gevolg hiervan was het ontstaan van een uitgestrekt meer: het Flevomeer. De uitbreiding van

het Flevomeer leidde tot de afbraak van een deel van het, inmiddels uitgestrekte, veengebied. Op de bodem van dit meer werden zogenaamde Flevomeerafzettingen gevormd; in feite verspoeld veenlandschap.

Onder invloed van erosie van het veen in het achterland en toenemende invloed vanuit het zeegat van Terschelling ontstaat een verbinding tussen de Noordzee en wat in de vroege Middeleeuwen het Almere wordt genoemd. Die verbinding groeide door: door stormvloed in de Late Middeleeuwen (met name in de 12<sup>e</sup> en 13<sup>e</sup> eeuw) breidde het water zich uit tot een heuse binnensee: de Zuiderzee. Rond 800 na Christus bevindt het gebied zich tussen twee grote getijdengeulen die de Zuiderzee verbinden met de Waddenzee. Uiteindelijk verdwijnt ook dit laatste hoger gelegen restant onder het water van de Zuiderzee. Op de dieptekaart van het plangebied zijn de restanten van deze getijdengeulen nog zichtbaar als duidelijke laagten, al moet gezegd worden dat het onderwaterlandschap door de aanleg van de afsluitdijk, zeker ten noorden hiervan, drastisch is veranderd. In 1932 is de Afsluitdijk aangelegd en werden onder zoetwater omstandigheden de zogenaamde IJsselmeer Afzettingen gevormd.

#### *Archeologische verwachting*

Op de Indicatieve Kaart Archeologische Waarde (IKAW) ligt veruit het grootste deel van plangebied in een zone met een lage archeologische verwachting voor waterbodems.<sup>21</sup> Slechts een klein gedeelte, het restant van de getijdengeul, heeft een hoge archeologische verwachting. Het gaat daarbij om de verwachting op het aantreffen van vaartuig gerelateerde vondsten. Restanten van vroegere getijdengeulen zijn op de dieptekaart van het gebied zichtbaar als duidelijke laagten.

De achterliggende redenering vanuit de IKAW hiervoor is als volgt: doordat de top van de pleistocene afzettingen (dekzand) in het gebied is geërodeerd, is de kans op het aantreffen van sporen uit de vroege prehistorie (Paleolithicum tot en met Neolithicum; tot 2.000 voor Christus) klein. Ditzelfde geldt voor sporen uit de latere prehistorie (Bronstijd en IJzertijd; 2.000 - 12 voor Christus) gerelateerd aan de veenafzettingen in het gebied, omdat deze afzettingen verspoeld zijn geraakt vanaf het moment dat het gebied onder invloed van de getijden kwam. Alleen voor het restant van de getijdengeul in het plangebied geldt een hoge archeologische verwachting. Het gaat daarbij om de verwachting op het aantreffen van water gerelateerde vondsten (vaartuigen, visgerei, oeverconstructies) vanaf de Romeinse tijd (12 voor Christus - 450 na Christus). In principe geldt echter voor het hele plangebied dat de kans bestaat op scheepvaart gerelateerde vondsten vanaf de Late Middeleeuwen (1.250 - 1.500 na Christus). Gezien het grote aantal scheepvaart gerelateerde vondsten uit deze en latere perioden - niet alleen ten oosten van het plangebied, maar ook direct ten noorden daarvan - wordt de kans op het aantreffen van scheepvaart gerelateerde vondsten uit de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd (1.500 - 1.950 na Christus) in het plangebied daarom middelhoog geacht.

Voor het kabeltracé op land geldt dat in grote delen van Friesland sprake is van een verplichting tot karterend onderzoek op grond van FAMKE, de Friese archeologiekartaal. Vanaf de Afsluitdijk tot Sneek betreft dit karterend onderzoek 1 en 2 en hierna 3 voor de middeleeuwen en voor de steentijd-bronstijd alleen vanaf Sneek karterend onderzoek 3. Aangewezen gebieden waar voor geldt dat behoud wordt nagestreeft liggen niet in het tracé. Omdat het grootste deel van de kabelverbinding in de berm van de A7 ligt op een beperkte diepte is de bodem hier reeds

<sup>21</sup> De Friese Archeologische Monumentenkaart Extra bevat echter geen beoordeling voor het IJsselmeer.

verstoord en zijn geen archeologische waarden te verwachten. Als het precieze tracé bekend is dient geverifieerd te worden of delen die buiten de berm van de snelweg liggen nader karterend onderzoek vereisen. Aangezien voor de bermen naar verwachting door middel van ploegen de kabel kan worden aangelegd is geen aanleiding beïnvloeding van bekende archeologische waarden te verwachten door grondwaterverandering tijdens de aanleg.

#### 4.2.3 Autonome ontwikkeling

De belangrijkste autonome ontwikkeling in de omgeving van het IJsselmeer zijn de realisatie van windpark Noordoostpolder (NOP), windpark Wieringermeer, de versterking van de Afsluitdijk en de vismigratierivier. De bouw van windpark NOP, langs en op de dijken van de Noordoostpolder, is gestart. In Noord-Holland speelt de ontwikkeling van windpark Wieringermeer. Op het moment van schrijven van dit MER loopt er een beroepsprocedure.

Voor landschap bestaat de referentiesituatie uit de huidige situatie plus windpark Noordoostpolder en windpark Wieringermeer. Voor landschap, cultuurhistorie en archeologie gaat het om de maatregelen om de Afsluitdijk te versterken en om de vismigratierivier. Een beschrijving van deze ontwikkelingen is te vinden in paragraaf 2.2.3. Aangezien voor de versterking van de Afsluitdijk geldt dat het huidige beeld, een groene dijk, behouden blijft heeft dit geen invloed op de effectbeschrijving en –beoordeling. Het windpark ligt op ruime afstand van de vismigratierivier waardoor hier geen invloed op ontstaat.

Er zijn geen autonome ontwikkelingen die bodemingrepen in het plangebied noodzakelijk maken. De referentie situatie voor archeologie komt overeen met huidige situatie.

##### *Toekomstige ontwikkelingen*

Naast de autonome ontwikkelingen zijn er ook ontwikkelingen waarvan nog niet zeker is of en hoe deze zich voor zullen doen; er heeft nog geen besluitvorming plaatsgevonden. Deze ontwikkelingen maken geen onderdeel uit van de referentiesituatie. Wel is in het ontwerp rekening gehouden met het vormgevingsprincipe uit het masterplan gericht op het houden van een afstand van minimaal 6 kilometer tot potentiële opstellingen van windturbines op de koppen van de Afsluitdijk. Het plangebied ligt op ruim 8 kilometer van de locatie op Fries grondgebied waar mogelijk een windpark wordt opgeschaald of gerealiseerd en op grotere afstand van de windturbines in de Wieringermeer.

### 4.3 Effectbeschrijving

Voor de effectbeschrijving van de alternatieven is gebruik gemaakt van fotovisualisaties. Vanaf verschillende punten zijn foto's gemaakt van het gebied. Met behulp van een computer programma zijn de windturbines in die foto's geplaatst. Naast vaste gezichtspunten is ook gebruik gemaakt van films/animatie om de beleving bij het naderen en passeren van het windpark inzichtelijk te maken. Dit is gedaan voor het beeld al rijdend in een auto over de Afsluitdijk en varende over het IJsselmeer.

Ter illustratie van de teksten bevat dit hoofdstuk enkele fotovisualisaties. Vanwege de afmetingen van dit hoofd rapport komen de visualisaties niet goed tot hun recht. Het beeldboek 'Windpark Fryslân, Ode aan de Dijk' bevat vrijwel alle fotovisualisaties in gedrukte vorm op een groter formaat. De fotovisualisaties (inclusief een nachtelijke visualisatie) en de films zijn digitaal



beschikbaar gesteld op de bijgevoegde DVD<sup>22</sup> en op de website Windpark Fryslân. De fotovisualisaties en de films zijn getoond op een belevingsscherm tijdens verschillende informatieavonden.<sup>23</sup> Dit scherm biedt de mogelijkheid om de windturbines ook draaiend te laten zien.

#### 4.3.1 Landschap en cultuurhistorie

In de effectbeschrijving wordt aan de hand van beoordelingscriteria nader ingegaan op

1. de bestaande landschappelijke kwaliteiten:
  - a. openheid en horizonbeslag (inclusief weidsheid als cultuurhistorische waarde);
  - b. aansluiting bij bestaand of vorming van een nieuw landschapstype, inclusief schaal, identiteit en natuurlijkheid waaronder duisternis;
  - c. belevenisbepalende elementen (continuïteit en strakke lijn van de Afsluitdijk inclusief historische schootsvelden);
2. de waarneming en beleving van het landschap:
  - a. visuele rust;
  - b. zichtbaarheid vanaf verblijfsplekken en routen;
  - c. herkenbaarheid van de opstelling en interferentie met andere opstellingen;
3. de betekenis van windturbines in het landschap.

##### 1: Bestaande landschappelijke kwaliteiten

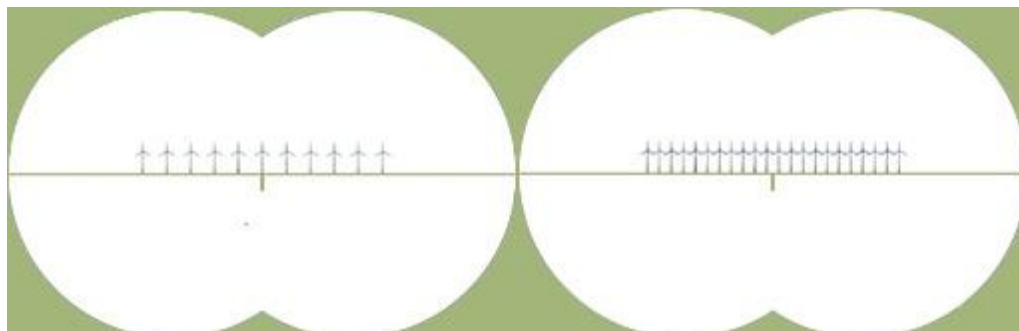
###### *1a Bestaande landschappelijke kwaliteiten: Openheid en horizonbeslag*

Het criterium (invloed op de) openheid en horizonbeslag heeft betrekking op de 'vulling' van het beeld dat de beschouwer heeft. In de regel wordt hierbij aangehouden dat naar mate een alternatief het beeld minder vult en daarmee de openheid of weidsheid minder aantast, deze positiever wordt gewaardeerd dan een alternatief die het beeld meer vult. Horizonbeslag heeft te maken met de feitelijke breedte van het alternatief binnen het blikveld van de beschouwer. Hier geldt als vuistregel: hoe breder de opstelling, hoe groter het horizonbeslag, hoe negatiever de beoordeling. Dit is schematisch weergegeven in figuur 4.8, dit betreft niet één van de alternatieven.

<sup>22</sup> Aangezien de film niet ter inzage wordt gelegd is deze geen onderdeel van het MER maar wel ter informatie bijgevoegd en beschikbaar via de website van het project.

<sup>23</sup> Pondera Consult heeft een belevingsscherm ontwikkeld. Hiermee kunnen foto- en video visualisaties getoond worden op een groot gebogen scherm van 6x2,20 meter. Door de curve van het scherm en de beeldvullende openingshoek heeft de aanschouwer veel meer het idee dat hij of zij op de locatie staat. Bovendien worden vertekeningen in de foto tegengegaan.

**Figuur 4.8 Schematische weergave criterium openheid: in het linker beeld is de 'vulling' twee maal zo klein als in het rechter beeld**

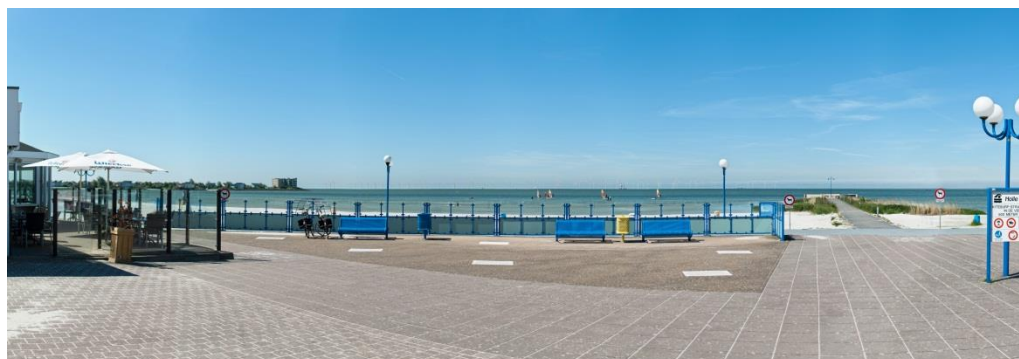


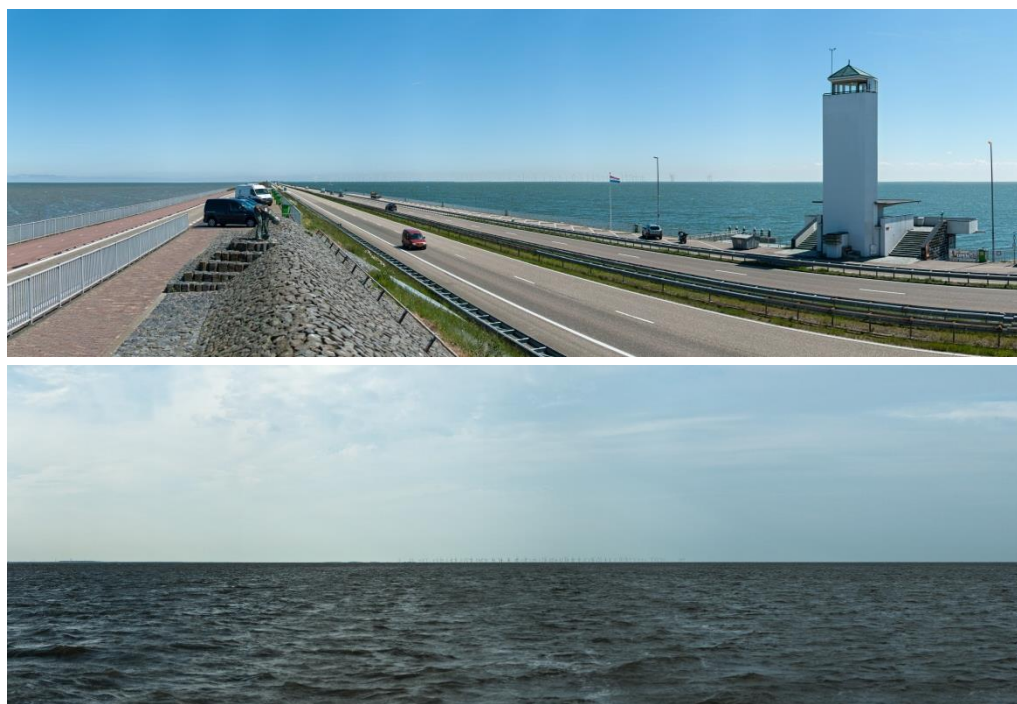
Bron: J. de Bekker

De aanwezigheid c.q. zichtbaarheid van een windturbine in de horizon is niet per definitie een aantasting van de openheid. Bij plaatsing van meerdere windturbines geldt zowel op kleine als grote afstand dat het relatief smalle objecten zijn met verhoudingsgewijs grote open ruimten ertussen (circa 1:200 of meer) waardoor een zekere mate van openheid behouden blijft, dit in tegenstelling tot objecten als loodsen of concentraties van woningen.

Voor het criterium openheid geldt dat op zeer grote afstand (10 kilometer en meer) het effect gering is, ook al omdat het windpark op die afstand alleen bij helder weer goed zichtbaar is en de verticaliteit (de relatieve hoogte in het blikveld van de waarnemer) van de turbines op die afstand gering is. Alle alternatieven scoren op dat schaalniveau min of meer gelijk: licht negatief (-). Het effect wordt groter op het middelste schaalniveau, mede door de toename van de verticaliteit van de turbines (dit blijkt bijvoorbeeld uit standpunt 2 en 8 ten opzichte van standpunt 13) en door het aantal turbines. Alternatief 2 scoort op dit schaalniveau daarom negatief tot licht negatief (-/-), terwijl alternatief 1, 3 en 4 licht negatief (-) scoren (want minder turbines). Op het laagste schaalniveau (standpunt 9) is het aantal turbines van nog doorslaggevender belang. Daar scoort het alternatief met de meeste turbines, alternatief 2, het meest negatief op het criterium openheid (-). De overige scoren min of meer gelijk (licht negatief tot negatief (-/-)).

**Figuur 4.9 Windpark (alternatief 2) gezien vanaf standpunten 2, 8 en 13**





Van boven naar onder: Holle Poarte (standpunt 2), Afsluitdijk bij het monument (standpunt 8) en vanuit de vaargeul Harlingen Terschelling (standpunt 13) Bron: Pondera Consult.

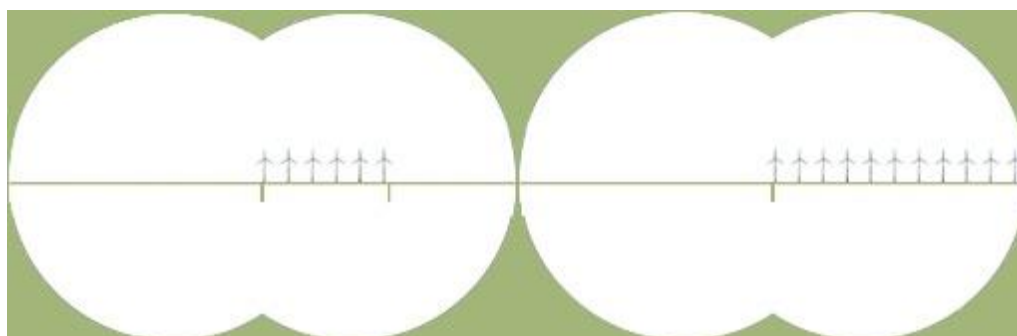
Voor het criterium horizonbeslag (zie Figuur 4.10) geldt min of meer hetzelfde effect als voor openheid. De breedte van de opstelling van alternatief 1 en 3 is nagenoeg vanuit elk standpunt gelijk, omdat deze alternatieven min of meer rond zijn, maar neemt toe naarmate de afstand tot de opstelling kleiner wordt. Daardoor wordt het effect negatiever naarmate de afstand en dus het schaalniveau kleiner wordt. Alternatief 2 en 4 zijn meer uitgerekt. Daarvoor geldt dat de breedte van de opstelling niet alleen van de afstand afhankelijk is, maar ook van het standpunt van de beschouwer. Hierbij mag het aantal waarnemingen meewegen (zie ook het criterium zichtbaarheid). Gesteld kan worden dat verreweg de meeste beschouwingen zullen plaatsvinden:

- door gebruikers vanaf de Afsluitdijk (rijdend);
- vanaf de belangrijkste stopplaatsen Breezanddijk en het Monument (standpunt 8 en 9);
- vanaf de kade van Holle Poarte (standpunt 2);
- vanaf de belangrijkste vaarroutes langs het plangebied;<sup>24</sup> en
- vanaf concentraties van recreanten langs de Friese IJsselmeerkust<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> Het windpark zal niet alleen vanaf de Afsluitdijk en de kustlijnen zichtbaar zijn, maar ook vanaf het water en de vaarroutes. In de keuze van de standpunten is hier mede rekening mee gehouden. De aantallen waarnemingen spelen hierbij ook een rol. Die vanaf het water zijn (veel) geringer dan die vanaf de vaste wal en de Afsluitdijk. Verder kan nog worden opgemerkt dat de snelheid waarmee men zich over het water begeeft beduidend lager is dan die over de Afsluitdijk. Beide aspecten zijn meegewogen bij de (totale) effectbeoordeling.

<sup>25</sup> Hierbij dient de kanttekening te worden gemaakt dat bij de keuze van standpunten al rekening is gehouden met het aantal waarnemingen dat vanaf die standpunten plaats zal vinden.

Figuur 4.10 Horizonbeslag: linker beeld 25% horizonbeslag, rechter beeld 50% horizonbeslag



Bron: J de Bekker

Het horizonbeslag is voor alle alternatieven op het laagste schaalniveau (de locatie van het windpark) min of meer gelijk, omdat dan in feite het hele blikveld gevuld is met turbines (alternatief 2 scoort --, voor alternatieven 1, 3 en 4 is dit -- /-). Vanuit Makkum zelf (de dichtstbij gelegen grotere woonplaats) vinden weliswaar veel waarnemingen plaats, maar is sprake van tussenliggende obstakels (begroeiingen, scheepsmasten) die het zicht op het windpark nagenoeg geheel wegnemen. Vanuit het midden en het zuidelijke deel van het IJsselmeer en de Waddenzee (gebruikers vanaf het water) is het verschil in horizon beslag tussen de alternatieven op elk schaalniveau vergelijkbaar.

In de scores zijn de effecten opgenomen op openheid en weidsheid door de aanwezigheid van de windturbines te bepalen. Als opmerking wordt daarbij gemaakt dat het landschappelijk concept dat in de ontwerpsessies tot stand is gekomen als achterliggende visie met zich mee draagt dat een object in de ruimte een ruimte leesbaarder kan definiëren dan een geheel lege ruimte. Zoals een tafel in een kamer de ruimte van de kamer leesbaarder maakt dan diezelfde kamer zonder tafel. Het gevoel van een leeg landschap zal in de Friese kustzone en het IJsselmeer tussen Breezanddijk en Den Oever als zeer weids worden ervaren door de inpassing van de opstelling van een ronde opstelling met een heldere interne structuur. Het aspect in tijd van het relatief langzaam opbouwen contrast (bij benadering windpark) en het relatief snel laten verdampen van het contrast (passeren van het park) zal de ervaring van weidsheid en leegte doen versterken.

Specifieke voor de locatie van de Holle Poarte, één van de locaties waar direct toegang is tot het IJsselmeer en waar met name zomers recreatie plaatsvindt komt naar voren uit de visualisaties dat bij alternatieven 2 en 4 de windturbines aansluiten bij de dam van het villapark waardoor de horizon wordt gesloten aan de linkerzijde van het blikveld. Deze aansluiting tast de autonome en herkenbare identiteit van de opstelling aan. Een deel verdwijnt achter de bebouwing waardoor het park minder goed leesbaar is. Op het niveau van de beoordeling is dit een detail dat in de scores geen verschil maakt.

Tabel 4.4 Beoordeling landschap, criterium 1a Openheid en horizonbeslag (inclusief weidsheid)

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	-	-	-	-

Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	-	--	-	--
Locatie zelf (in en om het windpark)	--/-	--	--/-	--/-

Figuur 4.11 Kijkend vanaf Makkum naar het westen



Bron: J. de Bekker, opname 29 september 2013

#### 1b. Aansluiting bij bestaand of vorming van nieuw landschapstype

Bij een windopstelling op land vormen windturbines als het ware een nieuwe laag in het landschap. Dat komt met name door de grote dimensies van moderne windturbines en het grote verschil in maat en schaal met andere landschapselementen. Bij een opstelling op open water is dit door het ontbreken van andere landschapselementen niet of nauwelijks het geval. De identiteit van het huidige 'landschap' van het IJsselmeer is die van een zeer grootschalig open watervlakte met een weidse horizon, lange zichtlijnen en markante oriëntatiepunten langs de kust en de Afsluitdijk. Natuurlijkheid inclusief duisternis kan ook onder de huidige landschappelijke waarden van zowel de Waddenzee als het IJsselmeer worden geschaard. Wat betreft het aansluiten bij het landschap gaat het bij de effectbeschrijving vooral om de relatie met de Afsluitdijk en de grootschaligheid van het gebied. Een goed herkenbare interne orde leidt bij beschouwers tot een hogere waardering van windparken, dan wanneer deze slecht herkenbaar of zelfs afwezig is, aldus de SWOL.

Om het onderscheid tussen bestaand en nieuw landschapstype te behouden zijn deze apart besproken en beoordeeld.

#### Aansluiting bij bestaand landschapstype

De maat en schaal van het IJsselmeer, Waddenzee en die van de Afsluitdijk zijn erg groot. In die zin sluit een grootschalig en strak geordend windpark goed aan bij het onderliggende 'landschap', namelijk dat van een grote open watervlakte met een groot rechtlijnig element. De leegte van het bestaande 'landschap' wordt door de aanleg van het windpark wel negatief beïnvloed. De aantasting van het huidige landschap van het IJsselmeer kan als licht negatief tot negatief (-/-) worden beoordeeld (voor alle drie de schaalniveaus).

Tabel 4.5 Beoordeling landschap, criterium 1b Effect op bestaand landschapstype

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	--/-	--/-	--/-	--/-

Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	--/-	--/-	--/-	--/-
Locatie zelf (in en om het windpark)	--/-	--/-	--/-	--/-

#### *Ontstaan van een nieuw landschapstype*

De toevoeging van een windpark leidt in feite tot een nieuw landschapstype: een (grote) watervlakte met daarin een grid van grote windturbines, naast watervlaktes zonder grid van windturbines. Het ontstaan van een nieuw landschapstype met een eigen identiteit en eigen landschappelijke kenmerken is positief (++) beoordeeld. Dit geldt voor alle drie de schaalniveaus.

**Tabel 4.6 Beoordeling landschap, criterium 1b Ontstaan van een nieuw landschapstype**

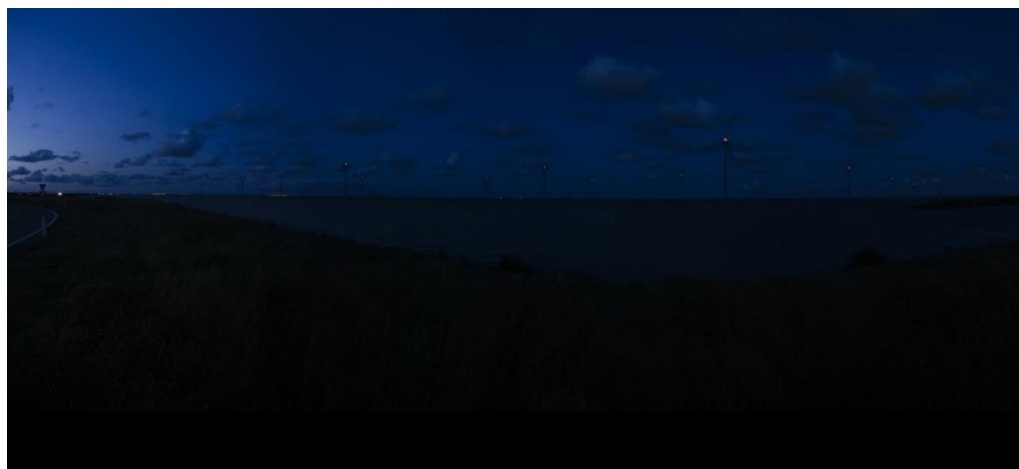
Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	++	++	++	++
Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	++	++	++	++
Locatie zelf (in en om het windpark)	++	++	++	++

#### *Duisternis*

Voor de bouwfase van zowel de turbines als het werkeiland geldt dat gericht verlichting wordt toegepast om effecten op duisternis zoveel mogelijk te beperken. De effecten hiervan zijn slechts tijdelijk. Voor werkzaamheden aan de kabel geldt aanvullend dat deze achter de dijk plaatsvinden, waardoor dit slechts beperkt effect zal hebben op de duisternis in de Waddenzee. Overigens betreft het ook hier tijdelijke effecten die enkel in het zomerseizoen worden uitgevoerd wanneer het lang (natuurlijk) licht is.

Met betrekking tot duisternis geldt voor alle alternatieven dat in verband met de veiligheid voor vliegverkeer de (buitenste) turbines verlichting moeten voeren (zie ook figuur 4.13).

**Figuur 4.12 Visualisatie nachtelijk beeld vanaf Breezanddijk**



Bron: Pondera Consult



Deze verlichting zal als rode puntbronnen zichtbaar zijn vanaf de Waddenzee maar is niet van invloed op de daar heersende duisternis (geen uitstraling).<sup>26</sup> Omdat de verlichting wel zichtbaar is, is het effect op de natuurlijkheid (waar duisternis onder geschaard kan worden) licht negatief beoordeeld. Alternatieven met meer turbines in de buitenste rand hebben beperkt meer windturbines met verlichting (tot circa 5-7), maar dit maakt de effectbeoordeling niet anders gezien het beperkte verschil in aantal. Dit effect is voor alle schaalniveaus min of meer gelijk en is apart in de tabellen opgenomen.

**Tabel 4.7 Beoordeling landschap, criterium 1b Duisternis**

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	-	-	-	-
Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	-	-	-	-
Locatie zelf (in en om het windpark)	-	-	-	-

*1c. Belevingsbepalende elementen (continuïteit en strakke lijn van de Afsluitdijk, inclusief invloed op schootvelden)*

Het IJsselmeergebied vormt één van de hoofdlandschapstypen binnen de Verordening Romte van de provincie Fryslân. De belangrijkste kernkwaliteiten van dit gebied in relatie tot het plangebied van Windpark Fryslân zijn het zeer grootschalig open landschap met weidse horizon en lange zichtlijnen, de extreme horizontaliteit en leegheid en de sterk weersafhankelijke dynamiek, zoals golfslag en stroming. De belangrijkste structurerende dan wel belevingsbepalende elementen zijn het open water en de strakke Afsluitdijk met als oriëntatiepunten Kornwerderzand en Breezanddijk.

Doordat alle vier de alternatieven los van de Afsluitdijk liggen worden de continuïteit en strakke lijn van de Afsluitdijk in fysieke zin niet aangetast. Qua beeld is dit eveneens het geval op het hoogste schaalniveau. Kijkend vanaf de Waddenzee en vanaf de dijk zelf op grotere afstand (standpunten 8, 11, 12 en 13) wordt de continuïteit van de dijk noch de strakke lijn aangetast. Vanaf het IJsselmeer en de kustlijn van het IJsselmeer (hoogste schaalniveau, standpunt 3, 4, 5 en 6) geldt hetzelfde.

<sup>26</sup> Eventuele gevolgen voor natuur komen in het volgende hoofdstuk aan bod.

Figuur 4.13 Windpark (alternatief 2) gezien vanaf standpunten 6 en 11



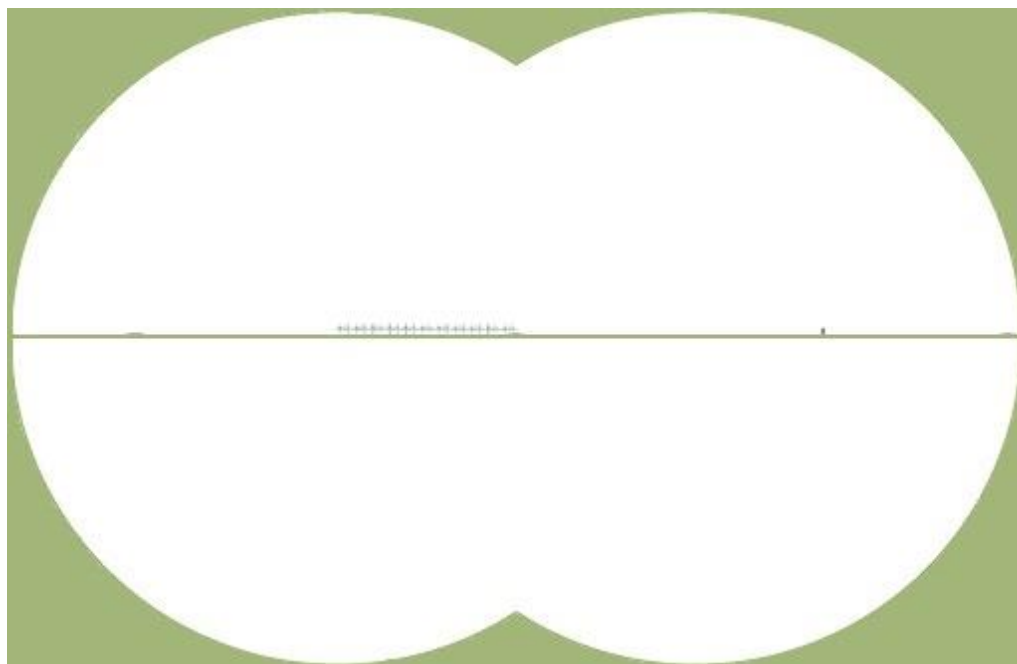
Boven vanuit de vaargeul Waddenzee Afsluitdijk (fotopunt 11) en onder Medemblik (fotopunt 6).

Bron: Pondera Consult

Als de Afsluitdijk al zichtbaar is op dergelijke afstanden is de continuïteit van de Afsluitdijk tussen de windturbines door zichtbaar. Het effect op de herkenbaarheid van de continuïteit en strakke lijn kan voor alle vier de alternatieven voor het hoogste schaalniveau als neutraal (0) worden beoordeeld. Op het middelste en laagste schaalniveau treedt wel het effect op dat vanuit bepaalde standpunten een deel van de masten van de turbines zodanig dicht op elkaar lijkt te staan dat dit de herkenbaarheid van de continuïteit vanuit bepaalde standpunten beleeft vanaf het IJsselmeer enigszins verzwakt kan worden. Dit effect neemt iets toe naarmate de afstand kleiner wordt en is op het middelste schaalniveau als licht negatief tot neutraal (-/0) beoordeeld en op het laagste schaalniveau als licht negatief (-). Dit effect is voor de vier alternatieven min of meer gelijk.

De cultuurhistorische waarde van het ensemble van de Afsluitdijk, zijnde de lange lage rechte lijn onderbroken door een aantal zichtbare verticale elementen, wordt niet negatief beïnvloed. De onderbrekingen zijn in west-oost richting: het sluiscomplex Den Oever, het Afsluitdijkmonument (uitkijktoren Dudok), Breezanddijk en het sluiscomplex bij Kornwerderzand. Het windpark sluit aan bij één van deze elementen en versterkt deze. Dit zit besloten in de ontwerpprincipes van de vier alternatieven. Breezanddijk is het minst kenbare/herkenbare element door de oorspronkelijke functie als werkeiland. Tussen Breezanddijk en Kornwerderzand blijft de lange lage rechte lijn behouden, gezien vanuit de Waddenzee. Dit is schematisch weergegeven in figuur 4.14, de turbines in de figuur zijn ter illustratie opgenomen. Voor de goede orde: dit betreft niet één van de alternatieven.

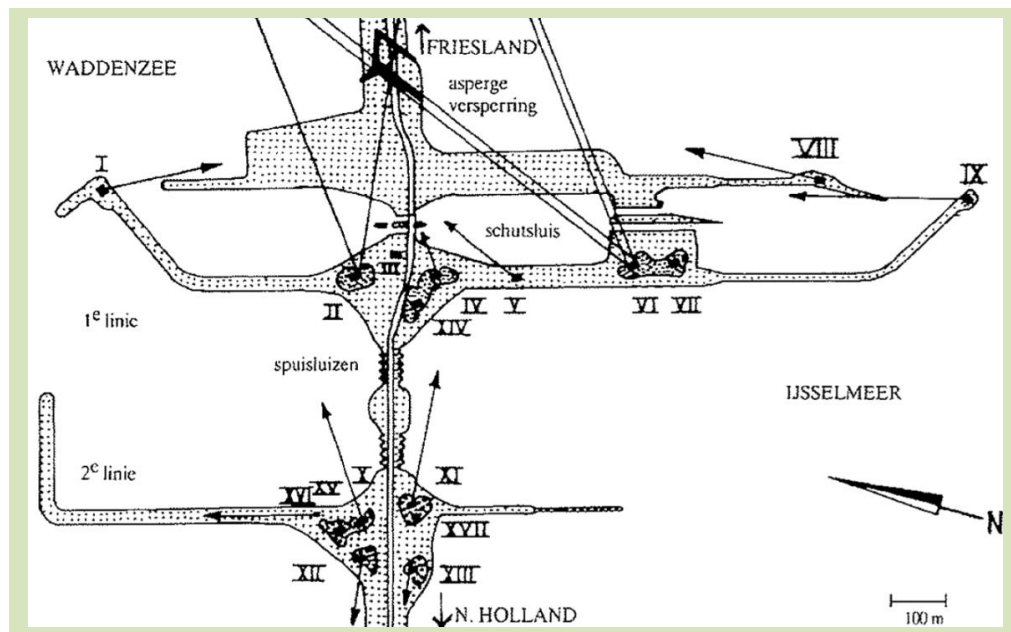
**Figuur 4.14** Schematische weergave: zicht op de Afsluitdijk, vanaf de Waddenzee, met een windpark



Bron: J de Bekker

De historische schootsvelden van de kazematten op Kornwerderzand en Den Oever vormen in feite een fysiek onderdeel van de Afsluitdijk (ze bestreken de Afsluitdijk zelf en waren bedoeld om een zich over de Afsluitdijk in westelijke richting verplaatsende vijand af te weren). Zij hangen nauw samen met de dijk als strategisch belangrijk onderdeel van de infrastructuur van Noord-Nederland en zijn in eerste instantie niet als zodanig herkenbaar, hetgeen logisch is (is deels de aard van schootsvelden). Richting Breezanddijk loopt het schootsveld parallel aan de Afsluitdijk. De schootsvelden worden verder niet door de verschillende alternatieven beïnvloed.

Figuur 4.15 Overzicht stellingen en schootsvelden Kornwerderzand



Bron: Bestemmingsplan Kornwerderzand

Tabel 4.8 Beoordeling landschap, criterium 1c Effect belevenisbepalende elementen

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	0	0	0	0
Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	-/0	-/0	-/0	-/0
Locatie zelf (in en om het windpark)	-	-	-	-

**2: de waarneming en beleving van het landschap**

*2a. Visuele rust*

Dit criterium heeft betrekking op de beweging van de rotoren. Hierbij geldt de vuistregel: hoe meer rotoren en hoe meer verschillende draaisnelheden, hoe groter het effect op de visuele rust. In geen van de alternatieven zal een significant verschil optreden in de snelheid waarmee de rotors draaien, omdat steeds voor één type windturbine per alternatief is gekozen en ze bij wind min of meer met een gelijke snelheid zullen draaien (voor moderne windturbines geldt dat deze een stabiel toerental hebben, meer wind wordt in meer energie omgezet door de bladhoek van de bladen aan te passen, aanvullend zal het verschil in windsnelheid binnen het plangebied zeer gering zijn).

Uiteraard zullen zo nu en dan enkele turbines stilstaan, maar zij zullen over het algemeen niet sneller of langzamer draaien dan andere. Dit leidt er toe dat het aantal turbines bepalend is voor het effect op het criterium visuele rust. Op het schaalniveau van de directe locatie scoort alternatief 3 op dit criterium licht negatief (-), alternatief 1 en 4 licht negatief tot negatief (-/-) en

alternatief 2 negatief (--). Ook hier geldt dat het schaalniveau invloed heeft. Hoe groter de afstand hoe minder de beweging van de rotors zal opvallen en dus hoe minder negatief het effect is.

Tabel 4.9 Beoordeling landschap, 2a Visuele rust

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	-/0	-	0	-/0
Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	--/-	--	-	--/-
Locatie zelf (in en om het windpark)	--/-	--	-	--/-

#### 2b. Zichtbaarheid vanaf verblijfsplekken en routes (inclusief beschermde dorpsgezichten)

Bij het criterium zichtbaarheid van het windpark wordt de regel gehanteerd dat naarmate het windpark (op een plek waar daarvoor geen windturbines stonden) meer zichtbaar is, dit negatiever wordt gewaardeerd. Standpunten waarvandaan of routes waarlangs veel beschouwingen plaatsvinden wegen zwaarder mee in de beoordeling dan standpunten of routes waar weinig beschouwingen plaatsvinden (in Groot-Brittannië spreekt men in het laatste geval van *'the casual observer'*, zie ook de criteria 1a. Openheid en horizonbeslag, en 2c. Herkenbaarheid). Ook afstand speelt een rol, aangezien over het algemeen (zeker in zeer open omgevingen) de zichtbaarheid toeneemt naarmate de afstand tot het windpark kleiner wordt. De omvang van het windpark (het aantal turbines en het oppervlak waarover zij zijn verspreid) speelt eveneens een rol (een groter windpark gaat minder schuil achter andere landschapselementen dan een kleiner windpark). Alternatief 2 en 4 zijn groter en scoren om die reden minder positief dan de alternatieven 1 en 3, het verschil in zichtbaarheid zal echter minimaal zijn.

Windpark Fryslân ligt buiten beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand op een afstand van meer dan 4,5 kilometer, maar daarvandaan is er wel zicht op Windpark Fryslân (zie fotostandpunt 1). Dit effect is meegenomen in de effectbeschrijving op het middelste schaalniveau. De beleefde kwaliteit van het beschermd dorpsgezicht in zijn omgeving wordt door de afstand tussen het gezicht en het windpark niet aangetast.

Windpark Fryslân ligt ver buiten het beschermd dorpsgezicht van Makkum en is daarvandaan vrijwel niet te zien. De afstand is dermate groot, circa 8 kilometer, dat geen gevolgen voor het beschermde gezicht optreden. Effecten op dit beschermde dorpsgezicht zijn derhalve niet nader beoordeeld.

Tabel 4.10 Beoordeling landschap, criterium 2b Zichtbaarheid

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	-/0	-	-/0	-
Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	-	--/-	-	--/-

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie zelf (in en om het windpark)	--/-	--	--/-	--

### 2c. Herkenbaarheid van de opstelling en interferentie met andere opstellingen

#### Herkenbaarheid van de opstelling

In alle vier de alternatieven is sprake van een zelfstandig, op grote afstand van andere windparken gelegen windpark, met een gridopstelling die inspeelt op de kijkrichting van de zich over de Afsluitdijk verplaatsende beschouwer. Dit maakt dat er, kijkend vanaf de Afsluitdijk en vanuit beweging vrijwel steeds één of meer lijnen van het grid daadwerkelijk als lijn herkenbaar zijn. Dit repeterend effect maakt dat ook het totale grid als grid zal worden herkend. Hetzelfde effect treedt op vanuit stilstand, vanuit afzonderlijke standpunten (zie de verschillende standpunten van de fotovisualisaties). De herkenbaarheid van het grid neemt toe naarmate de (kijk-)afstand tot het windpark kleiner wordt. Het totale effect voor de vier alternatieven is door de grote overeenkomsten in hun opstellingen min of meer gelijk en is als positief (+ tot ++) beoordeeld. De herkenbaarheid van het windpark als zelfstandige opstelling is ook voor de vier alternatieven gelijk en als positief (+ tot ++) te beoordelen. De herkenbaarheid van de turbineopstelling neemt wel toe naarmate de afstand kleiner wordt. In die zin is dit criterium niet onderscheidend tussen de alternatieven, maar wel onderscheidend met betrekking tot de schaalniveaus.

Tabel 4.11 Beoordeling landschap, criterium 2c Herkenbaarheid

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	+	+	+	+
Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	+ / ++	+ / ++	+ / ++	+ / ++
Locatie zelf (in en om het windpark)	++	++	++	++

#### Interferentie

Door de zeer grote afstand tot andere opstellingen van windturbines in de (ruimere) regio, waaronder windpark Noordoostpolder, is er geen sprake van interferentie met andere opstellingen en zal de herkenbaarheid van die opstellingen door de komst van Windpark Fryslân noch toe-, noch afnemen. De verschillen in effect tussen de drie schaalniveaus zijn voor het criterium interferentie niet onderscheidend. Dit effect is derhalve niet relevant. Dit geldt ook (door de grote onderlinge afstand) voor de ontwikkeling van het windpark in de Wieringermeer en potentiële ontwikkeling bij de kop van de Afsluitdijk van een windpark, waarvoor nog concrete besluitvorming moet plaatsvinden.

Tabel 4.12 Beoordeling landschap, criterium 2c Interferentie

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	0	0	0	0



Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	0	0	0	0
Locatie zelf (in en om het windpark)	0	0	0	0

### 3: De betekenis van windturbines in het landschap

#### 3a. Betekenis als landmark voor het landschap van Fryslân en associatie met wind

In het planMER dat is opgesteld voor de Structuurvisie Windstreek 2012 wordt gesteld dat 'wanneer een windpark als sterk, markant en autonoom element kan worden herkend, het de betekenis als *landmark* kan krijgen.' Voor alle vier de alternatieven voor Windpark Fryslân geldt dat er sprake is van een sterk, markant en autonoom element. De eigen herkenbare structuur reageert in alle vier de alternatieven op de lengterichting van de Afsluitdijk én is afgestemd op de kijkrichting van de zich over de afsluitdijk verplaatsende beschouwer. In alle vier de alternatieven ontstaat in feite een (nieuw) *landmark*.

Het totale effect is voor de vier alternatieven min of meer gelijk (niet onderscheidend) en kan als positief (++) worden gekenmerkt. Op het hoogste schaalniveau is sprake van een duidelijke markering van de entree van Fryslân. Op het middelste en laagste schaalniveau is dit effect iets geringer, maar is de beleving van de opstellingsdiagonalen weer groter (de herhaling van een zichtlijn door het windpark, vanuit beweging over de afsluitdijk, zowel bewegend richting Fryslân als richting Noord-Holland) en daarmee is de herkenbaarheid van deze specifieke vormgeving van het park als landmark ook groter. Vanuit stilstand is er op deze beide schaalniveaus eerder sprake van een groot gebied met windturbines voor de zuidelijke 'kustlijn' van de Afsluitdijk.

Het zeer open gebied wordt met wind geassocieerd en leent zich voor de opwekking van windenergie. De aanleg van Windpark Fryslân leidt, ongeacht het uiteindelijke alternatief, tot het ontstaan van een nieuw windenergielandschap. In de SvWOL wordt gesteld dat de plaatsing van windturbines 'op een consistente en voor iedereen inzichtelijke manier bijdraagt aan de belevingswaarde van windenergielandschappen'. Ook dit effect kan op alle drie de schaalniveaus en voor alle vier de alternatieven als positief (++) en niet onderscheidend worden gekenmerkt.

Tabel 4.13 Beoordeling landschap, criterium 3a Betekenis als *landmark* en associatie met wind

Schaalniveau	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Locatie en ruimere omgeving (> 10 kilometer)	++	++	++	++
Locatie en directe omgeving (1,5 tot 10 kilometer)	++	++	++	++
Locatie zelf (in en om het windpark)	++	++	++	++

#### 4.3.2 Zichtbaarheid van een windturbine

Windturbines zijn grote objecten en op grote afstand zichtbaar. De zichtbaarheid van een object is van een aantal factoren afhankelijk. Het menselijk oog heeft beperkingen. Hoewel we scherp

kunnen zien en op grote afstand objecten kunnen onderscheiden, zijn er grenzen aan wat we kunnen waarnemen. Ook zijn er meteorologische omstandigheden die de zichtbaarheid beperken. In deze paragraaf wordt ingegaan op de zichtbaarheid van objecten.

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Deze afstand geeft aan tot waar het object niet uit het zicht wordt ontnomen vanwege de kromming van de aarde of niet meer waarneembaar is met het menselijk oog. Het bereik hangt van een vijf factoren af: de eigenschappen van het object, de kromming van de aarde, de visus van het menselijk oog, de objecten in de omgeving en de positionering hiervan tussen waarnemer en windturbine en de meteorologische omstandigheden. De zichtbaarheid van een windpark in het IJsselmeer is voornamelijk beperkt door de meteorologische omstandigheden bezien vanaf het water of de kust.

De zichtbaarheid van de opstelling wordt hierna toegelicht. Dit betreft een toelichting op de theoretische zichtbaarheid, op basis van het verbijzonderen van de theoretische maximale zichtbaarheid op basis van lokale omstandigheden, zoals de meteorologische condities. In acht dient te worden genomen dat op grotere afstand de nadrukkelijkheid waarmee een windpark zichtbaar is afneemt. In de directe nabijheid van het windpark is deze nadrukkelijk aanwezig, zo niet dominant afhankelijk van de kijkrichting van de waarnemer. Op grotere afstanden is het windpark zichtbaar maar neemt de dominantie af omdat ook de verticale aanwezigheid afneemt. Het zien van windturbines op grotere afstanden wordt afhankelijk van de richting waarin waarnemers zich bevinden en kijken en zijn als elementen zichtbaar zonder dat ze nadrukkelijk een stempel op het landschap drukken.

#### *Eigenschappen van een object*

Wat betreft de eigenschappen van een windturbine kan gesteld worden dat de hoogte van de turbine en de afmetingen van de turbine-onderdelen bepalend zijn voor de zichtbaarheid van de turbine. Een grote rotor of gondel zal tot op grotere afstand zichtbaar zijn. Ook kleur kan van invloed zijn. Vanwege de lichte kleur van de turbines (wit tot lichtgrijs) en de matte coating op de turbines zullen deze echter veelal wegvallen tegen de achtergrond.

Voor de fundatie geldt dat bij overeenkomende maat- en kleurvoering is er geen visueel relevant effect optreedt. De fundatieconstructie heeft geen invloed op de herkenbaarheid van de opstelling en is daarom niet onderscheidend voor de alternatieven. Opgemerkt wordt dat fundaties met delen boven water, zoals bijvoorbeeld een pentagon of een dolphin constructie een minder rustig beeld op waterpeil oplevert dan de overige beschreven fundatieconstructies. Dit geldt vooral op kortere afstand tot het windpark, op grotere afstanden is de fundatie beperkt nadrukkelijk zichtbaar en zijn het de turbines die het beeld bepalen.

De verhouding van de ashoogte tot de rotordiameter is van invloed op de verschijningsvorm. De variatie die voor Windpark Fryslân worden onderzocht bevindt zich globaal tussen 1:0,9 en 1:1,5. De ontwikkeling van windturbines met een steeds grotere rotor komt hierin naar voren, deze ontwikkeling komt voort uit de doorontwikkeling van de windturbines om tot een hogere energieproductie te komen aangezien de energieopbrengst evenredig is met het kwadraat van de rotordiameter. De genoemde bandbreedte in de verhouding is ruimtelijk niet storend, mede vanwege de toepassing in een grootschalige opstelling. Extremen buiten de aangehouden verhoudingen, bijvoorbeeld 1:0,7 of 1:1,8 kunnen mogelijk uit verhouding overkomen maar zijn

echter niet realistisch (kleine rotor ten opzichte van as) vanwege de te lage productie, of technisch niet haalbaar door de hoogtebeperking die van toepassing is door de aanliegroute naar de Vliehors of door de gehanteerde minimale tip (zie hoofdstuk 7 de aanbeveling van een minimale tiphoogte van 22 meter boven het waterpeil). Ter illustratie is dit in de volgende figuur opgenomen.

**Figuur 4.16 Verhoudingen**



#### *Kromming van de aarde*

Doordat de aarde een bol is moet rekening worden gehouden met deze curve. Door de kromming van de aarde verdwijnen objecten achter de horizon naarmate de afstand tussen de waarnemer en het object groter wordt. Door de kromming van de aarde zijn turbines met een tiphoogte van 155 en 182 meter (in overeenstemming met de turbines van het voornemen) na respectievelijk 48,9 en 52,7 kilometer volledig uit het zicht ontnomen. De turbines vallen dan geheel achter de horizon. Dit wordt ook wel kimduiking genoemd. De genoemde afstand is een theoretische afstand aangezien de onderdelen van een windturbine relatief smal zijn (bladen/mast). Relatief smalle objecten zullen vanaf een bepaald punt, niet meer zijn waar te nemen. Dit punt ligt veel dichterbij het object dan de theoretische afstand waarop volledige kimduiking optreedt.

#### *Visus van het menselijk oog*

De visus (gezichtsscherpte) van het menselijk oog is theoretisch in staat een turbine met een mast van zo'n 5 meter breed nog waar te nemen op een afstand van circa 40 kilometer. Wanneer gekeken wordt naar de hoogte en de afmetingen van de turbines en dit wordt afgezet tegen de kimduiking en de prestaties van de visus van het menselijk oog, kan de theoretische zichtbaarheid van deze turbines worden bepaald. De maximale theoretische zichtbaarheid van de referentieturbine uit de grootste turbineklasse wordt weergegeven in tabel 4.14.

**Tabel 4.14 Theoretische zichtbaarheid turbine 6 MW turbineklasse**

Turbine-onderdeel	Afmeting onderdeel (meter)	Theoretisch zichtbaar tot (kilometer)
Mast (gemiddelde Ø)	5	41
Gondel (hoogte)	6	42
Rotorbladen (maximale breedte)	5	45
Rotortip	1	9

Voor genoemde factoren bepalen de maximale theoretische zichtafstand. In de praktijk zijn de meteorologische omstandigheden maatgevend voor de zichtbaarheid voor een windpark op het water.

#### *Meteorologische afstanden*

Het zicht wordt in algemene zin beperkt door (water)deeltjes in de lucht, die de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee het zicht verkleinen. Het KNMI berekent uit dagelijkse metingen voor 26 weerstations in Nederland de maximale zichtafstand. Voor de locatie van het voornemen is de data voor weerstation 267 Stavoren representatief, dit is het dichtstbijzijnde weerstation en gelegen aan het IJsselmeer. De data die zijn gebruikt voor het bepalen van de zichtafstanden voor Windpark Fryslân zijn voor de zomerperiode (1 mei - 30 september) en voor de dag periode (7.00 – 21.00 uur) als er voornamelijk mensen op en rondom het IJsselmeer aanwezig zijn (in de winterperiode is de zichtbaarheid in zijn algemeenheid kleiner).

In figuur 4.17 zijn de gemiddelde zichtwaarden van het windpark weergegeven. Dit zijn jaargemiddelden, waarbij ook de (relatief) slechte dagen in de herfst en voorjaar zijn meegerekend. Vanuit de rand van het recreatiegebied de Holle Poarte is het windpark op een

groot aantal dagen te zien. Op grotere afstand van het windpark nemen de zichtbaarheidspercentages af. Zo bedraagt de gemiddelde meteorologische zichtbaarheid van het windpark vanuit Den Oever (op circa 14 kilometer afstand), minder dan 50% van de tijd. Dit is een *worst case* aanname aangezien voor het vaste land geen rekening is gehouden met objecten op land tussen waarnemer en het windpark. In de praktijk, met name op grotere afstanden wordt het zicht op windturbines vaak ontnomen door beplanting of bebouwing.

De alternatieven zijn met betrekking tot de zichtbaarheid weinig onderscheidend. De zichttijd voor de kleine en grotere alternatieven vanaf locaties met open zicht op het windpark, verschillen verwaarloosbaar van elkaar.

**Figuur 4.17 Zichtwaarden (worst case)**



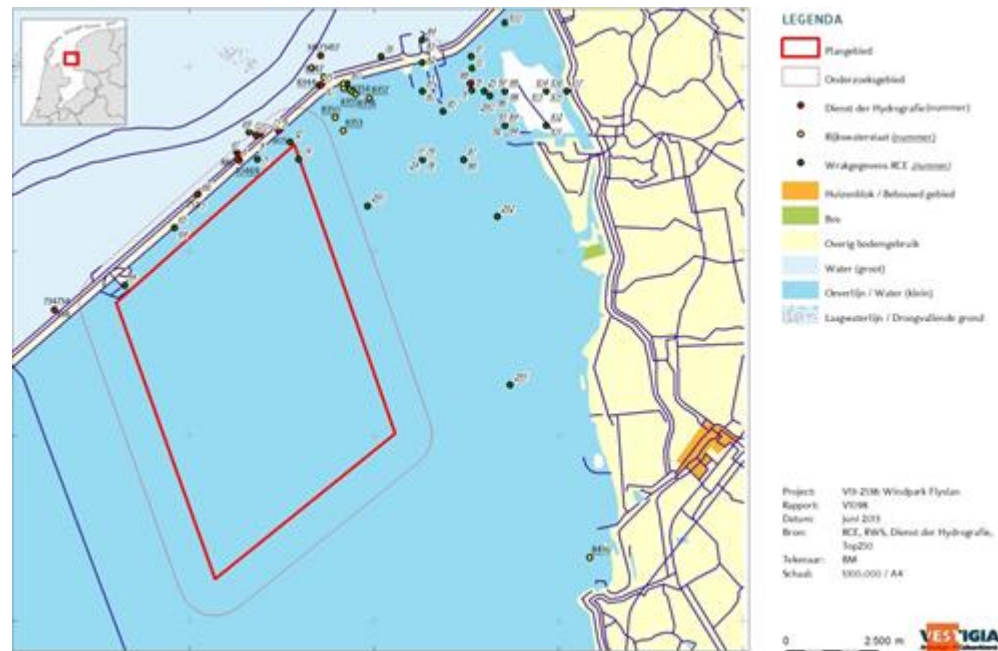
Bron: Pondera Consult



### 4.3.3 Archeologie

Voor Windpark Fryslân is een archeologische bureauonderzoek uitgevoerd (zie bijlage D-7). Uit dit onderzoek blijkt dat er zich slechts één bekende (maritiem) archeologische waarde binnen het plangebied<sup>27</sup> bevindt. Het gaat hierbij om een anker. Het is onduidelijk hoe accuraat de positionering van dit contact is. De kans bestaat daarom dat het object zich niet daadwerkelijk in het plangebied bevindt.

**Figuur 4.18 Archeologische vondsten in en rond het plangebied**



Bron: Vestigia, Ruimtelijk advies op basis van archeologisch bureauonderzoek, oktober 2013

Op de IKAW is de (maritiem) archeologische verwachting laag in het grootste gedeelte van het plangebied, met uitzondering van het restant van de getijdegeul waarvoor een hoge archeologische verwachting geldt.

Op de landsdekkende Indicatieve Kaart Archeologische Waarde (IKAW) ligt veruit het grootste deel van plangebied in een zone met een lage archeologische verwachting voor waterbodems.<sup>28</sup> Slechts een klein gedeelte, het restant van de getijdegeul, heeft een hoge archeologische verwachting. Het gaat daarbij om de verwachting op het aantreffen van vaartuig gerelateerde vondsten. De hoge verwachting geldt voor sporen vanaf de Romeinse tijd. Op basis van het grote aantal scheepvaartgerelateerde vondsten uit de Late Middeleeuwen (1.050 -1.500 na Christus) en Nieuwe tijd (1.500 - 1.950 na Christus) niet alleen ten oosten van het plangebied maar ook direct ten noorden daarvan, wordt de kans op het aantreffen van scheepvaartgerelateerde vondsten uit deze perioden in de rest van het plangebied middelhoog geacht.

<sup>27</sup> Voor het archeologische bureauonderzoek is als onderzoeksgebied het plangebied met daaromheen een bufferzone van 1 kilometer aangehouden. De kabeltracés naar Breezanddijk vallen daarmee binnen het onderzoeksgebied.

<sup>28</sup> De Friese Archeologische Monumentenkaart Extra bevat echter geen beoordeling voor het IJsselmeer.



Figuur 4.19 Archeologische verwachtingswaarde en het plangebied



Bron: Vestigia, Ruimtelijk advies op basis van archeologisch bureauonderzoek, oktober 2013

Voor de vier alternatieven geldt dat ze ook het gedeelte van het plangebied beslaan waarvoor een hoge archeologische verwachting geldt. Het oppervlak van het gehele plangebied is nadrukkelijk niet gelijk aan het te verstoren oppervlak. Dit is beperkt tot de posities en het oppervlak van de turbine fundaties en de kabeltracés in het IJsselmeer. Het exacte tracé hiervan is op dit moment niet bekend. De exacte verstoringsdiepte binnen het plangebied is afhankelijk van het type fundering, maar voor de op palen gefundeerde concepten 20-30 meter. Duidelijk is dat de omvang van de bodemingrepen binnen het plangebied dusdanig is, dat eventueel in het plangebied aanwezige scheepswrakken of andere scheepvaartgerelateerde vondsten in het geding kunnen raken. Dit betreft met name 'toevalrelaties' aangezien zowel de potentiële waarden (scheepsresten) als de ingreep (turbinefunderatie en kabels) beperkt van omvang zijn.

De vier alternatieven verschillen in aantal te plaatsen turbines (variërend van 47 tot 100) en oppervlak van het plangebied. Alle alternatieven beslaan het gedeelte van het plangebied met een middelste kans op het treffen van vondsten. De verschillen tussen de inrichtingsalternatieven in combinatie met de beschikbare archeologische gegevens leiden niet tot een duidelijk onderscheid in de effecten tussen de alternatieven vanuit archeologisch oogpunt. In geval van aanwezigheid van behoudenswaardige archeologische resten is naar verwachting, mede vanwege de beperkte omvang van potentiële resten, met een kleine aanpassing van de betreffende turbine positie behoud *in situ* mogelijk. Indien behoud *in situ* mogelijk is, kan conform het beleid in Nederland, worden overgaan tot opgraven (behoud *ex situ*). Daarom is dit effect als niet onderscheidend beschouwd.

### *Kabeltracé*

Voor het kabeltracé geldt voor de parkbekabeling een vergelijkbare conclusie als voor de windturbineposities. De ingreep is beperkt maar voor alle tracé delen in het water geldt dat er sprake is van een middelhoge kans op het vinden van scheepvaartgerelateerde vondsten voor de Late Middeleeuwen en de Nieuwe tijd.

Het kabeltracé in de Afsluitdijk is voorzien in de Afsluitdijk, voor het grootste deel op de locatie van het fietspad. Uit Famke komt dan ook naar voren dat geen archeologische waarden zijn te verwachten (steentijd-bronstijd/ ijzertijd- middeleeuwen). Het huidige fietspad is aangelegd in de periode 1968 - 1972. Eventuele sporen uit de Tweede Wereldoorlog zijn hier niet te verwachten. Deze zijn mogelijk wel aanwezig bij Kornwerderzand en ten noorden van de A7 op Breezanddijk. Het gaat hier om vluchtkuilen (Breezanddijk en Kornwerderzand) en versperingen (Kornwerderzand).<sup>29</sup> Opgemerkt wordt dat sporen (deels) verstoord zijn door de aanleg van de snelweg en fietspad. De passage van het sluizencomplex bij Kornwerderzand vindt plaats middels een gestuurde boring, eventuele aanwezige sporen uit WOII zijn dus alleen relevant bij het in- en uitrede punt van de boring. Voor Breezanddijk wordt passieve begeleiding geadviseerd bij werkzaamheden ten noorden van de A7. Intrede en uitrededpunt voor de boring op Kornwerderzand worden zodanig worden gekozen dat Kazematten en andere cultuurwaarden worden ontzien. Actieve begeleiding wordt geadviseerd bij werkzaamheden in zones met versperringen ten oosten van Kornwerderzand. Voor het kabeltracé in de dijk is derhalve geen aanleiding nader onderzoek uit te voeren met uitzondering van de aangewezen locaties.

Na de Afsluitdijk ligt de kabel voor voorziene tracé in de berm van de snelweg; alternatieve tracés naar Oudehaske en een tracé naar Louwsmeer of door het IJsselmeer naar Lelystad doorkruisen gebieden waar onderzoek is vereist met als aandachtspunt steentijd (Oudehaske) of middeleeuwen (alle overige tracés op land). Voor alternatieve tracés door het IJsselmeer geldt dat met name in het zuidelijk deel van het IJsselmeer en bij de Friese kust sprake is van hoge archeologische verwachtingswaardes (IKAW). Hiervoor geldt dat de bodem reeds verstoord is door de realisatie van de snelweg en / of de aanwezigheid van bestaande kabels en derhalve eveneens geen archeologische resten zijn te verwachten.

## **4.4 Mitigerende maatregelen**

De ontwerpen van de vier alternatieven zijn onderling nauw verwant en komen voort uit een zorgvuldig doorlopen ontwerpproces, waar afwegingen en keuzen zijn gemaakt. Ook motieven vanuit landschap hebben hierbij een rol gespeeld. Dit proces is voor wat betreft de locatie beschreven in deel C en voor de opstelling in hoofdstuk 1 van onderhavige rapportage, daarin is ook stilgestaan bij de verschillende 'posities' van het windpark. De volgende mitigerende maatregelen voor landschap zijn besloten in het ontwerp:

- Het 'kantelen' van het zoekgebied om de afstand tot de Friese IJsselmeerkust (met in het bijzonder Makkum), te vergroten;
- Aansluiten bij één van de huidige knooppunten van de Afsluitdijk om de waarde van de dijk als lange lage lijn grenzend aan het open IJsselmeer en de waarde van het ensemble van de dijk te behouden;

<sup>29</sup> Plan/project-MER Afsluitdijk, mei 2015, Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu

- Concentratie van de opstelling om de invloed op openheid vanuit de Friese kust, Waddenzee en IJsselmeer te beperken;
- De randen van de opstelling zijn afgerond teneinde 'rafel'randen (visueel los staande windturbines) te voorkomen ten behoeve van een compacte opstelling met een leesbare structuur;
- De oriëntatie van de lijnen is gericht op het verkrijgen van een leesbare en heldere structuur.

Aanvullend zijn mitigerende maatregelen gezocht binnen de vier alternatieven. Daarnaast is onderzocht of en op welke wijze binnen doelstelling van het voornemen (250 tot 400 MW opgesteld vermogen), binnen het plangebied zoals aangewezen in de SvWOL en binnen het principe van een compacte ronde opstelling verdere optimalisatie mogelijk is. Dit komt in paragraaf 4.6 aan bod.

### Landschap en cultuurhistorie

Uit de effectbeschrijving komt naar voren dat het grootste effect van het initiatief de ingreep zelf betreft. De verschillen tussen de alternatieven zijn klein. Samenvattend kan worden gesteld dat met name het aantal turbines en de grootte van de turbines (en als gevolg daarvan de oppervlakte van de opstelling) de meeste invloed hebben op het totale (landschappelijke) effect. Vanuit Makkum wordt als aandachtspunt het open houden van de horizon gezien vanuit het recreatiegebied bij Makkum genoemd. Mogelijkheden om deze effecten te beperken behelzen een aanpassing van de opstelling, deze optimalisatie komt in paragraaf 4.6 aan bod. Onderdeel van deze optimalisatie is het verkleinen van het aantal windturbines voor de alternatieven 2 en 4, de alternatieven met het maximum aantal windturbines per turbineklasse. Dit is een mitigatie optie die aansluit bij het verschil tussen de alternatieven.

Mitigerende maatregelen zonder een aanpassing van het aantal en / of posities van de turbines betreffen de rust van het windpark en duisternis. Voor het creëren van een rustig beeld kan gedacht worden aan de toepassing van identieke windturbines, waarbij de turbines niet zijn voorzien van een logo of andere reclame uitingen.

Om effecten op duisternis van de vereiste luchtvaartverlichting op windturbines te beperken zijn twee mogelijkheden onderzocht:

- Aanpassen van de intensiteit van de verlichting aan de weersomstandigheden;
- Toepassen van een radardetectiesysteem dat het mogelijk maakt de verlichting pas in te schakelen op het moment dat een vliegtuig het windpark nadert.

Buiten Nederland zijn er diverse landen die inzet van deze laatste technologie toestaan, waaronder Canada waar dit is vastgelegd<sup>30</sup>. Aangezien het aantal vliegtuigen dat dagelijks de locatie passeert (gemiddeld minder dan 10 per dag) en het grootste deel hiervan overdag vliegt, is dit wenselijk en levert dit een grote reductie aan brandtijd op. Dit zou betekenen dat de luchtvaartverlichting van het windpark alleen dan ingeschakeld wordt als vliegverkeer de opstelling daadwerkelijk nadert en de veiligheid van dat vliegverkeer daar om vraagt. Het grootste deel van de tijd zal de verlichting uit zijn en wordt de duisternis niet nadelig beïnvloed, hetgeen als positief (mitigerend) effect kan worden bestempeld.

<sup>30</sup> Hoofdstuk 15 *Aircraft Detection System* van de *CAR Standard 621 Obstruction Marking and lighting*

In Duitsland geldt specifieke wetgeving die het terugschakelen in intensiteit van de verlichting op de turbines bij goed zicht mogelijk maakt<sup>31</sup>. Hierdoor kan bij een zichtafstand van 5.000 meter de intensiteit van de verlichting tot 30% van de originele intensiteit worden verminderd. Bij zichtafstanden van meer dan 10 kilometer is zelfs reductie tot 10% toegestaan. Het bepalen van de intensiteit van de verlichting gaat uit van slecht weersituaties, wanneer het zicht het minste is. Bij goed zicht is een hoge intensiteit echter minder van belang. Tabel 4.15 laat zien dat bij verschillende meteorologische condities de afstanden waarover verlichting zichtbaar zijn significant verschillen en dat bij goed zicht met aanmerkelijk lagere intensiteiten kan worden volstaan om een vergelijkbare zichtafstand te behalen als wordt geadviseerd onder slechte (*most demanding conditions*) wordt verlangd als minimum.

Op basis van de huidige regelgeving<sup>32</sup> is het mogelijk om effecten van de luchtvaartverlichting op windturbines te beperken, hetzij door aanpassen van de lichtintensiteit op de weersomstandigheden hetzij door een radardetectie systeem dat het mogelijk maakt de verlichting te activeren in geval van naderende luchtvaartverkeer. Nederland heeft het Verdrag van Chicago ondertekend waardoor obstakels gemarkeerd dienen te worden. De wijze waarop is niet voorgeschreven door het verdrag, via Annex 14, of door nationale regelgeving of beleid.

**Tabel 4.15 Relatie tussen intensiteit en zichtbaarheidsafstand**

Periode	Meteorologische zichtafstand (km)	Afstand (km)	Intensiteit (cd)
Nacht	1,6 km	1,9 km	2.000 cd ± 25%
		1,8 km	1.500 cd ± 25%
		1,0 km	32 cd ± 25%
Nacht	4,8 km	4,9 km	2.000 cd ± 25%
		4,7 km	1.500 cd ± 25%
		1,4 km	32 cd ± 25%

Bron: Aerodrome design manual doc 9157 part 4 ICAO (2004)

Het synchroniseren van windturbines (wat betreft hun draaisnelheid en rotorbladenstand)<sup>33</sup> is overwogen als mogelijke mitigerende maatregel voor landschap. Voor Windpark Fryslân zal naar verwachting synchronisatie een verslechterend effect hebben op het planaspect landschap. De verschillen in draaisnelheid tussen de turbines in het windpark zullen sowieso gering zijn, een tijdelijk stilstaande turbine daargelaten. De lichte verschillen in snelheid en de verschillen in de stand van de rotorbladen maken dat de parkopstelling minder massaal overkomt en oogt als een verzameling individuele turbines. Synchronisatie zou betekenen dat alle turbines voortdurend dezelfde draaisnelheid en rotorstand hebben. Dat maakt de parkopstelling weliswaar een sterkere eenheid, maar ook een eenheid met een veel strakkere

<sup>31</sup> Door de Deutsche Flugsicherung vastgelegd in NfL 143/07 Nachrichtliche Bekanntmachung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen. Hierin is tevens uitgewerkt op welke wijze dit technisch wordt gerealiseerd. In Flevoland vindt ook een proef plaats door Provincie Flevoland, Ministerie van IenM en windpark eigenaar NUON waarin onder meer intensiteitsreductie en relatie met luchtvaartveiligheid wordt onderzocht.

<sup>32</sup> In Nederland het ICAO van toepassing, er is geen specifieke nationale regelgeving. De beschreven opties zijn binnen het kader van het ICAO toepasbaar aangezien deze ook reeds in andere landen mogelijk zijn (in ieder geval Duitsland en Canada, beide tevens ondertekenaars van het ICAO).

<sup>33</sup> Bij een keuze tussen gelijke turbines binnen een windpark is er vanuit gegaan dat deze eenzelfde draairichting hebben. Draairichting is daarom geen aspect dat gesynchroniseerd kan worden.

en massalere uitstraling. Vergelijk in deze een stoet Vierdaagse wandelaars met een militaire parade. Beide betreffen een (groot) aantal wandelaars, maar bij de eerste gaat het om wandelaars met *min of meer* dezelfde snelheid en beweging en bij de tweede om wandelaars met *exact* dezelfde snelheid en beweging. De eerste oogt zachter en natuurlijker dan de tweede, hetgeen ook zal gelden bij niet- en wel-gesynchroniseerde windparken.

### Archeologie

In geval van aanwezigheid van behoudenswaardige archeologische resten is naar verwachting, mede vanwege de beperkte omvang van potentiële resten, met een kleine aanpassing van de betreffende turbine positie of de kabel behoud *in situ* mogelijk. Indien behoud *in situ* niet mogelijk is, kan conform het beleid in Nederland, worden overgaan tot opgraven (behoud *ex situ*). Verdere mitigerende maatregelen voor archeologie zijn niet aan de orde.

## 4.5 Afweging

### 4.5.1 Landschap en cultuurhistorie

In onderstaande tabellen zijn voor het aspect landschap en cultuurhistorie per schaalniveau de scores van de verschillende beoordelingscriteria weergegeven.

Tabel 4.16 Beoordeling landschap: de locatie en zijn ruimere omgeving

Beoordelingscriterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
1a. Openheid en horizonbeslag	-	-	-	-
1b. Effect op bestaand landschapstype	--/	--/	--/	--/
1b. Ontstaan van nieuw landschapstype	++	++	++	++
1b. Effect op duisternis	-	-	-	-
1c. Effect op belevenisbepalende elementen	0	0	0	0
2a. Visuele rust	-/0	-	0	-/0
2b. Zichtbaarheid	-/0	-	-/0	-
2c. Herkenbaarheid opstelling en interferentie	+	+	+	+
3a. Betekenis als <i>landmark</i> en associatie wind	++	++	++	++

Tabel 4.17 Beoordeling landschap: de locatie en zijn directe omgeving

Beoordelingscriterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
1a. Openheid en horizonbeslag	-	--	-	--
1b. Effect op bestaand landschapstype	--/	--/	--/	--/
1b. Ontstaan van nieuw landschapstype	++	++	++	++
1b. Effect op duisternis	-	-	-	-

1c. Effect op belevenisbepalende elementen	-/0	-/0	-/0	-/0
2a. Visuele rust	--/	--	-	--/
2b. Zichtbaarheid	-	--/	-	--/
2c. Herkenbaarheid opstelling en interferentie	+;++	+;++	+;++	+;++
3a. Betekenis als <i>landmark</i> en associatie wind	++	++	++	++

Tabel 4.18 Beoordeling landschap: de locatie zelf

Beoordelingscriterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
1a. Openheid en horizonbeslag	--/	--	--/	--/
1b. Effect op bestaand landschapstype	--/	--/	--/	--/
1b. Ontstaan van nieuw landschapstype	++	++	++	++
1b. Effect op duisternis	-	-	-	-
1c. Effect op belevenisbepalende elementen	-	-	-	-
2a. Visuele rust	--/	--	-	--/
2b. Zichtbaarheid	--/	--	--/	--
2c. Herkenbaarheid opstelling en interferentie	++	++	++	++
3a. Betekenis als <i>landmark</i> en associatie wind	++	++	++	++

### Werkeiland

De aanleg van een natuurvoorziening (zie hoofdstuk 5 over natuur) heeft slechts een ondergeschikt effect op het landschap. Het werkeiland op de locatie van de vismigratierivier bestaat uit een lange lage natuurlijke dam (in de eindfase) tussen het windpark en de sluisen bij Kornwerderzand, op een afstand van minimaal 500 meter van de Afsluitdijk en op circa 3 kilometer van het windpark. Het zichtbare deel van het eiland bestaat uit een droog en naar verwachting kaal gebied om een pioniersomgeving te bieden (zie hoofdstuk 5). Het droge deel van eiland komt circa 30 centimeter boven het wateroppervlak (zomerpeil) uit. De zichtbaarheid van het werkeiland is om die reden erg beperkt. Vanaf het water is dit alleen van korte afstand zichtbaar. Voor de optie integratie van het werkeiland (zie voor toelichting ook hoofdstuk 5) met de vismigratierivier geldt dat deze gedeeltelijk binnen de grenzen van het beschermd dorpsgezicht Kornwerderzand ligt. Vanwege de beperkte zichtbaarheid leidt dit niet tot aantasting of beïnvloeding van het dorpsgezicht.

De optie bestaat om het werkeiland te realiseren in het IJsselmeer tussen het strand van de Hoale poarte en het windpark als een 'coulisse'. Een coulisselandschap is een halfopen landschap dat door de beplanting en bebouwing het karakter van een toneel met coulissen heeft. De beplantingen bestaan vooral uit houtwallen en heggen. Tijdens een gang door een coulisselandschap ziet men hierachter landschapselementen verdwijnen en even later weer verschijnen. In een coulissen-landschap ontstaat door deze gelaagdheid van elementen diepte



en perspectief. Dit landschapstype staat diametraal tegenover een horizon-loze weidse waterlandschap als het IJsselmeer.

Door het situeren van een aantal kleinere elementen, eilanden en zandplaten, in het IJsselmeer tussen de windturbines en de Makkumse kust zal de focus vanuit land zich eerder op deze eilanden richten. Door perspectivische werking zullen de windturbines qua beleving verder uit de kust komen te liggen en zich minder dominant manifesteren. Voor de locatie van de makkumse kust neemt daarmee de impact van het windpark op het bestaande landschap enigszins af. Aangezien dit slechts op één punt effect heeft zijn de scores niet aangepast.

#### *Transformatorgebouw*

Om de opgewekte stroom door te geven aan het elektriciteitsnet zijn voorzieningen nodig. Op dit moment is nog niet geheel uitgekristalliseerd hoe deze voorzieningen worden vormgegeven. De gedachten gaan uit naar een geconcentreerde voorziening in de vorm van een transformatorgebouw op Breezanddijk. Een dergelijke voorziening kan een effect hebben op het planaspect landschap, afhankelijk van de grootte, vormgeving en inpassing ter plekke. Ter plaatse van Breezanddijk is de Afsluitdijk hoger dan op andere delen van de dijk. Doordat de hoogte van het transformatorstation beperkt zal worden tot een hoogte die niet boven de Afsluitdijk uitreikt zal een eventueel effect slechts lokaal zijn.

Het ontwerp van het gebouw, inclusief materiaal keuze en kleurstelling, houdt rekening met de voorwaarden zoals die volgen uit het Masterplan beeldkwaliteit Afsluitdijk waardoor de ruimtelijke kwaliteit niet negatief wordt aangetast.

#### *Cultuurhistorische waarden*

Een windpark in het IJsselmeer heeft geen fysiek effect op de cultuurhistorische waarden van de Afsluitdijk en de daarop aanwezige monumenten. De Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed adviseert een afstand van 1.800 tot 2.000 meter tussen windturbines en de grenzen van beschermde gezichten. Er bevinden zich geen beschermde gezichten binnen deze adviesafstand. De cultuurhistorische begrippen als weidsheid zichtlijnen, dorpsgezichten en schootsvelden zijn betrokken bij de beoordeling op landschap en maken onderdeel uit van de verschillende criteria, dit is in paragraaf 4.1 toegelicht. Voor alle alternatieven is het criterium effecten op historische geografie en bouwkunde als 'neutraal' gescoord, er zijn geen gevolgen voor historische geografie en bouwkunde.

Tabel 4.19 Beoordeling cultuurhistorie

Beoordelingscriterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Effecten op historische geografie en bouwkunde	0	0	0	0

### 4.5.2 Archeologie

Voor het gehele plangebied geldt dat de kans bestaat op scheepvaart gerelateerde vondsten. Het overgrote deel van het plangebied kent een lage trefkans. Voor een klein gedeelte, het restant van de getijdegeul, is de trefkans hoog. Alle inrichtingsalternatieven beslaan dit gedeelte van het plangebied. De verschillen tussen de alternatieven in combinatie met de beschikbare archeologische gegevens leiden niet tot een duidelijk onderscheid in de effecten tussen de alternatieven vanuit archeologisch oogpunt. De bodemingrepen zijn wel zodanig dat

archeologische waarden in geding kunnen zijn, ondanks dat zowel de ingreep per turbine/kabel als de potentiële vondst beperkt van omvang zijn. Daarom zijn alle inrichtingsalternatieven als licht negatief beoordeeld.

Tabel 4.20 Beoordeling aspect Archeologie

Beoordelingscriterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Aanwezigheid archeologische waarden en kans op aantasting	-	-	-	-

Een vervolgonderzoek zal moeten aantonen of zich archeologische waarden op de plaats van de turbines posities en kabeltracé bevinden.

In het geval dat daarbij behoudenswaardige archeologische waarden gevonden worden zal moeten worden nagegaan in hoeverre behoud *in situ* mogelijk is, bijvoorbeeld door een aanpassing van het tracé of aanpassing van turbinepositie(s). In het ruimtelijk plan kan hiervoor schuifruimte worden geboden, enkele meters volstaat gezien de verwachte omvang van de objecten. Indien behoud *in situ* niet mogelijk is, kan conform het beleid in Nederland, worden overgaan tot opgraven (behoud *ex situ*).

#### 4.5.3 Conclusie

De identiteit van het huidige landschap van het IJsselmeer is die van een zeer grootschalig open watervlakte met een weidse horizon, lange zichtlijnen en markante oriëntatiepunten langs de kust en de Afsluitdijk. De draagkracht van dit landschap voor windenergie is groot, vooral omdat de maat en schaal van het IJsselmeer en de Afsluitdijk goed aansluiten bij die van een grootschalig windpark. De structuurloze leegte van het bestaande landschap enerzijds negatief beïnvloed maar het nieuw ontstane landschap accentueert de uitgestrektheid van het gebied.

Samenvattend kan worden gesteld dat met name de oppervlakte van het windpark, het aantal turbines en de grootte van de turbines de meeste invloed hebben op de totale (landschappelijke) impact. Kijkend naar het totaal van beoordelingscriteria, scoren alle vier de alternatieven per saldo negatief, in meerdere of in mindere mate. Dat is als er vanuit wordt gegaan dat de verschillende criteria even zwaar wegen. Het letterlijk aanleggen van een nieuw landschapstype van deze omvang, in lijn met de ontwikkelingsgeschiedenis van het gebied én passend bij belangrijke bestaande kwaliteiten, schept nieuwe kwaliteiten.

Kijkend vanaf de Waddenzee (standpunten 10, 11, 12, 13) kan geconcludeerd worden dat de doorlopende ruimtebeleving van de Waddenzee richting het IJsselmeer op grote afstand iets minder wordt (op afstanden waarvandaan de Afsluitdijk niet of nauwelijks waarneembaar is). Wordt de afstand kleiner (circa 10 kilometer) en wordt de Afsluitdijk zichtbaar als duidelijke lijn, dan accentueert Windpark Fryslân eerder de Afsluitdijk als grens van de Waddenzee.

In relatie tot de Afsluitdijk (standpunten 1, 8, 9) geldt dat Windpark Fryslân de continuïteit van de dijk nauwelijks aantast en de dijk als entree tot de provincie Fryslân accentueert.

Met betrekking tot het IJsselmeer (standpunten 2, 3, 4, 5, 6, 7) kan gesteld worden dat Windpark Fryslân past in de ontwikkelingen van de inpoldering van de voormalige Zuiderzee en dat het naast negatieve effecten ook kwaliteiten toevoegt.

#### Kader 4.5 Barro, toetsingskader Waddenzee

Het Barro (Besluit algemene regels ruimtelijke ordening) noemt landschappelijke en cultuurhistorische kwaliteiten van de Waddenzee. Rust, weidsheid, open horizon en natuurlijkheid met inbegrip van de duisternis zijn de landschappelijke kwaliteiten van de Waddenzee. Cultuurhistorische kwaliteiten omvatten in de bodem aanwezige archeologische waarden en de overige voor het gebied kenmerkende cultuurhistorische structuren en elementen, bestaande uit onder andere zeedijken en de daaraan verbonden historische sluizen (waaronder het ensemble van de Afsluitdijk (artikel 2.5.2)).

##### *Cultuurhistorische kwaliteiten*

Een windpark in het IJsselmeer heeft geen fysieke gevolgen voor de Afsluitdijk. Kijkend vanaf de Waddenzee is het windpark - afhankelijk van de afstand - achter de Afsluitdijk zichtbaar. Het ensemble Afsluitdijk het zicht op de dijk vanaf de Waddenzee blijft intact. Daarbij sluit het windpark aan bij een bestaand knooppunt en wordt de open ruimte tussen knooppunten Breezanddijk en Kornwerderzand niet aangetast/gedicht.

##### *Landschappelijke kwaliteiten: rust, weidsheid, open horizon en natuurlijkheid (inclusief duisternis)*

Kijkend over de Waddenzee vanaf de Afsluitdijk en de Waddenzeekust is een windpark in het IJsselmeer niet zichtbaar. De landschappelijke kwaliteiten van de Waddenzee worden vanaf de Afsluitdijk, de kust van Noord-Holland, de rand van de Waddenzee, of over het water richting de Waddeneilanden of westen en oosten niet beïnvloed. Bewegend richting de Afsluitdijk wordt het windpark achter de dijk zichtbaar en steeds nadrukkelijker aanwezig. Op grote afstand zijn de windturbines slechts een beperkt deel van de tijd zichtbaar; dit heeft te maken met weersomstandigheden (zie ook paragraaf 4.3.2.). Bij zeer heldere weersomstandigheden zijn de turbines vanaf de Waddeneilanden te zien. De windturbines zijn dan echter klein en versterken in potentie het gevoel van openheid doordat de beleving van de helderheid van de zichtomstandigheden wordt benadrukt (zie ook het rapport Hoe open is de Waddenzee? Een indicator voor de openheid van het Waddenlandschap. Planbureau voor de Leefomgeving, 2009). Dit komt onder meer naar voren uit visualisaties 10 (circa 24 kilometer) en 13 (circa 18 kilometer).

De beleving van de open ruimte richting het IJsselmeer, een doorgaande openheid, blijft daarbij behouden en wordt gemarkeerd omdat deze zich aan beide zijden van het windpark doorzet door de plaatsing in het midden van de Afsluitdijk. Direct nabij de Afsluitdijk, in de directe omgeving van Breezanddijk, is het windpark nadrukkelijk aanwezig. Het gevoel van openheid blijft echter behouden door de concentratie achter de afsluitdijk, die hier ook nadrukkelijk aanwezig is, gezien vanuit de Waddenzee, terwijl de waarnemer zich verplaatst over een open watervlakte zonder objecten.

Het windpark zal vanaf de Waddenzee achter de Afsluitdijk zichtbaar zijn. Door de onderlinge plaatsing en de vorm (compacte opstelling) is geen sprake van een significante aantasting van de landschappelijke en cultuurhistorische kwaliteiten van de Waddenzee. De rust, weidsheid, open horizon en natuurlijkheid met inbegrip van de duisternis worden niet meer dan licht negatief aangetast. De windturbines zijn voorzien in het IJsselmeer. Het windpark heeft daardoor geen invloed op de getijden, de wind en de zandstromingen die de Waddenzee vorm geven. Uit de akoestische beoordeling in hoofdstuk 6 blijkt eveneens dat er een verwaarloosbaar effect op stilte in de Waddenzee optreedt.

De Passende Beoordeling bevat een meer uitgebreide beoordeling van het initiatief op de cultuurhistorische en landschappelijke kwaliteiten van de Waddenzee, zoals opgenomen in het Barro.

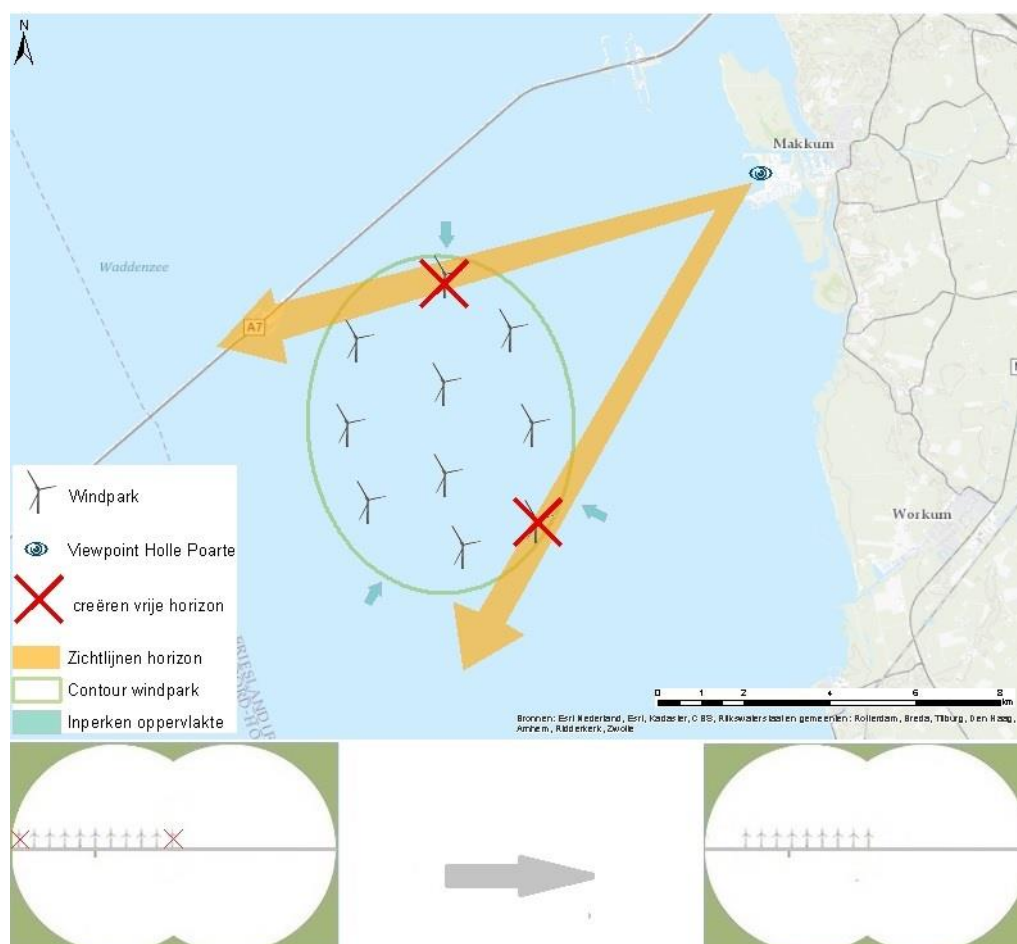
## 4.6 Optimalisatie

De effectbeoordeling laat zien dat de verschillen tussen de alternatieven klein zijn. Samenvattend kan worden gesteld dat met name het aantal turbines en de grootte van de turbines (gezamenlijk leiden die beide punten weer tot een grotere oppervlakte van het windpark) de meeste invloed hebben op de totale (landschappelijke) impact. Zoals in paragraaf 1.2.3 beschreven is door optimalisatie van de opstellingen onderzocht of effecten kunnen worden beperkt.

Optimalisatie richt zich daarom op deze punten. Daarbij is rekening gehouden met zowel de notie dat het wenselijk is het windpark aan de horizon gezien vanuit recreatiegebied bij Makkum als autonoom en onafhankelijk element te kunnen waarnemen (geen aansluiting bij bebouwing/achter bebouwing) als de in hoofdstuk 3 genoemde optimalisatiemogelijkheden om de elektriciteitsopbrengst te vergroten. Vanwege de doelstelling van het voornemen is optimalisatie onderzocht voor alternatieven 2 en 4.<sup>34</sup> Met deskundigen op het gebied van landschap, ecologie en energieopbrengst zijn geoptimaliseerde opstellingen verkend die op deze elementen negatieve effecten beperken en de opbrengst vergroten/gelijk houden. Dit leidde tot drie scenario's (A, B en C). Scenario's A, optimalisatie van alternatief 2, en B, optimalisatie van alternatief 4, behelzen een afname van het aantal turbines en als gevolg daarvan de oppervlakte van het windpark. Scenario C, eveneens optimalisatie van alternatief 4, betreft vooral de optimalisatie vanuit elektriciteitsopbrengst (gelijk aantal windturbines en nagenoeg hetzelfde oppervlak). Tabel 4.21 laat de verschillen tussen alternatieven 2 en 4 en de optimalisatie zien. Alle drie de scenario's gaan uit van licht gebogen lijnen. Dit biedt de mogelijkheid om de parkeffecten waar deze het grootst zijn, in het midden van het park, te beperken zonder dat het oppervlakte van het park toeneemt. Het oppervlakte en aantal turbines in scenario A en B zijn (ten opzichte van alternatieven 2 en 4) ook kleiner. Deze reductie verandert de positie van het windpark in de opstelling en het horizonbeslag gezien vanuit recreatiegebied bij Makkum. Dit komt doordat bezien vanuit het recreatiegebied bij Makkum, de buitenste turbine posities zijn vervallen waardoor de 'breedte' van de opstelling binnen het blikveld van de waarnemer kleiner is. Dit is schematisch weergegeven in figuur 4.20.

<sup>34</sup> Alternatief 1 en 3 kennen op zichzelf een kleiner oppervlak en voldoen niet meer aan de doelstelling bij een afname van het aantal turbines. Verkleinen van het oppervlak resulteert in kortere tussenafstanden, dit is vanwege het negatieve effect op de elektriciteitsopbrengst niet wenselijk.

Figuur 4.20 Optimalisatieconcept vanuit aspect landschap



Tabel 4.21 Kenmerken Alternatieven en scenario's

	Alternatief 2	Scenario A	Alternatief 4	Scenario B	Scenario C
Aantal turbines	100	89	65	60	65
Oppervlakte (km <sup>2</sup> )	37,10	33,91	37,22	34,60	35,36

Voor de meeste beoordelingscriteria komt de optimalisatie niet tot uiting in de beoordelingscriteria (geen sprake van een verbetering of verslechtering in de scores op de beoordelingscriteria). Voor de beoordelingscriteria waarbij het aantal turbines van invloed is (zoals de visuele rust) betekent de reductie van het aantal turbines een lichte verbetering. Hetzelfde geldt voor het oppervlaktebeslag, het oppervlak van scenario's A en B is kleiner dan dat van alternatieven 2 en 4, het oppervlakte van scenario C is nagenoeg gelijk aan alternatief 4. De licht gebogen lijnen van de opstellingen blijven voor de beschouwer herkenbaar. Dit effect neemt toe naarmate de afstand kleiner wordt. De lichte kromming van de opstellingslijnen is op het hoogste schaalniveau nauwelijks waarneembaar maar zorgt ervoor dat op het middelste en laagste schaalniveau de lijnen vanaf minder punten als zodanig herkenbaar zijn. Vanuit beweging is er geen invloed op de herkenbaarheid van de lijnen, het openen en sluiten van de

lijnen neemt in dynamiek licht toe. Vanuit recreatiegebied Makkum betekenen scenario's A en B vanwege de gewijzigde positie in de horizon en een afname van het horizonbeslag een verbetering in vergelijking met alternatieven 2 en 4.

Als optimalisatie is in hoofdstuk 3 tevens het gebruik van een windturbine in de 4 MW klasse met een rotor van 130 meter aangegeven als mogelijkheid om de energieopbrengst te vergroten bij een gelijk aantal windturbines. De toename in de rotor (van 120 naar 130 meter) betreft 5 meter op een wiek en dit is een verwaarloosbaar verschil met de alternatieven 1 en 2 en heeft geen invloed op de scores op de beoordelingscriteria.



## 5 NATUUR

In dit hoofdstuk worden de effecten van het initiatief op natuur beschreven en beoordeeld. Gezien de locatie in een Natura 2000-gebied is het een uitgebreid hoofdstuk waarin effecten op diverse soortgroepen aan de orde komen (zoals vogels, vleermuizen en vissen) vanuit verschillende kaders (gebiedsbescherming, soortenbescherming). Voor de potentiële effecten op de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden, door middel van toetsing aan de Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen, is tevens een Passende Beoordeling opgesteld. Dit betreft onderdeel E van het MER. In onderhavig hoofdstuk worden de effecten van de onderzochte alternatieven beschreven, terwijl in de Passende Beoordeling alleen de effecten van het voorkeursalternatief zijn beschreven. In de passende beoordeling zijn slechts de effecten ten aanzien van Natura 2000-gebieden beschreven. Aangezien de Passende Beoordeling ook een zelfstandig leesbaar document is, is sprake van overlap tussen dit hoofdstuk en de Passende Beoordeling. De passende beoordeling gaat in meer detail in op de effecten op de natuurlijke kenmerken en de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden. In het MER is de effectbeschrijving gericht op de vergelijking van de alternatieven.

### 5.1 Beoordelingskader

**Kader 5.1 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.**

#### Aanleg

- Geef inzicht in de onderwatergeluidbelasting door heiwerkzaamheden, voor onderwatergeluid uitgedrukt in contouren rond de heiposities van de (maximale) cumulatieve SEL (sound exposure level) per etmaal.
- Ga ook in op de relatie tussen de plannen voor zoet - zoutovergangen en het voornemen.
- Geef aan welke soorten door onderwatergeluid beïnvloed kunnen worden en wat voor deze soorten de gevoelige ecologische perioden zijn.
- Besteed ook aandacht aan overige versturende aspecten (geluid boven water, vertroebeling, licht, optische verstoring, stikstofdepositie).

#### Exploitatie

- Beschrijf de broedvogelsoorten die gebruik maken van het plangebied en geef relevante broedlocaties op kaart aan. Dit geldt ook voor vogelsoorten die buiten het broedseizoen van het gebied gebruik maken. Ga in op de ecologische relaties en geef belangrijke informatie over slaapplekken en foerageergebieden aan op kaart. Beschrijf vaste lokale trekbewegingen en ga in op de intensiteit van de seizoenstrek.
- Ga in op het te verwachten aantal slachtoffers per soort door aanvaring met een turbine. Geef voor de relevante soorten ook aan hoe de extra sterfte zich verhoudt tot de natuurlijke sterfte, indien relevant ook in cumulatie met andere windparken in het IJsselmeergebied.
- Ga in op de gevolgen van barrièrewerking en verstoring, met eventuele gevolgen voor soorten door hogere energetische kosten, stress en dergelijke.
- Beschrijf de mogelijke ecologische gevolgen van mogelijke intensivering van het gebruik van het delen van het studiegebied ten gevolge van het voornemen.
- Ga op dezelfde wijze in op de gevolgen voor vleermuizen.
- Beschrijf voor de relevante Natura 2000 gebieden de instandhoudingsdoelstellingen voor habitats en soorten.
- Onderzoek de gevolgen voor Natura 2000 gebieden in een Passende beoordeling.
- Beschrijf de 'wezenlijke kenmerken en waarden van relevante EHS gebieden en onderzoek de gevolgen van het initiatief. Ga hierbij in op de Verordening Romte Fryslân 2011.

De beoordelingscriteria zijn ontleend aan de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet en de ecologische hoofdstructuur.

De toetsingskaders voor ecologie zijn afkomstig uit:

- Natuurbeschermingswet 1998 (Nbw), waarin de gebiedsbescherming is opgenomen voor Natura 2000-gebieden;
- Flora- en faunawet (Ffw), waarin de soortenbescherming is opgenomen;
- Ecologische Hoofdstructuur (EHS), aangewezen in de SVIR;
- Overige aangewezen gebieden.

De Europese kaders voor de bescherming van ecologische waarden, de Vogel- en Habitatrichtlijnen zijn nationaal geïmplementeerd in de Nbw en de Ffw.

Voor de beschrijving van de huidige situatie en de effectbeoordeling is gebruik gemaakt van de best beschikbare kennis en informatie. Ten dele betreft dit onderzoeken die al enige jaren geleden uitgevoerd zijn. Voor de gehanteerde onderzoeken, onder meer het uitgevoerde veldwerk, is in 2015 nagegaan en uiteindelijk geconcludeerd dat deze nog steeds representatief zijn voor de huidige situatie en er geen aanwijzingen zijn dat het soortenspectrum en/of de ordegrootte van aantallen zijn gewijzigd. Deels betreft het soortspecifiek onderzoek dat representatief is (onder meer over vlieghoogtes).

### 5.1.1 Gebiedsbescherming

Door middel van het beschermen van specifiek aangewezen gebieden wordt de instandhouding van de functie van deze gebieden voor flora en fauna en de instandhouding van deze soorten in die gebieden geborgd. Op grond van het voorkomen van soorten en de functie van deze soorten worden gebieden aangewezen als beschermd gebied. Deze gebieden zijn onderdeel van het Europese Natura 2000-netwerk. Aanwijzing van gebieden door middel van een aanwijzingsbesluit op grond van de Nbw leidt tot de status als Natura 2000-gebied.<sup>35</sup> Hiervoor gelden algemene doelstellingen ten aanzien van de kwaliteit van de gebieden en (veelal) kwantitatieve instandhoudingsdoelstellingen voor de soorten in het gebied. Natura 2000-gebieden zijn geen reservaten hetgeen onder meer betekent dat economische activiteiten kunnen plaatsvinden in deze gebieden, echter moet bij het realiseren van dergelijke activiteiten de potentiële ecologische waarden in acht genomen worden genomen.

De status van deze gebieden is juist in het leven geroepen om de ecologische waarden te beschermen voor negatieve effecten van activiteiten in of bij deze gebieden. Bepaald dient te worden of sprake is van significant negatieve effecten (ook wel 'gevolgen'). In de leidraad van het Steunpunt Natura 2000 van het (toenmalige) ministerie van LNV wordt dit toegelicht:

*'er sprake is van een significant gevolg wanneer de kwaliteit van een habitattype of leefgebied ten gevolge van menselijk handelen...in de toekomst, gemiddeld genomen, lager zal zijn dan bedoeld in de instandhoudingsdoelstelling'.<sup>36</sup>*

<sup>35</sup> Veelal zijn deze gebieden voorafgaand aan de aanwijzing al in een eerder stadium aangewezen als Speciale Beschermingszone op grond van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen.

<sup>36</sup> Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Steunpunt Natura 2000, 2009.

In het MER wordt beoordeeld welke effecten in potentie optreden voor de beschermde waarden en of deze significant negatief zijn; met andere woorden of het halen van de instandhoudingsdoelstellingen in gevaar komt. De effecten worden daartoe vergeleken met de huidige staat van instandhouding van de beschermde soorten en het van toepassing zijnde instandhoudingsdoel.

Effecten moeten zowel bepaald worden als een initiatief in een Natura 2000 gebied is gelegen als voor de situatie dat effecten op een Natura 2000 gebied op afstand van het initiatief kunnen optreden (externe werking). Soorten die beschermd zijn in een Natura 2000-gebied passeren of gebruiken soms andere gebieden vanuit het betreffende gebied, bijvoorbeeld als foerageergebied. Het IJsselmeer, waarin het initiatief is gelegen, is een Natura 2000-gebied, evenals de nabijgelegen Waddenzee.

#### Kader 5.2 Passende Beoordeling

Indien de mogelijkheid van significant negatieve effecten niet bij voorbaat kan worden uitgesloten, dient een zogenaamde 'passende beoordeling' te worden uitgevoerd op grond van de Nbw door het bevoegd gezag. In de Passende Beoordeling wordt onderzocht of de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet worden aangetast door te toetsen aan de instandhoudingsdoelstellingen voor het gebied.

De Passende Beoordeling maakt onderdeel uit van het MER. Het MER beschrijft en beoordeelt de effecten van de verschillende alternatieven. Een Passende Beoordeling beschrijft de effecten van een concreet initiatief. Ook voor dit MER is een Passende Beoordeling (onderdeel E) opgesteld waarin de effecten op Natura 2000-gebieden worden beschreven voor het voorkeursalternatief.

### 5.1.2 Soortenbescherming

De Flora- en faunawet (Ffw) vormt het wettelijk kader voor de bescherming van in het wild levende in- en uitheemse planten- en diersoorten. Op grond van deze wet geldt voor een ieder een zorgplicht voor alle in het wild levende dieren en planten, en voor hun directe leefomgeving. De mate van bescherming volgt uit het wettelijk kader en is mede afhankelijk van de kwetsbaarheid van de soorten. Op grond van de Ffw gelden diverse verbodsbepalingen, zoals op doden en verstoren, waarvan onder voorwaarden voor specifieke situaties (specifiek benoemde 'belangen') ontheffing kan worden verleend. Onderscheid wordt gemaakt naar:

- Algemene soorten; hiervoor geldt dat een vrijstelling gekregen kan worden als het gaat om een activiteit met bestendig beheer en onderhoud en bestendig gebruik of een bestendige ruimtelijke ontwikkeling. In andere gevallen dient een ontheffing aangevraagd te worden
- Overige soorten; ook voor deze soorten geldt dat een vrijstelling verkregen kan worden als het gaat om een activiteit met bestendig beheer en onderhoud en bestendig gebruik. Wel wordt daaraan de voorwaarde verbonden dat de activiteiten worden uitgevoerd op basis van een door het Rijk goedgekeurde gedragscode.
- Soorten die voorkomen op bijlage IV van de Habitatrichtlijn (zoals veel vleermuissoorten) en alle vogelsoorten op grond van de Vogelrichtlijn. Voor deze soorten geldt dat in de meeste gevallen een ontheffing aangevraagd moet worden.

De bescherming is niet locatie specifiek maar het voorkomen van soorten kan wel verbonden zijn aan het gebied of specifieke gebiedskenmerken. Zo is uit veldonderzoek door Bureau

Waardenburg en de Zoogdiervereniging naar voren gekomen dat er geconcentreerde gestuwde trek plaatsvindt over de Afsluitdijk van ruige dwergvleermuizen (bijlage IV habitatrictlijn) tijdens de seizoenmigratie van de betreffende soort.

Voor de effectbeschrijving van het initiatief wordt niet alleen ingegaan op soorten die beschermd zijn op grond van de Flora en faunawet maar ook overige soorten, bijvoorbeeld soorten die vermeld zijn op de Rode lijst vanwege de kritische staat van instandhouding van deze soorten. Deze lijst leidt niet tot een andere status qua bescherming.

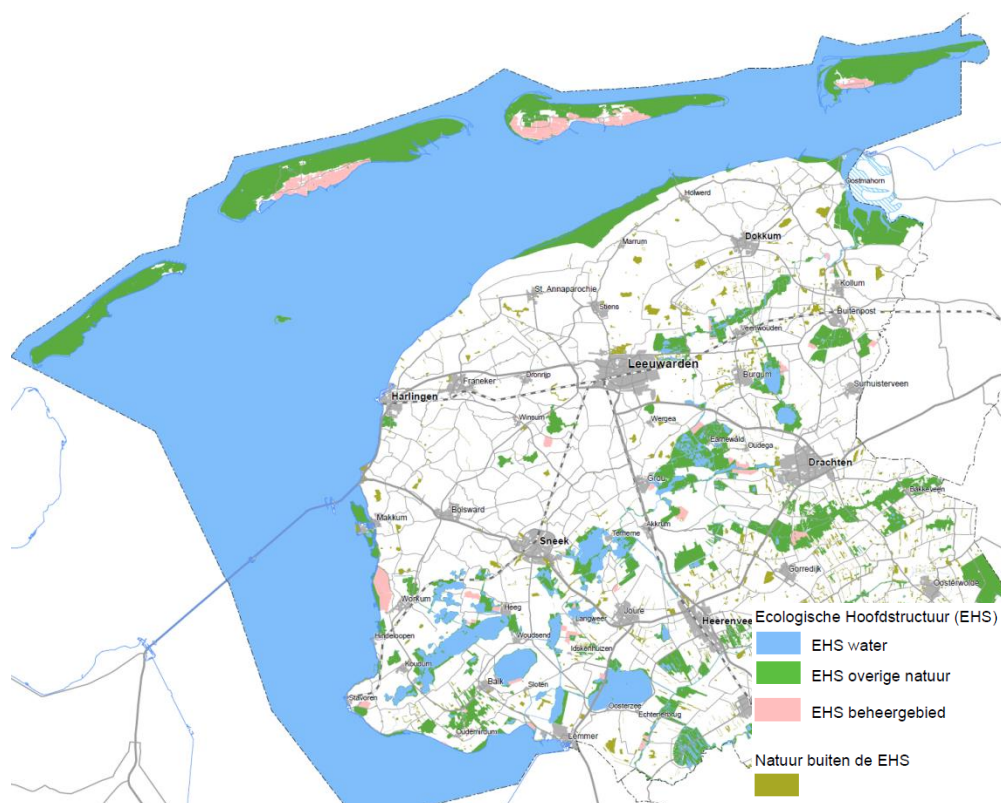
### 5.1.3 Ecologische Hoofdstructuur (EHS)

De EHS (ook wel 'Natuur netwerk Nederland') is het nationale netwerk van gebieden aangewezen ter behoud van de biodiversiteit in Nederland. De EHS borgt het behoud van leefgebieden en de mogelijkheid om te verplaatsen tussen leefgebieden. De Natura 2000-gebieden en de nationale parken maken onderdeel uit van de EHS, naast overige gebieden. De EHS is reeds enige tijd geleden aangewezen en in de SVIR is de gehelijkte EHS aangewezen. De verantwoordelijkheid voor de realisatie en behoud van de EHS ligt bij de provincies. De provincie Fryslân heeft voor het IJsselmeer beheertype voor het IJsselmeer N04.04 Afgesloten zeearm vastgesteld in het Natuurbeheerplan 2015 met als taakstelling bestaande natuur. De belangrijkste natuurwaarden van het IJsselmeer betreffen de habitat die geboden wordt aan watervogels voor foerageren, ruien en rusten op het open water. Landschappelijke kenmerken zijn de rust en ruimte. Er zijn geen werkzaamheden voorzien in deze gebieden. Voor de gebieden langs de Friese IJsselmeerkust is sprake van beheertypes N05.02 Gemaaid rietland, deze liggen op dermate grote afstand van het initiatief (meer dan 6 kilometer) dat effecten op wezenlijke kenmerken en waarden niet aan de orde zijn, anders dan potentiële effecten op soorten die reeds in het kader van het Natura 2000 aanwijzingsbesluit zijn aangewezen en hierna in dat kader zijn beoordeeld.

Voor het IJsselmeer geldt dat op grond van artikel 2.10.1 Barro de bescherming van de ecologische waarden verloopt via de status als Natura 2000-gebied voor deze gebieden. Het Barro maakt voor de EHS een uitzondering voor onder meer de grote wateren waaronder het IJsselmeer. Voor het beoordelen van wezenlijke kenmerken en waarden en effecten op de EHS wordt derhalve verwezen naar de effectbeoordeling op Natura 2000-gebied IJsselmeer.

In dit hoofdstuk wordt verder dan ook niet ingegaan op de EHS.

Figuur 5.1 Kaart 7 Natuur behorende bij Verordening Romte Fryslân 2014



Bron: Provincie Fryslân

#### 5.1.4 Overige gebieden

Diverse andere soorten natuurgebieden kunnen van toepassing zijn. De effecten hierop zullen indien relevant worden beoordeeld in het MER. Het betreft onder meer;

- Beschermde natuurmonumenten / Staatsnatuurmonumenten (in Natura 2000-gebieden is deze status vervallen en zijn de doelstellingen onderdeel van het aanwijzingsbesluit geworden);
- Ganzenfoerageergebieden;
- Weidevogels.

De provincie Fryslân heeft in het Streekplan Fryslân 2007 gebieden zowel binnen als buiten de EHS aangewezen die een belangrijke functie hebben voor vogels. De provincie wil belangrijke natuurwaarden in stand houden en zet daarbij specifiek in op de weidevogelstand en ganzenfoerageergebieden. Voor weidevogels is daarbij de grutto als 'gidssoort' aangemerkt en is een specifieke 'grutto-kaart' opgesteld. Voor zowel ganzen als weidevogels zijn gebieden aangewezen die belangrijk zijn voor die soorten en waar het belang van deze soorten bij ontwikkelingen betrokken dient te worden op grond van de Verordening Romte.

De belangrijkste effecten van een windpark op ecologische waarden betreft de effecten op vogels en vleermuizen. Hierbij geldt dat sprake kan zijn van aanvaringsslachtoffers, verstoring en barrièrewerking en beïnvloeding van vliegroutes. Daarnaast kunnen effecten op overige soorten optreden zoals zeehonden en vissen bij de aanlegfase ten gevolge van

onderwatergeluid of areaalverlies voor beschermde flora. Areaalverlies kan eveneens van invloed zijn op leefgebieden van soorten, zowel vogels en vleermuizen als andere soorten zoals knaagdieren. Separaat wordt aandacht besteed aan het aspect voedsel. Met name voor vogels kan ingeval van negatieve effecten op het mosselen en vissen indirect invloed ontstaan op het voedselaanbod en daarmee de kwaliteit c.q. draagkracht van het IJsselmeer voor instandhouding van vogelsoorten.

**Tabel 5.1 Beoordelingscriteria ecologie**

Beoordelingscriteria		Effectbeoordeling
Vogels	Sterfte	Aantal/jaar
	Verstoring	Aantal/jaar
	Barrièrewerking	Kwalitatief
Vleermuizen	Sterfte	Aantal/jaar
	Verstoring	Aantal/jaar
Overige soorten	Verstoring / sterfte	Kwantitatief/kwalitatief
Leefgebied	Toe- / afname omvang leefgebied	Kwalitatief
	Verandering kwaliteit leefgebied	Kwalitatief
Voedsel	Aanbod voedselomvang	Kwalitatief

Bij de effectbeoordeling wordt zowel ingegaan op effecten tijdens de operationele als de aanlegfase. Voor de aanlegfase betreft dit bijvoorbeeld de effecten van onderwatergeluid op vissen. Voor tijdelijke werkzaamheden wordt bepaald of deze tot blijvende gevolgen kunnen leiden voor ecologische waarden.

## 5.2 Referentiesituatie

Het initiatief is gelegen in het IJsselmeer en nabij de Waddenzee. Beide zijn vogelrijke gebieden die jaarrond voor diverse vogelsoorten van grote betekenis zijn. Daarnaast zijn diverse andere flora en fauna aanwezig in het gebied. Zowel IJsselmeer als Waddenzee zijn op grond van de ecologische waarden en de functie voor deze waarden aangewezen als Natura 2000-gebied, en daarmee onderdeel van zowel de nationale Ecologische Hoofdstructuur (EHS) als het Europese netwerk van natuurgebieden (Natura 2000). Ook buiten de beschermde waarden op grond van deze status zijn diverse ecologische waarden aanwezig in of nabij het plangebied.

De huidige situatie wordt beschreven voor de ecologische waarden van het gebied. Daarbij wordt eerst ingegaan op de gedefinieerde beschermde gebieden en vervolgens voor de verschillende soortgroepen. Waar relevant wordt de relatie tussen de verschillende soorten aangegeven, bijvoorbeeld mosselen in het IJsselmeer zijn niet specifiek beschermd maar vervullen een belangrijke reden in de voedselketen voor de vogelsoorten die foerageren op deze mosselen.

De beschrijving van de huidige situatie is gebaseerd op het door Bureau Waardenburg uitgevoerde onderzoek naar vogels, vissen, driehoeksmosselen en waterplanten (bijlage D-8) en op het onderzoek van Bureau Waardenburg in samenwerking met de Zoogdiervereniging



naar vleermuizen (bijlage D-10). Deze onderzoeken zijn gebaseerd op de meest recente kennis die volgt uit diverse overzichtsrapporten en studies (zie de literatuurlijst van genoemde bijlagen). Aangezien door Bureau Waardenburg reeds in het stadium van de locatiekeuze kennisleemten zijn geïdentificeerd - voor vogels ten aanzien van het gebruik van het open water en het gebruik van de dijk en voor vleermuizen met betrekking tot het gebruik van Afsluitdijk en het open water -, zijn voor het m.e.r. diverse veldonderzoeken uitgevoerd van 2008 tot en met 2014. De resultaten van deze veldonderzoeken zijn opgenomen in de genoemde bijlagen. In het volgende kader is toegelicht met welke achtergrond en aanvullend op de van Rijkswaterstaat verkregen telgegevens, tellingen zijn verricht door Bureau Waardenburg. Zie voor meer toelichting bijlage D-8.

### Kader 5.3 Telling Rijkswaterstaat en aanvullende open water tellingen

#### Monitoring Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat voert sinds 1979 een telprogramma uit waarbij de vogels van het IJsselmeer maandelijks geteld worden vanuit een vliegtuig. Het RWS telprogramma is vooral gericht op een totaalstelling van langs de kust rustende en foeragerende watervogels. In de oeverzone van het IJsselmeer zijn in totaal 74 teltrajecten begrensd. Binnen ieder traject worden maandelijks alle aanwezige watervogels geteld. De vogels die buiten de oeverzone op het open water verblijven worden steekproefsgewijs geteld. Hiervoor zijn over het IJsselmeer in totaal 12 lussen gedefinieerd (zie linker kaart in figuur 5.2). Iedere lus wordt representatief beschouwd voor desbetreffend deel van het IJsselmeer. Op basis van de vastgestelde dichtheden in de lussen kan het totaal aantal vogels in desbetreffende deelgebied berekend worden.

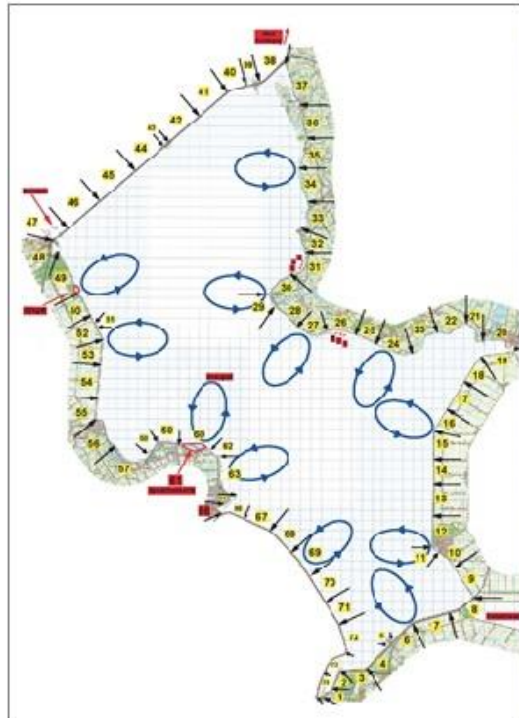
#### Aanvullende tellingen Bureau Waardenburg

In de opzet van deze vogelmonitoring van Rijkswaterstaat schuilt een kennisleemte ten aanzien van het aantal en de verspreiding van vogels op het open water. Om deze kennisleemte voor het m.e.r. van windpark Fryslân in te vullen zijn aanvullende tellingen uitgevoerd door Bureau Waardenburg. Anders dan RWS monitoring heeft Bureau Waardenburg gekozen voor een onderzoeksopzet waarbij met een vliegtuig door middel van transecten het gehele IJsselmeer en Markermeer wordt gedekt en meerdere keren wordt uitgevoerd in de maanden dat de typische soorten van het open water aanwezig zijn.

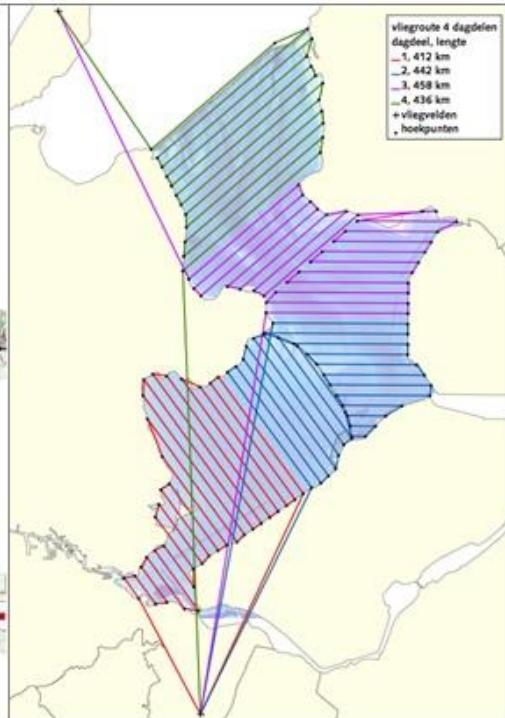
Het 'survey design' is zodanig gekozen dat het mogelijk is om in een later stadium verantwoorde analyses uit te voeren om dichtheden en verspreidingspatronen van de vogels met voldoende betrouwbaarheid vast te stellen (zie rechterkaart in figuur 5.2). Van belang hiervoor is dat ten eerste een voldoende dicht netwerk aan transecten wordt gevlogen en ten tweede dat deze transecten dwars op de dominerende gradiënten van verspreidingspatronen liggen. In het geval van het IJsselmeer en Markermeer betekent dit dwars op de kust en dwars op de ligging van de geulpatronen.

Op basis van een statistische analyse zijn de totale populaties van watervogels op het open water berekend.

Figuur 5.2 Telvakindeling maandelijks  
Rijkswaterstaat



Vliegroute gehele IJsselmeer inclusief open  
water, Bureau Waardenburg



### 5.2.1 IJsselmeer

#### Algemene omschrijving<sup>37</sup>

Het IJsselmeer in zijn huidige vorm is ontstaan door achtereenvolgens de afsluiting van de voormalige Zuiderzee door de aanleg van de Afsluitdijk, voltooid in 1932, de aanleg van de IJsselmeerpolders (voltooid in 1968) en ten slotte van de Houtribdijk, voltooid in 1976. Na de aanleg van de Afsluitdijk is het water binnen enkele maanden verzoet, en sindsdien ontbreekt een brakke overgangszone naar de zee. De oorspronkelijke faunagemeenschappen verdwenen binnen enkele jaren en werd vervangen door een zoetwater gemeenschap met twee in de voedselketen cruciale sleutelsoorten: de driehoeksmossel en de spiering.

Langs de Friese kust (voormalig intergetijdengebied) is sprake van substantiële ondiepten met waterplanten en buitendijkse slikken en platen. Het grootste deel van het water wordt aangevoerd door de IJssel. Het mondingsgebied is meer dynamisch met geulen tot 9 meter diep en grotendeels zandig sediment. Het doorzicht wordt voor een groot deel bepaald door algen en is in het algemeen relatief hoog. Het waterpeil is gefixeerd, maar door het grote oppervlak van het meer kan de wind echter een aanzienlijk scheefstand (orde grootte een meter) veroorzaken die tevens resulteert in een zekere peildynamiek.

De buitendijkse kweldergebieden hebben zilte en brakke milieus. In de natte terreindelen treedt moerasvorming op in de vorm van biezenstroken. Op de overgang van water en land en op de laag liggende delen van de oude platen komt rietland voor. Bij verdere successie verruigt het

<sup>37</sup> Gebaseerd op aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied IJsselmeer (2009).

rietland en vindt opslag van wilg plaats. Vooral op de hogere delen ontwikkelen struwelen en bos. De graslanden zijn soortenrijk, vooral op kalkrijk vochtig substraat.

Het IJsselmeer is in 2006 door middel van een ontwerp-aanwijzingsbesluit aangewezen als Natura 2000-gebied. December 2009 is het definitieve aanwijzingsbesluit genomen. Het aanwijzingsbesluit is in 2010 gewijzigd, waardoor het IJsselmeer voor de delen die oorspronkelijk alleen als Vogelrichtlijn gebied zijn aangewezen als speciale beschermingszone niet meer is aangewezen voor de meervleermuis (*Myotis dasycneme*). Dit betreft het open water van het IJsselmeer. Delen van de Friese kust zijn op grond van de Habitatrichtlijn aangewezen als speciale beschermingszone. Tevens is het aanwijzingsbesluit gewijzigd in 2012. Dit betrof een aanpassing van de instandhoudingsdoelstelling van een aantal soorten (fuut, grote zaagbek, nonnetje, zwarte stern en dwergmeeuw) op basis van de uitspraak van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State van 14 december 2011<sup>38</sup>.

Het Natura 2000-gebied IJsselmeer bestaat uit de drie oorspronkelijk aangewezen speciale beschermingszones:

- Friese IJsselmeerkust onder de Habitatrichtlijn;
- Friese IJsselmeerkust onder de Vogelrichtlijn;
- IJsselmeer onder de Vogelrichtlijn.

Onder de aanwijzing vallen tevens een aantal voormalige beschermde natuurmonumenten. Op grond van de Natuurbeschermingswet 1998 is de status van deze natuurmonumenten bij aanwijzing als speciale beschermingszone vervallen. De doelstellingen met betrekking tot behoud, herstel en de ontwikkeling van het natuurschoon of de natuurwetenschappelijke betekenis van deze natuurmonumenten vervallen echter niet en maken onderdeel uit van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied. Met andere woorden, de natuurmonumenten behouden hun bescherming onder het aanwijzingsbesluit.

Voor het IJsselmeer betreft het de volgende voormalige natuurmonumenten:

- Beschermd natuurmonument Stoenckherne (aanwijzing 14 mei 1982) (tevens Staatsnatuurmonument, aanwijzing 22 december 1986);
- Beschermd natuurmonument Friese IJsselmeerkust (aanwijzing 4 december 1991);
- Staatsnatuurmonument Friese IJsselmeerkust (aanwijzing 4 december 1991);
- Staatsnatuurmonument De Ven (aanwijzing 3 juni 1980).

De begrenzing van het Natura 2000-gebied IJsselmeer is op bij het aanwijzingsbesluit behorende kaarten aangegeven maar kan globaal als volgt worden beschreven. Het gebied wordt in het noorden begrensd door de Afsluitdijk, in het oosten door de waterkerende dijken van de Friese IJsselmeerkust, polderdijk Noordoostpolder, Ketelbrug en polderdijk Oostelijk Flevoland, in het zuiden door de Houtribdijk en in het westen door het vasteland (dijk) van Noord-Holland. De buitendijkse gebieden De Ven bij Enkhuizen en De Vooroever bij Wervershoof zijn opgenomen in de begrenzing. Dat geldt ook voor een deel van polder Workumer Nieuwland bij Hylpen en een deel van de Schuilenburger polder bij Koudum.

<sup>38</sup> ABRvS uitspraak nummer 201002844/1/R2.

De algemene instandhoudingsdoelstellingen voor het IJsselmeer zijn:

- Behoud en indien nodig herstel van de bijdrage van het Natura 2000-gebied aan de ecologische samenhang van het Natura 2000-netwerk zowel binnen Nederland als binnen de Europese Unie;
- Behoud en indien nodig herstel van de bijdrage van het Natura 2000-gebied aan de biologische diversiteit en aan de gunstige staat van instandhouding van natuurlijke habitats en soorten binnen de Europese Unie, die zijn opgenomen in bijlage I of bijlage II van de Habitatrichtlijn. Dit behelst de benodigde bijdrage van het gebied aan het streven naar een op landelijk niveau gunstige staat van instandhouding voor de habitattypen en de soorten waarvoor het gebied is aangewezen;
- Behoud en indien nodig herstel van de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied, inclusief de samenhang van de structuur en functies van de habitattypen en van de soorten waarvoor het gebied is aangewezen;
- Behoud en indien nodig herstel van de op het gebied van toepassing zijnde ecologische vereisten van de habitattypen en soorten waarvoor het gebied is aangewezen.

Het IJsselmeer is aangewezen voor diverse soorten habitattypen, soorten van Bijlage II Habitatrichtlijn, broedvogels en niet-broedvogels. In tabel 3.8 tot en met 3.11 zijn de instandhoudingsdoelen uit het aanwijzingsbesluit en het wijzigingsbesluit opgenomen.

De wijziging in 2012 van de instandhoudingsdoelstellingen betrof de doelstellingen voor fuut, grote zaagbek, nonnetje, zwarte stern en dwergmeeuw. In het wijzigingsbesluit is aangegeven dat de aantallen van deze soorten aanmerkelijk lager liggen dan de aantallen uit het verleden. Voor de genoemde soorten wordt daarbij voor de instandhoudingsdoelstelling als uitgangspunt voor de draagkrachtinschatting uitgegaan van de maandgemiddelden uit de periode 1980 - 1992, waarbij wordt opgemerkt dat sindsdien de aantallen aanmerkelijk lager hebben gelegen. De doelstelling voor het nonnetje is gebaseerd op gegevens uit de jaren 1999 - 2004. Er geldt een verbeterdoelstelling op grond van het verschil tussen de draagkrachtinschatting en de instandhoudingsdoelstellingen waarbij reeds in het aanwijzingsbesluit is aangegeven dat er een grote onzekerheid geldt met betrekking tot de kwaliteit van het leefgebied en in het bijzonder de beschikbaarheid van voedsel, met name spiering, waarvan de stand zeer laag is. De afname van deze soorten komt ook overeen met die van andere viseters en is geconcentreerd rond 1992, toen het bestand van de belangrijkste prooi-soort - de spiering - afnam, zo wordt opgemerkt in de toelichting op het oorspronkelijke aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied IJsselmeer.

De onzekerheid voor de ontwikkeling van de kwaliteit van het leefgebied geldt daarmee ook voor de aantalsontwikkeling en in het besluit tot wijziging in 2012 is derhalve reeds aangegeven dat een evaluatiestudie in gang is gezet, de ANT-studie naar de Autonome Neergaande Trend, om de achtergrond van de trend te bepalen en na te gaan of verbetering van de kwaliteit van het leefgebied, en daarmee de gewenste aantalsontwikkeling, haalbaar is.

### Instandhoudingsdoelstellingen IJsselmeer

In de volgende tabellen zijn de instandhoudingsdoelstellingen voor het IJsselmeer opgenomen.

Tabel 5.2 Habitattypen Natura 2000-gebied IJsselmeer (bijlage I Habitatrictlijn)

Naam	Doel Omvang	Doel kwaliteit
H3150 Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden	Behoud	Behoud
H6430 Ruigten en zomen – subtype A en B	Behoud	Behoud
H7140 Overgangs- en trilvenen -subtype A	behoud	Behoud

Tabel 5.3 Soorten Natura 2000-gebied IJsselmeer (bijlage II Habitatrictlijn)

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie
Rivieronderpad	Behoud	Behoud	Behoud
Noordse woelmuis*	Uitbreiding	Behoud	Uitbreiding
Groenknolorchis	Behoud	Behoud	Behoud

\*prioritaire soort

Tabel 5.4 Soorten broedvogels Natura 2000-gebied IJsselmeer

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (draagkracht voor ten minste x paar)
Aalscholver	behoud	behoud	8.000 <sup>39</sup>
Roerdomp	uitbreiding	en/of verbetering	7 / territoria
Lepelaar	behoud	behoud	25
Bruine kiekendief	behoud	behoud	25
Porseleinhoen	uitbreiding	en/of verbetering	18
Bontbekplevier	uitbreiding	en/of verbetering	13
Kemphaan	uitbreiding	en/of verbetering	20
Visdief	behoud	behoud	3.300
Snor	behoud	behoud	40
Rietzanger	behoud	behoud	990

<sup>39</sup> De aalscholver heeft een regionale doelstelling die betrekking heeft op de Natura 2000-gebieden IJsselmeer, Markermeer & IJmeer, Oostvaardersplassen en Lepelaarplassen.

Tabel 5.5 Soorten niet-broedvogels Natura 2000-gebied IJsselmeer

Naam	Functie	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (seizoensgemiddelde tenzij anders vermeld)
Fuut	f	uitbreiding	en/of verbetering	2.200
Aalscholver	f	behoud	behoud	8.100
Lepelaar	f	behoud	behoud	30
Kleine zwaan	f/s	behoud	behoud	20 f, 1.600 s (seizoensmaximum)
Toendrarietgans	s	behoud	behoud	-
Kleine rietgans	f	behoud	behoud	30
Kolgans	f/s	behoud	behoud	4.400 f, 19.900 s (seizoensmaximum)
Grauwe gans	f	behoud	behoud	580
Brandgans	f/s	behoud	behoud	1.500 f; 26.200 s (seizoensmaximum)
Bergeend	f	behoud	behoud	210
Smient	s	behoud	behoud	10.300
Krakeend	f	behoud	behoud	200
Wintertaling	f	behoud	behoud	280
Wilde eend	f	behoud	behoud	3.800
Pijlstaart	f	behoud	behoud	60
Slobeend	f	behoud	behoud	60
Tafeleend	f	behoud	behoud	310
Kuifeend	f	behoud	behoud	11.300
Topper	f	behoud	behoud	15.800
Brilduiker	f	behoud	behoud	310
Nonnetje	f	uitbreiding	en/of verbetering	180
Grote zaagbek	f	uitbreiding	en/of verbetering	1.850
Meerkoet	f	behoud	behoud	3.600
Kluut	f	behoud	behoud	20
Goudplevier	f	behoud	behoud	9.700 (seizoensmaximum)
Kemphaan	f/s	behoud	behoud	2.100 f (seizoensmaximum); 17.300 s (seizoensmaximum)
Grutto	f/s	behoud	behoud	290 f, 2.200 s (seizoensmaximum)
Wulp	f/s	behoud	behoud	310 f, 3.500 s (seizoensmaximum)
Dwergmeeuw	f	uitbreiding	en/of verbetering	85



Naam	Functie	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (seizoensgemiddelde tenzij anders vermeld)
Reuzenster	f/s	behoud	behoud	40 (seizoensmaximum)
Zwarte stern	f/s	uitbreiding	en/of verbetering	73.200 (seizoensmaximum)

F = foerageren en s = slapen

Het aanwijzingsbesluit heeft ook betrekking op de eerder genoemde voormalige beschermde natuurmonumenten en staatsnatuurmonumenten. In figuur 5.2 is de ligging van deze gebieden in het IJsselmeer weergegeven. Deze gebieden, delen van de Friese IJsselmeerkust en het Ven aan de westzijde van het IJsselmeer, hebben de status als beschermd natuurmonument of staatsnatuurmonument verloren met de aanwijzing als Natura 2000-gebied. Indien de doelstellingen uit de aanwijzing als beschermd natuurmonument of staatsnatuurmonument geen Natura 2000-waarden betreffen, houden deze doelstellingen hun zelfstandige betekenis. Voor de genoemde gebieden geldt dat aanvullend op de Natura 2000-waarden doelstellingen gelden. Uit de toelichting van de besluiten, welke in samenhang met de beschikking moet worden gelezen, blijkt dat het gaat om:

- de natuurwetenschappelijke betekenis (flora en fauna maar ook de morfologie);
- het natuurschoon.

Voor wat betreft flora en fauna geldt dat de functie (bijvoorbeeld broedgebied, rustgebied) voor een niet limitatieve opsomming van soorten centraal staat. Voor een weergave hiervan wordt verwezen naar de toelichting bij deze besluiten welke zijn opgenomen in het aanwijzingsbesluit als Natura 2000-gebied.<sup>40</sup> Ook voor de karakteristieke morfologie wordt verwezen naar deze toelichting.

Alleen de delen bij de Friese IJsselmeerkust (met uitzondering natuurmonument de Ven) worden beschermd vanwege het natuurschoon. Als globale doelstelling geldt behoud van *'het weidse, open karakter van het gebied, met uitgestrekte riet- en moerasvegetaties, struwelen en korte gemaaide vegetaties maakt het gebied zowel van de IJsselmeerdijk als vanaf het IJsselmeer van grote betekenis uit het oogpunt van natuurschoon'*. De afstand van de alternatieven tot de dichtstbijzijnde rand van de onderdelen van het voormalige natuurmonument Friese IJsselmeerkust bedraagt minimaal 4,2 kilometer.

Voor het beschermd natuurmonument Stoenckherne geldt dat het natuurmonument vanuit het oogpunt van natuurschoon van betekenis is *'door de weidsheid van het landschap en door de afwisseling van gras- en rietlanden, rietzomen, de natuurlijke inham en het water'*. De afstand van de alternatieven tot de dichtstbijzijnde rand van de onderdelen van het voormalige natuurmonument bedraagt 6,7 kilometer.

<sup>40</sup> <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=0>

Figuur 5.3 Ligging voormalige natuurmonumenten in het IJsselmeer/Waddenzee



Bron: [www.synbiosys.alterra.nl/](http://www.synbiosys.alterra.nl/) Google Earth (2013)

De habitats en soorten met instandhoudingsdoelen voor het IJsselmeer zoals weergegeven in de voorgaande tabellen, zijn in een aantal gevallen onder meer afhankelijk van specifieke voedselbronnen in het IJsselmeer. De voedselbronnen zijn niet direct beschermd in het kader van de Natuurbeschermingswet en kennen derhalve geen instandhoudingsdoelen. Uitzondering hierop vormt het habitatype H3150 (meren met krabbescheer en fonteinkruiden). Belangrijke voedselbronnen in het IJsselmeer zijn verschillende soorten waterplanten en waterplantengemeenschappen, zoetwatermosselen (driehoeks- en quaggamossel) en vis. In tabel 5.6 is een samenvatting gegeven van de verschillende voedselgroepen en soorten welke van belang zijn voor (vogel)soorten met instandhoudingsdoelen. Tevens zijn wettelijk beschermde vissoorten opgenomen die voorkomen in het IJsselmeer.

Tabel 5.6 Voedselgroepen en soorten relevant voor instandhoudingsdoelen

Voedselgroep/soort	Relevantie	Wettelijke status
<i>Waterplanten</i>		
- fonteinkruiden	kleine zwaan, tafeleend, meerkoet, brilduiker	
- kranswieren	kleine zwaan, tafeleend, meerkoet, brilduiker	
- drijvende waterplanten	krakeend, wintertaling, wilde eend, pijlstaart, slobeend,	
<i>Zoetwatermosselen</i>		
- driehoeks- en quaggamossel	tafeleend, kuifeend, topper, brilduiker	
<i>Vis</i>		
- spiering	nonnetje, grote zaagbek, fuut, visdief, zwarte stern, dwergmeeuw,	
- baars	fuut, aalscholver, grote zaakbek,	
- blankvoorn	aalscholver, grote zaagbek,	
- pos	fuut, aalscholver, dwergmeeuw,	
- kleine modderkruiper		ff-wet; tabel 2
- rivierdonderpad		HR-soort; ff-wet: tabel 2
- houting		ff-wet; tabel 3
- rivierprik		HR-soort (Waddenzee); ff-wet: tabel 3
- zeeprik		HR-soort (Waddenzee)
- witvingrondel		ff-wet; tabel 2
- bittervoorn		ff-wet; tabel 3
- fint		HR-soort (Waddenzee)
- aal		ff-wet, tabel 2

Autonome ontwikkelingen die onderdeel uitmaken van de referentiesituatie voor het IJsselmeer zijn ondermeer de aanleg van de vismigratierivier en de versterking van de Afsluitdijk. Voor de vismigratierivier en de versterking van de Afsluitdijk is niet zeker of deze gelijktijdig worden aangelegd met het windpark, dit is echter ook niet uit te sluiten. Aangenomen wordt derhalve dat aanleg gelijktijdig plaatsvindt. Voor beide initiatieven geldt dat zij op zichzelf en in cumulatie met elkaar niet leiden tot significant negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van Waddenzee en IJsselmeer. De effecten zijn tijdelijk en beperkt tot lokale versterking tijdens de aanlegfase. Eventuele positieve gevolgen die verwacht worden van de vismigratierivier op met name de beschikbaarheid van vis als voedsel voor watervogels waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen zijn niet betrokken bij de beoordeling.

Effecten van deze ontwikkelingen zijn betrokken bij de cumulatie van de effecten van het voornemen, voorzover effecten optreden bij zowel het voornemen als genoemde autonome ontwikkelingen.

In maart 2015 is tevens een besluit genomen over de uitbreiding van de luchthaven Lelystad. Volgens het MER Lelystad Airport, deel 4E, maart 2014, geldt dat vliegverkeer bij vlieghoogtes lager dan 3.000 ft verstorende effecten kan hebben. Vliegverkeer vanaf Lelystad zal vanwege binnenkomend verkeer voor Schiphol over het IJsselmeergebied na de start op 3.000 ft hoogte worden gefixeerd, tot na de passage van de routes voor dit binnenkomende verkeer. Hiervan gaan geen visuele en/of auditieve effecten uit die leiden tot verstoring (afname aantallen vogels). Er is derhalve geen sprake van cumulatie. Zoals aangegeven in paragraaf 2.2 wordt in het zuiden van het IJsselmeer Industriehaven Flevokust gerealiseerd (afstand tot het windpark bedraagt meer dan 47 kilometer). Uit de passende beoordeling voor deze buitendijkse haven blijkt dat effecten beperkt zijn tot beperkte verstoring waarbij lokaal voldoende uitwijkmogelijkheden voor de betreffende soorten. Er is derhalve geen sprake van cumulatie.

### 5.2.2 Waddenzee<sup>41</sup>

Het initiatief ligt nabij het Natura 2000-gebied Waddenzee. De meest nabijgelegen windturbine bevindt zich op een afstand van meer dan 750 meter.

De Nederlandse Waddenzee is onderdeel van het internationale waddengebied dat zich uitstrekt van Den Helder tot Esbjerg (Denemarken). Het is een natuurlijk en dynamisch zoutwatergetijdengebied dat bestaat uit een complex van diepe geulen en ondiep water met zand- en slibbanken, waarvan grote delen bij eb droog vallen. Deze banken worden doorsneden door een fijn vertakt stelsel van geulen.

Langs het vasteland en op de eilanden liggen verspreid kweldergebieden, die door grote verschillen in vocht- en zoutgehalte bijdragen aan een zeer diverse flora en vegetatie. De kwelders langs de vastelandskust zijn tot stand gekomen door menselijk ingrijpen in de kwelderbodem. Op de overgang van de hoge, groene kwelders en de lager gelegen, nattere landaanwinningskwelders ligt een natuurlijke afslagrand, de zogenaamde kwelderklif. De kwelders op de Waddeneilanden hebben een natuurlijke geomorfologie, met geleidelijke hoogtegradiënten, meanderende kwelderkreken en afwisseling in de mate van natuurlijke drainage. De bodem is over het algemeen zandig, mede door de invloed van stuivend zand uit de nabijgelegen duingebieden. De geleidelijke overgangen van het wad richting duin leveren een grote biodiversiteit op. Enkele voorbeelden hiervan zijn de Boschplaat op Terschelling, Nieuwlandsreid (Zoute Weide) op Ameland en de Oosterkwelder op Schiermonnikoog.

Er is een nagenoeg ongestoorde hydrodynamiek en geomorfologie aanwezig, waarin natuurlijke processen zorgen voor instandhouding en ontwikkeling van karakteristieke ecotopen en habitats en de grenzen van land en water voortdurend wijzigen. Dit is ook duidelijk zichtbaar aan diverse 'wandelande' eilanden zoals Rottummerplaat. Tussen Harlingen en Terschelling ligt het door een dijklichaam beschermde eiland Griendat dat belangrijke vogelkolonies herbergt. Het landschap kenmerkt zich door zijn vrijwel ongerepte en weidse en open karakter. De identiteit van het Waddengebied wordt mede bepaald door de natuurlijke samenhang tussen

<sup>41</sup> Afkomstig uit: 'Besluit Natura 2000-gebied Waddenzee', LNV 2008a

Waddenzee, waddeneilanden, Noordzeekustzone en de vastelandkust en de karakteristieke overgangen tussen land en zee, zoet en zout en droog en nat.

De algemene behoudsdoelstellingen komen overeen met die voor het IJsselmeer. De Waddenzee is aangewezen voor diverse soorten habitattypen, soorten van Bijlage II Habitatrichtlijn, broedvogels en niet-broedvogels. In tabel 5.7 tot en met 5.9 zijn de instandhoudingsdoelen weergegeven.

**Tabel 5.7 Habitattypen Natura 2000-gebied Waddenzee**

Naam	doel omvang	doel kwaliteit
H1110 Permanent overstromde zandbanken – subtype A getijdengebied	behoud	verbetering
H1140 Slik- en zandplaten – subtype A getijdengebied	behoud	verbetering
H1310 Zilte pionierbegroeiingen	behoud	behoud
H1320 Slijkgrasvelden	behoud	behoud
H1330 Schorren en zilte graslanden – subtype A buitendijks	behoud	verbetering
H1330 Schorren en zilte graslanden – subtype B binnendijks	behoud	behoud
H2110 Embryonale duinen	behoud	behoud
H2120 Witte duinen	behoud	behoud
H2130 Grijze duinen* - subtype A kalkrijk	behoud	behoud
H2130 Grijze duinen* - subtype B kalkarm	behoud	verbetering
H2160 Duindoornstruwelen	behoud	behoud
H2190 Vochtige duinvalleien – subtype B kalkrijk	behoud	behoud

\* prioritaire soorten

**Tabel 5.8 Soorten Natura 2000-gebied IJsselmeer (bijlage II Habitatrichtlijn)**

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie
Nauwe korfslak	behoud	behoud	behoud
Zeeprik	behoud	behoud	uitbreiding
Rivierprik	behoud	behoud	uitbreiding
Fint	behoud	behoud	uitbreiding
Grijze zeehond	behoud	behoud	behoud
Gewone zeehond	behoud	behoud	uitbreiding

Tabel 5.9 Soorten broedvogels Natura 2000-gebied Waddenzee

Naam	Doel omvang leefgebied	Doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (draagkracht voor ten minste x paar)
Lepelaar	behoud	behoud	430
Eider	behoud	verbetering	5.000
Bruine kiekendief	behoud	behoud	30
Blauwe kiekendief	behoud	behoud	3
Kluut	behoud	verbetering	3.800
Bontbekplevier	behoud	behoud	60
Strandplevier	uitbreiding	en/of verbetering	50
Kleine mantelmeeuw	behoud	behoud	19.000
Grote stern	behoud	behoud	16.000
Visdief	behoud	behoud	5.300
Noordse stern	behoud	behoud	1.500
Dwergstern	uitbreiding	en/of verbetering	200
Velduil	behoud	behoud	5

Tabel 5.10 Soorten niet-broedvogels Natura 2000-gebied Waddenzee

Naam	functie	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (seizoensgemiddelde tenzij anders vermeld)
Fuut	f	behoud	behoud	310
Aalscholver	f/s	behoud	behoud	4.200
Lepelaar	s	behoud	behoud	520
Kleine zwaan	s	behoud	behoud	1.600 (seizoensmaximum)
Toendrarietgans	s	behoud	behoud	Geen kwantitatieve doelstelling
Grauwe gans	f/s	behoud	behoud	7.000
Brandgans	f/s	behoud	behoud	36.800
Rotgans	f/s	behoud	behoud	26.400
Bergeend	f/s	behoud	behoud	38.400 ex.
Smient	f/s	behoud	behoud	33.100
Krakeend	f	behoud	behoud	320
Wintertaling	f	behoud	behoud	5.000
Wilde eend	f	behoud	behoud	25.400



Naam	functie	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	Doel populatie (seizoensgemiddelde tenzij anders vermeld)
Pijlstaart	f	behoud	behoud	5.900
Slobeend	f	behoud	behoud	750
Topper	f	behoud	verbetering	3.100
Eider	f	behoud	verbetering	90.000 – 115.000 (midwinteraantallen)
Brilduiker	f	behoud	behoud	100
Middelste zaagbek	f	behoud	behoud	150
Grote zaagbek	f	behoud	behoud	70
Slechtvalk	f	behoud	behoud	40 (seizoensmaximum)
Scholekster	f/s	behoud	verbetering	140.000 – 160.000
Kluut	f/s	behoud	behoud	6.700
Bontbekplevier	f/s	behoud	behoud	1.800
Goudplevier	f/s	behoud	behoud	19.200
Zilverplevier	f/s	behoud	behoud	22.300
Kievit	f/s	behoud	behoud	10.800
Kanoet	f/s	behoud	verbetering	44.400
Drieteenstrandloper	f/s	behoud	behoud	3.700
Krombekstrandloper	f/s	behoud	behoud	2.000 (seizoensmaximum)
Bonte strandloper	f/s	behoud	behoud	206.000
Grutto	f/s	behoud	behoud	1.100
Rosse grutto	f/s	behoud	behoud	54.400
Wulp	f/s	behoud	behoud	96.200
Zwarte ruiter	f/s	behoud	behoud	1.200
Tureluur	f/s	behoud	behoud	16.500
Groenpootruiter	f/s	behoud	behoud	1.900
Steenloper	f/s	behoud	verbetering	2.300 – 3.000
Zwarte stern	s	behoud	behoud	23.000(seizoensmaximum)

In de Waddenzee zijn een aantal voormalige beschermde natuurmonumenten gelegen. Voormalig beschermd staatsnatuurmonument Waddenzee II ligt op een afstand van 760 meter of meer van de opstellingen. Voormalig beschermd staatsnatuurmonument Waddenzee I ligt op groter afstand, op meer dan 11 kilometer afstand. Zie ook figuur 5.3 hiervoor. Zoals toegelicht is de zelfstandige beschermde status vervallen met de aanwijzing van de Waddenzee als Natura 2000-gebied. De doelstellingen worden echter geacht onderdeel uit te maken van het aanwijzingsbesluit en de oorspronkelijke besluiten (inclusief toelichting tot aanwijzing als

beschermd natuurmonument of staatsnatuurmonument) zijn opgenomen in het aanwijzingsbesluit.

Voor wat betreft flora en fauna geldt dat de functie (bijvoorbeeld broedgebied, rustgebied) voor een niet limitatieve opsomming van soorten centraal staat. Voor een weergave hiervan wordt verwezen naar de toelichting bij deze besluiten die zijn opgenomen in het aanwijzingsbesluit als Natura 2000-gebied<sup>42</sup>. Ook voor de karakteristieke morfologie wordt verwezen naar deze toelichting.

Ten aanzien van natuurschoon is globaal aangegeven dat het weidse karakter, de voortdurende wijziging van de grenzen van land en water belangrijke kenmerken zijn van het gebied. De invloed van menselijke activiteiten is ondergeschikt aan de natuurlijke elementen (*'Essentieel is dat de invloed van de menselijke activiteiten op het landschap in het niet zinkt bij het stempel dat de natuurlijke elementen op de Waddenzee drukken'*). De heersende rust in het gebied wordt tenslotte als wezenlijk benoemd. Beoordeling van het effect op het natuurschoon is onderdeel van hoofdstuk 4 Landschap, vanuit het Barro zijn de landschappelijke waarden van de Waddenzee tevens vastgelegd en deze zijn in dit hoofdstuk behandeld, zie ook ondermeer kader 4.5. Een meer uitgebreide beoordeling is opgenomen in de passende beoordeling bij het MER.

Overige voormalige beschermde (staats)natuurmonumenten liggen op grote afstand van het plangebied. Gebied Waddenzee I ligt op een afstand van 12 kilometer, de overige op grotere afstanden.

### 5.2.3 Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel

Het Natura 2000-gebied Texel ligt op meer dan 20 kilometer afstand van het onderzoeksgebied. In tabel 5.11 is een selectie van soorten broedvogels weergegeven waarvoor Texel is aangewezen en de betreffende instandhoudingsdoelen. Deze soort kan (in theorie) het onderzoeksgebied vanaf de broedlocaties bereiken om te foerageren en derhalve is deze soort in de beoordeling meegenomen.

Tabel 5.11 Selectie van soorten broedvogels Natura 2000 Duinen en Lage Land Texel

Naam	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie (draagkracht voor ten minste x paar)
Kleine mantelmeeuw	behoud	behoud	14.000

### 5.2.4 Natura 2000-gebied Duinen Vlieland

Het Natura 2000-gebied Duinen Vlieland ligt op meer dan 30 kilometer afstand van het onderzoeksgebied. In tabel 5.12 is een selectie van soorten broedvogels en hun instandhoudingsdoelen weergegeven waarvoor Duinen Vlieland is aangewezen. Deze soorten kunnen (in theorie) het onderzoeksgebied vanaf de broedlocaties bereiken om te foerageren en derhalve zijn deze soorten in de beoordeling meegenomen.

<sup>42</sup> <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=0>

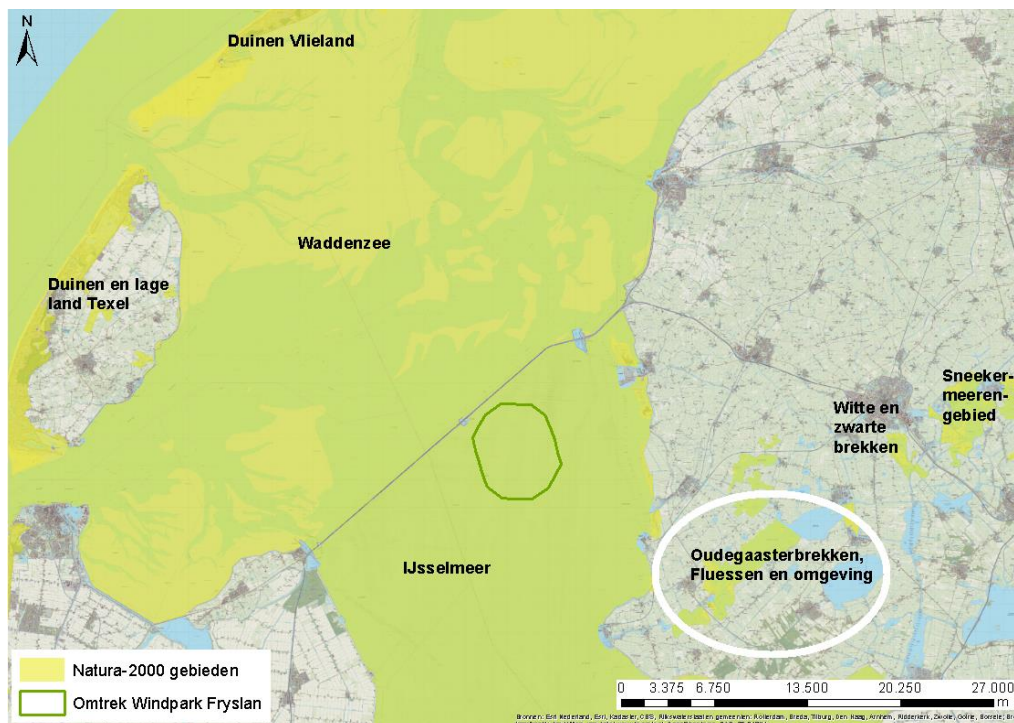
Tabel 5.12 Selectie van soorten broedvogels Natura 2000 Duinen Vlieland

Naam	doel omvang leefgebied	doel kwaliteit leefgebied	doel populatie (draagkracht voor ten minste x paar)
Kleine mantelmeeuw	behoud	behoud	2.500

### 5.2.5 Overige Natura 2000-gebieden

Gezien de huidige natuurwaarden in het plangebied en de mogelijke effecten reikt de invloedssfeer van het windpark tot maximaal enkele tientallen kilometers. Afgezien van de in paragraaf 5.2.3 en 5.2.4 genoemde gebieden op grond van specifieke soorten geldt dat diverse andere Natura 2000-gebieden in de ruimere omgeving zijn gelegen, zoals Natura 2000-gebied Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving, Natura 2000-gebied Noordzeekust, Natura 2000-gebied Snekermeergebied en Natura 2000-gebied Witte en zwarte brekken. Voor deze, en overige Natura 2000-gebieden, geldt dat deze op een dermate grote afstand van het onderzoeksgebied zijn gelegen dat, gezien de soorten en habitattypen waarvoor deze gebieden zijn aangewezen, er geen relatie met het onderzoeksgebied is, zoals bijvoorbeeld blijkt uit de afwezigheid van dagelijkse vliegbewegingen. Er is dan ook geen sprake van externe werking. De kans op effecten op beschermde natuurwaarden voor deze gebieden is dan ook op voorhand nihil. Derhalve zijn de doelen van dit en verder gelegen Natura 2000-gebieden hier niet opgenomen en niet verder betrokken bij de effectbeoordeling.

Figuur 5.4 Natura 2000-gebieden



Bron: Pondera Consult

### 5.2.6 Vogels

In deze subparagraaf is de aanwezigheid en dichtheid van alle relevante soorten vogels in het onderzoeksgebied beschreven. Het betreft vogels waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn aangewezen in de hiervoor beschreven Natura 2000-gebieden, vogelsoorten van de Rode Lijst en andere vogelsoorten die in belangrijke aantallen voorkomen. Onderscheid is gemaakt tussen:

- Broedvogels: vogels die in de directe omgeving broeden en hier in de broedtijd foerageren of rusten;
- Niet-broedvogels: vogels die in het plangebied rusten of foerageren, en niet deelnemen aan het broedproces;
- Seizoenstrek: vogels die het gebied passeren tijdens de seizoenmigratie.

In bijlage D-8 is de beschrijving van voorkomen en gebruiksgebruik in meer detail beschreven in de rapportage van Bureau Waardenburg.

De omvang van de huidige populatie voor de soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld, is in bijlage D-8 opgenomen.

Onderscheid wordt gemaakt tussen het onderzoeksgebied en het plangebied. Het onderzoeksgebied betreft het noordoostelijk deel van het IJsselmeer: zowel het open water van het IJsselmeer als de kustzones (Afsluitdijk en Friese IJsselmeerkust). Het plangebied betreft het oppervlak van het initiatief. De verspreiding en dichtheid van de diverse soorten in en om het onderzoeksgebied is grotendeels gebaseerd op de telgegevens van de maandelijkse tellingen van Rijkswaterstaat en de aanvullende tellingen door Bureau Waardenburg in de periode 2008-2012. De tellingen door Bureau Waardenburg van watervogels op het open water zijn uitgevoerd in de winter van 2008/2009 en 2011/2012 en de nazomer van 2010. Onderzoek naar dagconcentraties en nachtelijke vliegbewegingen is uitgevoerd in de winter van 2008/2009 en 2012. De aanvullende tellingen zijn een belangrijke aanvulling op de gegevens van de maandelijkse tellingen die door Rijkswaterstaat sinds meer dan 10 jaar worden uitgevoerd. De maandelijkse monitoring telt vogels op het open water door middel van steekproeven, de kennisleemte die hierin school is daarmee ingevuld (zie ook kader 5.3). Aanvullend is gebruik gemaakt van veldonderzoek op de Afsluitdijk uit het verleden, diverse rapporten, het boek Vogeltrek over Nederland en geregistreerde waarnemingen op internet ([www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl) en [www.waarneming.nl](http://www.waarneming.nl)).

Aangezien met betrekking tot de tellingen van de dwergmeeuw een kennisleemte is blijven bestaan, is aanvullend veldonderzoek uitgevoerd door middel van vliegtuigtellingen in 2014. Zoals ook in de toelichting op het aanwijzingsbesluit aangegeven is het de verwachting dat deze soort niet volledig geteld wordt als gevolg van de opzet en route van de maandelijkse tellingen. De dwergmeeuw verblijft in het IJsselmeer als tussenstop tijdens de seizoenmigratie en gebruikt naar verwachting met name het open water. Een piek van slechts 1 á 2 weken wordt daarbij verwacht in het voorjaar. In de planning van de reguliere maandelijkse tellingen wordt deze piek structureel gemist. Het eerdere veldwerk heeft hier geen invulling aangegeven. De resultaten van het aanvullende veldwerk zijn in bijlage D-11 opgenomen. Hieruit komt naar voren dat bijzonder hoge aantallen dwergmeeuwen verblijven in het IJsselmeer tijdens deze piek. Bureau Waardenburg schat een maximale populatieomvang van 39.200 vogels in, waardoor het instandhoudingsdoel van 85 exemplaren ruimschoots wordt overschreden. Dit

bevestigt de hypothese dat structureel slechts een klein deel van de populatie mee wordt genomen in de reguliere tellingen als gevolg van de onderzoeksopzet van de maandelijkse tellingen die sinds jaren worden uitgevoerd. Uit het veldwerk in 2014 blijkt dat in werkelijkheid het aantal dwergmeeuwen dat gebruik maakt van het IJsselmeer aanmerkelijk hoger is, zie voor een nadere toelichting ook bijlage D-11.

Deze beschikbare informatiebronnen bieden een goede basis om het voorkomen en de dichtheid van soorten te bepalen maar ook om te bepalen of het voorkomen van soorten met name gericht is op gebruik van kust-/oeverzones of het open water. Aanvullend is het mogelijk op basis van de gegevens de spreiding in tijd in en nabij het onderzoeksgebied te bepalen. Met deze brede basis kan een betrouwbare beoordeling worden uitgevoerd van de potentiële effecten van het voornemen op vogelsoorten.

### Niet-broedvogels

Het open water van het IJsselmeer wordt met name gebruikt door vogelsoorten die het open water gebruiken om te foerageren. In het noordelijk deel van het IJsselmeer betreft dit met name viseters. Diverse soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld maken niet of sporadisch gebruik van het plangebied en ondervinden niet of nauwelijks effect van het initiatief. Dit door bijvoorbeeld de lage dichtheid aan zoetwatermosselen, de afwezigheid van waterplanten en de afwezigheid van ondieptes/droge delen in het plangebied. Ganzen, zwanen, herbivore eenden, benthivore eenden, reigerachtigen (waadlopers) en steltlopers zijn voorbeelden van groepen die niet of nauwelijks gebruik maken van het onderzoeksgebied voor het open water deel.

De gedetailleerde uitwerking per soort voor de soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen voor het IJsselmeer zijn gesteld, is opgenomen bij bijlage D-8. Daarbij is ingegaan op de aanwezigheid in het onderzoeksgebied van individuele soorten, de verdeling specifiek over de kustzone en het open water voorzien van een beschrijving van het gebruik (slapen, foerageren, passeren), voorkomen en trend van de betreffende soort. Voor de volgende soortgroepen wordt dit op soortniveau toegelicht in de genoemde bijlage:

- Ganzen;
- Zwanen;
- Herbivore<sup>43</sup> eenden;
- Benthivore<sup>35</sup> eenden;
- Tafeleend, meerkoet en brilduiker<sup>44</sup>;
- Slobeend;
- Visetende watervogels;
- Waadvogels;
- Steltlopers:
- Meeuwen:
- Sterns.

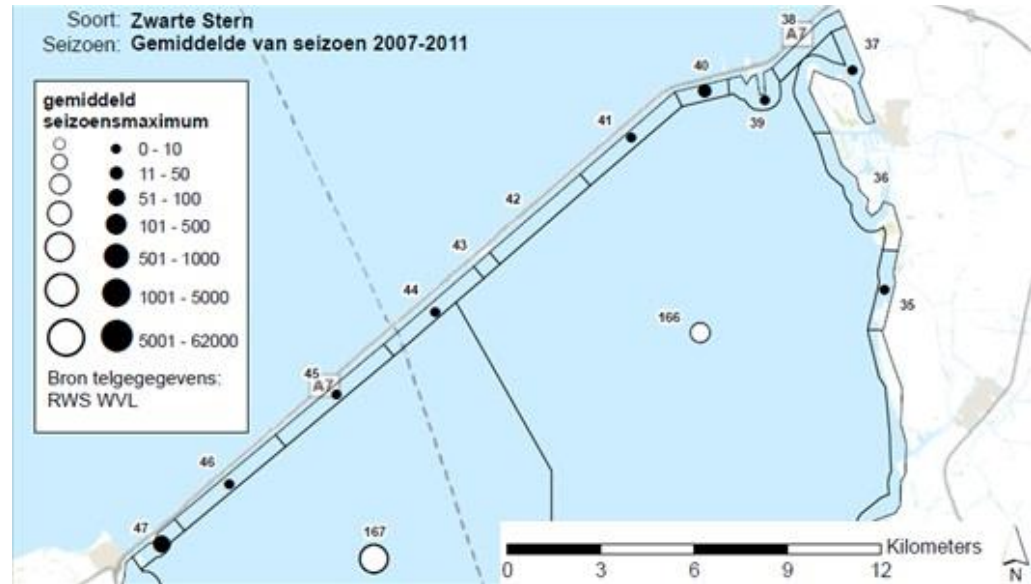
Ter illustratie is voor de zwarte stern de uitwerking in aantallen en geografische spreiding in en nabij het onderzoeksgebied weergegeven in figuur 5.5 en 5.6. In deze figuren zijn overigens

<sup>43</sup> Herbivore soorten eten veelal waterplanten, benthivore soorten eten veelal zoetwatermosselen

<sup>44</sup> Deze soorten foerageren niet alleen op benthos (dierlijk materiaal) maar ook op planten

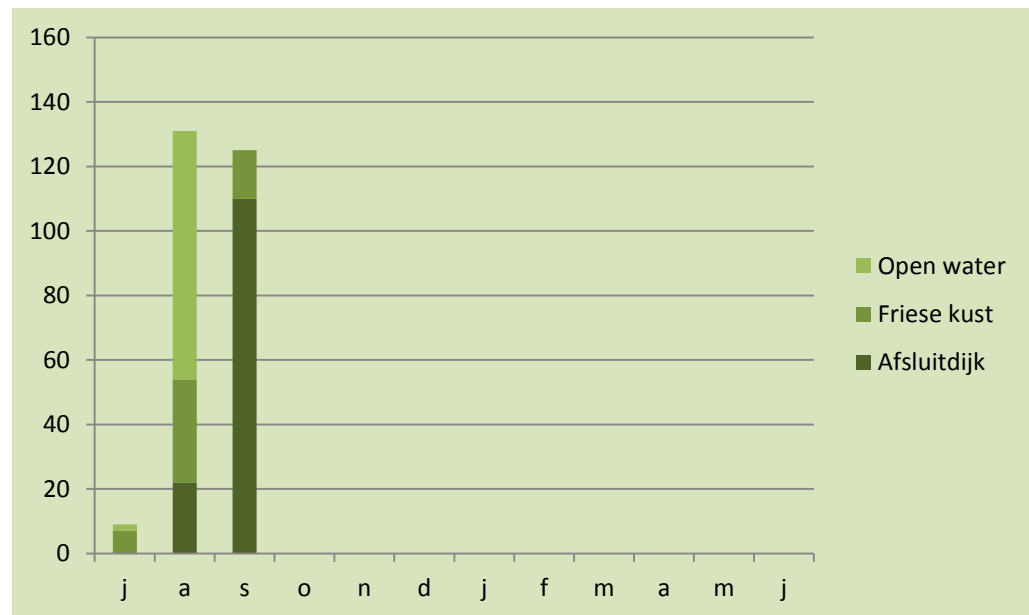
niet de aanvullende telgegevens van Bureau Waardenburg verwerkt. Het voornemen is gelegen in Rijkswaterstaat telgebied 166. Dit telgebied omvat een groter gebied dan de omvang van het plangebied.

Figuur 5.5 Spreiding zwarte stern



Bron: Rijkswaterstaat

Figuur 5.6 Seizoensverloop zwarte stern\*



\*Seizoensverloop van zwarte stern langs de afsluitdijk (RWS-teltraject 38 t/m 47), langs de Friese kust (teltraject 35 t/m 37) en op het open water in en rond het plangebied (RWS teltraject 166). Per maand is voor ieder deelgebied het gemiddeld aantal uit de periode 2007/2008 t/m 2011/2012 weergegeven.



Voor de soorten uit Natura 2000 gebied Waddenzee geldt dat dit gebied grenst aan het onderzoeksgebied. Voor enkele soorten vogels ligt het leefgebied zowel in het onderzoeksgebied als in de Waddenzee.

### Broedvogels

#### *Broedvogels Natura 2000*

Het plangebied voor het windpark bestaat volledig uit water en heeft derhalve geen functie als broedgelegenheid. Wel wordt door diverse broedvogels gebruik gemaakt van het gebied in verschillende mate om te foerageren of rusten of op de weg naar foerageer/rustgebieden. Het betreft de aalscholver, visdief, grote stern en kleine mantelmeeuw voor de Natura 2000-soorten. Lepelaar, strandplevier en bontbekplevier komen in het plangebied voor, maar maken met name gebruik van de kustzone.

Diverse broedvogels zoals aalscholver, visdief, grote stern en kleine mantelmeeuw broeden niet per se in de nabijheid van het initiatief maar kunnen over grote afstand van de kolonies foerageren. Voor de aalscholver en de visdief geldt dat het zwaartepunt van de broedkolonies zich bij Noord-Holland bevindt, met name op vogeleiland de Kreupel en voor de aalscholver ook in de Ven (Enkhuizen), bij Andijk en bij de Houtribdijk. Voor de visdief geldt dat de afstand tot de Kreupel dermate groot is dat het zwaartepunt niet bij het plangebied ligt (visdieven foerageren tot maximaal 12 km van de broedlocatie afhankelijk van de omvang van de populatie) maar het plangebied wordt wel benut. Het oostelijk deel van het plangebied ligt binnen het bereik van visdieven van kleinere kolonies langs het noordelijk deel van de Friese IJsselmeerkust. Kleine mantelmeeuwen die broeden in natura 2000-gebied Waddenzee, Duinen en lage land Texel en Duinen Vlieland foerageren tot op grote afstand (afstanden tot 200 kilometer zijn bekend). Het plangebied ligt derhalve binnen het bereik van de dagelijkse foerageervluchten. De grote sterns maken slechts incidenteel gebruik van het zoete IJsselmeer als rust en foerageergebied.

Voor broedvogels als lepelaar (foerageervluchten tot 40 kilometer), strandplevier en de bontbekplevier (broedlocaties bij de Afsluitdijk) geldt dat deze in de nabijheid van het plangebied voorkomen. Deze soorten maken gebruik van ondiep water of slikkige gebieden om te foerageren. De kustzone van de Afsluitdijk wordt benut blijkt uit de gegevens in bijlage D-8.

#### *Broedvogels*

Op de Afsluitdijk worden een transformatorstation en een ondergrondse kabel gerealiseerd. De Afsluitdijk biedt voor een beperkt aantal soorten geschikt broedgebied. Behalve algemene soorten zoals scholekster broeden er ook minder algemene vogels van de Rode Lijst. Op de stortstenen aan de buitenzijde van de Afsluitdijk en de strekdammen broeden enkele paren bontbekplevier en strandplevier. In het Noord-Hollandse deel (ten westen van Breezanddijk) broeden plaatselijk de veldleeuwerik en graspieper op het grastalud. Deze kunnen ook in het Friese deel van de Afsluitdijk verwacht worden. Langs de gehele Afsluitdijk broeden patrijs en kneu. In de bebouwing in Kornwerderzand en Breezanddijk broeden de ringmus, huismus en huiswaluw. Het gebied is foerageergebied voor onder andere kerkuil en ransuil die in de nabijheid broeden. Op de camping op Breezanddijk is een nest van een Ransuil aangetroffen. Dit betreft een jaarrond beschermd nest. De genoemde soorten maken geen gebruik van het open water.

### Seizoenstrek

Seizoenstrek van vogels betreft de periodieke verplaatsing tussen broed- en overwinteringsgebieden. Voor seizoenstrek ligt Nederland binnen Europa op een strategische positie. Over Nederland trekken zowel grote aantallen vogels vanuit Noord- en Noordoost-Europa richting Zuidwest Europa/Afrika als in de richting van Groot-Brittannië. Seizoenstrek vindt hoofdzakelijk plaats in het voor- en najaar. De informatie die is benut ten aanzien van seizoenstrek is ouder dan 10 jaar maar nog steeds representatief. Er zijn geen aanwijzingen dat soortenspectrum of orde-grootte zijn gewijzigd. Daarbij zijn de in 1999 vastgestelde vlieghoogtes soortspecifiek en daarmee eveneens representatief.

In 'Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk' (Van der Winden *et al.* 1999) is een literatuurstudie opgenomen over dagtrek langs de Afsluitdijk. In het najaar passeren gedurende de daglichtperiode naar schatting 300.000 tot 600.000 vogels de Afsluitdijk nabij Den Oever. Circa twee derde hiervan bestaat uit spreeuwen. Andere talrijke soorten zijn Kievit, graspieper en veldleeuwerik. Overige soorten komen in veel lagere aantallen voor. In het voorjaar heeft de dagtrek een geschatte omvang 100.000 tot 200.000 vogels. Circa de helft hiervan bestaat uit spreeuwen. Andere talrijke soorten zijn Kievit, veldleeuwerik en graspieper (tabel 5.14).

De grootste aantallen vogels passeren Den Oever in oktober en november. De aantallen gedurende de voorjaarsstrek (maart tot en met mei) zijn veel lager. Bij Den Oever, zijn de aantallen vogels ongeveer vergelijkbaar als die op andere locaties in het noordwesten van Nederland blijkt uit onderzoek naar vogeltrek. Dit impliceert dan ook dat er overdag weinig of geen stuwing van seizoenstrek van vogels optreedt langs de Afsluitdijk en daarmee ook ter hoogte van het onderzoeksgebied.

**Tabel 5.13 Vogels per soort die tijdens seizoenstrek overdag langs de Afsluitdijk vliegen**

Soort	Voorjaar	Najaar
Rotgans	<1.000	1.000 - 5.000
Bergeend	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000
Smient	?	1.000 - 5.000
Goudplevier	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000
Kievit	10.000 - 50.000	10.000 - 50.000
Watersnip	<1.000	<1.000
Kokmeeuw	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000
Visdief	<1.000	5.000 – 10.000
Gierzwaluw	<1.000	1.000 - 5.000
Veldleeuwerik	10.000 - 50.000	10.000 - 50.000
Boerenzwaluw	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000
Graspieper	10.000 - 50.000	10.000 - 50.000
Gele kwikstaart	1.000 - 5.000	1.000 - 5.000

Witte kwikstaart	1.000 - 5.000	<1.000
Kramsvogel	5.000 – 10.000	5.000 – 10.000
Koperwiek	<1.000	1.000 - 5.000
Kauw	5.000 – 10.000	5.000 – 10.000
Spreeuw	50.000 – 100.000	100.000 – 500.000
Vink	<1.000	1.000 – 5.000
Kneu	1.000 – 5.000	<1.000
<b>Totaal</b>	<b>100.000 – 200.000</b>	<b>300.000 – 600.000</b>

Bron: telpost Bunkers bij Den Oever. Tabel overgenomen uit Van der Winden *et al.* (1999).

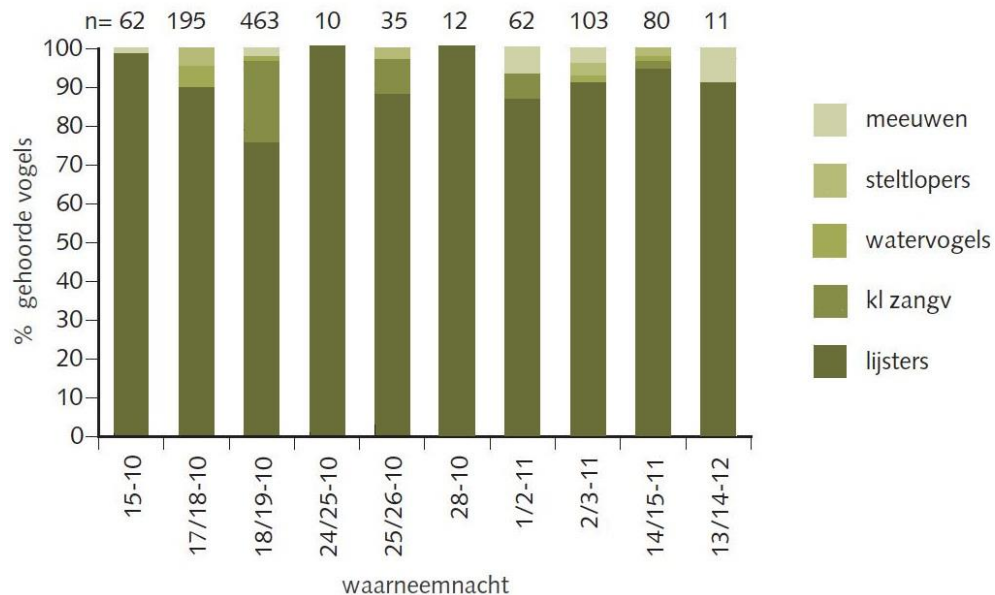
De dagtrek in het westelijk waddengebied en het noordelijk deel van het IJsselmeer is in het najaar overwegend West Zuid-West georiënteerd. Maar weinig vogels laten zich door de Afsluitdijk in trekrichting leiden. Enkele soorten, zoals spreeuw en graspieper vliegen (laag) in de richting van de dijk mee.

#### Nachttrek

Gedurende de nacht vliegen vogels gemiddeld wat hoger dan overdag. Ook is de soortensamenstelling anders.

In 2002 is op verschillende locaties langs de Afsluitdijk in en aan de rand van het onderzoeksgebied onderzoek gedaan naar nachtelijke seizoenstrek. In figuur 5.7 is de verdeling van waargenomen soortgroepen van vogels weergegeven. Het grootste deel van de nachtelijke seizoenstrek bestaat uit lijsters. Stuwings van nachtelijke trek op lage hoogten langs de Afsluitdijk deed zich in geen van de waarneemnachten noemenswaardig voor. Tijdens een enkele ochtend concentreerden de vogels zich in enige mate langs de dijk, waarschijnlijk om te gaan rusten in de aanwezige bosschages. Gezien de spreiding in de waarnemingen (weersomstandigheden) is het niet aannemelijk dat nachtelijke gestuwde trek op hoogten tot enkele honderden meters langs de gehele Afsluitdijk regelmatig voorkomt. De schatting van de aantallen passerende groepen vogels op lage hoogtes bij de Afsluitdijk komen overeen met schattingen elders van situaties met breedfronttrek. Op grond van de beschikbare informatie is de verwachting dat stuwings langs de Afsluitdijk incidenteel kan optreden, maar bij uitzondering en waarschijnlijk niet ieder jaar zal geschieden.

Figuur 5.7 Verdeling van geluidsregistratie van vogels naar soortgroep (2002)



### 5.2.7 Vleermuizen

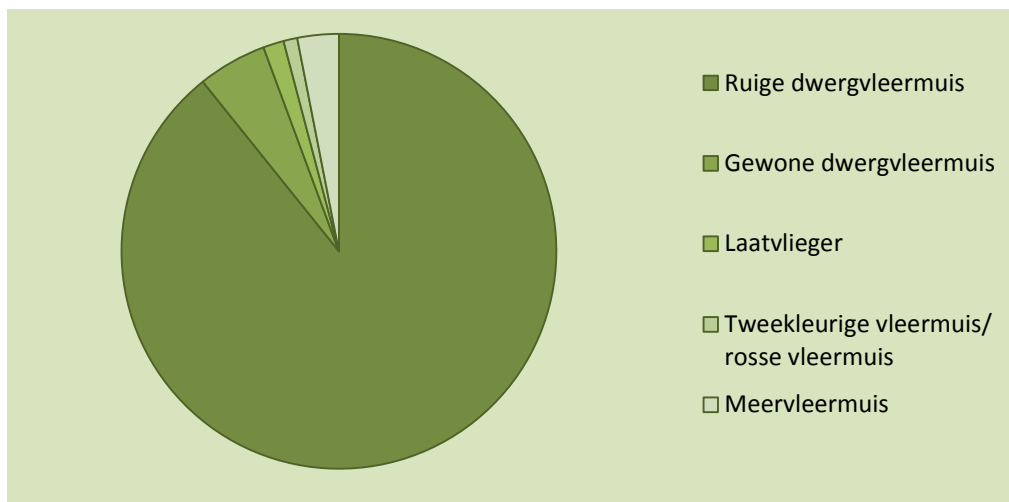
In en om het IJsselmeer komen diverse vleermuissoorten voor. Aangezien het plangebied in het water is gelegen zijn er geen verblijfsplaatsen aanwezig. Relevante activiteiten betreffen derhalve foerageren en migratie. Uit onderzoek in het verleden is bekend dat over de Afsluitdijk seizoensmigratie plaatsvindt van met name ruige dwergvleermuizen. Omdat er beperkt informatie beschikbaar was over het gebruik van het open water door vleermuizen is ten behoeve van de ontwikkeling van Windpark Fryslân in 2012 door de Zoogdiervereniging in samenwerking met Bureau Waardenburg veldonderzoek uitgevoerd naar de verspreiding en het gebiedsgebruik van vleermuizen. Dit onderzoek betrof de aanwezigheid van vleermuizen op het open water en op het referentietraject op de Afsluitdijk. De resultaten van dit onderzoek zijn in bijlage D-10 opgenomen. In figuren 5.8 en 5.9 is weergegeven welke soorten in welke verdeling zijn waargenomen.

Uit het veldonderzoek zijn ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis, laatvlieger en de tweekleurige vleermuis/rosse vleermuis aangetroffen. Voor deze laatste geldt dat dit een incidentele waarneming betrof en uit de monitoring niet kan worden bepaald of sprake was van een tweekleurige of een rosse vleermuis. Daarbij maakt de ruige dwergvleermuis het grootste deel van de waarnemingen uit voor het open water, circa 90% van alle waarnemingen. Dit geldt ook voor de Afsluitdijk met zo'n 80% van alle waarnemingen. Dit komt overeen met het gebruik van de Afsluitdijk als migratieroute tijdens de seizoenstrek. De migratie is in het najaar vooral zuid-west gericht. Voor zover de dieren daarbij het hele IJsselmeer oversteken lijken ze bij het IJsselmeer voor een belangrijk deel de afsluitdijk te volgen. De waarnemingen boven open water liggen geconcentreerd in de noord oosthoek en oosthoek.

Uit het onderzoek komt een duidelijke concentratie over/langs de Afsluitdijk naar voren die wijst op gestuwde trek. De activiteit van vleermuizen op de Afsluitdijk en in het IJsselmeer blijkt verder sterk gecorreleerd met de afstand tot het vasteland van Friesland. Dit geldt tevens, zij het in mindere mate, voor de afstand tot de Afsluitdijk. De Afsluitdijk zelf is een belangrijke vlieg-

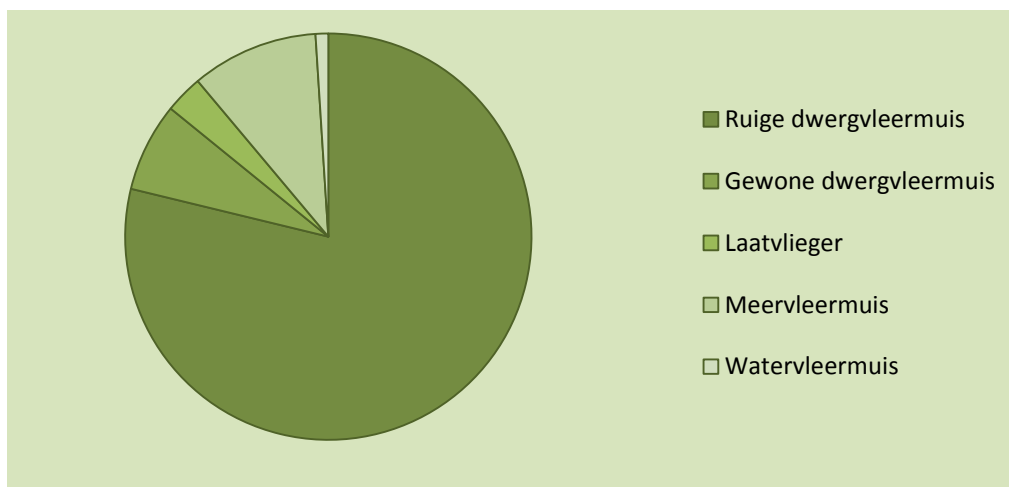
en jachtroute. Over de Afsluitdijk vindt tijdens de migratie van ruige dwergvleermuis gestuwde trek plaats om het IJsselmeer te passeren. Een deel van de dieren zal echter ook op enige afstand van de dijk het openwater oversteken.

**Figuur 5.8 Waargenomen vleermuizen IJsselmeer (open water)**



Bron: Bureau Waardenburg

**Figuur 5.9 Waargenomen vleermuizen Afsluitdijk**



Bron: Bureau Waardenburg

## 5.2.8 Vissen

Voorgaand zijn de vissoorten genoemd die in hoofdzaak dienen als voedsel voor verschillende vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer als Natura 2000-gebied is aangewezen. Hierna wordt per vissoort kort het voorkomen en eventuele trends beschreven. Tevens zijn de beschermde soorten beschreven. De eventuele beschermde status van de soorten is in tabel 5.15 weergegeven, deze tabel komt voor het onderdeel vis overeen met tabel 5.6.

Potentiële effecten van het windpark hebben betrekking op het onderwatergeluid dat vrijkomt bij de aanleg en het beheer van onderdelen van het windpark. In de huidige situatie wordt het onderwatergeluid veroorzaakt door de scheepvaart in het IJsselmeer.

Tabel 5.14 Voedselgroepen en soorten relevant voor instandhoudingsdoelen

Voedselgroep/soort	Relevantie	Wettelijke status
<b>Vis</b>		
- spiering	Voedsel vogelsoorten Natura 2000	
- baars	Voedsel vogelsoorten Natura 2000	
- blankvoorn	Voedsel vogelsoorten Natura 2000	
- pos	Voedsel vogelsoorten Natura 2000	
- kleine modderkruiper		ff-wet; tabel 2
- rivierdonderpad		HR-soort; ff-wet: tabel 2
- houting		ff-wet; tabel 3
- rivierprik		HR-soort (Waddenzee); ff-wet: tabel 3
- zeeprik		HR-soort (Waddenzee)
- witvingrondel		ff-wet; tabel 2
- bittervoorn		ff-wet; tabel 3
- fint		HR-soort (Waddenzee)
- aal		ff-wet, tabel 2

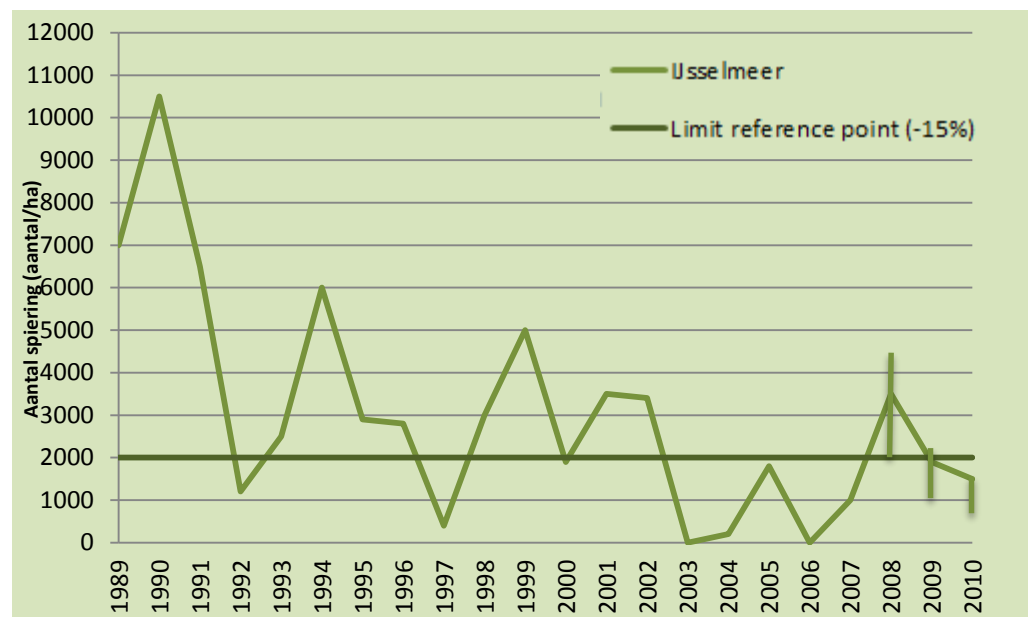
### *Spiering*

Op het IJsselmeer komt zogenaamde “*land-locked*” spiering voor, dit is een van zee geïsoleerde populatie. Ze volbrengen, in tegenstelling tot hun soortgenoten op zee, hun gehele levenscyclus op het IJsselmeer. Net als bij andere zalmachtigen zijn vissen in een *land-locked* populatie kleiner dan de vissen op zee. Spiering is in het IJsselmeer stapelvoedsel en vormt daarmee een belangrijke schakel in de voedselketen. Het is een belangrijke prooi voor baars, snoekbaars, nonnetje, grote zaagbek, fuut, visdief, zwarte stern en dwergmeeuw. In de zeventiger en tachtiger jaren van de vorige eeuw was spiering erg algemeen. Het bestand is sinds eind jaren tachtig echter sterk teruggelopen. De bijdragen van de verschillende (vermeende) oorzaken zijn niet precies bekend, maar een combinatie van terugloop in voedsel voor spiering, toegenomen doorzicht (helderder water), ‘s zomers met hoge temperaturen (sterfte) en selectieve visserij zijn het meest waarschijnlijk.

Het spiering bestand in het IJsselmeer is momenteel dusdanig laag dat er forse restricties op de beroepsvisserij zijn opgelegd. De afgelopen jaren was de voorjaarsvisserij op spiering veelal verboden.



Figuur 5.10 Spieringbestand IJsselmeer\* (IMARES/Wagening UR, 2011)



\*Limit reference point wordt benut om te bepalen of de visserij op spiering kan worden opengesteld in een individueel jaar.

#### Baars

Voor de grotere visetende vogelsoorten zoals fuut, aalscholver en grote zaagbek prederen op baars. Baars komt algemeen voor in het IJsselmeer, maar de populatie wordt sterk bepaald door visserij activiteiten. Baars kent sterke variaties in populatie omvang tussen verschillende jaren. De neerwaartse trend van het totale bestand baars op het IJsselmeer is vanaf begin jaren negentig niet meer hersteld. Sinds 2000 is de aanwas van jonge baars wel weer toegenomen, wat gunstig is voor vogelsoorten die baars eten. De toegenomen aanwas van jonge baars vertaalt zich niet door in hogere visserijvangsten van grotere exemplaren. Kennelijk heeft jonge baars in het IJsselmeer een lage overlevingskans. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door bijvangst in fuikvisserij en predatie door aalscholers.

Uit de recente analyse ten behoeve van de ontwikkeling van beleid ten aanzien van het beheer van schubvis (blankvoorn, brasem, snoekbaars en baars) door IMARES (2013) blijkt een verslechterende staat van het bestand.

#### Blankvoorn

In Nederland is blankvoorn, net als baars, een wijd verspreide soort. Op het IJsselmeer worden ze vooral gegeten door aalscholers en grote zaagbekken. Langjarige trends geven aan dat het blankvoorn bestand op het IJsselmeer fors is. Het blankvoorn bestand lijkt sinds begin jaren negentig op een stabiel (laag) niveau. Het blankvoorn bestand is tussen 2000 en 2011 redelijk stabiel gebleven (met enkele sterke jaarklassen), maar in 2012 juist afgenomen blijkt uit de recente analyse ten behoeve van de ontwikkeling van beleid ten aanzien van het beheer van schubvis (blankvoorn, brasem, snoekbaars en baars) door IMARES (2013).

#### Pos

In tegenstelling tot de hiervoor besproken soorten wordt er op pos niet commercieel gevestigd. Pos zit vooral op en nabij de bodem, waar in hoofdzaak op bodemdieren wordt gejaagd. Sinds de

jaren negentig van de vorige eeuw lijkt het posbestand toegenomen. Omdat er een sterke variatie van jaar op jaar is, is de trend niet helemaal duidelijk. Verminderde concurrentie van brasem om voedsel wordt als mogelijke verklaring aangedragen voor de positieve trend in het IJsselmeer. Vooral fuut, aalscholver en dwergmeeuw vangen veel pos, respectievelijk 20%, 49% en 20% aandeel in het dieet .

#### *Kleine modderkruiper*

De kleine modderkruiper is veelvuldig aangetroffen in de oevermonitoring, maar is daar beperkt tot natte riet- en oevervegetaties. De soort heeft daar een permanent leefgebied. Het open water van het plangebied vormt geen geschikt leefgebied voor de soort.

#### *Rivierdonderpad*

Deze soort leeft op stenige oevers en is daar het talrijkst in natte riet- en oevervegetaties. Het open water van het plangebied vormt geen geschikt leefgebied voor de soort.

#### *Houting*

Houting komt voor bij de Afsluitdijk. Nadat houting in 1939 was uitgestorven in het Rijnstroomgebied, is in 1992 met een grootschalig herintroductieprogramma begonnen in Duitsland. Sindsdien worden steeds meer houtingen in het IJsselmeer aangetroffen (Kuijs 2012). De vissoort wordt jaarrond aangetroffen in het IJsselmeer. In het late najaar (oktober-december) vindt paaitrek plaats, de vissen zwemmen dan de IJssel op. In de fuikmonitoring langs de Afsluitdijk is in het onderzoeksgebied in 2009, 2010 en 2011 houting aangetroffen

#### *Rivierprik*

De rivierprik trekt vanuit zee via het IJsselmeer de IJssel op om er te paaien. Rivierprik is slechts sporadisch aangetroffen in de fuiken langs de Afsluitdijk. Van rivierprik wordt vermoed dat ze slechts een deel van het jaar aanwezig zijn in het IJsselmeer, in de paai trektijd (februari-april). Ook zullen naar verwachting de juveniele rivierprikken zich door het IJsselmeer begeven richting zee, om daar op te groeien.

#### *Bittervoorn*

Alleen in de oeverbemonstering bij Makkum is bittervoorn aangetroffen in oevervegetatie. Bittervoorn is een plantenminnende soort. Op open water, of bij onnatuurlijke oevers zonder waterplanten of een oeverzone (zoals de Afsluitdijk), is de soort niet te verwachten.

#### *Zeeprik*

De zeeprik is alleen in de fuiken aangetroffen langs de Afsluitdijk. Hier zijn in de periode 2009 - 2011 tussen de 300 - 400 exemplaren per jaar gevangen. Net als rivierprik gebruikt de zeeprik het IJsselmeer als doortrekgebied naar de paaigebieden in rivieren. Het IJsselmeer fungeert niet als paai- of opgroeigebied. Wel is het van belang als doortrekgebied naar de paaigronden.

#### *Fint*

Alleen in de fuiken langs de Afsluitdijk zijn finten aangetroffen. In de perioden 2009-2011 zijn jaarlijkse enkele tientallen exemplaren gevangen. Paai van fint in de recente geschiedenis is in Nederland niet aangetoond. Geschikt habitat om te paaien (zoetwatergetijden met zand en grint) is in het IJsselmeer niet aanwezig. Het IJsselmeer fungeert alleen als doortrekgebied naar (nog) onbekende paaigebieden.

### *Aal*

Zowel in de fuiken langs de Afsluitdijk als in de oevers bij Makkum worden jaarlijks alen gevangen. Met name in de oeverzone gaat het om tientallen alen per hectare bemonsterd oppervlak. Uit langjarige monitoring van IMARES is duidelijk dat het IJsselmeer en Markermeer belangrijke gebieden zijn voor alen. De jonge glasalen trekken bij Kornwerderzand het IJsselmeer in, om er vervolgens op te groeien. De aalpopulatie is dalende in Nederland. Het onderzoeksgebied is voor aal van belang als leef- en opgroeigebied.

### **5.2.9 Zoetwatermosselen**

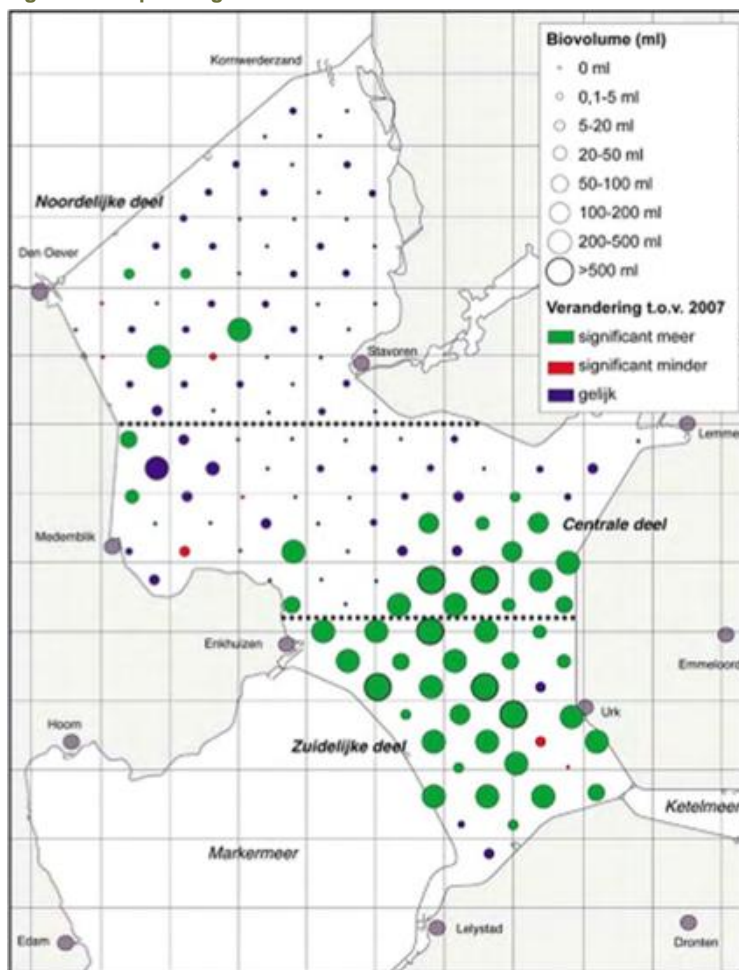
Driehoeksmosselen zijn een belangrijke voedselbron voor watervogels (voor zogenaamde 'benthivore' watervogels) als kuifeend, toppereend, tafeleend en brilduiker. De laatste jaren is een exoot, de quaggamossel, in opkomst in het IJsselmeer waar deze soorten ook op foerageren. Deze mosselsoort heeft een lagere energiewaarde dan de driehoeksmosselen die eerder in grotere hoeveelheden beschikbaar waren. Zoetwatermosselen filteren het water en kunnen effect hebben op het doorzicht (vergroot doorzicht).

Tussen 1999 - 2000 en 2006 - 2007 is de driehoeksmossel populatie in het IJsselmeer sterk gedaald. Vóór 1999/2000 kwamen zowel in het noordelijk als in het zuidelijk deel van het IJsselmeer hoge dichtheden en biovolumes mosselen voor. Na de sterke achteruitgang in 2006 zijn alleen in het zuidelijk deel van het IJsselmeer hoge dichtheden/biovolumes aangetroffen. Het inzakken van de populatie is waarschijnlijk veroorzaakt door een combinatie van erg warm water in juli 2006 en zuurstofgebrek bij de bodem.

De driehoeks- en quaggamosselkartering in het IJsselmeer in 2012 laat duidelijk zien dat de verspreiding, de dichtheid en de biovolumes ten opzichte van de kartering in 2006/2007 weinig zijn veranderd. Het is nog steeds zo dat het noordelijke IJsselmeer lage biovolumes aan mosselen bevat (figuur 5.11) en daarmee minder interessant is voor watervogelsoorten die hierop foerageren,

De biovolumes aan mosselen in het onderzoeksgebied is in vergelijking met andere delen van het IJsselmeer (vooral het zuiden) laag. Voor het onderzoeksgebied geldt dat de verspreiding en biovolumes van zoetwater mosselen tussen 2007 en 2012 nauwelijks zijn veranderd.

Figuur 5.11 Spreiding en biovolume zoetwatermosselen IJsselmeer



Bron: Bureau Waardenburg

### 5.2.10 Overige soorten

#### *Gewone zeehond*

Voor de gewone zeehond is een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit van de draagkracht van 2000-gebied Waddenzee vastgesteld en een doelstelling om de populatie uit te breiden. Na de afsluiting van de Zuiderzee komt de gewone zeehond nog slechts sporadisch voor in het IJsselmeer. Er zijn incidentele waarnemingen gerapporteerd van enkele individuen bij de Steile Bank (nabij Lemmer), bij Laaksum, Hindeloopen en de Kreupel.

In de Waddenzee komt de gewone zeehond talrijk voor. De populatie vertoont een stijgende trend. Uitzonderingen gelden voor eind jaren 80 en begin jaren '00. De huidige populatie in de Waddenzee bestaat uit circa 6.000 - 7.000 dieren ([www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl)).

De gewone zeehond is afhankelijk van platen om te rusten. In de zomerperiode worden zandplaten tevens gebruikt voor het grootbrengen van de jongen. In de ruime omgeving van het initiatief zijn geen zandplaten aanwezig. Langs het grootste deel van de afsluitdijk ligt geen droogvallend wad en de zeehondenligplaatsen beperken zich tot gebieden rond Den Oever, richting het Balgzand en ten noorden van het Kornwerderzand. De dichtstbijzijnde zandplaten

liggen op circa 4 kilometer afstand van de noordgrens van het plangebied. Deze platen worden niet of nauwelijks gebruikt door gewone zeehonden en hun jongen (Dankers et al. 2006). Ook ligt de Afsluitdijk tussen het gebied dat gebruikt wordt door de zeehonden en het windpark. Voor de jaren 2008-2012 waren in het telgebied ten noorden van de Afsluitdijk tussen de 32 en 103 gewone zeehonden aanwezig (website Wageningenur.nl). Dit betreft 0,5% -1.5 % van de populatie gewone zeehonden uit de Nederlandse Waddenzee. .

Gegevens over het gebiedsgebruik van foeragerende gewone zeehonden zijn niet of nauwelijks beschikbaar. Gewone zeehonden kunnen tijdens het foerageren grote afstanden overbruggen. In augustus zijn de hoogste dichtheden zeehonden in de Waddenzee aanwezig.

#### *Grijze zeehond*

Voor de grijze zeehond geldt een behoudsdoelstelling voor de draagkracht van Natura 2000-gebied Waddenzee voor deze soort (zowel behoud omvang en kwaliteit van het leefgebied als de omvang van de populatie). De grijze zeehond komt eveneens vrij algemeen voor in de Waddenzee. Recente waarnemingen uit het IJsselmeer zijn niet bekend. De populatie vertoont sinds de jaren '90 een stijgende trend. De huidige populatie in de Waddenzee bestaat uit circa 3.000 dieren<sup>45</sup>).

De grijze zeehond is net als de gewone zeehond afhankelijk van platen om te rusten. In de zomerperiode worden platen tevens gebruikt voor het grootbrengen van hun jongen. In de nabije omgeving van Windpark Fryslân zijn geen zandplaten aanwezig. Langs het grootste deel van de afsluitdijk ligt geen droogvallend wad en de zeehondenligplaatsen beperken zich tot gebieden rond Den Oever, richting het Balgzand en ten noorden van het Kornwerderzand. De dichtstbijzijnde platen liggen op circa 4 kilometer afstand van de noordgrens van het plangebied. Deze platen worden niet of nauwelijks gebruikt door grijze zeehonden en hun jongen.

Gegevens over het gebiedsgebruik van foeragerende grijze zeehonden zijn niet of nauwelijks beschikbaar. Grijze zeehonden kunnen om te foerageren grotere afstanden overbruggen dan de Gewone zeehond, afstanden boven de 200 kilometer zijn geen uitzondering.

#### *Noordse Woelmuis*

De Noordse woelmuis is een prioritaire soort voor Natura 2000-gebied IJsselmeer wat inhoudt dat verbetering en/of uitbreiding van het leefgebied is gewenst. De soort leeft met name in natte terreinen en is gevoelig voor concurrentie van andere muissorten. De soort komt voor bij de Makkumer Noord- en Zuidwaard maar niet in het plangebied of bij de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk. Het open water waar de windturbines zijn gepland, is geen geschikt leefgebied.

#### *Terrestrische vegetatie*

Circa 87 verschillende plantensoorten komen op de Afsluitdijk voor. Het werkelijk aantal ligt waarschijnlijk hoger omdat slechts een deel van de Afsluitdijk op vegetatie onderzocht is. Drie soorten, te weten rood zwenkgras *Festuca rubra*, ruw beemdgras *Poa trivialis* en kropaar *Dactylis glomerata* zijn algemeen. Vrijwel alle vegetaties kunnen gerekend worden tot de

<sup>45</sup> Gewone en grijze zeehond in Waddenzee en Delta 1960-2013:  
<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1231-Gewone-en-grijze-zeehond-in-Waddenzee-en-Deltagebied.html?i=4-35>

glanshaverassociatie. Dit type vegetatie is kenmerkend voor wegbermen die één- tot tweemaal per jaar worden gemaaid.

De vegetaties op de vlakke delen zijn relatief schraal en kruidenrijk, ruigesoorten ontbreken veelal. Hier komen soorten als Goudhaver en Reukgras vaak voor. Op de schraalste delen komen zelfs soorten als vroege haver, gewone veldbies, hazenpootje en langbaardgras voor. Op de Waddenzeedijk is de begroeiing veelal ruiger van karakter, met soorten als kroppaar, rietzwenkgras, akkerdistel en krulzuring.

#### *Zoogdieren*

Op de Afsluitdijk komt een beperkt aantal soorten zoogdieren voor, waaronder bruine rat, mol en veldmuis. Het konijn komt voor in Kornwerderzand en Breezanddijk. Plaatselijk komt ook de mol op de Afsluitdijk voor. Incidenteel kunnen soorten als vos, bunzing en haas het gebied aandoen maar er is geen sprake van een leefgebied. Langs het tracé op land zijn sporen van mol, veldmuis en konijn gevonden. Alle genoemde soorten zijn licht beschermd op grond van de flora en faunawet. Zwaarder beschermde soorten als Noordse woelmuis en waterspitsmuis komen voor bij de Makkumer Noordwaard maar de IJsselmeeroever van de Afsluitdijk is geen geschikt leefgebied, dit geldt ook voor de bermen van de snelweg.

Uit onderzoek bij de kazematten op Kornwerderzand ten behoeve van de vismigratierivier zijn sporen van boom- of steenmarter gevonden maar geen actuele verblijfplaatsen.

#### *Ongewervelden*

De Afsluitdijk fungeert als een leefgebied voor landelijk algemeen voorkomende ongewervelden, waaronder vlinders en sprinkhanen zoals atalanta, dagpauwoog, hooibeestje, krassertje en bruine sprinkhaan. Op Jacobskruid zijn rupsen gevonden van de St. Jacobsvlinder. Voor de bermen van de snelweg en op Breezanddijk worden geen beschermde ongewervelden verwacht vanwege de terreinkenmerken.

#### *Amfibieën en reptielen*

Op en langs de Afsluitdijk komen geen amfibieën en reptielen voor. Er is geen geschikt leefgebied (zowel land- als waterhabitat) aanwezig. Op het kabeltracé op land kunnen in de bermen van de snelweg lokaal algemene soorten, licht beschermd op grond van de Flora en faunawet, als bastaardkikker, kleine watersalamander en bruine kikker voorkomen. Zwaarder beschermde soorten worden niet verwacht vanwege de terreinkenmerken.

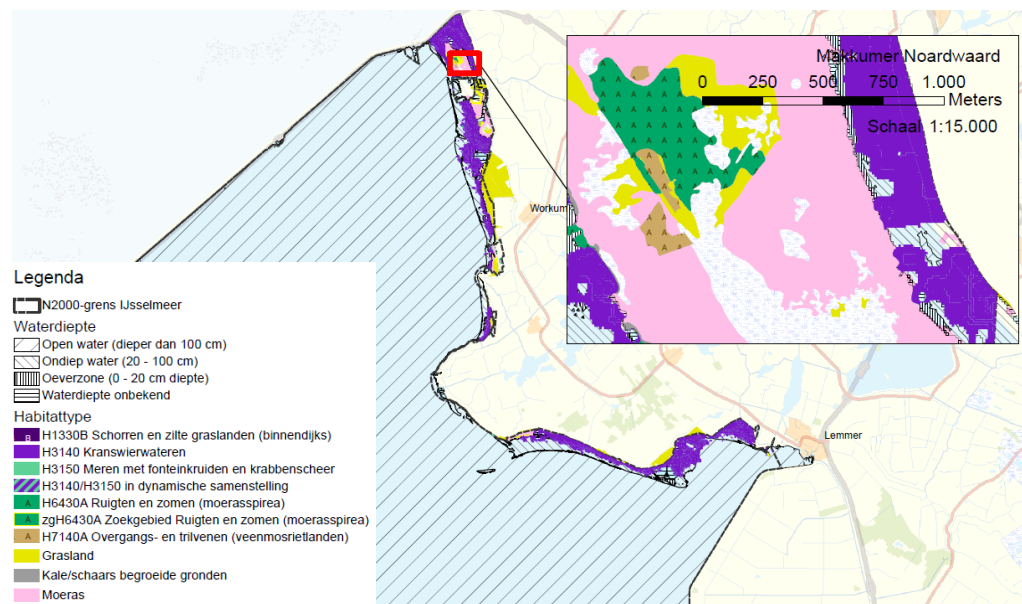
### **5.2.11 Flora**

Het IJsselmeer is voor diverse habitattypen en voor de groenknolochris aangewezen als Natura 2000-gebied (zie tabel 5.2 en 5.3). Daarnaast zijn ondergedoken waterplanten (kranswieren en fonteinkruiden) als voedselbron vooral van belang voor kleine zwaan, meerkoet en tafeleend. Vegetaties van drijfblad (bijvoorbeeld verschillende kroossoorten) zijn van belang voor onder meer krakeend, wintertaling, wilde eend, pijlstaart en slobeend.

Of een bepaalde locatie potentie biedt voor waterplanten hangt onder meer af van het diepteprofiel van de bodem en de lichtdoorlating van het water. Voor het IJsselmeer wordt een diepte van 4,5 meter (-NAP) beschouwd als de maximale diepte waarop waterplanten groeien.

De voor watervogels twee belangrijkste waterplantengroepen in het IJsselmeer, kranswieren en fonteinkruiden, kennen een verspreiding die vooral gekoppeld is aan de relatief ondiepe oeverzones. In het IJsselmeer betreft het een smalle strook, met name aan de Friese IJsselmeerkust (rondom de Makkumer Noord- en Zuidwaard en de ondiepten nabij Lemmer). Ook aan de westoever van het IJsselmeer komen kranswieren en fonteinkruiden voor, echter in lagere dichtheden. Binnen het IJsselmeergebied zijn de Randmeren en de Gouwzee (Markermeer) belangrijke groeiplaatsen. Zowel de soortenrijkdom als de dichtheden en verspreiding zijn er vele malen groter als in het IJsselmeer.

**Figuur 5.12** Habitattypen in het noordelijk deel van het IJsselmeer



De zone langs de Afsluitdijk, inclusief het plangebied, heeft een waterdiepte van 3 - 5 meter (-NAP). Ook liggen er oude stroomgeulen met diepten tot ruim 7 meter (-NAP). Voor waterplanten is het plangebied daarom slechts beperkt geschikt temeer omdat het water in het gebied door de overheersende windrichtingen wordt opgestuwd en in beroering wordt gebracht. Dit heeft een direct effect op het doorzicht en dus ook op de groei van waterplanten. Uit het langlopende meetnet van Rijkswaterstaat is op te maken dat waterplanten in het onderzoeksgebied niet voorkomen. Waterplanten komen langs de Afsluitdijk alleen voor in de westelijke en oostelijke hoek, waar de dijk aansluit op het land. Hier liggen voldoende beschutte ondiepten.

Langs de Afsluitdijk ontbreekt ook een beschutte en flauw aflopende oeverzone waar drijfblad vegetaties kunnen groeien. Dit komt door het profiel van de Afsluitdijk, alsmede door het materiaal dat bij de aanleg is gebruikt (bijvoorbeeld basaltblokken). De heersende windrichting zorgt tevens voor veel golfslag langs de Afsluitdijk. Dit beperkt de groei van waterplanten.

Zoals blijkt uit het voorgaande komen in het plangebied geen beschermde flora voor of waterplanten die voor watervogels relevant zijn als voedselbron.

Op de Afsluitdijk en in de berm van de snelweg komen geen beschermde soorten voor. Wel komt kamgras voor en langs de Afsluitdijk komt daarnaast blauw walstro voor. Beide soorten



zijn niet beschermd. Voor Breezanddijk geldt dat de open terreinen overwegend droog-grazig zijn. Diverse soorten komen voor zoals duizenbald, roodzwenkgras en ook blauw walstro (rode lijst), deze zijn echter niet beschermd. Blauw walstro komt algemeen voor op de Afsluitdijk.

#### Habitattypen

Voor een aantal habitattypen zijn instandhoudingsdoelstellingen gesteld voor het IJsselmeer. Het betreft:

- meren met krabbescheer en fonteinkruiden;
- ruigen en zomen (subtype A en B);
- overgangs- en trilvenen (stubtype A).

Zoals blijkt uit voorgaande beschrijving komen deze habitattypen niet in het plangebied voor maar slechts op afstand van het plangebied.

#### Groenknolorchis

Voor de groenknolorchis (bijlage II habitatrictlijn) is behoud omvang en kwaliteit van de biotoop als instandhoudingsdoelstelling opgenomen voor het IJsselmeer. De groenknolorchis komt voor in restanten van het habitatype trilvenen in de Makkumer Noord- en Zuidwaard. Dit ligt op meer dan 6 kilometer afstand van het plangebied en er is geen ingreep in dit gebied voorzien.

### 5.2.12 Autonome ontwikkeling

De autonome ontwikkeling van de natuurwaarden betreft de verwachte natuurlijke ontwikkeling onder invloed van diverse factoren en de invloed van plannen en projecten waarover besluitvorming heeft plaatsgevonden en die in voorbereiding zijn.

#### *Natuurlijke processen*

Belangrijke sleutelfactoren voor draagkracht van het IJsselmeer voor de beschermde natuurwaarden zijn de kwaliteit en omvang van voedsel en rust. Dit betreft voornamelijk waterplanten, mosselen, vis en broedgelegenheid voor vogels. Processen als de ontwikkeling van water- en bodemkwaliteit, peildynamiek en klimaatverandering zijn hierin sturend.

In het IJsselmeer is in recente jaren de voedselrijkdom van het water verminderd. Het is moeilijk te voorspellen hoe in de toekomst de waterkwaliteit zich verder zal ontwikkelen en wat de ecologische consequenties daarvan zullen zijn. De toekomstige ontwikkeling van de waterkwaliteit is met name afhankelijk van de kwaliteit van het aangevoerde rivierwater uit de IJssel.

De dichtheid en verspreiding van waterplanten langs de Friese kust fluctueert jaarlijks sterk. De omstandigheden voor waterplanten zijn hier in recente jaren verbeterd. De toekomstige ontwikkeling is mede afhankelijk van de waterkwaliteit uit de IJssel, maar het toenemende slibprobleem is van (negatieve) invloed op de waterplanten.

De populatie van enkele vissoorten, waaronder voor vogels een belangrijke soort als spiering, vertoont in recente jaren een negatieve trend. Het is de vraag in hoeverre de slechte spieringstand wordt veroorzaakt door klimaateffecten (opwarming), door beroepsvisserij (studies nu in uitvoering) en / of door de waterkwaliteit, alsmede ook door vertroebeling die door verslibbing en activiteiten door mensen zoals zandwinning en baggeren worden veroorzaakt en

hoe de negatieve trend kan worden gekeerd. Het is daarom onduidelijk hoe de visstand zich in de toekomst zal ontwikkelen. Recent is op grond van het gedeelde probleembesef van de lage visstand het Masterplan IJsselmeervisserij (Van Kampen, 2014) gepubliceerd waar tussen de verschillende betrokken organisaties (beroepsvisserij, sportvisserij, natuurorganisaties en provincies en Rijk) is afgesproken om drie jaar lang niet te vissen op diverse soorten. Het is onduidelijk op dit moment wat het bereik is van de stillegging en of deze inderdaad sectorbreed wordt doorgevoerd.

De hoeveelheid mossels (waaronder driehoeksmossels) vertoont in recente jaren een negatieve trend in het IJsselmeer. Als oorzaak voor de negatieve trend wordt een combinatie van oligotrofiëring (minder voedselrijk water) en klimaatverandering genoemd. Het is vooralsnog onduidelijk hoe de mosselstand zich in de toekomst zal ontwikkelen.

Mede door de geringe peildynamiek is de broedgelegenheid voor vogels van kale en schaars begroeide gronden als eilanden en zandplaten afhankelijk van menselijk ingrijpen. Zolang het (maai)beheer van de broedgebieden gewaarborgd is, blijft er voldoende broedgelegenheid voor deze vogels. Ook de broedomstandigheden van moerasvogels zijn afhankelijk van het (riet)maai-beheer. Ook inrichtingsmaatregelen als verlaging van maaiveld/vernatting kunnen nodig zijn omdat op basis van de huidige peildynamiek op den duur verdroging kan optreden.

Voor watervogels spelen ook andere factoren in het IJsselmeer een rol. Sinds de jaren '80 zijn de winters gemiddeld zachter geworden. Dit gaat hoofdzakelijk samen met een geleidelijke toename van het aantal vogels door herverdeling en groei van internationale populaties. Voor sommige soorten resulteren klimaatveranderingen in veranderingen in het onderlinge belang van overwinteringsgebieden (verschuiving naar het noorden), die op zijn beurt invloed hebben op de aantallen in Nederland (zoals grote zaagbek en nonnetje). Voor broedvogels kan gelden dat klimaatveranderingen in het buitenland een negatief effect hebben op het broedsucces, wat van invloed kan zijn op de aantallen vogels die op het IJsselmeer overwintert. Voor een gering aantal soorten zijn op dit moment aanwijzingen dat klimaatsverandering tot aantalsafname van die soorten binnen Nederland en het IJsselmeergebied leidt (terugtrekking in het noorden en minder migratiegedrag). Voor andere soorten lijkt het netto effect van de zachtere winters echter voorlopig tot een aantalstoename te leiden.

In het IJsselmeergebied is voor broedvogelsoort kemmaan de trend negatief. Voor de niet-broedvogelsoorten betreft dit bergeend, goudplevier, fuut, kemmaan, kleine rietgans, stormmeeuw, wilde eend en stormmeeuw<sup>46</sup>. Voor diverse soorten is de trend niet bekend.

Omdat voor diverse soorten, met name viseters, sprake is van een negatieve trend en/of structureel lagere aantallen ten opzichte van de instandhoudingsdoelstellingen is onderzoek gedaan naar de onderliggende oorzaken van deze teruggang van deze soorten wat heeft geresulteerd in een advies over de haalbaarheid en betaalbaarheid van de Natura 2000 doelen en van een robuust, toekomstbestendig ecologisch systeem in het IJsselmeergebied (ANT-studie Noordhuis & Groot, 2014). Analyse van internationale en nationale aspecten van vogeltrends geeft aan dat een deel van de neergaande trends in het aantal vogels in het IJsselmeergebied mede verbonden is met klimaat gestuurde verschuivingen van

<sup>46</sup> [www.sovon.nl](http://www.sovon.nl) (2015).

overwinteringsgebieden en veranderingen in de omvang van de internationale populaties. Een ander deel van de neergaande trends (met name enkele mosseleeters) is verbonden met een verbeterde draagkracht in andere gebieden (Randmeren) waardoor vogelsoorten daar verblijven. Verschillen in timing en omvang van veranderingen in aantallen geven echter aan dat de oorzaken van neergaande trends in de eerste plaats moeten worden gezocht in lokale processen. Oorzaken liggen in de primaire productie en de kwaliteit van fytoplankton, afname van (beschikbare) spiering. Besluitvorming over de consequenties van de bevindingen van de langjarige ANT-studie inzake de haalbaarheid van de instandhoudingsdoelstellingen en de te nemen maatregelen voor behoud en herstel heeft nog niet plaatsgevonden.

### Ruimtelijke ontwikkelingen en beheermaatregelen in het IJsselmeer

#### *Windpark Noordoostpolder*

Aan de westrand van de Noordoostpolder wordt op dit moment het Windpark Noordoostpolder gerealiseerd. Het windpark bestaat uit 86 windturbines en is in 2016 gereed. Het windpark heeft voor enkele soorten vogels negatieve effecten op vogels door verstoring, barrièrewerking en sterfte. Door de mitigerende maatregelen (scheepvaartveiligheidsvoorziening met natuurontwikkeling bij Rotterdamse Hoek) zullen geen negatieve effecten op populatieniveau optreden. Het totale effect van windpark Noordoostpolder (inclusief mitigatie) zal tenminste neutraal zijn en voor sommige soorten mogelijk licht positief.

#### *Windpark Wieringermeer*

Aan de westzijde van het IJsselmeer wordt op land in de gemeente Hollands Kroon windpark Wieringermeer gerealiseerd. Dit windpark betreft de realisatie van 90 windturbines, terwijl circa 75 bestaande windturbines in de Wieringermeer worden verwijderd. Uit de Passende Beoordeling voor windpark Wieringermeer komt naar voren dat met inbegrip van mitigatie en cumulatie, het optreden van geen significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden IJsselmeer en Waddenzee met zekerheid uitgesloten kan worden. Daarbij is rekening gehouden met de komst van Windpark Fryslân. Tijdens de exploitatie van het windpark worden met uitzondering van geringe negatieve effecten op kleine zwaan slechts verwaarloosbaar kleine effecten verwacht voor lepelaar, toendrarietgans, grauwe gans, kolgans, brandgans, smient en wilde eend. Voor overige soorten wordt geen effecten verwacht.

#### *Versterking Afsluitdijk*

De versterking van de Afsluitdijk vindt mogelijk plaats gelijktijdig met de aanleg van het windpark en gedeeltelijk tegelijk met de exploitatie van het windpark, aangezien de versterking naar verwachting een periode van vier jaar beslaat. De versterking bestaat uit werkzaamheden aan de Waddenzeezijde van de Afsluitdijk en transport op de Afsluitdijk. De effecten van de versterking beperken zich tot lokale verstoring tijdens de aanlegfase, met name op soorten in de Waddenzee, aangezien versterking aan de Waddenzeezijde is voorzien. Daarnaast is sprake van stikstofdepositie door het ingezette materieel.

#### *Vismigratierivier*

De vismigratierivier is nabij Kornwerderzand gelegen in zowel het IJsselmeer als de Waddenzee. In de exploitatiefase van de vismigratierivier worden slechts positieve effecten op watervogels en vissen verwacht. Mogelijk verschuift een deel van de rustende watervogels die nu langs de dijk rusten, ook ter hoogte van het windpark, naar de vismigratierivier door

aanwezigheid van voedsel en luwte. De aanleg werkzaamheden vindt mogelijk in dezelfde periode als de aanleg van het windpark plaats. Negatieve effecten worden slechts verwacht in de vorm van lokale verstoring op soorten uit de Waddenzee en het IJsselmeer, aangezien aan beide zijden van de Afsluitdijk werkzaamheden worden verricht. Daarnaast is sprake van stikstofdepositie door het ingezette materieel. Permanente positieve effecten ten gevolge van de vismigratie zijn niet bepaald.

#### *Beheerplan*

In het Natura 2000-beheerplan (concept 2013) zijn beheer- en inrichtingsmaatregelen opgenomen om bepaalde instandhoudingsdoelen te behalen. De maatregelen hebben vooral betrekking op het terreinbeheer van de oevergebieden (zoals Friese IJsselmeerkust). Het gaat om herstel en beheer van rietmoerassen en beheer van kale gronden. De maatregelen zijn bedoeld voor broedvogels. In het kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW) worden daarnaast maatregelen genomen gericht op het verbeteren van de mogelijkheden van vissoorten/populaties om uit te wisselen tussen het IJsselmeer en Markermeer, IJsselmeer en Waddenzee en IJsselmeer en regionale wateren. De maatregelen worden voorzien langs de Afsluitdijk, Houtribdijk en andere locaties. Hier profiteren visetende watervogels van omdat populaties in omvang kunnen toenemen. Besluitvorming over het Natura 2000-beheerplan en de maatregelen in dit plan heeft nog niet plaatsgevonden.

Eén onderdeel in het beheerplan is het versterken van het beheer van onder meer vogeleiland de Kreupel. Het doel hiervan is om de pioniersstatus van het eiland terug te brengen omdat de huidige vegetatiesuccessie als bedreiging wordt gezien voor soorten als (broedende) visdief en zwarte stern. Zoals in paragraaf 2.2.2 is dit onderdeel van het beheerplan inmiddels verzekerd met als gevolg dat de natuurlijke kenmerken van het IJsselmeer voor de rust- en (voor sommige soorten) broedfunctie voor onder meer zwarte stern en visdief verbeteren.

#### *Uitbreiding Lelystad Airport*

De uitbreiding van Lelystad Airport leidt tot extra vliegbewegingen, onder meer over het IJsselmeer. Hiervoor is echter als eis gesteld dat deze op minimaal 3 km boven het IJsselmeer plaatsvinden waardoor geen effecten op soorten met instandhoudingsdoelstellingen optreden.

#### *Industriehaven Flevokust*

Nabij Lelystad wordt industriehaven Flevokust ontwikkelt. De ontwikkeling is op grote afstand van het initiatief gelegen, ruim 47 kilometer. De realisatie gaat gepaard met lokale effecten die zich beperken tot verstoring waarbij sprake is van voldoende uitwijkmogelijkheden in de directe omgeving van het initiatief.

#### *Zandwinning IJsselmeer*

Er zijn plannen voor de winning van industriezand in het IJsselmeer. De m.e.r.-procedure voor een initiatief nabij de Friese IJsselmeerkust ten zuiden van Stavoren startte eind 2005. Het betreft een werkeiland om een te realiseren zandwininput. De beoogde locatie bevindt zich op meer dan 20 kilometer van het voornemen, 5,5 kilometer uit de Friese kust en 7 kilometer buiten de Noordoostpolder. Er heeft nog geen besluitvorming plaatsgevonden, echter recent (juni 2015) is het voorontwerp bestemmingsplan gepubliceerd. De realisatie gaat gepaard met lokale effecten; tijdens de exploitatie treden eveneens effecten op in de vorm van verstoring van watervogels, onder meer door het effect op de scheepvaart, en lokale vertroebeling. Door de inrichting van het werkeiland en de getroffen maatregelen worden deze beperkt.

Over de overige ontwikkelingen uit paragraaf 2.3 heeft nog geen besluitvorming plaatsgevonden en derhalve geen onderdeel van de autonome ontwikkeling.

### 5.3 Effectbeschrijving

Bij de effecten die kunnen optreden wordt onderscheid gemaakt naar de verschillende fasen in de levenscyclus van het windpark, dit zijn:

- Aanlegfase;
- Exploitatiefase;
- Ontmantelingsfase.

Voor elk van de fasen geldt dat door de ingreep (de aanleg en exploitatie van het initiatief) verschillende gevolgen voor soorten en habitattypen kunnen optreden. De ingrepen kunnen op verschillende manieren een mogelijk effect op de instandhoudingsdoelstellingen hebben. Uiteindelijk zal het windpark ook ontmanteld moeten worden. De technische levensduur van een windpark is minimaal 20 jaar en globaal 20 tot 25 jaar. Door onderhoud en vervanging van onderdelen is de levensduur te verlengen. De effecten voor de ecologie van ontmanteling zijn naar verwachting kleiner of maximaal gelijk aan die tijdens de aanleg. De ontmanteling zal qua duur minder tijd in beslag nemen vergeleken met de aanlegfase. Er is geen sprake van grootschalige geluidseffecten zoals bij het heien van windturbines en de potentiële verstoring zal dan ook kleiner zijn dan tijdens de aanlegfase. Na ontmanteling van het windpark is er geen effect meer op soorten en de ontmanteling heeft dan ook slechts beperkte tijdelijke effecten tot gevolg en een permanent positief gevolg, ten opzichte van de situatie met windturbines. Significant negatieve effecten zijn dan ook met zekerheid uit te sluiten. De ontmantelingsfase wordt derhalve niet verder separaat behandeld.

In deze paragraaf worden de effecten voor de verschillende soortgroepen beschreven. Daarbij wordt ingegaan op de effecten op zichzelf en in het kader van de relevante beschermingsregimes te weten: (1) de Natuurbeschermingswet 1998 voor soorten die relevant zijn vanuit het oogpunt van de geldende instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebieden en (2) de Flora- en faunawet voor individuele soorten die beschermd zijn op grond van deze wet. Tevens wordt per soortgroep aangegeven of mitigerende maatregelen zijn voorzien en welke mitigatie het gevolg is door het nemen van deze maatregelen. Voor de effectbepaling is het zorgvuldigheidsbeginsel in acht genomen wat inhoudt dat de effecten conservatief zijn bepaald om zekerheid over de potentiële effecten te geven. Waar aannames gemaakt zijn, zijn deze conservatief ingestoken en eventueel *worst case* indien beperkt informatie voorhanden is.

Eén van de onderdelen van het windpark betreft de aanleg en exploitatie van een werkeiland (zie paragraaf 1.3.3). Door het werkeiland natuurinclusief te ontwerpen worden potentiële negatieve effecten van de windturbines gemitigeerd. Aangezien het eiland in potentie ook tot negatieve effecten kan leiden, worden die in een specifieke subparagraaf onderzocht. Het eiland wordt aangelegd voorafgaand aan de realisatie van de windturbines als werkeiland. Het eiland kent een natuurinclusief ontwerp wat inhoudt dat na de bouwfase, maar voor in gebruik name van het windpark wordt het eiland aangepast naar de permanente fase. Dit betekent dat een ondiepe luwte wordt gerealiseerd en dat het eiland wordt verlaagd en menselijke elementen/activiteiten beperkt worden.

In sub paragrafen 5.3.1 en 5.3.2. wordt op hoofdlijnen ingegaan op de potentiële effecten tijdens aanleg- en exploitatiefase. Vervolgens wordt per soortgroep ingegaan op de verwachte effecten. De beoordeling van de effecten die in deze paragraaf worden beschreven vindt plaats in paragraaf 5.4 op grond van de volledige (netto)effecten van het initiatief bestaande uit windpark en het effect van de mitigerende maatregelen.

### **Natuurschoon**

Effecten op beschermd natuurschoon zijn alleen relevant in de exploitatiefase aangezien het initiatief in die fase zichtbaar en afwijkend van het aanzien in de huidige situatie is. Voor wat betreft het kader van natuurmonumenten waarvan het natuurschoon is beschermd in het kader van het Natura 2000-aanwijzingsbesluit, geldt dat voor de betreffende gebieden geen sprake is van externe werking. Het initiatief is op ruime afstand van voormalige natuurmonumenten gelegen en heeft dan ook geen effect op het natuurschoon van deze gebieden.

### **5.3.1 Aanlegfase**

Tijdens de aanlegfase zijn er een aantal activiteiten die tot effecten op soortgroepen kunnen leiden. Het betreft de effecten zoals geluid en optische verstoring gerelateerd aan de realisatie van de windturbines (fundament, turbine, kabels, etc.), de aanleg van het werkeiland en de verkeersdynamiek. De verkeersdynamiek betreft de scheepvaart en auto's/vrachtwagens die betrokken zijn bij de aanleg. In zijn algemeenheid geldt dat de aanlegfase tijdelijke effecten met zich meebrengt, aangezien zich geen habitattypen of beschermde fauna in het gebied bevinden die permanent vernietigd zouden kunnen worden.

#### **Verkeersdynamiek**

Voor het transport van relevante onderdelen, het bouwen van het fundament en de turbines, het aanleggen van de kabels, etc. vindt in de aanlegfase verkeersdynamiek plaats. Het betreft hoofdzakelijk scheepvaartbewegingen voor de aanvoer van onderdelen voor het windpark evenals een beperkt aantal auto's en vrachtwagens voor het de bouw van het transformatorstation op land en de kabel voor het tracé op land. Als in het donker gewerkt of vervoerd wordt, is het gebruik van verlichting door schepen en auto's, maar ook op de bouwplaats, relevant. De dynamiek kan verstoring veroorzaken voor vogels en vleermuissoorten.

Ook het verstorend geluid van de scheepvaart onderwater wordt in de effectbepaling betrokken. Ook hiervoor geldt dat het een tijdelijk effect betreft. De voer- en vaartuigen die ten behoeve van de aanleg in bedrijf zijn leiden tot emissies. Stikstofemissies kunnen een negatief effect hebben op kwetsbare flora of leefgebieden van fauna in de omgeving.

Het windpark ligt buiten de gemarkeerde vaarroute die door de beroepsvaart wordt gebruikt en is naar verwachting toegankelijk in de exploitatiefase voor alle scheepvaart (recreatievaart<sup>47</sup>, beroepsvisserij en beroepsvaart). Het gebied wordt slechts beperkt gebruikt in de huidige situatie. Tijdens de aanlegfase zullen delen van het gebied worden afgesloten voor de scheepvaart. Aangezien de werkzaamheden ruimtelijk gefaseerd worden uitgevoerd, wordt een verschuiving van de intensiteit van de scheepvaart niet verwacht.

<sup>47</sup> Hieronder worden zeilboten en motorvaartuigen verstaan, waaronder ook de sportvisserij.

## Aanleg windpark

### *Kabels*

Als gevolg van de aanleg van de onderwaterkabels ontstaan geluidsemissies. De geluidsemissie is vergelijkbaar met de emissie van de scheepvaart in de vaargeul of van baggeren, wat nu ook regelmatig plaatsvindt om de vaargeul op diepte te houden. Het effect op vissen wordt bepaald. Het geluid kan vissen verstoren. De dynamiek van de werkzaamheden kan lokaal verstoring veroorzaken voor niet-broedvogels en vleermuissoorten.

Tevens kan door de aanleg van de kabels slibopwerveling optreden. Slibopwerveling kan tot een verminderd doorzicht leiden en daarmee het succes van voedselverzameling van vogels beïnvloeden. Vogels hebben een bepaald niveau van doorzicht in het water nodig. Tevens kan de aanleg van de kabels als gevolg van de ingreep in de bodem een negatieve invloed hebben door verlies van driehoeksmosselen (areaalverlies).

Er worden ook kabels voorzien in de Afsluitdijk en in de wegberm van de snelweg naar aansluitpunt Marnezijl bij Bolsward of verder naar Oudehaske. De kabels worden gelegd in de berm van de snelweg voor het grootste deel. Een aantal watergangen wordt gepasseerd door middel van ondergrondse boringen. Een veldonderzoek naar het eerste deel van het tracé (Breezanddijk – Bolsward) bevestigt dat er sprake kan zijn van licht beschermde soorten maar naar verwachting zijn geen beschermde flora en fauna aanwezig die negatieve effecten ondervinden anders dan tijdelijke verstoring van fauna ten gevolge van de aanleg. Naar verwachting worden geen bomen of andere objecten verwijderd en worden derhalve geen vaste rust- en verblijfplaatsen van vogels of vleermuizen vernietigd. Tevens worden geen watergangen en/of sloten gedempt en is derhalve geen sprake van invloed op waterleven. Eventuele effecten zijn beperkt tot lokale en tijdelijke verstoring van soorten door de uitvoering van de werkzaamheden. Tijdens de uitvoering zal rekening moeten worden gehouden met potentiële aanwezigheid van broedvogels. Broedende vogels mogen niet verstoord worden. Zoals gebruikelijk zal voorafgaand aan de aanleg moeten worden bepaald of de situatie nog overeenkomt met de voorgaande en of beschermde soorten aanwezig zijn. Het is mogelijk maatregelen te treffen om bijvoorbeeld te voorkomen dat vogels gaan broeden op locaties waar gewerkt gaat worden in het broedseizoen.

### *Fundaties*

Er zijn meerdere fundatietypen mogelijk zoals hiervoor beschreven. De uiteindelijke keuze voor een principe wordt op een later moment gemaakt. Voor alle fundamentprincipes geldt dat dit kan leiden tot verlies van driehoeksmosselen door ruimtebeslag. Eveneens kan door slibopwerveling bij lokale bodemverlaging een tijdelijk verminderd doorzicht optreden. De dynamiek van de werkzaamheden kan lokaal verstoring veroorzaken voor niet-broedvogels en vleermuissoorten.

Voor het aanleggen van de *monopile* en damwand-/combiwandfundament wordt geheid. Bij het heien van de *monopile* of de damwanden (inclusief kleinere heipalen) kunnen hoge geluidsniveaus optreden die effecten kunnen hebben op vissen of andere onderwater fauna zoals zeehonden. Effecten die kunnen optreden zijn wegzwemmen, tijdelijke gehoorschade, permanente schade of sterfte. Fysieke schade kan met name optreden bij vissoorten met een zwemblaas. Het heien van de *monopile* is maatgevend aangezien hierbij de grootste



slagenergie optreedt en als gevolg hiervan de hoogste onderwatergeluidsniveaus optreden. De effecten van het heien van de *monopile* wordt derhalve als worst case situatie beschouwd voor het aspect onderwatergeluid.

Algemeen kan worden aangenomen dat de effecten op vislarven kleiner zijn dan die op vissen omdat vislarven nog niet over een zwemblaas beschikken. Gezien de beperkte beschikbaarheid van wetenschappelijke kennis wordt in de Passende Beoordeling uitgegaan van een *worst case* benadering en wordt aangenomen dat effecten gelijk zijn aan de effecten op vissen.

#### *Windturbines*

De bouw van de windturbines op de fundaties betreft het plaatsen van de torens en het plaatsen van de gondel en ten slotte de rotorbladen. De effecten beperken zich tot fysieke aanwezigheid, de optische zichtbaarheid en het geluid veroorzaakt door de realisatie werkzaamheden, wat tot verstoring van vogels en vleermuizen kan leiden.

#### **Transformatorstation**

Op Breezanddijk wordt een transformatorstation gerealiseerd. Op Breezanddijk zijn geen bijzondere ecologische waarden aanwezig. Indien broedvogels gaan broeden op het terrein, dient verstoring van deze vogels te worden voorkomen. Ten behoeve van de realisatie van het transformatorstation vinden mogelijk heiwerkzaamheden plaats voor het funderen van het station. Hierbij komen piekgeluiden voor die tot verstoring van vogels of zeehonden kunnen leiden.

#### **Werkeiland**

Het werkeiland betreft een dam/eiland met een oppervlakte van circa 2 hectare boven water. Het eiland wordt naar verwachting zacht uitgevoerd (van zand) (conform het 'building with nature' concept) met enkele korte dammen om de zachte materialen (zand) op te sluiten. Achter het eiland bevindt zich een luwte met een ondiepte van 1-3 meter over een oppervlakte van circa 25 ha. De realisatie van het eiland leidt in potentie, naast de noodzakelijke transporten die hiervoor zijn aangegeven, tot slibopwerveling, onderwatergeluid bij het storten van stenen en eventueel aanbrengen van damwanden. Slibopwerveling leidt tot een tijdelijk verminderd doorzicht en kan het succes van voedselverzameling van vogels welke een bepaald niveau van doorzicht in het water nodig hebben. Tevens kan dit een negatieve invloed hebben door verlies van driehoeksmosselen (areaalverlies). Bij het storten van zand en stenen en het aanbrengen van een damwand ontstaat onderwatergeluid. De dynamiek van de werkzaamheden kan lokaal verstoring veroorzaken voor niet-broedvogels en vleermuissoorten. Het gebruik van het eiland leidt zoals in hoofdstuk 1 aangegeven tot beperkte milieueffecten gezien de aard van de voorziene werkzaamheden. De activiteiten leiden tot verstoring in potentie door geluid, licht en dynamiek maar niet afwijkend van de verstoring van de bouw van de windturbines. Deze is lokaal en ter plaats van het werkeiland. Een separate beoordeling voor dit onderdeel is derhalve niet nader uitgewerkt.

### **5.3.2 Exploitatiefase**

In de exploitatiefase zijn de aanwezigheid van windturbines en het eiland relevant. De verkeersdynamiek betreft scheepvaart en voertuigbewegingen voor inspectie, onderhoud en reparatiewerkzaamheden. Dit betreft een zeer beperkt aantal vervoersbewegingen (maximaal enkele per dag). Het windpark ligt buiten de gemarkeerde vaarroute die door de beroepsvaart

wordt gebruikt en is toegankelijk in de exploitatiefase voor alle scheepvaart (recreatievaart, beroepsvisserij en beroepsvaart). Het gebied wordt slechts beperkt gebruikt in de huidige situatie en een verschuiving van de intensiteit van de scheepvaart wordt niet verwacht.

### **Aanwezigheid windturbines**

#### *Effecten vogels*

Bij de effecten op vogels wordt onderscheid gemaakt in drie categorieën:

- Effecten als gevolg van aanvaring;
- Verstoringseffect op lokaal rustende en foeragerende vogels (aantasting leefgebied wat leidt tot habitatverlies);
- Barrièrewerking voor passerende vogels.

Hierna worden deze effecten kort nader toegelicht. In bijlage D-9 is de verantwoording van de uitgevoerde berekeningen, de effectbepaling en beoordeling van de ecologische effecten uitgebreider toegelicht.

#### *Aanvaringsslachtoffers*

Vogels kunnen met de rotor, mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is voor de soorten die 's nachts het windpark passeren het grootste, met name in donkere nachten of nachten met slecht weer (regen) en voor soorten die overdag in het windpark in hoge dichtheden foerageren. Turbines die als lijn zijn opgesteld dwars op de overheersende vliegrichting, zijn qua aanvaringskans het meest risicovol.

Voor de effectberekening van de aantallen vogelslachtoffers is uitgegaan van de meest recente kennis en wetenschappelijke inzichten over verspreiding, aantallen in het plangebied, vlieggedrag en aanvaringskans. Daarbij is ook rekening gehouden met de potentiële toepassing van luchtvaartverlichting in de top en op de mast. Voor het berekenen van de mogelijke aantallen aanvaringsslachtoffers is gebruik gemaakt van bestaande literatuur onder meer over slachtofferaantallen bij windparken in Nederland en België. Er is rekening gehouden met het feit dat het aantal slachtoffers niet recht evenredig toeneemt met het groter worden van de turbines. Een uitgebreide toelichting op de methodiek, toegepaste uitgangspunten en onderbouwing van de gemaakte aannames is opgenomen bijlage D-9. Door de locatie van het initiatief in het IJsselmeer, de lokale vogelstand, de vliegintensiteit en het vlieggedrag, de configuratie van het windpark en de afmetingen van de windturbines te vergelijken met de situatie in voornoemde studies, is voor Windpark Fryslân een onderbouwde inschatting gemaakt van het aantal vogelslachtoffers per turbine per jaar. Deze aanpak resulteert in een ordegrootte van de jaarlijkse vogelsterfte voor alle soorten samen. Vervolgens is voor individuele vogelsoorten een inschatting gemaakt van het aantal aanvaringsslachtoffers per jaar voor de betreffende soort. Dit is bepaald door Bureau Waardenburg aan de hand van het flux-collision model (zie bijlage 3 van Bijlage D-9). In dit model wordt gebruik gemaakt van soort specifieke aanvaringskansen gebaseerd op slachtofferonderzoek bij bestaande windparken.

Ter beoordeling van de omvang van het effect van het aantal aanvaringsslachtoffers van een Natura 2000-soort, is 1% van de gemiddelde jaarlijkse sterfte (ook wel 1% van de 'natuurlijke mortaliteit') van die soort in het Natura 2000-gebied als eerste beoordelingsgrens aangehouden (Steunpunt Natura 2000, 2009 en uitleg hierna). Bij de effectbeoordeling in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 is, conform de Leidraad bepaling van significantie van Steunpunt

Natura 2000 (versie 7 juli 2009), voor vogelsterfte de voornoemde 1%-mortaliteitsnorm toegepast. Deze norm is gebaseerd op het advies van het ORNIS-comité om te beoordelen of gesproken kan worden van kleine aantallen. Additionele sterfte van minder dan 1% van de natuurlijke sterfte betekent een verwaarloosbaar effect op de populatie en een significant negatief effect is daarom in dat geval met zekerheid uit te sluiten. Als de additionele (cumulatieve) sterfte meer dan 1% van de natuurlijke sterfte bedraagt, is in potentie wel sprake van een negatief effect en wordt nagegaan op basis van een nadere analyse van de betreffende soort of dit een significant effect op de populatie (of in dit geval het instandhoudingsdoel van de betreffende vogelsoort) kan hebben. Daarbij zijn met name de specifieke kenmerken van de soort en de huidige populatieomvang (ook wel 'de actuele staat van instandhouding') in het Natura 2000-gebied ten opzichte van de in de instandhoudingsdoelstelling genoemde populatie van belang.

Op grond van de Flora- en Faunawet is het doden en verwonden van vogels verboden. Hiervan kan ontheffing worden verkregen. Voor de beoordeling van het effect op vogelsoorten in het kader van de soortenbescherming op grond van de Flora- en Faunawet wordt tevens als eerste beoordelingsgrens 1% van de natuurlijke -mortaliteitaangehouden om te bepalen of effecten op de gunstige staat van instandhouding met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Indien de additionele sterfte meer dan 1% van de natuurlijke sterfte bedraagt, is sprake van een negatief effect en moet worden nagegaan of de gunstige staat van instandhouding wordt bedreigd op basis van een nadere analyse van het effect voor de betreffende soort. Indien de additionele sterfte kleiner is dan 1% kunnen negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding bij voorbaat worden uitgesloten.

#### *Verstoringseffect*

Verstoringsreacties kunnen zich op verschillende manieren uiten zoals een verandering in fysiologie, gedrag, voortplanting en locatie. Dit kan uiteindelijk leiden tot een verandering in de omvang van de populatie.

Vogels kunnen als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine, door geluid en beweging, een bepaald gebied rond de windturbine of het windpark verlaten. De verstoringafstand verschilt per soort. Door de versturende werking kan een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaan (zogenoemd habitatverlies). Overigens geldt in het algemeen dat slechts een deel van de vogels verstoord wordt. In de ecologische studies zijn deze punten gekwantificeerd voor de relevante soorten en gemotiveerd. In sommige gevallen gaat het om tijdelijke effecten en keren vogels naar verloop van tijd weer terug (dit is onder meer gebleken tijdens diverse monitoringsstudies bij bestaande windparken zoals het *near shore* windpark Horns Rev, Denemarken).

Voor het bepalen van het aantal verstoorde vogels als gevolg van het plaatsen van turbines, is gekeken naar de dichtheid van vogels. De bepaling van de verstoringseffecten is gebaseerd op bestaande literatuur. Daarbij is ervan uitgegaan dat de verschillen in omvang van beschouwde turbines niet tot onderscheidende verschillen leiden op het aspect verstoring. Ook is er rekening mee gehouden dat binnen de verstoringzone niet alle vogels verstoord zullen worden (70 – 90% van de vogels wordt verstoord) en dat dit per soort verschillend is, evenals de van toepassing zijnde verstoringafstand.

Habitatverlies kan optreden bij verstoring, afhankelijk van omvang en duur van de verstoring, van rust- en/of foerageergebieden waardoor vogels het IJsselmeer verlaten, ervan uitgaande dat zij in de nabijheid van het initiatief, buiten de verstoringafstanden, geen alternatieve rust- en/of foerageergebied kunnen vinden binnen het Natura 2000-gebied. Een negatief effect op de instandhoudingsdoelstelling treedt op als vogels ten gevolge van de verstoring het habitat verlaten. In dat geval wordt gesproken van maatgevende verstoring.

#### *Barrièrewerking*

Om aanvaringen met turbines te voorkomen, kunnen vogels hun vliegrouten verleggen bij nadering van een windpark. Uit veldonderzoek blijkt dat diverse vogelsoorten afbuigen voor windturbines en om de windturbines heen vliegen. Een lijn van turbines kan zo een barrière in een vliegroute worden. Een dergelijke barrièrewerking kan tot gevolg hebben dat vogels rust- en/of foerageergebieden niet meer kunnen bereiken en het Natura 2000-gebied gaan mijden/verlaten. Als de om te vliegen afstand groot is, zullen vogels energie verliezen en vervolgens meer moeten eten om het energieverlies te compenseren. Als dit niet vrij direct lukt, kan hun conditie achteruit gaan.

Voor het inschatten van de mate waarin barrièrewerking een probleem vormt, is gebruik gemaakt van literatuur en eigen waarnemingen van Bureau Waardenburg uit veldonderzoek bij windturbineopstellingen van situaties waarin vogels omvlogen. Op grond hiervan en informatie over de dimensies van de geplande turbineopstellingen is ingeschat of vogels de turbineopstellingen zullen kruisen, of dat ze omvliegen, en de mate waarin dat valt te verwachten. Daarnaast wordt ingeschat of de kans bestaat dat een foerageer- of rustgebied onbereikbaar wordt voor een soort waardoor de soort mogelijk het gebied verlaat of in welke mate hinder ontstaat.

#### *Luchtvaartverlichting*

Op basis van literatuuronderzoek blijkt dat geen aanvullend effect optreedt voor verstoring of aanvaringsslachtoffers ten gevolge van luchtvaartverlichting. Zie ook bijlage D-9.

#### **Vleermuizen**

Bij de effecten op vleermuizen wordt onderscheid gemaakt in drie categorieën:

- Effecten als gevolg van aanvaring;
- Verstoringseffect (habitatverlies);
- Barrièrewerking.

#### *Aanvaringen*

Met name vleermuissoorten die op grotere hoogte jagen en trekken hebben een risico op aanvaring met draaiende rotor. Uit publicaties komt naar voren dat verwacht wordt dat het zog achter de rotor tot sterfte kan lijden door een plotselinge drukverandering met sterfte tot gevolg voor vleermuizen (ook wel 'barotrauma'). Voor de beoordeling van het effect in het kader van de soortenbescherming op grond van de Flora- en faunawet wordt vergelijkbaar met de beoordeling van aanvaringsslachtoffers onder vogels als grens 1% van de natuurlijke sterfte aangehouden om te bepalen of effecten op de gunstige staat van instandhouding bij voorbaat met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Als de additionele sterfte meer dan 1% van de natuurlijke sterfte bedraagt, is sprake van een negatief effect en moet worden nagegaan of de gunstige staat van instandhouding wordt bedreigt op grond van een nadere analyse.

#### *Verstoring/barrièrewerking*

Verstoring van verblijfsgebieden en verstoring van lokale trekrouten door barrièrewerking kan optreden als sprake is van verblijfplaatsen van vleermuizen in de omgeving of een vast of intensief foerageergebied en de aanwezigheid van lokale trekrouten van verblijfplaatsen naar foerageergebieden.

#### *Luchtvaartverlichting*

Op basis van literatuuronderzoek blijkt dat geen aanvullend effect optreedt voor verstoring of aanvaringssslachtoffers ten gevolge van luchtvaartverlichting. Zie ook bijlage D-9.

#### **Vissen**

Windturbines die in bedrijf zijn, veroorzaken onderwatergeluid door de overdracht van trillingen langs de mast. Dit kan mogelijk effecten hebben op vissen en zeehonden. Zie ook de aanlegfase.

#### **Zoetwatermosselen**

Voor wat betreft zoetwatermosselen leidt de aanwezigheid van windturbines tot ruimtebeslag. Dit effect is een continuering van het effect dat in de aanlegfase optreedt. Daar komt bij dat de fundamenten en het gedeelte van de mast onderwater potentieel vestigingsgebied is voor driehoeksmosselen.

#### **Natuurschoon**

Het effect van de zichtbare aanwezigheid van het windpark in relatie tot beschermd natuurschoon wordt bepaald vanuit de doelstellingen die hiervoor zijn gesteld.

#### **Verkeersdynamiek**

Ten gevolge van scheepvaart en verkeersbewegingen voor onderhoud, inspectie en reparatie/vervanging ontstaat geluid en optische verstoring wat van invloed kan zijn op vissen en zoogdieren en kan vogels en vleermuizen verstoren. Tevens komen emissies vrij door transportbewegingen. Stikstofemissies kunnen een negatief effect hebben op kwetsbare flora of leefgebieden van fauna in de omgeving.

#### **Werkeiland**

Het werkeiland biedt in de exploitatiefase rust- en broedgelegenheid voor soorten als visdief en zwarte stern en luwte voor rustende watervogels als grote zaagbek en fuut en kan als foerageergebied fungeren door de nieuwe mogelijkheden voor met name vissen om te paaien. Positieve effecten voor vissen betreffen paaigelegenheid in de ondiepte en dit is eveneens een geschikte habitat voor driehoeksmosselen. In de exploitatiefase kunnen derhalve positieve effecten optreden ten gevolge van de aanwezigheid voorziening. De locatie nabij de Afsluitdijk leidt ertoe dat foerageermogelijkheden ontstaan in de Waddenzee waarbij bijvoorbeeld aanbod van vis niet is beperkt zoals in het IJsselmeer (zie paragraaf 5.2.8 voor beschouwing visbestand IJsselmeer). Voor een groot aantal viseters is de beschikbaarheid van vis een belangrijke beperkende factor. De extra foerageermogelijkheden in de Waddenzee voor viseters die rusten op het eiland betekent voor visetende watervogels een risicospreiding en daarmee een kwaliteitsimpuls. De afstand tot de Waddenzee is minder dan 5-6 km waardoor soorten als visdief die in het broedseizoen tot circa 7 km van de broedlocatie foerageren hier ook nog van kunnen profiteren.

### 5.3.3 Effecten vogels

#### Effecten vogels tijdens de aanleg

Tijdens de aanlegfase zijn de effecten op vogels beperkt tot verstoring door geluid en optische verstoring ten gevolge van bouwwerkzaamheden als heien, gemotoriseerd verkeer en transport ten behoeve van de bouw van het windpark, en eventuele toepassing van kunstlicht. Tevens kunnen potentiële effecten ontstaan op de beschikbaarheid van voedsel (vis en zoetwatermosselen). De gevolgen voor de beschikbaarheid van voedsel en daarmee de gevolgen voor vogels worden hierna separaat beschreven.

De aanwezigheid en inzet van het materieel voor de verschillende realisatieactiviteiten, zoals een hei-installatie, mensen en kunstlicht kunnen tijdelijk enige hinder veroorzaken voor watervogels die ter plaatse rusten en/of foerageren. Voor deze verstoring geldt dat de werkzaamheden ruimtelijk en in tijd gefaseerd worden uitgevoerd (niet overal tegelijk bouwen maar één voor één). Gedurende de aanleg van het windpark (circa 1-2 jaar) beslaan de werkzaamheden een beperkt aantal locaties (zie ook paragraaf 1.5.1). Heiwerkzaamheden vinden overdag plaats.

Verwacht wordt dat een aanzienlijk deel (20%) van de vogels bij aanvang van de werkzaamheden het gebied binnen een straal van 500 meter van locaties waar gewerkt wordt zullen verlaten. Deze vogels zullen elders in het IJsselmeer een rustige plek opzoeken. Hiervoor zijn voldoende geschikte alternatieve rust- en foerageergebieden aanwezig. Na afloop van de werkzaamheden in het deelgebied zullen na verloop van tijd (enkele dagen) minder verstoringsgevoelige soorten als fuut al weer gedeeltelijk terugkeren naar de verstoorde gebieden. Soorten die gevoeliger zijn voor verstoring (zoals kuifeend en brilduiker) zullen vermoedelijk langere tijd (tot maximaal 2 weken) op alternatieve rust- en foerageergebieden verblijven.

Ten gevolge van de aanleg van de kabel en het eiland kan slibopwerveling optreden en als gevolg hiervan een tijdelijk verminderd doorzicht. Aangezien geen tot minimale stroming in het plangebied is met uitzondering van het effect van opwaaiing zal effect van vertroebeling beperkt zijn tot de locatie van de werkzaamheden en tijdelijk van aard (enkele uren tot circa maximaal een dag). Een verminderd doorzicht leidt tot minder predatiesucces voor watervogels die duiken op vis of zoetwatermosselen. Gezien watervogels de locaties met werkzaamheden zullen mijden en de effecten slechts tijdelijk en lokaal van aard zijn en kunnen negatieve effecten op de beschikbaarheid van voedsel als gevolg van verminderd doorzicht worden uitgesloten.

Naast verstoring door de dynamiek van transporten en installaties treedt emissie van stikstof op van scheepsmotoren en installaties (bijvoorbeeld kranen). Deze effecten zijn in paragraaf 5.3.5 beschreven. Voor watervogels leiden deze emissies niet tot effecten aangezien de actuele depositiewaarde ruim beneden de kritische depositiewaarde ligt voor de beschermde onderwaterflora die als voedsel fungeert voor watervogels.

## Effecten vogels exploitatiefase

### *Aanvaringslachtoffers vogels algemeen*

Op basis van resultaten van slachtofferonderzoeken in bestaande windparken in Nederland en België is voor de vier opstellingsalternatieven van Windpark Fryslân een inschatting gemaakt van de totale jaarlijkse vogelsterfte als gevolg van aanvaringen met de windturbines. Aangezien het plangebied in het IJsselmeer en nabij de Waddenzee ligt (beide relatief vogelrijke gebieden) en de relatief grotere rotoren, is conservatief aangenomen dat het aantal slachtoffers per turbine in Windpark Fryslân niet onder het gemiddelde van 20 slachtoffers per turbine per jaar zal liggen maar daarboven, op 25 slachtoffers per turbine per jaar. Vanwege het relatief kleine verschil in turbinegrootte tussen de turbineklassen is het deskundigen oordeel van Bureau Waardenburg dat dit niet leidt tot een verschil voor het aantal slachtoffers per turbine.

Ondanks het karakter van het gebied geven overigens de aanwezigheid van vogels in het plangebied en de intensiteit van vliegbewegingen over het plangebied geen reden om aan te nemen dat het aantal slachtoffers per turbine boven het gemiddelde zal liggen:

- Het plangebied van Windpark Fryslân is van beperkt belang voor broedvogels. Aangezien de turbines op relatief grote afstand van de kust in het open water zijn voorzien, biedt het plangebied geen geschikte nestplaatsen. Slechts enkele vogelsoorten (bijvoorbeeld aalscholver en visdief) zullen in het broedseizoen het plangebied benutten als foerageergebied.
- Door een gebrek aan relevante waterplanten voor watervogels en een beperkt aanbod (driehoeks)mosselen, herbergt het plangebied (buiten het broedseizoen) geen belangrijke concentraties foeragerende herbivore of benthivore watervogels.
- Er lopen geen belangrijke dagelijkse vliegrouen van vogels tussen foerageer- en rustgebieden over het plangebied.
- De seizoenstrek over het plangebied vindt overwegend in een breed front plaats, wat betekent dat er geen sprake zal zijn van bovengemiddelde sterfte onder vogels op seizoenstrek.

Op grond van het voorgaande is het aantal turbines bepalend voor de bepaling van het aantal vogelslachtoffers (ongeacht soort) per jaar. Het aantal vogelslachtoffers dat voor de verschillende alternatieven wordt weergegeven, is op grond van voorgaande bepaald in de ordegrrootte van 1.200 – 2.500 slachtoffers per jaar. Dit is inclusief seizoenstrekken en lokaal talrijke soorten welke een aanvaringsrisico hebben op basis van voorkomen en vlieggedrag.

Tabel 5.15 Ordegrrootte van het aantal aanvaringslachtoffers per jaar per turbine

Alternatief	1	2	3	4
Aantal slachtoffers per turbine	±25	±25	±25	±25
Aantal turbines	66	100	47	65
Totaal aantal slachtoffers per jaar	±1.650	±2.500	±1.175	±1.625

### *Sterfte onder vogels op seizoenstrek*

De seizoenstrek van vogels over het plangebied van het windpark maakt onderdeel uit van de breedfronttrek over Nederland. Stuwung van vogeltrek langs de Afsluitdijk kan overdag



incidenteel optreden. Tijdens de seizoenstrek vliegen grote aantallen vogels over het plangebied als onderdeel van de breed fronttrek over Nederland. Deze soorten vliegen over het algemeen hoog over de turbines en er is dus een lage aanvaringskans voor deze soorten. Bepaalde weersomstandigheden (bijvoorbeeld tegenwind) zorgen ervoor dat vogels op seizoenstrek lager kunnen gaan vliegen. Omdat er weinig achtergrondlicht in de omgeving aanwezig is, is er met name een aanvaringsrisico gedurende de nacht of andere omstandigheden met slecht zicht. Langs en over de Afsluitdijk vliegen overdag grote aantallen spreeuwen, Kievieten, graspiepers en veldleeuweriken. Het leeuwendeel van de nachtelijke seizoenstrek bestaat uit lijsters en andere zangvogels. Deze soorten kunnen ook als aanvaringslachtoffer verwacht worden.

*Aanvaringslachtoffers Natura 2000-soorten en overig lokaal voorkomende soorten*

Bureau Waardenburg heeft ook de aantallen aanvaringslachtoffers bepaald voor individuele vogelsoorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld en die gebruik maken van het plangebied en voor overige lokaal voorkomende soorten die niet onder het Natura 2000-regime zijn aangewezen. Uit de beschrijving van het voorkomen van soorten en het gedrag van deze soorten (zie paragraaf 5.2.6 en meer uitgebreid bijlage D-9) volgt voor welke soorten er een risico bestaat op negatieve effecten door het windpark.

In bijlage D-9 is dit nader toegelicht en zijn de onderbouwde aannames per soort(groep) opgenomen. Dit betreft onder meer de uitgangspunten ten aanzien van:

- Macro uitwijking: het percentage van soorten die om of over het gehele windpark vliegen;
- Aanvaringskans: de kans dat een vogel die in het windpark vliegt in aanvaring komt met de rotor;
- Vlieggedrag.

Met het zogenaamde flux collision model zijn door Bureau Waardenburg de aantallen aanvaringslachtoffers per alternatief bepaald. De werking en achtergrond van het model is toegelicht in bijlage 3 van bijlage D-9 bij het MER.

In tabel 5.17 zijn de aanvaringslachtoffers per soort voor de verschillende alternatieven opgenomen. Weergegeven zijn alle vogelsoorten die lokaal verblijven en gezien hun voorkomen, gebiedsgebruik en gedrag een reële kans hebben om in aanvaring te komen met de geplande turbines. Voor overige vogelsoorten die lokaal verblijven, zullen geen of hooguit incidenteel slachtoffers vallen. Soorten waarvoor het IJsselmeer of nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zijn onderstreept. Voor de visdief is het aantal slachtoffers tijdens het broedseizoen (b) en buiten het broedseizoen (nb) apart vermeld, omdat het IJsselmeer voor het voorkomen van deze soort in het broedseizoen als Natura 2000-gebied is aangewezen. In de tabel is een range aangenomen vanuit het oogpunt van zorgvuldigheid. Voor meeuwen volgt dit uit toepassing van de gevonden aanvaringskansen bij een drietal referentiwindparken (Oosterbierum, Slufterdam en Sabinapolder) en voor overige soorten is een range om de berekende aantal slachtoffers aangenomen. Het effect van de mitigerende maatregelen, waaronder de stilstandvoorziening en de natuurvoorziening is hierbij nog niet betrokken en is beschreven aan het einde van deze sub paragraaf.

Voor Natura 2000-soorten worden met name aanvaringslachtoffers verwacht onder soorten van het open water, sterns (visdief en zwarte stern) en toppereenden. In mindere mate worden

aanvaringslachtoffers onder kuifeenden en dwergmeeuwen verwacht. Sterns en dwergmeeuwen hebben tijdens pendel- en foerageervluchten een reëel risico om in aanvaring te komen met de geplande turbines. Duikeenden als toppers en kuifeenden kunnen slachtoffer worden als ze vanaf de dagrustplaatsen, die gelegen zijn langs de Afsluitdijk, naar foerageergebieden op het open water vliegen en hierbij het geplande windpark passeren. Onder de visdieven worden de meeste slachtoffers in de maanden juni tot en met september voorspeld. De aantallen zijn dan het hoogst en de vogels hebben een ruime verspreiding over het open water. Tijdens het broedseizoen van de visdief (mei t/m september) worden jaarlijks enkele tot vele tientallen slachtoffers verwacht, waaronder ook een deel niet-broedende visdieven (waarvoor geen instandhoudingsdoel is gesteld). Dit betreft visdieven uit het IJsselmeer. De Waddenzee is als Natura 2000-gebied ook aangewezen voor visdief (broedvogel). Voor de visdief als broedvogel geldt dat de visdieven die in Natura 2000-gebied de Waddenzee broeden op foerageervluchten vanuit de kolonie(s) door Windpark Fryslân kunnen vliegen en daarbij slachtoffer worden van een aanvaring met een windturbine. De broedkolonies van visdieven in de Waddenzee liggen echter op meer dan 20 kilometer afstand van het plangebied.

Voor de overige soorten die in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer verblijven en talrijk zijn en waarvoor geen instandhoudingsdoelstelling in het kader van een Natura 2000 gebied geldt (deze vallen derhalve onder het kader van de Flora en Faunawet), worden voor meeuwen (zilverbreeuw, stormmeeuw en kokmeeuw) vele tientallen tot honderden slachtoffers per jaar voorspeld. Meeuwen hebben net als sterns tijdens foerageervluchten een reëel risico om in aanvaring te komen met de geplande turbines.

Tabel 5.16 Jaarlijkse aantal aanvaringslachtoffers per alternatief

Soort	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
<b>Aantal turbines</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	<b>47</b>	<b>65</b>
<u>visdief (b)</u>	30-40	50-60	30-40	40-50
visdief (nb)	60-70	90-100	50-60	70-80
<u>toppereend</u>	100-110	120-130	90-100	110-120
<u>zwarte stern</u>	80-90	120-130	70-80	90-100
zilverbreeuw	0-10	0-10	0-10	0-10
kokmeeuw	260-580	390-870	230-570	300-760
<u>kuifeend</u>	25-35	30-40	20-30	30-40
stormmeeuw	150-330	220-490	130-320	170-430
grote mantelmeeuw	20-40	30-60	20-40	30-50
<u>dwergmeeuw</u>	20-40	40-50	20-30	30-40
<u>tafeleend</u>	0-5	0-5	0-5	0-5
<u>kleine mantelmeeuw</u>	0-5	0-5	0-5	0-5

Soorten met instandhoudingsdoelstellingen onder Natura 2000 soorten zijn onderstreept.

Uit de tabel komt naar voren dat alternatief 2 tot het grootste aantal aanvaringsslachtoffers leidt door het aantal windturbines en het oppervlakte van het windpark. Alternatief 3 leidt dan ook tot het kleinste aantal aanvaringsslachtoffers. Alternatief 1 en 4 kennen vergelijkbare aantallen aanvaringsslachtoffers al leidt alternatief 4 tot iets hogere aantallen bij een aantal soorten als gevolg van de grotere oppervlakte van het windpark ten opzichte van alternatief 1.

De soorten in tabel 5.17 betreffen de soorten waarvoor in het kader van Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld en soorten die lokaal talrijk verblijven. Aanvullend is voor alle soorten in Nederland bepaald of jaarlijks aanvaringsslachtoffers mogen worden verwacht. Onderzocht is of soorten het plangebied gebruiken of passeren en op grond van hun gedrag jaarlijks als aanvaringsslachtoffer verwacht worden. Dit leidt tot 106 vogelsoorten, waarvan het overgrote deel soorten die jaarlijks twee keer tijdens seizoenstrek het plangebied passeren. Voor de overige soorten is sprake van een binding met het plangebied. Vogelsoorten waarvoor jaarlijks aanvaringsslachtoffers worden verwacht zijn in tabel 5.18 weergegeven.

**Tabel 5.17 Vogelsoorten waaronder jaarlijks aanvaringsslachtoffers worden verwacht**

Soort	Soort	Soort	Soort
Knobbelzwaan	zilverplevier	goudhaan	roodborst
grauwe gans	Koperwiek	vuurgoudhaan	nachtegaal
Kolgans	bonte strandloper	Pimpelmees	blauwborst
Brandgans	kemphaan	Koolmees	zwarte roodstaart
Bergeend	watersnip	zwarte mees	gekraagde roodstaart
Tafeleend	houtsnip	veldleeuwerik	paapje
Kuifeend	kauw	Oeverzwaluw	roodborsttapuit
Topper	rosse grutto	boerenzwaluw	Tapuit
Meerkoet	regenwulp	Huiszwaluw	bonte vliegenvanger
Nonnetje	wulp	Tjiftjaf	heggenmus
Brilduiker	oeverloper	Fitis	ringmus
grote zaagbek	witgat	braamsluiper	gele kwikstaart
Smient	groenpootruiter	Grasmus	noordse kwikstaart
wilde eend	tureluur	Tuinfluit	grote gele kwikstaart
Kwartel	kokmeeuw	Zwartkop	witte kwikstaart
Aalscholver	dwergmeeuw	sprinkhaanzanger	boompieper
blauwe reiger	stormmeeuw	Spotvogel	graspieper
Fuut	kleine mantelmeeuw	bosrietzanger	Vink
sperwer	zilvermeeuw	kleine karekiet	Keep
Kanoet	grote mantelmeeuw	Rietzanger	groenling
waterral	zwarte stern	grauwe vliegenvanger	Putter
waterhoen	visdief	Winterkoning	Sijs
kievit	holenduif	Spreeuw	kneu
scholekster	houtduif	Merel	ijsgors
kluut	koekoek	Kramsvogel	kruisbek
bontbekplevier	gierzwaluw	Zanglijster	rietgors
goudplevier	gaaï		

Voor het beoordelen van de relevantie van de sterfte wordt een vergelijk gemaakt met de waarde van 1% van de natuurlijke mortaliteit van de relevante populatie. Bij een aantal slachtoffers kleiner dan deze waarde is de additionele sterfte dermate klein dat effecten op de staat van instandhouding of op instandhoudingsdoelstellingen bij voorbaat zijn uit te sluiten. Bij een additionele sterfte van meer dan 1% zijn effecten ook niet direct relevant maar is een nadere beoordeling van de betreffende soort vereist. Hierna wordt een overzicht gegeven voor de Natura 2000-soorten waarvoor aanvaringsslachtoffers worden verwacht en de additionele sterfte ten opzichte van de natuurlijke sterfte. Hieruit komt naar voren dat voor dwergmeeuw zwarte stern en visdief de sterfte in ieder geval voor één van de alternatieven hoger is dan 1% en een nadere beoordeling is gewenst om na te kunnen gaan of significant negatieve effecten kunnen optreden. Voor de overige soorten is de sterfte dermate klein dat dit niet tot effecten op de populatie leidt. Vervolgens wordt beoordeeld of de additionele sterfte onder vogels in het kader van de soortenbescherming (flora- en faunawet) tot aantasting van de gunstige staat van instandhouding leidt voor de betreffende soorten.

#### *Beoordeling sterfte in het kader van Natura 2000*

**Tabel 5.18 Berekende jaarlijkse 1% natuurlijke sterftenorm soorten beschermd**

Soort	Populatieomvang	Natuurlijke sterfte (%)	Natuurlijke sterfte (aantal)	1% jaarlijkse sterfte (aantal)	Sterfte door windpark
<b>Natura 2000-gebied IJsselmeer</b>					
Topper (nb)	76.731	52	39.900	399	<1%
Kuifeend (nb)	26.959	29	7.818	78	<1%
visdief (bv)	5.267*	10	1.053	11	4-5%
Zwarte stern (nb)	20.000	15	3.000	30	3-4%
Tafeleend (nb)	3.523	35	1.233	12	<1%
Dwergmeeuw (nb)	39.200	10	3.920	39	ca. 1%
<b>Natura 2000-gebied Duinen en Lage land van Texel</b>					
Kleine mantelmeeuw (bv)	16.745*	9	3.014	30	<1%
<b>Natura 2000-gebied Duinen Vlieland</b>					
Kleine mantelmeeuw (bv)	4.432*	9	798	8	<1%

Nb: niet broedvogel

Bv: broedvogel

\*Gemiddelde populatieomvang in paren

Voor de visdief, zwarte stern en dwergmeeuw geldt dat het om soorten met een relatief hoge overleving gaat (gemiddeld lage natuurlijke sterfte). Op te beoordelen of het effect dermate is dat sprake kan zijn van aantasting van instandhoudingsdoelstellingen is een nadere beoordeling uitgevoerd. Een gedetailleerde beoordeling is uitgevoerd om te beoordelen of de verwachte additionele sterfte dermate is dat dit tot effecten op de betreffende populatie leidt. Dit is gedaan door een vergelijking te maken met de gedetailleerde populatiemodellering die voor de kleine mantelmeeuw, een soort die vergelijkbare eigenschappen kent als de drie genoemde soorten. In populatiemodellering wordt meer in detail naar de populatiekenmerken gekeken, zoals overleving en reproductie.

Tevens is een berekening uitgevoerd met de methode van de *Potential Biological Removal* (PBR). Met deze methode wordt bepaald welke door mensen veroorzaakte sterfte een populatie kan dragen. Deze methode wordt bij verschillende windparken gebruikt om het potentiële effect op vogelpopulaties door additionele sterfte ten gevolge van aanvaring met windturbines te bepalen. In bijlage D-9 is deze methode beschreven in box 5.3.

Toepassing van de populatiemodellering en de BPR leidt tot een aantal conclusies. Voor alle drie de soorten geldt dat blijkt dat een additionele sterfte van zeker meer dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte niet tot populatie effecten zal leiden. Voor de vergelijkbare soort, de kleine mantelmeeuw, is op conservatieve wijze een sterfte van 10% van de natuurlijke sterfte doorgerekend met als effect een gestabiliseerde populatie op 3% lager dan het uitgangsniveau. Met de PBR is het aantal slachtoffers bepaald dat door de populatie kan worden gedragen. In de volgende tabel zijn de resultaten hiervan weergegeven, ten opzichte van de additionele sterfte ten gevolge van het alternatief met het grootste effect, alternatief 2.

**Tabel 5.19 Potential Biological Removal aantal soorten populatie IJsselmeer**

Soort	PBR	Aanvaringslachtoffers alternatief 2
Zwarte stern	180	120-130
Visdief	418	50-60
Dwergmeeuw	1.430	40-50

Bij deze resultaten dient in acht te worden genomen dat de PBR een maat is voor het totaal door mensen veroorzaakte sterfte. Ook door andere oorzaken kan sterfte optreden (cumulatie).

De additionele sterfte van de drie soorten waarvoor niet zonder meer kan worden uitgesloten dat dit leidt tot aantasting van de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied IJsselmeer is met diverse methodes geanalyseerd.

Voor de dwergmeeuw wordt geconcludeerd dat sprake is van een verbeterdoelstelling. De resultaten van het veldonderzoek uit 2014 laten zien dat het aantal dwergmeeuwen aanmerkelijk hoger ligt dan het instandhoudingsdoel, en dergelijke aantallen tijdens de voorjaarsrek kunnen niet als eenmalig incident worden gezien. Gezien de verwachte additionele sterfte van circa 1% van de natuurlijke mortaliteit en dit aanmerkelijk onder de berekende PBR ligt kunnen significant negatieve effecten voor de dwergmeeuw worden uitgesloten.

Voor visdief (broedvogel) geldt dat sprake is van een behoudsdoelstelling en aantallen die boven het instandhoudingsdoel liggen. Er is zorg over de populatie vanwege het wisselende broedsucces op de Kreupel. Het geïntensiveerde beheer dat als autonome ontwikkeling is vastgelegd neemt dit deels weg. De vergelijking met het populatiemodel van de kleine dwergmeeuw laat zien dat een additionele sterfte van meer dan 1% van de natuurlijke sterfte (tot enkele procenten) mogelijk is voordat sprake is van een negatief effect op de omvang van de populatie in het IJsselmeer. Ook de berekende PBR wijst in deze richting. Gezien het broedsucces wordt echter mitigatie wenselijk geacht om de additionele sterfte te reduceren en daarmee significant negatieve effecten met zekerheid te kunnen uitsluiten.

Voor de zwarte stern geldt dat sprake is van een verbeterdoelstelling en aantallen die onder het instandhoudingsdoel liggen. De vergelijking met het populatiemodel van de kleine dwergmeeuw laat zien dat een additionele sterfte van meer dan 1% van de natuurlijke sterfte (tot enkele procenten) mogelijk is voordat sprake is van een negatief effect op de omvang van de populatie in het IJsselmeer. Ook de berekende PBR wijst in deze richting, als is het verschil tussen het effect bij alternatief 2 en de PBR uitkomst relatief klein en dient in acht te worden genomen dat ook andere sterfte door mensen kan bestaan. Mitigatie wordt dan ook wenselijk geacht om de additionele sterfte te reduceren en daarmee significant negatieve effecten met zekerheid te kunnen uitsluiten.

Een externe werking van het windpark door aanvaringslachtoffers treedt niet op voor andere Natura 2000-gebieden.

#### *Beoordeling sterfte in het kader van de Flora en Faunawet*

Voor 113 soorten worden jaarlijks aanvaringslachtoffers verwacht aangezien deze soorten het gebied passeren, bijvoorbeeld tijdens seizoensmigratie, of gebruiken en deze soorten op grond van hun gedrag het risico lopen op aanvaring.

Voor de soorten die slechts twee keer het windpark passeren tijdens seizoensmigratie is uitgesloten dat effecten kunnen optreden op de gunstige staat van instandhouding aangezien de betreffende populaties groot zijn en de verwachte sterfte lager is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit. Voor de overige 24 soorten betreft het soorten met een duidelijke binding met het plangebied. In bijlage D-9 is per soortgroep beoordeeld welke additionele sterfte verwacht mag worden op basis van het voorkomen, gedrag en aanvaringskans en voor een aantal soorten waarvoor mogelijk relevante aantallen aanvaringslachtoffers vallen op grond van voorkomen, gedrag en aanvaringskansen is dit door middel van berekeningen geverifieerd.

Voor de overige soorten, onder het kader van de Flora en Faunawet, geldt dat met uitzondering van kokmeeuw, visdief en zwarte stern de additionele sterfte voor deze soorten ten gevolge van het windpark 1% of kleiner is ten opzichte van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de relevante populatie. Voor deze soorten kunnen effecten op de gunstige staat van instandhouding dan ook worden uitgesloten. Voor de kokmeeuw betreft het een additionele sterfte van circa 1-2% van de natuurlijke mortaliteit. Voor zwarte stern en visdief respectievelijk 2-3% en 2-4%. Voor de zwarte stern en de visdief spelen gelijke overwegingen als hiervoor beschreven voor deze soorten in het kader van de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebied IJsselmeer en is mitigatie gewenst om effecten op de gunstige staat van instandhouding te kunnen uitsluiten. Voor de kokmeeuw wordt geconcludeerd dat deze soort qua broedecologie en populatiestructuur vergelijkbaar is met de kleine mantelmeeuw. De populatiemodellering van de kleine mantelmeeuw laat zien dat een additionele sterfte van 11% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte in korte tijd stabiliseert op een niveau dat slechts enkele procenten lager ligt dan het eerder populatieniveau. Een additionele sterfte van 1 à 2% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte leidt dan ook niet tot effecten op de populatie en daarmee de gunstige staat van instandhouding van de soort.

#### *Aantasting leefgebied vogels (verstoring)*

In geval vogels afstand houden tot windturbines leidt de verstoring van de windturbines in potentie tot een aantasting van de kwaliteit van het leefgebied indien onvoldoende alternatieven binnen het gebied beschikbaar zijn. Dit betreft de soorten die een binding met het open water

hebben voor foerageren en/of rusten of dit gebied meer dan incidenteel gebruiken. Alleen voor soorten die een directe binding hebben met het plangebied kan verstoring tot reële effecten leiden. De beïnvloedingsafstand en het aandeel van de soort die verstoord is verschilt per soort. Voor het bepalen van het aantal verstoorde vogels is de dichtheid voor de relevante soorten per telgebied bepaald, waarbij is aangenomen dat soorten gelijkmatig zijn verdeeld. Voor soorten in de telvakken bij de Afsluitdijk betekent dit een enigszins conservatieve aanname aangezien deze zich met name binnen 200 meter van de dijk bevinden. In bijlage D-9 zijn vervolgens de gehanteerde soort specifieke verstoringafstanden en het percentage vogels dat wordt verstoord opgenomen.

Op basis van voorgaande, de dichtheid en spreiding zoals die volgt uit de diverse veldonderzoeken, is de ordegrootte van de verstoring bepaald voor de betreffende soorten. In tabel 5.21 is de omvang van de verstoring per alternatief weergegeven. Soorten waarvoor het IJsselmeer of nabijgelegen Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, zijn onderstreept in de tabel. In de tabel zijn de verstoringseffecten ten gevolge van het windpark weergegeven. Het betreft de soorten die het plangebied verlaten. Daarbij is nog geen rekening gehouden met de beschikbaarheid van alternatieven binnen het betreffende Natura 2000-gebied voor de betreffende soort. Voor soorten waarvoor is vastgesteld dat minder dan enkele individuen het plangebied verlaten is geen aantoonbaar effect op de draagkracht van de Natura 2000 gebieden. Indien meer dan enkele individuen het plangebied verlaten is aan de hand van het instandhoudingsdoel en de huidige populatie beoordeeld of mogelijk sprake is van relevante negatieve effecten. Verstoring die leidt tot permanent verlaten van het gebied wordt aangeduid als 'maatgevende verstoring' waarbij de kwaliteit c.q. draagkracht van het leefgebied achteruit gaat met als gevolg dat vogels het Natura 2000-gebied verlaten. Het effect van de mitigerende maatregelen, waaronder het eiland is hierbij nog niet betrokken en is beschreven aan het einde van deze sub paragraaf om inzicht te verschaffen in de bijdragen in de effecten van de verschillende onderdelen van het windpark.

Ten aanzien van de soorten waarvoor in het kader van Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld geldt dat andere Natura 2000-gebieden op dermate grote afstand van het plangebied zijn gelegen dat voor geen van de vogelsoorten waarvoor deze gebieden zijn aangewezen sprake is van verlies van omvang of kwaliteit leefgebied als gevolg van het windpark (zowel aanleg als exploitatiefase).

Alleen voor het IJsselmeer kan mogelijk aantasting van leefgebied optreden. In tabel 5.21 is een overzicht van de aantallen vogels per soort waarvoor verwacht worden dat deze het plangebied zullen verlaten. Voor een aantal soorten worden meer dan verwaarloosbare aantallen vogels verstoord naar verwachting en geldt een herstelopgave. Dit betreft grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern. Voor deze soorten geldt dat het om verstoring van foeragerende vogels gaat. Dit betreft daarmee een deel van het leefgebied waarvoor het de vraag is of ongebruikte alternatieven beschikbaar zijn binnen het Natura 2000-gebied. Mogelijkheden om te mitigeren en het beoordelen in cumulatie met andere plannen en projecten is derhalve gewenst om te kunnen bepalen of de natuurlijke kenmerken van het IJsselmeer worden aangetast.

Voor de grauwe gans en de topper betreft de verstoring kleine aantallen vogels. Voor beide soorten geldt dat de verstoring rustgebied betreft. Voor de grauwe gans geldt dat in principe



deze soort dichterbij de dijk foerageert, aangenomen is echter voor het hele telvak een homogene verspreiding. Verstoring leidt tot verschuiving richting de dijk waar voldoende, onverstoorde ruimte is. Daarnaast geldt dat de aantallen van de soort hoger liggen dan het instandhoudingsdoel. Op zichzelf zijn de effecten van het windpark dan ook niet significant. Voor de topper geldt dat het om een soort gaat die op het open water rust. Naast dat het zwaartepunt van de verspreiding van deze soort buiten de beïnvloedingszone van de windturbines is gelegen zijn er voldoende alternatieven in de nabijheid van het windpark. Op zichzelf zijn de effecten van het windpark dan ook niet significant.

Voor de visdief geldt dat het instandhoudingsdoelstel gericht is op broedvogels. Het aantal visdieven waarvoor tijdens het broedseizoen het plangebied minder geschikt zal worden is verwaarloosbaar klein, aangezien visdieven tijdens het broedseizoen geconcentreerd nabij de kolonies foerageren. Het plangebied ligt hier buiten.

Onder de overige soorten die in het noordoostelijke deel van het IJsselmeer verblijven en talrijk zijn wordt foerageergebied uitsluitend voor enkele meeuwensoorten enigszins beperkt als gevolg van de geplande windturbines.

Tabel 5.20 Aantasting leefgebied vogelsoorten (Natura 2000 soorten onderstreept)

Soort	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
<b>Aantal turbines</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	<b>47</b>	<b>65</b>
<u>grote zaagbek</u>	40-50	60-70	25-35	35-45
<u>brilduiker</u>	20-30	25-35	10-20	15-25
<u>fuut</u>	10-20	10-20	5-10	10-15
kokmeeuw	10-20	15-20	5-10	10-15
stormmeeuw	10-15	10-20	5-10	5-10
<u>grauwe gans</u>	5-10	10-15	5-10	10-15
<u>toppereend</u>	5-10	5-10	0-5	0-5
<u>zwarte stern</u>	0-5	5-10	0-5	0-5
<u>visdief</u>	0-5	5-10	0-5	0-5
grote mantelmeeuw	0-5	0-5	0-5	0-5
<u>aalscholver</u>	0-5	0-5	0-5	0-5
<u>dwergmeeuw</u>	5-10	10-15	5-10	5-10
zilvermeeuw	0-5	0-5	0-5	0-5
<u>kuifeend</u>	0-5	0	0	0
<u>smient</u>	0	0	0	0
<u>wilde eend</u>	0	0	0	0
<u>tafeleend</u>	0	0	0	0
<u>bergeend</u>	0	0	0	0

Soort	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
<b>Aantal turbines</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	<b>47</b>	<b>65</b>
<u>krakeend</u>	0	0	0	0
<u>middelste zaagbek</u>	0	0	0	0
<u>nonnetje</u>	0	0	0	0
<u>kleine mantelmeeuw</u>	0	0	0	0
<u>eider</u>	0	0	0	0
<u>meerkoet</u>	0	0	0	0

De verstoring van vogelsoorten die ertoe leidt dat aantallen vogels het plangebied verlaten, is gerelateerd aan het aantal windturbines. Alternatief 2 leidt dan ook tot de grootste aantallen verstoorde vogels en alternatief 3 tot de kleinste aantallen. Alternatief 1 en 4 leiden tot verstoring van gelijkwaardige aantallen vogels. Alternatief 1 heeft een enigszins groter effect aangezien de turbines dicht bij de kustzone van de Afsluitdijk zijn gepositioneerd. Door de *worst case* aanname van een gelijke verdeling in de telvakken langs de Afsluitdijk zijn de aantallen verstoorde vogels enigszins hoger voor een aantal soorten ten opzichte van alternatief 4. Door de realisatie van het werkeiland is er een alternatief rustgebied voor een deel van de soorten. Dit is verderop in de paragraaf beschreven, de mate waarin verstoring optreedt wordt in combinatie met het effect van het werkeiland beoordeeld.

#### *Barrièrewerking vogels*

Een windparkopstelling kan een effectieve barrière voor vogels vormen wanneer vogels hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken door de aanwezigheid van de windturbines. Afhankelijk van het gedrag en de verspreiding van verschillende soorten is per soortgroep bepaald of sprake is van barrièrewerking.

#### *Duikenden*

Duikenden als kuif- en tafeleend en topper rusten overdag ter hoogte van het plangebied langs de oever van de Afsluitdijk. Dit kan gaan om enkele duizenden toppereenden, enkele honderden kuifeenden en enkele tientallen tafeleenden. 's Nachts wordt in de wijde omgeving op mosselen gevoerageerd, waaronder op de Waddenzee en langs de Friese IJsselmeerkust. Gelet op de beperkte vliegbewegingen en de beperkte aanwezigheid van driehoeksmossels, is het plangebied van geringe betekenis voor op benthos foeragerende duikenden. Op grond van radarwaarnemingen zal naar het oordeel van Bureau Waardenburg maximaal de helft van de vogels vanaf de dagrustplaatsen het IJsselmeer opvliegen in de richting van het plangebied. De afstand tussen de turbines is dermate groot (minimaal 600 meter) dat een aanzienlijk deel van deze eenden tussen de turbines door zal vliegen. Een klein deel van de duikenden zal enige hinder kunnen ondervinden van de windparkopstellingen. Deze vogels zullen uitwijken naar andere foerageergebieden. Gezien de lage aantallen vogels zijn hiervoor op dezelfde afstand van de dagrustplaatsen voldoende alternatieven met een vergelijkbaar voedselaanbod beschikbaar. De alternatieven vormen geen barrière voor de eenden.

### *Sterns*

Het gehele onderzoeksgebied vormt geschikt foerageergebied voor visdief en zwarte stern en deze komen in de piektijd voor tot 1.500 vogels per soort. De visdief en zwarte stern slapen 's nachts op grote, gemeenschappelijke slaappleatsen buiten het onderzoeksgebied. In het westen van het IJsselmeer bevindt de grootste slaappleats zich op de Kreupel. De Kreupel ligt ten zuidwesten van het onderzoeksgebied op zo'n 25 kilometer afstand. Op de slaappleats op de Kreupel was de afgelopen jaren in juli, augustus en september sprake van aantallen tot maximaal 25.000 visdieven en 27.000 zwarte sterns. De slaappleatsen worden bezocht door sterns die in potentie op afstanden van meer dan 50 kilometer foerageren. Andere slaappleatsen, zoals langs de Friese IJsselmeerkust zijn beduidend minder groot. Algemeen gesteld kan worden dat sprake is van een effectieve barrière als sterns door een windparkopstelling hun voedsel- of rustgebied niet kunnen bereiken. Het windpark vormt in potentie een obstakel tussen het foerageergebied ten noorden van het plangebied (open water tussen de Afsluitdijk en het plangebied) en de slaappleats op de Kreupel. De afstand tussen de turbines is dermate groot (minimaal 600 meter) dat zeker een deel van de sterns tussen de turbines door zal vliegen om dit gebied te bereiken. Een deel zal dit niet doen en uitwijken. Er is uitgegaan van een uitwijkfractie van de visdief en zwarte stern van 28%. Deze fractie van de aantallen sterns zal moeten uitwijken om het foerageergebied 'achter' het plangebied te kunnen bereiken. De vogels zullen in het meest ongunstige geval ongeveer 2 kilometer moeten omvliegen. Gelet op de vele tientallen kilometers (>50 kilometer) die sterns tussen het foerageergebied en de slaappleatsen kunnen afleggen en de veel kleinere afstand tussen het plangebied en de Kreupel (circa 25 kilometer), leidt het uitwijken tot een verwaarloosbare extra benodigde energiebehoefte. De windparkopstellingen vormen derhalve geen barrière voor de zwarte stern in hun dagelijkse vliegbewegingen tussen foerageer- en rustgebieden.

De visdief foerageert als broedvogel op gemiddeld 7 kilometer afstand van de broedlocatie. Het oostelijk deel van het plangebied ligt binnen het bereik van visdieven van de kolonies langs het noordelijk deel van de Friese IJsselmeerkust, terwijl de Kreupel op ruim grotere afstand is gelegen (meer dan 20 kilometer). Gebieden westelijk van het plangebied liggen op te grote afstand (ruim meer dan 7 kilometer) van de kolonies van de Friese IJsselmeerkust om van enige betekenis te zijn. De windparkopstellingen vormen daarom geen barrière voor de visdief.

### *Meeuwen*

De kleine mantelmeeuw broedt in kolonies in de ruime omgeving van het plangebied. De broedvogels van deze kolonies vliegen dagelijks op en neer van de kolonies naar de voedselgebieden in de (ruime) omgeving. Om deze locaties te bereiken gebruiken meeuwen relatief vaste routes. Zo kunnen kleine mantelmeeuwen van de kolonie van Vlieland en Texel, die geregeld naar het vaste land van (Friesland, Flevoland) vliegen, mogelijk het plangebied kruisen. Het gaat echter maar om een zeer beperkt aandeel vogels van deze kolonies. De afstand tussen de turbines is dermate groot (minimaal 600 meter) dat zeker een deel van de kleine mantelmeeuwen tussen de turbines door zal vliegen. Uitmijken is mogelijk door over het park heen te vliegen of door om het park heen te vliegen. De vogels zullen in het meest ongunstige geval circa 2 kilometer moeten omvliegen. Onderzoek aan gezenderde kleine mantelmeeuwen heeft laten zien dat de individuele kleine mantelmeeuwen van Vlieland tot maximaal 180 kilometer vliegen. De extra benodigde energiebehoefte die in potentie als gevolg van barrièrewerking voor deze soorten verloren gaat is te verwaarlozen.

### *Werkeiland*

Het werkeiland is een combinatie van een vooroever met een effectieve luwtewerking over een lengte van ongeveer 1 kilometer en een eiland met een oppervlakte van circa 2 hectare. In de luwte loopt de diepte geleidelijk op en heeft een diepte van circa 1-3 meter bij een oppervlakte van circa 25 ha. In figuur 5.12 is schematisch een impressie van de ecologische functies en het functioneren van het eiland in de exploitatiefase weergegeven in een visualisatie van Bureau Waardenburg en een voorontwerp opgesteld door Arcadis. Een voorontwerp van het eiland is opgenomen in paragraaf 1.4.6 op grond van de ecologische randvoorwaarden en de omgevingscondities (golfhoogte, waterpeil, etc) is een uitwerking opgesteld door Arcadis en opgenomen in bijlage D-5.

De aanleg van een eiland heeft voor vogels een positief effect op de kwaliteit van het leefgebied in de vorm van extra rustgebied ten gevolge van de luwte en foerageermogelijkheden. De ondiepe zone rond het eiland biedt habitat voor waterplanten, macrofauna en vis en biedt daarmee extra foerageergelegenheid voor verschillende soorten watervogels. Door Bureau Waardenburg zijn de effecten hiervan beoordeeld op basis van de bestaande literatuur en ervaringen met vergelijkbare elementen zoals bij de Houtribdijk, voor de Oostvaardersdijk en de Rotterdamse Hoek.

Het luwte-element biedt ruimte voor enkele tientallen tot honderden rustende sterns, meeuwen en aalscholvers en kan als hoogwatervluchtplaats gebruikt worden door mogelijk enkele honderden steltlopers die bij laagwater in de Waddenzee foerageren. De luwe zone achter het eiland kan door duikeenden en andere watervogels als rustgebied gebruikt worden en biedt ook foerageermogelijkheden aangezien in de ondiepe oeverzone waterplanten zullen groeien waar vissen kunnen paaien, groeien en schuilen. Een deel van de duikeenden die in de huidige situatie op dagrustplaatsen tussen de Afsluitdijk en het geplande windpark verblijven zal de vooroever als nieuwe dagrustplaats gaan gebruiken. Door deze verschuiving naar dagrustplaatsen die op grotere afstand van het geplande windpark liggen zullen duikeenden die 's nachts vanaf de nieuwe dagrustplaats het IJsselmeer opvliegen een kleiner risico hebben om in aanvaring te komen met de geplande windturbines (positief effect op 'overleving', zie tabel 5.222), dit betreft soorten als kuifeend en tafeleend. Het eiland betekent voor duikeenden daarom niet alleen een verbetering van leefgebied, maar ook een reductie van de sterfte die ten gevolge van de windturbines is voorzien. Het aantal futen en zaagbekken zal bij het eiland eveneens toenemen. Gezien de afstand tot het windpark heeft dit geen bijkomend negatief effect op de mate van verstoring.

Een (nieuw) eiland voor de Afsluitdijk biedt, net als een eiland elders in het IJsselmeer, broedgelegenheid voor verschillende vogelsoorten die op kale grond broeden, zoals visdieven en verschillende soorten steltlopers en meeuwen. Een groot voordeel voor de vogels die op dit eiland broeden is dat ze zowel in het IJsselmeer als in de Waddenzee kunnen foerageren. Het eiland zelf evenals de luwe zone aan de zijde kan door vele verschillende vogelsoorten als rustgebied benut worden en ook deze vogels hebben zowel het IJsselmeer als de Waddenzee tot hun beschikking als foerageergebied. Door de geringe afstand tot de Waddenzee kan het eiland ook voor steltlopers, die bij laag water in de Waddenzee foerageren, een functie vervullen als hoogwatervluchtplaats.

Ondanks de beperkte oppervlakte van het eiland (2 ha) biedt dit tevens rustgelegenheid voor soorten als visdief, zwarte stern en dwergmeeuw, met name gezien de situering nabij de Afsluitdijk. Voor betreffende soorten zullen de rustgelegenheid (mogelijk ook broedgelegenheid) in het IJsselmeer toenemen en daarmee de draagkracht van het gebied. In de periode waarin de soorten in het IJsselmeer verblijven hebben de vogels die van een eiland nabij de Afsluitdijk gebruik maken bovendien extra foerageermogelijkheden in de Waddenzee. In het IJsselmeer is voedsel naar verwachting een beperkende factor (zie ook beschrijving referentiesituatie in paragraaf 5.2). Extra foerageergelegenheid in de Waddenzee betekent tevens een risicospreiding voor de betreffende vogelsoorten. Dit draagt bij aan een hogere draagkracht van het gehele leefgebied voor de betreffende vogels. De vogels zullen hierdoor in een betere conditie verkeren waardoor de overleving en/of reproductie toeneemt en daarmee de populatieomvang.

Gezien de afstand tot het geplande windpark (3-5 kilometer) zal het aanbod aan vliegende vogels in het plangebied niet toenemen ten opzichte van de huidige situatie. De aanleg van het eiland leidt naar verwachting niet tot een hogere aanvaringskans of grotere aantallen slachtoffers voor betreffende vogelsoorten. Steltlopers die op het eiland gaan broeden en/of rusten zullen geen dagelijkse vliegbewegingen door het plangebied gaan maken. De foerageergebieden liggen voor deze soorten namelijk langs de Afsluitdijk en in de Waddenzee. Gezien de afstand tot het windpark is voor betreffende soorten ook geen sprake van verstoring. De mate waarin open water in het IJsselmeer afneemt is verwaarloosbaar (<0,001%) en heeft derhalve geen negatief effect voor de kwaliteit en draagvlak van het IJsselmeer voor vogels.

In tabel 5.22 is weergegeven welke effecten optreden voor de betreffende soorten en welke ordegrootte in aantallen dit betreft ten gevolge van de luwtewerking. Broedgelegenheid wordt niet verondersteld vanwege de beperkte omvang; desalniettemin is niet uit te sluiten dat kleine aantallen vogels het gebied als broedgelegenheid zullen benutten.

**Tabel 5.21 Effect werkeiland op watervogels**

soort	broeden	rusten	foerageren	overleving
visdief	0	100-en	10-tallen	0
zwarte stern	0	100-en	0	0
dwergmeeuw	0	100-en	0	0
grote zaagbek	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
fuut	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
aalscholver	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
zaagbekken	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
ganzen & zwanen	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
(duik)eeenden	0	1.000-en	10-tallen	+
meerkoet	0	10-tallen tot 100-en	10-tallen	0
steltlopers	0	100-en	0	0
meeuwen	0	100-en	0	0

De effecten van het eiland mitigeren een deel van de effecten van de windturbines. De aanleg van het eiland betekent een kwaliteitsimpuls voor onder meer grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern. Rustgelegenheid in het IJsselmeer neemt voor deze soorten toe en daarmee de draagkracht van het gehele gebied. Voor grote zaagbek en fuut neemt tevens de foerageergelegenheid toe. Voor dwergmeeuw en zwarte stern geldt aanvullend dat deze soorten het eiland als rustgebied benutten waardoor tevens extra foerageermogelijkheden in de Waddenzee tot beschikking komen. Dit betekent extra risicospreiding voor deze soorten door uitwijkmogelijkheden in tijden van voedselschaarste in het IJsselmeer naar alternatieve foerageergebieden in de Waddenzee en vice versa en dit draagt daarmee bij aan een hogere draagkracht voor het IJsselmeer.

De negatieve effecten van de windturbines voor grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern worden voor alle vier de alternatieven hiermee gemitigeerd. Voor alternatieven 3 en 4 geldt voor grote zaagbek en fuut een licht positief effect.

Voor de tafeleend was sprake van een kleine additionele sterfte ten gevolge van het windpark (0-5 slachtoffers ongeacht het alternatief). De realisatie van het eiland heeft een positief effect (minder slachtoffers) door de aantrekkende werking. Een verschuiving zal optreden naar het eiland en daarmee neemt het aantal aanvaringslachtoffers af omdat minder tafeleenden het park passeren bij vertrek van de locaties langs de dijk naar het open water.

Voor de grauwe gans, brilduiker, kuifeend en topper betekent het eiland een kwaliteitsimpuls voor het IJsselmeer. Deze neutraliseert de aantasting van het leefgebied door het windpark. Voor de grauwe gans is dit licht positief. Aanvullend geldt dat voor kuifeend en topper tevens additionele sterfte ten gevolge van de windturbines afneemt aangezien er een verschuiving plaatsvindt van rustgebieden waardoor minder vogels tijdens dagelijkse pendelvluchten windturbines passeren.

Voor het aspect verstoring geldt daarmee voor de hiervoor behandelde soorten dat significant negatieve effecten op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen van het IJsselmeer met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Er treedt dan ook geen effect op in cumulatie aangezien geen sprake is van een resteffect (qua verstoring). Door de aantrekkende werking van het eiland/de luwte bij het eiland geldt tevens dat voor een aantal soorten waaronder aanvaringslachtoffers ten gevolge van de windturbines werden verwacht, tafeleend en kuifeend, geldt dat het effect van het windpark dermate klein is dat het in combinatie met andere plannen en projecten nooit de oorzaak kan zijn voor het optreden van significant negatieve effecten.

#### **5.3.4 Vleermuizen**

Uit het onderzoek dat is uitgevoerd naar het voorkomen van vleermuizen blijkt dat meervleermuis, gewone dwergvleermuis, ruige dwergvleermuis, laatvlieger en rosse vleermuis of tweekleurige vleermuis (niet met zekerheid vastgesteld) voorkomen in of nabij het gebied (zie paragraaf 5.2). Gezien de locatie op het water en de afwezigheid van bebouwing of beplanting op de locatie van het transformatorstation is verstoring van rustplaatsen of vliegroutes niet aan de orde.

### Effecten aanlegfase

Tijdens de aanlegfase kan in potentie verstoring optreden. Dit zal echter verwaarloosbaar zijn omdat dit slechts verstoring door werkzaamheden in de avond en nacht kan zijn als vleermuizen actief zijn, voornamelijk door toepassing van kunstmatige verlichting. Door de ruimtelijke fasering van de werkzaamheden en het gegeven dat dit beperkt is tot de beperkte oppervlakte rond de turbine waar werkzaamheden plaatsvinden, is de potentiële verstoring beperkt. Bovendien is dit slechts tijdelijk van aard. De eventuele tijdelijke verstoring beperkt zich tot een verwaarloosbaar deel van de totale oppervlakte aan foerageergebied terwijl uit het onderzoek blijkt dat met name bezien vanuit de Friese kust het aantal dieren significant afneemt. Waarschijnlijk omdat de foeragemogelijkheden voldoende zijn bij de kust of te beperkt op het open water. De aanlegwerkzaamheden leiden niet tot aanvaringslachtoffers. De functionaliteit van het plangebied als foerageergebied of migratieroute wordt niet aangetast.

Voor de aanlegwerkzaamheden van de kabel in de Afsluitdijk geldt dat boven de afsluitdijk sprake is van gestuwde migratie van ruige dwergvleermuizen. In principe vinden aanlegwerkzaamheden 24 uur per dag, 7 dagen per week plaats, zoals op het water ook is voorzien. Daarbij wordt kunstlicht toegepast. Door gericht verlichting toe te passen en uitstrooiing naar de omgeving te voorkomen (met name omhoog) is de verlichting niet onderscheidend van reeds aanwezige verlichting bij onder meer Kornwerderzand, Breezanddijk, Den Oever en van autoverkeer.

Verstoring van vleermuizen zal beperkt zijn door de ruimtelijke fasering en tijdelijk. Aantasting van de migratieroute wordt niet verwacht.

### Effecten exploitatiefase

De effecten op vleermuizen beperken zich tot aanvaringslachtoffers aangezien in het plangebied geen verblijfplaatsen aanwezig zijn en de aanwezigheid van windturbines geen invloed heeft op de functionaliteit van het plangebied als foerageergebied. De Afsluitdijk heeft een belangrijke functie als migratieroute voor ruige dwergvleermuizen maar aangezien de stuwingsgeconcentreerd is, treedt geen verstoring op deze functie op door de afstand tussen het windpark en de Afsluitdijk. De afstand van alternatieven 3 en 4 is circa 100-150 meter groter tot de dijk ten opzichte van alternatieven 1 en 2.

### Aanvaringslachtoffers

Het aantal aanvaringslachtoffers wordt bepaald door een aantal factoren zoals de zogenaamde *cut-in speed* of aanvangssnelheid van de turbines (aangezien vleermuizen met name actief zijn bij lagere windsnelheden), het aantal windturbines, de karakteristieken van de windturbines en de ligging van het windpark. De eigenschappen van de windturbineklassen (startsnelheid, ashoogte, rotoroppervlak) zijn beperkt onderscheidend evenals de configuratie. Bepalend is vooral het aantal windturbines. Effecten als gevolg van eventuele nautische of aeronautische verlichting op de aanwezigheid van vleermuis zijn niet relevant aangezien deze geen relevante aantrekkende of verstorende werking hebben, zie ook bijlage D-9. Met 0,1 tot 1,6 vleermuisregistraties per strekkende kilometer zijn de aantallen vleermuizen in het Windpark Fryslân laag. Langs de Afsluitdijk zijn vleermuizen een factor drie talrijker en ook richting de Friese kust neemt dit aantal toe.



Voor de laatvlieger en rosse vleermuis of tweekleurige vleermuis geldt dat dit incidentele waarnemingen betrof. Aanvaringslachtoffers worden dan ook niet jaarlijks verwacht.

Voor de meervleermuis geldt dat deze in principe laag over het water foerageert en slechts incidenteel op rotorhoogte voorkomt. De meervleermuis wordt dan ook niet jaarlijks als aanvaringslachtoffer verwacht.

Ook als ongeveer de helft van de migrerende vleermuizen de oever blijft volgen terwijl de andere helft een groot meer oversteekt dan is de trefkans op het IJsselmeer door het grote oppervlak zeer gering in vergelijking met de oever. Er is daarom sprake van een laag risico op aanvaringslachtoffers in het plangebied. Een conservatieve expert inschatting is gemaakt voor het aantal aanvaringslachtoffers. Conservatief wordt uitgegaan van gemiddeld 1,5 vleermuis aanvaringslachtoffers per turbine per jaar (de ingeschatte range bedraagt 0-3 afhankelijk van de positie van de windturbines ten opzichte van de Afsluitdijk en de Friese kust). Dit aantal heeft vrijwel volledig betrekking op ruige dwergvleermuizen. De aantallen aanvaringslachtoffers van de gewone dwergvleermuis zijn zeer klein door het lage aantal van deze soort in het plangebied. Effecten op de staat van instandhouding van de soort zijn daarom niet aan de orde.

In tabel 5.23 is een overzicht gegeven van het aantal aanvaringslachtoffers onder ruige dwergvleermuizen. Bij trekkende vleermuizen, zoals de ruige dwergvleermuis, kan niet gesproken worden over een lokale populatie omdat in Nederland nauwelijks jongen geboren worden. De in de herfst en winter in Nederland aanwezige vrouwtjes van de ruige dwergvleermuis, zijn vrijwel allemaal afkomstig uit Noordoost-Europa. Mannelijke dieren van de soort verblijven voor een deel wel jaarrond in Nederland. Omdat potentiële verblijfplaatsen ontbreken in en rond het plangebied, kan echter ook in dat geval niet van een 'lokale' populatie mannetjes gesproken worden. Aanvaringslachtoffers worden met name onder migrerende dieren verwacht. Conservatief is voor de omvang van de migrerende populatie uitgegaan van de ondergrens van de landelijke populatie in de trektijd (conform de soortenstandaard van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014).

**Tabel 5.22 Aanvaringslachtoffers vleermuizen**

Alternatief	1	2	3	4
Aanvaringslachtoffers ruige dwergvleermuizen per jaar	100	150	70	100

Het alternatief met het grootste aantal windturbines, alternatief 2 leidt in potentie tot het grootste aantal slachtoffers. Alternatief 3 tot het kleinste aantal aanvaringslachtoffers.

Indien conservatief wordt uitgegaan van de onderkant van de inschatting van de populatie geldt dat de additionele sterfte ten opzichte van de natuurlijke sterfte per jaar voor alternatief 2 het grootst is. Deze bedraagt circa 0,9% van de natuurlijke sterfte. Voor alternatieven 1 en 4 is dit vergelijkbaar (0,6%) en voor alternatief 3 het kleinst, 0,4% van de natuurlijke sterfte. De additionele sterfte heeft dan ook een verwaarloosbaar klein effect op de populatie.

Gezien het gedrag en voorkomen van de meervleermuis zijn significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstelling van de meervleermuis in het Natura 2000-gebied IJsselmeer met zekerheid uit te sluiten.

#### *Overige effecten*

Overige effecten als barrièrewerking of verstoring van migrerende of foeragerende vleermuizen worden niet verwacht, zoals hiervoor reeds aangegeven. Geen aanvullende negatieve effecten worden verwacht ten gevolge van de toepassing van luchtvaartverlichting (navigatieverlichting). Uit onderzoek blijkt namelijk dat van navigatieverlichting geen versturende of aantrekkende werking wordt verwacht (zie ook bijlage 5 van bijlage D-9 van het MER).

### **5.3.5 Habitattypen/groenknolorchis**

De inzet van groot materieel tijdens de aanlegfase van het windpark met bijbehorende onderdelen waaronder de natuurvoorziening zal een stikstofemissie tot gevolg hebben. De habitats die zijn aangewezen in het Natura 2000-gebied IJsselmeer (Meren met krabbenscheer en fonteinkruid, ruigten en zomen subtype A en B en Overgangs- en trilvenen subtype A) en plantengemeenschappen (de groenknolorchis en de natuurlijke graslanden in Friesland) langs de Friese IJsselmeerkust kunnen gevoelig zijn voor additionele stikstofdepositie.

De potentiële emissie en de lokale verhoging van de stikstofdepositie zijn zeer beperkt. Tijdens de aanleg periode is de inzet van materiaal het grootst maar zal qua aantal (enkele schepen per dag en eventueel materiaal dat permanent aanwezig zoals een hei-installatie en kraan tijdens heiwerkzaamheden) zeer beperkt zijn ten opzichte van de intensiteit van schepen in de huidige situatie en het passerende auto- en vrachtverkeer over de Afsluitdijk. Tijdens de exploitatiefase zal het aantal vaarbewegingen minimaal zijn (circa 2-4 per dag). In bijlage D9 is een vergelijking gemaakt met de extra depositie die is bepaald voor onderhoudswerkzaamheden in de Oosterschelde. Volgens de modelrekening voor de Oosterschelde bedraagt de extra depositie als gevolg van deze werkzaamheden in de Oosterschelde 1,5 tot 2,5 mol/ha/jr. Hierbij is rekening gehouden met verschillende emissiebronnen (o.a. vaarbewegingen, manoeuvres, stroomvoorziening, etc). Volgens de berekening neemt de depositie sterk af met de afstand tot de verwerkingslocaties en vaarroutes. Op enkele honderden meters uit het hart van de vaarroutes bedraagt de depositie minder dan 0,5 mol/ha/jr. Op 2 km uit het centrum van alle werkgebieden is de depositie gedaald tot minder dan 0,1 mol/ha/jr.

Een significant negatief effect op habitattypen en plantengemeenschappen wordt uitgesloten. Een meetbaar negatief effect is reeds uit te sluiten op grond van de grote afstanden tot deze typen en gebieden, de geringe emissie (de kleine deposities zijn niet relevant aangezien in alle gevallen onder de kritische depositiewaarde wordt gebleven) en de beperkte duur van de werkzaamheden. De verkeersdynamiek tijdens de exploitatiefase is vele malen lager dan die tijdens de aanlegfase en ook hiervan zijn derhalve significant negatieve effecten uit te sluiten.

Aanvullend geldt dat de actuele depositie voor de verschillende habitatgebieden in het IJsselmeer (uitgedrukt in mol N/ha/jaar) ruim lager ligt dan de kritische depositiewaarden (KDW). In tabel 5.24 zijn de kritische depositiewaarden voor de betreffende habitattypen, waarin onder mee de groenknolorchis voorkomt, weergegeven evenals de actuele stikstofdepositie.

Tabel 5.23 Actuele en kritische stikstofdepositie waarde habitattypen

Habitattype	Kritische stikstofdepositiewaarde	Actuele stikstofdepositie
Meren met fonteinkruiden en krabbenscheer	2.400 molN/ha/jaar	600 mol N/ha/jaar
Ruigen en zomen	2.400 molN/ha/jaar	1.100 molN/ha/jaar
Overgangs- en trilvenen	1.200 molN/ha/jaar	1.100 molN/ha/jaar

### 5.3.6 Vissen

Het onderwatergeluid dat ontstaat bij de aanleg en exploitatie van het windpark kan effect hebben op vissen. Overige relevante effecten treden niet op.

#### *Onderwater geluid aanlegfase*

Ten gevolge van de aanleg van het windpark en het beheer ontstaat onderwatergeluid. Dit betreft geluid ten gevolge van verkeersdynamiek, constructiewerkzaamheden zoals het storten van zand en stenen voor de aanlegvoorziening en het heien van fundatiepalen. Zoals in hoofdstuk 6 van het MER toegelicht beperken potentiële effecten zich tot het onderwatergeluidsniveau dat optreedt bij heiwerkzaamheden aangezien de overige geluidsbronnen een geluidsniveau veroorzaken dat qua aard en omvang vergelijkbaar zijn met de huidige situatie of, slechts tot tijdelijke verstoring leiden (storten van stenen). Hierna wordt ingegaan op de potentiële effecten ten gevolge van onderwatergeluid bij heien.

De geluidbelasting (duur van de geluidbelasting en maximale geluidsniveaus) verschilt per type fundament en is afhankelijk van de heipaaldiameter, de hamerenergie (per klap) en het aantal benodigde heiklappen om de heipaal op de gewenste diepte te krijgen. De verschillende fundatieconstructies zijn op basis van expert judgement en rekening houdend met de hiervoor genoemde kenmerken beoordeeld. Uitgaande van eenzelfde fundatietechniek worden de verschillen vooral bepaald door de afmetingen en het aantal windturbines.

Bij heiwerkzaamheden kunnen hoge geluidsniveaus optreden die effecten kunnen hebben op vissen, zoals wegzwemmen en sterfte van vissen en/of vislarven. Dit geldt vooral voor het heien van monopiles. Voor onderwatergeluid is het heien van de monopile maatgevend; het heien van kleinere heipalen kost beduidend minder kracht en leidt daardoor tot (veel) lagere geluidsniveaus. Dit is ook het geval voor het intrillen van heipalen en/of damwanden. Daarom heeft TNO voor de monopile-fundatie de te verwachten onderwatergeluidbelasting berekend. Deze berekeningen geven een indicatie van de orde van grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot fysiologische effecten bij vissen. Het optreden van een effect op vissen is afhankelijk van de soort vis. Onderwatergeluid is een geluidsdrukkniveau en bijbehorende frequentie en heeft een groter effect op soorten met een gesloten zwemblaas, zoals baars en pos, dan op soorten met een open zwemblaas, zoals spiering. Geluidsdrukkniveaus hebben een grotere impact op een gesloten zwemblaas omdat de drukopbouw minder goed weg kan dan bij een open zwemblaas. In tabel 5.24 is aangegeven voor de relevante vissoorten in het IJsselmeer of deze een open- of gesloten zwemblaas hebben, hierbij is ook aangegeven of de soort beschermd is in het kader van de Flora en

faunawet en/of een belangrijke voedselbron is voor watervogelsoorten die in het IJsselmeer foerageren.

Tabel 5.24 Mogelijk door heigeluid beïnvloede soorten

Soort	Status	Zwemblaas		
		Geen	Open	Gesloten
Aal	beschermde		x	
Fint	beschermde		x	
Zeeprik	beschermde	x		
Houting	beschermde		x	
Spiering	voedsel		x	
Baars	voedsel			x
Blankvoorn	voedsel		x	
Pos	voedsel			x

Zones van geluidsbeïnvloeding worden onderscheiden, lopend van een zone waarbij het geluid wordt gehoord, maar waarin het dier niet reageert tot aan een zone waarin ernstige fysieke schade of dood optreedt. Daartussen liggen zones van gedragsbeïnvloeding, waarin het dier van het geluid wegzwemt of erdoor wordt aangetrokken en een zone waarbij een tijdelijke of permanente verhoging van de gehoordrempel optreedt (TTS = temporary threshold shift en PTS = permanent threshold shift). Daarnaast kan voor sommige dieren maskering een rol spelen. Dit is de situatie waarin het niet-natuurlijke geluid een vergelijkbaar frequentiebereik en een vergelijkbare geluidssterkte heeft als de door de dieren zelf of hun prooi of predatoren geproduceerde geluiden.

Door HWE/TNO is als drempelwaarde voor het beoordelen van onderwatergeluid uitgegaan van SEL<sub>CUM</sub> van 207 dB re 1 µPa<sub>2s</sub>. Bij vissen die aan deze waarde of lager worden blootgesteld treedt geen (gehoor)schade op. Als drempelwaarde voor het optreden van sterfte bij vissen met zwemblaas wordt uitgegaan van SEL<sub>CUM</sub> van 216 dB re 1 µPa<sub>2s</sub>. De achtergrond achter de gehanteerde waarden is beschreven in bijlage D12.

TNO heeft de onderwatergeluidniveaus bepaald voor het heien van *monopiles* aangezien dit type fundering vanwege de omvang van deze palen (doorsnede enkele meters) maatgevend is. Door HWE is een beoordeling uitgevoerd van de negatieve effecten op vissen en zeehonden ten gevolge van de bepaalde niveaus. De berekeningsresultaten en onderwatergeluidcontouren zijn opgenomen in de bijlage bij de ecologische beoordeling door HWE in bijlage D-12. In hoofdstuk 6 van het MER is de bepaling van de onderwatergeluidsniveaus beschreven evenals de resultaten van de berekeningen.

Van de beschermde vissoorten ondervinden alleen Aal, Fint en Houting mogelijk negatieve effecten van het heigeluid tijdens de aanleg van Windpark Fryslân. De Zeeprik, waarvoor het IJsselmeer als doortrekgebied naar de paaigebieden in rivieren fungeert, is vrijwel ongevoelig voor hoge niveaus van onderwatergeluid. In onderzoek bleken soorten zonder zwemblaas bij

zeer hoge SEL<sub>CUM</sub> waarden van 216 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  namelijk nog geen schade op te lopen. Dergelijke waarden worden alleen op zeer korte afstand van de heilocatie bereikt (circa 30 meter). De andere drie beschermde soorten Aal, Fint en Houting zijn weliswaar gevoeliger voor onderwatergeluid, maar ook voor deze soorten geldt dat niet is te verwachten dat effecten zodanig zijn dat dieren zullen sterven. Tot sterfte leidende schade zou hoogstens op zeer korte afstand van de heilocatie kunnen optreden. De kans dat een individu gedurende de 2 tot 3 uur dat het heien van één fundering duurt op dezelfde locatie binnen enkele tientallen meters van de heilocatie verblijft, is verwaarloosbaar. Negatieve effecten van de tijdelijke verhoging van het onderwatergeluid door het heien op de staat van instandhouding van de vier relevante beschermde soorten Aal, Fint, Zeeprink en Houting kunnen dan ook worden uitgesloten.

Spiering, Baars, Blankvoorn en Pos hebben zelf geen separate wettelijke status binnen de natuurwetgeving maar vormen een voedselbron voor visetende vogels. Deze soorten zijn relatief gevoelig voor onderwatergeluid. Dit geldt vooral voor Baars en Pos, omdat zij een gesloten zwemblaas hebben die bij zeer hoge geluids(druk)niveaus zou kunnen scheuren. Het is niet geheel uitgesloten dat geluidsniveaus waarbij dit zou kunnen gebeuren bij het heien worden geproduceerd. De kans op het optreden van schade die tot sterfte bij vissen met een gesloten zwemblaas leidt, neemt toe bij SEL<sub>CUM</sub> waarden van 216 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  en hoger. De kans dat een vis aan een dergelijke hoge geluidsdosis wordt blootgesteld is verwaarloosbaar, aangezien dat alleen kan als deze soorten tijdens de hele periode van het heien van een fundering op zeer korte afstand van de heilocatie verblijft (en dus niet wegzwemmen). Omdat er niet meer dan één enkele fundering tegelijk zal worden geheid, beslaat de oppervlakte waarbinnen de drempelwaarde van SEL<sub>CUM</sub> 207 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  voor het optreden van tijdelijke of niet dodelijke effecten op vissen op een bepaald moment wordt overschreden niet meer dan 0,3% (circa 3,25-3,75 km<sup>2</sup> van het Natura 2000-gebied IJsselmeer per fundering. Voor vissen die dicht bij het wateroppervlak zwemmen zijn de effectoppervlakten met een maximum van 0,5 km<sup>2</sup> veel geringer (= 0,04% van de oppervlakte van het IJsselmeer). Het betreft een tijdelijk effect dat alleen optreedt tijdens de relatief korte periode van de aanleg van de funderingen; er vindt geen blijvende aantasting van het habitat plaats.

De populaties van deze soorten worden naar verwachting dan ook niet beïnvloed door de heiwerkzaamheden bij de aanleg van het windpark en significant negatieve effecten op visetende vogels kunnen daarom worden uitgesloten. Eventuele effecten van onderwatergeluid beslaan namelijk een zeer geringe oppervlakte van het IJsselmeer en treden uitsluitend op in de korte perioden dat daadwerkelijk wordt geheid.

In zijn algemeenheid geldt tevens dat alternatieve fundatieconcepten mogelijk zijn. Dit betreft onder meer opties waarbij sprake is van significant kleinere palen (doorsnede kleiner dan 1 meter) of damwanden (eveneens voor het werkeiland) die geheid maar ook getrild kunnen worden, of concepten waarbij in het geheel geen palen worden toegepast. Bij de monopile is sprake van één heipaal per keer, voor de alternatieve concepten wordt mogelijk op meerdere locaties tegelijk gewerkt. Effecten door de aanleg van het windpark die leiden tot vissterfte kunnen worden uitgesloten gezien de (veel) lagere onderwatergeluidsniveau's ten opzichte van de effecten bij het heien van een monopile en daarmee ook effecten op de beschikbaarheid van voedsel voor visetende watervogels.

#### *Onderwatergeluid exploitatiefase*

Gedurende de exploitatiefase wordt het onderwatergeluid veroorzaakt door:

- de in bedrijf zijnde windturbines;
- scheepvaartbewegingen voor onderhoud en reparatie.

Het aantal scheepvaartbewegingen gerelateerd aan onderhoudswerkzaamheden is qua aard en omvang vergelijkbaar met de huidige situatie. Er is geen sprake van een toename van het onderwatergeluid in het IJsselmeer.

Uit veldstudies rond operationele windparken op zee blijkt dat het onderwatergeluid veroorzaakt door de draaiende windturbines laag is. Dit geluid is dermate laag dat er geen waarneembare negatieve invloed is op de aanwezigheid van mariene organismen, waaronder vissen en mogelijk wel een aantrekkende werking kan hebben.

Tijdens de exploitatiefase kunnen negatieve effecten op vissen en daarmee de beschikbaarheid van vis als voedsel voor visetende watervogels worden uitgesloten.

#### *Elektrisch en elektromagnetisch veld kabels*

Transport van elektriciteit door kabels leidt tot een elektromagnetisch en elektrisch veld om de kabel. De kabels in het IJsselmeer liggen op een diepte van circa 2 meter beneden de waterbodem en hebben een spanning van 33-66 kV. De kabel in de dijk heeft een spanning van 110-220 kV. Deze kabel passeert ook de coupure in de Afsluitdijk van de vismigratierivier. Soorten als haaien en roggen zijn gevoelig voor magnetische en elektrische velden maar komen niet voor in het gebied. Ook vissen kunnen deze waarnemen. Elektrische veldwaarden van 0,1 tot 20  $\mu\text{V}/\text{cm}$  zijn bijvoorbeeld door de rivierprik waarneembaar. Effecten van kabels met wisselspanning (AC) zijn lager dan van gelijkstroom (DC). Het spanningsveld neemt snel af met de toename van de diepte van de kabels. Voor vissen is in de Milieueffectstudie kabels en leidingen in de Waddenzee (2013) voor kabels met een capaciteit van 700-1.430 MW voor bijvoorbeeld exportkabels (gelijkstroom). Uit deze studie komt naar voren dat geen effecten ten gevolge van het elektromagnetisch en elektrisch velden worden verwacht voor (trek)vissen. Aangezien voor het windpark sprake is van aanmerkelijke lagere vermogens en wisselspanning worden ook ten gevolge van het windpark in het IJsselmeer geen effecten op (trek)vissen verwacht zowel in de aanleg- als de gebruiksfase.

#### *Werkeiland*

Voor blankvoorn, brasem en winde heeft de aanleg van het eiland een positief effect. Uit monitoring bij vergelijkbare structuren (bij de Houtribdijk en bij de Oostvaardersdijk) blijkt het aantal vissen en de visbiomassa (vele malen) groter te zijn. Het eiland heeft daarmee een positieve bijdrage aan het huidige systeem van het open water en de diversiteit en de productiviteit van vissen neemt naar verwachting toe.

### **5.3.7 Overige soorten**

#### *Rivierdonderpad*

De rivierdonderpad komt in kleine aantallen voor in het plangebied. De rivierdonderpad is een soort zonder zwemblaas. Het plangebied is weinig geschikt omdat hard substraat ontbreekt. Langs de Afsluitdijk ter hoogte van het plangebied zijn waarschijnlijk grotere aantallen rivierdonderpadden aanwezig, omdat de stortstenen oever een geschikt leefgebied vormt.

Aangezien de oevers van de Afsluitdijk door aanleg en exploitatie van het windpark niet worden aangetast, wordt aangenomen dat de aanleg en ingebruikname van het geplande windpark geen aantoonbare gevolgen zal hebben voor de populatie van de rivierdonderpad in het IJsselmeer. Het onderwatergeluid is hierop een uitzondering en een belasting ter plaatse van de dijk kan optreden ten gevolge van aanleg of exploitatie.

Onderwatergeluid ten gevolge van de aanleg of exploitatiefase van het windpark kan van invloed zijn op de rivierdonderpad afhankelijk van het geluidsniveau. De geluidsniveaus bij de Afsluitdijk zijn hiervoor bepalend. Uit de berekening van TNO (bijlage bij de beoordeling door HWE in bijlage D-12) komt naar voren dat slechts in het meest extreme geval (combinatie van worst case aannames) de  $SEL_{CUM} 207 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$  voor het optreden van tijdelijke of niet dodelijke effecten op vissen op een bepaald moment de dijk raakt. Geluidsniveaus ten gevolge van overige werkzaamheden en tijdens de exploitatie zullen de drempelwaarde niet overschrijden aangezien dit lagere geluidsniveaus betreft dan die ten gevolge van heiwerkzaamheden. Fysiologische effecten op de rivierdonderpad (verwonding of sterfte) kunnen dan ook worden uitgesloten en effecten beperken zich tot in potentie tijdelijke verstoring over een klein deel van de kustzone van de Afsluitdijk. Significant negatieve effecten op de rivierdonderpad kunnen dan ook met zekerheid worden uitgesloten.

#### *Noordse woelmuis*

De noordse woelmuis komt niet voor in het plangebied en directe omgeving. De aanleg en exploitatie van het windpark zal daarom geen gevolgen hebben voor de noordse woelmuis in het Natura 2000-gebied IJsselmeer.

#### *Gewone zeehond en grijze zeehond*

Uit gegevens over het voorkomen van de gewone zeehond en de grijze zeehond in de ruime omgeving van Windpark Fryslân kan afgeleid worden dat het gebied geen belangrijk foerageer- en rustgebied vormt. Beoordeeld is of het onderwater- en bovenwatergeluid dat vrij komt bij de aanleg en exploitatie negatieve effecten kunnen hebben op deze soorten.

Voor het optreden van optreden van een permanente verhoging van de gehoordrempel (permanent threshold shift = PTS) bij zeehonden ten gevolge van onderwatergeluid is een drempelwaarde van  $SEL_{CUM} 186 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$  gehanteerd. De achtergrond achter de gehanteerde waarden is opgenomen in bijlage D-12.

Het is niet de verwachting dat deze drempelwaarde in de Waddenzee optreedt ten gevolge van de demping door de Afsluitdijk. Het door TNO gebruikte model AQUARIUS leent zich echter niet voor het berekenen van de overdracht van geluid door de Afsluitdijk heen naar de Waddenzee. Derhalve is een *worst case* analyse uitgevoerd op basis van de aanname dat er geen dempend effect is van de Afsluitdijk. Op grond van het feit dat de effectcontouren voor vissen de Afsluitdijk alleen voor de meest noordelijk heilocatie raken hiervoor geconcludeerd dat effecten op vissen kunnen worden uitgesloten. De grenswaarde waarbij permanente effecten op het gehoor van zeehonden kunnen optreden, ligt echter aanzienlijk lager dan die van vissen ( $SEL_{CUM} 186 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$  in plaats van  $207 \text{ dB re } 1 \mu\text{Pa}^2\text{s}$ ). Zoals gezegd zal het heigeluid naar verwachting grotendeels worden gedempt door het dijklichaam. Indicatieve berekeningen laten zien dat het effectgebied waar zeehonden, als zij tijdens het heien niet wegzwemmen, PTS zouden kunnen oplopen relatief gering is, te weten respectievelijk 2 (kleilaag = zand) en 9  $\text{km}^2$  (kleilaag = water) voor de meest noordelijke paal bij gemiddelde windomstandigheden. Ook



als geen rekening wordt gehouden met de demping door het dijklichaam, wat niet het geval zou zijn. De effectcontour voor zeehonden van de twee andere paallocaties komt in geen van de onderzochte scenario's niet voorbij de Afsluitdijk. Uit de waarneming dat in de periode 2008 – 2012 slechts 0,5 – 1,5% van de populatie zeehonden uit de Nederlandse Waddenzee in het telgebied ten noorden van de Afsluitdijk is gezien, kan worden afgeleid dat dit gebied geen specifieke betekenis heeft als foerageergebied. Daarnaast vertoont de populatie een stijgende trend. Op grond van deze feiten en vanwege het relatief geringe 'extreem worst case' effectoppervlakte als gevolg van het heien op een beperkt aantal locaties, wordt geconcludeerd dat significant negatieve effecten op zeehonden in de Waddenzee kunnen worden uitgesloten en dat het aannemelijk is dat er in zijn geheel geen effecten zijn ten gevolge van onderwatergeluid. Gezien de lagere geluidsniveaus van de overige activiteiten en tijdens de exploitatiefase zijn ook hiervoor effecten op zeehonden in de Waddenzee uit te sluiten.

Ook bovengronds kan als gevolg van de heiwerkzaamheden geluidsbelasting optreden. De afstand tot de Waddenzee is echter groot en het bovengronds geproduceerde geluid wordt onder water sterk afgezwakt. Ook is het geluid bovengronds is hooguit beperkt hoorbaar vanaf de Waddenzee. Langs het grootste deel van de afsluitdijk ligt geen droogvallend wad en de zeehondenligplaatsen beperken zich tot gebieden rond Den Oever, richting het Balgzand en ten noorden van het Kornwerderzand (Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015). Dit betekent dat de dichtstbijzijnde ligplaatsen van de gewone en de grijze zeehond in de Waddenzee op meer dan 4 kilometer afstand van Windpark Fryslân liggen. In het kader van de heiwerkzaamheden voor de bouw van de kolencentrale van RWE in de Eemshaven is door Blacquièrre et al. (2008) de conclusie getrokken dat voor afstanden groter dan 500 meter de irritatiegrens voor de zeehond voor bovenwatergeluid niet meer bereikt wordt bij heiwerkzaamheden zonder luchtgeluid demping. Dit betekent dat de heiwerkzaamheden voor Windpark Fryslân geen verstorend effect zullen hebben op de zeehonden die zich bevinden op de rustplaatsen op enkele kilometers afstand van het plangebied. Het bovengrondse geluid leidt daarom niet tot een wezenlijke aantasting van het leefgebied voor grijze en gewone zeehond.

Na de afsluiting van de Zuiderzee komt de gewone zeehond nog slechts sporadisch voor in het IJsselmeer. Recent verblijven enkele individuen in het IJsselmeer, waarbij ze rusten op de Steile Bank, bij Laaksum, Hindeloopen en op de Kreupel. De zeehonden zullen gezien de afstand tot het plangebied, geen hinder ondervinden tijdens de werkzaamheden. Zeehonden die eventueel nabij het plangebied rond zwemmen zullen het gebied tijdens de aanleg tijdelijk gaan vermijden. De zeehonden zullen in zuidelijke richting zwemmen. Blijvende effecten worden uitgesloten. Omdat de zeehonden geen instandhoudingsdoel vormen voor het IJsselmeer zijn eventuele effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 niet relevant.

#### *Zoetwatermosselen*

Zoetwatermosselen zijn op zich zelf niet beschermd op zichzelf maar hebben een belangrijke functie als voedselbron voor watervogels die beschermd zijn. Zoals in paragraaf 5.2 beschreven komen in het plangebied beperkt zoetwatermosselen voor.

Potentiële effecten beperken zich tot de aanlegfase door het oppervlaktebeslag van de natuurvoorziening en de fundaties en de eventuele slibopwerveling die mosselen kan bedekken waardoor deze sterven tijdens het aanleggen van de kabels en het werkeiland. Tijdens de

aanleg van het windmolenpark kan als gevolg van heiwerkzaamheden, het aanleggen van de kabel (veelal met spuitlansen), eventuele verwijdering van grond en de aanleg van additionele structuren (werkeiland) door toepassen van bijvoorbeeld zand of grond het water vertroebelen. De bodem wordt lokaal verdund over smalle tracés om vervolgens de kabels in de bodem te laten zakken door hun eigen gewicht zodat deze verdiept in de bodem komen te liggen. De bodem sluit zich vanzelf weer. De opwerveling van bodemmateriaal (slib) kan aanvullend verlies van mossels tot gevolg hebben door verstikking en leidt tot verminderd doorzicht en daarmee een belemmering voor foeragerende duikeenden. Echter, dit verlies is zeer lokaal en tijdelijk (slibopwerveling met verminderd doorzicht treedt circa enkele uren tot maximaal circa een dag op).. Uit een onderzoek naar het storten van bagger blijkt dat slibopwerveling slechts tot een afstand van 25 meter als een geringe verstoring van het doorzicht wordt aangemerkt (Kraaijeveld 2003). Aangezien er in het IJsselmeer geen sprake is van stroming, het water beweegt voornamelijk op basis van windstuwing, spuien bij de spuicomplexen en invoer vanuit de IJssel, zal vertroebeling lokaal blijven. De aanleg van de kabel en de natuurvoorziening zal hooguit lokaal tijdelijk tot vertroebeling leiden. Verstikking van driehoeksmosselen door opwerveling van slib vormt in de huidige situatie geen probleem in het IJsselmeer. Daarbij kent het gebied een lage dichtheid zoetwatermosselen, zie ook de beschrijving van de huidige situatie in paragraaf 5.2.9. Tijdens de exploitatiefase treden geen negatieve effecten op.

Aangezien zoetwatermosselen slechts beperkt voorkomen in het plangebied is de aantasting van bestaand areaal aan zoetwatermosselen beperkt. De aanwezigheid van de eiland, met name bij toepassing van stortsteen of ander geschikt substraat voor aangroei en de aanwezigheid van de fundaties die tevens geschikt zijn voor aangroei biedt mogelijk additioneel/vervangend areaal dat geschikter is voor vestiging van mosselen. Dit heeft potentieel een kleine toename van het geschikte areaal voor zoetwatermosselen tot gevolg.

Als gevolg van de aanleg en exploitatie van het windpark treedt derhalve een neutraal tot zeer licht positief effect op vanwege het additioneel areaal aan geschikt vestigingsgebied. De voedselbeschikbaarheid van duikeenden die op deze mosselen foerageren wordt niet noemenswaardig beïnvloed, mede aangezien duikeenden afstand zullen houden tot de werkzaamheden en in alternatieve gebieden in het IJsselmeer zullen foerageren (zie ook paragraaf 5.3.3). Significant negatieve effecten zijn dan ook uit te sluiten ten gevolge van de invloed op zoetwatermosselen.

### 5.3.8 Natuurschoon

Voor de Friese IJsselmeerkust zijn de voormalige beschermde natuurmonumenten/staatsnatuurmonumenten gelegen. De doelstellingen van de natuurmonumenten zijn onderdeel van het aanwijzingsbesluit voor het IJsselmeer.

Delen bij de Friese IJsselmeerkust (met uitzondering natuurmonument de Ven) worden beschermd voor natuurschoon. Het betreft zes separate gebieden op verschillende locaties langs de Friese IJsselmeerkust. Als doelstelling ten aanzien van natuurschoon geldt:

*'Het weidse, open karakter van het gebied, met uitgestrekte riet- en moerasvegetaties, struwelen en korte gemaaide vegetaties maakt het gebied zowel van de IJsselmeerdijk als vanaf het IJsselmeer van grote betekenis uit het oogpunt van natuurschoon'.*

De afstand van het initiatief tot de dichtstbijzijnde rand van de onderdelen van het voormalige natuurmonument Friese IJsselmeerkust bedraagt minimaal 4,4 kilometer.

Voor het beschermd natuurmonument Stoenckherne (tevens fysiek onderdeel van de Friese IJsselmeerkust) geldt dat het natuurmonument vanuit het oogpunt van natuurschoon van betekenis is:

*‘door de weidsheid van het landschap en door de afwisseling van gras- en rietlanden, rietzomen, de natuurlijke inham en het water’.*

Uit de aanwijzing van de natuurmonumenten komt naar voren dat de begrenzing van de tot het natuurmonument behorende terreinen en wateren zo is gekozen, dat er in ecologisch, geomorfologisch en landschappelijk opzicht een onderling samenhangend geheel onder de Natuurbeschermingswet is gebracht. Hierbij is rekening gehouden met de aanwezigheid van vaargeulen, visserijgebieden en concentratiepunten van recreatie. In het water vormt de ca. 2 meter dieptelijn veelal de begrenzing van het natuurmonument. Deze dieptelijn is gekozen omdat ongeveer tot deze diepte licht tot op de bodem kan doordringen, waardoor groei van waterplanten mogelijk is.

Het plangebied van het windpark betreft open water, op enkele kilometers afstand van de Friese IJsselmeerkust en maakt derhalve geen onderdeel uit van de ecologische, geomorfologische en landschappelijke samenhang die wordt beschreven. Gezien de afstand van het initiatief tot de buitenrand van de natuurmonumenten en de aanwezigheid van de relatief intensieve recreatievaart en de gemarkeerde vaarroute die met name door de beroepsvaart wordt gebruikt tussen de locatie van het windpark en de rand van de natuurmonumenten kunnen significant negatieve effecten op het beschermd natuurschoon worden uitgesloten. Dit laat onverlet dat de windturbines zichtbaar zijn vanuit deze gebieden gezien richting naar buiten . De effecten op het natuurschoon van de Waddenzee zijn beoordeeld in het hoofdstuk landschap, hoofdstuk 4. Hieruit blijkt dat significant negatieve effecten op de landschappelijke waarden kunnen worden uitgesloten.

### 5.3.9 Zoet-zoutovergangen

Verschillende natuurorganisaties hebben het initiatief genomen voor het creëren van een zoet-zoutovergang bij Kornwerderzand tussen Waddenzee en IJsselmeer om migratie van vissen van beide wateren mogelijk te maken. Met de afsluitdijk van de voormalige Zuiderzee kunnen vissen niet meer stroomopwaarts trekken. Verondersteld wordt dat één van de gevolgen een laag visbestand in het IJsselmeer is. Doelstellingen van het project zijn:

- Realisatie van een robuuste, kwalitatief hoogwaardige natuurverbinding tussen de twee grote natuurgebieden IJsselmeer en Waddenzee;
- Versterken en verrijken van de vispopulaties in de Waddenzee, het IJsselmeer en het achterland door de migratieroute voor trekvis te herstellen.

Over het plan heeft nog geen concrete besluitvorming plaatsgevonden. Deze wordt aan het einde van het eerste kwartaal van 2015 verwacht.

Om de verbinding tot stand te brengen wordt een ‘vismigratierivier’ ontworpen. De vismigratierivier brengt een vaste verbindingen tussen beide wateren tot stand, waar nu slechts

vissen kunnen migreren bij spuien bij het spuicomplex. Doordat spuien periodiek plaats vindt en een relatief hoge stroming kent fungeert het spuicomplex niet als vismigratie mogelijkheid.

Het concept van de vismigratierivier is erop gericht om een doorgang in de Afsluitdijk te creëren. Aan de Waddenzeezijde dient een 'zoete' lokstroom te ontstaan die vissen attendeert aantrekt naar de locatie. Na de 'inlaat' in de Waddenzee volgt een afsluitbare passage van de Afsluitdijk (de 'coupure') en tenslotte een uitlaat in het IJsselmeer. Zie ook Figuur 5.13 voor een *artist impression* van de vismigratierivier. In de praktijk zijn de grootste delen van de rivier onderwater gesitueerd.

**Figuur 5.13 Artist impression vismigratierivier**



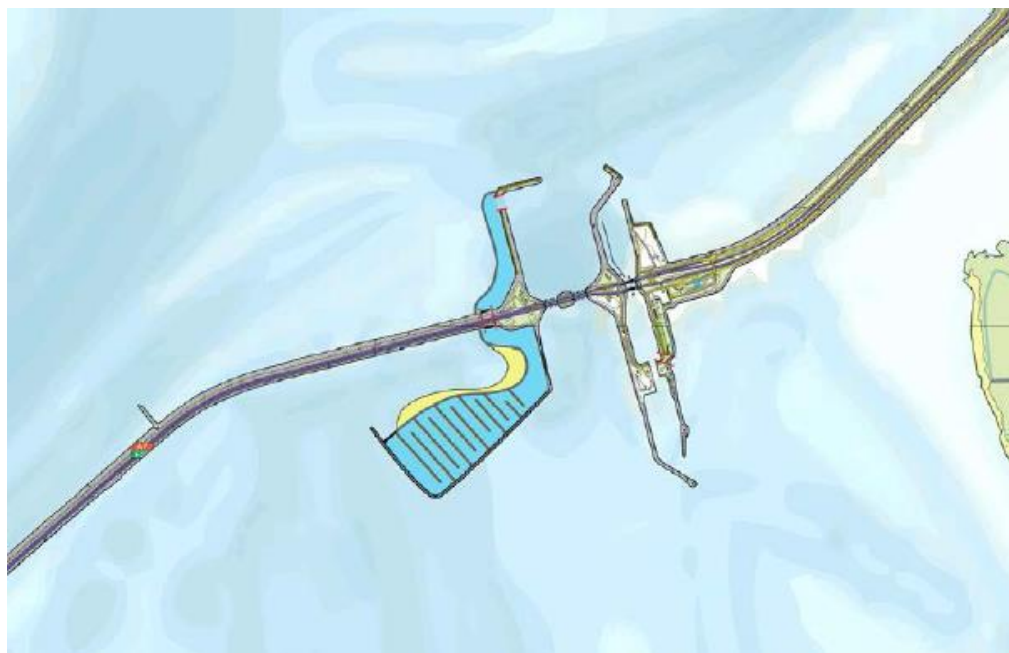
**Bron: Artist Impression, Dienst Landelijk Gebied**

Een belangrijke voorwaarde voor het kunnen realiseren van de vismigratierivier is het voorkomen van instroom van zout water in het zoete IJsselmeer. De achtergrond hiervan is gelegen in de status van het IJsselmeer als zoet- en drinkwatervoorziening en de doelstellingen op het gebied van de Kaderrichtlijn Water die van toepassing zijn. Het verbeteren van knelpunten voor vismigratie is tevens een doelstelling vanuit de kaderrichtlijn water.

De locatie van de vismigratierivier is voorzien bij Kornwerderzand aangezien hier al reeds een grote zoetwater lokstroom in de Waddenzee aanwezig is vanwege het spuicomplex. Uit overleg met provincie Fryslân en DLG, trekkers van de planuitwerking, komt naar voren dat er een sterke voorkeur is voor realisatie van de rivier aan de westzijde van het spuicomplex vanuit diverse overwegingen (landschap, natuur, hydrologie). Zie ook

Figuur 5.14.

Figuur 5.14 Locatie en ruimtelijk sferbeeld vismigratierivier



Bron: Masterplan Beeldkwaliteit Afsluitdijk

Er is geen directe ecologische relatie tussen Windpark Fryslân en de vismigratierivier. Het is realistisch te verwachten dat de vismigratierivier watervogels zal aantrekken vanwege de aanwezigheid van foerageermogelijkheden (vis), soorten die ook beschermd zijn in het kader van Natura 2000-gebied IJsselmeer. De afstand tot het windpark is voor alle alternatieven dermate groot, meer dan 4 kilometer, dat dit niet tot een relevante verandering van soorten in het plangebied van het windpark zal leiden.

De eventuele verbetering van de visstand in het IJsselmeer is mogelijk positief voor Natura 2000-soorten (viseters) die nu onder het gestelde instandhoudingsdoel liggen. Het is echter niet aan te geven wanneer een effect op de visstand is waar te nemen en welk effect dit op de betreffende soorten heeft. Mede aangezien de achtergrond van de visstand en van de lage staat van instandhouding van deze soorten ook een gevolg kan zijn van andere factoren (zoals opwarming van het water). Voor Windpark Fryslân geldt dat aandacht is vereist voor effecten op met name viseters gezien de staat van instandhouding.

Een relatie die wel te leggen is, is het verbinden van het eiland die onderdeel is van Windpark Fryslân met de vismigratierivier. Voor het eiland gelden een aantal ontwerpcriteria, waaronder voldoende afstand tot het windpark (minimaal 3 kilometer) en nabijheid bij de Waddenzee, die een combinatie denkbaar maken. Het voordeel hiervan is met name gelegen in het vergroten van de financiële haalbaarheid van de vismigratierivier aangezien voor dit project geen gelden beschikbaar zijn. Dit past in principe in de recent gepubliceerde Rijksnatuurvisie 'Natuurlijk verder' waarin samengaan van natuur- en economische ontwikkelingen wordt voorzien waar ook de natuur sterker van wordt. De basiseisen van het eiland zijn gericht op de gewenste mitigatie van Windpark Fryslân, ook al heeft deze diverse additionele positieve effecten, maar koppeling met en ten bate van de vismigratierivier, ligt in de lijn van de Rijksvisie.

## 5.4 Mitigatie

De effecten van het windpark leiden tot verschillende effecten. In de vorige paragrafen zijn de effecten van het windpark met bijbehorende onderdelen beschreven. Voor een deel van deze effecten geldt dat mitigatie van effecten mogelijk is of nodig om effecten te beperken en/of te voorkomen. Het eiland dat onderdeel is van het voornemen mitigeert tevens de effecten van potentiële aantasting van leefgebied van watervogels. Dit is reeds in paragraaf 5.3.3 beschreven.

Overige mitigerende maatregelen betreffen:

- Hogere *cut in windspeed* om aanvaringslachtoffers onder vleermuizen te beperken;
- Stilstandvoorziening voor specifieke vogelsoorten (visdief en zwarte stern);
- Fasering werkzaamheden in ruimte en tijd;
- Kunstlicht gericht en beperkt toepassen;
- Minder windturbines.

Voor een deel van de mitigerende maatregelen gaat het om stilstand. Aangezien de windturbines worden gerealiseerd met als doel het opwekken van hernieuwbare energie en een zo hoog mogelijke productie wenselijk is ten behoeve van een zo groot mogelijke bijdrage aan de doelstellingen van hernieuwbare energie worden deze maatregelen alleen ingezet voor die effecten waarbij de omvang van effecten groter dan aanvaardbaar is, bijvoorbeeld als de gunstige staat van instandhouding in het geding komt of als significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten.

### *Hogere cut in windspeed gerelateerd aan vleermuizen*

Aanvaringslachtoffers worden verwacht onder migrerende ruige dwergvleermuizen. Vleermuizen zijn actief gedurende bepaalde perioden van het jaar, op specifieke momenten van de dag (schemer/donker) en bij specifieke omstandigheden. Additionele sterfte onder ruige dwergvleermuizen is te mitigeren door de cut in windsnelheid van de windturbines op de relevante momenten (periode van het jaar, periode van de dag en weersomstandigheden) te verhogen naar bijvoorbeeld 5 m/s. Daarmee kan het aantal aanvaringslachtoffers worden gereduceerd (80-90%). Uit de effectbeoordeling in paragraaf 5.3.4 komt naar voren dat voor de alternatieven de aantallen aanvaringslachtoffers, op basis van een conservatieve aanname van gemiddeld 1,5 vleermuislachtoffers per turbine per jaar, tot verwaarloosbare effecten leiden (maximaal 0,9% van de natuurlijke mortaliteit) waardoor effecten op de gunstige staat van instandhouding zijn uit te sluiten. Vooralsnog is dan ook aanleiding een hogere cut windspeed toe te passen.

### *Stilstandvoorziening vogels*

De omvang van de sterfte ten gevolge van het windpark is voor diverse soorten hoger dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de relevante populatie. Dit betekent niet meteen dat de effecten te groot zijn maar ook dat niet bij voorbaat kan worden geconcludeerd dat de effecten verwaarloosbaar klein zijn. Voor soorten waarvoor ten aanzien van Natura 2000-gebied IJsselmeer instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld is de additionele sterfte voor alle soorten ruim lager dan 1% van de natuurlijke mortaliteit met uitzondering van visdief, dwergmeeuwen, zwarte stern. Voor de zwarte stern geldt dat de huidige omvang van de populatie te laag is (zwarte stern) en voor de visdief is voorzichtigheidshalve aangenomen is dat de populatie onder



druk staat (visdief). Voor de dwergmeeuw geldt dat uit het additionele veldonderzoek blijkt dat de populatie ruim boven het instandhoudingsdoel ligt. Buiten het kader van Natura 2000 geldt eveneens voor zwarte stern (2 à 3%) en visdief (2 à 4%) voor één of meerdere alternatieven dat naar voren komt dat de additionele sterfte groter is dan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de relevante populatie en dat aanleiding is mitigatie te overwegen aangezien de populatie van de betreffende druk onder druk staat (zwarte stern) of voorzichtigheidshalve aangenomen is als zijnde onder druk (visdief). Uit de nadere beoordeling van de effecten, op basis van een vergelijk van deze soorten met de kleine mantelmeeuw en de uitkomsten van de gedetailleerde populatiemodellering voor de kleine, en met de additionele sterfte waarvan berekend is dat deze geen invloed heeft op de IJsselmeerpopulatie door middel van de Potential Biological Removal komt naar voren dat de additionele sterfte hoger dan 1% kan zijn voordat effecten op de populatie optreden. Gezien de situatie voor deze soorten wordt het beperken van de druk op deze populaties echt wenselijk geacht om significant negatieve effecten te kunnen uitsluiten.

Om het aantal aanvaringsslachtoffers te beperken kan een stilstandvoorziening worden toegepast die gericht wordt op de perioden en momenten dat de betreffende soorten in of nabij het plangebied voorkomen. Het voorkomen in tijd is in algemene zin bekend. Deze voorziening kan gericht worden ingezet bij hoge dichtheden van zwarte sterns en visdieven om de stilstandvoorziening effectief (zo veel mogelijk slachtoffers voorkomen) en efficiënt (zo min mogelijk stilstand) in te zetten.

De stilstandvoorziening gaat uit van het *shutdown-on-demand* principe. De relevante soorten, visdief (broedperiode), zwarte stern en visdief, komen gepiekt voor in het IJsselmeer en hebben in de dagperiode een aanvaringsrisico. Het *shutdown-on-demand* principe houdt in dat door live monitoring wordt gedetecteerd in welke dichtheid deze soorten voorkomen in het plangebied en in geval van een overschrijding van de dichtheid van een van tevoren in te stellen drempelwaarde, zal het windpark (of een deel daarvan) door middel van *shutdown-on-demand* worden stilgezet. De aanwezigheid van relevante dichtheden kan fysiek (door waarnemers) of technisch (vogelradar) worden vastgesteld. Een stilstandvoorziening volgens het *shutdown-on-demand* principe kan een zeer grote reductie van het aantal aanvaringsslachtoffers behaald worden. Een reductie van 100% is haalbaar, zoals bewezen is bij onder meer een windpark in het zuiden van Portugal voor verschillende soorten 'zweefvliegers' (Collier & Poot in prep.). De stilstandvoorziening heeft geen effect op gebiedsgebruik en/of aanbod van vliegende vogels in het plangebied.

Op basis van een stilstand van 1% van de tijd, 87 uur per jaar, is bepaald welke beperking van aanvaringsslachtoffers is te verwachten. In bijlage D-9 is de uitwerking en onderbouwing hiervan opgenomen. Daarbij zijn een aantal conservatieve en worst case uitgangspunten aangehouden om zekerheid over de bijdrage van de mitigatie te verkrijgen. In de volgende tabel is voor alternatief 2, het alternatief met het grootste aantal windturbines en derhalve het grootste aantal aanvaringsslachtoffers het effect van deze maatregel beschouwd.

Tabel 5.25 Verwachte aanvaringslachtoffers alternatief inclusief en exclusief stilstandvoorziening

Soort	Sterfte zonder mitigatie	Indicatie sterfte met mitigatie	Reductie door mitigatie
Zwarte stern	120-130	60-70	>45%
Visdief totaal*	140-160	110-130	20%

\*Zowel visdief als broedvogel als visdief als niet-broedvogel in het IJsselmeer

Op grond van deze mitigatie kan de sterfte voldoende worden gereduceerd om voor alle vier de alternatieven met zekerheid uit te sluiten dat de resterende additionele sterfte een effect heeft op de gunstige staat van instandhouding van de Nederlandse niet-broedvogelpopulatie van de zwarte stern en de Nederlandse populatie visdieven (broedpopulatie en niet-broedvogelpopulatie). De in de instandhoudingsdoelstelling beschreven behoud (visdief) en uitbreiding van de omvang en/of kwaliteit van het leefgebied (zwarte stern) niet in de weg wordt gestaan door realisatie en gebruik van Windpark Fryslân.

Andere soorten, met name soorten als de kleine mantelmeeuw die een vergelijkbare periode en overdag vliegbewegingen heeft, die in dezelfde periode aanwezig zijn en risico op aanvaring kennen profiteren eveneens van de voorziening, zij het in mindere mate aangezien de inzet gericht wordt op het gepiekte voorkomen van zwarte stern en visdief.

#### *Fasering werkzaamheden in ruimte en tijd*

Voor de aanlegfase is aangehouden dat werkzaamheden geclusterd plaatsvinden. Dit leidt ertoe dat potentiële verstoring in ruimte en tijd beperkt is. Om de verstoring te beperken is het aanhouden van de gedefinieerde clustering wenselijk.

#### *Kunstlicht*

Mogelijk vindt een deel van de aanlegwerkzaamheden in het donker plaats, 's avonds of 's nachts, waardoor toepassing van kunstlicht is vereist. Ondanks dat verstoring beperkt is en de migratieroute van ruige dwergvleermuizen niet wordt aangetast kan de potentiële verstoring eenvoudig beperkt worden door zorgvuldig kunstlicht toe te passen door deze gericht en met daartoe geschikte armaturen toe te passen. De lichtbundels dienen gericht te zijn op de werkzaamheden, verstrooiing van licht dient beperkt te worden en uitstraling naar boven dient voorkomen te worden.

#### *Minder windturbines*

Uit de effectbeschrijving komt naar voren dat de omvang van de effecten op de ecologie voornamelijk gerelateerd is aan het aantal windturbines. Het aanpassen van het aantal windturbines is daarmee een effectieve maatregel; welke echter ook tot een lagere energieproductie leidt. De aantallen windturbines bij alternatief 2 zijn aanmerkelijk groter dan de overige alternatieven en de effecten van dit alternatief zijn derhalve ook het grootst. In de optimalisatiescenario's is voor alternatief 2 een scenario met minder windturbines in beeld gebracht.

## 5.5 Natura 2000-beoordeling inclusief cumulatie

Effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied IJsselmeer zijn in beeld gebracht door de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen die zijn gesteld voor het IJsselmeer en andere Natura 2000-gebieden voor soorten en habitat te bepalen. Relevante

effecten worden slechts verwacht voor vogels. Voor overige soorten en habitats treden geen effecten op kunnen derhalve ook niet in cumulatie met andere plannen en projecten tot significant negatieve effecten op de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied IJsselmeer leiden.

In deze paragraaf worden de effecten op vogels nader beoordeeld vanuit het kader van Natura 2000. In paragraaf 5.3 zijn separaat de negatieve effecten van het windpark en de positieve effecten van de mitigerende maatregelen beschreven. In deze paragraaf wordt de balans opgemaakt van de effecten voor de relevante soorten en wordt additioneel het effect van cumulatie met andere plannen en projectendie van invloed kunnen zijn op soorten met resteffecten na mitigatie bepaald.

### 5.5.1 Aanvaringssslachtoffers

De potentiële effecten op vogelsoorten betreffen de effecten ten gevolge van vogelslachtoffers en verstoring. Barrièrewerking die tot het onbereikbaar worden van rust- en/of foerageergebieden leidt treedt niet op. Uit paragraaf 5.3 is naar voren gekomen dat aanvaringssslachtoffers en verstoring worden verwacht voor diverse vogelsoorten.

Om te bepalen of significant negatieve effecten ten gevolge van aanvaring kunnen optreden is allereerst nagegaan of de additionele sterfte voor de soorten hoger ligt dan 1% van de natuurlijke mortaliteit. Voor overige soorten worden jaarlijks geen of hooguit een verwaarloosbaar aantal aanvaringssslachtoffers verwacht. Zoals in paragraaf 5.1 is geldt dat indien het te verwachten aantal aanvaringssslachtoffers hoger is dan deze 1% mortaliteitsnorm nader onderzocht wordt of het effect op de populatie als significant is te beschouwen. Dit verschilt per soort en is afhankelijk van de populatiedynamiek en verdeling van adulte en jonge vogels in ruimte en tijd. Als de 1% norm niet wordt overschreden, is er voor Windpark Fryslân op zichzelf met zekerheid geen aantoonbaar effect op de populatieomvang van de soort, en dus geen significant negatief effect.

In tabel 5.27 is de 1% mortaliteitsgrens van de Natura 2000 soorten waarvoor aanvaringssslachtoffers worden verwacht weergegeven en tevens de aanvaringssslachtoffers van de ten gevolge van de verschillende alternatieven.

Tabel 5.26 Aanvaring en 1% mortaliteitsgrens Natura 2000 IJsselmeer (tenzij anders aangegeven)

Soort	Populatieomvang	Natuurlijke sterfte (%)	Natuurlijke sterfte (aantal)	1% van de natuurlijke sterfte
toppereend	76.731	52	39.900	399
kuifeend	26.959	29	7.818	78
visdief (bv)	5.267	10	1.053	11
zwarte stern	20.000	15	3.000	30
tafeleend	3.523	35	1.233	12
dwergmeeuw	39.200	10	3.920	39
Kleine mantelmeeuw*	16.745	9	3.014	30

kleine mantelmeeuw**	4.432	9	798	8
<b>Aanvaringsslachtoffers</b>	<b>Alternatief 1</b>	<b>Alternatief 2</b>	<b>Alternatief 3</b>	<b>Alternatief 4</b>
<b>Soort</b>				
visdief (b)	30-40	50-60	30-40	40-50
toppereend	100-110	120-130	90-100	110-120
zwarte stern	80-90	120-130	70-80	90-100
kuifeend	25-35	30-40	20-30	30-40
dwergmeeuw	20-40	40-50	20-30	30-40
tafeleend	0-5	0-5	0-5	0-5
Kleine mantelmeeuw*	0-5	0-5	0-5	0-5

\*Voor Natura 2000-gebied Duinen en lage land van Texel en Waddenzee

\*\*Natura 200-gebied Duinen Vlieland. Gemiddelde populatie omvang in paren in de periode 2008/2012

Uit tabel 5.27 komt naar voren dat het aantal aanvaringsslachtoffers voor toppereend, kuifeend en tafeleend onder 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte in het IJsselmeer ligt. Dit geldt ook voor de kleine mantelmeeuw van Waddenzee Texel en Vlieland. Voor de toppe, tafel- en de kuifeend komt daarbij dat het eiland tot een lagere additionele sterfte leidt omdat een verplaatsing optreedt naar de luwte bij het eiland en daardoor het windpark door minder vogels van deze soorten wordt gepasseerd bij pendelvluchten. Het Windpark Fryslân zal op zichzelf, ongeacht het alternatief, voor deze soorten tot verwaarloosbare additionele sterfte leiden.

Voor de visdief, zwarte stern en dwergmeeuw blijkt dat het aantal aanvaringsslachtoffers (de additionele sterfte) boven of op 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte in het IJsselmeer ligt. De visdief en zwarte stern hebben een relatief hoge overleving (gemiddeld lage natuurlijke sterfte). De verwachte additionele sterfte als gevolg van Windpark Fryslân kan voor alle drie de soorten een negatief effect hebben op de populatie, ongeacht welke opstellingsvariant. Voor alle drie de soorten zijn zonder mitigatie significant negatieve effecten ook niet uit te sluiten. Aanvullend is in paragraaf 5.3.3 bepaald of de additionele sterfte die hoger ligt dan 1% van de natuurlijke mortaliteit een negatief effect op de populatie en daarmee de staat van instandhouding kan veroorzaken. Met behulp van een vergelijking met de resultaten van populatiemodelberekeningen voor de kleine mantelmeeuw, een vergelijkbare soort qua karakteristieken, en de *Potential Biological Removal*, is een nadere beoordeling uitgevoerd. Voor de dwergmeeuw blijkt op grond hiervan dat het windpark, ongeacht het alternatief, op zichzelf niet tot een negatief effect op de populatie leidt. Voor zwarte stern en visdief komt naar voren dat additionele sterfte (ruim) boven de 1% natuurlijke sterfte kan liggen zonder een effect op de populatie te veroorzaken. Gezien de verbeterdoelstelling voor de zwarte stern en de, zorgvuldigheidshalve aangenomen druk op de populatie van de, visdief is echter mitigatie noodzakelijk geacht om druk op de populatie te vermijden. Dit geldt voor alle vier de alternatieven.

#### *Effect mitigerende maatregelen*

In paragraaf 5.4 zijn naast het bepalen van de aanvaringsslachtoffers ten gevolge van de windturbines tevens de effecten van de mitigerende maatregelen beschreven. Dit betreft de toepassing van een stilstandvoorziening gedurende 1% van de tijd, welke wordt ingezet op

piekmomenten. Dit leidt ertoe dat een reductie van de additionele sterfte onder zwarte sterns van >45% wordt gerealiseerd en voor visdieven van 20%. Een soort als de kleine mantelmeeuw en de dwergmeeuw profiteren hier ook van mee aangezien deze evenals zwarte stern en visdief overdag actief zijn, mogelijk in het plangebied, en in de zomer aanwezig zijn. De reductie is echter kleiner omdat de inzet niet gericht is op gepiekte aanwezigheid van deze soorten. Met in acht neming van het effect van de mitigatie kan worden uitgesloten dat de resterende additionele sterfte tot significant negatieve effecten leidt voor beide soorten, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen en actuele staat van instandhouding voor beide soorten. Dit geldt voor alle vier de alternatieven.

### 5.5.2 Verstoring (aantasting leefgebied)

In paragraaf 5.3.3 is bepaald voor welke vogelsoorten verstoring kan optreden. Daarbij is tevens bepaald of de aantallen verstoorde vogels een meetbare hoeveelheid betreft (meer dan enkele individuen). Niet meetbare effecten sluiten significant negatieve effecten uit.

De effecten ten gevolge van de aanlegfase zijn qua aard en omvang beperkt, ruimtelijk gefaseerd en tijdelijk en leiden slechts tot beperkte lokale en tijdelijke verstoring. Aangezien voldoende alternatieve rust- en foerageergebieden beschikbaar zijn in het IJsselmeer, kunnen significant negatieve effecten ten gevolge van de aanleg uit worden gesloten.

Uit de effectbeschrijving komt naar voren dat tijdens de exploitatiefase meetbare effecten optreden voor 19 soorten die een binding hebben met het plangebied en kans hebben op aantasting van leefgebied. Voor de overige soorten kan een significant negatief effect van een afname van kwaliteit van het leefgebied op het behalen van de instandhoudingdoelen op met zekerheid worden uitgesloten.

Om te beoordelen of de effecten als gevolg van aantasting mogelijk tot significant negatieve effecten kunnen leiden is de draagkrachtverslechtering per soort vergeleken met de totale populatieomvang (populatieomvang Natura 2000-gebied IJsselmeer). Een aantasting die kleiner is dan de eenheid waarin het leefgebied is uitgedrukt is als niet meetbaar beschouwd conform de richtlijnen van het Steunpunt Natura 2000. Dit houdt in dat voor soorten waarvoor van een nihil aandeel individuen het leefgebied wordt aangetast waardoor deze het plangebied verlaten, dit geen aantoonbaar effect op de draagkracht van het IJsselmeer als Natura 2000-gebied betreft. Voor grote zaagbek, brilduiker, fuut, grauwe gans, dwergmeeuw, topper, zwarte stern en visdief worden meetbare aantallen verstoorde vogels verwacht.

In paragraaf 5.3.3 is tevens onder 'eiland' het effect van het eiland bepaald. Als gevolg van de kwaliteitsimpuls die hiermee wordt gerealiseerd door toename van rustgelegenheid en daarmee draagkracht van het gehele leefgebied, evenals extra foerageermogelijkheden in de Waddenzee, zijn negatieve effecten op grote zaagbek, fuut, dwergmeeuw en zwarte stern volledig gemitigeerd. Voor grauwe gans, brilduiker, kuifeend en topper biedt het eiland eveneens een kwaliteitsimpuls die de potentiële aantasting van leefgebied van de windturbines neutraliseert. Voor de grauwe gans wordt een licht positieve effect verwacht.

### 5.5.3 Overzicht effecten na mitigatie

In tabel 5.28 en 5.29 is een overzicht gegeven van de effecten van het windpark en de mitigatie ten gevolge van de diverse maatregelen op de hiervoor beschreven soorten. In de tabellen zijn

de effecten van de windturbines gepresenteerd en vervolgens de bijdrage van de mitigatie, waaronder het effect van het eiland, op de effecten.

Tabel 5.27 Effecten van Windpark Fryslân, van mitigatie en resteffect na mitigatie 5 soorten

Soort	Visdief	Zwarte stern	Dwergmeeuw	Fuut	Grote zaagbek
<b>Effecten windturbines</b>					
Sterfte					
Alternatief 1	30-40	80-90	20-40	0	0
Alternatief 2	50-60	120-130	40-50	0	0
Alternatief 3	30-40	70-80	20-30	0	0
Alternatief 4	40-50	90-100	30-40	0	0
Aantasting leefgebied					
Alternatief 1	0-5*	0-5	5-10	10-20	50-60
Alternatief 2	5-10*	5-10	10-15	10-20	60-70
Alternatief 3	0-5*	0-5	5-10	5-10	25-35
Alternatief 4	0-5*	0-5	5-10	10-15	35-45
<b>Effecten mitigatie</b>					
Sterfte					
Alternatief 1	20%	>45%	+	0	0
Alternatief 2	20%	>45%	+	0	0
Alternatief 3	20%	>45%	+	0	0
Alternatief 4	20%	>45%	+	0	0
Aantasting leefgebied, effect werkeiland					
Alternatief 1	+	+	+	+	+
Alternatief 2	+	+	+	+	+
Alternatief 3	+	+	+	+	+
Alternatief 4	+	+	+	+	+
Resterend effect na mitigatie					
Alternatief 1	-	-	-	0	0
Alternatief 2	-	-	-	0	0
Alternatief 3	-	-	-	0/+	0/+
Alternatief 4	-	-	-	0/+	0/+

- mogelijk negatief effect

0/- mogelijk klein negatief effect

0 neutraal effect

0/+ klein positief effect

+ positief effect

\* Niet meer dan de helft van deze verstoorde visdieven heeft betrekking op visdieven die in het IJsselmeer broeden. Het verstoringseffect is in het kader van de Nbwet dan ook verwaarloosbaar klein en verder buiten beschouwing gelaten

Tabel 5.28 Effecten van Windpark Fryslân, van mitigatie en resteffect na mitigatie 7 soorten

Soort	Grauwegans	Topper-eend	Kuif-eend	Bril-duiker	Tafel-eend	Kleine Mantelmeeuw
<b>Effecten windturbines</b>						
Sterfte						
Alternatief 1	inc.	100-110	25-35	inc.	0-5	0-5
Alternatief 2	inc.	120-130	30-40	inc.	0-5	0-5
Alternatief 3	inc.	90-100	20-30	inc.	0-5	0-5
Alternatief 4	inc.	110-120	30-40	inc.	0-5	0-5
Aantasting leefgebied						
Alternatief 1	5-10	5-10	0-5	20-30	0	0
Alternatief 2	10-15	5-10	0	25-35	0	0
Alternatief 3	5-10	0-5	0	10-20	0	0
Alternatief 4	10-15	0-5	0	15-25	0	0
<b>Effecten mitigatie</b>						
Sterfte						
Alternatief 1	0	+	+	0	+	0/+
Alternatief 2	0	+	+	0	+	0/+
Alternatief 3	0	+	+	0	+	0/+
Alternatief 4	0	+	+	0	+	0/+
Aantasting leefgebied, effect werkeiland						
Alternatief 1	+	++	++	++	++	++
Alternatief 2	+	++	++	++	++	++
Alternatief 3	+	++	++	++	++	++
Alternatief 4	+	++	++	++	++	++
Resterend effect na mitigatie						
Alternatief 1	0/+	-	0	0/+	+	+
Alternatief 2	0/+	-	0	0/+	+	+
Alternatief 3	0/+	-	0	0/+	+	+
Alternatief 4	0/+	-	0	0/+	+	+

- mogelijk negatief effect
- 0/- mogelijk klein negatief effect
- 0 neutraal effect
- 0/+ klein positief effect
- + positief effect
- Inc Incidenteel



Voor topper, kuifeend en tafeleend is de sterftereductie het gevolg van een verplaatsing van rustende eenden in het gebied tussen windpark en Afsluitdijk naar de luwte bij de natuurvoorziening.

#### *Cumulatie*

Voor topper, dwergmeeuw, visdief en zwarte stern resteren na mitigatie negatieve effecten. Dit betreft voor alle vier de soorten, voor alle onderzochte alternatieven additionele sterfte in de vorm van jaarlijkse aanvaringslachtoffers. Voor de overige vogelsoorten waarvoor het IJsselmeer of omliggende Natura 2000-gebieden is aangewezen, is vastgesteld dat Windpark Fryslân, na het nemen van mitigerende maatregelen, geen negatief effect heeft. Dit betekent dat de voorgenomen ingreep (inclusief mitigatie) niet van invloed is op het al dan niet behalen van de instandhoudingsdoelen van Natura 2000-gebied IJsselmeer en omliggende Natura 2000-gebieden. Voor deze soorten is een cumulatiestudie in dit kader daarom niet relevant en niet uitgevoerd.

Voor de soorten topper, dwergmeeuw, visdief en zwarte stern is beoordeeld of in cumulatie met andere plannen en projecten waarover concrete besluitvorming heeft plaatsgevonden significant negatieve effecten kunnen optreden of dat deze met zekerheid zijn uit te sluiten. In de cumulatiestudie zijn plannen en projecten onderzocht die kunnen leiden tot additionele sterfte voor deze soorten.

In de cumulatiestudie zijn plannen en projecten onderzocht die kunnen leiden tot additionele effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelen voor deze soorten. Het betreft plannen en projecten waarvoor reeds concrete besluitvorming heeft plaatsgevonden, of verwacht wordt voorafgaand aan besluitvorming over windpark Fryslân. In paragraaf 3.6 is reeds een overzicht van andere plannen en projecten gegeven. In tabel 7.1 is een overzicht gegeven van de projecten en activiteiten die effect kunnen hebben op topper, dwergmeeuw, visdief en/of zwart stern. Voor deze projecten zijn de effecten voor deze soorten van windpark Fryslân in cumulatie bepaald en beoordeeld. Additioneel is de uitvoering van het beheer van de Kreupel conform het concept beheerplan voor het Natura 2000-gebied IJsselmeer positief voor de draagkracht van het IJsselmeer voor de visdief. Andere plannen en projecten (zoals Windpark Wieringermeer en Industriehaven Flevokust) die effecten op instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000-gebied IJsselmeer kunnen veroorzaken leiden niet tot additionele sterfte of aantasting van leefgebied van topper, dwergmeeuw, visdief en/of zwarte stern en dragen derhalve niet bij aan een cumulatief effect.

In de tabel is kernachtig samengevat welke effecten op basis van de beoordeling en/of passende beoordeling voor de betreffende plannen en projecten. In paragraaf 11.2.3 van bijlage D9 is dit in meer detail beschreven.

Tabel 5.30 Plannen en projecten cumulatie

Activiteit	Informatie	Gegevens
Windpark Noordoostpolder	Kenmerken project	86 windturbines bij de Noordoostpolder kust, 48 in het IJsselmeer en 38 op land op ruim 29 km afstand van windpark Fryslân
	Status	Vergund en in aanbouw. Bouw gereed eind 2016
	Relevante effecten	Jaarlijks additionele sterfte 20 toppers exploitatie (aanvaring)
Staand want visserij	Kenmerken	Visserij met vaste netten IJsselmeer, jaarlijks NBw-vergunning
	Status	NBw vergunning verleend
	Relevante effecten	Jaarlijks additionele sterfte 150 toppers (verstrikt in netten)
Versterking Afsluitdijk	Kenmerken	Overslagbestendig maken Afsluitdijk
	Status	Rijksinpassingsplan in ontwerp gepubliceerd (mei 2015). Uitvoering 2017-2021
	Relevante effecten	Tijdelijke verstoring zwarte stern, dwergmeeuw en topper door aanleg. Voldoende alternatieven, derhalve geen negatieve effecten.
Vismigratierivier	Kenmerken	Herstel zoet/zoutverbinding IJsselmeer/Waddenzee voor vis, door passage in de afsluitdijk en dammen/eilanden in Waddenzee/IJsselmeer. Ten westen van Kornwerderzand op ruim 4 km van het windpark
	Status	Provinciaal inpassingsplan in ontwerp gepubliceerd (juni 2015). Uitvoering in de periode 2017-2020
	Relevante effecten	Structureel positief effect visdief, zwarte stern en dwergmeeuw door verbetering foerageermogelijkheden (aanbod vis) en aanbod van broedgebied (visdief) en rustgebied in het IJsselmeer (dwergmeeuw, zwarte stern). Tijdens aanleg tijdelijke verstoring topper, voldoende alternatieven, derhalve geen negatief effect.
Zandwinning Smals	Kenmerken	Zandwinning nabij (circa 5,5 km) de Friese IJsselmeerkust (gemeente De Friese Meren). Afstand tot het windpark circa 20 km. Zandwinning in een gebied van 250 ha, realisatie van een werkeiland met een diepe winput.
	Status	Voorontwerp bestemmingsplan gepubliceerd juni 2015
	Relevante effecten	Geen negatief effect op visdief, dwergmeeuw en zwarte stern, slechts uitsluitend lokaal effect op vangbaarheid vis (vertroebeling). Positief effect visdief, dwergmeeuw en zwarte stern op beschikbaarheid vis door slibvang en aantrekkende werking spiering. Positief effect door broedgelegenheid visdief en rust- en slaapgebied visdief, dwergmeeuw, zwarte stern. Voor topper beperkt verstorende effecten tijdens exploitatie door scheepvaartbewegingen en verlies aan foerageergebied. Randen werkeiland geschikt als foerageergebied door toename driehoeksmosselen en golfvrije zones rustgebied voor topper.

### **Verstoring (aantasting leefgebied)**

De realisatie van windpark Fryslân leidt tot een geringe aantasting van de kwaliteit van het leefgebied van visdief, zwarte stern, dwergmeeuw en topper. Als gevolg van de mitigerende maatregel in de vorm van de natuurvoorziening (eiland met ondiepe luwe zone) wordt het effect van de windturbines geneutraliseerd en is zelfs sprake van een lichte verbetering van de kwaliteit van het leefgebied. Als gevolg van de overige projecten en initiatieven worden geen blijvende negatieve effecten verwacht in de vorm van aantasting van de kwaliteit van leefgebied voor deze soorten. Met inachtnaam van de mitigerende maatregelen heeft Windpark Fryslân in cumulatie met de overige projecten en initiatieven derhalve een licht positief effect op de kwaliteit van het leefgebied voor de genoemde vier de soorten.

### **Additionele sterfte**

Andere plannen en projecten leiden niet tot additionele sterfte voor visdief, dwergmeeuw en zwarte stern. Er is dan ook geen sprake van een cumulatief effect voor wat betreft additionele sterfte van windpark Fryslân voor deze soorten.

Voor de topper geldt dat dat additionele sterfte optreedt bij windpark Noordoostpolder (circa 20 toppers per jaar) en dat naar schatting maximaal 150 toppers jaarlijks verdrinken in de netten van de visserij met staand want. Voor visdief, zwarte stern en dwergmeeuw geldt dit risico niet op grond van het foeragegedrag (vliegend), terwijl de topper duikend foerageert op soorten op de bodem. Bij overige plannen en projecten treedt geen additionele sterfte op voor de topper.

De cumulatieve sterfte van Windpark Fryslân en overige plannen en projecten kan jaarlijks tot een sterfte van enkele honderden toppers leiden. Deze additionele sterfte is lager dan 1% van de natuurlijke mortaliteit. In het geval van de toppereend ligt het actuele populatieniveau 1.900 vogels boven het instandhoudingsdoel van het IJsselmeer (op basis van gemiddelde populatieomvang 07/08 - 11/12). Het aantal toppers in het IJsselmeer fluctueert jaarlijks, maar vertoont geen negatieve trend. Kennelijk is de draagkracht in de huidige situatie voldoende om het instandhoudingsdoel te behalen. Nu de aantallen zo ruim boven het instandhoudingsdoel liggen, de draagkracht in termen van voedsel en rust toenemen vanwege het initiatief met de realisatie van de natuurvoorziening en de cumulatieve sterfte dermate klein is dat deze lager is dan 1% van de natuurlijke sterfte, kan het optreden van significant negatieve effecten op het instandhoudingsdoel van de topper voor windpark Fryslân met inbegrip van mitigatie en cumulatie met zekerheid worden uitgesloten.

In de volgende tabellen zijn de effecten van windpark Fryslân voor de genoemde soorten in cumulatie met de effecten van andere plannen en projecten gepresenteerd. In tabel 5.30 is allereerst specifiek voor de topper de cumulatieve sterfte gepresenteerd. Daarbij is ten behoeve van de beoordeling van het cumulatieve effect tevens informatie opgenomen ten aanzien van de natuurlijke sterfte van de topper, de huidige staat van instandhouding en het instandhoudingsdoel voor Natura 2000-gebied IJsselmeer.

In tabel 5.31 is vervolgens een overzicht gegeven van de effecten op de kwaliteit van het leefgebied van visdief, zwarte stern, dwergmeeuw en topper, inclusief mitigatie en cumulatie ten gevolge van windpark Fryslân.

Tabel 5.31 Effect Windpark Fryslân voor toppereend in cumulatie met andere plannen en projecten

Effecten	Topper
<b>Sterfte</b>	
Variant 1	110-120
Variant 2	120-130
Variant 3	90-100
Variant 4	110-120
Windpark Noordoostpolder	20
Staan want visserij	150
- Onderzoek 2002/2003	267
- Onderzoek 2012/2013	10-en
- Orde grootte aantal slachtoffers tbv cumulatie	vele 10-en (gem. 150)
Overige plannen en projecten	0
<b>Cumulatieve sterfte</b>	
Variant 1	270-280
Variant 2	290-300
Variant 3	260-270
Variant 4	280-290
<b>Staat van instandhouding</b>	
1% mortaliteitsnorm	399
Huidig populatieniveau (vijfjarig gemiddelde)	17.700
Instandhoudingsdoel, niet-broedvogel	15.800

Tabel 5.32 Cumulatieve effecten visdief, zwarte stern, dwergmeeuw, topper kwaliteit leefgebied

Effecten kwaliteit leefgebied	Visdief	Zwarte stern	Dwergmeeuw	Topper
Effecten windpark Fryslân				
Aantasting leefgebied				
Variant 1	0-5*	0-5	5-10	5-10
Variant 2	5-10*	5-10	10-15	5-10
Variant 3	0-5*	0-5	5-10	0-5
Variant 4	0-5*	0-5	5-10	0-5
Effecten mitigatie (natuurvoorziening) (alle varianten)	+	+	+	++
Resteffect windpark Fryslân na mitigatie	+	+	+(variant 2: 0/+)	+
Cumulatieve effecten leefgebied				

Effecten kwaliteit leefgebied	Visdief	Zwarte stern	Dwergmeeuw	Topper
Afsluitdijk	0	0	0	0
Vismigratierivier	+	+	+	0
Zandwinning smals	0	0	0	0
<b>Cumulatief effect (alle varianten)</b>	0/+	0/+	0/+	0

\* Niet meer dan de helft van deze verstoorde visdieven heeft betrekking op visdieven die in het IJsselmeer broeden. Het verstoringseffect is in het kader van de Nbwet dan ook verwaarloosbaar klein en verder buiten beschouwing gelaten.

-	negatief effect
0/-	neutraal of verwaarloosbaar klein negatief effect
0	neutraal effect
0/+	klein positief effect
+	positief effect

Uit de beoordeling komt naar voren dat voor een aantal vogelsoorten uit Natura 2000-gebied IJsselmeer significant negatieve effecten op het IJsselmeer ten aanzien van het behalen van de doelen van deze soorten zonder mitigatie niet zijn uit te sluiten. De getroffen mitigerende maatregelen, de stilstandvoorziening en rekening houdend met het effect van de natuurvoorziening, mitigeren deze effecten echter tot een niveau waarop de effecten ten gevolge van het initiatief zelf niet significant zijn. Met uitzondering van de effecten op de topper, visdief, dwergmeeuw en zwarte stern waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld voor Natura 2000-gebied IJsselmeer zijn de effecten op soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn gesteld neutraal en voor een aantal soorten zelfs licht positief.

Voor topper, visdief, dwergmeeuw en zwarte stern zijn de effecten in cumulatie met ander relevante plannen en projecten bepaald en beoordeeld. Voor de soorten waarvoor negatieve effecten uit de effectbeoordeling naar voren kwamen zijn de effecten na mitigatie en cumulatie beoordeeld in hoofdstuk 6 en 7 en in paragraaf 8.1 samengevat. Op grond van de beoordeling wordt geconcludeerd dat significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van het IJsselmeer voor deze soorten of de uitbreiding van de omvang en/of kwaliteit van het leefgebied voor soorten met een verbeterdoelstelling, met inbegrip van mitigatie en cumulatie voor alle varianten van Windpark Fryslân met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Het windpark leidt dan ook niet tot aantasting van de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebied IJsselmeer.

#### 5.5.4 Conclusie effecten Natura 2000

Op grond van de beoordeling wordt geconcludeerd dat significant negatieve effecten op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van het IJsselmeer voor deze soorten of de uitbreiding van de omvang en/of kwaliteit van het leefgebied voor soorten met een verbeterdoelstelling, met inbegrip van mitigatie en cumulatie voor alle varianten van Windpark Fryslân met zekerheid uitgesloten kunnen worden. Het windpark leidt dan ook niet tot aantasting van de natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebied IJsselmeer.

Ook treden door externe werking geen significant negatieve effecten op, op instandhoudingsdoelstellingen van andere Natura 2000-gebieden, en worden de natuurlijke kenmerken van deze gebieden niet aangetast.

Deze conclusies zijn van toepassing op zowel de aanleg, exploitatie als ontmanteling van het initiatief.

## 5.6 Afweging

In relatieve zin geldt dat voor alle alternatieven geldt dat, mede rekening houdend met de mitigerende werking van het werkeiland en de stilstandvoorziening, geen aantasting van de natuurlijke kenmerken van Natura 2000 gebieden optreden aangezien significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebied IJsselmeer of andere Natura 2000-gebieden door externe werking met zekerheid kunnen worden uitgesloten. Tevens komt de gunstige staat van instandhouding van soorten niet in het geding. Dit geldt voor alle fasen van het windpark.

Verschillende fundatiealternatieven zijn onderzocht en ook voor deze alternatieven geldt dat voor alle alternatieven geen relevante effecten optreden. De effecten van de alternatieven hebben verschillende effecten (onderwatergeluid, vertroebeling) echter dit betreft in alle gevallen effecten van tijdelijke aard zonder blijvende gevolgen.

In tabel 5.33 is de afweging van de alternatieven ten aanzien van het aspect ecologie gegeven, rekening houdend met het effect van het werkeiland en de bijdrage van mitigatie. De effecten beperken zich tot additionele sterfte voor vogels en vleermuizen. Voor alle alternatieven is, een negatieve of licht negatieve score weergegeven. Daarbij is rekening gehouden met het gegeven dat het aantal aanvaringsslachtoffers in relatieve zin zeer beperkt is, voor nagenoeg alle soorten minder dan 1% van de natuurlijke sterfte.

Het aantal aanvaringsslachtoffers verschilt per alternatief en is met name gerelateerd aan het aantal windturbines. Alternatief 2 scoort dan ook het meest negatief en de overige alternatieven gelijk. In de tabel is het effect van de mitigatie tevens opgenomen; dit leidt niet tot een andere score in algemene zin aangezien de mitigatie, de stilstandvoorziening voor zwarte stern en visdief, slechts op deze soorten effect heeft.

Voor het werkeiland geldt dat het gebruik ervan slechts leidt tot beperkte milieueffecten gezien de aard van de voorziene werkzaamheden. Deze zijn tijdelijk en lokaal en ter plaatse van het werkeiland. Daarnaast heeft het werkeiland in de exploitatiefase in de vorm als natuurvoorziening een positief effect op rust- en foerageermogelijkheden van watervogels.

Tabel 5.293 Beoordelingscriteria ecologie

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling					
Natuur	Alternatief		1	2	3	4
	Vogels	Sterfte	-/0	-	-/0	-/0

		Verstoring	0	0	0	0
		Barrièrewerking	0	0	0	0
	Vleermuizen	Sterfte	-/0	-/0	-/0	-/0
		Verstoring	0	0	0	0
	Overige soorten	Verstoring/ sterfte	0	0	0	0
	Voedsel	Aanbod voedsel-omvang	0	0	0	0

## 5.7 Optimalisatie

In de hoofdstukken over energie en landschap zijn een drietal scenario's geformuleerd als optimalisatie om de energieopbrengst van het windpark te vergroten en de effecten op landschap te beperken. Daarbij is tevens rekening gehouden met het aspect ecologie. Uit de effectbeoordeling komt, conform verwachting, naar voren dat er een sterke correlatie is tussen het aantal windturbines en de ecologische effecten. Door het aantal windturbines te verminderen nemen de negatieve effecten op ecologie af. Echter de energieopbrengst ook. Door de opstelling te optimaliseren voor het verminderen van het parkeffect en door het effect van een grotere rotor te beschouwen kan worden bepaald of de energieopbrengst is te vergroten bij kleinere of gelijke negatieve effecten op ecologische waarden.

De scenario's bestaan uit een nagenoeg gelijk aantal windturbines (scenario C, een variatie op alternatief 4) of kleiner aantal windturbines (scenario A, een variatie op alternatief 2 en B, een variatie op alternatief 4). De minimale onderlinge tussenafstanden tussen de windturbines van 600 m zijn gehandhaafd en voor scenario A is in plaats van een rotor van 120 meter een rotor van 130 meter toegepast. Voor dit scenario, een variatie op het alternatief , alternatief2, met de grootste effecten op ecologie, zijn ook 11 windturbineposities weggelaten. Door Bureau Waardenburg zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd om de aantallen aanvaringslachtoffers en de potentiële verstoring ten gevolge van de scenario's te bepalen. Deze zijn in bijlage D9B opgenomen.

De afname van het aantal windturbines leidt tot een lagere additionele sterfte en minder verstoring (van de windturbines op zichzelf), terwijl een iets grotere rotor (5 meter per blad) leidt tot een iets hogere additionele sterfte.

De veranderde opstelling leidt niet tot gewijzigde effecten op andere soorten en habitats dan vogels en vleermuizen.

### Aanvaringslachtoffers vogels algemeen

De ordegrrootte van het aantal aanvaringslachtoffers onder vogels is gebaseerd op het aantal windturbines. Daarbij wordt uitgegaan van circa 25 slachtoffers per jaar. De wijziging van het aantal windturbines leidt daarmee tot een verandering in het verwachte aantal aanvaringslachtoffers. De wijziging van de rotor voor scenario A tot 130 m is dermate beperkt (5 meter per rotorblad) dat dit voor het aantal aanvaringslachtoffers in zijn algemeen per windturbine niet relevant is.



Tabel 5.304 Ordegrootte aan aanvaringsslachtoffers scenario's

Alternatief	A	B	C
Aantal slachtoffers per turbine	±25	±25	±25
Aantal turbines	89	60	65
Totaal aantal slachtoffers per jaar	±2.225	±1.500	±1.625

Zoals te verwachten is het aantal aanvaringsslachtoffers ten gevolge van scenario C gelijk aan dat van het basisalternatief (alternatief 4) en iets lager bij scenario B ten gevolge van het kleinere aantal windturbines. Voor scenario A geldt dat het aantal aanvaringsslachtoffers enkele honderden slachtoffers kleiner is ten opzichte van het basisalternatief.

In tabel 5.35 zijn de aantallen aanvaringsslachtoffers voor de soorten die lokaal verblijven in of nabij het windpark en gezien aanwezigheid, gebiedsgebruik en gedrag een reëel kans hebben om in aanvaring te komen met een windturbine. Voor overige soorten die lokaal verblijven geldt dat geen of een verwaarloosbaar aantal slachtoffers vallen. De soorten in de tabel die zijn onderstreept betreffen soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen in het kader van Natura 2000 zijn gesteld. Voor seizoenstrekkers komt de ordegröte van het aantal aanvaringsslachtoffers overeen met de MER alternatieven.

Tabel 5.315 Ordegrootte aanvaringsslachtoffers scenario's

Soort	Scenario A	Scenario B	Scenario C
<b>Aantal turbines</b>	<b>89</b>	<b>60</b>	<b>65</b>
<u>visdief (b)</u>	50-60	40-50	40-50
visdief (nb)	90-100	70-80	70-80
<u>toppereend</u>	130-140	100-110	120-130
<u>zwarte stern</u>	110-120	90-100	90-100
zilvermeeuw	0-10	0-10	0-10
kokmeeuw	370-890	290-740	310-780
<u>kuifeend</u>	30-40	30-40	30-40
stormmeeuw	210-510	170-420	180-440
grote mantelmeeuw	30-60	30-50	30-50
<u>dwergmeeuw</u>	30-50	20-40	30-40
<u>tafeleend</u>	0-5	0-5	0-5
<u>kleine mantelmeeuw</u>	0-5	0-5	0-5

Het aantal aanvaringsslachtoffers per soort is voor scenario B is lager vergeleken met de aantallen voor alternatief 4. Voor scenario's A en C geldt dat deze vergelijkbaar zijn met de aantallen van respectievelijk alternatieven 2 en 4. Voor alternatief A is voor sommige soorten sprake van een enigszins lager aantal en voor andere een vergelijkbaar aantal. Voor de toppereend worden beperkt hogere aantallen aanvaringsslachtoffers verwacht. De gewijzigde

opstelling met een grotere rotor maar minder windturbines leidt derhalve tot een vergelijkbaar effect als het alternatief waar deze op is gebaseerd.

### Verstoring vogels

Voor de verstoring, leidend tot aantasting van leefgebied van vogels, geldt dat de effecten van de scenario's kleiner of vergelijkbaar zijn met de effecten van de alternatieven die als basis hebben gediend voor de scenario's.

Tabel 5.36 Aantasting leefgebied ordegruote vogelsoorten (Natura 2000 soorten onderstreept)

Soort	Scenario A	Scenario B	Scenario C
<b>Aantal turbines</b>	<b>89</b>	<b>60</b>	<b>65</b>
<u>grote zaagbek</u>	50-60	30-40	40-50
<u>brilduiker</u>	20-30	10-20	20-30
knobbelzwaan	20-30	20-30	20-30
<u>fuut</u>	10-20	10-20	10-20
kokmeeuw	10-20	10-20	10-20
stormmeeuw	10-20	10-20	10-20
<u>grauwe gans</u>	10-20	10-20	10-20
<u>toppereend</u>	5-10	0-5	5-10
<u>zwarte stern</u>	5-10	0-5	0-5
<u>visdief</u>	5-10	0-5	0-5
grote mantelmeeuw	0-5	0	0-5
<u>aalscholver</u>	0-5	0-5	0-5
<u>dwergmeeuw</u>	10-15	5-10	5-10
zilvermeeuw	0-5	0-5	0-5
<u>kuifeend</u>	0-5	0-5	0-5
<u>smient</u>	0	0	0
<u>wilde eend</u>	0	0	0
<u>tafeleend</u>	0	0	0
<u>bergeend</u>	0	0	0
<u>krakeend</u>	0	0	0
<u>middelste zaagbek</u>	0	0	0
<u>nonnetje</u>	0	0	0
<u>kleine mantelmeeuw</u>	0	0	0

Soort	Scenario A	Scenario B	Scenario C
<b>Aantal turbines</b>	<b>89</b>	<b>60</b>	<b>65</b>
<u>eider</u>	0	0	0
<u>meerkoet</u>	0	0	0

Het effect dat in tabel 5.35 is opgenomen betreft het effect van de windturbines zonder rekening te houden met het effect van het werkeiland. Aangezien het werkeiland niet wijzigt blijven de conclusies over de mitigatie die hiervan uit gaat op aantasting van leefgebied gelden.

De beoordeling ten aanzien van de vereiste mitigerende maatregel en de effecten na mitigatie wijzigt niet ten gevolge van de beschrijving en beoordeling in paragraaf 5.3 en 5.4 en de conclusie voor Natura 2000-gebieden in paragraaf 5.5. Toepassing van een *shut down on demand* stilstandvoorziening gericht op visdief en zwarte stern blijft vereist.

Voor de uitgevoerde beoordeling in cumulatie geldt dat voor de zwarte stern een lager aantal aanvaringslachtoffers wordt verwacht waardoor de beoordeling niet wijzigt. Voor de topper worden circa 10 extra aanvaringslachtoffers per jaar verwacht. De conclusie van de beoordeling van de met andere plannen en projecten leidt tot een vergelijkbare uitkomst. De beoordeling van het cumulatieve effect verandert niet.

Voor de scenario's kunnen significant negatieve effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden en daarmee op de natuurlijke kenmerken van deze gebieden met zekerheid worden uitgesloten, in cumulatie met ander plannen en projecten rekening houdend met alle onderdelen van het windpark en de getroffen mitigerende maatregelen.

De beoordeling van de additionele sterfte in vergelijking in het kader van de flora- en faunawet is ongewijzigd aangezien de effecten dezelfde ordegrrootte hebben. Voor de scenario's kunnen negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding worden uitgesloten.

#### **Aanvaringslachtoffers vleermuizen**

Voor de ruige dwergvleermuis worden gemiddeld 1,5 aanvaringslachtoffers per jaar verwacht per turbine. Voor scenario's A, B en C geldt derhalve een effect dat vergelijkbaar of kleiner is met de eerder onderzochte alternatieven en hiervoor kunnen negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding worden uitgesloten.

**Tabel 5.37 Ordegrrootte aan aanvaringslachtoffers VKA scenario's**

Alternatief	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Aantal slachtoffers per turbine per jaar	135	90	100



## 6 GELUID & SLAGSCHADUW

### 6.1 Beoordelingskader

#### 6.1.1 Geluid

Bij de bouw en beheer van windturbines wordt geluid geproduceerd. Het geluid gedurende de aanlegfase is tijdelijk van aard. Tijdens de exploitatiefase is het geluid van de windturbines het enige relevante geluid. De geluidsproductie is van invloed op de kwaliteit van de leefomgeving in potentie. Verder kan het initiatief in potentie invloed op hebben op nabij gelegen stiltegebieden.

##### **Aanlegfase**

In de aanlegfase van het windpark ontstaat door aanlegwerkzaamheden eveneens geluidbelasting. Het gaat hier zowel om onderwatergeluid als geluid bovenwater. Het betreft een tijdelijke geluidbelasting. Eventuele gevolgen voor natuur door de geluidbelasting zowel onder als boven water staan in hoofdstuk 5. Dit hoofdstuk beperkt zich tot de geluidbelasting voor de verschillende fundatieconstructies en de verschillen tussen de alternatieven. Daarnaast wordt ingegaan op de aanleg van het werkeiland. Voor hinder wordt geen verdere beoordeling uitgevoerd. Dit betreft een tijdelijk effect wat gereguleerd is op basis van artikel 8.4 van het Bouwbesluit 2012.

Er zijn geen wettelijke normen voor de geluidbelasting onder water. Bij zeer hoge onderwatergeluidsniveaus kan verstoring, tijdelijke of permanente schade en/of sterfte bij bijvoorbeeld vissen optreden. Geluid bovenwater kan leiden tot verstoring van onder andere zeezoogdieren. Eventuele gevolgen voor natuur, bijvoorbeeld door verstoring, komen in het hoofdstuk 'ecologie' aan de orde. De beoordeling van de effecten is gerelateerd aan de geluidsniveaus waarop gevolgen voor natuur kunnen worden verwacht.

Geluid in de aanlegfase wordt veroorzaakt door scheepvaartbewegingen en aanlegwerkzaamheden zoals het heien van palen voor de fundaties van de windturbines. De geluidbelasting (duur van de geluidbelasting en maximale geluidsniveaus) verschilt per type fundament en is afhankelijk van de heipaaldiameter, de hamerenergie (per klap) en het aantal benodigde heiklappen om de heipaal op de gewenste diepte te krijgen. De verschillende fundatieconstructies zijn op basis van *expert judgement* en rekening houdend met de hiervoor genoemde kenmerken beoordeeld. Daarnaast is de geluidbelasting van de alternatieven bekeken. Uitgaande van eenzelfde fundatietechniek worden de verschillen vooral bepaald door de afmetingen en het aantal windturbines.

Bij heierwerkzaamheden kunnen hoge geluidsniveaus optreden die effecten kunnen hebben op vissen, zoals wegzwemmen en sterfte van vissen en/of vislarven. Dit geldt vooral voor het heien van *monopiles*. Voor onderwatergeluid is het heien van de *monopile* maatgevend; het heien van kleinere heipalen kost beduidend minder kracht en leidt daardoor tot (veel) lagere geluidsniveaus. Dit is ook het geval voor het intrillen van heipalen en/of damwanden. Daarom heeft TNO voor de *monopile*-fundatie de te verwachten onderwatergeluidbelasting berekend. Deze berekeningen geven een indicatie van de orde van grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot fysiologische effecten bij vissen.

Onderwatergeluid kan mariene organismen al naar gelang het geluidsdrukkniveau en de frequentie op verschillende manieren beïnvloeden. In de literatuur worden meestal zones van geluidsbeïnvloeding onderscheiden, lopend van een zone waarbij het geluid wordt gehoord, maar waarin het dier niet reageert tot aan een zone waarin ernstige fysieke schade of dood optreedt. Daartussen liggen zones van gedragsbeïnvloeding, waarin het dier van het geluid wegzweemt of erdoor wordt aangetrokken en een zone waarbij een tijdelijke of permanente verhoging van de gehoordrempel optreedt (TTS = *temporary threshold shift* en PTS = *permanent threshold shift*). Daarnaast kan voor sommige dieren maskering een rol spelen. Dit is de situatie waarin het niet-natuurlijke geluid een vergelijkbaar frequentiebereik en een vergelijkbare geluidssterkte heeft als de door de dieren zelf of hun prooien of predatoren geproduceerde geluiden. Op basis van recent wetenschappelijk onderzoek wordt als drempelwaarde voor het beoordelen van onderwatergeluid uitgegaan van SEL<sub>CUM</sub> van 207 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ . Bij vissen die aan deze waarde of lager worden blootgesteld treden geen (gehoor)schade op. Als drempelwaarde voor het optreden van sterfte bij vissen met zwemblaas wordt uitgegaan van SEL<sub>CUM</sub> van 216 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$ . Voor het optreden van optreden van een permanente verhoging van de gehoordrempel (*permanent threshold shift* = PTS) bij zeehonden is een drempelwaarde van SEL<sub>CUM</sub> 186 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  gehanteerd. De achtergrond achter de gehanteerde waardes is opgenomen in bijlage D-12.

Voor de geluidbelasting bovenwater geldt in principe hetzelfde als voor onderwatergeluid. Het type fundatie, de installatiemethode en het aantal turbines is bepalend voor de geluidbelasting (duur en maximale niveaus). Omdat vooral zeezoogdieren gevoelig zijn voor verstoring door geluid bovenwater is als beoordelingscriterium gekeken naar de geluidbelasting van de Waddenzee.

**Tabel 6.1 Beoordelingscriteria geluid aanlegfase**

Aanlegfase	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwatergeluid - fundatie methode	Onderwatergeluidniveau s	Oppervlakte binnen relevante geluidsniveaus en kwalitatief (effectbeoordeling)
Bovenwatergeluid	Bovenwatergeluidniveau s	Oppervlakte binnen relevante geluidsniveaus en kwalitatief (effectbeoordeling)
Onderwatergeluid	Overige werkzaamheden	Kwalitatief

Tabel 6.2 Toelichting scores geluid aanlegfase

Beoordelingscriteria	Neutraal (0)	Licht negatief (-)	Negatief (--)
Onderwatergeluid	Geen of geringe toename onderwatergeluidbelasting relevant voor vissen en zeezoogdieren	Matige onderwatergeluidbelasting. Mogelijk tijdelijke fysiologische reacties en gedragsverandering. Er is geen sprake van permanente dan wel fysiologische gevolgen.	Forse onderwatergeluidbelasting, met geluidniveaus waarop (blijvende) fysiologische gevolgen voor vissen en zeezoogdieren kunnen optreden
Bovenwatergeluid	Geen of verwaarloosbare geluidbelasting	Een geringe geluidbelasting qua oppervlak met relevante geluidsniveaus	Forse geluidbelasting (grote oppervlak tes relevante niveaus waarop verstoring kan optreden)

Effecten met betrekking tot onderhoud van de turbines betreffen voornamelijk veranderingen in de verkeersdynamiek. Deze effecten zijn van mindere aard dan de effecten in de aanlegfase aangezien het aantal verkeersbewegingen per dag minimaal is aangezien slechts één onderhoudsschip per dag actief is.

#### Exploitatiefase

Overlast of hinder kan optreden wanneer windturbines in de nabijheid van (woon)bebouwing geplaatst worden. Of en in welke mate hinder optreedt, is afhankelijk van de geluidsbelasting die wordt veroorzaakt. Het geluid wordt veroorzaakt door de windturbine en het geluidsniveau neemt af met een toenemende afstand tot de windturbine. In het algemeen geldt dat op een afstand van 1.500 meter hinder kan worden uitgesloten.

#### Kader 6.1 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.

- Gezien de locatie van het windpark adviseert de Commissie het aspect leefomgeving op hoofdlijnen mee te nemen.
- Presenteer in het MER voor de huidige situatie en de inrichtingsalternatieven:
  - De geluidscontour ( $L_{den}$  en  $L_{night}$ ) rondom de windturbines, bijvoorbeeld in 5 dB klassen (ook onder de 47 dB  $L_{den}$ );
  - De laagfrequente geluidbelasting op maatgevende woningen;
  - De ligging en aantal woningen en gevoelige bestemmingen in bovengenoemde contouren.
- Bepaal of aan de wettelijke normen conform het Activiteitenbesluit kan worden voldaan en of in bepaalde inrichtingsalternatieven de geluidbelasting – ook onder de wettelijke normen – beduidend lager zal liggen.
- Indien maatregelen nodig zijn om het vermogen te beperken, dient de afname van de energieopbrengst te worden aangegeven.
- Het MER dient de onderbouwing te leveren waarom de beïnvloeding van de stiltegebieden (dag en nacht) acceptabel is. Betrek hierbij de milieu voor- en nadelen van het park.



### *Geluidbelasting*

Windturbines produceren geluid door het draaien van de rotorbladen. Voor de normstelling van geluid is het Besluit algemene regels voor inrichtingen (het Activiteitenbesluit) van toepassing. De regelgeving is gebaseerd op een jaargemiddeld geluidsniveau op de gevel van geluidsgevoelige objecten (over het algemeen woningen) aan de waarden Lden 47dB (A) en Lnight 41dB (A). De Lden-norm is gebaseerd op een dosis-effect relatie specifiek voor windturbinegeluid. Deze norm is afgeleid uit onderzoek naar de hinderbeleving van windturbinegeluid. Aangezien de norm uitgaat van de hinderbeleving van het geluid van windturbines en de dosis-effect relatie die hierbij hoort, heeft de normstelling voor windturbinegeluid geen relatie met het actuele achtergrondniveau van geluid in een bepaald gebied.

Bepaald wordt welke woningen binnen de contouren van Lden/Lnight zijn gelegen en wat de geluidbelasting op de gevel van deze woningen is. Tevens worden de contouren van lagere waarden bepaald, inclusief de geluidsgevoelige objecten binnen deze contouren. Daarmee wordt inzichtelijk welke invloedsgebied lagere geluidswaarden hebben.

### *Laagfrequent geluid*

Windturbines stralen tevens laagfrequent geluid uit. In het algemeen geldt dat het aandeel laagfrequent geluid zo laag is dat dit nauwelijks of niet bijdraagt aan de beleving op de afstanden die worden aangehouden voor het reguliere geluid van windturbines. In tegenstelling tot andere landen ziet de Nederlandse norm voor geluidbelasting van windturbines toe op het laagfrequent geluid, met andere woorden, laagfrequent geluid is onderdeel van de Lden norm en biedt daarmee voldoende bescherming voor gevoelige objecten. Het ministerie van I&M heeft aangegeven dat buitenlandse normen zoals de 'Deense norm' geen extra bescherming bieden ten opzichte van de Nederlandse norm.<sup>48</sup> Indien door de varianten aan de Lden norm wordt voldaan, kan worden geconcludeerd dat ook laagfrequent geluid geen onaanvaardbaar effect heeft op gevoelige objecten in de omgeving.

### *Methode Miedema*

De windturbines zijn één van de geluidsbronnen aanwezig in een gebied. Naast windturbines zijn er diverse andere geluidsbronnen, zoals verkeer en industriële activiteiten. De optelsom van geluidsbronnen is van invloed op de omgevingskwaliteit. Verschillende bronnen van geluid kunnen niet zomaar worden opgeteld. Om een indruk te krijgen van de invloed op de omgevingskwaliteit van de woonomgeving kan de zogenaamde 'Methode Miedema' worden toegepast. Dit biedt een methode om verschillende geluidsbronnen op te tellen. Het resultaat is verschillende klassen in dB met een oordeel over de kwaliteit van de leefomgeving. In tabel 6.1 zijn de klassen en de bijbehorende beoordeling van de kwaliteit van de leefomgeving weergegeven. De berekende waarde is geen feitelijk geluidsniveau, dit is de reden waarom aan de getallen een waardering is gekoppeld van 'goed' tot 'zeer slecht'. De verandering in de klassen in de methode Miedema zijn een maat om de relatieve bijdrage ten gevolge van de realisatie van het initiatief aan de omgevingskwaliteit te beoordelen.

<sup>48</sup> Brief: 'Laagfrequent geluid van windturbines' (Ministerie van I&M 31-03-2014)

Tabel 6.3 Omgevingskwaliteit aspect geluid classificatie Miedema methode

Geluidsklasse	Beoordeling Miedema
< 50 dB	Goed
50 – 55 dB	Redelijk
55 – 60 dB	Matig
60 – 65 dB	Tamelijk slecht
65 – 70 dB	Slecht
>70 dB	Zeer slecht

*Stiltegebied*

Op grond van art. 2.5.2 van het Barro is de 'rust' van de Waddenzee beschermd als landschappelijke waarde. In navolging hiervan is de Waddenzee in het Frysk Miljeuplan aangewezen als stiltegebied evenals de (voormalige) natuurmonumenten langs de Friese IJsselmeerkust. Deze stiltegebieden zijn in de Provinciale milieuverordening van de provincie Fryslân vastgelegd. Voor de stiltegebieden gelden beperkingen voor activiteiten waarbij geluid wordt geproduceerd. In de stiltegebieden mag de natuurlijk heersende rust niet worden verstoord voor de aangewezen activiteiten. Delen van de Waddenzee zijn uitgezonderd van deze status, waaronder de aanvliegroute naar de Vliehors en de haven bij Harlingen.

In het MER wordt de geluidsbelasting van het windpark op het stiltegebied bepaald. In het Barro en in de provinciale milieuverordening is geen getalsnorm opgenomen voor de rust/stilte. Voor stiltegebieden wordt in algemene zin een waarde van 40 dB(A) als streefwaarde geadviseerd ([www.atlasleefomgeving.nl](http://www.atlasleefomgeving.nl)). Het effect op ecologische waarden ten gevolge van geluid is onderdeel van de beoordeling in hoofdstuk 5 (natuur).

Tijdens de exploitatiefase treedt tevens onderwatergeluid uit ten gevolge van draaiende windturbines en in bedrijf zijnde windturbines. Het geluidsniveau is vele malen lager dan het geluid dat optreedt bij het heien van fundatiepalen.

Tabel 6.4 Beoordelingscriteria geluid

Fase	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Exploitatiefase	Aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidnorm (47 dB $L_{den}$ en 41 dB $L_{night}$ ) wordt overschreden	Aantal woningen
	Aantal woningen binnen geluidcontour ( $L_{den}$ = 37 - 42 dB & $L_{den}$ 42 – 47dB)	Aantal woningen binnen de contouren
	Oppervlakte van het gebied binnen de geluidcontour $L_{den}$ = 47 dB	Aantal hectare en kwalitatief
	Oppervlakte stiltegebied 40 dB(A) contour	Aantal hectare en kwalitatief
	Omgevingskwaliteit, conform methode Miedema bij woningen	Kwalitatief
	Onderwatergeluid	Kwalitatief (en deels kwantitatief)
	Bovenwatergeluid	Kwalitatief

Tabel 6.5 Toelichting scores geluid exploitatie fase

Beoordelings-criteria	Neutraal (0)	Licht negatief (-)	Negatief (--)
Onderwatergeluid	Geen of geringe toename van de onderwatergeluidbelasting ten opzichte van de referentie situatie. Er treden geen gevolgen op voor vissen en zeezoogdieren	Matige toename onderwatergeluidbelasting. Geringe of tijdelijke gevolgen voor vissen en zeezoogdieren kunnen optreden	Forse toename onderwatergeluidbelasting, met geluidniveaus waarop fysiologische gevolgen voor vissen en zeezoogdieren kunnen optreden
Bovenwatergeluid (ecologie)	Geen of verwaarloosbare geluidbelasting	Een geringe geluidbelasting qua oppervlak met relevante geluidsniveaus	Forse geluidbelasting (groot oppervlak en relevante niveaus waarop verstoring kan optreden)
Bovenwatergeluid (hinder)	Geen of minimaal aantal woningen met geluidsbelasting. Er wordt voldaan aan de wettelijke geluidsnorm bij woningen en andere objecten.	Meer dan enkele woningen /objecten ondervinden geluidsbelasting. Er zijn woningen/objecten waar niet voldaan wordt aan de wettelijke geluidsnorm zonder mitigatie	Fors aantal woningen/objecten ondervindt geluidsbelasting. Er zijn woningen/objecten waar niet voldaan wordt aan de wettelijke geluidsnorm zonder mitigatie
Omgevingskwaliteit	Geen verandering van de omgevingskwaliteit	Verslechterings omgevingskwaliteit één klasse bij woningen/objecten of stiltegebied	Verslechterings omgevingskwaliteit meer dan één klasse bij woningen/objecten of stiltegebied
Stiltegebied	Geen toename van de geluidbelasting ten opzichte van de referentiesituatie.	Een zeer beperkte cq verwaarloosbare toename van de geluidbelasting qua oppervlak met beperkte geluidsniveaus	Een forse toename van de geluidbelasting (groot oppervlak en relevante niveaus) ten opzichte van de referentiesituatie.

### 6.1.2 Slagschaduw

De draaiende rotoren van windturbines veroorzaken een bewegende schaduw op de omgeving. Deze zogenaamde slagschaduw kan onder bepaalde omstandigheden als hinderlijk worden ervaren doordat een bepaalde mate van flikkering optreedt. De mate van hinder wordt onder meer bepaald door de frequentie en de intensiteit van de flikkering en de blootstellingsduur. Daarbij zijn de afstand tot de turbine, de stand en aanwezigheid van de zon en het al dan niet draaien van de turbines bepalende aspecten.

**Kader 6.3 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.**

- Gezien de locatie van het windpark adviseert de Commissie het aspect leefomgeving op hoofdlijnen mee te nemen.
- Presenteer in het MER voor de huidige situatie en de inrichtingsalternatieven:
  - De contouren voor slagschaduw (6 en 15 uur)
  - De ligging en aantal woningen en gevoelige bestemmingen in bovengenoemde contouren.
- Bepaal of aan de wettelijke normen conform het Activiteitenbesluit kan worden voldaan en of in bepaalde inrichtingsalternatieven de geluidbelasting – ook onder de wettelijke normen – beduidend lager zal liggen.

De frequentie (flikkerfrequentie) van de slagschaduw is van invloed op de hinderlijkheid van de slagschaduw. In het Activiteitenbesluit is gesteld dat flikkerfrequenties (aantal schaduwbladen per minuut) tussen 2,5 en 14 Hz als zeer hinderlijk worden ervaren. De windturbines in de onderzochte klassen hebben een toerental van circa (maximaal) 14 - 15 omwentelingen per minuut. Bij windturbines is dit niet aan de orde aangezien sprake is van een flikkerfrequentie van minder dan 1 Hertz.

In het Barim wordt als norm gesteld dat een maximale slagschaduwduur van 20 minuten per dag gedurende gemiddeld 17 dagen per jaar acceptabel is. Uit de Regeling algemene regels voor inrichtingen milieubeheer (rarim) volgt dat windturbines een automatische stilstand voorziening dienen te bezitten indien slagschaduw optreedt ter plaatse van gevoelige objecten (veelal woningen), voor zover de afstand tussen de woningen of andere gevoelige bestemmingen minder dan 12 maal de rotordiameter bedraagt en gemiddeld meer dan 17 dagen per jaar gedurende meer dan 20 minuten per dag slagschaduw kan optreden.

Voor de beoordeling van het aspect slagschaduw is aangesloten bij de norm uit de Rarim. Bepaald wordt hoeveel woningen binnen de wettelijk toegestane schaduwduurcontour liggen. Hiervoor wordt conservatief van een slagschaduwduur van maximaal 6 uur<sup>49</sup> per jaar aangehouden waarbij zeker aan de gestelde norm wordt voldaan. Ook worden twee andere slagschaduwduurcontouren (0 en 15 uur) gepresenteerd, inclusief het aantal woningen dat binnen deze contouren is gelegen.

**Tabel 6.6 Beoordelingscriteria slagschaduw**

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Het aantal gevoelige objecten <sup>50</sup> waarbij de wettelijk toegestane schaduwduur wordt overschreden (zonder mitigerende maatregelen) (6 uren contour)	aantal woningen
Het aantal woningen/wijken binnen de 15 urencontour	aantal woningen

<sup>49</sup> 17 x 20 minuten slagschaduw is 340 minuten, wat gelijk staat aan 5,66 uur. Conservatief wordt 6 uur aangehouden.

<sup>50</sup> Is feitelijk het aantal toetspunten, of wel het aantal representatieve woningen.

Tabel 6.7 Toelichting scores slagschaduw

Beoordelings-criteria	Neutraal (0)	Licht negatief (-)	Negatief (--)
Slagschaduw (hinder)	Geen of minimaal aantal woningen met slagschaduwbelasting. Er wordt voldaan aan de wettelijke norm bij woningen en andere objecten.	Meer dan enkele woningen ondervinden slagschaduwbelasting. Er zijn woningen/objecten waar niet voldaan wordt aan de wettelijke geluidsnorm zonder mitigatie	Fors aantal woningen ondervindt slagschaduwbelasting. Er zijn woningen/objecten waar niet voldaan wordt aan de wettelijke norm zonder mitigatie

## 6.2 Referentiesituatie

### 6.2.1 Geluid

#### Huidige situatie

##### *Hinder*

In de directe omgeving van de windturbines zijn enkele relevante geluidsbronnen gelegen, het wegverkeer over de snelweg A7 (Afsluitdijk), de scheepvaart in het gebied, geconcentreerd in de vaarroute vanuit het zuiden naar de Lorentzsluizen en in de vaarroute in de Waddenzee naar het westen en geluid afkomstig van militaire vliegtuigen in de aanvliegeroute naar de Vliehors. In de huidige situatie, zonder windturbines, wordt de akoestische situatie ter plaatse van de woning (woonboot Breezanddijk), de camping en het stiltegebied Waddenzee met name door de geluidsbron A7 bepaald. De woning geldt als een geluidsgevoelig object waar de normen uit het Barim van toepassing zijn.

De cumulatie van geluidsbronnen in de huidige situatie op basis van de methode Miedema leidt tot de volgende classificering van de omgevingskwaliteit voor het aspect geluid.

Tabel 6.8 Geluidsniveaus huidige situatie

Toetspunt	Omgevingskwaliteit
1. Woonboot Breezanddijk	Tamelijk slecht
19. Camping	Tamelijk slecht
32. Woningen Kornwerd	Tamelijk slecht
8. Stiltegebied Waddenzee	Redelijk

De classificatie slecht wordt met name veroorzaakt door de nabijheid van de snelweg en, voor een deel van de punten, de militaire aanvliegeroute naar de Vliehors.

##### *Onderwatergeluid*

De huidige onderwatergeluidbelasting is afkomstig van scheepvaart in het IJsselmeer. Dit is de beroepsvaart richting en van de Lorentzsluizen en de recreatie- en visserijvaart die ook buiten de gemarkeerde vaarroute vaart.

**Autonome ontwikkelingen**

Er zijn geen autonome ontwikkelingen voor het aspect geluid voorzien.

**6.2.2 Slagschaduw****Huidige situatie**

In de huidige situatie zijn er geen windturbines in het plangebied aanwezig en treedt er ook geen slagschaduw op als gevolg van windturbines.

**Autonome ontwikkelingen**

Er zijn geen relevante autonome ontwikkelingen.

**6.3 Effectbeschrijving****6.3.1 Geluid****Aanlegfase***Onderwatergeluid*

Tijdens de aanlegfase wordt geluidbelasting veroorzaakt door scheepvaartbewegingen, aanlegwerkzaamheden zoals het leggen van de kabel, het heien van de funderingspalen van de windturbines en de aanleg van het werkeiland. Vooral heiwerkzaamheden kunnen gepaard gaan met een hoge geluidbelasting.

Uit de beoordeling van onderwatergeluid en de effecten op onderwaterleven door HWE (bijlage D12) komt naar voren dat voor de activiteiten tijdens de aanleg de geluidseffecten qua aard en omvang vergelijkbaar zijn met het geluid in de referentiefase met uitzondering van het onderwatergeluid ten gevolge van heiwerkzaamheden en het storten van stenen bij de aanleg van het werkeiland. De effecten van onderwatergeluid op ecologie zijn beschreven in hoofdstuk 5. In deze paragraaf wordt de aard en omvang van het onderwatergeluid beschreven.

Voor de scheepvaartbewegingen geldt dat op de locatie waar gewerkt wordt, dit slechts op enkele locaties tegelijk is, door een aantal schepen. Indicatief betreft het 4-5 schepen voor de turbineposities waar gewerkt wordt, uitgaande van een ponton met kraan, een ponton of duwbak met fundatiedelen, een tweetal duwboden en een guard vessel. Tegelijkertijd kan op een andere locatie worden gewerkt (kabellegschip, toreninstallatie) met additioneel 2-4 schepen. Omdat slechts aan enkele locaties tegelijk gewerkt zal worden, onderscheidt het zich voor wat betreft geluidsemissies niet wezenlijk van het nu al optredende onderwatergeluid door scheepvaart. Indien enkele schepen voor aanleg, onderhoud etc. tegelijkertijd ingezet wordt (hetgeen al niet vaak zal voorkomen, normaal wordt slechts één schip voor onderhoud ingezet), dan is dit vergeleken met het aantal schepen dat dagelijks het IJsselmeer bevaart verwaarloosbaar.

Het onderwatergeluid ten gevolge van de aanleg van het windpark en of het werkeiland door schepen is naar verwachting het onderwatergeluidniveau niet te onderscheiden van varende schepen. Bij de aanleg is het door de daarbij gebruikte schepen gegenereerde onderwatergeluid maatgevend. Uit het onderzoek rond de aanleg van Maasvlakte 2 is namelijk gebleken dat het door baggerende schepen veroorzaakte onderwatergeluid niet is te

onderscheiden van varende schepen (zie Heinis e.a. 2013 voor een samenvatting van het onderzoek). Eventuele effecten van het met de aanleg van de kabel samenhangende onderwatergeluid en het storten van zand voor het werkeiland kunnen om vergelijkbare redenen als hiervoor zijn gegeven voor de andere scheepvaartbewegingen als verwaarloosbaar worden ingeschat.

#### *Onderwatergeluid storten van stenen*

Voor het werkeiland wordt mogelijk een deel uitgevoerd met stortsteen. Voor een klein deel zullen stenen dammetjes vereist zijn om de zachte delen op te sluiten. Het is echter ook een realistische optie om de voorziening deels te beschermen tegen golfaanval met een harde afscheiding.

Er is beperkt informatie beschikbaar over het onderwatergeluidsniveau dat optreedt bij het storten van stenen. Uit de beperkte onderzoeken die beschikbaar zijn komt naar voren dat niet verwacht wordt dat deze geluidsniveaus tot fysiologische aantasting (verwonding/sterfte) leiden. Bij metingen van onderwatergeluid bij het storten van rotsen bij aanleg van de haven van Townsville werden geluidsniveaus (SEL) gemeten in de orde van 137 tot 144 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2\text{s}$  op 56 m afstand. Dit is ruim beneden de drempelwaarden voor tijdelijke gehoordrempelverhoging (TTS) voor bruinvissen, zeehonden en dolfijnen, dus werd geconcludeerd:

*'marine megafauna are not at risk of peak pressure damage until they are at risk of direct physical impact from the tumbling rock material'*<sup>51</sup>

Tijdelijke verstoring/gedragsimpact is niet uit te sluiten. Het is aannemelijk dat deze conclusie ook van toepassing is voor vissen, waarvoor de drempelwaarde voor het optreden van geringe effecten aanzienlijk hoger ligt dan die van genoemde zeezoogdieren.

#### *Onderwatergeluid door heiwerkzaamheden*

Er bestaan verschillende type fundaties. Voor fundaties op heipalen zullen heipalen de grond in worden geslagen of getrild. De *monopile* bestaat uit één enkele heipaal. Het heien van de *monopile* vereist een grote energie (veel kracht) wat leidt tot hoge onderwatergeluidsniveaus. Ook voor andere typen fundaties zijn, uitgezonderd de *gravity based constructie*, heiwerkzaamheden nodig, voor het heien van betonnen palen of het intrillen van damwanden, dit geldt ook voor het werkeiland waar mogelijk damwanden worden toegepast voor tijdelijke kades (aanleg van het werkeiland vindt voorafgaand aan de heiwerkzaamheden plaats), maar deze liggen (ver) onder de geluidsniveaus zoals die optreedt bij de *monopile*. Omdat voor deze fundaties meer heipalen nodig zijn, is er wel sprake van een langere duur van onderwatergeluid.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de voor geluid meest relevante kenmerken van de verschillende fundatieconstructies.

<sup>51</sup> Report for Port of Townsville Ltd. Townsville marine precinct underwater acoustic assessment. Savery & Associates and GHD Pty, 2011.



Tabel 6.9 Kenmerken fundatieconstructies

Fundatieconstructie	Diameter heipaal	Aantal heipalen per fundatie	Maximale geluidniveau	Duur werkzaamheden per fundament
<i>Monopile</i>	6 - 7 meter	1	Zeer hoog	Korte bouwtijd
Dukdalf ( <i>dolphin</i> )	1 meter	30-60	Beperkt	Lange bouwtijd
Damwand met palen	0,5 meter	30-60	Beperkt	Lange bouwtijd
<i>Gravity based</i>	-	Geen	Marginaal onderwatergeluid	Lange bouwtijd

Eventuele gevolgen voor onderwaterleven door onderwatergeluid zijn te splitsen in tijdelijke en permanente gevolgen. Alleen zeer hoge geluidniveaus kunnen leiden tot permanente gevolgen voor vissen. Dergelijke geluidniveaus kunnen alleen bereikt worden bij het heien van monopiles. Voor de overige fundatieprincipes zijn de onderwatergeluidniveaus lager. Ondanks de langere duur van de heiwerkzaamheden voor de damwand, dukdalf en combiwand constructie gaat het hier alleen om tijdelijke gevolgen, de geluidbelasting leidt niet tot permanente schade.

Daarom is de *monopile* fundatie voor onderwatergeluid beschouwd als de 'worst-case'- situatie en is voor dit type fundatie de onderwatergeluidbelasting berekend. Voor de overige fundatieprincipes zijn de onderwatergeluidniveaus lager of treedt geen relevant onderwatergeluidniveau op (*gravity based* fundatie). De maximale onderwatergeluidniveaus zijn niet onderscheidend voor de alternatieven aangezien slechts één fundatie tegelijk wordt geheid bij het *monopile* principe. Bij kleinere palen wordt mogelijk op een beperkt aantal locaties tegelijk gewerkt; de geluidsniveaus zijn voor deze palen echter aanmerkelijk lager.

#### *Geluidbelasting heiwerkzaamheden monopile-fundatie*

TNO heeft voor de *monopile* de te verwachten onderwatergeluidbelasting berekend. De berekeningen geven een indicatie van de orde grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot fysiologische effecten bij vissen.

De onderwatergeluidkaarten zijn gemaakt met behulp van de huidige versie van het TNO rekenmodel AQUARIUS. Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid op basis van gegevens over de geluidbron, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte<sup>52</sup>. De bij de geluidberekeningen toegepaste parameters, en de doorgerekende scenario's, staan in het achtergrondrapport (bijlage D12).

De mogelijke onderwatergeluidbelasting door heiwerkzaamheden is bepaald op basis van de volgende 'worst-case' situatie:

- Heipaaldiameter 7 meter;
- Hamerenergie (per klap) 2000 kJ;
- Per heipaal 2.000 klappen, 32 meter diepte, 2-3 uur

Het over alle heiklappen opgetelde geluidsniveau is het zogenoemde cumulatieve Sound Exposure Level (SEL<sub>cum</sub>). Dit is berekend voor verschillende turbine posities en voor

<sup>52</sup>Wind verstoort het wateroppervlak, waardoor het geluid sneller 'uitdempt' en tot op minder grote afstand van de heipaal zal komen.

verschillende omgevingsscenario's. Deze scenario's zijn gehanteerd omdat deze van invloed zijn op de demping van het geluid en het bereik van geluidniveaus en zijn in bijlage D12 nader toegelicht:

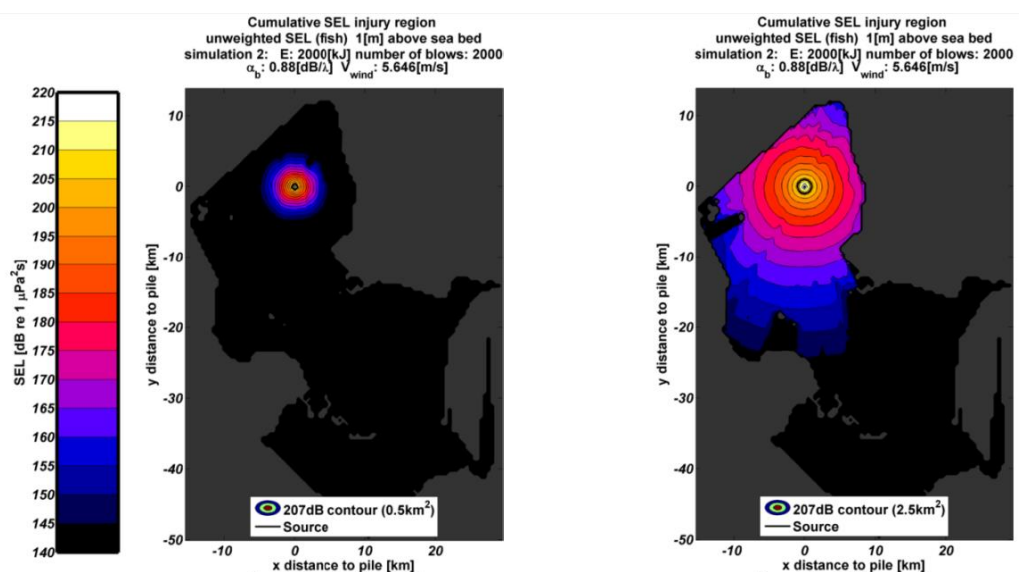
- Voor drie heilocaties: voor de meest noordelijke, zuidelijke en oostelijke turbines;
- Voor twee windsnelheden: 0 m/s en 5-6 m/s;
- Voor twee bodemdieptes: de bovenste laag van 5 meter van het sediment gemodelleerd als zand of water.

Ter plaatse van het windpark bestaat de bovenste laag van de bodem uit circa 5 meter klei met daaronder zand. Bij lagere geluidfrequenties kan de kleilaag min of meer transparant zijn voor geluid. AQUARIUS houdt geen rekening met de gelaagdheid van het sediment. Om inzicht te krijgen in de invloed van de bodemparameters op de geluidbelasting zijn berekeningen uitgevoerd waarbij de kleilaag door water en door zand is vervangen.

In figuur 6.1 is een voorbeeld gegeven van de berekende onderwatergeluidbelasting zoals die op 1 meter van de bodem optreedt bij het heien van de meest zuidelijke windturbinefundatie, links de eerste 5 meter van de waterbodem gemodelleerd als zand en recht is dit gemodelleerd als water; wat tot een aanmerkelijke groter gebied leidt waar relevante onderwatergeluidniveaus optreden. De legenda geeft het berekende oppervlakte binnen de 207dB contourlijn. Dit is een schatting van het oppervlak waarbinnen geluid mogelijk een fysiologisch effect kan hebben op vissen. Voor de onderstaande voorbeelden is dit respectievelijk 0,5 km<sup>2</sup> en 1 km<sup>2</sup>. Vanwege de ruimtelijke resolutie van het model is de nauwkeurigheid van de oppervlakte schatting ongeveer  $\pm 0.25$  km<sup>2</sup>.

De effectoppervlakken (het oppervlak binnen de 207dB contour) op 1 meter onder het wateroppervlak lopen uiteen van 0,2 tot 1 km<sup>2</sup>. Op 1 meter boven de waterbodem is dit 0,5 tot 4 km<sup>2</sup>. Deze laatste situatie treedt op bij windstilte en uitgaande van een zandbodem waarbij 5 meter kleilaag is vervangen door water.

**Figuur 6.1** Contouren onderwatergeluid (zand links, water rechts)



Bron: TNO, memo berekeningen onderwatergeluid (ook opgenomen als bijlage D12)

De berekeningen zijn beperkt tot onderwatergeluid in het IJsselmeer. De berekeningsresultaten in combinatie met de verwachting dat de geluidafname in het dijklichaam aanzienlijk groter zal zijn dan in het water, laten zien dat het onderwatergeluid in de Waddenzee door heiwerkzaamheden niet het niveau zal hebben waarop verstoring en/of fysiologische gevolgen voor vissen of zoogdieren optreden.

#### *Bovenwatergeluid*

Voor wat betreft bovenwatergeluid in de aanlegfase zijn heiwerkzaamheden van de turbinefundaties maatgevend. Heiwerkzaamheden voor Windpark Fryslân vinden alleen in de dagperiode plaats. Op basis van metingen van de heiwerkzaamheden voor Windpark Westermeerwind wordt geconcludeerd dat de aanleg van Windpark Fryslân voor de dagperiode aan de maximale waarden uit het bouwbesluit kan voldoen. De metingen laten zien dat op een afstand van 1000 meter een waarde van 65 dB(A) wordt geproduceerd. De afstand van de gevoelige objecten tot de turbines is dusdanig dat verwacht wordt dat aan de dagwaarde en de betreffende maximale blootstellingsduur kan worden voldaan zoals beperkt in het bouwbesluit 2012.

De geluidsbelasting tijdens de avond en nachtperiode ter hoogte van relevante locaties (woningen, camping, stiltegebieden) is relatief beperkt gezien de afstand tot relevante locaties en het type werkzaamheden. Zoals aangegeven vinden heiwerkzaamheden enkel in de dagperiode plaats en zal het in de avond en nachtperiode dus enkel gaan om werkzaamheden die tot beperkte geluidsbelasting leiden. Dit in te zetten instrumenten betreffen allemaal beperkte geluidsbronnen. Twee voorbeelden zijn:

- Een binnenschip met daarop een kraan. Het geluidvermogen van deze twee bronnen samen bedraagt indicatief ca. 113 dB(A);
- Slagmoeraanzetter. Een geluidvermogen niveau van ca. 110 dB(A) met een onnauwkeurigheid van 3 dB, waarmee het geluidvermogen niveau 113 dB(A).

Daarbij komt dat geluidbelasting als gevolg van de heiwerkzaamheden slechts een tijdelijk effect betreft, waardoor effecten beperkt zullen zijn. Voor het werkeiland geldt eveneens dat effecten slechts tijdelijk zijn.

#### **Exploitatiefase**

##### *Objecten*

Nabij het plangebied is een enkel geluidgevoelig object gelegen (de woonboot en de woningen bij Kornwerd) waar de geluidsnorm van toepassing is. Overige geluidgevoelige objecten zijn op een dusdanige afstand gelegen dat geen relevante geluidsbelasting optreedt en hinder kan worden uitgesloten (zie tevens figuur 6.1-6.4). In tabel 6.10 zijn per alternatief voor de toetspunten op relevante objecten de jaargemiddelde geluidsniveaus  $L_{nightdB}$  en  $L_{dendB}$  weergegeven. De woningen bij Kornwerd zijn op dermate grote afstand gelegen dat relevante geluidsniveaus niet optreden. Aangezien dit, behoudens de woonboot bij Breezanddijk, de dichtstbijzijnde woningen zijn, is ook voor een toetspunt bij Kornwerd voor de volledigheid de geluidsbelasting ten gevolge van het initiatief opgenomen. De geluidsnormen uit het Barim zijn:

- $L_{den}$  47 dB;
- $L_{night}$  41 dB.

Aanvullend is tevens de geluidsbelasting bij de camping bepaald. De camping is geen geluidsgevoelig object maar het geluidsniveau is vanwege het gebruik wel relevant om in beeld te brengen.

**Tabel 6.10 Geluidsniveaus objecten omgeving initiatief**

Toetspunt	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4	
	L <sub>night</sub> dB	L <sub>den</sub> dB	L <sub>night</sub> dB	L <sub>den</sub> dB	L <sub>night</sub> dB	L <sub>den</sub> dB	L <sub>night</sub> dB	L <sub>den</sub> dB
1. Woonboot	42	49	41	47	36	43	37	43
19. Camping	43	49	41	48	37	43	38	44
32. Kornwerd	28	34	29	35	23	29	24	30

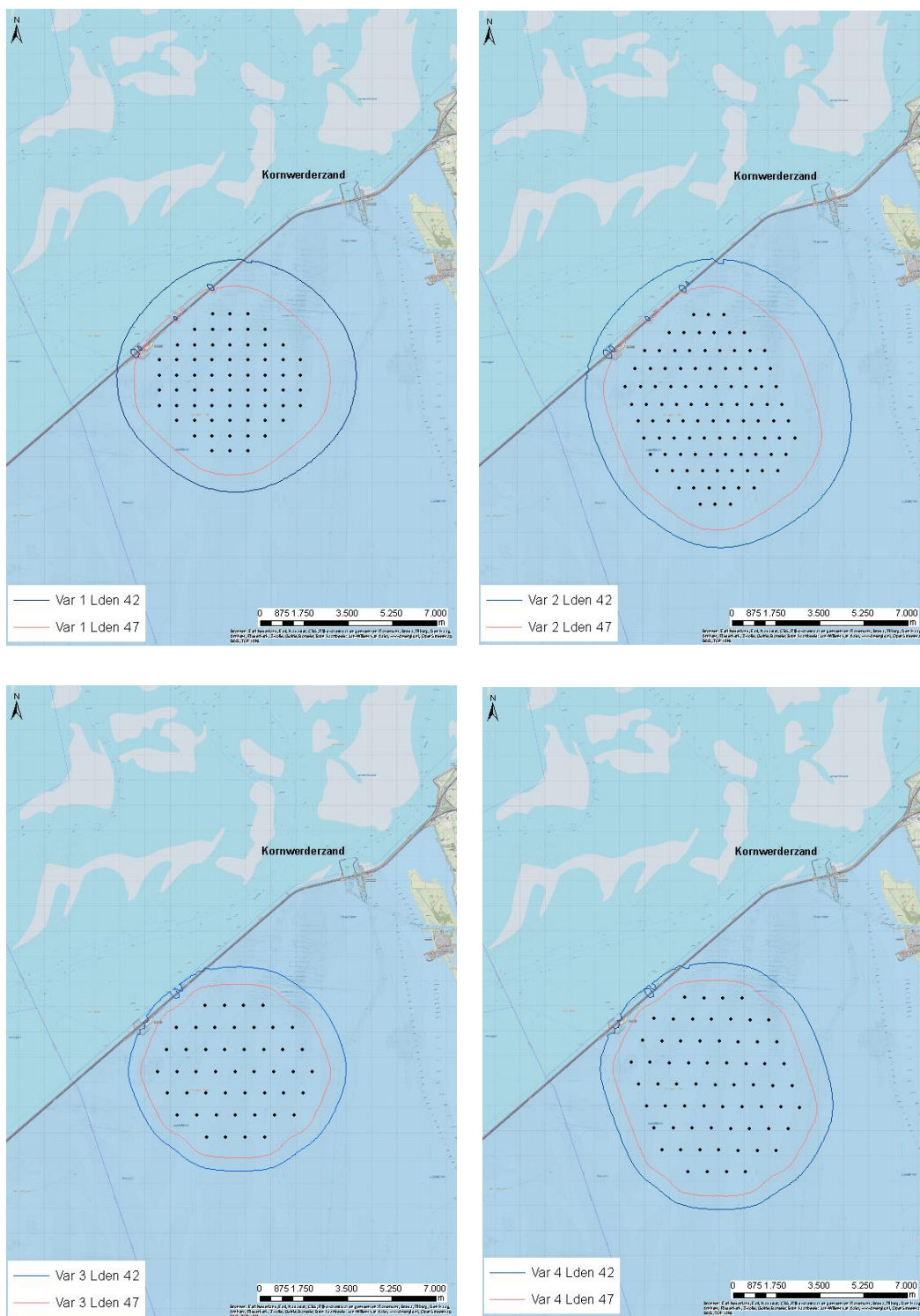
Tabel 6.10 laat zien dat ten gevolge van alternatief 1 de geluidsnorm ter hoogte van de woonboot op Breezanddijk wordt overschreden. Bij de woningen op Kornwerderzand wordt ruim voldaan voor alle alternatieven aan de L<sub>den</sub> en L<sub>night</sub> norm. Bij deze woningen is de geluidsbelasting ten gevolge van de windturbines verwaarloosbaar. De alternatieven 2, 3 en 4 blijven op alle toetspunten binnen de normstelling.

De geluidscontouren van de vier alternatieven worden weergegeven in figuur 6.2 tot en met 6.5. Zowel de L<sub>den</sub>47dB (norm) als de L<sub>den</sub>41 dB contour zijn in de figuren zichtbaar. Tevens wordt in tabel 6.11 per alternatief weergegeven wat de oppervlakten van de L<sub>den</sub>47 dB contour zijn.

**Tabel 6.11 Oppervlakten L<sub>den</sub> 47 contouren**

	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Oppervlakte L <sub>den</sub> 47 dB contour	430 ha	610 ha	390 ha	530 ha

Figuur 6.2 Geluidscontouren Lden 47 en Lden 42 Alternatieven 1-4



### Omgevingskwaliteit (Methode Miedema)

Aan de hand van de Miedema Methode is de invloed op de omgevingskwaliteit indicatief bepaald door de toevoeging van het initiatief aan de bestaande geluidsbronnen. In tabel 6.12 is de huidige waardering van enkele representatieve toetspunten vergeleken met de situatie inclusief de alternatieven. De waarderingen laat zien dat er geen veranderingen van de omgevingskwaliteit optreedt. Dit betekent dat de relatieve bijdrage van de windturbines beperkt is op grond van de reeds aanwezige geluidsbronnen en/of de lage geluidsbijdrage van de windturbines. De oorzaak hiervan is met name gelegen in de omstandigheid dat de snelweg A7 op korte afstand van de locaties is gelegen. De relatieve bijdrage in het omgevingsgeluid door het windpark is hierbij beperkt. De verandering voor het stiltegebied is verderop in deze paragraaf weergegeven.

Tabel 6.12 Waardering Miedema methode

Toetspunt	Huidig	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
1. Woonboot	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht
19.Camping	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht
32.Kornwerd	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht

### Stiltegebieden

Nabij het plangebied zijn enkele stiltegebieden gelegen, die in de provinciale milieuverordening van de provincie Fryslân zijn aangewezen. Het betreft de Waddenzee waarvoor op grond van het Barro de 'rust' is beschermd, met uitzondering van het vlieggebied naar de Vliehors vanwege het gebruik door laagvliegende militaire vliegtuigen, en delen van de Friese kust (overeenkomend met de voormalige beschermde natuurmonumenten/staatnatuurmonumenten). Alle vier de alternatieven zijn buiten de stiltegebieden gelegen, maar kunnen vanwege hun geluidsproductie toch invloed hebben op de huidige situatie. In Tabel 6.13 zijn de kortste afstanden tot de rand van de stiltegebieden opgenomen.

Tabel 6.13 Kortste afstand tot stiltegebied

Stiltegebied	Kortste afstand
Stiltegebied Waddenzee	Ca.750 m
Stiltegebied in het IJsselmeer, voor de Friese IJsselmeerkust	Ca. 4,2 km

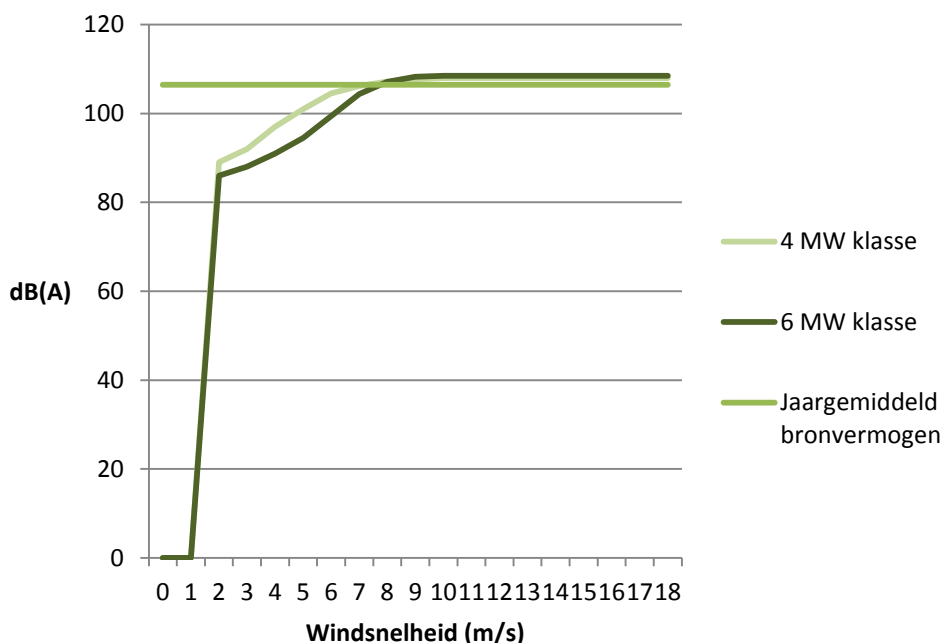
Een norm voor de 'stilte' in deze gebieden is niet gesteld, maar er wordt in de provinciale milieuverordening gesteld dat de natuurlijk heersende rust in deze gebieden beschermd is (conform de 'rust' die in het Barro als landschappelijke waarde is aangegeven voor de Waddenzee). Een waarde van 40 dB(A) wordt als streefwaarde genoemd op de website van het ministerie van I&M ([www.atlasleefomgeving.nl](http://www.atlasleefomgeving.nl)). Voor het windpark is de contour bepaald waarop een geluidsdruk van 40 dB(A) geldt om inzicht te geven in de invloed op de rust/natuurlijk heersende rust in het stiltegebied.

Bij het beoordelen van deze contour moet in acht worden genomen dat het geluidsbronvermogen van een windturbine afhankelijk is van de wind. De geluidsbron is een geluidscurve in plaats van een vaste waarde. Als het zacht waait is het bronvermogen laag en

dit neemt toe met de windsnelheid. Vanaf een bepaalde windsnelheid neemt het bronvermogen niet verder toe.

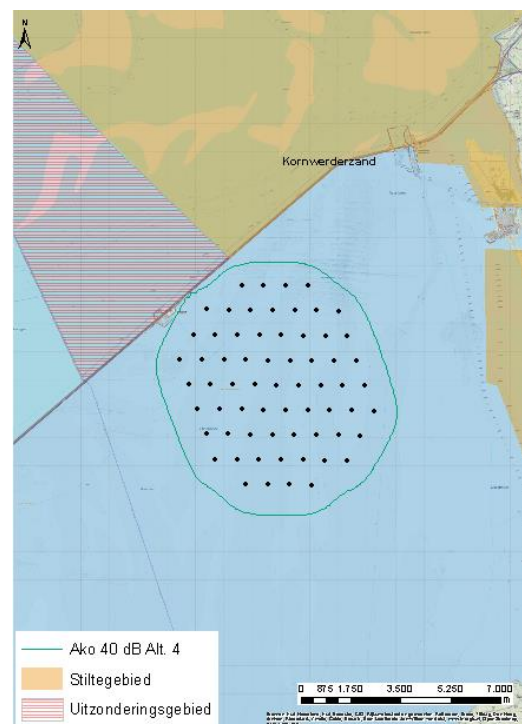
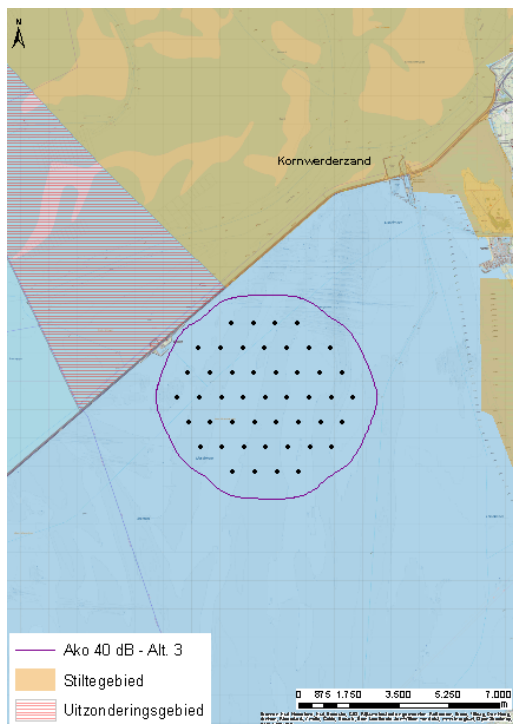
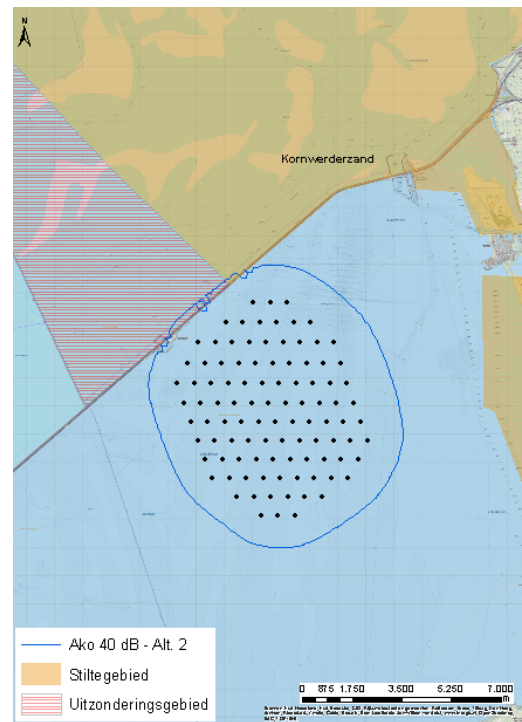
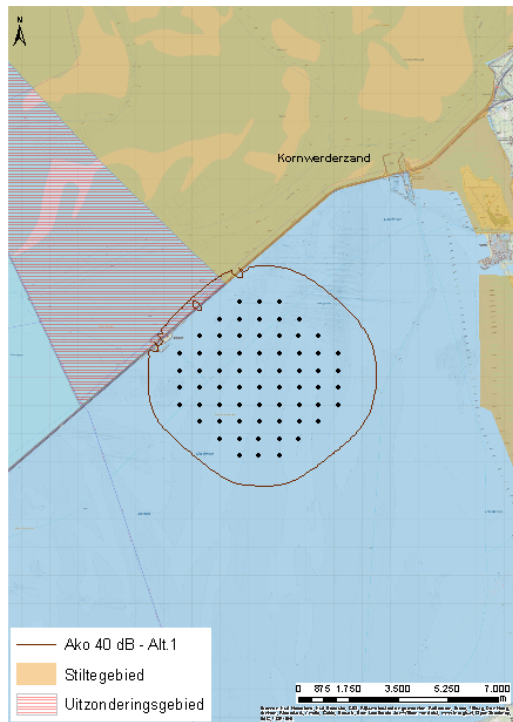
Voor het bepalen van de 40 dB(A) contour is uitgegaan van het jaargemiddelde bronvermogen. Voor beide referentieturbines is dit 106,5 dB(A), zie ook grafiek 2-3 en 2-4 in bijlage D-6, het jaargemiddelde bronvermogen komt overeen met de bronsterkte voor de nachtperiode. Dit is het bronvermogen van de windturbine gerelateerd aan de windfrequentie verdeling aangezien, zoals hiervoor aangegeven, het bronvermogen afhankelijk is van de windsnelheid. Afhankelijk van het aandeel in de tijd dat een bepaalde windsnelheid optreedt heeft het bronvermogen bij deze waarde een bijdrage aan het jaargemiddelde bronvermogen. Het jaargemiddelde bronvermogen komt ongeveer overeen met een windsnelheid van 7 m/s voor de 4 MW klasse referentie turbine en 8 m/s voor de 6 MW klasse referentieturbine (circa windkracht 4 Beaufort). Zoals aangegeven zijn er momenten dat het harder waait en momenten dat het zachter waait. Om inzicht te geven in de geluidsproductie bij verschillende windsnelheden is in Figuur 6.3 het bronvermogen van de beide referentieturbines weergegeven in een grafiek ten opzichte van de windsnelheid.

**Figuur 6.3 Bronvermogen ten opzichte van windsnelheid**



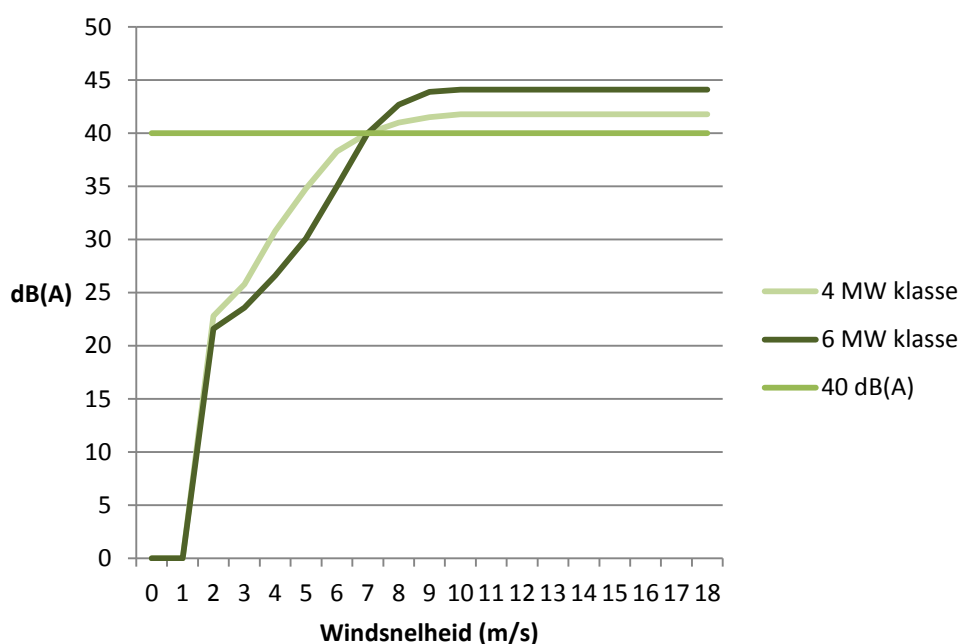


Figuur 6.4 Geluidscontouren 40 dB(A)



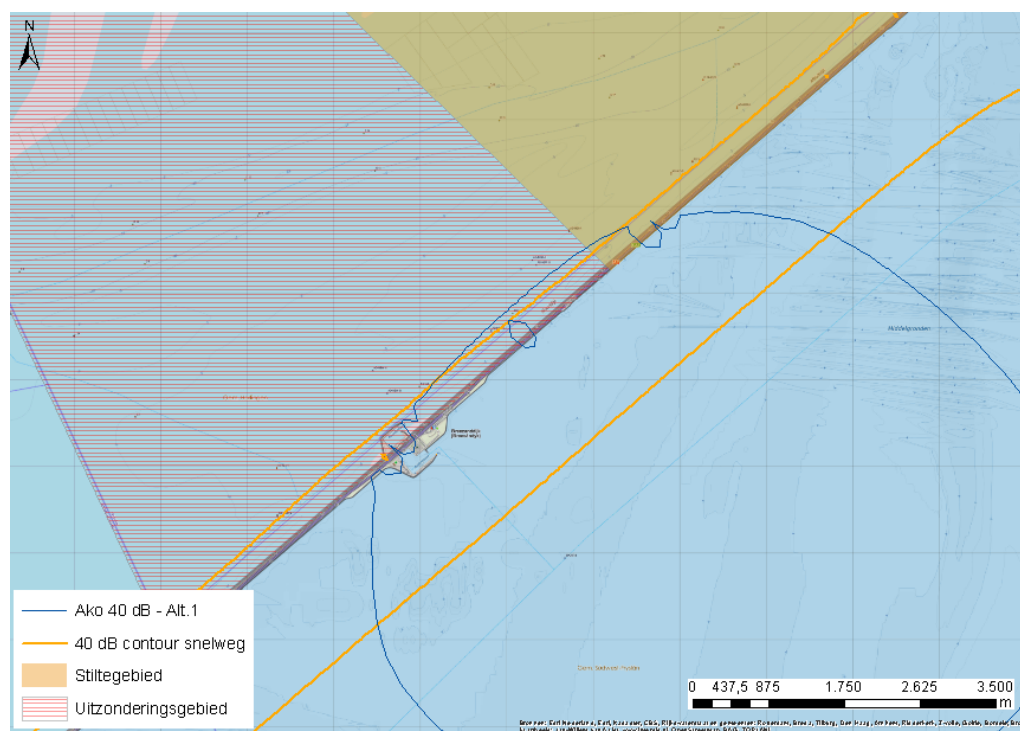
In Figuur 6.4 zijn de 40 dB(A) geluidscontouren voor de alternatieven weergegeven. Zoals aangegeven is de geluidsdruk afhankelijk van de windsnelheid aangezien het geluidsbronvermogen van de windturbine is gerelateerd aan de windsnelheid. In Figuur 6.5 is de relatie weergegeven tussen de windsnelheid en de geluidsdruk op de in Figuur 6.4 gepresenteerde 40 dB(A) contouren. In de grafiek is aangegeven welke geluidsdruk op de contour optreedt bij specifieke windsnelheden. Bij lagere windsnelheden treedt een lagere geluidsdruk op terwijl bij hogere windsnelheden de geluidsdruk hoger is. Voor de hogere windsnelheden is de maximale additionele geluidsdruk circa 1,5 dB (A) op de weergegeven contour. Daarbij geldt dat bij deze hogere windsnelheden (windkracht 5 Bft en hoger) sprake is van maskering door het omgevingsgeluid van de wind en het water.

**Figuur 6.5 Geluidsdruk op 40 dB(A) contour bij windsnelheid**



In figuur 6.6 is aanvullend ook de 40 dB(A) contour van de snelweg in relatie tot alternatief 1 gepresenteerd. Voor de overige alternatieven geldt dat de 40 dB(A) contour binnen de contour in de Waddenzee van de Rijksweg valt.

Figuur 6.6 40 Alternatief 1, 40 dB(A) contour windpark en 40 dB(A) contour snelweg

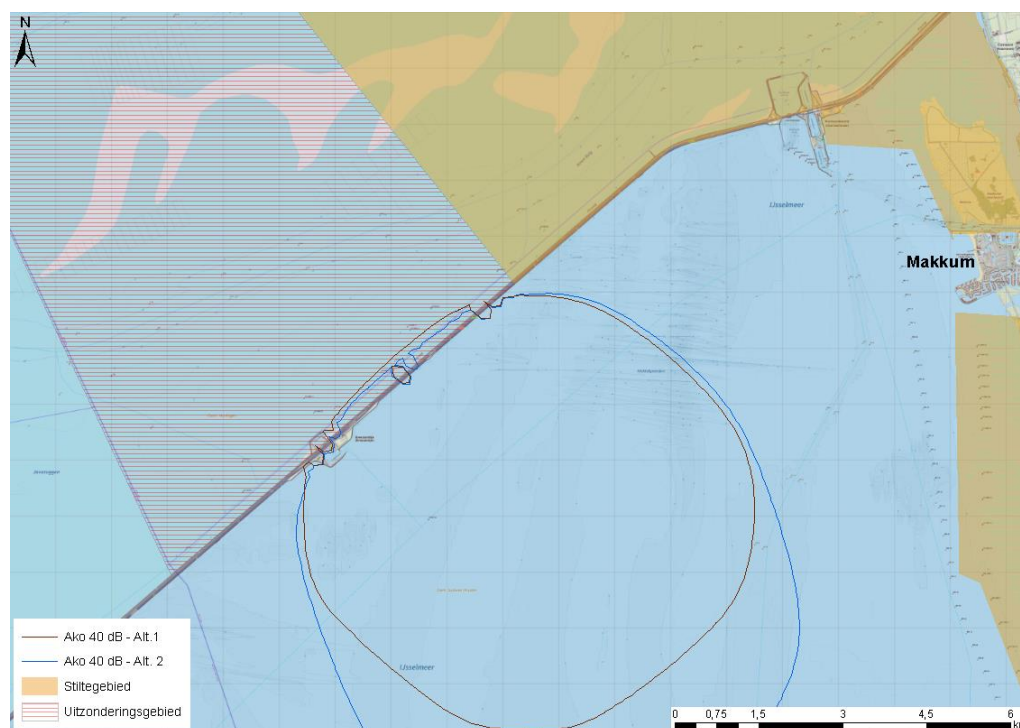


Bron: Pondera Consult

### Beoordeling

Uit de geluidscontouren blijkt dat voor alternatieven 3 en 4 de 40 dB(A) contour niet over de Waddenzee ligt. Voor alternatieven 1 en 2 geldt dat een verwaarloosbare oppervlakte (<0,1%) in de Waddenzee, nabij de dijk binnen de 40 dB(A) contour valt. Hiervoor geldt dat deze vrijwel volledig over het uitzonderingsgebied valt (zie figuur 6.7) en slechts voor verwaarloosbaar deel over het stiltegebied. De contour ligt op ruime afstand van de stiltegebieden voor de Friese kust. Desondanks kan het geluid van de windturbines in specifieke omstandigheden waarneembaar zijn.

Figuur 6.7 40dB(A) boven Waddenzee



Bron: Pondera Consult

Het gebied waar deze belasting optreedt kent tevens in de huidige situatie belasting vanwege de snelweg A7, zie ook figuur 6.6, en ten gevolge van de aanvliegeroute van de Vliehorst.

De geluidsniveaus ten gevolge van het geluid van de windturbines zijn dermate beperkt dat deze geen (alternatief 3 en 4) tot een verwaarloosbare (alternatief 1 en 2) invloed hebben op de rust of natuurlijk heersende rust in de Waddenzee. Bij hogere windsnelheden en het bijbehorende hogere bronvermogen, ten opzichte van het jaargemiddelde bronvermogen, is de geluidsbelasting beperkt hoger (circa 1,5 dB(A)) echter vindt onder die omstandigheden eveneens maskering plaats ten gevolge van de overige aanwezige geluidsbronnen; met name de wind en waterverplaatsing aangezien dit bij windkracht 5 en hoger optreedt. Geconcludeerd wordt dat een verwaarloosbare beïnvloeding plaatsvindt van de natuurlijk heersende rust in de stiltegebieden.

#### *Onderwatergeluid*

Gedurende de exploitatiefase wordt het onderwatergeluid veroorzaakt door:

- de in bedrijf zijnde windturbines;
- scheepvaartbewegingen voor onderhoud en reparatie.

Het aantal scheepvaartbewegingen gerelateerd aan onderhoudswerkzaamheden is qua aard en omvang vergelijkbaar met de huidige situatie. Er is geen sprake van een toename van het onderwatergeluid in het IJsselmeer.

Uit veldstudies rond operationele windparken op zee blijkt dat het onderwatergeluid veroorzaakt door de draaiende windturbines laag is. Dit geluid is dermate laag dat er geen waarneembare

negatieve invloed is op de aanwezigheid van mariene organismen, waaronder vissen en mogelijk wel een aantrekkende werking kan hebben (zie bijvoorbeeld Van Hal e.a., 2012).

### 6.3.2 Slagschaduw

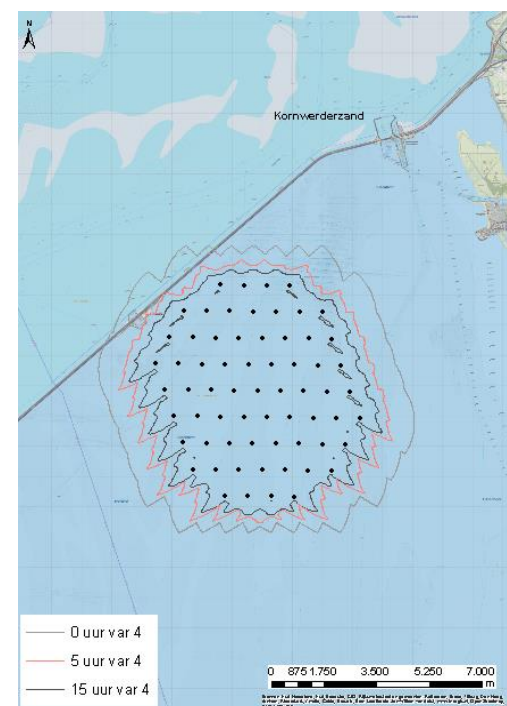
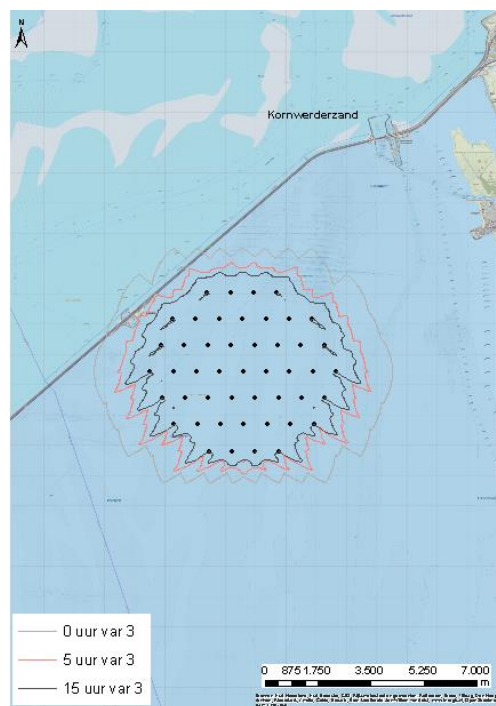
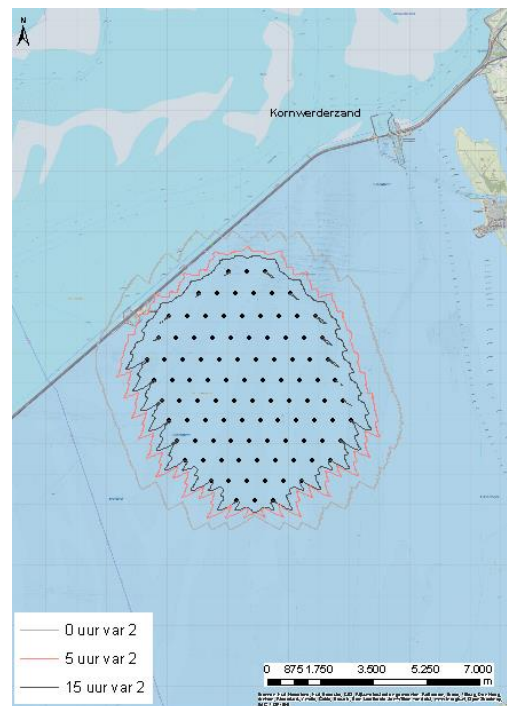
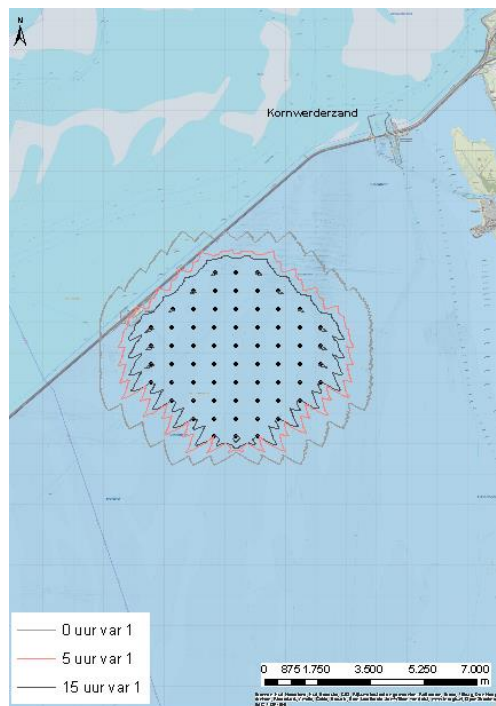
In figuur 6.8 is met een groene, blauwe en rode isolijn weergegeven of de jaarlijkse totale hinderduur respectievelijk 0, 5 of 15 uur bedraagt. Overschrijding van de norm voor de jaarlijkse hinderduur treedt op indien op een woning meer dan 6 uur hinderduur wordt veroorzaakt. De blauwe 5-uurscontour is weergegeven om te verzekeren dat alle relevante woningen in de berekeningen worden meegenomen. Voor de locatie van het plangebied is slechts één woning van toepassing, namelijk de woonboot te Breezanddijk. Overige woningen zijn op dusdanige afstand gelegen dat deze buiten de 0-uurscontour vallen (zie tevens figuur 6.8).

Tabel 6.14 Slagschaduw gevoelig object Breezanddijk

Gevoelig object Breezanddijk	Potentiële schaduwduur	Potentiële schaduwdagen	Maximale passageduur	Verwachte hinderduur
Alternatief 1	31:25	123	0:37	<b>5:40</b>
Alternatief 2	11:53	75	0:24	<b>2:30</b>
Alternatief 3	10:55	55	0:23	<b>2:12</b>
Alternatief 4	11:27	54	0:25	<b>2:27</b>

In Tabel 6.14 is per alternatief weergegeven wat de verwachte slagschaduwduur per jaar is. Voor alle alternatieven geldt dat er op geen enkele woning meer dan 6 uur hinderduur wordt veroorzaakt.

**Figuur 6.8 Slagschaduwcontouren**





## 6.4 Mitigatie

### 6.4.1 Geluid

#### Aanlegfase (onderwatergeluid)

Beperken van onderwatergeluid in de aanlegfase is mogelijk door:

- Het beperken van de heiwerkzaamheden tot een beperkt aantal locaties tegelijk (conform de aanname);
- Indien mogelijk palen / platen de grond in te trillen in plaats van te heien;
- Voor de monopile fundatie kan een bellenscherm worden toegepast om geluidsniveaus te beperken.

Door het toepassen van een slow-start kunnen eventuele gevolgen van onderwatergeluid voor onderwaterleven beperkt worden. Dit heeft geen beperking van de onderwatergeluidbelasting maar geeft vissen en andere dieren de kans om weg te zwemmen.

Mitigatie is niet nodig op grond van de optredende niveaus (zie ook paragraaf 5.3.6).

#### Exploitatiefase

Om aan de geluidsnorm van  $L_{den}47$  dB te voldoen dienen voor alternatief 1 geluid reducerende maatregelen te worden genomen bij een enkele windturbine. Voor de overige alternatieven geldt dat deze zonder maatregelen aan de norm voldoen. Bepaald is dat een geluid reducerende instelling voor de nachtperiode is vereist voor alternatief 1. Dit resulteert potentieel in een opbrengstverlies van 0,07% in de jaarlijkse energieproductie. Indien een windturbine met een lager bronvermogen wordt toegepast is de reductie mogelijk kleiner.

Tabel 6.15 Geluidsbelasting geluidsgevoelige objecten alternatief 1 met geluidsvoorziening

Toetspunt	Alternatief 1	
	$L_{night}$ dB	$L_{den}$ dB
1. Woonboot	41	47
32.Kornwerd	28	34

Als gevolg van de geluid reducerende maatregelen voldoen alle toetspunten aan de geluidnormen en scoort alternatief 1 op het aspect 'aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidsnorm wordt overschreden' neutraal (score 0). De maatregelen hebben tevens tot gevolg dat het oppervlak van de wettelijke geluidcontour kleiner wordt.

### 6.4.2 Slagschaduw

Mitigatie van de slagschaduwbelasting is mogelijk door toepassing van een stilstand voorziening. Voor alle alternatieven geldt dat de jaarlijks duur van slagschaduw minder dan 6 uur is. Een stilstandvoorziening is niet nodig.



## 6.5 Afweging

### 6.5.1 Geluid

#### Aanlegfase

##### *Onderwatergeluid heiwerkzaamheden*

Voor onderwatergeluid is vooral de wijze van funderen relevant. De geluidbelasting tijdens de aanleg van het windpark zijn tijdelijk van aard. De fundaties verschillen in de maximale geluidniveaus die worden bereikt en, vooral vanwege het aantal heipalen, de duur van de werkzaamheden. Alleen de zeer hoge geluidniveaus zoals deze optreden bij het heien van een *monopile*, kunnen tot permanente gevolgen voor vissen leiden. De ecologische effecten zijn in het hoofdstuk natuur beoordeeld. Voor dit hoofdstuk is het niveau bepaald. In hoofdstuk 5 zijn de effecten voor de relevante ecologie bepaald; hieruit blijkt dat geen relevant effecten op ecologische waarden worden verwacht. Voor dit hoofdstuk is het maximale geluidniveau het maatgevende criterium voor de beoordeling van onderwatergeluid en is alleen voor dit type fundament de verspreiding van onderwatergeluid tijdens het heien berekend. De berekeningen laten zien dat het oppervlak waar schadelijk geluidsniveaus voor vissen bereikt worden afhankelijk is van de samenstelling van de bodem en de windsterkte. Waar het gaat om de maximale onderwatergeluid belasting bieden andere fundatieconstructies dan de *monopile* voordelen aangezien de geluidsniveaus lager zijn.

##### *Alternatieven*

De alternatieven verschillen in aantal en type turbine. In het algemeen geldt dat voor grotere turbines ook een 'zwaarder' uitgevoerd fundament nodig is. Het verschil tussen eenzelfde fundament voor een 4MW-klasse turbine en 6 MW-klasse turbine is niet of nauwelijks onderscheidend en daarom buiten beschouwing gelaten. Voor alle alternatieven geldt derhalve een licht negatieve score aangezien tijdelijke effecten wel kunnen optreden.

Tabel 6.16 Beoordeling onderwatergeluid alternatieven

Beoordelingscriterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Onderwatergeluidbelasting (uitgaande van fundatietype monopile)	-	-	-	-

De geluidsbelasting is voor alle activiteiten met uitzondering van heiwerkzaamheden en het storten van stenen voor het werkeiland qua aard en omvang vergelijkbaar met de huidige situatie.

#### **Exploitatiefase**

Uit de effectbeschrijving komen de volgende scores naar voren conform de beoordelingswijze die hiervoor is beschreven.

Voor het stiltegebied in de Waddenzee geldt dat er een zeer beperkte overschrijding is van de 40 dB(A) contour die is gehanteerd. Aangezien echter het geluid van de windturbines desondanks waarneembaar kan zijn in de Waddenzee is dit licht negatief beoordeeld. Het verschil tussen de alternatieven is niet onderscheidend.

Tabel 6.17 Beoordeling geluid exploitatiefase (zonder mitigerende maatregelen)

Beoordelingscriterium		Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Geluid (hinder)	Aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidnorm (47 dB L <sub>den</sub> en 41 dB I <sub>night</sub> ) wordt overschreden	-	0	0	0
	Aantal woningen binnen geluidcontour ( L <sub>den</sub> = 37 - 42 dB & L <sub>den</sub> 42 – 47dB)	0	-	-	-
Omgevingskwaliteit conform methode Miedema bij woningen		0	0	0	0
Stiltegebied; Oppervlakte stiltegebied binnen <40 dB(A)		0/-	0/-	0/-	0/-
Onderwatergeluid (ecologie)		0	0	0	0
Bovenwatergeluid (ecologie)		0	0	0	0

Uit de effectbeschrijving blijkt dat zonder mitigerende maatregelen met uitzondering van alternatief 1 voor wat betreft de geluidsnorm uit het Barim, alle alternatieven kunnen voldoen aan de toetsingskaders voor geluid bij geluidsgevoelige objecten, de waarde in de stiltegebieden en effecten op onderwaterleven (ecologie). Voor de camping die op Breezanddijk is gelegen is zeer beperkt hoger geluidsniveau te verwachten ten opzichte van de belasting op de woonboot en de norm voor geluidsgevoelige objecten uit het Barim. De omgevingskwaliteit voor het aspect geluid verandert niet. Aangezien de camping nabij de woonboot is gelegen wordt de geluidsbelasting op de camping gemaximeerd door de normstelling die geldt voor de woonboot.

Voor alternatief 1 geldt dat bij 1 woning niet kan worden voldaan aan de geluidsnorm uit het Barim. Met mitigerende maatregelen voor geluid (geluid reducerende instelling voor de nachtperiode) voldoet ook dit alternatief aan de norm. De effecten die optreden zijn beoordeeld als verwaarloosbaar/zeer gering.

#### Cumulatie

Er is geen sprake van cumulatie met autonome ontwikkelingen voor de aspecten geluid en slagschaduw.

## 6.5.2 Slagschaduw

Uit voorgaande komen de volgende scores naar voren.

Tabel 6.18 Beoordeling slagschaduw

Beoordelingscriterium		Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Slagschaduw (hinder)	Het aantal woningen van derden waarbij de wettelijk toegestane	0	0	0	0

Beoordelingscriterium		Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
	schaduwduur wordt overschreden.				
	Het aantal woningen binnen de 15 uren-contour	0	0	0	0

Alle alternatieven kunnen voldoen aan de van toepassing zijnde normen voor de maximale slagschaduwbelasting.

#### Cumulatie

Er zijn geen windturbines in de directe nabijheid gelegen die kunnen zorgen voor cumulatie van slagschaduw.

### 6.5.3 Afweging leefomgeving

In tabel 6.19 wordt de totale afweging voor het aspect leefomgeving weergegeven, waarin zowel het aspect geluid als het aspect slagschaduw is beoordeeld, rekening houdend met eventueel noodzakelijke mitigatie om aan normstelling te voldoen.

Tabel 6.19 Afweging leefomgeving

Beoordelingscriterium	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Geluid- & slagschaduw (hinder)	-	-	-	-
Omgevingskwaliteit conform methode miedema bij woningen	0	0	0	0
Stiltegebied; Oppervlakte stiltegebied binnen 40 dB(A)	0/-	0/-	0/-	0/-
Onderwatergeluid ecologie (operationeel & aanleg)	-	-	-	-
Bovenwatergeluid (ecologie)	0	0	0	0

De tabel geeft weer dat er geen onderscheidende effecten tussen de verschillende alternatieven zijn voor het aspect leefomgeving. Aangezien er een geluidsbelasting is op woningen, andere objecten en het stiltegebied is een licht negatieve score toegekend aan de alternatieven. Voor alle alternatieven geldt dat er geen of verwaarloosbare effecten optreden en dat alle alternatieven aan de wettelijke normen conform het activiteitenbesluit kunnen voldoen. Voor alternatief 1 geldt dat er voor 1 woning mitigatie nodig is, wat een lichte uitwerking heeft op de energieopbrengst.

De beïnvloeding van het stiltegebied boven 40 dB(A) geldt slechts voor een verwaarloosbaar klein oppervlak en met minimale geluidsniveaus. Geconcludeerd wordt dat een verwaarloosbare beïnvloeding plaatsvindt van de natuurlijk heersende rust in de stiltegebieden.

## 6.6 Optimalisatie

Uit de beoordeling van het aspect leefomgeving komt naar voren dat alle alternatieven na mitigatie voldoen aan de normen voor geluid en slagschaduw en daardoor weinig onderscheidend zijn. In hoofdstuk 4 (Landschap) zijn drie geoptimaliseerde scenario's weergegeven. Hieronder is voor het aspect geluid en slagschaduw de effectbeschrijving van de drie scenario's gegeven.

### 6.6.1 Geluid

#### *Exploitatie*

Voor de scenario's geldt dat de opstellingen bestaan uit minder of een gelijk aantal turbines vergeleken met de vier oorspronkelijke alternatieven en dat deze niet dichterbij de gevoelige objecten zijn gelegen. Het turbine type is tevens niet gewijzigd, waardoor de geluidsbelasting van de drie scenario's binnen de bandbreedte van de effecten van de oorspronkelijke vier alternatieven vallen. Voor scenario A wordt een rotordiameter van 130 meter gehanteerd ten behoeve van het verkennen van de optimalisatie van de energieproductie. Voor de geluidsbelasting is echter het bronvermogen en de hoogte met name van belang. Een beperkte grotere rotordiameter is vrijwel niet van invloed op de geluidsbelasting. Net als bij alternatief 1 zijn er afhankelijk van het bronvermogen van het gehanteerde type turbine mogelijk beperkte mitigerende maatregelen nodig in de vorm van het instellen van een noise-modus voor een enkele windturbine.

#### *Omgevingskwaliteit (Methode Miedema)*

Aangezien de geluidsbelasting van de drie scenario's tijdens de exploitatie niet zal verschillen van die van de oorspronkelijke alternatieven, zullen er tevens geen verschillen optreden in de omgevingskwaliteit (Methode Miedema). De waarderingscijfers in tabel 6.20 laten zien dat er geen veranderingen van de omgevingskwaliteit optreedt. Dit betekent dat de relatieve bijdrage van de windturbines beperkt is op grond van de reeds aanwezige geluidsbronnen en/of de lage geluidsbijdrage van de windturbines. De verandering voor het stiltegebied is verderop in deze paragraaf weergegeven.

Tabel 6.20 Waardering Miedema methode

Toetspunt	Huidig	Scenario A	Scenario B	Scenario C
1. Woonboot	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht
19. Camping	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht
32. Kornwerd	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht	Tamelijk slecht

#### *Stiltegebied*

Ook voor de beïnvloeding van het stiltegebied geldt dat de 40dB(A) grens van de drie scenario's niet wezenlijk zal verschillen van de oorspronkelijke alternatieven, waardoor de grens van de nabijgelegen stiltegebieden niet of slechts beperkt wordt geraakt/overschreden. Voor die delen van de contour die over het stiltegebied vallen geldt dat een minimale oppervlakte in de Waddenzee, nabij de dijk wordt beïnvloed, hoewel de mate van beïnvloeding erg beperkt is. Bij de alternatieven werd reeds duidelijk dat het grootste deel van de overlap het uitzonderingsgebied betreft vanwege de aanliegroute van de Vliehors en slechts een zeer beperkt deel binnen het stiltegebied ligt. De contouren liggen op ruime afstand van de

stiltegebieden voor de Friese kust liggen. Beïnvloeding van de natuurlijk heersende rust in de stiltegebieden is dan ook verwaarloosbaar.

#### *Onderwatergeluid*

Voor onderwatergeluid geldt dat de scenario's dusdanig weinig verschillen van de vier alternatieven, dat ook voor de scenario's geconcludeerd kan worden dat er geen significante verstoring in de Waddenzee optreedt als gevolg van onderwatergeluid (heiwerkzaamheden).

### **6.6.2 Slagschaduw**

Voor wat betreft slagschaduw is een grotere rotor wel van invloed op de slagschaduwduur. Voor scenario B en C geldt dat de dimensies en afstand tot gevoelige objecten niet wezenlijk zijn veranderd. Hier zal de slagschaduwduur binnen de bandbreedte van de effecten van de vier oorspronkelijke alternatieven vallen. Voor scenario A geldt dat een beperkt grotere rotor wordt gehanteerd (130 meter in plaats van 120 meter), waardoor de slagschaduwduur op het gevoelige object 'woonboot' naar verwachting de norm beperkt zal overschrijven. Voor de woningen bij Kornwerderzand zal dit, gezien de grote afstand niet het geval zijn. De overschrijding kan gemitigeerd worden middels een stilstandvoorziening op een aantal windturbines.



## 7 VEILIGHEID

### 7.1 Beoordelingskader

Een windturbine is een installatie met bewegende onderdelen. Het ontwerp en de productie van de windturbines dient te voldoen aan de internationale ontwerpnorm voor windturbines IEC61400-1. In Nederland mogen alleen windturbines worden geplaatst die volgens deze norm zijn gecertificeerd. Het ontwerp bevat eisen voor een veilige en betrouwbare werking van een windturbine en de certificering wordt verricht door een daartoe erkend instituut. Het windturbineontwerp wordt gecontroleerd op onder meer sterkte van de constructie, elektrische veiligheid, bliksemafleiding en beveiliging tegen te harde wind.

Het Handboek Risicozonering windturbines (Agentschap NL, 2014) geeft handvatten voor het bepalen van de risico's. Het handboek bevat ook adviezen over de effecten van windturbines ten opzichte van andere objecten zowel risico-ontvangers als andere risicobronnen. Voor de beoordeling van de alternatieven wordt bij de geadviseerde afstanden uit het handboek aansluiting gezocht. Buiten deze afstanden zijn risico's voor de betreffende objecten uitgesloten. Binnen deze afstanden is dit niet op voorhand uit te sluiten. Voor een deel zijn de adviesafstanden in het Handboek gebaseerd op vaste kaders, zoals Barim voor woningen, Bevb voor buisleidingen en de beleidsregel van het ministerie van Verkeer & Waterstaat (nu I&M) inzake windturbines nabij waterkeringen, snelwegen en vaarwegen.

Voor vaarwegen wordt in het onderdeel externe veiligheid volstaan met het beoordelen van de afstand tot de gemarkeerde vaarroute. In het onderdeel nautische veiligheid wordt meer in detail ingegaan op de effecten van het initiatief op de scheepvaartveiligheid.

Het transformatorstation en een deel van de ondergrondse bekabeling zijn voorzien op en in de Afsluitdijk. De Afsluitdijk is een primaire waterkering. De aanleg en aanwezigheid van 'niet-waterkerende' objecten in de Afsluitdijk kunnen van invloed zijn op de stabiliteit van de waterkering. De beoordelingscriteria voor dijkveiligheid sluiten zoveel als mogelijk aan bij het kader voor de veiligheid van de waterkering. In de Waterwet is het veiligheidsniveau voor de verschillende waterkeringen vastgelegd. Daarom is beoordeeld of het windpark, het transformatorstation en de elektrische infrastructuur negatieve gevolgen heeft op de stabiliteit van de waterkering. In paragraaf 7.3.3. is dit nader uitgewerkt.

Een separaat veiligheidsaspect is het elektromagnetisch veld (EM-velden) dat ontstaat bij de opwekking en het transport van elektriciteit. In principe is geen aanleiding relevante effecten te verwachten voor de omgeving (gezondheid/veiligheid) bij de opwekking van stroom in windturbines, de omzetting in het transformatorstation en de ondergrondse kabels. Het Nederlandse beleidskader is gebaseerd op het voorzorgsbeginsel en heeft betrekking op bovengrondse hoogspanningsverbindingen. Gedurende het m.e.r. is de hoogte van de EM-velden en de invloed op de omgeving naar voren gekomen bij het positioneren van de ondergrondse kabels in de Afsluitdijk. Om die reden zijn EM-velden in dit hoofdstuk in aanvulling op de aspecten uit de Notitie Reikwijdte en Detailniveau uitgewerkt en behandeld.



### 7.1.1 Externe veiligheid

Ondanks de veiligheidsnormen op ontwerp en bouw van windturbines is het niet uit te sluiten dat een windturbine, of een onderdeel daarvan faalt. Drie type incidenten worden onderscheiden: verlies van een (deel van het) rotorblad, afbreken van de gondel en het omvallen van de mast. Dit leidt tot risico's voor de omgeving. Op grond van het Barim (art. 3.15a lid 1 en 2) zijn deze risico's genormeerd:

- Binnen de  $10^{-5}$  contour (globaal de rotordiameter) mogen zich beperkt kwetsbare objecten bevinden;
- Binnen de  $10^{-6}$  contour mogen zich geen beperkt kwetsbare objecten bevinden. Een definitie van (beperkt) kwetsbare objecten en voor groepsrisico staat beschreven in artikel 1 van het Bevi.

In tabel 7.1 zijn de beoordelingscriteria gegeven waar de alternatieven op worden beoordeeld, alsmede de corresponderende scores.

Tabel 7.1 Beoordelingscriteria

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Score
Bebouwing	Afstand tot object	0: buiten toetsingsafstand -: binnen toetsingsafstand
Wegen en spoorwegen	Afstand tot object	0: buiten toetsingsafstand -: binnen toetsingsafstand
Vaarwegen	Afstand tot object	0: buiten toetsingsafstand -: binnen toetsingsafstand
Risico-inrichtingen	Afstand tot object	0: buiten toetsingsafstand -: binnen toetsingsafstand
Transportleidingen en kabels	Afstand tot object	0: buiten toetsingsafstand -: binnen toetsingsafstand
Waterkeringen, turbines	Afstand tot object en invloed stabiliteit	0: buiten toetsingsafstand -: binnen toetsingsafstand
Waterkeringen, overige onderdelen	Invloed stabiliteit	0: geen relevante invloed stabiliteit -: potentieel relevante invloed stabiliteit

### 7.1.2 Nautische veiligheid

#### Kader 7.1 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.

Onderzoek de gevolgen van de plaatsing van windturbines voor de scheepvaartveiligheid (inclusief recreatievaart). Ga daarbij ook in op de veiligheid bij slecht zicht, aanmeermogelijkheden en de gevolgen van een aanvaring met een turbine.

De aanwezigheid van windturbines betekent de introductie van nieuwe obstakels in vaarwater. Het effect van deze obstakels op de nautische veiligheid betreft invloed op ondermeer aanvaringsrisico en eventuele andere effecten op het varen op het IJsselmeer in of nabij de locatie van het windpark. Het toetsingskader voor plaatsing van windturbines in het IJsselmeer

is de 'Beleidsregel plaatsen van windturbines in, op of nabij Rijkswaterstaatswerken' (de Beleidsregel). Met betrekking tot de nautische veiligheid schrijft deze beleidsregel voor dat windturbines in het IJsselmeer zijn toegestaan wanneer deze de veiligheid van het scheepvaartverkeer niet aantasten en wanneer voldoende afstand van de officiële vaarwegen wordt aangehouden.

De mogelijke effecten op de veiligheid van het scheepvaartverkeer door de aanwezigheid van een windpark zijn:

- Kans op aanvaring met een turbine door beroepsvaart en als gevolg daarvan milieu of persoonlijke schade;
- Kans op een aanvaring met een turbine door de recreatievaart en de mogelijke gevolgen hiervan;

Overige effecten op de veiligheid voor het verkeer dat in het park vaart, zijn niet te verwachten. Aangezien de hoofdvaarroute van en naar de Lorentsluizen buiten het windpark is gelegen, zal deze route door aanleg van het windpark niet verschuiven. Daarnaast is het gebruik van de locatie door overig scheepvaartverkeer zeer beperkt, zie ook paragraaf 7.2.1. Eventuele verschuiving van het huidige scheepvaart naar andere delen van het IJsselmeer is dan ook verwaarloosbaar/niet aan de orde en niet van invloed op de scheepvaartveiligheid. De potentiële risico's die hiermee samenhangen worden derhalve niet verder beschouwd. Voor het werkeiland geldt dat deze in een gebied ligt waar het scheepvaartverkeer beperkt is. Daarnaast wordt het werkeiland grotendeels zacht uitgevoerd, waardoor geen relevante effecten op de scheepvaart worden verwacht in de vorm van aanvaringskansen of ruimtebeslag.

**Tabel 7.2 Beoordelingscriteria nautische veiligheid**

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Waarde
Risico voor beroepsvaart	Risicoberekening	aanvaringskans 1: x jaar
Risico voor recreatievaart	Risicoberekening & kwalitatief	aanvaringskans 1: x jaar
Overige effecten	Kwalitatief	0 = Geen potentieel effect - = klein potentieel effect -- = groot potentieel effect

In de toelichting op de Beleidsregel is opgenomen dat Rijkswaterstaat windparken kan afsluiten voor scheepvaart. Voor de windparken op zee is dit, op grond van de Beleidsregel het geval. Voor de huidige windparken in het IJsselmeer (windpark Westermeerwind, windpark Irene Vorrink en de windturbines bij Medemblik) is dit niet het geval. Voor Windpark Fryslân geldt dat het gebied toegankelijk blijft voor de scheepvaart. Rijkswaterstaat heeft de mogelijkheid om beperkingen te stellen als blijkt dat hiertoe aanleiding is op grond van scheepvaartveiligheid. Op grond van de beoordeling hierna in paragraaf 7.3 is dat niet het geval.

Het Rijk heeft onder meer bij de Beleidsnota Noordzee aangegeven medegebruik te willen toestaan voor windparken op zee, onder meer op grond van de wensen van de watersport en visserij hiertoe. Afsluiting voor de beroepsvaart, in de vorm van scheepstransporten wordt overwogen door Rijkswaterstaat maar heeft geen effect aangezien deze scheepvaart nu reeds niet of in incidentele gevallen het plangebied doorkruist.

### 7.1.3 Dijkveiligheid

#### Kader 7.2 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.

Onderzoek of de aanwezigheid en de aanleg van het windpark (heiwerkzaamheden) gevolgd heeft voor de stabiliteit van de Afsluitdijk.

Nederland heeft een uitgebreid stelsel van waterkeringen. Deze dammen, stormvloedkeringen en dijken beschermen het vaste land tegen overstromingen. De Afsluitdijk is één van de primaire waterkeringen<sup>53</sup> die het vaste land moet beschermen tegen hoog water uit, de Waddenzee. De Waterwet is het belangrijkste instrument om de primaire waterkeringen te controleren en te onderhouden, en daarmee het veiligheidsniveau van de primaire waterkering te waarborgen.

#### Kader 7.3 Primaire waterkering

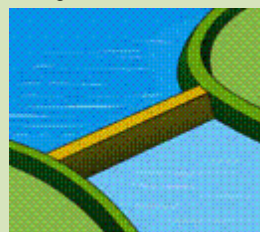
Primaire waterkeringen zijn waterkeringen met een nationaal belang voor de waterveiligheid. Hierbij wordt onderscheid gemaakt naar de volgende categorieën primaire waterkeringen:

- Dijken, duinen en kunstwerken die rechtstreeks bescherming bieden tegen de zee, grote rivieren, het IJsselmeer of het Markermeer;
- Waterkeringen die waterkeringen uit categorie a of c verbinden, zoals de Afsluitdijk en de Zeeuwse dammen;
- Waterkeringen die indirect tegen buitenwater beschermen, zoals langs het Noordzeekanaal en de Diefdijk.

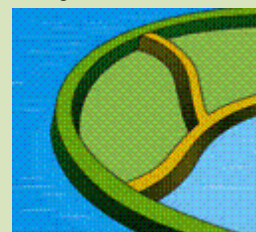
Categorie a



Categorie b



Categorie c



Bron: Unierichtlijn Legger Waterkeringen, Unie van Waterschappen, maart 2013

#### Beleid en wetgeving

##### *Waterwet*

In de Waterwet staat aan welke waterhoogte en golfkracht waterkeringen aan moeten kunnen. Voor primaire waterkeringen bestemd voor de directe kering van buitenwater wordt de norm in per dijkkring bepaald. Deze is uitgedrukt in de technische termen van een zogenaamde 'overschrijdingskans'. Dat is de gemiddelde kans per jaar dat de hoogste waterstand waarop de primaire waterkering moet zijn berekend wordt overschreden. De Waterwet schrijft voor dat elke 6 jaar verslag wordt gedaan over de algemene waterstaatkundige toestand van de primaire waterkeringen (toetsing primaire waterkeringen). Met als doel een landelijk eenduidig beeld te geven van de veiligheid die de primaire waterkeringen tegen overstromingen bieden.

<sup>53</sup>De Waterwet (artikel 1.1) omschrijft een primaire waterkering als een waterkering die beveiliging biedt tegen overstroming doordat deze behoort tot een dijkkring ofwel vóór een dijkkring is gelegen.

Sinds de invoering van de Waterwet is het verplicht om alle rijkswaterstaatswerken in een legger op te nemen (zie hierna).

#### Kader 7.4 Definitie legger

Een legger is een registratie op kaart van objecten beheerd door Rijkswaterstaat (de Rijkswaterstaatswerken). Op deze kaart staat aangegeven aan welke eisen (vorm, ligging, afmeting en constructie) het waterstaatswerk moet voldoen. Ook de beschermingszones die nodig zijn om een waterkering in stand te kunnen houden, staan in een leggerkaart aangegeven. Het maken van een legger is een plicht die voortvloeit uit de Waterwet. In de legger Rijkswaterstaatswerken zijn vaarwegen, kunstwerken, stroomgeleidingswerken, oevers en regionale waterkeringen (kanaaldijken) beschreven en vastgelegd.

Bron: Rijkswaterstaat

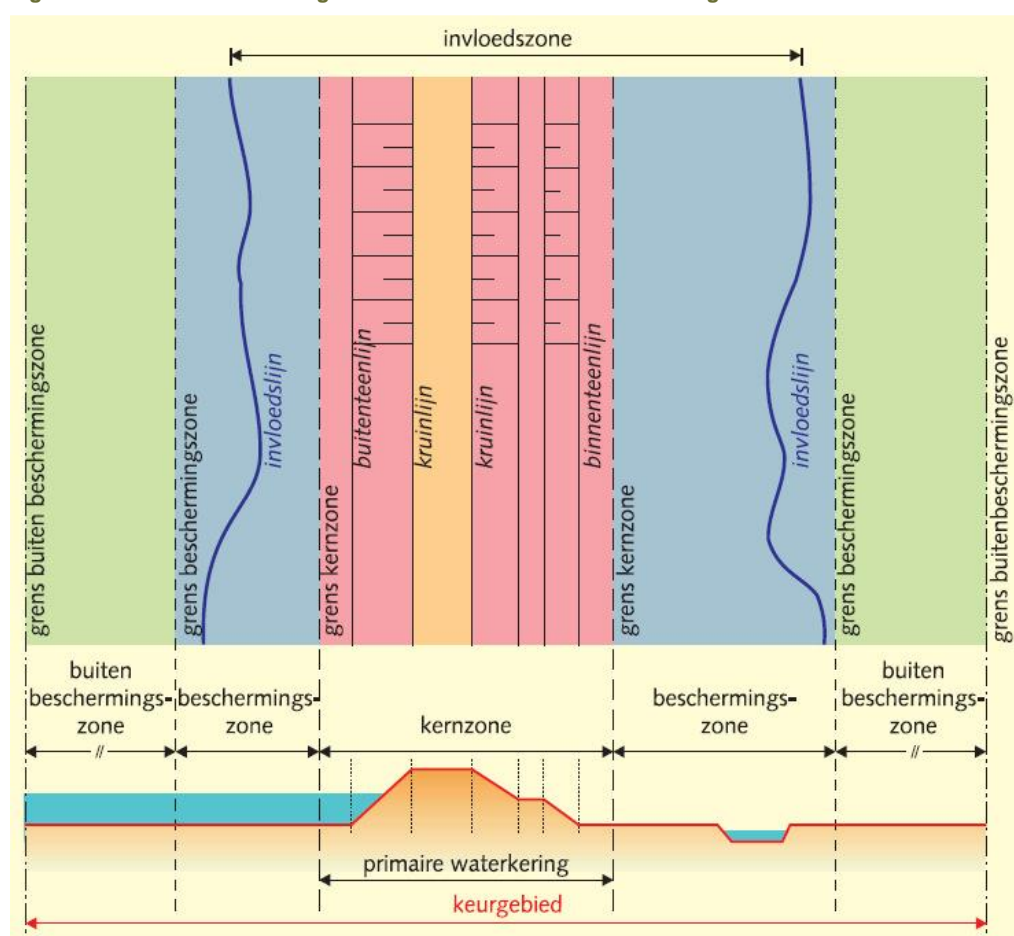
#### *Legger*

Een legger bestaat uit overzichtskaarten die ligging, de vorm, de afmeting en de constructie van objecten omschrijft. De legger begrenst de kernzone, de beschermingszone en de buitenbeschermingszone en geeft een beeld van de minimumeisen waaraan een waterkering moet voldoen. Daarbij gaat het niet alleen om hoogtegegevens, maar om de aspecten die van belang zijn voor de veiligheid van een waterkering. De verschillende geboden en verboden die binnen de zone gelden zijn opgenomen in de Waterwet.

Zowel aan de zeezijde als aan de landzijde van de Afsluitdijk zijn zones aanwezig die door hun fysieke aanwezigheid nu en in de toekomst een bijdrage leveren aan de veiligheid van het IJsselmeergebied tegen stormvloed. Deze zones dienen beschermd te worden. De gehele waterkeringszone is hiertoe onderverdeeld in een kernzone met aan beide zijden hiervan een beschermingszone en buitenbeschermingszone. De beschermingszones en buitenbeschermingszones dienen de stabiliteit van het waterkerende vermogen (van de feitelijke hoogwaterkering) te garanderen. De verschillende zones zijn schematisch weergegeven in onderstaande figuur.<sup>54</sup> De Afsluitdijk wordt aan de zeezijde en de IJsselmeerzijde omgeven door water dat in beheer is bij Rijkswaterstaat. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de binnenbeschermingszone en de buitenbeschermingszone. Volgens de Legger Afsluitdijk is er voor gekozen de beschermingszones zowel aan de Waddenzeezijde als de IJsselmeerzijde vast te stellen op 150 meter.

<sup>54</sup> Voor de Afsluitdijk moet voor de buitenbeschermingszone zeezijde (BBZZ) gelezen worden buitenbeschermingszone Waddenzeezijde (BBZW); voor de beschermingszone zeezijde (BBZ) moet gelezen worden beschermingszone Waddenzeezijde (BZW); voor de beschermingszone landzijde (BZL) moet gelezen worden beschermingszone IJsselmeerzijde (BZIJ); voor de buitenbeschermingszone landzijde (BBZL) moet gelezen worden buitenbeschermingszone IJsselmeerzijde (BBZIJ).

Figuur 7.1 Schematische weergave van de verschillende beschermingszones



Bron: Legger Afsluitdijk, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009

*Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken*

Het IJsselmeer is één van de Rijkswaterstaatswerken of ook wel één van de grote wateren. Op de plaatsing van windturbines in de grote wateren is de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken<sup>55</sup> van toepassing. De beleidsregel geeft inzicht in de afwegingen die Rijkswaterstaat maakt voor al dan niet vergunning te verlenen. De beleidsregel geeft voorschriften waaraan de aanvraag in elk geval moet voldoen. De voorschriften hebben betrekking op de waterkering, waterbodembodem en vaarroutes en hebben vooral een relatie met (water)veiligheid.

De relevante voorschriften uit deze beleidsregel voor de waterkering zijn:

- Plaatsing van windturbines wordt niet toegestaan in de kernzone van de primaire waterkering<sup>56</sup>;

<sup>55</sup> Te vinden op: [http://wetten.overheid.nl/BWBR0013685/geldigheidsdatum\\_30-06-2010](http://wetten.overheid.nl/BWBR0013685/geldigheidsdatum_30-06-2010).

<sup>56</sup> Onder kernzone wordt verstaan het eigenlijke dijk-, duin- of damlichaam zijnde de primaire waterkering als bedoeld in de Wet op de waterkering.

- Plaatsing van windturbines buiten de kernzone van de primaire waterkering, wordt slechts toegestaan mits dit geen negatieve gevolgen heeft voor de waterkerende functie van de primaire waterkering.

#### *Handboek risicozonering*

Naast calamiteiten met windturbines spelen er voor dijklichamen nog andere faalmechanismen zoals lokale en interne erosie, zetting, afschuiving en zettingsvloeïing. Het handboek gaat niet in op deze faalmechanismen. Het handboek refereert voor afstandseisen aan de beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over waterstaatswerken (zie hiervoor).

#### **Beoordelingskader**

In het algemeen kan gesteld worden dat de risico's als gevolg van activiteiten/objecten op, in of nabij de waterkering niet mogen leiden tot een verhoogde bezwijkkans van de dijklichamen. Dit geldt voor windturbines, de benodigde (elektrische) infrastructuur in/bij de Afsluitdijk en het transformatorstation op Breezanddijk. De aanleg en aanwezigheid van – niet waterkerende - objecten in de Afsluitdijk kan gevolgen hebben voor de stabiliteit van de Afsluitdijk.

Tijdens de heiwerkzaamheden voor de aanleg van het transformatorstation worden trillingen in de ondergrond opgewekt waardoor een extra belasting op het dijklichaam optreedt. De belasting op de dijklichaam wordt bepaald door de “trillingsbelasting” van de heiverteuten. De resultaten van de trillingsintensiteit, in versnellingswaarde, is gebruikt voor de risicoanalyse van het dijklichaam. Ook gevolgen van ontgraving zijn bij de effectbeoordeling betrokken.

Omdat de Afsluitdijk niet meer voldoet aan de huidige veiligheidseisen gaat Rijkswaterstaat de dijk versterken en de afvoercapaciteit van de Afsluitdijk vergroten. De plannen hiervoor zijn in ontwikkeling, de bouw van het transformatorstation vindt naar verwachting plaats voordat de verzwaring van de Afsluitdijk voltooid is. De beoordeling van de gevolgen voor dijkveiligheid is daarom gedaan op basis van de huidige stabiliteit van de Afsluitdijk (zie ook paragraaf 7.2.2).

De windturbines staan op relatief grote afstand van de Afsluitdijk (minimaal 600 meter). Hierbij vinden, afhankelijk van de gekozen fundatieoptie, eveneens heiwerkzaamheden plaats, tijdens de exploitatiefase veroorzaken windturbines trillingen door de dynamische belasting van de fundatie. Trillingen dempen uit met een toenemende afstand tot de trillingsbron. Beoordeeld is of relevante trillingsniveaus tijdens de aanleg en de exploitatiefase van het windpark de dijk bereiken, en zo ja, of deze trillingen van invloed zijn op de stabiliteit van de Afsluitdijk. Vanuit het perspectief van het Handboek Risicozonering Windturbines vindt de beoordeling op afstand plaats in het licht van het falen van een windturbine (zoals bladbreuk).

Tabel 7.3 Beoordelingscriteria dijkveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Score
Waterkeringen, turbines	Afstand tot object en invloed stabiliteit	0: buiten toetsingsafstand -: binnen toetsingsafstand
Waterkeringen, overige onderdelen (kabels en transformatorstation)	Invloed stabiliteit	0: geen relevante invloed stabiliteit (stabiliteitsfactor voldoet aan de toetsingswaarde) -: potentieel relevante invloed stabiliteit

### 7.1.4 Elektromagnetische straling

Voor Windpark Fryslân zullen nieuwe kabels ondergronds worden aangelegd om de geproduceerde elektriciteit van de windturbines naar het hoogspanningsnetwerk te transporteren.

Alle elektriciteitskabels tussen de windturbines en het hoogspanningsnet van de netbeheerder geven een elektromagnetische straling af. Allerlei huishoudelijke apparatuur geven deze straling ook af, zoals de magnetron en de stofzuiger. Het beleid van de rijksoverheid voor magnetische velden (en de daarbij horende handreiking van het RIVM<sup>57</sup> voor het berekenen van de breedte van de specifieke zone) is uitsluitend van toepassing op bovengrondse hoogspanningslijnen. Voor ondergrondse hoogspanningsverbindingen wordt hier in het MER echter aansluiting bij gezocht.<sup>58</sup>

In Nederland wordt een magneetveldzone aangehouden van maximaal 0,4 micro Tesla bij (bovengrondse) hoogspanningslijnen, waarin zich geen gevoelige bestemmingen mogen bevinden, zoals woningen en scholen, waar langdurig verblijf plaatsvindt op grond van het advies van het ministerie van VROM (2005/2008). Uit epidemiologisch onderzoek is geen verband aangetoond tussen magnetisch veld en gezondheid, echter een verhoogde kans op kinderleukemie bij een waarde van meer dan 0,4 microTesla is op grond van het onderzoek niet uit te sluiten en om die reden is uit voorzorg de waarde van 0,4 microTesla in beleid vastgelegd voor bovengrondse hoogspanningsverbindingen. Voor het windpark zal deze zone neerkomen op enkele meters tot maximaal enkele tientallen meters ter weerszijde van de hoogspanningsverbinding waar zich geen kwetsbaar object mag voordoen, afhankelijk van onder andere het type kabel, bodem en vermogen van de kabel. Deze afstand is ontleend aan diverse studies met berekeningen over de magneetveldzone bij ondergrondse verbindingen.<sup>59</sup> De Europese Unie hanteert voor de maximaal toelaatbare elektromagnetische veldsterkte een referentieniveau van 100 microtesla voor bescherming van leden van de bevolking vastgelegd. Deze waarde wordt in Nederland op voor het publiek toegankelijke plaatsen niet overschreden,

<sup>57</sup> Handreiking voor het berekenen van de breedte van de specifieke magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen (zie: [www.rivm.nl/Onderwerpen/Onderwerpen/H/Hoogspanningslijnen/Handreiking](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/Onderwerpen/H/Hoogspanningslijnen/Handreiking)).

<sup>58</sup> Afspraken tussen betrokken partijen over berekening van de "magneetveldzone" bij ondergrondse kabels en hoogspanning stations behorende tot de Randstad 380 kV verbinding', RIVM, 22 september 2011.

<sup>59</sup> Zoals Energy Solutions, Magneetveldberekeningen Q10 Landtracé, 28 februari 2012 en Energy Solutions, 110 kV kabelverbinding Westermeerdijk – Ens, Berekening specifieke magneetveldzone, 12-08-2010.



ook niet in de buurt van hoogspanningslijnen.<sup>60</sup> Beneden het referentieniveau veroorzaakt het magneetveld geen directe effecten.

Gezien het karakter van het plangebied is (ruim) voldoende afstand aan te houden tussen het kabeltracé en gevoelige bestemmingen, zodat de magneetveldzone van het kabeltracé niet overlapt met kwetsbare objecten. Daarmee kan voldaan worden aan de richtwaarde van 0,4 microTesla ( $\mu\text{T}$ ) voor gevoelige bestemmingen. Ook kan er een magneetveldzone buiten de inrichting van het transformatorstation aanwezig zijn.<sup>61</sup> Ook hier geldt dat plaatsing van het transformatorstation mogelijk is, waarbij geen gevoelige bestemmingen zich binnen de magneetveldzone van het transformatorstation begeven.

Windturbines hebben zelf ook een elektromagnetische veld. Dit veld is echter zodanig klein dat het effect op de grond vlak onder de windturbine minder is dan de elektromagnetische velden in een normale omgeving binnenshuis in een gemiddelde woning. Voor windturbines op land geldt dat vanwege slagschaduw, geluid en externe veiligheid al een dermate afstand tussen windturbines en bebouwing/woningen wordt aangehouden dat er geen sprake kan zijn van elektromagnetische hinder van de windturbines zelf.

Voor de windturbines en het transformatorstation geldt dat op grond van de effecten vanwege onder meer geluid afstand tot gevoelige bestemmingen maar ook de publieke ruimte dermate groot is dat geen sprake kan zijn van relevante effecten<sup>62</sup>. Voor de kabel is dit echter niet het geval. Voor de kabel zijn de effecten bepaald en beoordeeld.

#### Beoordelingskader

Voor de beoordeling wordt onderscheid gemaakt naar de aanwezigheid van gevoelige bestemmingen binnen het magnetisch veld van 0,4  $\mu\text{T}$  en publiek toegankelijk locaties binnen het magnetisch veld van 100  $\mu\text{T}$ . Hiertoe wordt een veldsterkte berekening uitgevoerd.

Tabel 7.4 Beoordelingscriteria EM-velden

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Score
Gevoelige bestemmingen nabij kabeltracé	EM-veld 0,4 $\mu\text{T}$	0: geen gevoelige bestemmingen binnen 0,4 $\mu\text{T}$ veld -: gevoelige bestemmingen binnen 0,4 $\mu\text{T}$ veld
Publieke locaties nabij kabeltracé	EM-veld 100 $\mu\text{T}$	0: geen publieke locaties binnen 100 $\mu\text{T}$ -: gevoelige bestemmingen binnen 100 $\mu\text{T}$ veld

<sup>60</sup> EU aanbeveling voor de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden, 1995/519/EG

<sup>61</sup> Zie als voorbeeld '110 kV station Westermeerdijk, Analyse magneetveldzone, Liandon, 28 mei 2010.

<sup>62</sup> Bijvoorbeeld voor bij het station van TenneT voor Windpark Noordoostpolder is berekend dat de 100  $\mu\text{T}$  contour ruim binnen de erfgronden van het station zijn gelegen en ligt de jaargemiddelde 0,4  $\mu\text{T}$  contour maximaal 10 meter uit de grens van het station. Dit betreft een 110 kV station (Bijlage 4, Rijksinpassingsplan Uitbreiding elektriciteitsnet Noordoostpolder, ministerie van I&M, 2011).

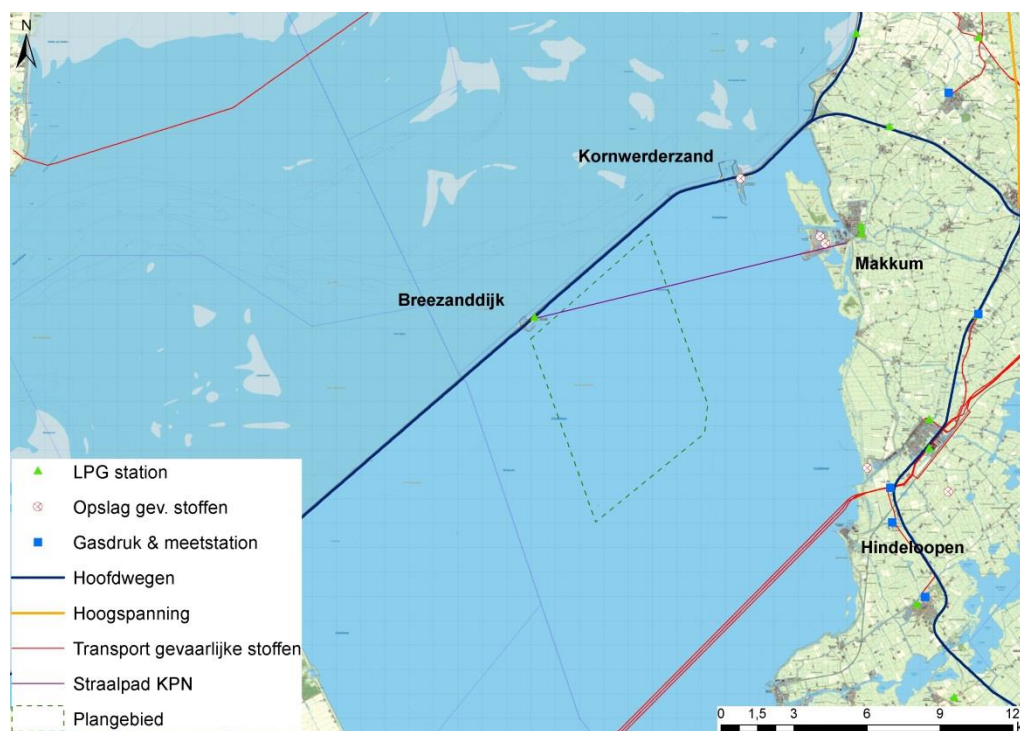
## 7.2 Referentiesituatie

### 7.2.1 Externe veiligheid

#### Huidige situatie

De huidige risicosituatie op de locatie van het windpark is weergegeven in figuur 7.2. Hierin is tevens, ter oriëntatie het plangebied van het voornemen weergegeven. Ten zuiden van het plangebied op een afstand van (minimaal) 6,0 kilometer zijn drie transportleidingen van de Gasunie gelegen. Tevens is de A7 over de Afsluitdijk een route waar gevaarlijke stoffen worden getransporteerd. Langs de Friese kust liggen verschillende lpg-stations, gasdruk-meetstations en opslaglocaties voor gevaarlijke stoffen (voornamelijk propaantanks). Ook op Breezanddijk is een LPG-station gelegen. Daarnaast loopt er van Makkum naar Breezanddijk een straalpad van KPN. Dit straalpad heeft een onbeschermde status en is niet opgenomen in een bestemmingsplan (er is geen bestemmingsplan voor dit deel van het IJsselmeer).

Figuur 7.2 Huidige situatie veiligheid



Bron: Pondera Consult

#### Autonome ontwikkelingen

De versterking van de Afsluitdijk en de aanleg van de vismigratierivier zijn relevante autonome ontwikkelingen voor externe veiligheid. Dit, inclusief de huidige situatie komt daarmee overeen met de referentiesituatie. Rondom de Afsluitdijk zijn verschillende projecten in ontwikkeling, het betreft hier geen autonome ontwikkelingen, voor meer informatie over deze toekomstige ontwikkeling wordt verwezen naar paragraaf 2.2.3 van dit MER.

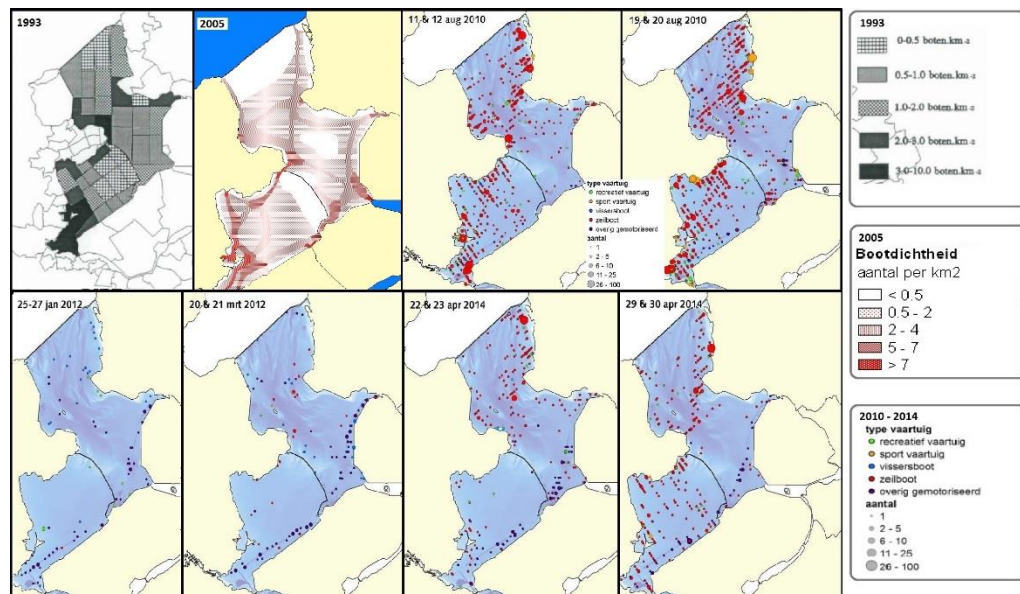
## 7.2.1 Nautische veiligheid

### Huidige situatie

In de huidige situatie staan er geen windturbines in het IJsselmeer en kunnen vaartuigen vrij over het IJsselmeer bewegen. In de huidige situatie vaart de binnenvaart en de beroepsvisserij hoofdzakelijk op vaste routen van en naar de sluisen. Nabij het plangebied wordt vooral de gemarkeerde route van de Lorentzsluisen richting Enkhuizen door de beroepsvaart bevaren. Binnen het plangebied wordt voornamelijk door de recreatievaart gevaren.

Voor wat betreft de recreatievaart zijn er door de jaren heen meerdere onderzoeken gedaan (zie literatuurlijst), waarin de intensiteit, verspreiding en concentraties van de recreatievaart op het IJsselmeer en Markermeer een component is geweest. Veelal in relatie tot toerisme en de ecologische draagkracht van het gebied. Zo zijn er meerjarige studies waar op meerdere dagen en in verschillende jaren, het aantal recreatievaartuigen zijn geteld tijdens vaartuigtellingen en vogeltellingen boven het IJsselmeer. Deze dataset geeft een consistente trend weer van de recreatievaart op het IJsselmeer en laat zien dat de intensiteit van de vaartuigen niet gelijk verdeeld is over het IJsselmeer, maar dat er sprake is van spreiding en concentratie. Hieruit is af te lezen dat de locatie van het plangebied van Windpark Fryslân veel minder schepen varen dan in andere delen van het IJsselmeer/ Markermeer. In figuur 7.3 is een uitsnede gemaakt van de verschillende intensiteit kaarten uit de verschillende onderzoeken.

Figuur 7.3 Vaarintensiteit IJsselmeer gedurende meerdere jaren



Bron: Meerdere onderzoeken. Zie literatuurlijst

### Autonome ontwikkelingen

De zandwinning van Smalls in het IJsselmeer en de bouw het Windpark Noordoostpolder zijn relevante autonome ontwikkelingen voor scheepvaartveiligheid. Dit, inclusief de huidige situatie komt daarmee overeen met de referentiesituatie. Daarnaast zijn rondom de Afsluitdijk zijn verschillende projecten in ontwikkeling, het betreft hier geen autonome ontwikkelingen, voor meer informatie over deze toekomstige ontwikkeling wordt verwezen naar paragraaf 2.2.3 van dit MER.

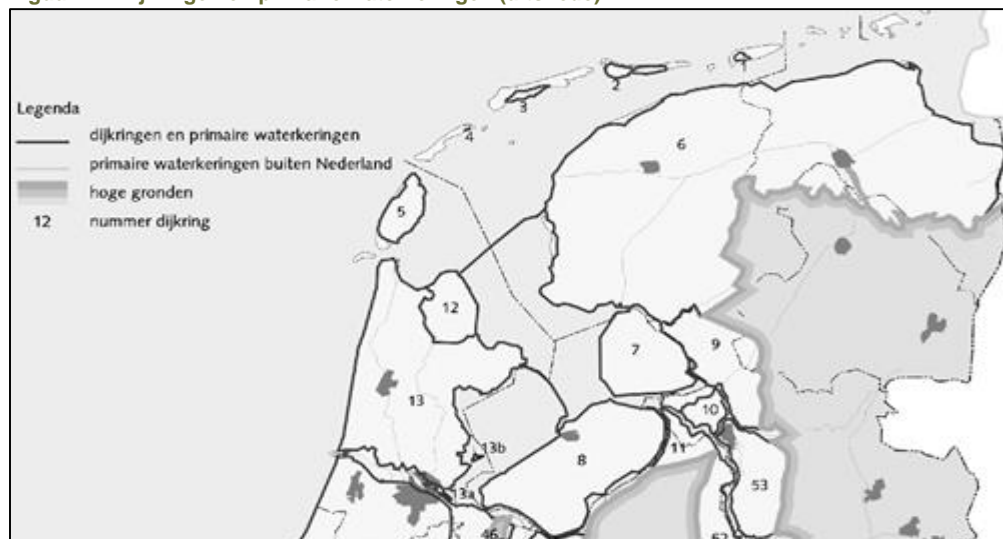
## 7.2.2 Dijkveiligheid

### Huidige situatie

Sinds 1932 beschermt de Afsluitdijk een groot deel van Nederland tegen overstromingen vanuit zee en werd de Zuiderzee IJsselmeer. De beheerder van de waterkering is verantwoordelijk voor de veiligheid. Voor de Afsluitdijk is dit Rijkswaterstaat. In de Waterwet staat aan welke waterhoogte en golfkracht waterkeringen aan moeten kunnen.

De Afsluitdijk is de verbindende waterkering tussen Noord-Holland en Fryslân. Samen met dijkkringgebied 12 (Wieringen) en dijkkringgebied 6 (Friesland en Groningen) beschermen ze tegen stormvloeden vanuit de Waddenzee. Voor deze dijkringen geldt als norm een gemiddelde overschrijdingskans per jaar van 1 op 4.000.

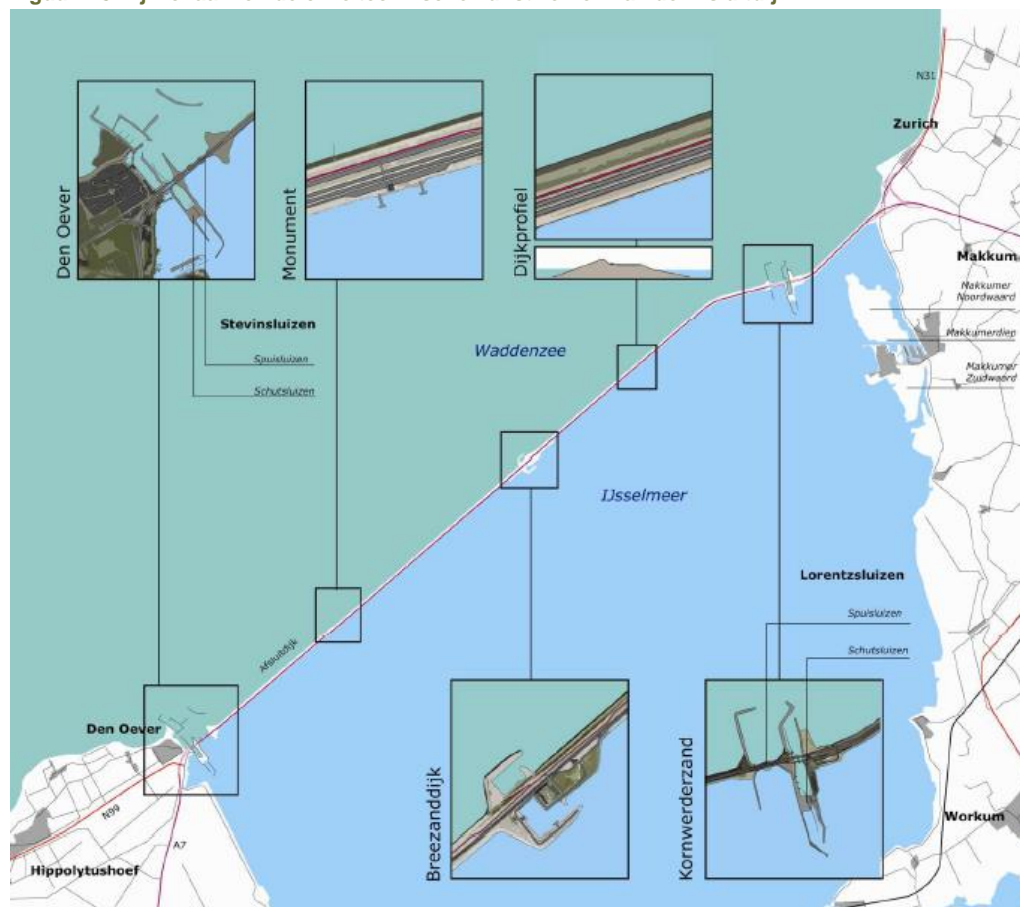
**Figuur 7.4** Dijkkringen en primaire waterkeringen (uitsnede)



Bron: Waterwet, bijlage I

In de Afsluitdijk zijn twee sluiscomplexen gebouwd. Bij Den Oever ligt het Stevinsluizencomplex met schut-en spuisluizen; bij Kornwerderzand ligt het Lorentzsluizencomplex met schut-en spuisluizen.

Figuur 7.5 Dijklichaam en de civieltechnische kunstwerken van de Afsluitdijk



Bron: Structuurvisie Toekomst Afsluitdijk

#### *Opbouw Afsluitdijk*

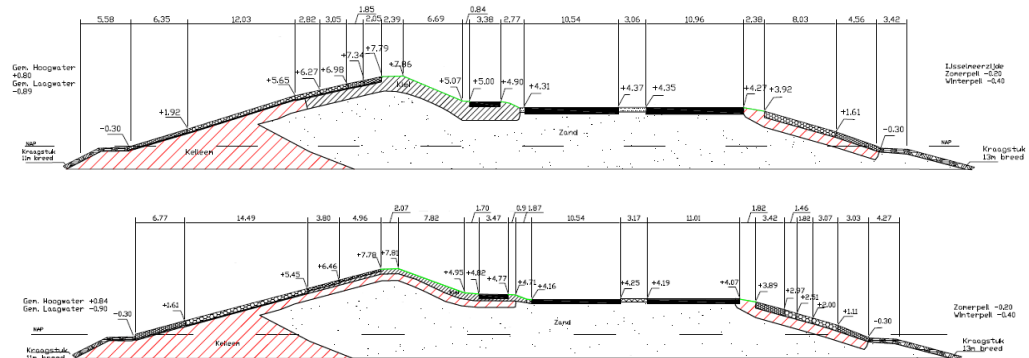
Aan de Waddenzeezijde is het zandlichaam afgedekt met 1 meter keileem. In het gedeelte van de Afsluitdijk (bij de bocht ten westen van Kornwerderzand) loopt deze keileemlaag door tot onder het fietspad.<sup>63</sup> Ter illustratie van de ligging van de keileemlaag zijn in Figuur 7.2 twee dwarsprofielen van de Afsluitdijk opgenomen. De keileem is met de rood gearceerd.

Aan de IJsselmeerzijde is het zandlichaam vanaf 1 meter onder NAP afgedekt met 0,75 meter keileem. Ter plaatse van het Monument is de kruin verbreed voor een parkeerplaats.

<sup>63</sup> De Afsluitdijk is in dijkvakken verdeeld op grond van uniformiteit van karakteristieken per sectie. De karakteristieken zijn geometrie, opbouw en samenstelling van de waterkering. Ieder dijkvak wordt gekarakteriseerd door een maatgevend dwarsprofiel.



Figuur 7.6 Dwarsdoorsnede dijkprofielen 10 (boven) en 11 (onder)

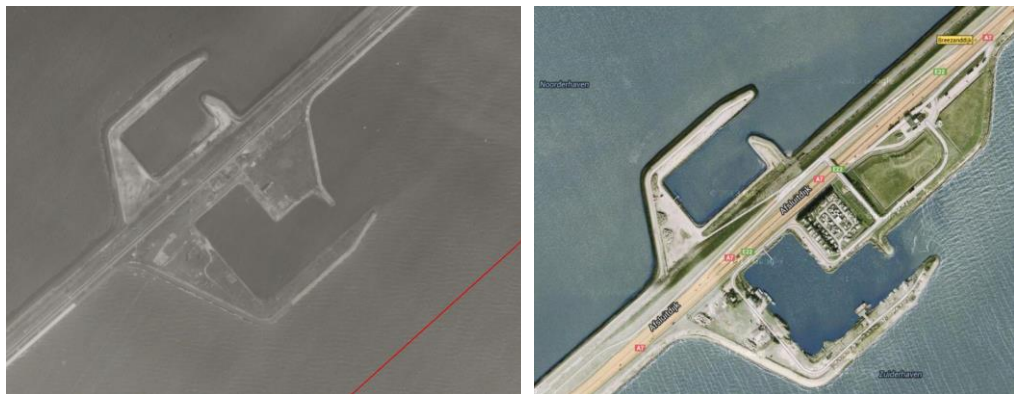


Bron: Legger Afsluitdijk, dwarsprofiel dijkvak 10 (boven) Breezanddijk tot de bocht ten westen van Kornwerderzand en dwarsprofiel dijkvak 11 (onder) de bocht ten westen van Kornwerderzand.

De spuisluizen zijn gebouwd in de periode 1927-1932. Het complex te Kornwerderzand bestaat uit 2 groepen van 5 spuiokers, die op palen zijn gefundeerd; dit in tegenstelling tot het complex nabij Den Oever. De dwarsdoorsnede van elke koker heeft een doorstroombreedte van 12 meter breed en 6,90 m hoog.

Ongeveer halverwege de Afsluitdijk ligt Breezanddijk op het voormalige werkeiland Breezand. Het werkeiland is voor de bouw van de Afsluitdijk aangelegd op een zandplaat. Aan de noordkant van Breezanddijk bevindt zich de voormalige werkhaven van de Afsluitdijk. Bij Breezanddijk is de Afsluitdijk aan de zuidzijde verbreed en de Breezanddijk is aan de oostzijde vergroot. Deze vergroting is duidelijk zichtbaar op onderstaande luchtfoto's.

Figuur 7.7 Luchtfoto's Breezanddijk 1945 (links) en heden (rechts)



Bronnen: Afdeling Speciale Collecties van de Wageningen Universiteitsbibliotheek (foto 1945) en Google Earth (foto heden)

De bodemgesteldheid is beschreven aan de hand van grondonderzoek dat in de directe nabijheid van de beoogde locatie in 2000 en 2001 is uitgevoerd en geschematiseerd met behulp van bestekstekeningen. Het maaiveldniveau op de Afsluitdijk is wisselend.

Tabel 7.5 Globale bodemgesteldheid

Diepte in meters ten opzichte van NAP	Bodembeschrijving	
+10,0 tot +9,0	Klei	Uitgedroogd
+9,0 tot +3,9	Zand	Los tot matig vast gepakt
+3,9 tot +3,0	Klei	Uitgedroogd, siltig
+3,0 tot -1,2	Zand	Matig vast gepakt
-1,2 tot -4,5	Zand	Sterk kleilig, siltig
-4,5 tot -8,5	Zand	Matig vast gepakt
-8,5 tot -10,0	Klei	-
-10,0	Maximaal verkende diepte	

Bron: Geotechnisch Advies en Risicoanalyse transformatorstation Breezanddijk, Fugro

Van het achterland ter hoogte van Breezanddijk zijn geen gegevens beschikbaar. Uit overleg met Rijkswaterstaat komt naar voren dat dit uit opgespoten, losgepakt zand bestaat.

#### *Bestaande kabels en leidingen*

Bekend is dat een kabelgoot aanwezig is tussen het fietspad en de tuimeldijk, Waddenzeezijde. Er liggen ook kabels en leidingen tussen de snelweg en de tuimeldijk, IJsselmeerzijde. Ligging van kabels en leidingen “op” Breezanddijk en in het bijzonder de toekomstige locatie transformatorstation zijn bekend.

#### **Autonome ontwikkeling**

Voor het aspect dijkveiligheid komt de referentiesituatie overeen met de huidige situatie. De plannen om de Afsluitdijk te versterken en de mogelijkheden om de afvoer van water naar de Waddenzee te vergroten zijn nog in ontwikkeling. Er heeft nog geen besluitvorming in de vorm van een ruimtelijk plan en / of vergunning plaatsgevonden (geen autonome ontwikkeling). De plannen voor de Afsluitdijk staan in paragraaf 2.2.3 (overige ontwikkelingen). Omdat de bouw van het windpark en het transformatorstation naar verwachting plaatsvindt voordat de verzwaring van de Afsluitdijk is voltooid, is de beoordeling van de gevolgen voor dijkveiligheid daarom gedaan op basis van zowel de huidige als de toekomstige stabiliteit van de Afsluitdijk.

De relatie tussen het windpark en de Afsluitdijk is beperkt tot het transformatorstation en de (aanleg van de) kabel. Mogelijk kunnen werkzaamheden gecombineerd worden uitgevoerd. Hierover vindt regelmatig afstemming plaats met Rijkswaterstaat. Voor de aanleg van de windturbines is geen toegang tot de Afsluitdijk vereist. De bouw van de windturbines vindt plaats vanaf het water.

### **7.2.3 Elektromagnetische velden**

#### **Huidige situatie**

Er liggen meerdere kabels en leidingen in de Afsluitdijk. Vanuit het oogpunt van EM-velden is slechts de bestaande 50-kV kabel naar Breezanddijk relevant. Deze ligt naast het fietspad in de dijk. Gezien de spanning en aangezien geen grote verbruikers of producten op Breezanddijk aanwezig zijn zal het EM-veld van deze kabel verwaarloosbaar klein zijn.



### Autonome ontwikkeling

In de toekomst worden geen autonome ontwikkelingen verwacht die van invloed zijn op de EM-velden. In de SVIR is op de Afsluitdijk een reservering voor uitbreiding van het hoogspanningsnet opgenomen; hiervoor zijn echter nog geen concrete plannen/projecten.

## 7.3 Effectbeschrijving

### 7.3.1 Externe veiligheid

Voor alle alternatieven geldt dat de afstanden tot risicovolle objecten voldoende is om geen effect te veroorzaken in geval van falen van de turbine. In tabel 7.6 worden de advies afstanden uit het handboek risicozonering (2014) weergegeven en per alternatief de afstanden tot de betreffende objecten.

Aangezien het gehele IJsselmeer toegankelijk is voor scheepvaart is hierna slechts de afstand tot de gemarkeerde vaarroute beoordeeld. In paragraaf 3.7.1 is reeds de nautische veiligheid in meer detail beoordeeld.

Tabel 7.6 Afstanden Externe veiligheid

Criteria	Advies generieke toetsingsafstand (meters)*	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Bebouwing	PR 10 <sup>-6</sup> = Alt. 1 + 2 = 231 Alt. 3 + 4 = 245	±820 m	>1 km	>1 km	>1 km
Wegen/ transport gevaarlijke stoffen	½ RD = Alt. 1 + 2 = 60 Alt. 3 + 4 = 77	±750 m	±750 m	±900 m	±900 m
Waterwegen (vaarwegen)	½ RD = Alt. 1 + 2 = 60 Alt. 3 + 4 = 77	>1 km	±350 m	±830 m	±220 m
Spoorwegen	½ RD + 7,85 = Alt. 1 + 2 = 67,85 Alt. 3 + 4 = 84,85	>1 km	>1 km	>1 km	>1 km
Risicobronnen	PR 10 <sup>-6</sup> = Alt. 1 + 2 =231 Alt. 3 + 4 =245	±730 m	±960 m	>1 km	±1,0 km
Transportleidingen en kabels	Nominale werpafstand = Alt. 1 + 2 =231 Alt. 3 + 4 =245	>1 km	>1 km	>1 km	>1 km
Waterkeringen, turbines	Locatie	±600 m	±760 m	±910 m	±860 m

\*Op basis van het handboek risicozonering 2014

Uit bovenstaande tabel komt naar voren dat de afstanden tot de verschillende relevante objecten ruimschoots voldoende zijn om geen effect te hebben op de veiligheid. Om die reden

geldt voor alle alternatieven, dat er neutraal gescoord wordt op de verschillende veiligheidscriteria.

#### *Slagschaduw op de A7*

De Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) heeft in 1992 een onderzoek uitgevoerd naar de invloed van windturbines op de verkeersveiligheid. Onderdeel van het onderzoek betrof het effect van slagschaduw. Het onderzoek concludeert dat wanneer voldaan wordt aan de 'Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswegen'<sup>[1]</sup> uit 2002, slagschaduwhinder door windturbines als verwaarloosbaar kan worden beschouwd.

Wanneer de slagschaduw van de bewegende turbinebladen over de weg valt, dan merkt een bestuurder een tijdelijk wegvallen van de zonneshijn, zoals dat ook wordt ervaren als langs een gebouw wordt gereden die de zonneshijn tegenhoudt. Er is geen aanleiding te veronderstellen dat dit effect tot onveiligheid leidt voor verkeersdeelnemers, temeer ook dat automobilisten slechts kortstondig de slagschaduw bemerken van de windturbines (aangezien zij over de weg rijden en de slagschaduw niet altijd optreedt). Schrikreacties kunnen worden voorkomen indien de windturbines ruim van te voren te zien zijn. Door de hoogte van moderne windturbines zijn deze van grotere afstand al waar te nemen en draaien de turbinebladen rustiger dan de kleinere turbines die 30 tot 10 jaar geleden werden gebouwd.

Ook recentere onderzoeken, onder meer naar windturbines nabij knooppunt Everdingen en Nieuwegein (o.a. Mansveld & de Haan, 2013) concluderen dat slagschaduw als gevolg van windturbines geen negatief effect heeft op de verkeersveiligheid.

Op basis van bovenstaande wordt geconcludeerd dat slagschaduw op de A7 geen tot een verwaarloosbaar effect op de verkeersveiligheid tot gevolg heeft.

#### *Transformatorstation*

Op Breezanddijk is een Lpg-station gelegen op een afstand van ca. 85 meter van het transformatorstation. Voor het Lpg-station geldt een  $10^{-5}$  contour van 40 meter waarbinnen geen (beperkt) kwetsbare objecten geplaatst mogen worden<sup>64</sup>. Het transformatorstation betreft geen (beperkt) kwetsbaar object en is bovendien op voldoende afstand van het Lpg-station gelegen om geen additioneel risico te vormen. De contour ten opzichte van het transformatorstation is weergegeven in figuur 7.8.

<sup>[1]</sup> In qasu: een minimaal aan te houden afstand van ½ rotordiameter tot de weg.

<sup>64</sup> Op basis van risicokaart.nl

Figuur 7.8 10-5 contour Lpg station Breezanddijk



Bron: Pondera Consult

### 7.3.2 Nautische veiligheid

#### Beroepsvaart

Het risico van de aanwezigheid van een windpark voor de beroepsvaart is gelegen in de kans op het raken van een windturbine en de gevolgen van een dergelijk incident. Een dergelijk contact met een turbine kan het gevolg zijn van twee mogelijke hoofdoorzaken, een navigatiefout (menselijke fout) en een motor/stuurinrichting storing. Als een schip een navigatiefout maakt en dit wordt te laat ontdekt, kan dit leiden tot een ramming. Bij een ramming is de snelheid van het schip gelijk aan de vaarsnelheid en is de richting waarin het schip zich beweegt vrijwel gelijk aan de originele vaarrichting. Als een schip een motorstoring krijgt kan het op drift raken. Hierdoor kan een schip onbestuurbaar worden en tegen een windturbine aandrijven. De snelheid van een schip is bij een drift in beginsel lager dan de originele vaarsnelheid. De driftrichting zal in hoofdzaak niet veel verschillen van de originele vaarrichting aangezien geen sprake is van relevante stroming. Bij hoge windsnelheden kan driftrichting beïnvloedt worden door de windrichting, de snelheid van driften zal in dat geval echter snel en sterk afnemen.

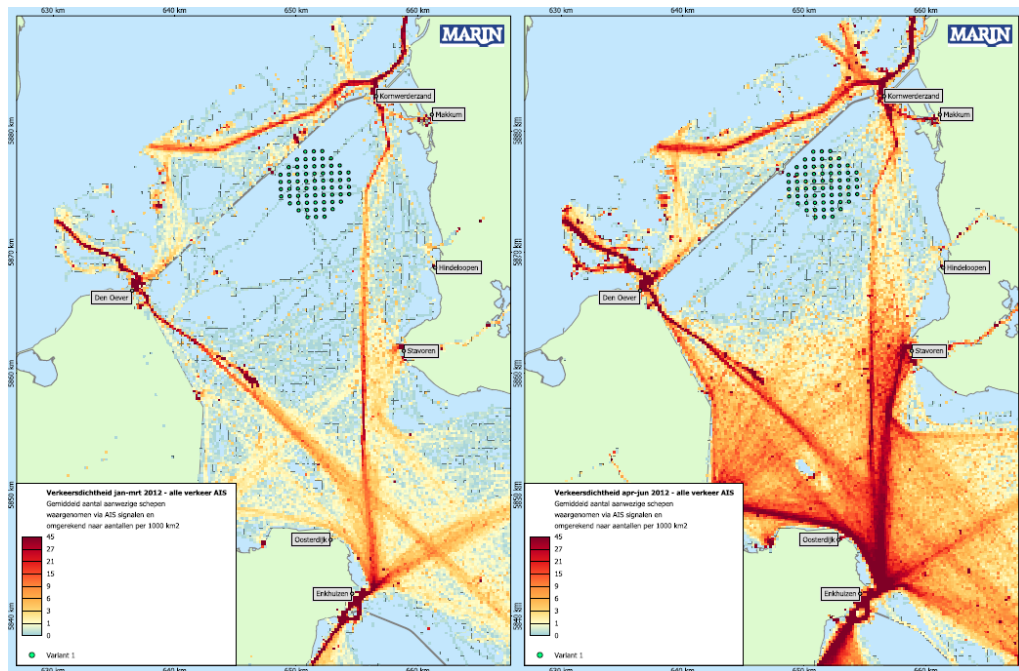
#### *Kans op incidenten*

De kans op incidenten op de locatie van het windpark is onderzocht door MARIN. De rapportage van MARIN is opgenomen als bijlage D-13. Hieronder is een globale weergave te zien van de verkeersbewegingen op het IJsselmeer. Het betreffen hier alleen schepen met AIS<sup>65</sup> (met name beroepsvaart). Hieruit is op te maken dat de beroepsvaart met name in het

<sup>65</sup> Automatic Identification System.

zuidelijk deel van het IJsselmeer vaart. Nabij het plangebied wordt voornamelijk de gemarkeerde vaarroute van en richting de Lorentzsluizen gebruikt. Binnen het plangebied is vrijwel geen beroepsvaart aanwezig. De kleinste afstand van de varianten tot de rand van de vaargeul is minimaal 190 meter (variant 4) en maximaal 1.300 meter (variant 1).

**Figuur 7.9 Dichtheidskaart gebaseerd op schepen met AIS**



Bron: Marin; Links jan-mrt 2012 en rechts apr-juni 2012.

Binnen het SAMSON-model<sup>66</sup> wordt gewerkt met één ongevalskans, die beide oorzaken (ramming en driften) omvat. Dit betekent dat de resultaten van het model zowel de aanvaar- als de aandrijffrequenties zijn. De ongevalskans is de kans per vaartuigmijl dat er ‘iets’ gebeurt wat leidt tot een aanvaring met een object.

De kans op het aanvaren/aandrijven van een windturbine is bepaald voor de vier inrichtingsalternatieven. Voor ieder alternatief is de kans per turbine bepaald. In tabel 7.7 is een overzicht gegeven van de totale verwachte aanvaar/aandrijffrequentie per jaar en de maximale frequentie per turbine, voor alle alternatieven.

**Tabel 7.7 Verwachte aanvaar/aandrijf-frequentie per jaar beroepsvaart**

Alternatief	Aantal turbines	Totale frequentie	Gemiddeld eens per ... jaar	Gemiddelde kans per turbine	Frequentie turbine met max. frequentie
1	66	9.485E-06	105.426	1.437E-07	2.48E-06
2	100	1.049E-04	9.537	1.049E-06	4.71E-05
3	47	2.006E-05	49.839	4.269E-07	6.76E-06

<sup>66</sup> Het model van MARIN waarmee de aanvarings/aandrijvingskans wordt berekend.

Alternatief	Aantal turbines	Totale frequentie	Gemiddeld eens per ... jaar	Gemiddelde kans per turbine	Frequentie turbine met max. frequentie
4	65	1.688E-04	5.924	2.597E-06	1.10E-04

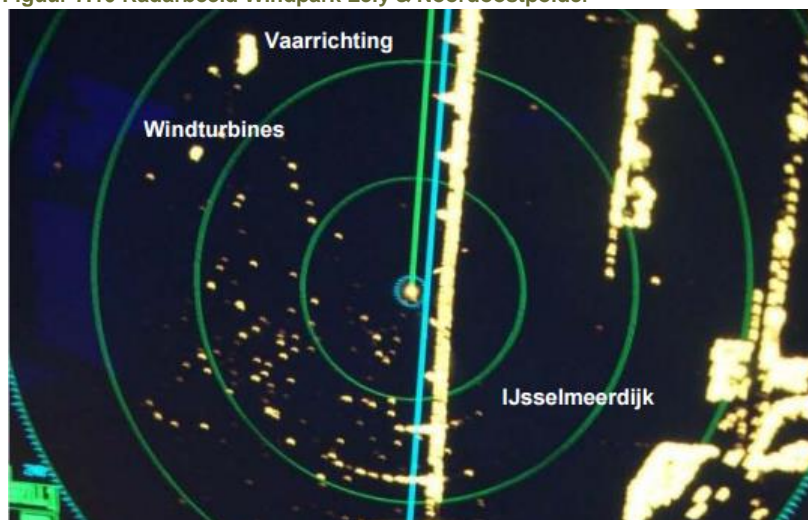
In de tabel is naast de totale frequentie voor het hele park, ook de gemiddelde aanvaarkans per turbine weergegeven. In de laatste kolom is de frequentie weergegeven van de turbine met de hoogste aanvaarkans binnen dat alternatief. De maximale aanvaarkans per turbine is  $1.10 \times 10^{-4}$ , wat neerkomt op eens in de 10.000 jaar. De totale aanvaarkans/aandrijffrequentie voor het windpark varieert tussen de eens in de bijna 6.000 jaar en eens in de meer dan 100.000 jaar. De aanvaarkans/aandrijffrequenties voor het totale park, evenals de individuele turbines zijn daarmee voor alle alternatieven erg laag. Het verschil in de frequentie tussen het alternatief 1 en 3 en alternatief 2 en 4 is te verklaren vanwege een aantal turbines van alternatief 2 en 4 die dicht bij de vaarroute zijn gelegen (alternatief 4 ligt het dichtst bij de vaarroute). De turbines dicht bij de vaarroute hebben een hogere kans aangevaren te worden door verkeer vanuit de vaarroute dan de turbines die verder van de vaarroute zijn gelegen. Vooral beroepsvaart die vanuit de sluisen bij Kornwerderzand over de vaarroute naar het zuiden varen, hebben in geval van een motorstoring een iets grotere kans om tegen deze turbines aan te varen. De knik in de vaarroute leidt er toe dat deze schepen in de richting van het windpark varen. Tegelijkertijd leidt de knik in de vaarroute ertoe dat de schepen die uit zuidelijke richting komen van het windpark, wegvaren.

De realisatie van het windpark heeft geen gevolgen voor het gebruik van de vaarroute zoals bedoeld in artikel 6.9 van de waterregeling.

- De doorvaart van de scheepvaart wordt niet belemmerd (er worden geen turbines geplaatst binnen een afstand van 200 meter van de vaarroute);
- De zichtlijnen voor de scheepvaart worden niet gehinderd; de windturbines bevinden zich buiten de vaargeul en niet tussen delen van de vaarroute of tussen delen van de vaarroute en het sluisencomplex (terzijde: de onderlinge afstanden tussen de windturbines zijn tevens dermate groot, 600 meter of meer, dat zichtlijnen voor schepen in het windpark niet negatief beïnvloedt);
- De zichtlijnen voor de bedienings- en begeleidingsobjecten worden niet gehinderd, gezien de positie van het windpark ten opzichte van de vaargeul en het sluisencomplex van Kornwerderzand en de ruime afstand tot dit complex.
- De scheepsradar wordt niet gehinderd (effecten op scheepsradar zijn bij eerdere projecten onderzocht, hieruit blijkt dat de windturbines als individuele objecten goed zichtbaar zijn. ).

Ten aanzien van de scheepsradar geldt dat dit blijkt uit ervaringen bij offshore windparken en in het kader van het MER van Windpark Noordoostpolder. Voor dit MER is een bezoek met een schip van Rijkswaterstaat uitgerust met radar, gebracht aan het windpark Lely dat in het IJsselmeer is gelegen bij de A6. In de volgende figuur is een foto opgenomen van het radarbeeld. De windturbines zijn duidelijk en individueel zichtbaar. De windturbines raken de IJsselmeerdijk aangezien tussen de windturbines en de dijk een loopbrug aanwezig is. De tweede figuur laat een radar beeld zien van windpark Westermeerwind (april 2015). Zowel de scheepvaartveiligheidsvoorziening als de gebouwde turbines onshore en de geplaatste fundaties in het IJsselmeer zijn individueel duidelijk zichtbaar op de radar.

Figuur 7.10 Radarbeeld Windpark Lely & Noordoostpolder



Bron: MER Windpark Noordoostpolder, Pondera Consult



Bron: Scheepsradar bouw Windpark Westermeerwind, Pondera Consult

### Gevolgen van incidenten

Uit de berekeningen van de aanvaringskansen komt naar voren dat de kans op incidenten als gevolg van aanvaring met een windturbine zeer klein is. Mocht het voorkomen dat een schip in contact komt met een turbine, kunnen er verschillende gevolgen optreden.

#### *Schade windturbine door aanvaring;*

- Door contact tussen een schip en een windturbine kan de windturbine knikken op het punt van impact. Dit kan optreden bij aanvaring van schepen met een kracht van minimaal 2 Mjoules. Bij aandrijving (stuurloos schip) is het knikken van een windturbine niet te verwachten omdat de kinetische energie te klein is voor een dergelijk gevolg. Om dezelfde reden is de kans op knikken van een windturbine als gevolg van aanvaring door een



recreatieschip uitgesloten. De kans op aanvaring met voldoende kracht om tot knikken te leiden is bijzonder klein. Indien dit optreedt en de windturbine knikt richting het schip waardoor deze op het schip terecht komt, is de potentiële schade aan het schip naar verwachting groot en is letsel aan de bemanning niet uit te sluiten.

- Een windturbine kan bezwijken door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de 'bevestiging' op de bodem van het IJsselmeer. De gevolgen zijn vergelijkbaar met hetgeen hiervoor aangegeven bij het knikken van de windturbine. Ook hier geldt dat de kans hierop bij met name aandrijving door beroepsvaart klein is en door de recreatievaart is uitgesloten, vanwege de (te) beperkte hoeveelheid kinetische energie.
- Een aanvaring tussen een schip en een turbine kan ook resulteren in lichte schade aan de turbine, zonder dat de turbine omvalt door scharnieren of knikken. In dat geval zal de turbine niet omvallen en zal de schade bestaan uit krassen of deuken op de turbinefundering;
- Indien een schip in aanraking komt met een windturbine, treedt in veruit de meeste gevallen helemaal geen schade op aan de windturbine. Of schade optreedt ten gevolge van een aanvaring met beroepsvaart zal sterk afhangen van de omvang/massa van het schip en de aanvaringssnelheid.

#### *Schade schip*

Wanneer een aanvaring plaatsvindt tussen een schip en een windturbine kunnen er tevens effecten optreden voor de scheepvaart. Er zijn verschillende typen effecten die op kunnen treden bij aanvaring/aandrijving, voor de onderverdeling is aansluiting gezocht bij de indeling in schadeklassen van Rijkswaterstaat (2006):

- Bij schadeklasse 0 treedt geen effect op, omdat er te weinig kinetische energie met de aanvaring is gemoeid. Er treedt geen schade op aan het schip;
- Bij schadeklasse 1-2 treedt er lichte schade op aan het schip, maar is er geen verlies van eventuele lading. Het betreft hier krassen, deuken en ondiepe scheuren in bijvoorbeeld de scheepsromp. Dit kan voorkomen wanneer de aanvaringssnelheid of het schip zelf iets groter is.
- Schadeklasse 3-4 houdt in dat het schip grotere schade heeft, waardoor er lading wordt verloren. De lading kan onschuldig zijn en relatief snel worden opgeruimd, of de lading is minder onschuldig, zoals gevaarlijke stoffen.
- Schade klasse 5 houdt in dat het schip dusdanige schade heeft dat er water wordt gemaakt. In dit geval bestaat de vervolgschade uit het mogelijk te water raken van personen en het tijdelijk onbevaarbaar zijn van het IJsselmeer ter plaatse, vanwege de berging van het schip dat water maakt. Mogelijk treedt hierbij eveneens verlies van lading op.

Voor schadeklasse 3 – 5 kan persoonlijk letsel optreden doordat het schip een plotselinge schok krijgt.

#### *Potentiële milieugevolgen bij verlies van lading*

Wanneer een vrachtschip (beroepsvaart) in aanraking komt met een turbine en daardoor (een deel van) zijn lading verliest zijn er potentieel gevolgen voor het milieu en de drinkwatervoorziening van het IJsselmeer. Wanneer een schip geen gevaarlijke stoffen vervoerd, wordt de lading volgens de 'incidentenbestrijding IJsselmeer' opgeruimd en zijn er



geen relevante gevolgen voor het milieu. Wanneer een schip milieugevaarlijke stoffen vervoerd en deze verliest, kunnen er mogelijk wel gevolgen zijn voor het milieu.

De vaarroute langs het windpark is in het 'basisnet vervoer gevaarlijke stoffen water' aangewezen als 'groene route' wat wil zeggen dat er slechts beperkt vervoer van gevaarlijke stoffen plaatsvindt. De stoffen die worden vervoerd betreffen alleen stoffen in de categorie LF1 en LF2 (diesel en benzine).

Bij het vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen geldt dat het daadwerkelijk optreden van een dergelijke gebeurtenis naar aanleiding van een aanvaring bepaald wordt door een aantal omstandigheden, zoals het gegeven dat sprake is van een lading bestaande uit gevaarlijke stoffen, de opgetreden schade en of sprake is van een dubbel- of enkelwandig schip (in principe moet elke vrachtschip met gevaarlijke stoffen vanaf 2018 dubbelwandig zijn). Het risico op een opeenvolging van kansen bij een incident (aanvaring met een windturbine, van een schadeklasse waarbij ladingverlies optreedt en waarbij sprake is van een schip met milieugevaarlijke stoffen) die ertoe leidt is zeer klein. Het windpark zal naar verwachting niet eerder dan in 2018 gerealiseerd zijn. In bijlage D-14 wordt nader ingegaan op de kans op het optreden van incidenten met milieugevaarlijke stoffen. Daarin wordt geconcludeerd dat de kans op het optreden van een incident ten gevolge van het windpark dat kan leiden tot geringe milieuschade minder bedraagt dan 1 maal in de 7,4 miljoen jaar. De kans op het optreden van een incident ten gevolge van het Windpark Fryslân dat kan leiden tot ernstige milieuschade is aanzienlijk lager dan de genoemde 1 maal in de 7,4 miljoen jaar. Beide kansen zijn dan ook verwaarloosbaar klein.

Voor het effect op natuur en de drinkwatervoorziening in het IJsselmeer is het vervolgeffect dat lading in het IJsselmeer terechtkomt het meest relevant. In bijlage D-14 wordt uitgebreid ingegaan op de potentiële gevolgen van uitstroom van stoffen en de kans hierop. Hier wordt geconcludeerd dat het risico voor de drinkwatervoorziening door het vrijkomen van milieugevaarlijke stoffen ten gevolge van een scheepvaartcalamiteit in de vorm van aanvaringen met windturbines is beperkt, onder meer vanwege:

- de geringe kans op uitstroom van milieugevaarlijke stoffen als gevolg van de aanwezigheid van de windturbines;
- het feit dat de drinkwaterwinning op een afstand van circa 24 kilometer van het windpark is gelegen en de overheersende windrichting zuid west is, waardoor eventuele uitstroom van milieugevaarlijke stoffen juist van het innamepunt afdrijven;
- de milieugevaarlijke stoffen in kwestie (LF1 (diesel) en LF2 (benzine)) relatief snel zullen verdampen en afgebroken worden waardoor deze relatief snel uit het IJsselmeerwater verdwenen zullen zijn;
- Het feit dat MTBE (een additief aan benzine dat een mogelijk gevaar vormt voor de drinkwatervoorziening) niet het drinkwater kan komen als gevolg van verdunning, vervluchting en zuivering. Daarnaast kent Andijk een bufferbekken en kan de inname gestopt worden meteen na een calamiteit.

Over uitstroom voor organismen kan het volgende geconcludeerd worden:

- Er zijn vooral directe lokale effecten op organismen te verachten kort na de lekkage als gevolg van de hoge toxiciteit. Ook kunnen vogels worden blootgesteld aan de gevolgen van de lekkage van benzine/diesel;

- Door hoge vluchtigheid, verdunning en biodegradatie is het risico op langdurige effecten op de ecologie gering.

Voornamelijk vanwege het feit dat diesel en benzine blijven drijven en vrij snel verdampen, zullen effecten op zowel drinkwaterwinning en organismen beperkt zijn, wanneer deze stoffen uitstromen in het IJsselmeer.

### Recreatievaart

Ook voor de recreatievaart is het risico van de aanwezigheid van een windpark het raken van een windturbine en de gevolgen van een dergelijk incident. Voor de recreatievaart geldt echter dat deze minder volgens vaste routen varen, waardoor een risicoberekening (volgens het SAMSON-model) minder geschikt is. Wel kan op basis van KNRM gegevens en verschillende onderzoeken naar vaarintensiteit op het IJsselmeer de kans op contact met een turbine worden weergegeven.

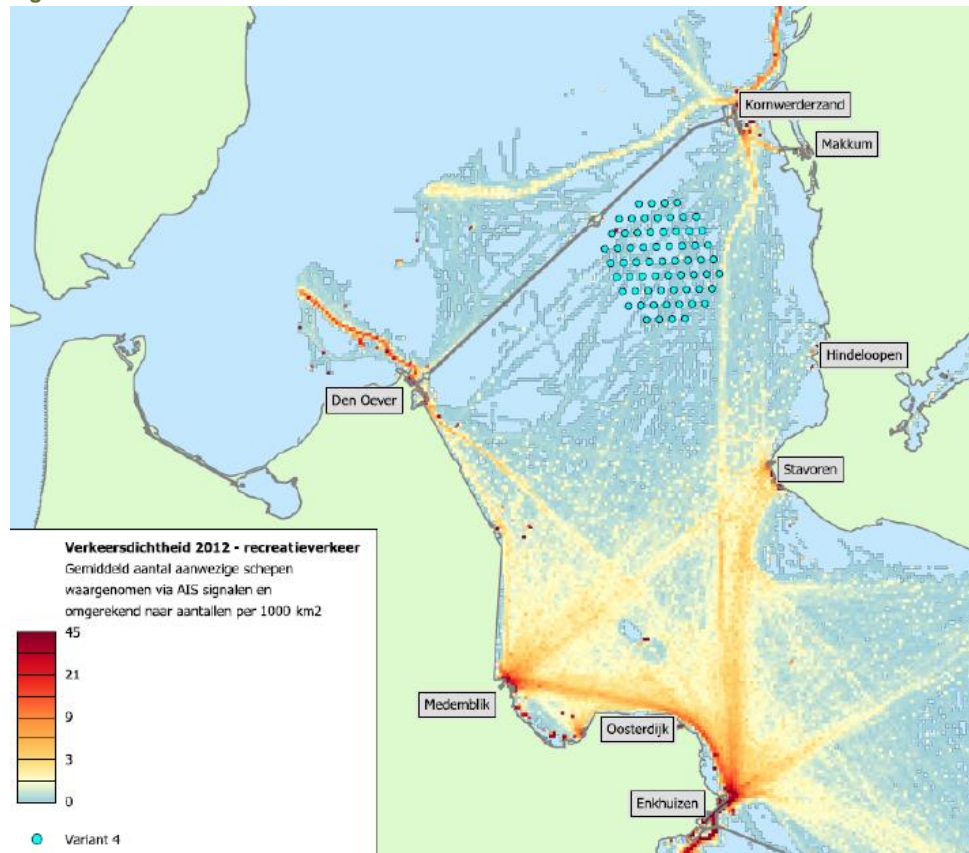
#### *Kans op incidenten*

Slechts een deel van de recreatievaart heeft AIS aan boord, waardoor AIS data geen volledig beeld geeft van het recreatieverkeer in het plangebied. Op basis van deze AIS gegevens, aangevuld met overige bronnen, zoals onderzoeken naar recreatie op het IJsselmeer en KNRM gegevens, is de recreatievaart op het IJsselmeer in kaart gebracht.

In figuur 7.11 is een weergave te zien van de recreatievaart die wel AIS aan boord heeft. Dit laat zien dat voor het deel van de recreatievaart die AIS aan boord hebben geldt dat met name gebruik wordt gemaakt van de vaarrouten (Lorentzsluizen en Enkhuizen). De recreatievaart is in mindere mate op de locatie van het windpark terug te vinden. Dit volgt uit een aantal omstandigheden. Het gebied ten westen van de locatie is een zogenaamd 'onveilig' gebied is (schietgebied Defensie), waar de recreatievaart in eerste instantie geen reden heeft om naar toe te varen. Het windpark ligt op ruime afstand van havens van recreatievaart. Daarnaast is er geen direct vaardoel in de nabijheid van het windpark; zoals ook naar voren komt uit de tellingen van de vaarintensiteit over de jaren die in figuur 7.7 zijn opgenomen. Daarnaast zijn de ondiepten bij 'De Zeug' (tussen het windpark en Den Oever) tevens een reden om niet in dat deel van het IJsselmeer te varen. Deze belemmeren een rechtstreekse oversteek van Den Oever naar Makkum.

Zoals in de huidige situatie beschreven zijn er door de jaren heen verschillende onderzoeken uitgevoerd die laten zien dat de intensiteit van de vaartuigen niet gelijk verdeeld is over het IJsselmeer, maar dat er sprake is van spreiding en concentratie. Uit de onderzoeken komt naar voren dat de locatie van het plangebied van Windpark Fryslân veel minder schepen varen dan in andere delen van het IJsselmeer/ Markermeer.

Figuur 7.11 Recreatieverkeer met AIS



Bron: MARIN

Ondanks de lage intensiteit zullen er recreatievaartuigen nabij of in het windpark varen. Het grootste risico voor de recreatievaart treedt op als er bij een schip averij optreedt, waardoor het schip niet meer onder controle is en op drift raakt. Er kunnen tevens navigatiefouten in het windpark worden gemaakt, maar de onderlinge afstanden tussen turbines in verhouding tot de grootte van recreatieschepen zijn dusdanig dat de kans op aanvaring erg klein is naar het oordeel van MARIN. Daarnaast zijn recreatieschepen veelal kleine schepen die goed manoeuvreerbaar zijn en daardoor voldoende kunnen uitwijken / corrigeren om aanvaring te voorkomen. Op basis van KNRM gegevens over incidenten met recreatievaartuigen is bepaald dat er per jaar gemiddeld 260 averij-incidenten met recreatievaart op het IJsselmeer zijn.

Op basis van de oppervlakte van het windpark kan het aantal incidenten binnen het windpark worden bepaald. Het alternatief met de grootste oppervlakte (35km<sup>2</sup>) bedraagt 1,9% van de totale oppervlakte van het IJsselmeergebied (1.800km<sup>2</sup>). Als conservatief wordt aangenomen dat de recreatievaart uniform verdeeld is over het IJsselmeer, betekent dit dat er jaarlijks 4,9 incidenten als gevolg van averij plaatsvinden in het windpark. Dit betreft een zeer conservatieve beschouwing, aangezien er duidelijk geen sprake is van een uniforme verdeling van de vaarbewegingen op het IJsselmeer is (zie figuur 7.7); er is echter geen bruikbare data over het aantal vaarbewegingen van de recreatievaart in het IJsselmeer en in het plangebied waardoor een conservatieve benadering wenselijk is. Tevens geldt dat niet alle schepen met averij dusdanige problemen hebben dat het schip totaal niet meer onder controle is.

Wanneer een schip op drift raakt, dan zal het schip het windpark in- of uitdrijven. De kans dat een schip hierbij in aanraking komt met een turbine is afhankelijk van de grootte van het schip en het aantal turbines dat wordt gepasseerd. MARIN heeft berekend dat de jaarlijkse kans dat een recreatievaartuig op drift raakt en in aanvaring komt met een windturbine 0,059 is, overeenkomend met eens in de 17 jaar voor alternatieven 1 en 2 en 0,052 (eens in de 19 jaar) voor alternatieven 3 en 4. Het verschil komt voort uit de grotere tussenafstanden die worden gehanteerd voor alternatieven 3 en 4 door de grotere rotordiameter. Indien een fundatie met een maximale afmeting wordt toegepast, uitgaande van de grootste breedte 30 meter, is dit 0,11 (eens in de 9 jaar). Daarbij heeft MARIN rekening gehouden met de omstandigheid dat voor het grootste deel (90%) van de schepen met averij het anker gebruikt wordt om driften en daarmee aanraking met een turbine te voorkomen. Dit is volgens MARIN nog steeds een conservatieve insteek aangezien geen rekening is gehouden met verdere beperking van averij ten gevolge van tijdige hulp door andere vaartuigen of de KNRM of het eventueel gebruik van de windturbine om het driften te stoppen (aanmeren) of de verhelpen van de oorzaak van de averij. In de praktijk zal de aandrijf- aanvaringskans dus lager zijn.

Wanneer er overigens wordt uitgegaan van minder incidenten per jaar die zich binnen het windpark bevinden, wordt de kans op het raken van een turbine proportioneel lager. Het is zeer waarschijnlijk dat er minder incidenten per jaar in het windpark voorkomen, aangezien de verdeling van vaarbewegingen niet uniform verdeeld is.

Naast de kans op aanvaren / -drijven bestaat een kans op het raken van een rotorblad door de mast van een zeilschip. Uit aanbevelingen door de Royal Yacht Association (RYA) aan de autoriteiten blijkt dat een rotorblad minimaal 22 meter boven het wateroppervlak moet zijn om contact te voorkomen. Het kleine en grote turbinetype in onderhavig MER draaien op respectievelijk 28 en 35 meter boven het wateroppervlak. Het grootste deel van de chartervaart heeft masten van minder dan 30 meter boven NAP. Er is een klein aantal schepen met masten van deze hoogte (bijvoorbeeld schepen uit de zogenaamde bruine vloot) die op het IJsselmeer varen. De kans dat een schip met een dergelijke mast in het gebied vaart, stuurloos raakt en daardoor in het bereik van een rotor raakt, is verwaarloosbaar klein. Te meer omdat een schip van die afmeting bijzonder dicht langs de turbinemast moet varen om in aanraking te komen met de laagste rotortip. Wanneer een schip van die afmetingen met de boeg een turbine recht raakt, zit er voldoende ruimte tussen rotor/mast en de scheepsmast om elkaar niet te raken. De kans dat een schip zo dicht langs een turbine vaart/drift dat er contact is tussen de rotor en scheepsmast, is bijzonder klein. Daarbij betreft het ervaren schippers die goed kunnen navigeren en handelen in onverwachte situaties. Op basis hiervan worden geen effecten verwacht en wordt geen aanleiding gezien om maatregelen te treffen voor de grotere chartervaart.

De beleidsvisie recreatietoervaartnet (BRTN) biedt een beleidsvisie op het basistoervaartnet van Nederland. De AZM (verbinding zeil en motorvaartuigen) en BZM (ontsluiting zeil en motorvoertuigen) routes (waaronder de staande mastroute) die hierin worden beschreven geven een masthoogte tot 30 meter. Het IJsselmeer is vanzelfsprekend ook in gebruik voor dergelijke schepen en maakt in zijn geheel onderdeel uit van het tourvaartnet. Voor de locatie van het windpark geldt dat er voldoende ruimte is langs het windpark via of naast de gemarkeerde vaarroute en de ondieptes voor de Friese IJsselmeerkust maar ook tussen de

windturbines waardoor het windpark geen invloed heeft op de staande mastroute en deze invloed beperkt is door een afname van bevaarbaar oppervlak voor schepen die het niet prettig vinden om door het windpark te navigeren.

#### *Gevolgen van incidenten*

De kans op aanvaring van een recreatieschip met een turbine is klein. Op het moment dat een recreatievaartuig toch in aanraking komt met een windturbine zijn er een aantal gevolgen denkbaar (zie ook bijlage D-14).

Bij aanvaring met recreatievaartuigen treedt er geen relevante schade op aan de windturbine, vanwege de relatief geringe massa/omvang van recreatievaartuigen. Bij aanvaring van een recreatieschip met een turbine is het uitgesloten dat een turbine knikt of scharniert, omdat de kinetische energie van de *impact* te klein is om een dergelijk effect te veroorzaken.

Wel is het bij aanvaring van een recreatieschip met een windturbine mogelijk dat er schade optreedt aan het schip. Ook hier geldt dat in veruit de meeste gevallen geen schade zal optreden omdat het veelal kleine schepen betreft en de drift snelheid te klein zal zijn om een grote impact te hebben. Mocht er schade optreden zal er in de meeste gevallen sprake zijn van lichte schade zoals krassen of deuken. De kans dat een recreatie schip water maakt als gevolg van aanvaring is zeer klein, gezien de kleine kracht van de impact. Optreden van persoonlijk letsel of te water raken van opvarenden is niet te verwachten aangezien sprake is van driften (relatief lage snelheid) en dit naar verwachting in de praktijk niet onverwacht zal zijn. Persoonlijk letsel in geval van het aandrijven is echter niet volledig uit te sluiten. De kans is, gezien de lage aanvaringskans en hetgeen hiervoor is toegelicht zeer klein te noemen.

Bij recreatieschepen is geen sprake van verlies van lading.

#### **Vaarcondities**

Bij optimale vaarcondities zijn de windturbines goed zichtbaar voor zowel de beroepsvaart als de recreatievaart en kunnen schepen gemakkelijk anticiperen op de aanwezigheid van de turbines. Bij slechtzicht condities, bijvoorbeeld in geval van mist, zal de recreatievaart in mindere mate uitvaren, maar zal de beroepsvaart zich wel over het IJsselmeer bewegen. Voor die schepen die onder slechtzicht condities nabij of in het windpark begeven, geldt dat de turbines op de radar zichtbaar zijn. Daarnaast zijn windturbines op relevante posities, zoals de turbines nabij de vaargeul, voorzien van nautische markering zoals nautische verlichting (vergelijkbaar met verlichte bakens/boeien), die erop gericht is om onder dergelijke vaarcondities de turbines zichtbaar(der) te maken.

De windturbines kunnen worden voorzien van aanmeermogelijkheden, waardoor schepen die op drift raken de mogelijkheid hebben om drift gecontroleerd te stoppen en daarmee schade te voorkomen/ beperken. De aanmeervoorziening zou bijvoorbeeld kunnen bestaan uit een zachte 'stooting' rondom de turbine waaraan een schip kan aanhaken.

Effecten als gevolg van slagschaduw of lichtflikkering, waardoor een schipper zou kunnen schrikken of afgeleid zou kunnen raken van de vaartaak en daardoor contact maakt met een turbine (of ander vaartuig) zijn niet te verwachten. Verschillende onderzoeken naar verkeersveiligheid en windturbines concluderen dat slagschaduw geen dusdanig effect heeft op

de weggebruiker dat er gevaarlijke situaties ontstaan<sup>67</sup>. Gezien de snelheid van vaarverkeer en de openheid van het gebied, waardoor gemakkelijk kan worden afgeweken van de vaarrichting, zijn dezelfde conclusies voor de veiligheid van scheepvaartverkeer te verwachten.

### Werkeiland

Het effect van het werkeiland in de gebruiksfase op de scheepvaartveiligheid is verwaarloosbaar. Het werkeiland zal gemarkeerd worden voor de scheepvaart. Het werkeiland ligt op circa 3 kilometer van het windpark in een deel van het IJsselmeer waar de intensiteit van het vaarverkeer zeer laag is. Beroepsvaart in dit deel van het IJsselmeer is vrijwel niet aan de orde en ook recreatievaart vaart hier slechts beperkt. Het werkeiland wordt natuurlijk uitgevoerd en bestaat daardoor voor het grootste deel uit zacht materiaal (zand). Mocht een vaartuig in aanraking komen met het werkeiland zal deze in het ergste geval stranden. Negatieve effecten (schade, letsel) van contact tussen een vaartuig en het werkeiland zijn niet te verwachten.

### Tijdelijke effecten

Tijdens de aanlegfase en de verwijderingsfase van het windpark worden delen van het windpark, namelijk daar waar op dat moment wordt gewerkt, tijdelijk afgesloten voor de scheepvaart. Dit gebied is beperkt aangezien niet aan alle windturbines tegelijkertijd wordt gewerkt. Het afgesloten gebied wordt duidelijk gemarkeerd om de zichtbaarheid te waarborgen. Het is gebruikelijk om met zogenaamde 'guard vessels' zorg te dragen voor het actief benaderen en waarschuwen van schepen die zich binnen de gemarkeerde gebieden bevinden. Risico's voor de scheepvaart zijn dan ook verwaarloosbaar.

## 7.3.3 Dijkveiligheid

### Windturbines

Bij de aanleg van de fundaties van de windturbines, uitgezonderd de *gravity based* fundatie, zorgen heiwerkzaamheden voor trillingen op in de ondergrond. De sterkte van de trillingen is afhankelijk van het de fundatietechniek (hoe groter de heipaal hoe meer kracht nodig is om de heipaal de grond in te slaan). Per fundatie wordt met maximaal één heistelling gewerkt waardoor geen versterking optreedt. In tabel 7.8 zijn de verschillen samengevat.

Tabel 7.8 Heiwerkzaamheden

Fundatieconstructie	Heiwerkzaamheden	Trillingen
<i>Monopile</i>	1 heipaal, diameter enkele meters, hoge slagenergie vereist	Hoog, kortdurend (ca. 2 – 3 uur per fundatie)
Dukdalf ( <i>dolphin</i> )	Circa 20 tot 30 heipalen, doorsnede circa 1 meter	Laag, langere totale heiduur vanwege aantal heipalen per fundatie
Damwand met palen	Circa 60 heipalen van circa 50x50 cm	Laag, langere totale heiduur vanwege aantal heipalen per fundatie
<i>Gravity based</i>	Geen	Niet van toepassing

De trillingen die optreden in de bodem, dempen uit met een toenemende afstand tot de fundatie. In de gebruiksfase treden eveneens trillingen op. Het licht heen en weer bewegen van een windturbine in de gebruiksfase (zogenaamde dynamische belasting) kan leiden tot trillingen in de ondergrond. De kracht vanuit de wind wordt voor een deel omgezet in de beweging van de

<sup>67</sup> Wegbeeldanalyse Windpark Krammer, Rho Adviseurs (2014)

turbine waardoor trillingen in de grond ontstaan. Dit wordt vooral opgevangen door de fundering en dempt uit in de grond direct rondom de turbine. Bij metingen bij een turbine op land is de gemeten trillingsintensiteit op 15 meter afstand van de turbine een factor 100 lager dan de trillingen door heien.

De windturbines staan op ruime afstand van de kernzone van de Afsluitdijk. De afstand van de windturbines tot de Afsluitdijk is zodanig groot dat trillingen die gepaard gaan met de aanleg van de funderingen en het in gebruik zijn van de windturbines bij de Afsluitdijk zijn uitgedempt tot verwaarloosbare niveaus.<sup>68</sup> Effecten op de stabiliteit van de waterkering zijn hierdoor uitgesloten.

Als bij een calamiteit een onderdeel van de windturbine afbreekt dan zal deze niet in de buurt van de waterkering op de grond of in het water vallen. De maximale werpafstand bij nominaal vermogen (zie ook paragraaf 7.3.1) is kleiner dan 300 meter, de kering bevindt zich buiten het bereik van de werpafstand.

De risico's van de windturbines voor de stabiliteit van de waterkering en derhalve het vereiste veiligheidsniveau van de waterkering zijn als neutraal beoordeeld.

#### *Kabels en transformatorstation*

Het transformatorstation is voorzien op Breezanddijk en beslaat een oppervlak van ongeveer 40 x 25 meter. Het geschatte totaalgewicht per transformator bedraagt circa 250 ton. Vooralsnog is gepland om twee tot vier transformatoren te plaatsen. De locatie van het transformatorstation heeft geen directe waterkerende functie, het stuk grond is later opgespoten (zie ook paragraaf 7.2.2), maar ligt wel binnen de beschermingszone van de dijk. De fundatie voor het transformatorstation zal zodanig worden vormgegeven dat er geen gevolgen voor de stabiliteit van de Afsluitdijk optreden.

Ten behoeve van de effectbepaling van de onderdelen van het initiatief op, in en nabij de dijk is een risicoanalyse uitgevoerd om de potentiële effecten op de stabiliteit van de waterkering te bepalen. Voor de beoordeling van de effecten zijn diverse uitvoeringsmethoden beoordeeld, zoals twee fundatieprincipes (palen en staal). Op grond van de risicoanalyse komt naar voren dat potentiële effecten kunnen optreden door:

- trillingen;
- ontgraving;
- hoge grondbelasting.

Met de trillingsbelasting en diverse overige belastingen tijdens de bouwfase is de stabiliteit van de tuimeldijk en IJsselmeertalud geanalyseerd.<sup>69</sup> De stabiliteit van het talud is afhankelijk van de sterkte van de grond, de hoogte van de dam, de waterspanningen in de dam en de ondergrond en de taludhelling, inclusief de aanwezigheid van een steunberm.

<sup>68</sup> Zie ook het geotechnisch advies en risicoanalyse van Fugro, opgenomen als bijlage D-15 bij dit MER.

<sup>69</sup> Dit is gedaan met glijvlakberekeningen volgens de vereenvoudigde methode Bishop met het computerprogramma DGeoStability uitgevoerd. Hierbij wordt de veiligheidsfactor van een grondmoot langs een cirkelvormig glijvlak berekend.



Om inzicht te krijgen in de mogelijke gevolgen voor de stabiliteit van de Afsluitdijk is voor verschillende scenario's de stabiliteitsfactor van de tuimeldijk en het IJsselmeertalud, ter hoogte van Breezanddijk bepaald. Scenario's zijn doorgerekend voor:

- de huidige situatie (referentiesituatie)
- een situatie met ontgraving van 1,5 meter diep bij het transformatorstation;
- een situatie voor een op staal gefundeerd transformatorstation;
- een situatie met gebruik van een zware kraan ten behoeve van de aanleg;
- een situatie voor een op palen gefundeerd transformatorstation waarbij trillingen ontstaan ten gevolge van heien.

De resultaten van de berekeningen zijn hierna weergegeven in tabel 7.8. De berekeningen, aannames en (hydrologische) randvoorwaarden zijn te vinden in het achtergrondrapport in bijlage D-15. Uit de berekeningen volgt dat de macrostabiliteit van de waterkering slechts in beperkte mate afneemt door de bouw van het transformatorstation en/of aan de gestelde stabiliteitseisen voldoet. De meest kritische bouwphase is tijdens de heiwerkzaamheden waarbij de minimale stabiliteitsfactor van 1,21 en 1,53 is welke optreedt bij trillingen ten gevolge van heiwerkzaamheden voor het transformatorstation. Een gebruikelijke minimale stabiliteitsfactor voor tijdelijke bouwwerkzaamheden is 1,0. De berekende waarden liggen hier ruim boven, de standzekerheid van de Afsluitdijk is dus niet in het geding.

**Tabel 7.9 Stabiliteitsfactor waterkering van verschillende scenario's voor werkzaamheden**

Scenario	Stabiliteitsfactor tuimeldijk	Stabiliteitsfactor IJsselmeertalud
Stabiliteitseis	1,00	1,00
Referentie	1,29	1,82
Ontgraving	1,29	1,88
Transformatorstation gefundeerd op staal	1,29	1,80
Palen gefundeerd transformatorstation	1,21	1,53
Zware kraan	1,29	1,61

Ook de risico's bij de aanleg van de verschillende delen van het kabeltracé, zoals het gedeelte in de Afsluitdijk, de passage van het kabeltracé langs het spui- en sluizencomplex van Kornwerderzand de aanlanding bij Breezanddijk van de kabels afkomstig van de turbines zijn bekeken. De risico's zijn beperkt en kunnen met eenvoudige en gangbare werkmethoden (zoals een gestuurde boring) goed worden beheerst. Een overzicht van de voor de Afsluitdijk beschouwde risico's is opgenomen in de door Fugro uitgevoerde risicoanalyse. Uit deze analyse volgt dat een kabeltracé in de dijk (onder het fietspad) geen relevante negatieve invloed heeft op de waterkerende functie van de dijk.

#### 7.3.4 Elektromagnetische velden

Bij tracering van de kabel (ondergrondse verbinding) is afstand gehouden van gevoelige bestemmingen (woningen, scholen). Tussen Breezanddijk en Kornwerderzand liggen de kabels onder het fietspad. Een fietspad is geen gevoelige bestemming en er is geen sprake van langdurig verblijf. Passage over het fietspad is kortstondig. Een kabel onder het fietspad is niet strijdig met het voorzorgsbeleid. Voor het overige deel van het kabeltracé naar Oudehaske kan

en wordt minimaal 10 meter afstand gehouden tot gevoelige bestemmingen en is overschrijding van de 0,4  $\mu\text{T}$  niet aan de orde. Dit wordt ook bevestigd uit de berekening van het magneetveld.

Om te bepalen of de kabels aan het Europese referentieniveau voor de publieke ruimte van 100  $\mu\text{T}$  voldoen is de bijbehorende magneetveld voor twee 110 kV kabels berekend door Energy Solutions. De gehanteerde uitgangspunten zijn in de tabel opgenomen.

**Tabel 7.10 Uitgangspunten berekening magneetveld kabels Windpark Fryslân**

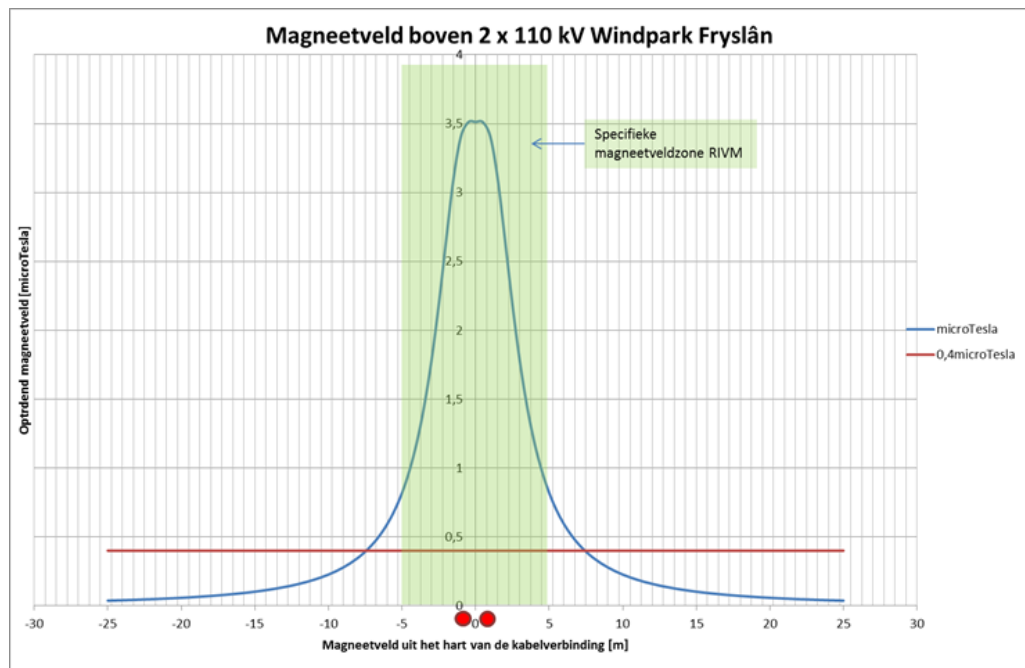
Onderdeel		Uitgangspunt	
Kabeltype		EYAlkrvldw 64/110kV 1x1600Alrs	
Aantal Circuits		2	
Max vermogen per kabel		350MVA / 2 = 175MVA	
Capaciteitsfactor		50% (conform RIVM)	
Gemiddelde belasting		175 MVA @ 110kV = 918A x 50% = 459A	
Ligging	Configuratie	Driehoek	
	Fasevolgorde	Gespiegeld	
		R	R
	ST	TS	
Hartafstand circuits		1500mm	
Diepte		1000mm (dek)	
Aarding		crossbonding	

De resultaten zijn in de volgende figuur weergegeven. De rode stippen zijn de locaties van de hoogspanningscircuits. De blauwe lijn geeft het magneetveld dwars op deze verbinding weer. Het groene gebied geeft de zogenaamde specifieke magneetveldzone. Deze wordt afgerond op 5 meter nauwkeurig. De zone is 5m aan weerszijde van het hart van de kabelverbinding.

Ook de maximale waarde van het magneetveld (bij vollast) is berekend ( $I = 2 \times 918\text{A}$ ) en komt op een waarde van 7,03  $\mu\text{T}$ . Deze waarde treedt op bij vollast, bij lagere niveaus van elektriciteitsproductie (bij minder wind) is de maximale waarde van het veld lager. De kabel voldoet daarmee ook bij maximale belasting ruimschoots aan het Europese referentieniveau van 100  $\mu\text{T}$ . Indien een kabel met een vermogen van 220 kV wordt gebruikt zal het magneetveld een vergelijkbare zone kennen.

Ook het transformatorstation kent een magneetveldzone. In de directe nabijheid van het station bevinden zich geen gevoelige objecten en de contour van 0,4  $\mu\text{T}$  zal tot vergelijkbare afstanden reiken als bij de kabel en derhalve op ruime afstand van gevoelige objecten. In deze lijn is de verwachting dat ook de belasting van 100  $\mu\text{T}$  ook niet buiten de muren van het transformatorgebouw komen.

Figuur 7.12 Magneetveld kabels windpark Fryslân



Bron: Energy Solutions, 2015

## 7.4 Afweging

### 7.4.1 Externe veiligheid

Uit voorgaande komen de volgende scores naar voren.

Tabel 7.11 Beoordeling Externe veiligheid

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Bebouwing	0	0	0	0
Wegen en spoorwegen	0	0	0	0
Risicobronnen	0	0	0	0
Transportleidingen en kabels	0	0	0	0

#### Beoordeling van effecten na mitigatie

Er zijn geen effecten op de externe veiligheid te verwachten. Van mitigerende maatregelen is dan ook geen sprake.

#### Cumulatie

Ook in cumulatie met de versterking van de afsluitdijk en de vismigratierivier zijn geen effecten op de externe veiligheid te verwachten.

### 7.4.2 Nautische veiligheid

Uit voorgaande komen de volgende scores naar voren. Effecten als gevolg van het werkeiland worden verwaarloosbaar geacht.

Tabel 7.12 Beoordeling Nautische veiligheid

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Aanvaringsrisico beroepsvaart	0/-	0/-	0/-	0/-
Aanvaringsrisico recreatievaart	-	-	-	-
Overig effecten binnen het windpark (raken rotor)	-	-	-	-

### Beoordeling van effecten na mitigatie

De aanvaringskans van zowel de beroepsvaart als de recreatievaart is klein. Aangezien het wenselijk is enige schuifruimte op te nemen in het ruimtelijk plan voor het windpark is het aan te bevelen verschuiving van windturbines richting de vaarroute niet mogelijk te maken aangezien dit tot een toename van de aanvaringskans voor de beroepsvaart leidt.

Voor verdere mitigerende maatregelen is geen noodzaak. Om de aanvaringskans verder te verlagen, is het mogelijk de 'knik' in de vaarroute naar het oosten te verleggen of minder scherp te maken, zodat schepen die de vaargeul volgen (beroepsvaart) op een grotere afstand van de turbines passeren. Aangezien hier op grond van de kleine aanvaringskansen geen aanleiding voor is, is dit niet nader onderzocht. Daarnaast is het mogelijk schepen die op drift raken de gelegenheid te bieden om aan te meren bij een van de turbines, zodat contact en daarmee schade kan worden voorkomen en schepen daarbij het voordeel hebben de controle te verkrijgen over het schip en drift te stoppen.

### Cumulatie

Voor wat betreft de scheepvaartveiligheid geldt dat het windpark Noordoostpolder en de toekomstige zandwinning relevant is. De vismigratierivier is eveneens in het IJsselmeer gelegen maar bevindt zich op een locatie die nagenoeg niet in gebruik is bij de scheepvaart.

#### *Windpark Noordoostpolder*

Voor Windpark Fryslân is geconcludeerd dat de aanvaringskans van de beroepsvaart verwaarloosbaar is. Voor windpark Noordoostpolder zijn de potentiële effecten voor de beroepsvaart aanvaardbaar geacht. Dit is mede te danken aan de scheepvaartveiligheidsvoorziening. Voor de recreatievaart geldt dat de windparken in delen van het IJsselmeer zijn gelegen waar het aantal vaarbewegingen van recreatievaartuigen beperkt is, met name op de locatie van windpark Fryslân en in mindere mate voor windpark Noordoostpolder. Daarnaast liggen de windparken op relatief grote afstand van elkaar. In combinatie neemt het aantal objecten in het gehele IJsselmeer toe. De aanvaringskans voor individuele recreatievaartuigen is met name gerelateerd aan de kans op stuurloos raken/drift en dit wordt niet beïnvloedt door de windturbines. In cumulatie neemt de kans op het niveau van het IJsselmeer op aandrijving toe, echter op niveau van de diverse delen van het IJsselmeer niet.

#### *Zandwinning Smalls*

Bij de zandwinning is er minimaal contact tussen het materieel ter plaatse en langsvarende schepen. Het MER van de Industriezandwinning IJsselmeer concludeert dat de zandwinning buiten de vaarroutes is gelegen waardoor de kans op aanvaring beperkt is. Wel blijkt uit het MER dat het afvoeren van het gewonnen zand en het transporteren van personeel een flinke toename van het aantal scheepsbewegingen op vaarroutes in dit deel van het IJsselmeer

betekend. Voor de beroepsvaart geldt dat er een behoorlijke verschuiving in dit deel van het IJsselmeer plaatsvindt, maar enkel op de vaarroutes en met name in het zuidelijk deel van het IJsselmeer (vaarroutes Lacon –Lemmer oost, Enkhuizen – Lemmer Oost en Lemmer Amsterdam). Gezien de locatie van Windpark Fryslan in het noordelijk deel van het IJsselmeer, buiten vaarroutes zal dit echter geen impact hebben op de verdeling en intensiteit bij Windpark Fryslan. Voor de recreatievaart geldt dat deze het zandwindgebied niet kunnen gebruiken, waardoor het drukker wordt elders in het IJsselmeer. Ook hier geldt echter dat de aanvaringskans voor individuele recreatievaartuigen met name gerelateerd is aan de kans op stuurloos raken/drift en dit wordt niet beïnvloedt door de windturbines of andere objecten. In cumulatie neemt de kans op het niveau van het IJsselmeer op aandrijving toe, echter op niveau van de diverse delen van het IJsselmeer niet.

### 7.4.3 Dijkveiligheid

Uit de risicoanalyse voor de stabiliteit komt naar voren dat de afstand van de windturbines tot de Afsluitdijk dusdanig groot is dat er tijdens de aanlegfase en de exploitatiefase geen gevolgen zijn voor de stabiliteit van de Afsluitdijk. Dit geldt voor alle inrichtingsalternatieven en voor de verschillende funderingsconstructies.

Op basis van de berekeningen blijkt ook dat de risico's bij aanleg van de kabels en het transformatorstation beperkt en goed beheersbaar zijn. De wijze van fundering van het transformatorstation (op palen of staal) is nauwelijks onderscheidend en alleen voor de aanlegfase. Voor de aanleg van de kabel en bouw van het transformatorstation zal nog nadere afstemming met Rijkswaterstaat plaatsvinden. Dit mede in verband met de aanpassing aan de Afsluitdijk, dit betreft met name de precieze ligging van de kabel. Beiden zijn als neutraal beoordeeld.

Tabel 7.13 Beoordeling dijkveiligheid kabels en transformatorstation

Criteria	Kabels en transformatorstation
Stabiliteit Afsluitdijk - aanleg	0
Stabiliteit Afsluitdijk- operationeel	0

Tabel 7.14 Beoordeling dijkveiligheid windturbines

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Stabiliteit Afsluitdijk - aanleg	0	0	0	0
Stabiliteit Afsluitdijk - operationeel	0	0	0	0

Voor het aspect veiligheid zijn de verschillende alternatieven niet onderscheidend beoordeeld. De risico's als gevolg van de alternatieven zijn dusdanig klein, dat het verschil in de effecten verwaarloosbaar zijn.

### 7.4.4 Elektromagnetische velden

Uit de berekening van het EM-veld van de kabels blijkt dat de jaargemiddelde veldsterkte circa 3,5  $\mu\text{T}$  bedraagt en bij maximaal vermogen circa 7  $\mu\text{T}$ . Daarmee wordt ruim voldaan aan de

grens van 100  $\mu\text{T}$  die in Europa wordt gehanteerd. Uit de berekening komt naar voren dat de waarde van 0,4  $\mu\text{T}$  op minder dan 10 meter afstand van de kabel is gelegen. Met het uitgangspunt om minimaal 10 meter tot gevoelige bestemmingen aan te houden wordt daarmee ook te allen tijde voldaan aan het beleidskader.

Tabel 7.15 Beoordelingscriteria EM-velden kabels

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Score
Gevoelige bestemmingen nabij kabeltracé	EM-veld 0,4 $\mu\text{T}$	0
Publieke locaties nabij kabeltracé	EM-veld 100 $\mu\text{T}$	0

## 7.5 Optimalisatie

### *Externe veiligheid*

Voor de drie geoptimaliseerde scenario's geldt dat aan de afstanden uit het Handboek Risicozonering (2014) kan worden voldaan. De opstelling zijn binnen het plangebied gelegen, maar kleiner in oppervlakte in vergelijking met de vier alternatieven, waardoor afstanden tot objecten ruimschoots voldoende zijn om geen effect te hebben op de veiligheid.

### *Nautische veiligheid*

Voor wat betreft nautische veiligheid in relatie tot de drie scenario's geldt dat de afstand tot de vaargeul is toegenomen in vergelijking met de kleinste afstand van de vier oorspronkelijke alternatieven. Daarnaast is de minimale onderlinge afstand tussen de turbines gelijk gebleven of zelfs vergroot in vergelijking met de vier oorspronkelijke alternatieven. Dit betekent dat zowel de aanvaringskans van zowel de beroepsvaart als de recreatievaart van de drie scenario's binnen de bandbreedte van de effecten van de vier oorspronkelijke alternatieven blijft. Immers, de beroepsvaart blijft op grotere afstand van de turbines en de recreatievaart passeert evenveel of in sommige gevallen minder turbines in geval er averij optreedt in of bij het windpark.

### *Dijkveiligheid*

Uit de risicoanalyse voor de stabiliteit voor de vier alternatieven komt naar voren dat de afstand van de windturbines tot de Afsluitdijk dusdanig groot is dat er tijdens de aanlegfase en de exploitatiefase geen gevolgen zijn voor de stabiliteit van de Afsluitdijk. Dit geldt voor alle inrichtingsalternatieven en voor de verschillende funderingsconstructies. De afstand van de drie scenario's tot de dijk is niet verkleind in vergelijking met de oorspronkelijke vier alternatieven, waardoor de scenario's geen gevolgen hebben voor de stabiliteit van de dijk.





## 8 BODEM EN WATER

### 8.1 Beoordelingskader

#### Kader 8.1 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.

Beschrijf de (tijdelijke) gevolgen van het voornemen voor de waterbodempkwaliteit en de waterkwaliteit. Doorloop indien van toepassing op hoofdlijnen het toetsingskader van de Waterwet voor waterbodems en geef aan of het voornemen gevolgen heeft voor het halen van de Kaderrichtlijn Water- doelen en zo ja welke gevolgen.

Wateraspecten in ruimtelijke plannen en besluiten beslaan alle waterhuishoudkundige aspecten van het betreffende watersysteem, waaronder veiligheid, wateroverlast, watertekort, waterkwaliteit (waaronder verzilting) en verdroging.

Het waterbeleid is vastgelegd in de Europese Kaderrichtlijn Water, het Nationale Waterplan 2010-2015, en de water(beheer)plannen. Het beleid voor het IJsselmeergebied is nader uitgewerkt in de beleidsnota IJsselmeergebied 2009-2015. Het waterbeleid regelt in hoofdzaak het beheer van watersystemen, dit omvat naast het waterlichaam ook de waterbodem en waterkeringen zoals de Afsluitdijk. Dijkveiligheid is in het vorige hoofdstuk behandeld. In zijn algemeenheid geldt dat in de bodem archeologische resten aanwezig kunnen zijn, dit geldt ook voor waterbodem. Archeologie is behandeld in hoofdstuk 4.

In 2015 heeft het ontwerp van het Beer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren 2016-2021 (BPRW) ter inzage gelegen. In dit beheerplan wordt het beleid uit het voorgaande BPRW voortgezet. Dit beheerplan betreft het beheer en onderhoud van de rijkswateren en is een kader voor onderhoud en aanleg maar ook vergunningverlening en scheepvaartverkeermanagement. Eén van de kernpunten van het BPRW is dat Rijkswaterstaat actief zoekt naar kansen om belangen van andere partijen mee te koppelen met het eigen werk. Dat plaatst beheer, onderhoud en aanleg in de context van gebiedsontwikkeling. Mits niet conflicterend met de randvoorwaarden voor de kerntaken krijgen derden de ruimte om gebruik te maken van de rijkswateren. Ten aanzien van waterkeringen wordt aangegeven dat medegebruik steeds actueler is, bijvoorbeeld voor de opwekking van duurzame energie. In het BPRW is aangegeven dat Rijkswaterstaat meedenkt met wensen van initiatiefnemers, met als voorwaarde dat medegebruik van de waterkeringen geen negatieve gevolgen mag hebben voor de waterveiligheid.

In het kader van de watertoets<sup>70</sup> heeft er gedurende de planfase van het project regelmatig afstemming plaatsgevonden met Rijkswaterstaat.

<sup>70</sup> De 'watertoets' is een instrument dat waterhuishoudkundige belangen expliciet en op evenwichtige wijze laat meewegen bij het opstellen van ruimtelijke plannen en besluiten. Het is niet een toets achteraf, maar een proces dat de initiatiefnemer van een ruimtelijk plan en de waterbeheerder met elkaar in gesprek brengt in een zo vroeg mogelijk stadium. De uitkomst van de watertoets dient een plek te krijgen in de toelichting bij het ruimtelijke plan.

### Kader 8.2 Begrippen aspect water

*oppervlaktewaterlichaam*: een samenhangend geheel van vrij aan het aardoppervlak voorkomend water, met de daarin aanwezige stoffen, alsmede de bijbehorende bodem, oevers en, voor zover uitdrukkelijk aangewezen krachtens deze wet, drogere oevergebieden, alsmede flora en fauna;  
*waterstaatswerk*: oppervlaktewaterlichaam, bergingsgebied, waterkering of ondersteunend kunstwerk.  
*watersysteem*: samenhangend geheel van een of meer oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen, met bijbehorende bergingsgebieden, waterkeringen en ondersteunende kunstwerken.

Bron: Waterwet, artikel 1.1

Er zijn geen beoordelingscriteria gesteld in de notitie reikwijdte en detailniveau voor het aspect bodem op land. De ingrepen in de bodem zijn beperkt tot de realisatie van het transformatorstation en de aanleg van de kabel in de dijk en in de wegberm voor het tracé naar Oudehaske. De alternatieven verschillen niet op dit aspect, derhalve is volstaan met een referentie- en effectbeschrijving.

#### 8.1.1 Beoordelingscriteria

Voor Windpark Fryslân zijn de aspecten waterkwaliteit, waterveiligheid en de waterbodembodem relevant. De aspecten water en bodem zijn in dit MER beoordeeld op een aantal criteria. Tabel 8.1 bevat deze criteria en tabel 8.2 geeft de beoordelingsschaal.

##### Toelichting beoordelingscriteria

###### *Waterkwaliteit*

Op grond van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) gelden taak-/doelstellingen voor het verbeteren en/of behouden van de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa. Bij waterkwaliteit wordt een onderscheid gemaakt tussen de fysische, chemische en de ecologische kwaliteit van het water. Voor de chemische kwaliteit zijn normen vastgesteld voor de hoeveelheid schadelijke stoffen en organismen in het water. De fysische kwaliteit heeft bijvoorbeeld betrekking op doorzicht. De ecologische kwaliteit heeft betrekking op de watertemperatuur en de hoeveelheid voedingsstoffen, planten en dieren. De eisen verschillen per watertype. De ecologische doelstellingen van de richtlijn dragen vooral bij aan een gevarieerd water-ecosysteem. Voor de biologische kwaliteitselementen geldt dat Ecologische Relevante Arealen (ERA) zijn bepaald. Voor het IJsselmeer zijn de relevante kwaliteitselementen waterplanten, macrofauna en vissen.

De huidige waterkwaliteit van het IJsselmeer is beschreven in het Brondocument Waterlichaam IJsselmeer (herziene versie 2012). Het IJsselmeer is tot stand gekomen door menselijk handelen en gekarakteriseerd als een 'sterk veranderd waterlichaam'.<sup>71</sup> Voor sterk veranderde waterlichamen is het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) het hoogste ecologische niveau en het hiervan afgeleide Goed Ecologisch Potentieel (GEP) de norm. Het KRW-maatregelpakket van 2010-2015 (voor het IJsselmeer) bevat geen specifieke maatregelen gericht op de chemische kwaliteit. Het brondocument stelt dat mestbeleid en een buitenlandse reductie van de stikstofbelasting zal zorgen voor verbetering van de fysisch- chemische kwaliteit.

<sup>71</sup> Brondocument Waterlichaam IJsselmeer, Doelen en maatregelen rijkswateren Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 2009, Herziene versie, 2012

Het Toetsingskader Waterkwaliteit van het Beheer- en ontwikkelplan rijkswateren (BPRW), herziening december 2012, is hierbij relevant. Hieruit volgt dat per ecologisch kwaliteitselement eventuele aantasting van het oppervlak aan ecologisch relevant areaal binnen het waterlichaam bepaald dient te worden. Daarbij dient reeds vergunde aantasting betrokken te worden. Indien het ruimtebeslag en daarmee de aantasting, minder dan 1% van het oppervlak betreft kan een significant effect op de belangrijkste stuurparameters en daarmee de biologische kwaliteitselementen worden uitgesloten. Separaat is in hoofdstuk 5 reeds ingegaan op effecten van de aanleg op het watersysteem, macrofauna en vissen waar dit relevant is voor de Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen van het IJsselmeer. In dit hoofdstuk wordt de effectbeschrijving beperkt tot waterkwaliteit vanuit de Kaderrichtlijn Water.

#### *Waterveiligheid*

Verschillende beleidsdocumenten noemen als onderdeel van waterveiligheid het waterbergend vermogen en dijkveiligheid voor het IJsselmeer. Uit onderzoek blijkt dat (de aanleg van) de windturbines, de elektrische infrastructuur en het transformatorstation geen gevolgen hebben voor de veiligheid van de Afsluitdijk. Dit is in hoofdstuk 7 beschreven en is hier verder buiten beschouwing gelaten.

Voor waterveiligheid is het ruimtebeslag op het waterbergend oppervlak van het IJsselmeer beschreven. Een ruimtebeslag van minder dan 1% als neutraal is beoordeeld, van 1 tot 2% licht negatief en meer dan 2% ruimtebeslag als negatief. Dit sluit aan bij de beleidsnota IJsselmeergebied waarin staat dat vanuit veiligheidsoptiek een vermindering van de waterbergingscapaciteit van 1 tot 2 procent van het waterbergend oppervlak acceptabel is.

#### *Waterbodem*

Voor handelingen in of aan de waterbodem is de Waterwet<sup>72</sup> van toepassing. Waterbodem beheer is gericht op het verwezenlijken van de doelstellingen van het waterbeheer zoals genoemd in hoofdstuk 2 van de Waterwet: *'Het voorkomen en waar nodig beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met de bescherming en de verbetering van de chemische en ecologische kwaliteit van watersystemen en vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen.'*

Voor de plaatsing van windturbines in het IJsselmeer stelt de 'Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken' eisen aan de locatie, deze hebben onder andere betrekking op de bodem. Plaatsing van windturbines in het IJsselmeer is alleen toegestaan op locaties waarvoor geldt dat windturbines:

- geen negatieve morfologische ontwikkeling van de bodem veroorzaken;
- geen negatieve effecten op de natuurlijke dynamiek van de bodem hebben;
- niet leiden tot verweking van de bodem.

Aardkundige waarden betreft de geomorfologie, oftewel de van nature aanwezige elementen in het landschap of de bodem die uniek zijn door de ontstaansgeschiedenis, zoals dobben of stuwwallen. Het kader hiervoor deze volgt uit het Streekplan Fryslân 2007 en de Verordening Romte (de bijbehorende Cultuurhistorische Kaart bevat geen informatie voor de

<sup>72</sup> Te vinden op: [http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/Hoofdstuk2/1/Artikel21/geldigheidsdatum\\_15-01-2014](http://wetten.overheid.nl/BWBR0025458/Hoofdstuk2/1/Artikel21/geldigheidsdatum_15-01-2014)

IJsselmeerbodem). Vanuit de natuurwetgeving worden geen directe eisen gesteld aan de kwaliteit van de waterbodem.

De bodemkwaliteit van het gebied is niet onderscheidend voor de varianten en de verschillende fundaties.

Tabel 8.1 Beoordelingscriteria water

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Waterkwaliteit	Invloed op de waterkwaliteit
Waterveiligheid	Invloed op waterbergend vermogen
Waterbodem	Effecten op de waterbodem (morfologie inclusief aardkundige waarden, verwerking en natuurlijk dynamiek)

Tabel 8.2 Toelichting score

Beoordelingscriteria	Neutraal (0)	Licht negatief (-)	Negatief (--)
Waterkwaliteit	Het voornemen heeft geen gevolgen voor de waterkwaliteit van het IJsselmeer	Het voornemen leidt tot een geringe en/of tijdelijke afname van de waterkwaliteit	Het voornemen leidt tot een significante verslechtering van de waterkwaliteit
Waterveiligheid	Het voornemen heeft geen of verwaarloosbare gevolgen voor het waterbergend vermogen van het IJsselmeer (minder dan 1% ruimtebeslag)	Het voornemen leidt tot een geringe afname van het waterbergend vermogen, zonder dat dit significante gevolgen heeft voor de veiligheid (1-2% ruimtebeslag)	Het voornemen heeft negatieve gevolgen voor de waterveiligheid vanwege een afname van het waterbergend vermogen van het IJsselmeer (meer dan 2% ruimtebeslag)
Waterbodem	Het voornemen heeft geen gevolgen voor de (geo)morfologie, natuurlijke dynamiek en verweking van de waterbodem	Het voornemen heeft geringe en/of tijdelijke gevolgen voor de (geo)morfologie, natuurlijke dynamiek en verweking van de waterbodem	Het voornemen leidt tot negatieve gevolgen voor de (geo)morfologie, natuurlijke dynamiek en verweking van de waterbodem

## 8.1.2 Beleid en wetgeving

### Europees waterbeleid

#### *Europese Kaderrichtlijn Water*

Het waterbeleid is vastgelegd in de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). De KRW is gericht op de bescherming en zo nodig verbetering van de kwaliteit van het water en bevat zowel chemische als ecologische doelstellingen voor water. De kwaliteit dient in 2015 op orde te zijn. Het doel van de richtlijn is het beschermen en verbeteren van water- ecosystemen, het bevorderen van duurzaam gebruik van water, zorgen voor de vermindering en voorkomen van de verontreiniging van grondwater en bijdragen aan voorkomen en verminderen van de gevolgen van overstromingen en perioden van droogte.

Voor de implementatie van de KRW heeft Rijkswaterstaat voor de wateren in beheer bij het Rijk een Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 opgesteld en het Toetsingskader Waterkwaliteit van het Beheer- en ontwikkelplan rijkswateren (BPRW), herziening december 2012. Dit plan ontleent zijn informatie aan de brondocumenten. Het Brondocument bevat op het niveau van het (individuele) oppervlaktewaterlichaam de relevante KRW-gegevens. Voor het IJsselmeer is dit het Brondocument Waterlichaam IJsselmeer<sup>73</sup>.

### Nationaal beleid en wetgeving

#### *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte*

De Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (SVIR) gaat ook in op ruimte voor waterveiligheid en een duurzame zoetwatervoorziening. Het nationale waterbeleid is uitgewerkt in het Nationaal Waterplan 2009-2015 en komt aan de orde in het jaarlijkse Deltaprogramma. In het nationale Deltaprogramma werken de gezamenlijke overheden onder regie van de Deltacommissaris aan een totaalpakket van water- en ruimtelijke oplossingen om Nederland vanaf 2015 ook voor de volgende generaties te beschermen tegen hoogwater en te zorgen voor voldoende zoet water.

#### *Structuurvisie Nationaal Waterplan 2009-2015*

De waterplannen van Rijk en provincies geven het landelijke, respectievelijk regionale (strategische) waterbeleid weer. Voor het rijk is dit het Nationaal Waterplan, dit loopt van 2009 tot en met 2015. Het legt de hoofdlijnen vast van het nationale waterbeleid en de daartoe behorende aspecten van het nationale ruimtelijke beleid. Het Nationaal Waterplan richt zich op de bescherming tegen overstromingen, voldoende en schoon water en diverse vormen van gebruik van water. Het plan is voor de ruimtelijke aspecten ook een structuurvisie als bedoeld in artikel 2.3, tweede lid, van de Wet ruimtelijke ordening. Voor het IJsselmeergebied spelen opgaven voor veiligheid, zoetwatervoorziening, ecologie en ruimtelijke inrichting. Het beleid voor het IJsselmeergebied is nader uitgewerkt in de beleidsnota IJsselmeergebied 2009-2015.

#### *Beleidsnota IJsselmeergebied 2009-2015*

De beleidsnota IJsselmeergebied 2009-2015 is onderdeel van het Nationaal waterplan. De nota beschrijft hoe het rijk de opgaven in het IJsselmeergebied wil aanpakken, en voorziet in een kader voor het IJsselmeergebied. De vier pijlers onder het beleid uit deze nota zijn (water)veiligheid, zoetwatervoorziening, ecologie en ruimte. Voor ruimtelijke ontwikkelingen maakt de nota geen keuze over het beleid voor plaatsing van windturbines in het IJsselmeer. Natuurontwikkeling wordt in beginsel in het gehele IJsselmeergebied gefaciliteerd. Als voorwaarde voor buitendijkse ontwikkelingen geldt dat ze moeten passen binnen de natuurwetgeving en dat het functioneren van watersysteem nu en in de toekomst niet wordt belemmerd. Ook moeten buitendijkse ontwikkelingen rekening houden met bestaande scheepvaartrouten.

De nota gaat ook in op de eis om voor elke ontwikkeling in het IJsselmeergebied, die het waterbergend oppervlak vermindert, deze vermindering volledig te compenseren. De buitendijkse ontwikkelingen genoemd in de beleidsnota IJsselmeergebied zijn vrijgesteld van deze eis. De nota noemt ook dat een toename van de maximale waterstanden met 1 à 2

<sup>73</sup> Brondocument Waterlichaam IJsselmeer, Doelen en maatregelen rijkswateren Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 2009, Herziene versie, 2012

centimeter in het IJsselmeergebied niet leidt tot significante veiligheidsrisico's. En stelt dat vanuit de veiligheidsoptiek daarom een vermindering van 1 tot 2% van het waterbergend oppervlak acceptabel is.<sup>74</sup>

#### *Deltaprogramma*

Het Deltaprogramma is een nationaal programma waarin Rijksoverheid, provincies, gemeenten en waterschappen samen werken met maatschappelijke organisaties, bedrijfsleven en kennisinstellingen, onder regie van de regeringscommissaris voor het Deltaprogramma (de deltacommissaris). De maatregelen die het Deltaprogramma voorstelt, dragen bij aan het bereiken van de doelstellingen van het Nationaal Waterplan (2009-2015).

Het IJsselmeer is het grootste zoetwaterbekken van Nederland en heeft een belangrijke functie voor de zoetwatervoorziening van vooral Noord-Nederland. Klimaatverandering leidt ertoe dat in de zomer de beschikbare hoeveelheid zoetwater in het IJsselmeergebied afneemt terwijl de vraag naar water toeneemt. De huidige streefpeilen zijn hierdoor steeds moeilijker te handhaven. Om in de toekomst de functie van zoetwatervoorziening veilig te stellen is meer flexibiliteit nodig. Tegelijkertijd ligt er ook de opgave om de zoet-zoutovergang te verbeteren voor trekvisserij, zonder aantasting van het zoete karakter van het IJsselmeer. Daarom stelt het Deltaprogramma 2014 een flexibel peilbeheer voor. De waterbeheerder (Rijkswaterstaat) kan het peilbeheer daarmee beter afstemmen op de weersomstandigheden, de behoefte aan zoetwater en de belangen van diverse functies, zoals natuur en recreatie.

Door de stijgende zeespiegel neemt de mogelijkheid tot spuien onder vrij verval af. Om de waterafvoer in stand te kunnen houden moeten er maatregelen worden getroffen. Het Deltaprogramma 2014 adviseert het gemiddeld winterpeil niet mee te laten stijgen met de zeespiegel maar het gemiddeld winterpeil tot 2050 op het huidige niveau te handhaven, en naast spuien ook pompen in te zetten voor de waterveiligheid in het IJsselmeergebied ('spuien wanneer het kan, pompen wanneer het moet'). Het plaatsen van de pompen is onderdeel van het project Afsluitdijk (naar verwachting tussen 2017 en 2021). Een flexibilisering van het IJsselmeerpeil is voorzien voor de korte termijn (tot 2050) als de extra pompcapaciteit in de Afsluitdijk is geplaatst (rond 2020). Dit flexibele peil betekent het in stand houden van het huidige winterpeil en een flexibeler peil in de zomer met een potentiële stijging tot NAP -0,10 m (10 cm hoger maximaal, mogelijk ook ondieper). De eerste stap van flexibel peilbeheer gericht is op het zekerstellen van voldoende beschikbaarheid van zoet water. Een peilbesluit moet hiervoor nog worden genomen.

#### *Waterwet*

De Waterwet regelt in hoofdzaak het beheer van watersystemen, waaronder waterkeringen, oppervlaktewater- en grondwaterlichamen. De wet is gericht op het voorkomen dan wel beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, de bescherming en verbetering van kwaliteit van watersystemen en de vervulling van maatschappelijke functies door watersystemen. De Waterwet stelt regels aan handelingen in het watersystemen, en beschrijft

<sup>74</sup> De nota licht in een voetnoot toe dat dat in de praktijk het waterbergend oppervlak in het IJsselmeergebied gelijk is aan 'overstroombaar' wateroppervlak. Omdat sprake is van een gecontroleerd peil stijgt het peil van het IJsselmeer niet door de realisatie van objecten/elementen op zichzelf. Het gaat om gebieden waar extra water geborgen kan worden. Onder het IJsselmeergebied verstaat de nota het IJsselmeer (circa 1.200 km<sup>2</sup>), het Markermeer (circa 750 km<sup>2</sup>) en de Veluwerandmeren (circa 75 km<sup>2</sup>), het totale wateroppervlak is circa 2.000 km<sup>2</sup>.

het planstelsel op het gebied van waterbeheer; de waterplannen. Alle vergunningen betreffende 'water' staan in deze wet.

#### *Waterbesluit en waterregeling*

Het Waterbesluit vormt samen met de Waterregeling een uitwerking van bepalingen van de Waterwet. Belangrijke onderwerpen in het Waterbesluit zijn:

- de landelijke rangorde bij watertekorten, de zogenaamde verdringingsreeks;
- de toedeling van oppervlaktewaterlichamen en waterkeringen in beheer bij het Rijk: Rijkswateren en regionale wateren;
- de procedurele en inhoudelijke aspecten van het nationale waterplan en het beheerplan voor de Rijkswateren;
- enkele inhoudelijke aspecten van de plannen in verband met implementatie van de kaderrichtlijn water en de richtlijn overstromingsrisico's;
- de vergunningplicht en algemene regels voor het gebruik van rijkswaterstaatswerken;
- de wijze waarop de aanvraag om een watervergunning wordt gedaan.

De waterregeling geeft (onder andere) de algemene regels voor het gebruik van rijkswaterstaatswerken, zoals de toedeling van het beheer van Rijkswateren, de algemene regels voor het gebruik van rijkswaterstaatswerken, de indieningsvereisten voor de aanvraag van een watervergunning en bepalingen over de verontreinigingsheffing van het Rijk.

#### *Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken*

Het IJsselmeer is één van de Rijkswaterstaatswerken of ook wel één van de grote wateren. Op de plaatsing van windturbines in de grote wateren is de Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken<sup>75</sup> van toepassing. De beleidsregel is het toetsingskader voor het beoordelen van de aanvaardbaarheid van de plaatsing van windturbines bij Rijkswaterstaatswerken. Hiervoor is reeds aangegeven welke eisen daarbij worden gehanteerd.

#### *Waterhuishoudingplan 2010-2015 provincie Fryslân*

Het derde Waterhuishoudingsplan 2010-2015 (WHP3) legt de hoofdlijnen van het te voeren waterbeleid van de provincie Fryslân vast. Het plangebied van het WHP3 omvat de hele provincie Fryslân, uitgezonderd de Rijkswateren. Dit zijn de Waddenzee, het IJsselmeer en de zijwateren daarvan, zoals de havenmonden. Voor de primaire waterkeringen, waaronder de Afsluitdijk, stelt het ministerie van Verkeer en Waterstaat het beleid vast. De voorbereidingen voor de toekomstige dijkversterking van de Afsluitdijk volgen rechtstreeks uit de Watervisie van het Kabinet. Het beoordelingskader voor het aspect water is daarom gebaseerd op het nationale beleid, er volgen geen specifieke doelen of voorwaarden uit het provinciale waterbeleid

## **8.2 Referentiesituatie**

### **8.2.1 Huidige situatie**

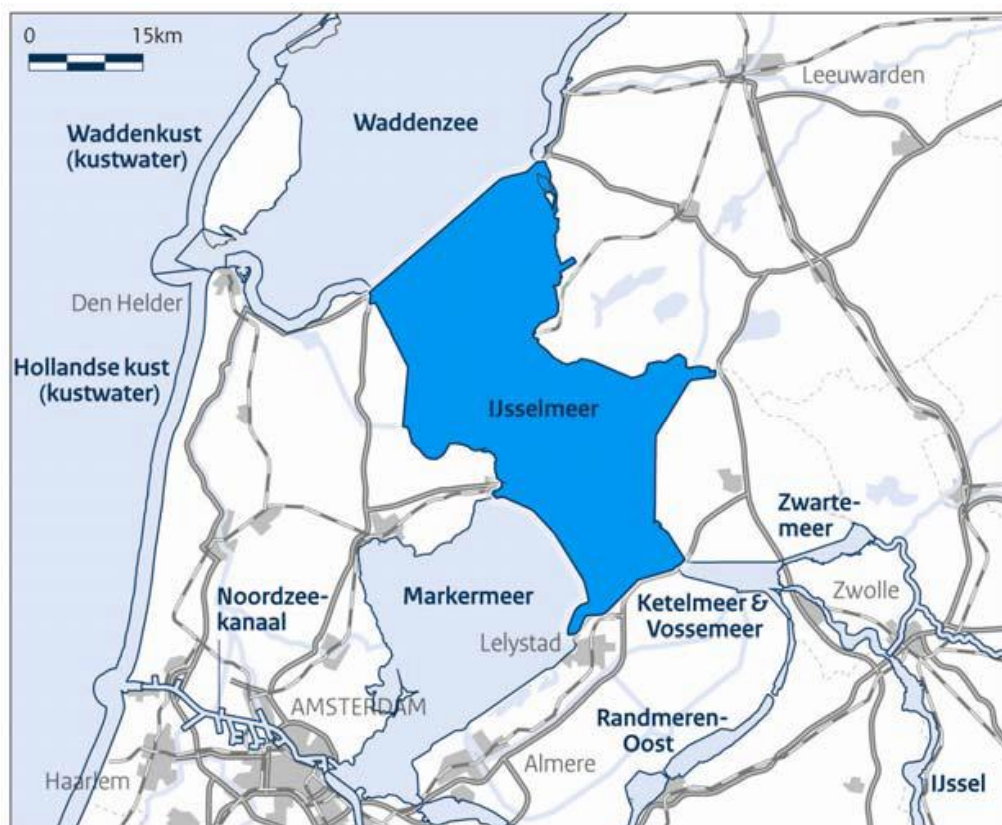
Het IJsselmeergebied heeft een wateroppervlak van 2.000 km<sup>2</sup>. Het IJsselmeergebied bestaat uit drie afzonderlijke compartimenten: het IJsselmeer (circa 1.200 km<sup>2</sup>), inclusief het Ketelmeer,

<sup>75</sup> Te vinden op: [http://wetten.overheid.nl/BWBR0013685/geldigheidsdatum\\_30-06-2010](http://wetten.overheid.nl/BWBR0013685/geldigheidsdatum_30-06-2010)



het Zwartemeer en het Vossemeer, het Markermeer/IJmeer en de randmeren van de IJsselmeerpolders (de Veluwerandmeren). De Afsluitdijk vormt de grens tussen het IJsselmeer en de Waddenzee. Het waterpeil op de Waddenzee is bij eb lager dan op het IJsselmeer. In de Afsluitdijk zijn spui- en scheepvaartsluizen aanwezig bij Kornwerderzand (Fryslân) en Den Oever (Noord-Holland). Rijkswaterstaat is de beheerder van het IJsselmeer en de Afsluitdijk. De begrenzing van het waterlichaam<sup>76</sup> is weergegeven in figuur 8.1.

**Figuur 8.1 Waterlichaam IJsselmeer**



Bron: Rijkswaterstaat, Brondocument Waterlichaam IJsselmeer, Herziene versie 2012

Het IJsselmeergebied fungeert als waterbuffer voor drinkwatervoorziening en landbouw, waardoor in tijden van watertekorten grote delen van (Noord-)Nederland van water kunnen worden voorzien. Het drinkwaterinnamepunt ligt bij Andijk. Om het innamepunt is een beschermingszone van toepassing. Daarnaast heeft het IJsselmeer een natuurfunctie en is het van betekenis voor de beroepsscheepvaart, zandwinning, sport- en beroepsvisserij en recreatie. Deze paragraaf beperkt zich tot een beschrijving van de huidige en referentiesituatie voor het aspect water en bodem.

<sup>76</sup> Het brondocument Waterlichaam IJsselmeer hanteert als definitie voor een waterlichaam: de ruimtelijke begrensde eenheid van één of meerdere oppervlaktewateren die alle hetzelfde watertype, dezelfde categorie en dezelfde status hebben.

### Water

De grootste aanvoer van water vindt plaats via de IJssel vanuit het Rijnstroomgebied (circa 70%). Daarnaast stromen enkele kleine rivieren, zoals de Overijsselse Vecht en de Eem naar het IJsselmeergebied. Ook via gemalen of uitwateringssluizen wordt water aangevoerd uit de, aan de meren grenzende, polders.

Waterafvoer van het IJsselmeer naar de Waddenzee vindt plaats via de spuisluizen in de Afsluitdijk. De verblijftijd van het water in het IJsselmeer is gemiddeld 3-6 maanden. Het winterstreefpeil van het IJsselmeergebied ligt op NAP - 0,40 meter, 20 centimeter lager dan het zomerstreefpeil. Wanneer niet gespuid kan worden kan het peil oplopen tot boven NAP + 0,50 meter. Het waterpeil wordt gereguleerd door de hoeveelheid water dat naar de Waddenzee wordt uitgelaten. Wateronttrekking voor andere functies (zoals drinkwater, industrie en koelwater van elektriciteitscentrales) heeft een gering effect op de waterhuishouding. De Afsluitdijk scheidt de zoute Waddenzee en het zoete IJsselmeer.

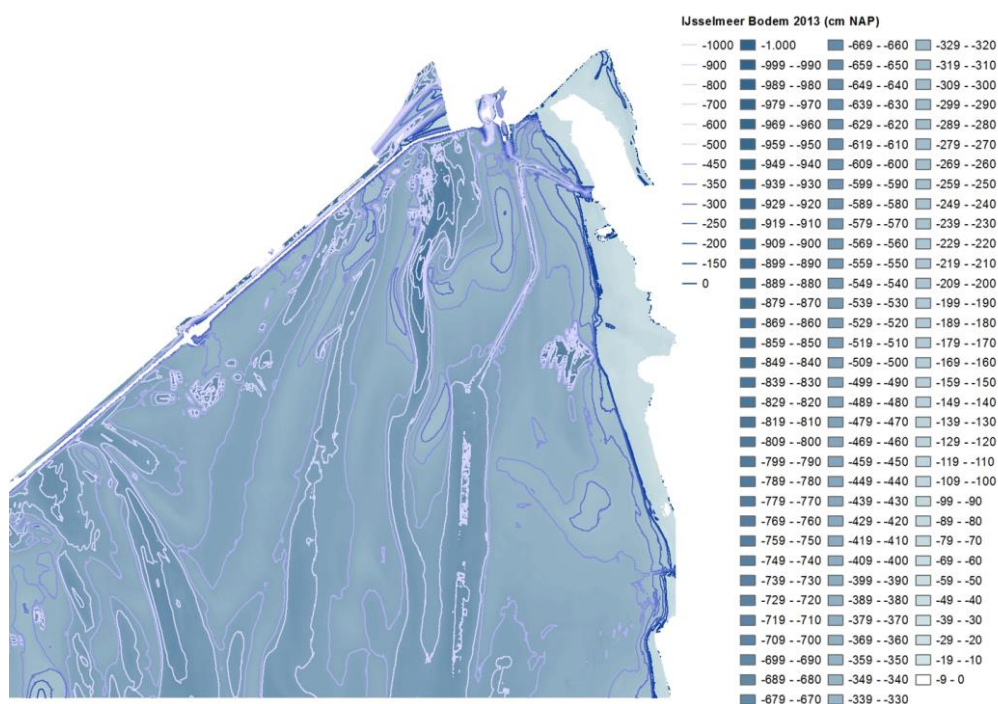
De golfslag op het IJsselmeer is beperkt tot opgewaaide golven. Bij matige wind is sprake van golven van circa 40 cm hoog. Bij storm treden golfhoogtes tot circa 1,5 meter op. In de buurt van rivierlopen of spuisluizen kan enige stroming ontstaan, en bij aanhoudende wind uit dezelfde richting kan op- en afwaaiing plaatsvinden.

### Kader 8.3 Waterpeil IJsselmeer – handhaven gemiddeld winterpeil periode tot 2050

Door de zeespiegelstijging neemt de mogelijkheid tot spuien onder vrij verval van het IJsselmeer naar de Waddenzee af. De kans op (te) hoge waterstanden op het IJsselmeer neemt hierdoor toe. Eén van de oplossingsrichtingen genoemd in het Nationaal waterplan was een peilverhoging van het IJsselmeer tot 1,5 meter boven het huidige winterpeil. Het Deltaprogramma 2014 adviseert 'spuien wanneer het kan, pompen wanneer het moet'. Hiermee kan het winterpeil tot 2050 ongeveer het huidige peil blijven. De levensduur van windturbines is minimaal 20 jaar. Een relevante verhoging van het waterpeil is niet aan de orde tijdens de exploitatiefase van Windpark Fryslân.

De waterdiepte van het IJsselmeer varieert van ondiep tot 7 meter diepte. In de afgebakende vaarroutes is de waterdiepte minimaal 3 meter. De gemiddelde diepten in het midden van het IJsselmeer ligt tussen de 3,5 tot 4 meter. In het plangebied is de waterdiepte tussen de 3 en de 5 meter beneden NAP. Op sommige plaatsen zijn voormalige getijdengeulen van de Zuiderzee en kleileem- en/of zandwinputten aanwezig. Daarnaast zijn er enkele plateaus met een ondiepte van ongeveer 2 meter of minder, zoals bij Den Oever. De getijdengeulen hadden een diepte van circa 12 meter voor de afsluiting van de Zuiderzee en zijn na de afsluiting dichtgeslibd tot diepten van 8 à 9 meter. De kleileem- en/of zandwinputten hadden een diepte van 30 meter en zijn afhankelijk van hun leeftijd deels dichtgeslibd met IJsselmeerafzetting tot een diepte van 6 à 7,5 meter. De belangrijkste getijdengeulen en ondiepten in het gebied zijn Middelgronden (getijdengeul, diepte 6 à 8 meter) en Noord Steenplaat (ondiepten van 1 - 3 meter).

Figuur 8.2 Waterdiepte noordelijk deel IJsselmeer



Bron: bewerking Arcadis

### Waterkwaliteit

Van de fysisch-chemische parameters voldoen vanuit de doelstellingen op grond van de Kaderlichting Water pH, doorzichten stikstof niet aan het GEP en zijn respectievelijk geclassificeerd als matig, slecht en ontoereikend; biologie is beoordeeld als matig<sup>77</sup>. Het Brondocument Waterlichaam IJsselmeer noemt het bereiken van de GEP doelen voor 2015 voor het IJsselmeer niet haalbaar.<sup>78</sup>

Op de locatie van het windpark bedraagt het potentieel Ecologisch Relevant Areaal (ERA) voor zowel waterplanten, vissen als macrofauna 188 ha. Dit staat overigens los van de daadwerkelijk aanwezige kwaliteit. Het werkeiland is, bij een combinatie met de vismigratierivier, gelegen nabij de Lorentzsluizen, op een locatie waar geen ecologisch relevant areaal aanwezig is.

De huidige oppervlakte aan ERA en de reeds vergunde aantasting<sup>79</sup> is opgenomen in tabel 8.3.

<sup>77</sup> Beoordeling periode 2010-2015 zoals opgenomen in de KRW Factsheet: NL92\_IJsselmeer ([http://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Factsheets/Mei2014Publiek/Oppervlaktewater/factsheet\\_OW\\_80\\_Ministerie\\_van\\_Infrastructuur\\_en\\_Milieu\\_Rijkswaterstaat\\_2014-05-07-04-16-06.pdf](http://www.waterkwaliteitsportaal.nl/Factsheets/Mei2014Publiek/Oppervlaktewater/factsheet_OW_80_Ministerie_van_Infrastructuur_en_Milieu_Rijkswaterstaat_2014-05-07-04-16-06.pdf))

<sup>78</sup> Brondocument Waterlichaam IJsselmeer, Doelen en maatregelen rijkswateren Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat, 2009, Herziene versie, 2012

<sup>79</sup> Opgave Rijkswaterstaat, april 2014

Tabel 8.3 Huidige situatie ERA IJsselmeer

Oppervlakte in ha	waterplanten	macrofauna	vis
ERA bij aanvang BPRW	12.698	12.711	12.743
Toelaatbare aantasting (1%)	127.0	127.1	127.4
Al vergunde aantasting per april 2014	3.1	3.1	3.1
Nog vergunbare aantasting	123.9	124.0	124.3

Binnen het IJsselmeer liggen langs de kust diverse officiële zwemwaterlocaties<sup>80</sup> en één innamepunt voor drinkwater (Andijk, zie figuur 8.1). De zwemlocaties en het inname punt (inclusief de beschermingszone van het innamepunt) liggen ver buiten het plangebied.

#### Bodem

De bodemopbouw in het gebied in het IJsselmeer is goed bekend en vrij homogeen. De opbouw van het gebied bestaat uit Zuiderzeeafzetting tijdens het Pleistoceen (zand en grind) en Holoceen (zand en klei) met een beperkte dikte. Het sediment ter plaatse van het windpark bestaat uit een kleilaag van circa 5 meter met daaronder zand. In dit deel van het IJsselmeer is de formatie van Eindhoven aanwezig met hierin lokale veen- en leemlaagjes. Het gebied wordt betiteld als weinig interessant voor zand- en kleileemwinning.

In het IJsselmeer liggen zes locaties met verontreinigde waterbodem, dit zijn: Enkhuizen binnenhavens, Den Oever (Zuiderhaven), Trintelhaven, Lemmer toegang Margrietsluis, Makkum industriehavens en Medemblik industriehavens. Deze locaties liggen op ruime afstand van het plangebied.

Voor het IJsselmeer is geen bodemkwaliteitskaart beschikbaar. Uit beschikbaar onderzoek blijkt dat naar verwachting, gezien de afwezigheid van milieugevaarlijke activiteiten in het verleden, het aannemelijk is dat geen sprake is van verontreiniging.<sup>81</sup>

#### Kader 8.4 Conventionele explosieven

Als gevolg van gevechtshandelingen in het verleden kunnen er conventionele explosieven in het plangebied zijn achtergebleven. In het bijzonder de regio Kornwerderzand heeft gedurende de bezettingsjaren geleden onder bombardementen, vliegtuigbeschietingen en vliegtuigcrashes. Aan de hand van een breed scala aan historisch feitenmateriaal (waaronder archieven en collecties van de Explosieven Opruimings Dienst Defensie en het gemeente archief van Súdwest-Fryslân) is daarom onderzocht of en zo ja in welke delen van het plangebied sprake is van een verhoogd risico op het aantreffen van conventionele explosieven.

Het onderzoeksgebied is niet verdacht op de mogelijke aanwezigheid van conventionele explosieven. De kans op het aantreffen van conventionele explosieven is net zo groot als de gemiddelde kans op het aantreffen van CE op als 'onverdacht' aangemerkte locaties in de rest van Nederland. Het volledige onderzoek, inclusief een lijst van geraadpleegde bronnen, is opgenomen als bijlage bij dit MER.

#### Bodemkwaliteit

<sup>80</sup> Er zijn ongeveer 700 officiële zwemwaterlocaties in Nederland. De provincies wijzen deze aan. De overheid raadt af om in andere wateren te zwemmen omdat deze vervuild kunnen zijn. Tijdens het zwemseizoen (van 1 mei tot 1 oktober) wordt het water op de zwemwaterlocaties elke 14 dagen gecontroleerd.

<sup>81</sup> Stappenplan Gebiedsspeciek beleid RWS-IJsselmeergebied, Afweging generiek of gebiedsspeciek beleid, Rijkswaterstaat en Oranjewoud, januari 2008

Voor Breezanddijk en de Afsluitdijk evenals voor het kabeltracé in de berm van de wegen voor de verbinding naar Oudehaske geldt dat geen sprake is van bekende verontreinigingen. Uit het bodemloket blijkt dat op een beperkt aantal locaties historische activiteiten bekend zijn die aandacht vragen of waar mogelijk nader onderzoek is vereist. Dit betreft watergangen die gekruisd worden.

### 8.2.2 Autonome ontwikkeling

Er zijn geen relevante autonome ontwikkelingen voor de aspecten bodem en water.<sup>82</sup> Een flexibel peilbeheer heeft geen gevolgen voor de windturbines. Voor de ontwerphoogte van de natuurvoorziening wordt bij het definitieve ontwerp rekening gehouden met de situatie ten aanzien van peilbesluiten door eventueel ook uit te gaan van een maximaal 10 cm hoger peil in de zomerperiode. Het winterpeil zal naar verwachting tot 2050 ongeveer gelijk blijven. Windturbines hebben een levensduur van minimaal 20 jaar, eventuele peilwijzigingen na 2050 kunnen daarom buiten beschouwing worden gelaten. De referentiesituatie komt daarmee overeen met de huidige situatie.

In het IJsselmeer spelen opgaven op gebied van veiligheid, zoetwatervoorziening, ecologie en ruimtelijke inrichting. Ook speelt de actualisering van het beschermingsniveau tegen overstromingen een rol. Een deel van de dijken rond het IJsselmeergebied is afgekeurd tijdens de derde toets primaire waterkeringen<sup>83</sup>. Ook de Afsluitdijk voldeed niet meer aan de veiligheidseisen. Om aan de eis voor waterveiligheid en waterafvoer te voldoen zijn maatregelen nodig om de Afsluitdijk te versterken en de mogelijkheden voor het afvoeren van overtollig water te vergroten. Voor de aanpassing van de Afsluitdijk geldt overigens dat dit niet tot uitbreiding van de dijk in het IJsselmeer leidt en derhalve ook niet relevant is voor bijvoorbeeld het ruimtebeslag. De versterking van de Afsluitdijk is niet relevant voor de aspecten bodem en water. Dijkveiligheid is beschreven in hoofdstuk 7.

Er zijn plannen voor zandwinning in het IJsselmeer (juni 2015 is het voorontwerp bestemmingsplan gepubliceerd). Het betreft een werkeiland om een te realiseren zandwinput. De beoogde locatie bevindt zich op meer dan 20 kilometer van het voornemen. De realisatie gaat gepaard met lokale effecten en is niet relevant voor het onderhavige voornemen waar het gaat om bodem en water.

## 8.3 Effectbeschrijving

Windpark Fryslân is gepland in het IJsselmeer. Voor Windpark Fryslân zijn de relevante wateraspecten waterkwaliteit, waterveiligheid en de waterbodem. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de verschillende onderdelen van het voornemen. De beoordeling van de effecten is hierop toegespitst.

De inrichtingsalternatieven verschillen in het aantal windturbines en de afmetingen van de turbines. De afmetingen van de turbine zijn niet relevant voor de aspecten water en bodem.

<sup>82</sup> De realisatie van Windpark Noordoostpolder heeft geen gevolgen voor de aspecten water en bodem die kunnen cumuleren met windpark Fryslân en dit windpark wordt derhalve niet als relevante autonome ontwikkeling voor dit aspect gezien. Er zijn geen concessies uitgegeven voor diepe delfstofwinning of vergunningen voor boringen of zandwinning in de nabijheid van het plangebied vergeven.

<sup>83</sup> Derde toets primaire waterkeringen, Landelijke toets 2006-2011, november 2011, Inspectie Verkeer en Waterstaat.

Verschillen in de dimensionering en type fundament en het aantal windturbines zijn tot op zekere hoogte van belang, de fundaties zijn beschreven in paragraaf 1.3. De inrichtingsalternatieven zijn daarom niet apart beoordeeld, de effectbeoordeling gaat uit van het maximale aantal turbines.

### 8.3.1 Waterkwaliteit

#### Windpark en fundatie

##### *Aanlegfase*

Tijdens de aanlegfase vindt inzet van installatievaar- en werktuigen plaats, en is er sprake van ingrepen in de bodem en toepassing van bouwstoffen. Voor de aanleg van de fundatie is een waterdiepte van 2 tot 3,5 meter gewenst. Op grond van de dieptekaart van het IJsselmeer blijkt dat voor de turbine in de meest noordoostelijke hoek van het plangebied, nabij Breezanddijk en een gebied aan de oostzijde van het plangebied circa 3 -3,5 meter diep is. Voor de turbineposities die dit betreft zal een verlaging van de bodem van circa 0,5 tot 1 meter om voldoende waterdiepte te hebben voor het kunnen installeren van de fundaties. Dit is worst case uitgaande van een fundatie waarbij schepen een diepte van 3,5 m vereisen bij uitvoering van de werkzaamheden in de winterperiode (IJsselmeerpeil -0,4 m-NAP).

Vaar- en werktuigen bevatten milieugevaarlijke stoffen. Dit betreft met name brandstof en olie voor hydraulische systemen van bijvoorbeeld kraaninstallaties. Het vrijkomen van deze stoffen naar het water treedt slechts in geval van incidenten op door lekkage. In geval van een incident is de hoeveelheid van een stof die vrijkomt beperkt en zullen, op grond van het wettelijk kader, direct gemeld en opgeruimd dienen te worden. Belangrijke of grote negatieve effecten op de waterkwaliteit ten gevolge van een incident tijdens de bouwperiode worden niet verwacht.

Uitgaande van de bouwmaterialen die worden toegepast (beton en staal en natuurlijke materialen (zand/stenen) en wijze van aanleg zijn er geen gevolgen voor de waterkwaliteit. Uitloging is niet aan de orde. Dit is ook geborgd door het besluit bodemkwaliteit. Bij de aanleg van de fundatie dient erop te worden toegezien dat er geen milieuvreemde stoffen in het water terecht komen. In geval van een calamiteit /incidenten kunnen wel milieuvreemde stoffen vrijkomen.

Het ruimtebeslag van de fundaties en het werkeiland kan mogelijk ten koste gaan van ecologisch relevant areaal (ERA) voor macrofauna, waterplanten of vissen. In de volgende tabel is de maximale oppervlakte conservatief bepaald. Op de locatie van het werkeiland is geen ERA aanwezig en derhalve geen aantasting. Voor het windpark geldt dat er 188 ha ERA aanwezig is binnen het plangebied. Voor de bepaling van de aantasting is ervan uitgegaan dat het totaal aan ecologisch relevant areaal evenredig in het plangebied aanwezig is (188/oppervlakte plangebied alternatief). Uit de tabel blijkt dat de aantasting maximaal 0,51 ha betreft. Dit is uitgaande van een maximale afmeting van de fundatievoet van 30x30m. Uit tabel 8.3 kwam naar voren dat de toelaatbare aantasting, om niet meer dan 1% totaal aan te tasten rekening houdend met andere vergunde projecten, circa 124 ha betreft. De potentiële aantasting ten gevolge van Windpark Fryslân is derhalve verwaarloosbaar vanuit de ecologische kwaliteit in het kader van de Kaderrichtlijn Water. Dit blijkt ook uit de percentages van het windpark in de ERA voor de drie kwaliteitselementen. Het betreft verwaarloosbare percentages.



Tabel 8.4 Aantasting ERA IJsselmeer

Alternatief	1	2	3	4
Turbines	66	100	47	65
Oppervlakte fundaties max (ha)	5,9	9,0	4,2	5,9
Oppervlakte. binnen ERA (ha)	0,51	0,48	0,36	0,31
% t.o.v. ERA waterplanten	0,0040%	0,0038%	0,0028%	0,0025%
% t.o.v. ERA macrofauna	0,0040%	0,0038%	0,0028%	0,0025%
% t.o.v. ERA vis	0,0040%	0,0038%	0,0028%	0,0025%
Nog vergunbare aantasting Waterplanten na WPF (in ha)	123,4	123,4	123,5	123,6
Nog vergunbare aantasting Macrofauna na WPF (in ha)	123,5	123,5	123,6	123,7
Nog vergunbare aantasting Vis na WPF (in ha)	123,8	123,8	123,9	124,0

Door de werkzaamheden voor de aanleg van de fundatie treedt mogelijk tijdelijk en lokaal enige vertroebeling op. Bijvoorbeeld doordat bij graafwerkzaamheden slibopwerveling optreedt. Het slib zakt binnen korte tijd, enkele uren tot maximaal circa een dag weer naar de bodem. Het gaat hier door de afwezigheid van stroming om een kortdurend en lokaal effect, dit is als licht negatief beoordeeld, aangezien dit een aantasting van het doorzicht geeft. Eventuele afgeleide gevolgen voor natuur door een tijdelijke vertroebeling zijn beschreven in het hoofdstuk natuur.

#### Exploitatiefase

Wanneer de windturbines in werking zijn treden geen gevolgen voor de waterkwaliteit op. Uit ervaringen met bestaande windturbines in het IJsselmeer (mondelinge mededeling beheerder Windpark Irene Vorrink) blijkt de corrosiesnelheid aanmerkelijk lager is dan op zee. Dit komt door het zoete karakter van het IJsselmeer. Hierdoor is slechts minimale corrosiebescherming nodig voor stalen delen (*monopile* is een stalen heipaal). Corrosiebescherming kan bestaan uit overdimensionering van staaldiktes of coating of toepassing van bijvoorbeeld zink- of aluminium anodes. De corrosie van staal heeft geen relevante invloed op de chemische waterkwaliteit. Bescherming van de fundaties tegen aangroei, door bijvoorbeeld inzet van speciale coating is niet aan de orde.

In de windturbines bevinden zich milieugevaarlijke stoffen. De aard van deze stoffen is afhankelijk van het type windturbine. Typische stoffen die worden toegepast zijn hydraulische olie in motoren en (smeer)vetten. Diverse beschermde maatregelen in de turbine voorkomen lekkage naar de omgeving.

De fundaties bieden nieuwe vestigingsmogelijkheden voor macrofauna, de ondiepte luwte achter en de oeverzones van het werkeiland ook voor waterplanten en vissen.<sup>84</sup> In potentie wordt daarmee de minimale aantasting van ERA geneutraliseerd of vindt een uitbreiding plaats voor deze arealen.

<sup>84</sup> Dit blijkt o.a. uit het 5 jaar monitoring –en evaluatieprogramma Windpark NoordzeeWind, uitgevoerd door IMARES, NIOZ en Bureau Waardenburg zijn te vinden op [www.noordzeewind.nl](http://www.noordzeewind.nl) en de ervaringen met de ondiepten bij de Houtribdijk voor natuurontwikkeling.



Op het IJsselmeer is scheepvaart aanwezig. Calamiteiten met scheepvaart kunnen, afhankelijk van de lading, gevolgen hebben voor de waterkwaliteit. Eventuele risico's voor scheepvaart als gevolg van het windpark zijn beschreven in hoofdstuk 7. Gevolgen voor waterkwaliteit door het voornemen kunnen alleen optreden in het geval dat de lading of brandstof van een schip bij een aanvaring of calamiteit met een windturbine vrijkomt in het IJsselmeer en deze lading schadelijk is voor het milieu. De kans dat dit gebeurt is verwaarloosbaar klein geacht.

#### **Kabels en transformatorstation**

De aanleg van het transformatorstation op Breezanddijk heeft geen gevolgen voor de kwaliteit van het IJsselmeer water. Bij aanleg van de kabels in de IJsselmeerbodem, bij aanlanding op Breezanddijk en bij de passage van de sluizen bij Kornwerderzand met een gestuurde boring wordt erop toegezien dat geen milieuverontreinigende stoffen in het water terecht komen. Bij het toepassen van boorspoeling wordt de hoeveelheid vrijkomende boorspoeling beperkt tot een minimum. Boorspoeling is geen milieuverontreinigende stof. Tijdens de aanleg van de kabels in de IJsselmeerbodem kan door slibopwerveling het water (tijdelijk en lokaal) vertroebelen. Diverse technieken zijn mogelijk, zoals jetten, graven, ploegen en baggeren. In zijn algemeenheid geldt dat grond verplaatsende technieken, zoals baggeren, of mechanische installaties (kettinggraver) tot meer vertroebeling leiden in vergelijking met technieken die de bodem vloeibaar maken waardoor de kabel in de bodem zakt. De vertroebeling die optreedt duurt enkele uren tot maximaal circa een dag. Omdat het om een tijdelijk en lokaal effect gaat is dit als licht negatief beoordeeld.

Voor de aanleg van de kabels in de dijk wordt geen effect op water verwacht vanwege de ligging boven het grondwaterpeil. Voor het kabeltracé op land naar Bolsward wordt de kabel in de berm van de snelweg gelegd en worden watergangen gepasseerd door middel van HDD-boringen. Voor het tracé in de wegberm is mogelijk tijdelijke bemaling van water vereist, afhankelijk van de aanlegmethode (ploegen, ontgraven). In geval wordt gekozen voor ploegen is van ontwatering geen sprake, met uitzondering lokaal van lasputten (indicatieve afmetingen 1x1x1m) waar een mof tussen twee uiteinden wordt aangebracht. Bij ontgraving kan sprake zijn van ontwatering afhankelijk van de grondwatersituatie langs het tracé. Gezien de locatie binnen de sloten die de snelweg flankeren worden geen effecten op de omgeving verwacht ten gevolge van ontwatering. Voor het alternatieve trace aan de zuidkant van Sneek geldt tevens dat sprake kan zijn van ontwatering, afhankelijk van de grondwatersituatie ter plaatse.

#### **Werkeiland**

Het werkeiland zal naar verwachting bestaan uit een combinatie van stortsteen met zand. De kwaliteit van het toe te passen zand/grond moet voldoen aan het Besluit Bodemkwaliteit. Bij de aanleg van het werkeiland is dan ook geen sprake van negatieve gevolgen voor de (chemische) waterkwaliteit optreden. Een tijdelijke lokale vertroebeling van het water door de aanleg van de natuurvoorziening treedt naar verwachting op en is beoordeeld als licht negatief (0/-). Eventuele gevolgen voor natuur door de tijdelijke vertroebeling zijn beschreven in het hoofdstuk natuur.

### **8.3.2 Waterveiligheid**

#### *Windpark en fundaties*

De plaatsing van de masten en de fundaties 'verdringt' water, dit kan gevolgen hebben voor het waterbergend vermogen. Vanuit een veiligheidsoptiek is volgens de nota IJsselmeer gebied,

een vermindering van 1 tot 2% van het waterbergend oppervlak van het IJsselmeergebied acceptabel.<sup>85</sup>

Het oppervlak van één turbine<sup>86</sup> is 490 m<sup>2</sup>. Het ruimtebeslag van het windpark op basis van het maximale aantal windturbines is circa 5 hectare (49.000 m<sup>2</sup>). Het IJsselmeer heeft een oppervlak van circa 1.200 km<sup>2</sup>. Ook wanneer het ruimtebeslag op basis van een fundatie van 30 bij 30 meter wordt bepaald is het gevolg van ruimtebeslag verwaarloosbaar. Het effect van het windpark op het waterbergend vermogen is als neutraal beoordeeld.

**Tabel 8.5 Parameters berekening ruimtebeslag windpark**

Parameter	Berekening	
Diameter turbine	25 meter	
Oppervlak turbine ( $\pi r^2$ )	1 turbine	Circa 490 m <sup>2</sup>
	100 turbines	Circa 49.000 m <sup>2</sup>
Oppervlak turbine fundatie (30 x 30 meter)	1 turbine fundatie	900 m <sup>2</sup>
	100 turbine fundaties	Circa 90.000 m <sup>2</sup> (0,09 km <sup>2</sup> )
Oppervlakte werkeiland	2 hectare (overstroombare natuur)	
Oppervlak IJsselmeergebied	2.000 km <sup>2</sup>	
Oppervlak IJsselmeer	1.200 km <sup>2</sup>	
Ruimtebeslag windpark (van het IJsselmeer)	Turbines	Verwaarloosbaar (0,004%)
	Fundaties	Verwaarloosbaar (0,02%)
	Natuurvoorziening	Verwaarloosbaar (minder dan 0,001%)

#### *Kabels en transformatorstation*

De kabels en het transformatorstation hebben geen invloed op het waterbergend oppervlak van het IJsselmeer. Het effect van deze onderdelen van het windpark op waterveiligheid is als neutraal beoordeeld.

#### *Werkeiland*

Het werkeiland heeft een oppervlak van circa 2 hectare boven water. Dit is ruim minder dan 1% van het waterbergend oppervlak van het IJsselmeer en heeft derhalve geen gevolgen voor het waterbergend vermogen van het IJsselmeergebied. Daarnaast zal in de definitieve situatie het werkeiland uit overstroombare natuur bestaan doordat de maximale hoogte circa 20-30 cm+ NAP is (in de zomer 40-50 cm boven het waterpeil en in de winter 60-70 cm). Dit betekent dat in perioden van hoog water door een combinatie van een hoge aanvoer van water via de IJssel en beperkte spuimogelijkheden door hoog water in de Waddenzee dit deel van de

<sup>85</sup> Zie ook de beleidsnota IJsselmeergebied 2009-2015, ministerie van Verkeer en Waterstaat, het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

<sup>86</sup> Uitgaande van een fundatiediameter van 25 meter. Dit is een overschatting van de diameter van de turbinemast, dit houdt rekening met een breder transitiestuk van de turbine. 1 hectare is gelijk aan 10.000 vierkante meter.

natuurvoorziening kan overstromen en bijdragen aan waterberging. Compensatie voor waterbergend vermogen is hierdoor niet aan de orde. Het werkeiland heeft geen gevolgen voor de waterveiligheid en scoort daarmee neutraal.

### 8.3.3 Waterbodem/ bodem op land

#### Windpark en fundaties

Voorafgaand aan de plaatsing van een fundatie wordt de bodemopbouw ter plaatse van iedere windturbine bepaald door middel van een sondering (tot een diepte van circa 30 meter).

Rondom obstakels kan door stromend water erosie optreden (ook wel *scour* genoemd). Het IJsselmeer kent geen getijde werking. Door wind is wel een tijdelijke geringe stroming bij de bodem mogelijk. Verwacht wordt dat dit niet zal leiden tot erosie die een gevaar is voor de constructie. Praktijkmetingen aan de *monopiles* van windturbines van bestaande Windpark Irene Vorrink in het IJsselmeer bevestigen dit beeld. De metingen lieten geen bewijs van uitspoeling zien. Ook voor de windturbines van Windpark Westermeerwind die in het IJsselmeer worden geplaatst wordt geen bescherming rondom de *monopiles* aangebracht. Er is dan ook geen aanleiding bescherming aan te brengen.

Voor een beperkt aantal ondiepere locaties (maximaal 5-7) is conservatief een plaatselijke bodemverlaging verondersteld van maximaal 0,5 – 1 m. Dit is afhankelijk van het fundatieprincipe en de geselecteerde installatieschepen. Dit betreft een oppervlakte van maximaal 1,7-2,4 ha (circa 0,002% van de oppervlakte van het IJsselmeer). Daarbij is uitgegaan van een maximale fundatieafmeting van 30x30 meter en ruimte voor een installatieschip met ponton tijdens aanleg van circa 25 x 100 m. Deze oppervlakte is mogelijk ook kleiner afhankelijk van het moment waarop gebouwd wordt omdat het waterpeil in de winter lager is dan in de zomer. Voor de diepte is uitgegaan van het winterpeil (-0,4 m-NAP) terwijl in de zomer het waterpeil hoger ligt (-0,20 m-NAP).

De aanleg van de fundaties, de lokaal eventueel beperkte baggerwerkzaamheden en de aanwezigheid daarvan in de bodem is een duidelijke ingreep in de bodem, daarom is dit effect als licht negatief beoordeeld.

#### Kabels en transformatorstation

De gevolgen van de kabels in de IJsselmeerbodem beperken zich tot de aanlegfase. De kabels komen op circa 2 meter diepte te liggen. Wanneer de kabels in de bodem liggen hebben deze geen effecten meer. Voor de aanleg van kabels kan gebruik gemaakt worden van verschillende technieken, te weten ploegen, kettinggraven, jetten of baggeren of een combinatie van deze technieken. Zie ook paragraaf 1.5.4 voor een nadere toelichting op deze technieken.

Bij de eerste drie van deze technieken wordt de kabel in de bodem gebracht onder gelijktijdige invoering van de kabel. Bij jetten, maar vaak ook bij graven of ploegen wordt (aanvullend) door middel van het fluidiseren (verweking) van de bodem de kabel op de gewenste diepte gebracht. Deze verweking treedt alleen ter plekke van de kabel op en is (zeer) kortdurend van aard. De bodem sluit zich direct weer na het zakken van de kabel. De bodemroering van de aanleg is

minimaal en beperkt tot de sleuf, al dan niet direct gesloten en de verplaatsing van de installatie deze over de bodem.

Het transformator station komt op Breezanddijk. Effecten bestaan uit een beperkte toename van het verharde oppervlakte. Ook zal naar verwachting ontgraving nodig zijn ten behoeve van de fundering/kabelkelders. Deze grond wordt uitgenomen en zal worden afgevoerd waarbij de voorschriften uit het besluit bodemkwaliteit in acht dienen te worden genomen. Het kabeltracé over de Afsluitdijk heeft geen gevolgen voor de bodem anders dan een tijdelijke uitname. Het verdere kabeltracé zal gebundeld met bestaande infrastructuur worden aangelegd. Na de werkzaamheden wordt het bodemprofiel hersteld. Gevolgen zijn hierdoor tijdelijk van aard. Afhankelijk van de keuze van de aanlegmethode geldt dat grond tijdelijk wordt uitgenomen. Voor boringen zijn lokale ingrepen vereist, echter bij gebruik van ploegen is ontgraving minimaal en beperkt tot de plekken waar de kabelstukken met elkaar worden verbonden (lasputten, circa één per kilometer). De omvang van deze werkzaamheden is qua duur en omvang beperkt. Indien bemaling is vereist zal deze beperkt van omvang zijn, in het bemalingsplan dient aandacht te zijn voor nabijgelegen locaties die vanuit bodemkwaliteit nader onderzoek vereisen. Dit betreft een beperkt aantal locaties die gepasseerd worden en een aantal watergangen die gekruisd worden.

#### **Werkeiland**

Het werkeiland heeft geen gevolgen voor de waterbodem anders dan dat een ophoging van de bodem wordt gerealiseerd ten behoeve van de aanleg van het eiland van circa 2 ha en de luwe ondiepte van circa 25 ha., er zijn geen ingrepen in de bodem nodig. De gevolgen zijn als neutraal beoordeeld.

## **8.4 Mitigatie**

Er is geen aanleiding voor mitigerende maatregelen voor het aspect bodem en water.

De keuze voor een aanlegmethode van invloed is op de effecten op de waterkwaliteit. De schaal waarop vertroebeling optreedt is mede afhankelijk van de gekozen aanlegmethode. Voor elke technologie geldt dat door de toepassing in het IJsselmeer vertroebeling tijdelijk en lokaal is. Door middel van het besluit lozen buiten inrichtingen is er een kader beschikbaar om de vertroebeling tot een aanvaardbaar minimum te beperken.

## **8.5 Afweging**

De gevolgen van het windpark en bijbehorende infrastructuur voor water en bodem beperken zich tot de aanlegfase. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de beoordeling van de gevolgen voor bodem en water die voor de verschillende fasen en onderdelen van het windpark optreden. Aangezien met name het type fundering en niet het aantal turbines bepalend is voor de mate van effecten, is er geen onderscheid in effecten tussen de alternatieven in de aanlegfase. Tijdens de exploitatiefase van het windpark treden geen gevolgen op voor bodem en water, daarom zijn alle inrichtingsalternatieven als neutraal beoordeeld.

Tabel 8.6 Effectbeoordeling water en bodem voor de aanleg en exploitatiefase

Criteria	Windpark (turbines en fundatie)		Kabels en transformatorstation		Werkeiland	
	Aanleg	Operationeel	Aanleg	Operationeel	Aanleg	Operationeel
Waterkwaliteit	-	0	-	0	-	0
Waterveiligheid	0	0	0	0	0	0
Waterbodem	-	0	-	0	0	0

Tabel 8.7 Effectbeoordeling water en bodem (alternatieven, exploitatiefase)

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Waterkwaliteit	0	0	0	0
Waterveiligheid	0	0	0	0
Waterbodem	0	0	0	0

Gevolgen voor water en bodem zijn beperkt tot de aanlegfase. Bij de aanleg van de fundaties en de bekabeling in de waterbodem zal (lokaal) slibopwerveling optreden. Hierdoor treedt tijdelijk lokaal vertroebeling van het water op. De werkzaamheden zijn, vanwege hun aard, gefaseerd in ruimte en tijd. De aanleg van de natuurvoorziening vindt plaats voorafgaand aan de realisatie van het windpark en de aanleg van de kabel volgt op de aanleg van de fundaties van de windturbines. Er zijn geen gevolgen voor de waterkwaliteit (chemische samenstelling), gevolgen voor natuur door tijdelijke vertroebeling zijn niet te verwachten (zie paragraaf 5.3.1).

Ruimtebeslag door plaatsing van de masten en de fundaties heeft geen gevolgen voor het waterbergend vermogen van het IJsselmeer. Vanuit een veiligheidsoptiek is een vermindering van 1 tot 2% van het waterbergend oppervlak van het IJsselmeergebied acceptabel. Het totale oppervlak van zowel de fundaties als de turbinemast is berekend, ligt ruim onder de 1 tot 2% van het oppervlak van het waterbergend oppervlak van het IJsselmeer. Ook het werkeiland heeft geen gevolgen voor het waterbergend vermogen. Deze heeft een oppervlakte boven water van circa 2 hectare, en het betreft overstroombare natuur. Voor zowel windpark als het werkeiland is compensatie van het waterbergend vermogen niet van toepassing.

Voorafgaand aan de plaatsing van een fundatie wordt de bodemopbouw ter plaatse van iedere windturbine bepaald door middel van een sondering (tot een diepte van circa 30 meter).

Het IJsselmeer kent geen getijde werking en geen stroming, hierdoor treedt geen erosie om de fundaties op. Het voornemen leidt tijdens de exploitatie fase derhalve niet tot negatieve morfologische ontwikkeling van de bodem.

De gevolgen van de kabels in de IJsselmeerbodem beperken zich tot de aanlegfase, tijdens de exploitatiefase zijn er geen gevolgen. Voor de aanleg van kabels kan gebruik gemaakt worden

van verschillende methoden zoals 'jetten' en baggeren. Bij jetten wordt water in de grond gespoten om de bodem tijdelijk week te maken zodat de kabel vanzelf in de bodem zakt. Deze verweking treedt alleen ter plekke van de kabel op en is (zeer) kortdurend van aard. Windpark Fryslân leidt niet tot permanente verweking van de IJsselmeer bodem.

Windpark Fryslân, de bijbehorende infrastructuur en het werkeiland voldoen aan het waterbeleid en aan de voorwaarden die de 'Beleidsregel voor het plaatsen van windturbines op, in of over rijkswaterstaatswerken' stelt aan plaatsing van windturbines in het IJsselmeer. Het windpark heeft, uitgezonderd lokale tijdelijke effecten, geen negatieve gevolgen voor het watersysteem (water en waterbodem). Gevolgen voor de waterkwaliteit beperken zich tot tijdelijke lokale vertroebeling tijdens de aanlegfase van het windpark en bijbehorende voorzieningen. Het windpark, inclusief het werkeiland, heeft geen gevolgen voor het verwezenlijken van de doelstellingen van het waterbeheer.

## 8.6 Optimalisatie

De gevolgen van het windpark, en bijbehorende infrastructuur voor water en bodem en water beperken zich tot de aanlegfase. De optimalisatie van alternatieven 2 en 4 leidt niet tot een toename van effecten. De afname van het turbineaantal in scenario's A en B ten opzichte van alternatieven 2 en 4 vertaalt zich niet in een andere effectbeoordeling. Het aantal turbines in Scenario C is ongewijzigd.

## 9 RUIMTELIJK GEBRUIK

De aanwezigheid van het voornemen kan van invloed zijn op het huidige ruimtegebruik. Dit betreft de fysieke ruimte die wordt ingenomen evenals de beperkingen aan het bestaande gebruik in de huidige situatie die verder kunnen reiken dan het fysieke ruimtebeslag. In dit hoofdstuk worden de effecten voor het huidige ruimtegebruik beschreven en beoordeeld. Daarbij staat de mogelijke beperking van of op gebruiksmogelijkheden centraal. In het volgende hoofdstuk, hoofdstuk 10, wordt ingegaan op de potentiële economische effecten van de realisatie en aanwezigheid van het windpark. Dit heeft een relatie met de invloed op de gebruiksmogelijkheden.

### Kader 9.1 Advies over reikwijdte en detailniveau van de Commissie voor de m.e.r.

De Commissie geeft in overweging om ook in te gaan op het effect van het voornemen voor de kwaliteit van het studiegebied voor de waterrecreatie.

## 9.1 Beoordelingskader

### 9.1.1 Radar, laagvliegroute en schietgebied

In en nabij het plangebied bevinden zich diverse militaire/luchtvaart activiteiten. Het betreft militaire radar, een schietgebied en een aanvliegroute.

#### Militaire radar

Het verkeersleidingsradarnetwerk van Defensie bestaat uit verschillende radarposten in Nederland die gezamenlijk het grootste deel van Nederland bedekken. De draaiende rotoren van windturbines kunnen van invloed zijn op de werking van het radarsysteem. Defensie heeft om die reden normen opgesteld waar het militaire radarsysteem aan moet voldoen. Voor de militaire radarsystemen geldt op grond van het Barro - en nader uitgewerkt in het Rarro - dat een minimale dekkinggraad van 90% op 1.000 voet in stand dient te blijven om een goede werking van de radar te garanderen.

De regeling algemene regels ruimtelijke ordening (Rarro) schrijft verstoringsgebieden voor waarbinnen de radarverstoring moet worden getoetst. Voor deze gebieden wordt een normprofiel aangehouden die voor windturbines loopt tot 75 kilometer van de primaire radarpost. Het bepalen van het toetsingsprofiel is afhankelijk van de antennehoogte. Als de tiphoogte van een turbine het verstoringsgebied van een radar raakt moet een toetsing worden uitgevoerd, waarin wordt onderzocht of in de nieuwe situatie (inclusief turbines) een dekkinggraad van 90% wordt gehaald. Het initiatief ligt binnen de zone rondom de radar bij Leeuwarden.

Daarnaast heeft Defensie een tweede radarsysteem ten behoeve van de gevechtsleiding. Een van deze radars is 'De Wier'. Ook op de werking van deze radar mag het initiatief niet teveel verstoring veroorzaken. Op basis van een toets van TNO beoordeeld Defensie of de verstoring acceptabel is.



### Civiele radar

De civiele radar bij enkele luchthavens in Nederland brengen het (lokale) luchtverkeer in kaart voor het veilig coördineren van de vliegbewegingen. Ook hier geldt dat windturbines de goede werking van de systemen niet negatief mogen beïnvloeden. Door de Luchtverkeersleiding Nederland (LVNL) wordt gekeken of het initiatief binnen de invloedssfeer van de communicatie-, navigatie- en surveillanceapparatuur is gelegen. Indien dit het geval is, is een toetsing door LVNL op de goede werking van de apparatuur vereist.

### Aanvliegroutes en schietgebied

Het beoogde windpark is deels gelegen onder de aanvliegroute 'Vliehors' van Defensie, aangewezen op grond van Barro en uitgewerkt in het Rarro. Voor deze aanvliegroute geldt een bouwhoogtebeperking tot 600 voet (182,88 meter). Deze maximale hoogte is in acht genomen bij de opstellingsalternatieven.

Het schietgebied 'Breezanddijk', eveneens aangewezen op grond van Barro en Rarro, is gelegen in het IJsselmeer aan de westzijde van Breezanddijk. Maximaal 65 keer per jaar (op grond van de hiervoor verleende vergunning op grond van de Natuurbeschermingswet 1998) test Defensie verschillende soorten munitie en wapensystemen door deze over een deel van het IJsselmeer te schieten. Bouwen in het schietgebied is wettelijk niet toegestaan. Nabij het schietgebied kunnen windturbines in potentie op twee relevante aspecten invloed hebben op de activiteiten van Defensie, dit betreft ten eerste de munitievolgradar die wordt benut voor de schietproeven en ten tweede de zichtbaarheid van scheepvaartverkeer nabij het schietgebied aangezien de schietproeven alleen worden uitgevoerd als er zich geen scheepvaart in het gebied bevindt. Dit betreft potentiële effecten op gebruiksmogelijkheden.

### Antennepark Kornwerderzand

In het Rarro zijn tevens locaties voor zend- en ontvanginstallaties buiten militaire luchtvaartterreinen aangewezen. Een dergelijk antennepark is gelegen bij Kornwerderzand. Voor deze locatie geldt een bouwhoogtebeperking binnen een straal van 400 meter. Het plangebied ligt ruim buiten deze afstand en er is geen aanleiding effecten te verwachten op de werking van dit antennepark. Hier zal in de verder beoordeling (paragraaf 9.2) dan ook niet verder op in worden gegaan.

Tabel 9.1 Beoordeling radar, laagvliegroute en schietgebied

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Militaire radar	Percentage radarverstoring
Civiele radar	Beoordeling LNVL
Schietgebied	Gebruiksmogelijkheden Defensie

## 9.1.2 Scheepvaart en waterrecreatie

Aangezien de windturbines in het IJsselmeer zijn gepositioneerd wordt beoordeeld welke invloed windturbines hebben op de gebruiksmogelijkheden van het IJsselmeer. Dit betreft de beroepsvaart en waterrecreatie in diverse vormen. De invloed van het initiatief op het landschap vanaf het water is bij het onderdeel landschap behandeld. De invloed van windturbines op het ruimte gebruik van het IJsselmeer wordt kwalitatief beoordeeld.

Tabel 9.2 Beoordelingscriteria ruimte gebruik

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Invloed op gebruiksmogelijkheden	Kwalitatief
Ruimtegebruik	Kwantitatief

### 9.1.3 Straalpaden

Er wordt onderscheidt gemaakt in verschillende straalpaden, voor communicatie, televisie, e.d. het betreft ondermeer UMTS en GSM masten. Voor dataverkeer en televisiesignalen is sprake van hoge masten die op een beperkt aantal locaties in Nederland staan. Straalpaden zijn in principe niet beschermd, met uitzondering van straalpaden die in bestemmingsplannen zijn vastgelegd. Er wordt aangegeven of er straalpaden aanwezig zijn in het gebied en of windturbines van alternatieven zich in het straalpad bevinden aangezien windturbines de signalen van de paden kunnen verstoren. Voor UMTS en GSM masten wordt dit in de praktijk gemitigeerd door additionele ontvangers/zenders op de turbinemasten te plaatsen.

Indien geen windturbinemast in het straalpad aanwezig is of het rotoroppervlak wordt gekruist door het straalpad is geen aanleiding relevante verstoring van signalen te verwachten.

Tabel 9.3 Beoordelingscriteria straalpaden

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Invloed op straalpaden	Kwalitatief

## 9.1 Referentiesituatie

### 9.1.1 Radar, laagvliegroute en schietgebied

#### Huidige situatie

In de huidige situatie zijn er geen windturbines in het plangebied gelegen en hebben de radarsystemen een voldoende dekkinggraad. Daarnaast maakt defensie gebruik van de aangewezen laagvliegroute 'Vliehors' op een minimale hoogte van 600 voet (182,6 meter) en wordt er maximaal 65 keer per jaar munitie getest op het schietgebied Breezanddijk, zonder interferentie van windturbines.

#### Autonome ontwikkelingen

Er zijn geen autonome ontwikkelingen van invloed op de laagvliegroute of het schietgebied van defensie.

Voor wat betreft de potentiële verstoring van de radar van defensie is het Windpark Wieringermeer relevant om in acht te nemen bij het bepalen van de maximale dekkinggraad.

In verband met de plannen voor de realisatie van windparken in Noord Nederland heeft het Rijk besloten een extra radarpost op het defensieterrein bij de Kooij te plaatsen.

## 9.1.2 Scheepvaart en waterrecreatie

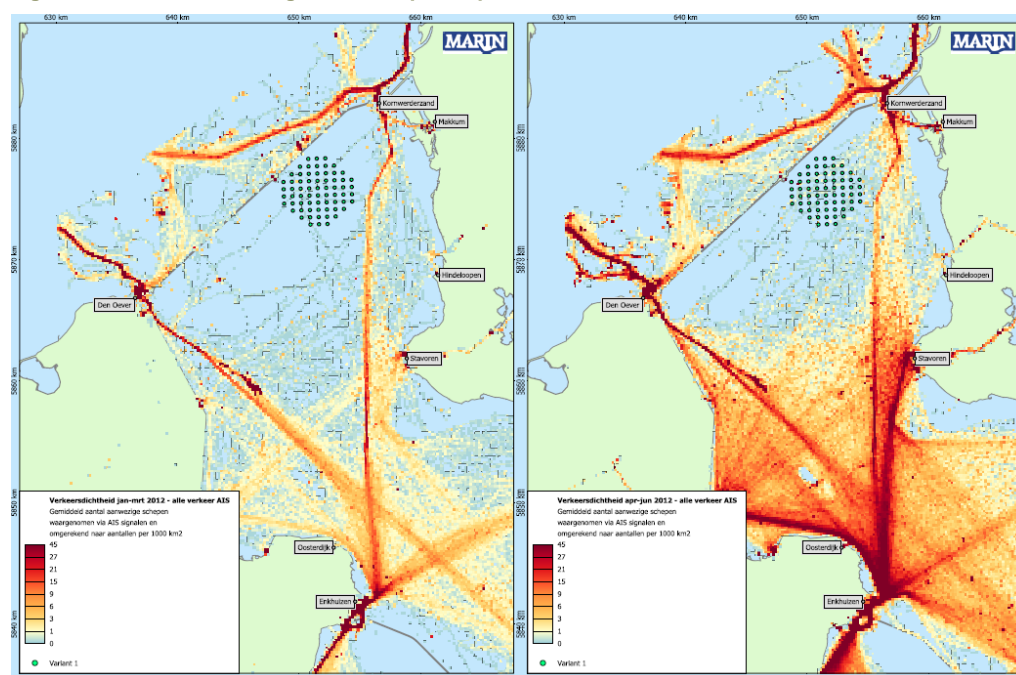
### Huidige situatie

Het gehele IJsselmeer is met uitzondering van ondiepten aan de randen van het IJsselmeer en gesloten gebieden vanuit het oogpunt van natuur, toegankelijk voor scheepvaart en waterrecreatie. Waterrecreatie betreft zowel varende recreanten (zeilboten, motorboten, bruine vloot) als kust recreatie in de vorm van kitesurfen (binnen aangewezen gebieden), windsurfen als kustrecreatie (zwemmen/zonnen).

### Beroepsvaart

De beroepsvaart vaart in hoofdzaak door de gemarkeerde vaargeulen en –routes. Zie ook figuur 9.1 met de dichtheidskaarten van schepen met AIS. Alle beroepsvaart is uitgerust met AIS en de kaart geeft dan ook een betrouwbaar beeld van de spreiding. De figuur laat zien dat met name in het noordelijk deel de vaarroutes nagenoeg volledig wordt gevolgd, terwijl in het midden van het IJsselmeer er meer spreiding optreedt. Midden op het IJsselmeer zijn diverse vaardoelen beschikbaar terwijl ter plaatse van het windpark scheepvaart van de Waddenzee naar het zuiden van het IJsselmeer vaart waar vaardoelen als de sluzen bij Enkhuizen en Lelystad zijn gelegen, of vice versa.

Figuur 9.1 Dichtheidskaart gebaseerd op schepen met AIS



Bron: Marin; Links jan-mrt 2012 en rechts apr-juni 2012.

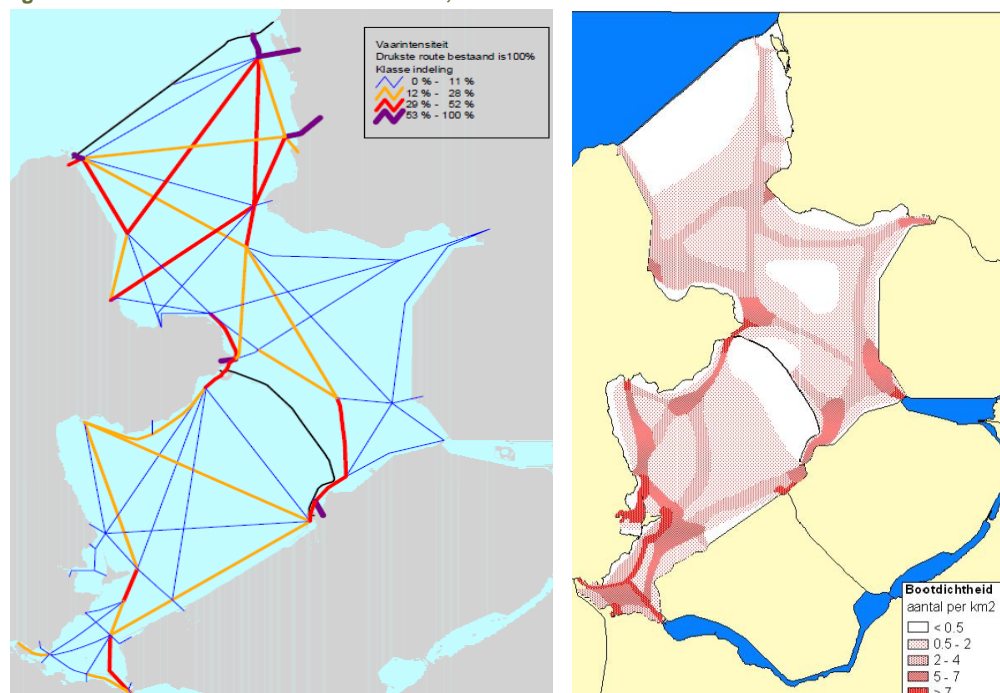
### Recreatievaart

Voor de recreatievaart geldt dat deze zich meer verspreid over het IJsselmeer bevindt. Daarbij is de intensiteit niet evenredig verdeeld maar sterk gerelateerd aan bepaalde vaardoelen. Recreanten varen veelal van haven naar haven of varen vanuit een specifieke haven uit en komen hier ook weer terug. In 2003 is een onderzoek uitgevoerd door Waterrecreatie Advies naar het vaargedrag van recreanten door middel van interviews onder bijna 900 schepen. Dit

betreft zowel de zeilende schepen als motorboten. In het onderzoek in 2003 is onder passanten in verschillende havens gevraagd naar vertrekpunt en bestemming. Tevens is gevraagd op een kaart met vaarroutes (aangegeven lijnen tussen havens) aan te geven welke route is benut. In figuur 9.2 zijn de percentages weergegeven ten aanzien van het gebruik van de verschillende lijnen.

Een deel van de grotere recreatievaart is uitgerust met AIS. Voor deze schepen komt een vergelijkbaar patroon en intensiteitsverdeling naar voren als voor de beroepsvaart. Figuur 9.2 geeft de directe verbinding tussen havens (vaardoelen) aan. Daarnaast is de verdeling van de intensiteit weergegeven zoals die naar voren komt uit IJsselmeer en Markermeer dekkend onderzoek dat door middel van vliegtuigtellingen is uitgevoerd. Uit dit onderzoek komt naar voren dat de locatie van Windpark Fryslân zeer beperkt wordt benut door de recreatievaart. Van 1977 tot en met 2014 is een constant beeld in de spreiding zichtbaar (zie ook figuur 7.7 in hoofdstuk 7 waarin ook de waarnemingen van recreatievaart tijdens de vliegtuigtellingen tijdens het ecologisch veldwerk zijn weergegeven).

**Figuur 9.2 Vaarroutes intensiteit IJsselmeer, Markermeer en IJmeer**



Bron: Waterrecreatieadvies, 2007

Rijkswaterstaat, 2005

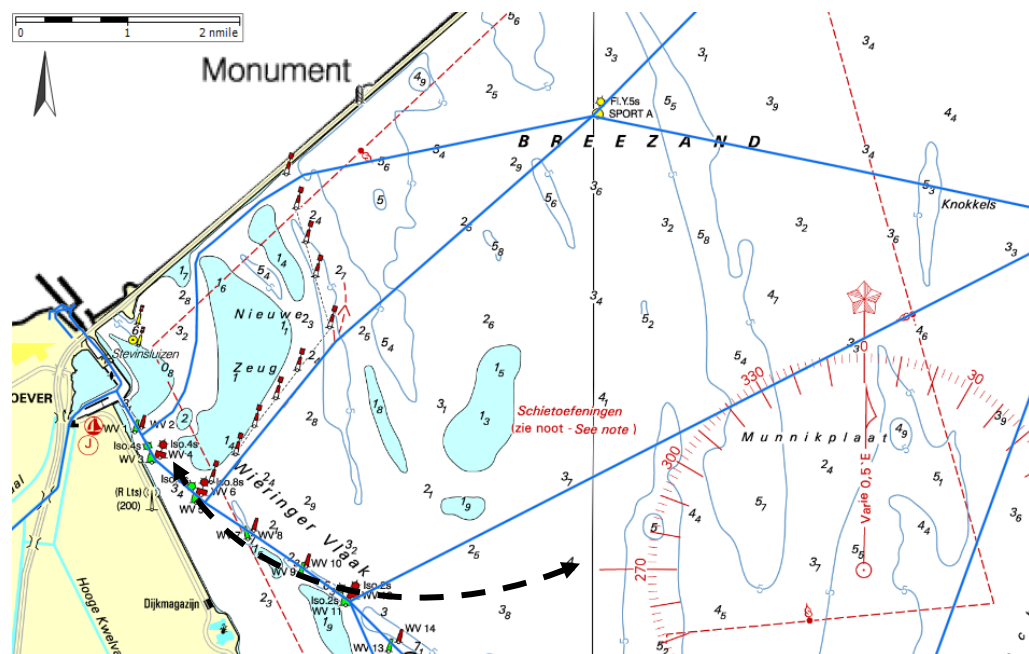
Het onderzoek bevestigt de lijn die uit gesprekken met watersporters naar voren komt en eveneens de waargenomen spreiding van recreatieschepen uitgerust met AIS.

- Het noordelijk deel van het IJsselmeer wordt intensief gebruikt door de recreatievaart. Dit betreft met name vaarbewegingen tussen voormalige zuiderzeehavensteden;
- Het onderzoeksgebied zelf wordt beperkt gebruikt aangezien er beperkt wordt gevaren tussen Den Oever en Makkum en Breezanddijk. De ligging van het schietgebied en de ondieptes nabij Den Oever dragen hieraan bij. Tevens zijn er bij Breezanddijk beperkt voorzieningen voor de recreatievaart; De verwachting is dat het gebruik bijvoorbeeld ook afhankelijk is van de windrichting. Afhankelijk van de windcondities op de Wadden en in het

IJsselmeer zullen sommige schepen de luwte van de Afsluitdijk opzoeken in plaats van de Waddenzijde te bevaren. Dit is echter beperkt het geval aangezien dit met name bij noordenwind (of aangelegen windrichtingen) van toepassing is. De overheersende windrichting is Westzuidwest;

- Den Oever en Makkum zijn belangrijke bestemmingen als tussenstop naar doorvaart naar de Wadden of de Waddeneilanden. Uit gesprekken blijkt ook dat een deel van de schepen die in Makkum liggen Makkum als uitvalsbasis naar de Wadden benutten.
- Voor de vaarverbinding tussen Den Oever en Makkum speelt mogelijk ook mee dat er ten oosten van Den Oever in het IJsselmeer diverse ondiepten aanwezig zijn waardoor met een boog om de ondiepten wordt gekoerst om vrij te kunnen varen. Daarbij speelt mee dat dit peil lager of hoger kan zijn ten gevolge van opstuwung door wind. Gezien de overheersende windrichting, valt het niveau veelal lager uit bij dergelijke condities. Indicatief is deze bocht aangegeven in figuur 9.3.

**Figuur 9.3 Ondiepten Den Oever**



In het IJsselmeer vinden regelmatig evenementen plaats voor zeilboten en andere vormen van recreatie. Voor het overgrootte deel vinden deze plaats op het IJsselmeer bij Medemblik, Lemmer en voor de kust van de voormalige gemeente Nijefurd. Ook bij Makkum vinden wedstrijden plaats, zoals sloeproeien en het multiklasse evenement Makkum. De windturbines zijn niet voorzien in een gebied wat regulier in gebruik is voor wedstrijden, bijvoorbeeld het gebied dat voor het multiklasse evenement Makkum is aangegeven bevindt zich buiten het plangebied.

#### *Kitesurfen*

Kitesurfen in het IJsselmeer is toegestaan binnen een aantal speciaal daarvoor aangewezen gebieden. Aan de Friese kust zijn enkele van deze gebieden gelegen, namelijk nabij Makkum en bij het recreatiestrand bij Workum. Overige gebieden liggen op grotere afstanden (Hindeloopen, Mirnser Klif (niet op de kaart)). In figuur 9.4 zijn deze gebieden weergegeven. In

de gebieden wordt zowel door kitesurfers gevaren als door kitesurfscholen waarvan er zich diverse nabij de kitesurfgebieden bevinden. In tabel 9.3 zijn de afstanden van de buitenste rand van de kite-gebieden tot de dichtstbijzijnde windturbine opgenomen. Tevens is aangegeven in welke perioden van het jaar de gebieden zijn opengesteld voor kitesurfen. Deze openstelling wisselt in verband met andere vormen van waterrecreatie.

Kitesurfen in de Waddenzee is eveneens op een beperkt aantal locaties toegestaan. Het dichtstbijzijnde hiervoor aangewezen gebied is ten zuiden van Harlingen op een afstand van circa 16/17 kilometer van het windpark.

**Figuur 9.4 Gebieden waar kitesurfen is toegestaan**



Bron: Pondera Consult

**Tabel 9.4 Kitesurfgebieden**

Locatie	Open	Afstand dichtstbijzijnde turbine (in kilometer)
Kornwerderzand	1 mei tot 1 oktober	5,5
Makkum (Holle Poarte)	1 oktober tot 1 mei	4,0
Workum	Jaarrond	5,8
Hindeloopen	Jaarrond	7,0

#### *Windsurfen*

Windsurfen is in principe op het gehele IJsselmeer jaarrond, met uitzondering van de gesloten gebieden, toegestaan. In de praktijk vindt windsurfen plaats bij de locaties waar het IJsselmeer toegankelijk is, nabij de kustzone en niet ver op het open water. Windsurfen wordt met name beoefend bij de relatief ondiepe(re) delen van het IJsselmeer. Aan de westzijde van de vaargeul



nabij Makkum worden niet of nauwelijks windsurfers verwacht. Vergelijkbare afstanden tot de windturbines als voor kitesurfen zijn derhalve van toepassing. In figuur 9.4 is eveneens weergegeven welke kustgebieden gesloten zijn ('natuurmonumenten').

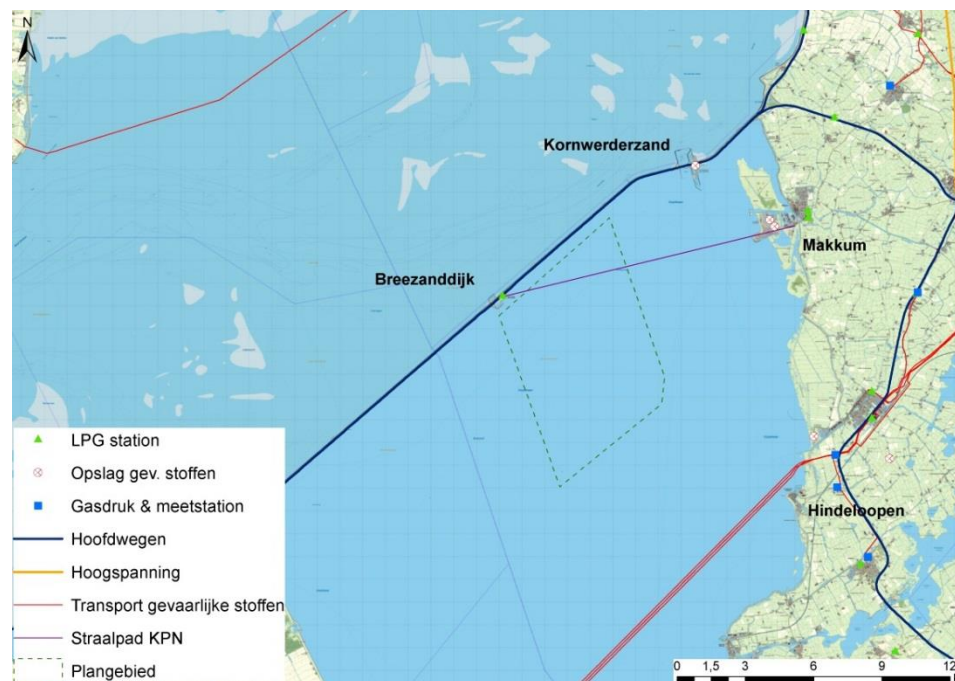
### Autonome ontwikkelingen

Voor wat betreft ruimtegebruik zijn geen relevante autonome ontwikkelingen in het gebied.

## 9.1.3 Straalpaden

Tussen Breezanddijk en Makkum loopt een onbeschermd, straalpad van KPN<sup>87</sup>. Dit straalpad start in Makkum op een hoogte van 29 meter en eindigt op 18 meter hoogte op Breezanddijk. De aanwezigheid van het straalpad betreft de huidige situatie.

Figuur 9.5 Huidige situatie straalpad



Bron: Pondera Consult

### Autonome ontwikkelingen

Voor wat betreft straalpaden zijn geen relevante autonome ontwikkelingen in het gebied.

## 9.2 Effectbeschrijving

### 9.2.1 Radar, laagvliegroute en schietgebied

#### *Luchtverkeersleiding (MASS) en militaire Radar*

Voor de vier alternatieven geldt dat de opstelling invloed heeft op de werking van de luchtverkeersleidingradar bij Leeuwarden. Boven de locatie van het windpark en in een gebied ter hoogte van Anna Paulowna/ (Noord Holland) kan de dekkingsgraad van 90% niet worden

<sup>87</sup> Informatie Agentschap Telecom, 2015



gehaald wanneer windturbines op de beoogde locatie worden gerealiseerd. Door TNO is berekend dat er zowel met als zonder de realisatie van Windpark Wieringermeer mitigatie nodig is. Rekening houdend met de additionele plaatsing van een radarpost op de Kooy is in beide gevallen voldoende voldaan aan de minimale dekingsgraad.

Het effect op de gevechtsleidingsradar is door Defensie acceptabel bevonden.

#### *Civiele systemen en burgerluchtvaart*

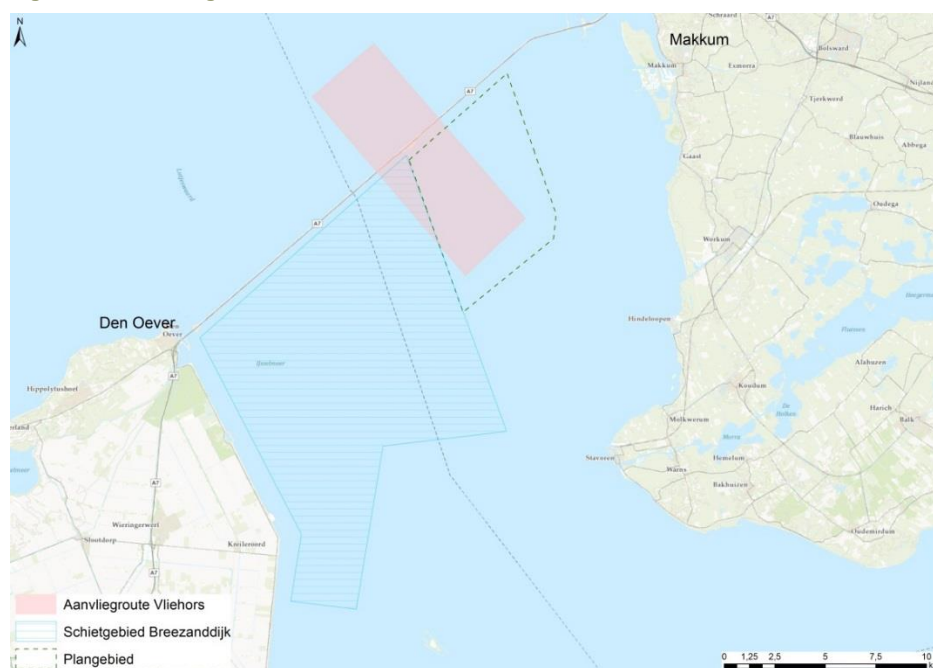
Door LVNL is op 11 juni 2013 aangegeven dat het plangebied van Windpark Fryslân niet binnen de invloedssfeer van de communicatie-, navigatie- en surveillance-apparatuur is gelegen. Windturbines op de locatie van Windpark Fryslân zullen geen effect hebben op de goede werking van de burgerluchtvaart systemen (luchtverkeersvaartleidingradar).

#### *Laagvliegroutes en schietgebied*

Alle alternatieven voldoen aan de bouwhoogtebeperking van 600 voet (182,88 meter) van de laagvliegroute 'Vliehors' van Defensie. Ook staan de opstellingen buiten het schietgebied van Defensie gepositioneerd en treedt geen wiekoverslag op over het gebied. Uit analyse van de posities van de windturbine blijkt dat het zicht vanaf Breezanddijk op vaarverkeer in het plangebied marginaal beperkt wordt.

Afhankelijk van de locatie van de munitievolgradar, is het denkbaar dat windturbines effect hebben op de nauwkeurigheid van deze radar. Naar verwachting is dit effect beperkt en indien het optreedt te mitigeren door tijdens schietoefeningen de dichtstbijzijnde windturbines stil te zetten op het moment van de uitvoering van de schietproef of door het plaatsen van radarscherm. Het effect van windturbines op de gebruiksmogelijkheden van het schietgebied is daarom niet relevant.

**Figuur 9.6 Militaire gebieden Defensie**



Bron: Pondera Consult

## 9.2.2 Scheepvaart en waterrecreatie

### Beroepsvaart

Zoals in paragraaf 9.1.2 naar voren kwam beweegt de beroepsvaart zich voornamelijk langs de vaarroute van en naar de Lorentzsluizen. Slechts zeer beperkt is beroepsvaart in het plangebied aanwezig. Voor die schepen die zich wel in het windpark begeven, geldt dat de turbines voldoende worden gemarkeerd om de veiligheid te garanderen. Op de turbinefundaties na is het IJsselmeer ter plaatse van het windpark ongewijzigd bevaarbaar en vormt geen beperking voor het gebruik van dit deel van het IJsselmeer. Met dit uitgangspunt als vertrekpunt geldt dat maximaal (bij alternatief 2) 0,05% van het IJsselmeer wordt ingenomen door de turbinefundaties (bij fundaties van 30 x 30 meter) en 0,014% voor wat betreft het werkeiland. Bij een integratie van het werkeiland met de vismigratierivier is deze locatie reeds niet meer toegankelijk vanwege de vismigratierivier. Indien het windpark ontoegankelijk wordt gemaakt voor de beroepsvaart (transport) betekent dit een objectieve afname van het beschikbaar oppervlak van maximaal 2%.

Tabel 9.5 Oppervlakten

Oppervlaktes	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Ruimtegebruik windpark in % van het gehele IJsselmeergebied (alle schepen)	1,3%	2,0%	1,4%	1,9%
Ruimtegebruik fundaties in % van het gehele IJsselmeergebied	0.0032%	0.05%	0.024%	0.0032%
Fundaties in % van het gehele fuikengebied (beroepsvisserij)	1,9%	2,6%	1,9%	2,6%
Werkeiland in % van het gehele IJsselmeergebied	0.014%	0.014%	0.014%	0.014%
Werkeiland in % van het gehele fuikengebied (beroepsvisserij)	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%

\* circa 1.800 km<sup>2</sup>

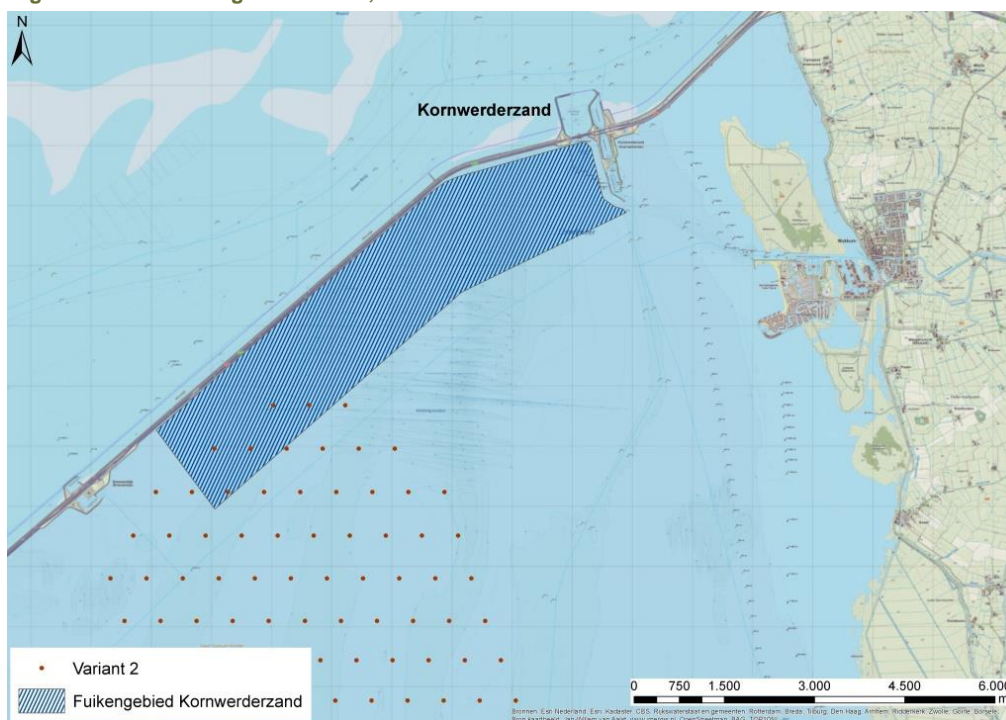
\* circa 13,8 km<sup>2</sup>

Ook voor de beroepsvisserij geldt dat het windpark, met uitzondering van de posities van de windturbines ongewijzigd bevaarbaar is. Daarnaast is een deel van het windpark gelegen in een gebied waar met fuiken wordt gevist. Voor dit gebied geldt dat maximaal 5 turbines in het fuikengebied zijn gelegen. Dit betekent dat 2,6% van het gebied bestemd voor fuiken niet kan worden benut voor fuiken. Indien het werkeiland wordt gecombineerd met de vismigratierivier geldt dat aanvullend sprake is van 1,8% van het gebied dat niet meer benut kan worden; bij een integratie van het werkeiland met de vismigratierivier is deze locatie reeds niet meer toegankelijk vanwege de vismigratierivier. Er is geen bezwaar tegen visserij binnen het windpark. Gezien de diepte van de kabels (minimaal 2 meter onder de waterbodem), leidt dit niet tot veiligheidsrisico's.

De optie om het werkeiland te realiseren voor de kust van Makkum heeft geen effect op de visserij maar is gelegen in een aangewezen gebied voor kitesurfers. Dit wordt in de winterperiode benut. De ondiepte heeft geen beperking voor kitesurfers aangezien 2 meter ondieper is dan in de huidige situatie maar dit is geen belemmering voor kitesurfen. De delen

die boven water uitsteken beperken echter het beschikbare gebied voor kitesurfen in beperkte mate. Vanwege de ecologische functie van de ondiepte zal een deel van de tijd ook dit gebied niet toegankelijk zijn voor kitesurfen. Door goede positionering kunnen de effecten op de beschikbare ruimte echter worden beperkt aangezien de randen van het gebied door de diepte slechts beperkt worden benut.

**Figuur 9.7 Gebruikersgebied fuiken, inclusief alternatief 2**



Bron: Pondera Consult

### *Recreatievaart*

Het windpark is naar verwachting toegankelijk voor de recreatievaart (motorboten en zeilboten, waaronder sportvisserij) wat betekent dat vaartuigen tussen de windturbines door mogen varen.

Doordat het windpark toegankelijk<sup>88</sup> is voor vaartuigen is de aantasting van de gebruiksruimte van de recreatievaart door de komst van een windpark verwaarloosbaar. Dit is zeker het geval in relatieve zin aangezien het gebied beperkt wordt gebruikt door de recreatievaart. De windturbines zijn goed zichtbaar door markeringen en goed zichtbaar op navigatieapparatuur (radar). Dit blijkt onder meer uit de ervaringen met de bestaande windturbines in het IJsselmeer (nabij Lelystad en nabij Medemblik). De windturbines worden op nautische kaarten opgenomen.

De afstanden tussen de turbines zijn dusdanig (minimaal circa 600 meter) dat navigeren tussen de windturbines nagenoeg ongehinderd plaats kan vinden, zowel voor gemotoriseerde vaartuigen als zeilboten die meer manoeuvreerruimte nodig hebben om bijvoorbeeld aan de wind

<sup>88</sup> Rijkswaterstaat heeft de mogelijkheid beperkingen te stellen aan de toegankelijkheid van het windpark, indien daar aanleiding voor is i.v.m. veiligheid. Op grond van de huidige beoordeling en ervaringen met de bestaande windturbines in het IJsselmeer is hier geen aanleiding voor.

te kunnen varen. In figuur 9.8 is gevisualiseerd op schaal hoe een gemiddelde boot ( $\pm 9$  meter lang en  $\pm 12$  meter hoog) zich verhoudt tot twee windturbines op deze minimale afstand van elkaar.

**Figuur 9.8** Zeilboot ten opzichte van turbines



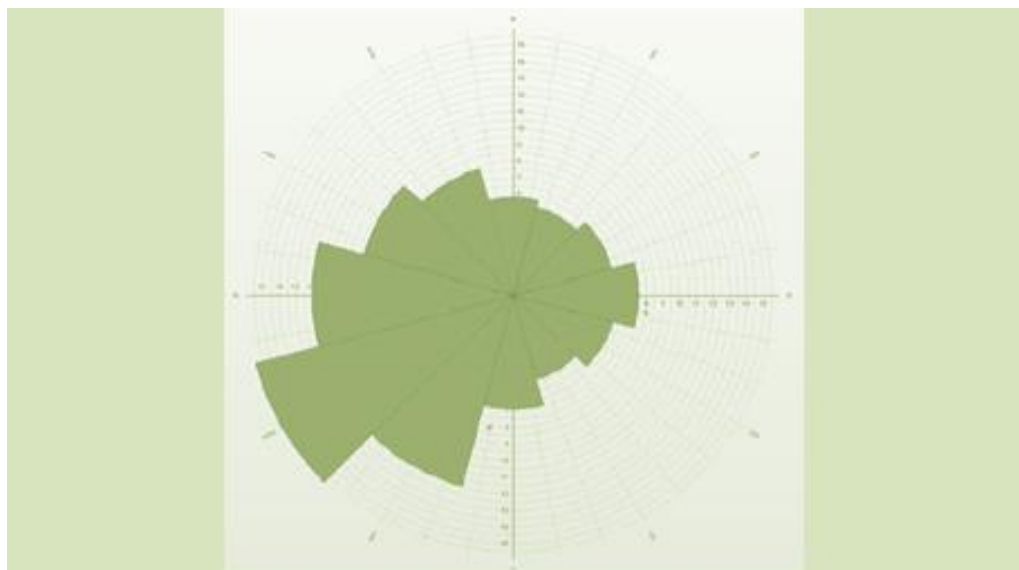
Bron: Pondera Consult

De windcondities in het windpark wijken niet af van de natuurlijke variabiliteit in het IJsselmeer. Het effect van de windturbines op de variabiliteit van de wind achter windturbines en achter het windpark wordt verderop in deze paragraaf uitgebreid behandeld.

Voor recreatievaartuigen die het niet prettig vinden om door het windpark te varen, is de ruimte om van of naar Makkum of het sluisencomplex bij Kornwerderzand te varen ruim voldoende voor het maken van koerscorrecties of voor het varen van een kruisrak (tegen de wind varen), zie ook hierna.

Voor een groot aantal windrichting kan een rechtstreekse koers worden gevaren in de richting van de Friese kust. Deze windrichtingen overheersen, zoals blijkt uit figuur 9.9 waarin de windroos is aangegeven met de winddistributie (percentage van de tijd dat de wind uit een bepaalde richting waait). Zoals aangegeven is de overheersende windrichtingen westzuidwest en komen noord- en oostenwind beperkt voor.

Figuur 9.9 Winddistributie



Bron: MERRA satelliet data, Siemens

#### *Zeilen bij ongunstige windrichtingen*

Zoals aangegeven kan voor het overgrote deel van de windrichtingen een rechtstreekse koers worden gevaren. Voor een aantal windrichtingen, leidt de introductie van het windpark ertoe dat bij het varen van een kruisrak (laveren tegen de wind in) rekening gehouden dient te worden met de ligging van het windpark, gesteld dat de zeiler het niet prettig vindt om door het windpark te varen.

De ruimte die beschikbaar is wordt bepaald door de windturbines aan de westzijde en de ondiepten voor de Friese kust aan de oostzijde. De ruimte die hiervoor minimaal beschikbaar is bedraagt zo'n 4 - 4,5 kilometer op het smalste deel. Dit is de smalste ruimte. Voor en na dit punt neemt de beschikbare ruimte weer snel toe. Ter referentie, de afstand tussen de Friese kust en de Noordoostpolder in de baai van Lemmer bedraagt 1.500 meter en de afstand tussen de rand van de Steile Bank en de Noordoostpolder, buiten de baai van Lemmer, circa 3 kilometer. In dit gebied varen veel zeilschepen.

Vanuit Hindeloopen is geen sprake van relevante beperkingen richting Den Oever aangezien het windpark niet op de lijn Hindelopen-Den Oever ligt en sprake is van ondiepten voor Den Oever waardoor de koers meer zuidelijk zal worden ingestoken.

Richting Makkum vanuit Hindeloopen is bij noord-westen- en noordenwind sprake van laveren om tegen de wind in te varen. Hiervoor is ruim voldoende ruimte beschikbaar (kleinste ruimte is 4,5 kilometer) tussen windpark en ondiepten aan de Friese kust, indien men het windpark wenst te vermijden.

Vanuit Makkum richting Den Oever is sprake van laveren bij windrichting west en zuidwest. Bij zuidwesten wind leidt het windpark tot de grootste belemmering varende in de richting van Den Oever, als de zeiler het windpark wenst te vermijden. In het eerste gedeelte van het kruisrak richting Den Oever zal een zuidelijke koers moeten worden gevaren in dat geval.

Wederom is sprake van voldoende ruimte tussen het windpark en ondiepten aan de Friese kust (4,5 kilometer).

Bij westenwind is ook sprake van kruisen maar kan het windpark eenvoudig worden vermeden door eerst een rechtstreekse zuidelijke koers te varen en vervolgens westelijk te kruisen richting Den Oever. Door de ondiepten nabij Den Oever is de verwachting dat veelal een dergelijke koers wordt gevaren om beneden de ondiepten bij Den Oever uit te komen.

In geval van noordoosten wind is het noodzakelijk te laveren van Den Oever naar Makkum. Nabij Den Oever bevinden zich diverse belemmeringen (ondiepten). Het is gebruikelijk deze ondiepten eerst vrij te varen door eerst een zuidelijke koers te volgen waarna vervolgens voldoende ruimte aanwezig is om richting Makkum te laveren.

In het noordelijk deel van het IJsselmeer zijn tevens de boeien Sport A en B aanwezig ten behoeve van navigeren bij wedstrijden (ronden van de boei) aangezien beperkt duidelijke referentiepunten aanwezig zijn in dit deel van het IJsselmeer. De boeien kunnen worden opgenomen in een wedstrijdroute. Sport A ligt ruim buiten het windpark. Sport B kan eventueel worden verhaald tot ten zuiden van het windpark op 200 - 300 meter van de dichtstbijzijnde windturbine om geen impact op een wedstrijd te hebben indien het onwenselijk is het windpark te doorkruisen. De boeien hebben verder geen formele nautische betekenis of functie.

Zeilschepen die net ten zuiden van de Afsluitdijk varen vanwege de condities in de Waddenzee, hoeven in principe niet te laveren aangezien dit met name relevant is bij een zuidenwind. Voor deze windrichting is er voldoende ruimte beschikbaar om niet door het windpark te hoeven varen. De ruimte tussen dijklichaam en windturbines (over een afstand van 4 - 4,5 kilometer) bedraagt voor de 4 MW klasse minimaal circa 670 meter en voor de 6 MW klasse minimaal circa 840 meter. Voor alternatief 1 worden vier windturbines gepasseerd, bij alternatief 2 drie windturbines en bij alternatief 3 en 4 gaat het om twee windturbines.

#### *Kitesurfers*

Kitesurfen is een sport waarbij een surfer op een klein surfboard wordt voorgetrokken door een vlieger (kite) waarbij het oppervlak van de vlieger afhankelijk is van het gewicht van de surfer en de windsnelheid. Kitesurfers surfen globaal haaks op de wind heen en weer. Kitesurfers surfen over het algemeen vanaf windsnelheden vanaf circa windkracht 4 Beaufort (Bft) (circa 15/16 knopen) tot windkracht 8/9 Bft. Windcondities met hoge windstoten zijn minder geschikt aangezien dit gevaarlijker is. De kite is bevestigd aan een aantal lijnen. De gemiddelde lengte hiervan is zo'n 20/25 meter maar kan oplopen tot circa 40 meter voor beperkte wind condities. Deze hoogte wordt door de kite ook bereikt tijdens bijvoorbeeld stops, sprongen of draaien.

Omdat het kitesurfers alleen binnen de aangewezen gebieden (zie figuur 9.4) is toegestaan om te kiten en dit op geruime afstand van het plangebied plaatsvindt, wordt de gebruiksruimte van kitesurfers door de komst van het beoogde windpark niet aangetast. Een effect van windturbines op de variabiliteit van de wind en daarmee op het beoefenen van 'kiten' in deze gebieden is niet aanwezig (zie verderop in deze paragraaf). De wind 'achter' het windpark heeft genoeg tijd om zich te stabiliseren. Mogelijk kan, afhankelijk van de windrichting een beperkte afname in kracht optreden.



Tabel 9.6 Kitesurfgebieden

Locatie	Open	Afstand dichtstbijzijnde turbine (in kilometer)
Kornwerderzand	1 mei tot 1 oktober	5,5
Makkum (Holle Poarte)	1 oktober tot 1 mei	4
Workum	Jaarrond	5,8
Hindeloopen	Jaarrond	7

#### Windsurfers

Voor surfers gelden geen speciaal aangewezen gebieden. Surfers mogen over het gehele IJsselmeer varen en mogen daardoor ook binnen het beoogde windpark komen, al maken windsurfers niet of minimaal gebruik van het open water en zijn deze hoofdzakelijk aanwezig bij de Friese kust. Theoretisch gesproken is surfen in het windpark goed mogelijk. De rotor draait op voldoende hoogte om het zeil van surfers niet te raken. Mastlengten zijn doorgaans niet hoger dan 5,5 meter. Het effect van windturbines op de wind binnenin het windpark en daarbuiten is verwaarloosbaar, zoals hierna ook toegelicht.

#### Beïnvloeding van de wind

Windturbines produceren elektriciteit uit de energie in de wind. Doordat energie uit de wind wordt onttrokken door middel van de draaiende rotorbladen ontstaat een effect op de wind achter de windturbine. De turbulentie achter de windturbine herstelt zich na een zekere afstand weer. Dit effect, ook wel 'wake' of 'zog-effect' genoemd, is onder meer de achtergrond van de tussenafstanden tussen de windturbines. Voldoende afstand wordt aangehouden om de verminderde wind en de optredende turbulentie te laten herstellen. Windturbines in het zog van een andere windturbine hebben een lagere opbrengst. De mate waarin is afhankelijk van de afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines, evenals de situering ten opzichte van de windrichtingverdeling. In het algemeen wordt om die reden een onderlinge afstand van minimaal 4 maal de rotordiameter aangehouden, in parkopstellingen veelal nog meer (minimaal 5D).

In de zienswijzen op de notitie reikwijdte en detailniveau is de vraag naar voren gekomen of het zog-effect ook van invloed kan zijn op de recreatievaart. Op het IJsselmeer vinden diverse vormen van recreatie plaats waarbij de wind wordt benut. Het plangebied en de omgeving van het plangebied wordt benut door zeilschepen van verschillende grootte en op enige afstand voor kitesurfen in daarvoor aangewezen gebieden en windsurfen. Mogelijke invloeden die relevant zijn in het kader van het MER betreffen:

- Het windaanbod (windkracht) ten behoeve van de gebruiksmogelijkheden voor windgedreven recreatie;
- De windvariabiliteit: de mate waarin de wind fluctueert in afwijking van de natuurlijke karakteristiek van de wind. Indien de wind onvoorspelbaar wordt kan dit een negatief effect op de veiligheid van de recreanten leiden.

Mogelijk heeft het effect van windturbines op de wind daarmee invloed op de mogelijkheden voor de recreatievaart (inclusief surfers en kitesurfers) om in of in de omgeving van het windpark te varen of surfen. Het Fraunhofer instituut IWES<sup>89</sup>, een van de grootste

<sup>89</sup> Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology



onderzoeksinstituten met expertise op het gebied van windstromen, effect op windstromen door windturbines en vice versa, heeft onderzocht of het windpark van invloed is op de recreatieve mogelijkheden op het IJsselmeer, nabij het windpark. Het onderzoek is opgenomen in bijlage D-17.

#### *Huidige situatie*

Om te onderzoeken in hoeverre de wind verandert en zeilboten en surfers daardoor worden beïnvloed, is het allereerst van belang om de karakteristieken van de natuurlijke wind boven het IJsselmeer te bepalen zodat dit kan worden vergeleken met de potentiële invloed die turbines veroorzaken. Het Fraunhofer instituut gebruikt onder meer literatuur over de zog-effecten die zijn bepaald bij offshore windparken. Hoewel het initiatief een locatie betreft in een binnenmeer, laat de wind boven het IJsselmeer vergelijkbare windkarakteristieken zien met offshore wind. Aangezien het windpark 'near shore' is, gelegen in een binnenmeer, zal de natuurlijke turbulentie groter zijn met een sterkere afname van de zog-effecten ten opzichte van offshore condities waardoor de beoordeling enigszins *worst case* is. Op basis van metingen bij het offshore windpark 'Horns Rev' is een indicatie van de turbulentie intensiteit van offshore wind weergegeven. De karakteristieken van offshore wind laat een turbulentie intensiteit zien tussen 0,06-0,09 op 62 meter hoogte tot 0,08-0,12 op circa 20 meter hoogte.

De fluctuatie (verandering) van de wind (snelheid) is van belang om te bepalen of boten en surfers beïnvloed kunnen worden door de komst van het windpark. Dit betreft het optreden van windstoten (rukwinden) of lufjes. Metingen op een onderzoeksstation op de Noordzee<sup>90</sup> geven een fluctuatie in de natuurlijke wind van maximaal 7,5 m/s binnen een beperkte tijdsspanne. Een tijdspanne tot circa 3 seconden is gehanteerd aangezien een verandering in een grotere tijdspanne een bestuurder voldoende tijd geeft te reageren op de verandering in de wind. Onderzocht is of de komst van het windpark zorgt voor grotere fluctuaties in de wind ten opzichte van de huidige situatie door de natuurlijke windkarakteristiek op het IJsselmeer. De mate waarin de fluctuaties optreden en de afstand tot waarop deze merkbaar zijn, is bepalend voor de invloed van een windpark op de recreatieve mogelijkheden op het IJsselmeer.

#### **Kader 9.2 Citaat Fraunhofer instituut (engelstalig)**

*'Comparing to fluctuations in the natural wind, the deficit of the average wind in the wake is smaller than natural fluctuation that can be measured. Also the increase in wind speed by the tip vortex, with a small dimension, will be in the range of naturally appearing fluctuations.'*

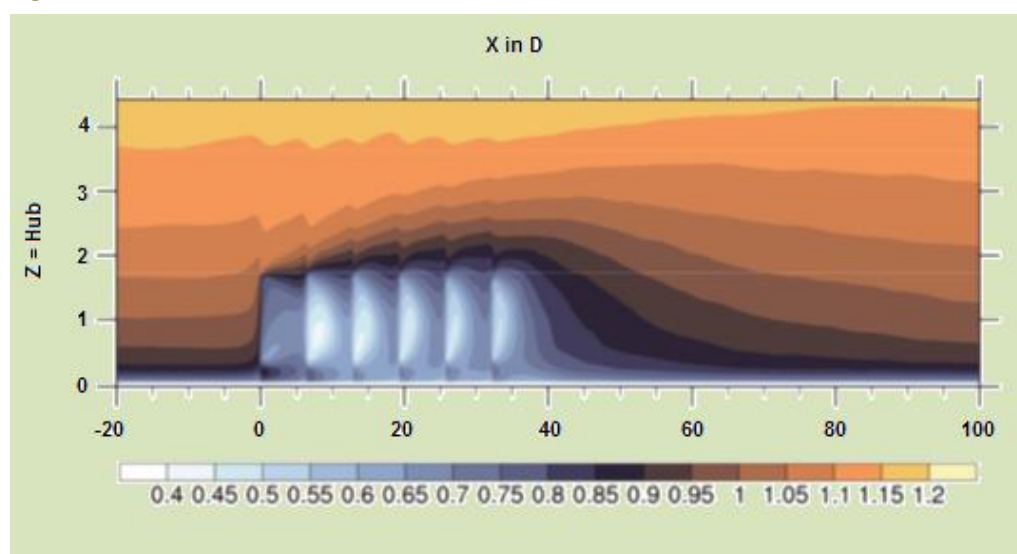
#### *Toekomstige situatie*

Het onderzoek van Fraunhofer laat zien dat de wind achter een windpark verandert ten opzichte van de natuurlijke wind. Het is mogelijk dat schepen met grote masten het direct zog 'raken' met de top van de mast als zij zich dicht achter de turbines bevinden. Dit levert echter geen andere situatie op dan bij de natuurlijke wind. De onverwachte fluctuaties in de wind achter de turbines, die van invloed kunnen zijn op het varen, verschijnen evengoed in de natuurlijke wind (statistisch om de 3 dagen) en met ongeveer dezelfde snelheden als bij een windpark. Dit geldt ook voor schepen met grotere masten dicht achter de turbines, ondanks dat het zog bij de tip de

<sup>90</sup> Het FINO 1 onderzoeksplatform dient als een basis voor een uitgebreid technisch en biologisch meetprogramma op de Noordzee.

grootste variatie kent (vortex achter de tip). Grofweg hebben boten op een afstand van 4 kilometer achter het park te maken met fluctuaties tot 6 m/s. Surfers en kite surfers op een afstand van 5 - 7 kilometer hebben te maken met fluctuaties in de orde grootte tot 3 m/s. Beide vallen binnen de fluctuaties in de natuurlijke wind boven het IJsselmeer, namelijk tot 7,5 m/s binnen een tijdsframe van 3 seconden. De invloed van het windpark op de windcondities leidt derhalve niet tot grotere of meer onvoorspelbare verandering in de wind. Daardoor worden zeilboten en (kite) surfers die al in de huidige situatie met de natuurlijke fluctuatie in de wind te maken hebben, niet negatief beïnvloed in hun mogelijkheid om te varen. Eveneens kan daarmee uitgesloten worden dat een negatief effect op de veiligheid ontstaat. De conclusies gelden voor alle vier varianten.

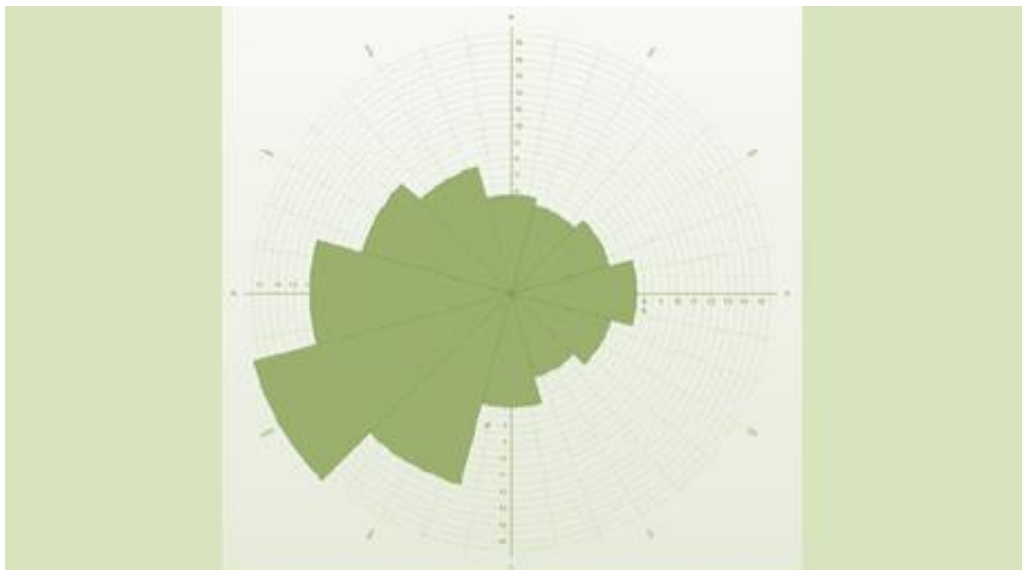
**Figuur 9.10 Simulatie turbulentie achter turbines**



Bron: Fraunhofer IWES

Het onderzoek laat tevens zien dat de surf gebieden bij de kust mogelijk te maken kunnen krijgen met een lichte afname van de windsnelheid. Maximaal tot circa 10% bij bepaalde windsnelheden en windrichtingen. Als dit voorkomt op een niveau waarop dit merkbaar is, dan is de mate waarin dit het kiten beïnvloedt sterk afhankelijk van de windrichting. Immers de wind die niet of nauwelijks in aanraking komt met de turbines wordt niet vertraagd. Hierna is weergegeven met welke frequentie de wind uit verschillende richtingen waait.

**Figuur 9.11** Winddistributie onderzoeksgebied



Bron: MERRA satelliet data, Siemens

De overheersende windrichting is voor het grootste deel van de tijd WZW. Slechts een beperkt aantal turbines is voor die richting van invloed op de betreffende gebieden. Bij westenwind is het windpark ´in de wind´ van deze gebieden gelegen. Gezien de beperkte invloed, bij een deel van de windsnelheden, is de impact op de gebruiksmogelijkheden van het gebied (door het aanbod van wind) verwaarloosbaar.

Het onderzoek concludeert dat de recreatievaart nauwelijks tot niet wordt beïnvloed door de veranderingen in de wind achter de turbines en dat geen negatief effect wordt verwacht op de veiligheid ten gevolge van de impact van de windturbines op de windcondities. Ondanks dat de windturbines geen effect hebben op de wind voor zeilers en surfers, kan de beleving van het gebied voor sommigen wel veranderen door de komst van een windpark.

### **Mitigatie**

Om het varen in het windpark te accommoderen is het zinvol om de turbines te markeren ten behoeve van de oriëntatie voor schepen in het windpark bij verminderd zicht. Dit kan op de windturbines en eventueel ook via nautische kaarten en / of digitale middelen die tegenwoordig beschikbaar zijn.

### **9.2.3 Straalpaden**

Voor alle alternatieven geldt dat het straalpad onder de rotor ligt en de rotor derhalve niet door het hart van het straalpad draait. Daarnaast geldt dat er geen turbinemasten in het straalpad zijn gepositioneerd. In de volgende tabel is de afstand van de dichtstbijzijnde turbine tot de hartlijn van het straalpad opgenomen.

Tabel 9.7 Beoordeling recreatie, werkgelegenheid en beroepsvisserij

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Afstand tot hartlijn	20 m	68 m	77 m	74 m

Ook voor de scenario's die als optimalisatie voor landschap en energie zijn opgesteld is dit het geval (afstand tot hartlijn 30 meter of meer). Op basis van bovenstaande zijn effecten op het straalpad als gevolg van het windpark niet te verwachten. Mochten effecten optreden, is dit te mitigeren door een steunzender op de mast te plaatsen of de zender beperkt te verlagen.

## 9.3 Afweging

### 9.3.1 Radar, laagvliegroute en schietgebied

Uit voorgaande komen de volgende scores naar voren.

Tabel 9.8 Beoordeling Radar, laagvliegroute en schietgebied

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
MASS-radar (Luchtverkeersleiding)	-	-	-	-
Militaire radar (gevechtsleidingsystemen)	0	0	0	0
Civiele systemen en burgerluchtvaart	0	0	0	0
Laagvliegroute Vliehors	0	0	0	0
Schietgebied Breezanddijk	-	-	-	-

#### Beoordeling effecten inclusief radar

De komst van het windpark heeft tot gevolg dat de dekking van de luchtverkeersleidingsradar onder de 90% komt. Dit geldt voor zowel de situatie met als zonder de realisatie van Windpark Wieringermeer. Het Rijk heeft aangegeven een extra radar te plaatsen om daarmee de ontwikkeling van wind op land mogelijk te maken. Door TNO is doorgerekend wat een dergelijke extra radar voor effect heeft op de dekking als zowel windpark Wieringermeer en Windpark Fryslân worden gerealiseerd en concludeert dat het plaatsen van een extra radar een effectieve maatregel is om voldoende dekking te waarborgen. Met een dergelijke maatregel komt de effectscore voor alle alternatieven op een neutrale score.

### 9.3.2 Scheepvaart & waterrecreatie

#### Beoordeling effecten

Beschreven en beoordeeld zijn de effecten door ruimtegebruik van het windpark op de scheepvaart en de waterrecreatie. Daarbij is ingegaan op de gevolgen voor het ruimtegebruik. Dit is vertaald door in beeld te brengen of er beschikbare ruimte verloren gaat.

Uit de effectbeschrijving blijkt dat het verlies aan oppervlakte beperkt is tot de turbinefundaties en het werkeiland, ervan uitgaande dat het windpark toegankelijk is voor de scheepvaart. Indien het windpark wordt afgesloten, betreft het ruimteverlies, objectief, de oppervlakte van het windpark. Buiten de fundaties en het werkeiland blijft het IJsselmeer gelijk bevaarbaar en vormt

het geen beperking voor scheepvaart. Voor het waarborgen van de veiligheid worden de windturbines goed gemarkeerd.

Kwalitatief is beschreven dat de beschikbare ruimte om eventueel het windpark te vermijden voldoende is en ook in dat geval geen relevant effect op de beschikbare ruimte heeft ten opzichte van de huidige situatie. Daarbij speelt mee dat het gebied in zijn algemeenheid zeer beperkt wordt benut door zowel beroeps- als recreatievaart en in principe niet tot zeer minimaal overige watersportactiviteiten plaatsvinden. Voor de beoordeling is een licht negatieve score (-) opgenomen omdat recreanten die het windpark liever willen mijden of die door het windpark varen rekening met het windpark dienen te houden terwijl dit in de huidige situatie niet het geval is. Het effect is tussen de alternatieven niet onderscheidend. Het aantal windturbines per alternatief is verschillend evenals de oppervlakte van het windpark echter de onderlinge afstanden tussen de windturbines bij alle alternatieven zijn minimaal 600 meter of meer en derhalve niet onderscheidend. Op het niveau van het IJsselmeer zijn de betreffende oppervlaktes vergelijkbaar klein.

Tabel 9.9 Beoordeling gebruiksmogelijkheden

Invloed gebruiksmogelijkheden	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Beroepsvaart	0	0	0	0
Recreatievaart	-	-	-	-
Kitesurfen	0	0	0	0
Windsurfen	0	0	0	0

Voor het aspect ruimtegebruik kan worden gesteld dat er geen onderscheidende effecten optreden tussen de verschillende alternatieven. Voor het aspect radar geldt dat er een effect optreedt, maar deze voor alle alternatieven dezelfde is. Ook het effect op het ruimtegebruik voor de scheepvaart en recreanten in het gebied is niet onderscheidend en voor alle alternatieven beperkt.

### 9.3.3 Straalpaden

Uit voorgaande komen de volgende scores naar voren.

Tabel 9.10 Beoordeling straalpaden

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Effect op straalpad	0	0	0	0

Uit de scores is af te leiden dat er geen onderscheidende effecten tussen de verschillende alternatieven optreden.

### 9.3.4 Optimalisatie

#### *Radar, laagvliegroute en schietgebied*

Voor wat betreft het effect op de radar van Defensie kan worden opgemerkt dat de scenario's slechts beperkt afwijken van de oorspronkelijke opstellingen, waardoor het effect op de radar van Defensie vergelijkbaar is.

De maximale hoogte van de turbines onder de laagvliegroute van Defensie blijft ongewijzigd. Voor de drie scenario's geldt dat deze geen effect hebben op het gebruik van de laagvliegroute.

Ook voor de turbines van de drie scenario's geldt dat deze geen wiekoverslag over het schietgebied van defensie hebben en dat eventuele effecten op de nauwkeurigheid van de munitievolgrader vergelijkbaar zijn met de effecten van alternatief 1 tot en met 4.

#### *Scheepvaart en waterrecreatie*

Het effect op de gebruiksruimte van de scheepvaart en de waterrecreatie is beperkt en valt binnen de bandbreedte van de vier oorspronkelijke varianten. De oppervlakte van de opstellingen zijn kleiner geworden evenals, voor scenario A en B het aantal windturbines, en de minimale onderlinge afstand tussen turbines is gelijk gebleven, waardoor er buiten het windpark (enigszins) meer ruimte ontstaat voor scheepvaartverkeer en waterrecreatie en er binnen in het park gelijke ruimte bestaat voor de recreatievaart.

Voor wat betreft de kustrecreatie geldt dat er geen verschil is in effecten ten opzichte van oorspronkelijk vier alternatieven.





## 10 ECONOMISCHE EFFECTEN

### 10.1 Beoordelingskader

In hoofdstuk 9 is het effect van het windpark op het huidige ruimtegebruik beschreven en beoordeeld. Dit hoofdstuk 10 gaat in op de economische effecten van de realisatie en aanwezigheid van het windpark in het IJsselmeer. Het hoofdstuk heeft een relatie met hoofdstuk 9, met name voor wat betreft het ruimtegebruik van recreanten. In dit hoofdstuk wordt onderscheid gemaakt in economische effecten voor recreatie en toerisme, de invloed op werkgelegenheid die voortkomt uit het windpark en de invloed op de lokale beroepsvisserij. Allereerst is inzicht gegeven in het beleid rond recreatie en toerisme op nationaal en provinciaal niveau.

#### 10.1.1 Beleid toerisme en recreatie

##### Nationaal beleid

Het nationale beleid ten aanzien van recreatie en toerisme is gericht op het versterken en stimuleren van deze economische sector. De speerpunten die het Rijk daarbij hanteert volgen uit de Beleidsbrief recreatie en toerisme (2011):

- Meer ruimte voor ondernemers door het verminderen van regeldruk;
- Gerichte Holland promotie (bezuiniging Rijksbijdrage);
- Meer ruimte op decentraal niveau voor toeristisch-recreatieve gebiedsontwikkeling.

In principe schept het Rijk hiermee de voorwaarden voor de ontwikkeling van de sector, door de sector zelf en de regionale overheden. Er wordt ingezet op decentralisatie van beleid voor natuur, toeristisch-recreatieve gebiedsontwikkeling en regionale economie. Deze decentralisatie ondersteunt het Rijk door het samengaan van natuur- en recreatiebeleid. De natuurwetgeving moet goede bescherming bieden aan natuurdoelen, maar tegelijkertijd ook voldoende ruimte bieden aan recreatieondernemers.

##### Provinciaal beleid recreatie en toerisme

Het meest recente beleid van de provincie Fryslân ten aanzien van recreatie en toerisme is vastgelegd in de Notitie Fryslân, toeristische topattractie in Nederland uit 2011 (notitie ter actualisering van de Beleidsnota Recreatie en Toerisme 2002-2010). Daarin is de ambitie neergelegd om van Friesland een topattractie te maken wat zich vertaalt in een groei in het aantal toeristen, handhaven van het bestedingsniveau en het werkgelegenheidsaandeel en het verhogen van de kwaliteit van recreatieve voorzieningen. Daartoe richt de provincie zich met name op het vergroten van het aantal toeristen van buiten Nederland.

Om invulling te geven aan dit beleid richt de provincie zich op drie kernkwaliteiten:

- Het Friese waddengebied;
- De watersportmogelijkheden in Friesland, Friese meren inclusief IJsselmeer, Waddenzee en toervaartnetwerk (de vaarten en kanalen buiten de Friese meren);
- De Friese elf steden.

Deze lijn is ingezet in 2007 met de notitie 'Fryslân, toeristische topattractie'.

In het uitvoeringsprogramma voor 2011-2013 behorende bij het beleid wordt geconstateerd dat de groei in de toeristen van buiten Nederland achter blijft en dat een accentverschuiving wenselijk is. De focus op de drie kernkwaliteiten. Aanvullend wordt ingezet op onder meer:

- Duurzaam toerisme; daarbij wordt expliciet aan elektrisch varen gedacht en het faciliteren hiervan;
- Verbreding naar landrecreatie.

Specifiek voor de Friese IJsselmeer- en Waddenkust wordt daarbij ingezet op het vergroten van de toegankelijkheid en aantrekkings van vaarpassanten uit die zone voor een bezoek aan Fryslân. Ook de aanwezigheid van een aantrekkelijke alternatieve vaarroute “binnendoor” (niet over het IJsselmeer maar over de vaarten, tochten en binnenmeren van Friesland), is hierbij van belang als slechtweervoorziening voor deze doelgroep (zeegaande) zeiljachten.

In 2013 is het uitvoeringsprogramma Recreatie en Toerisme 2014 – 2017 vastgesteld waarin wordt ingezet op vier kernthema's:

- Internationalisering; het aantrekkelijk maken van Friesland voor buitenlandse bezoekers;
- Recreatieve basisinfrastructuur; het op orde brengen van de basisinfrastructuur, zoals goede fietspaden en vaarwegen;
- Duurzaamheid en kwaliteitsverbetering; de investeringsbereidheid een impuls geven;
- Innovatie; ruimte bieden voor nieuwe economische verdienmodellen.

In het kader van de kwaliteitsverbetering wordt de nadruk gelegd op:

- In 2030 functioneert de recreatieve sector in Fryslân volledig energieneutraal;
- Eind 2015 zijn minstens 50 forse kwaliteitsverbeteringen gerealiseerd in de recreatief-toeristische verblijfssector;
- In 2015 kunnen de duurzame effecten van recreatie en toerisme goed worden gemonitord dankzij de duurzame groei index Noord Nederland.

### 10.1.2 Recreatie en toerisme

Mogelijke effecten van windturbines op recreatie en toerisme vanuit het perspectief van de economische sector worden kwalitatief beoordeeld op basis van een literatuurstudie van relevante onderzoeken naar de relatie tussen windenergie en toerisme. Het onderzoek is erop gericht te bepalen of mogelijke beïnvloeding van de economische situatie is te verwachten. Daarbij is specifiek aandacht besteed aan praktijkervaringen met reeds gerealiseerde windparken om zoveel mogelijk inzicht in feitelijk opgetreden effecten te leren kennen in tegenstelling tot veronderstelde effecten op basis van onderzoek voorafgaand aan de realisatie van een windpark. Tevens is in het onderzoek nagegaan welke ervaringen er zijn met potentiële positieve impulsen voor toerisme en recreatie en de voorwaarden hiervoor.

Veel onderzoek is beperkt tot onderzoek naar bezoekersintenties gebaseerd op situaties waarin nog geen windturbines zijn gerealiseerd. Deze studies leveren geen informatie op over de effecten zoals deze daadwerkelijk zijn opgetreden in de praktijk. Dit laatste is in veel situaties eveneens niet mogelijk, aangezien op veel van deze onderzoek locaties nog geen windturbines zijn gerealiseerd. Om deze reden is in deze literatuurstudie specifiek aandacht besteed aan praktijkervaringen met reeds gerealiseerde windparken.

De mogelijke effecten van het voornemen op de kwaliteit van het studiegebied voor de waterrecreatie zijn behandeld in hoofdstuk 9.

### 10.1.3 Werkgelegenheid

Een beoordeling vindt plaats van de potentiële effecten op werkgelegenheid. Daarbij wordt ingegaan op de directe werkgelegenheid volgend uit het windpark. Potentiële negatieve effecten op andere sectoren zijn onderdeel van de andere onderdelen van het aspect economische effecten.

### 10.1.4 Beroepsvisserij

In het IJsselmeer worden diverse vormen van visserij bedreven. Dit betreft globaal gezien het vissen met netten vanuit vissersschepen of het plaatsen van vaste netten. Er wordt kwalitatief beschreven of de mogelijkheden voor de visserij worden beïnvloed.

Tabel 10.1 Beoordelingscriteria Economische effecten

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Invloed op recreatie en toerisme	Kwalitatief
Invloed op werkgelegenheid	Kwalitatief
Invloed op beroepsvisserij	Kwalitatief

## 10.2 Referentiesituatie

### 10.2.1 Recreatie en toerisme

Op grond van periodiek onderzoek naar de ontwikkeling van de watersport in het IJsselmeergebied is de trend die voor dit deel van de recreatie en toerisme wordt waargenomen beschreven. Deze informatie is beschikbaar op het niveau van het IJsselmeergebied en/of de provincie Friesland en/of specifiek de Friese IJsselmeerkust (globaal van Makkum tot aan Lemmer). Daarbij is gebruikt van de periodiek uitgevoerde monitor naar waterrecreatie in het IJsselmeergebied. Het betreft de monitor uitgevoerd door Waterrecreatieadvies in opdracht van veelal de IJsselmeer provincies en soms Rijkswaterstaat. De data in de monitor begint in 1994. De specifieke rapportage voor de provincie Fryslân is benut. Het onderzoek heeft betrekking op het gehele IJsselmeergebied. Tevens is gebruik gemaakt van resultaten van het CBS, de toerisme monitor 2012 van de provincie Fryslân, gegevens uit het Compendium voor de Leefomgeving en een onderzoek in opdracht van HISWA (nationaal waterrecreatie onderzoek 2013, op basis van de presentatie op Hiswa.nl).

De monitor van Waterrecreatieadvies heeft met name betrekking op zeil- en motorboten en niet zozeer op activiteiten als (kite)surfen, vissen, duiken of zwemmen. Uit de monitor blijkt dat er al een aantal jaren een dalende trend is. Dit blijkt bijvoorbeeld uit het afnemend aantal passanten (10 jaar dalend), het aantal bootovernachtingen en het aantal sluispassages. Enerzijds verdwijnen boten uit het IJsselmeer naar het buitenland en blijven Duitse watersporttoeristen meer in eigen land. Anderzijds verandert het vaargedrag. Varen zelf als 'sport' neemt als belang af terwijl verblijf op leuke locaties belangrijker wordt. Dit blijkt onder meer uit een toegenomen verblijftijd per boot. In de monitor is aangegeven dat de crisis van invloed is op de resultaten over de periode 2010-2012.

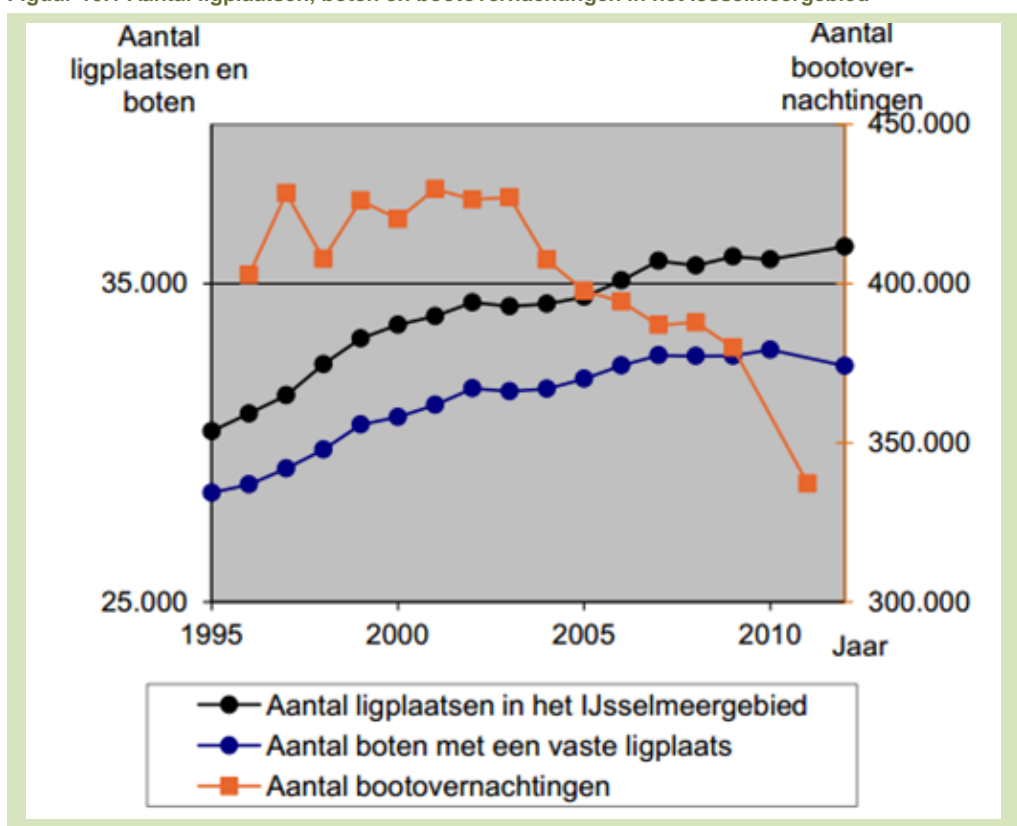
Voor de Friese kust specifiek geldt dat deze een belangrijk aandeel van alle passanten en bootovernachtingen in het IJsselmeer- en randmerengebied trekt: ongeveer een kwart. Het aantal is dalende. Opgemerkt wordt in de monitor dat dit naar verwachting te maken heeft met de weerscondities en de afname in varen. De gemiddelde verblijftijd aan de Friese IJsselmeerkust is beperkt. Deels komt dit doordat een deel van de passanten de Friese IJsselmeerkust als tussenstop benut richting de Wadden (via de sluis bij Kornwerderzand) of het Friese Merengebied (meeste havens aan het IJsselmeer). Als gevolg hiervan is de gemiddeld verblijftijd ook lager. Zie ook figuur 10.1 (overgenomen uit Waterrecreatieadvies, 2012).

Tabel 10.2 Bootovernachtingen en verblijftijd

	Totaal IJsselmeergebied			Aandeel provincie Fryslân		
	Aantal in 2011	Verschil 2011-2009		Aantal in 2011	Verschil 2011-2009	
		Aantal	In %		Aantal	In %
Aantal bootovernachtingen	337.177	-42.760	-11,3%	88.443	-14.063	-13,7%
Gemiddelde verblijftijd	1,36	0,04	3%	1,26	-0,04	-2,9%

Bron: Waterrecreatieadvies, 2012.

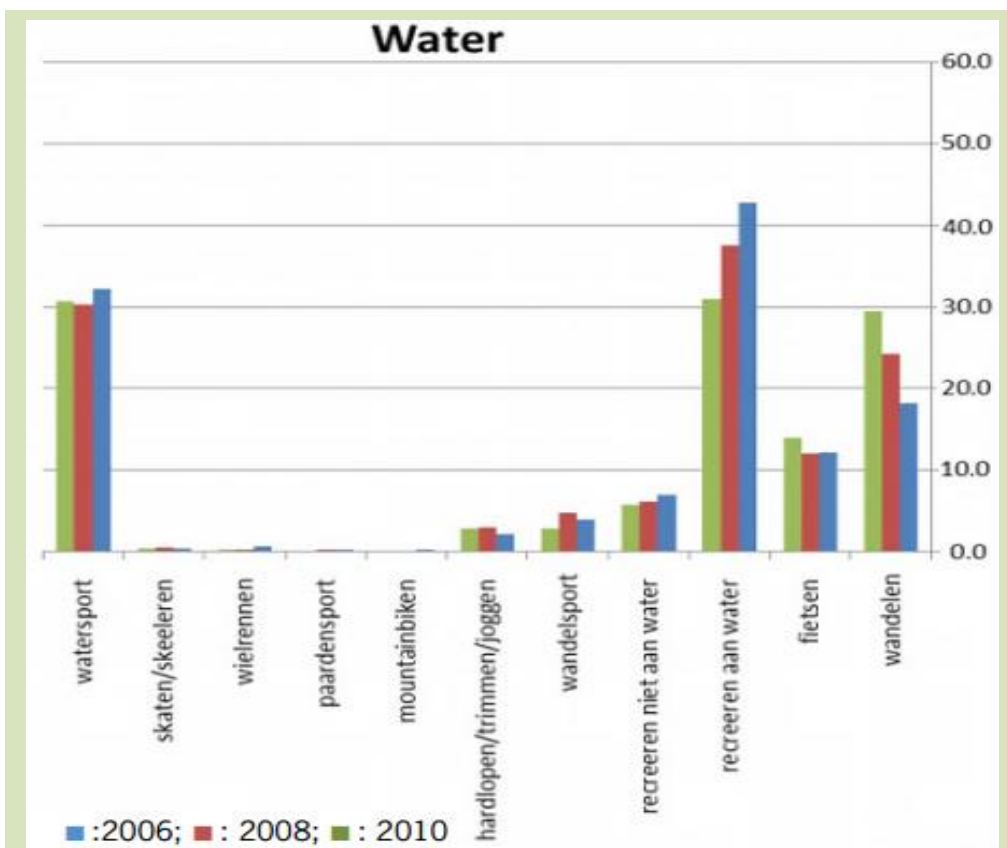
Figuur 10.1 Aantal ligplaatsen, boten en bootovernachtingen in het IJsselmeergebied



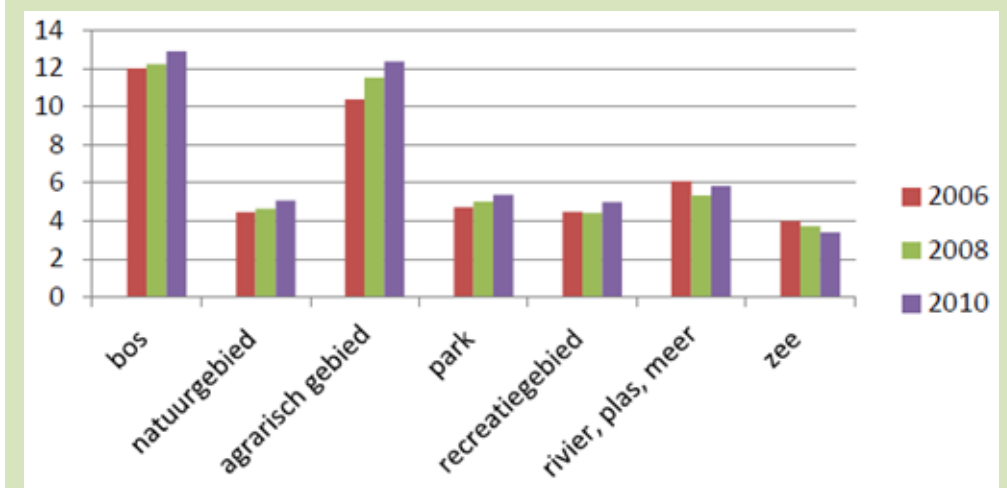
Bron: Waterrecreatieadvies, 2012.

De constatering over ontwikkelingen in de watersport sluit aan bij de trend die blijkt uit het Continu vrijetijdsonderzoek van NBTS NIPO Research. De participatie aan vrijetijdsactiviteiten laat een daling zien voor de activiteit watersport als vrije tijdsbesteding. In figuur 10.2 is het bezoek aan blauwgroene gebieden (water- en natuurlijke gebieden) weergegeven waaruit blijkt dat er een kleine neergaande trend is voor water (rivier, plas, meer, zee) en een groei bij bos en agrarisch gebied. Uit het bijbehorende onderzoek komt ook naar voren dat de activiteiten aan het water (recreatie aan het water) afnemen en activiteiten op het water enigszins gelijk blijven terwijl wandelen en fietsen bij water toeneemt. Specifiek voor Friesland geldt dat het aantal vakanties (circa -17%) en het aantal overnachtingen (circa -18%) over de periode 2002-2012 licht is gedaald maar dit fluctueert wel over de jaren. Het aantal overnachtingen van buitenlandse toeristen in Friesland is relatief stabiel in de periode 2008-2012 (wisselt jaarlijks).

Figuur 10.2 Bezoek blauwgroenen gebieden en activiteit omgevingstype 'water'



Percentage respondenten per activiteit voor de omgeving 'water' (rivier, plas, meer). Bron: WUR, 2012.



Percentage respondenten dat een omgeving heeft bezocht bij het uitoefenen van vrijetijdsactiviteiten.

Bron: WUR, 2012

De bestedingen in de toeristische sector in heel Friesland bedraagt circa EUR 1 miljard door dagrecreanten (EUR 485 miljoen) en verblijfsrecreanten (EUR 544 miljoen) (ETFI, 2013). Hierin is de omzet van bijvoorbeeld de jachtbouw niet meegenomen. Delta Lloyd stelt voor de gehele watersportsector een omzet van EUR 2,6 miljard vast voor 2010 waarvan EUR 1,4 miljard export. De sector recreatie en toerisme heeft een aandeel van 6,6% in de totale werkgelegenheid voor Friesland waarbij de horeca de grootste sub sector is (54%). Uit de analyse van de werkgelegenheidsontwikkeling door ETFI over de watersportsector in Friesland blijkt dat deze sinds 2008 is gedaald met 12,0%.

In het onderzoek van ETFI/Stenden University (2015) naar de toeristische recreatieve potentie van de Afsluitdijk komt naar voren dat de Afsluitdijk 273.000-337.000 bezoekers per jaar heeft. Het grootste deel (223.000-275.000) betreft bezoekers van het Monument, het overige deel bezoekt Kornwerderzand. Het grootste deel van de bezoekers betreft bezoekers die een stop maken op doorreis en stopt om van het landschap te genieten. Voor deze bezoekers geldt dat de duur van de stop maximaal een half uur is. Een deel (circa 25%) van de ondervraagden voor de studie komt echter ook speciaal voor de Afsluitdijk.

#### *Kustrecreatie*

Kustrecreatie in de vorm van recreëren aan het water (strandjes) en zwemmen is op een beperkt aantal locaties langs de Friese kust mogelijk. Dit is beperkt door enerzijds de toegankelijkheid als gevolg van de IJsselmeerdijken en anderzijds doordat diverse gebieden vanwege de status als voormalig natuurmonument niet toegankelijk zijn. In de volgende tabel is aangegeven waar de locaties zijn gelegen, welke lengte dit in principe betreft en wat de afstand tot het windpark is.

**Tabel 10.3 IJsselmeerstrandjes**

Locatie	Lengte (meter)	Afstand windpark (kilometer)
Makkum (Holle Poarte)	850	6,4
Makkum (kop landtong)	125	5,8
Workum	680	6,8
Hindeloopen	790	7,7
Hindeloopen camping	220 + 50+ 25	8,6
Molkwerum	80	10
Sloten (nabijheid van)	220	9,6

#### *Camping, bungalows en hotels*

Aan de Friese kust zijn verschillende recreatiewoningen, hotels en campings gelegen. Het grootste deel van deze accommodaties is aan de kust van Makkum te vinden. Daarnaast is aan de IJsselmeerkust bij Workum en Hindeloopen een aantal campings gelegen en is er een terrein voor (vaste) stacaravans op Breezanddijk.

#### **Autonome ontwikkelingen**

Voor wat betreft economische effecten zijn geen relevante autonome ontwikkelingen in het gebied.



## 10.2.2 Beroepsvisserij

De omvang van de beroepsvisserij in het IJsselmeergebied daalt langzaam. Het sterk dalende visbestand heeft ertoe geleid dat diverse saneringsronden zijn geweest. Voor een aantal soorten, met name spiering, wordt jaarlijks bekeken of de visserij op deze soort wordt opengesteld. De laatste jaren is dit veelal niet mogelijk gebleken vanwege de stand van de betreffende populatie.

Recent is het advies 'Vangstadvis schubvis' (2013) verschenen waaruit voor diverse soorten schubvis blijkt dat de stand van deze soorten dermate slecht is dat aanvullende maatregelen om de omvang/intensiteit van de visserij verder te reduceren zijn genomen waardoor tijdelijk op bepaalde soorten niet meer gevist mag worden.

### Autonome ontwikkelingen

Voor wat betreft economische effecten zijn geen relevante autonome ontwikkelingen in het gebied.

## 10.3 Effectbeschrijving

### 10.3.1 Recreatie en toerisme

Op het IJsselmeer vinden diverse vormen van waterrecreatie plaats en aan de Friese kust zijn verschillende recreatieve gelegenheden die jaarlijks door toeristen worden bezocht zoals campings, vakantiebungalows en hotels. De toeristische sector is een belangrijke sector in het gebied. Er zijn verschillende toeristische sectoren die mogelijk te maken hebben met het windpark. In hoofdstuk 9 is dit reeds beschreven. De effecten op de gebruiksmogelijkheden ten gevolge van de realisatie van een windpark voor deze sector is eveneens in hoofdstuk 9 beschreven. Hieruit komt naar voren dat er een minimaal effect is op de gebruiksmogelijkheden.

De realisatie van een windpark leidt echter ook tot een verandering van het landschap. Zoals in hoofdstuk 4 beschreven heeft het windpark een impact op het huidige landschap. In onderzoeken naar de motieven om te recreëren in en op het IJsselmeer zijn de open- en weidsheid van het landschap veelgenoemde kwaliteiten die worden gewaardeerd. De impact als gevolg van geluid en slagschaduw op de kwaliteit van het gebied zijn naar verwachting beperkt aangezien het gebied slechts gepasseerd wordt en tijdens passeren het geluid van schepen zelf, de motor van motorboten of wind gerelateerd geluid van zeilende schepen, ertoe leidt dat het geluid van windturbines slechts op de achtergrond hoorbaar is. Bij de Friese kust is geen hinder te verwachten gezien de grote afstand tot het windpark (meer dan 6 kilometer).

In de zienswijzen op de notitie reikwijdte en detailniveau komt de zorg naar voren dat de aanwezigheid van het windpark een negatief effect op de toeristische sector kan hebben. Dit is geïnterpreteerd als een zorg over een mogelijk een negatief effect dat op het toerisme als een economische sector ontstaat als gevolg van lagere bestedingen of bezoekersaantallen.

Om inzicht te kunnen geven in de potentiële effecten, is allereerst onderzoek gedaan naar de effecten op toerisme die zijn geconstateerd bij bestaande, zoveel mogelijk vergelijkbare, windparken. Op grond hiervan is vervolgens ingegaan op de situatie voor het project.

### Effecten bestaande windparken

Er zijn reeds een groot aantal windturbines gerealiseerd in Nederland en ook buiten Nederland. Dit betreft zowel solitaire windturbines als grootschalige windparken. Onder meer zijn er diverse *offshore* windparken gebouwd. Vooral in landen als Duitsland en Denemarken is een groot aantal windturbines gebouwd. In Nederland staan globaal 2.000 windturbines, waarvan circa 330 in Friesland. Veel van de windturbines internationaal maar ook in Friesland bevinden zich in of nabij (met zicht vanuit) gebieden waar tevens sprake is van recreatie en toerisme. Daarbij geldt voor een groot deel van deze locaties dat het natuurlijk landschap een belangrijke kwaliteit is van de omgeving. De aard van het landschap kan zeer verschillend zijn (bergen, heuvels, bossen, zee/meer). Specifiek voor zee geldt dat er reeds een relatief groot aantal offshore windparken zijn gerealiseerd in kustgebieden (waarvan 46 binnen de 12 mijlszone, minder dan 23 kilometer afstand van de kust). De gemiddelde afstand tot de kust van deze windparken bedraagt 7 kilometer.

**Figuur 10.3 Offshore windparken binnen de 12 mijls zone**

*Aantal windparken < 12 mijlszone*

*Operationeel: 44*

*In aanbouw 6*

*Vergund 22*

*In aanvraag: 13*

*Bron: OSPAR (2013), EWEA (2013)*

*4COffshore (2014)*



Bron: Pondera Consult

Internationaal en nationaal zijn diverse onderzoeken beschikbaar die ex ante, voor realisatie van een windpark, op basis van interviews en enquêtes de impact op toerisme bepalen. In de ex ante onderzoek wordt op basis van vragenlijst aan toeristen of potentiële toeristen gevraagd of de realisatie van een windpark van invloed is op de intentie om het gebied te bezoeken of te blijven bezoeken. Veelal worden daarbij visualisaties van de toekomstige situatie gebruikt om een beeld te schetsen. De waarde van ex ante onderzoeken op basis van interviews is relatief beperkt. In de eerste plaats is er een verschil tussen wat iemand zegt te zullen doen (in een enquête) en wat hij of zij in werkelijkheid doet. In de tweede plaats worden bezoekersaantallen door een groot aantal factoren beïnvloed, zoals het weer, parkeermogelijkheden (en kosten), ervaringen, etc. Het is lastig aan te geven welke factoren van doorslaggevende betekenis zijn.

Kennisinstituut ETFI (European Tourism Futures Institute), onderdeel van Stenden University, heeft een literatuurstudie uitgevoerd naar de waargenomen effecten bij bestaande windparken. In de literatuurstudie zijn veel studies en rapporten geïnterpreteerd en geanalyseerd. De aard van de documenten is divers, zowel ex ante studies als een deel ex post. Een deel betreft slechts een beschrijvende analyse en een deel heeft een wetenschappelijk niveau. De studie is te vinden in bijlage D-18.

Uit het onderzoek komt naar voren dat voor diverse windparken onderzoek is uitgevoerd naar de effecten op de toeristische sector. Veel onderzoek betreft ex ante onderzoek. De studie wijst ook uit dat voor diverse windparken onderzoek is uitgevoerd na de realisatie. Hierbij is ook concreet onderzoek gedaan naar bijvoorbeeld de ontwikkeling in bezoekersaantallen en bestedingen. Het betreft de empirisch vastgestelde effecten in de ex post situatie. Met andere woorden: de waargenomen feitelijk opgetreden effecten na realisatie van een windpark. Een beperkt aantal onderzoeken is daarnaast gericht op de ontwikkeling van de beleving van de locatie door toeristen zowel voor als na realisatie van het windpark.

Uit het onderzoek van ETFI komt naar voren dat:

- de aanwezigheid van een windpark één van meerdere factoren kan zijn voor toeristen om een locatie al dan niet te bezoeken;
- de potentiële relatie tussen een windpark en toerisme is gelegen in de beïnvloeding van het bestaande landschap dat als kwaliteit wordt gezien en dus als een betekenisvolle factor voor bezoek geldt;
- het is gebruikelijk dat ten tijde van de planvorming zorgen bestaan over de invloed van windturbines op toerisme en recreatie;
- eenduidige conclusies zijn lastig te trekken uit de onderzoeken en dat zowel licht negatieve als licht positieve effecten aangetoond worden; er zijn geen cases met aanmerkelijke positieve of negatieve effecten op toerisme;
- uit de uitgevoerde ex post onderzoeken naar de realisatie en aanwezigheid van een windpark komt geen aantoonbaar effect naar voren op de bezoekersaantallen en/of bestedingen;
- de beleving van een windpark wordt positiever in de tijd (na de realisatie van het windpark);
- over het algemeen zijn jongeren en Duitse toeristen positiever over windparken en de nabijheid ervan dan ouderen en niet-Duitse toeristen.

Uit een aantal onderzoeken en/of rapportages komt naar voren dat een windpark of een hieraan gerelateerde locatie zoals een bezoekerscentrum, ook bezoekers kan trekken. Dit betreft anekdotische voorbeelden waar geen generieke conclusies aan worden verbonden. Dit laat echter wel zien dat er nagedacht kan worden over mogelijkheden om een bijdrage aan toerisme te leveren. Voorbeelden die in de praktijk zijn gerealiseerd, zijn onder meer een windturbine die toegankelijk is (uitkijkmolen), bezoekerscentrum, groene stroomlevering in het kader van duurzaam toerisme en een windmolenfietsroute (landlocatie).

Deze studies doen vermoeden dat de effecten op toerisme naar aanleiding van de aanleg van een windmolenpark in een kustgebied vooral conditioneel van aard zijn. Een goede voorbereiding van een project, zoals locatiekeuze en inrichting, afstemming met de relevante stakeholders over de realisatie en het mogelijk maken van eventuele positieve impulsen zijn voorwaarden om potentieel negatieve effecten inderdaad te voorkomen is het advies van ETFI.

In 2014 heeft de provincie Fryslân eveneens een onderzoek laten uitvoeren onder bezoekers van de Friese IJsselmeerkust om de potentiële realisatie van een windpark in het IJsselmeer op de intentie om het gebied (weer) te bezoeken, te bepalen. Het betreft een ex ante belevingsonderzoek. In dit onderzoek zijn 1.200 respondenten, waarvan 800 dagrecreanten en 400 verblijfsrecreanten, door middel van een online onderzoek bevroegd, waarbij onder meer visualisaties van opstellingen van Windpark Fryslân zijn getoond. Uit het onderzoek komt naar voren dat circa 80% van de recreanten zeker of waarschijnlijk wil terugkeren naar de Friese IJsselmeerkust. Er is geen significant verschil gebleken tussen respondenten die een foto met Windpark Fryslân hebben gezien en respondenten die een foto zonder windpark hebben gezien. De beleving van het IJsselmeer landschap bezien vanuit de locatie van recreatiegebied de Hoalle Poarte wordt ten opzichte van de referentiesituatie (geen windmolens) een lager cijfer gegeven. Voor 12-17% van alle bezoekers heeft het windpark een effect op de bezoekenintentie (positief of negatief). Voor 6-15% van de respondenten is dat negatief ('minder vaak bezoeken': 7-12% en 'niet/niet meer': 2-4%). In de rapportage wordt aangegeven dat bezoekers die uitwijken deels een alternatieve locatie aan de Friese IJsselmeerkust zullen opzoeken en dat een deel wellicht de Friese kustregio vermijdt ten bate van een andere Nederlandse locatie.

In het onderzoek van de provincie Fryslân is aanvullend op het respondentenonderzoek een literatuurstudie uitgevoerd naar de relatie tussen de geuite intentie (verwacht gedrag) en daadwerkelijk gedrag. Hieruit komt naar voren dat verschillen in gedrag (zoals bezoek aan de Friese IJsselmeerkust) achteraf maar voor circa 22% wordt verklaard uit de oorspronkelijk geuite intentie. Aanvullend is derhalve studie gedaan naar de feitelijk waargenomen effecten bij bestaande windparken. Hieruit komt naar voren dat bij de onderzochte locaties geen afname van het toerisme is waargenomen. In het onderzoek wordt vastgesteld dat de conclusies van het onderzoek overeenstemmen met de resultaten uit de studie die is uitgevoerd door ETFI ten behoeve van Windpark Fryslân.

#### **Effecten alternatieven**

De karakteristieken van recreatie en toerisme zijn locatiespecifiek; bij Makkum is bijvoorbeeld heel specifiek sprake van wind- en kitesurfgebieden en IJsselmeerzeilers. Ondanks dat het toerisme op andere locaties mogelijk andere karakteristieken heeft kunnen op basis van de resultaten van de hiervoor beschreven onderzoeken uitspraken worden gedaan over de te verwachten effecten op het toerisme. Uit de onderzoeken komt naar voren dat de invloed op de beleving en waardering van het landschap door bezoekers geaccepteerd is als belangrijkste factor voor potentiële effecten en zoals aangegeven geldt voor de betrokken studies dat voor de onderzochte cases veelal sprake is van plaatsing van windturbines in natuurlijke landschappen.

De invloed op gebruiksmogelijkheden, dus de mogelijkheden om bestaande activiteiten voort te zetten, is vanzelfsprekend eveneens relevant. Indien gebieden niet meer toegankelijk zijn kunnen fysiek de mogelijkheden voor toerisme worden beperkt. Dit aspect is in hoofdstuk 9 reeds beoordeeld. De aard van het toerisme dat relevant is in het kader van Windpark Fryslân betreft voornamelijk waterrecreatie op het IJsselmeer met daaraan gerelateerde bezoeken aan IJsselmeer (jacht)havens/kustplaatsen en kusttoerisme inclusief verblijf in zomerhuisjes, campings en hotels.

Voor de waterrecreatie en het kusttoerisme geldt dat er geen relevante fysieke beperking ontstaat (zie ook hoofdstuk 9). De betreffende locatie is voor zeilboten en motorboten in gebruik en kent in de huidige situatie slechts een beperkte intensiteit. De positionering van het windpark nabij Breezanddijk is daarbij een belangrijke factor aangezien in het midden of zuidelijk deel van het noordelijk IJsselmeer de intensiteit aanmerkelijk hoger ligt. Hetzelfde geldt voor de oostzijde van het noordelijk deel van het IJsselmeer. Het al dan niet toegankelijk zijn van het windpark is daarbij van ondergeschikt belang gezien het beperkte gebruik. Ook voor de aanlegfase geldt dat er geen relevante fysieke beperking is voor de gebruiksmogelijkheden van het gebied. Tijdens de aanlegfase is er slechts een gedeelte afgesloten, daar waar er werkzaamheden plaatsvinden. Het afgesloten gebied is beperkt aangezien er slechts op een beperkt aantal locaties tegelijk wordt gewerkt.

De invloed op het landschap is beschreven in hoofdstuk 4. Hieruit komt naar voren dat het windpark van invloed is op het bestaande landschap en zichtbaar is vanuit zowel Waddenzee, IJsselmeer als vanaf de Friese IJsselmeerkust. Door de aanpassing van het zoekgebied tijdens het ontwerpproces van de opstellingsvarianten is de afstand tot de Friese IJsselmeerkust aanmerkelijk vergroot (van circa 3 tot meer dan 6 kilometer). De windturbines blijven goed zichtbaar. Uit de onderzoeken naar effecten op toerisme ten gevolge van windparken die zichtbaar zijn in het bestaande landschap, waarbij ook vergelijkbare of kortere afstanden aan de orde zijn, blijkt dat dit geen aantoonbaar negatief effect heeft op het toerisme. Er zijn geen signalen bekend van invloed op toerisme van locaties die qua situatie vergelijkbaar zijn (combinatie zoet open water met watersport), zoals nabij de windturbines van windpark Irene Vorrink ten noorden van Lelystad, de vier kleine windturbines bij Medemblik of de windturbines in Flevoland die goed zichtbaar zijn vanaf de Veluwerandmeren en de kustgebieden.

Voor het initiatief speelt daarbij mee dat uit het onderzoek naar de invloed van windturbines op toerisme naar voren komt dat bij toeristen die voor een specifieke activiteit een gebied bezoeken de impact op landschap minder relevant is. Voor de waterrecreatie in het IJsselmeer is dit relevant aangezien het gebruik van het IJsselmeer voor watersportactiviteiten en het bezoeken van kustplaatsen belangrijke motieven zijn om het gebied te bezoeken. Voor het initiatief is daarbij verder relevant dat een deel van de waterrecreatie passanten betreft die op doortocht zijn naar de Friese Meren of de Waddenzee.

#### Kader 10.1 Waarde vastgoed

Hoewel het windpark op enige afstand van de IJsselmeer kustgebieden ligt (circa 6 kilometer en meer), kijken verschillende woningen, waarvan meerdere vakantiewoningen, uit op het windpark. Met name de vakantiewoningen bij Holle Poarte hebben bij realisatie van het initiatief zicht op het windpark.

Er zijn verschillende onderzoeken gedaan naar de waarde van woningen nabij windturbines voor en nadat de turbines zijn gebouwd. Onderzoeken uit 2009 en recent in 2013 en 2014 constateren geen effect van windturbines op de verkoopwaarde van woningen. De onderzoeken gaan in op de nabijheid van windturbines tot op 1 mile (1,6 kilometer) van woningen en bij verschillende windenergieprojecten. Ook is er in de onderzoeken geen effect geconstateerd op het aantal verkopen van huizen nabij windturbines.

De aankondiging van plannen voor windenergie, dus voorafgaand aan de bouw, lijkt wel enige invloed te hebben op huizenprijzen, hoewel tevens wordt aangegeven dat de waarde na de bouw van turbines weer terug veranderd tot op het niveau voorafgaand aan de plannen voor windenergie. Hieraan gelieerd: verschillende onderzoeken laten zien dat zorg voor een teruggang van prijzen van (zomer) huisjes vaak niet gegrond blijkt op het moment dat het windpark er staat. In sommige gevallen is de prijs zelfs gestegen in vergelijking met andere delen van het land (in dit geval Denemarken).

Nederlands onderzoek (RVO) geeft aan dat er weinig gevallen bekend zijn van aanpassing van de WOZ-waarde van woningen nabij windturbines. Voor wat betreft de verkoopwaarde bleek geen aantoonbaar effect van windturbines op de waarde van de woning in vergelijking met de waarde bij transacties van andere woningen in de regio.

Naast bovenstaande resultaten zijn er ook onderzoeken die suggereren dat er een negatief effect kan optreden. Uit geen van deze studies blijkt een eenduidige relatie tussen de afstand tot de turbines of het aantal turbines en de waardedaling.

Op basis van de resultaten uit het literatuuronderzoek en het onderzoek naar de effecten van het initiatief op landschap en gebruiksmogelijkheden wordt geconcludeerd dat er geen aanleiding is om belangrijke negatieve effecten op het toerisme te verwachten. Daarbij is geen verschil te verwachten tussen de alternatieven gezien de vergelijkbaarheid van de alternatieven ten aanzien van landschap en gebruiksmogelijkheden.

#### Mitigatie

De stappen die in het ontwerpproces zijn gezet (kanteling van het onderzoeksgebied, ontwerp van de opstelling, toegankelijkheid van het windpark) kunnen als mitigerende maatregelen worden beschouwd om potentieel negatieve effecten te beperken.

Het is aan te bevelen ook, zo mogelijk met actoren uit het gebied, mogelijkheden om positieve impulsen te beschouwen. De aanwezigheid van een grootschalig windpark past in de vergroening die in vele sectoren, waaronder het toerisme, plaats vindt en wordt nagestreefd in het beleid ten aanzien van toerisme. Voorbeeld van relatie met het windpark (duurzame energie) maar ook door activiteiten te verbinden aan het windpark, zoals bezoeken aan het windparken of evenementen gerelateerd aan windenergie (zeilen, surfen, etc.).

Het openstellen van het windpark voor recreatievaart is daarbij eveneens aan te bevelen en is een duidelijke wens van de waterrecreatiesector. In het IJsselmeer en buiten Nederland in diverse landen (zoals Groot-Brittannië) is dit ook reeds het geval.

### Kustrecreatie

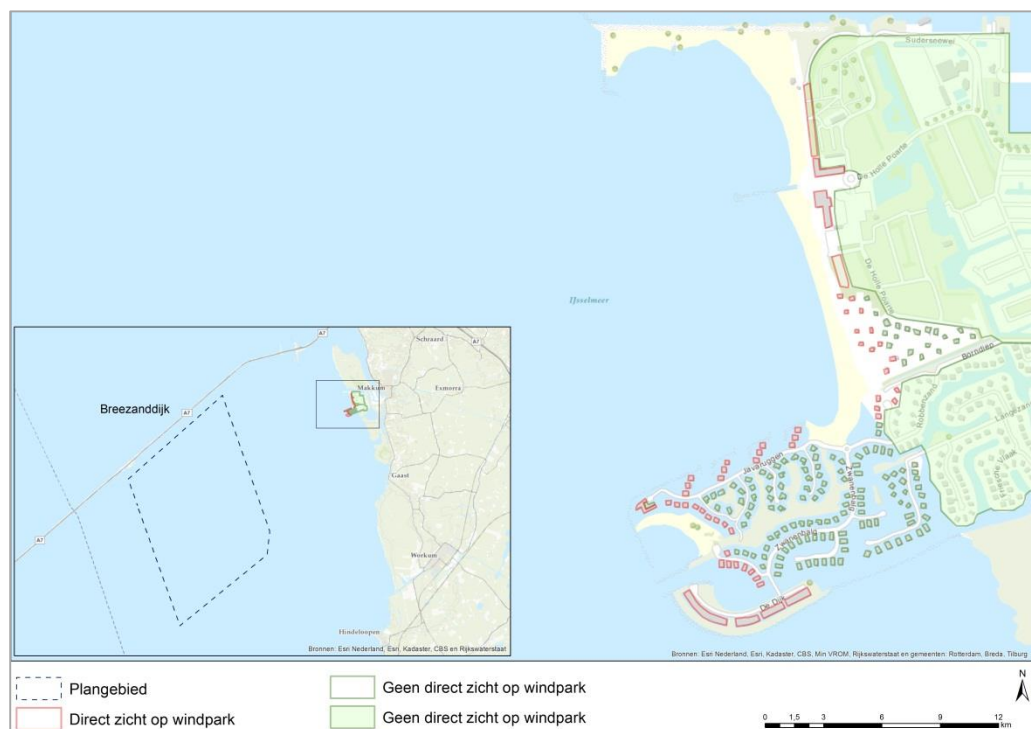
Kustrecreatie wordt fysiek niet beïnvloed door het windpark aangezien er een grote afstand is tussen deze locaties en het windpark. Er is wel zicht op het windpark, afhankelijk van de weersomstandigheden, de locatie en de kijkrichting. Dit geldt voor alle genoemde strandjes, hoewel de oriëntatie van het strand bij Hindeloopen niet gericht is op de locatie van het windpark en voor het strand bij Workum het windpark aan de noordzijde van de oriëntatie is gepositioneerd. In het onderdeel landschap (hoofdstuk 4) is de invloed op het landschap toegelicht.

### Camping, bungalows en hotels

Aan de Friese kust zijn verschillende recreatiewoningen, hotels en campings gelegen. Daarnaast is aan de IJsselmeerkust bij Workum en Hindeloopen een aantal campings gelegen en is er een terrein voor (vaste) stacaravans op Breezanddijk.

Niet vanuit alle woningen, standplaatsen en hotelkamers die uitzicht hebben op het IJsselmeer is het windpark zichtbaar. In figuur 10.4 is een weergave van de recreatiewoningen, hotels en campings bij Makkum te zien waarbij onderscheid is gemaakt in gebouwen die direct zicht hebben op het windpark en gebouwen van waaruit het windpark niet direct zichtbaar is. Hoewel er vrij veel toeristische accommodaties zijn, heeft slechts een beperkt aantal woningen, hotelkamers en campingplaatsen direct zicht op het windpark. Voor sommigen zal de beleving van het strand en de boulevard van Makkum anders zijn als het windpark zichtbaar aan de horizon staat. Voor Workum geldt dat het windpark zichtbaar is vanuit een beperkt aantal campingplaatsen aan de IJsselmeerzijde van deze campings.

**Figuur 10.4** Zicht op het windpark



Bron: Pondera Consult



### 10.3.2 Werkgelegenheid

De directe werkgelegenheid ten gevolge van het windpark is onder te verdelen naar de aanleg- en de exploitatiefase. Ingegaan wordt op de werkgelegenheid voor de directe omgeving. Op grond van de effectbeoordeling in paragraaf 10.3.1 hiervoor zijn geen negatieve effecten op de werkgelegenheid te verwachten.

#### *Aanlegfase*

In de aanlegfase vindt een grote inzet van personeel plaats. De levering en bouw van windturbines vindt in het algemeen plaats door windturbinefabrikanten. In Friesland zijn geen windturbinefabrikanten gevestigd. De levering van onderdelen, als fundaties en kabels vindt naar verwachting eveneens door bedrijven buiten Friesland plaats, aangezien deze niet gevestigd zijn in Friesland.

Voor de fundatiewerkzaamheden kan, afhankelijk van het type fundering, gebruik worden gemaakt van bedrijven in de omgeving indien niet wordt uitgegaan van een *monopile of gravity based* fundatie. Voor de andere fundatietypen is sprake van reguliere heipalen en betonaanlevering.

De belangrijkste positieve impact op de werkgelegenheid is de indirecte werkgelegenheid zoals scheepvaartdiensten voor transport van personeel, overnachtingen voor personeel en het gebruik van de horeca. Dit betreft een periode van circa 1 jaar. De positieve impact hiervan betreft onder meer het laagseizoen wanneer de bezettingsgraden aanmerkelijk lager zijn dan in het, relatief korte hoogseizoen. Naar verwachting betreft het enkele tientallen kamers met hieraan verbonden gebruik van de horeca.

#### **Exploitatiefase**

Tijdens de beheerfase dient een 24-uurs service centrum te worden bemand voor het onderhoud en beheer van het windpark. Veelal wordt beheer uitgevoerd door de fabrikant die hiervoor lokaal personeel aantrekt of personeel inzet uit de omgeving. Dit beheer vindt plaats voor een periode van minimaal 20 jaar, reden waarom er een voorkeur is voor lokaal personeel. Het personeel is benodigd voor het monitoren van de prestaties van het windpark, leiding en ondersteuning in de vorm van administratie en voorraadbeheer (een kleine voorraad van gebruiksgoederen wordt lokaal aangehouden in een in te richten service station). De omvang van het windpark bepaalt het benodigde aantal monteurs. In principe wordt elke windturbine jaarlijks onderhouden. Onderhoud vindt minimaal plaats door twee personen tegelijk. Onderhoudspersoneel dient 24 uur per dag, 7 dagen in de week beschikbaar te zijn om de beschikbaarheid van het windpark te waarborgen op een zo hoog mogelijk niveau (standaard minimaal 95% of meer), waardoor in ploegen wordt gewerkt. Voor de 6 MW klasse zijn naar verwachting grotere teams vereist van 3-4 personen per team en voor de 4 MW klasse 2-3 personen per team.

De totale werkgelegenheid bedraagt daarmee globaal 20 - 35 fte permanent specifiek voor het beheer en onderhoud van het windpark gedurende de levensduur van het windpark. Als gevolg van de realisatie van het windpark treedt er derhalve een licht positief effect op dat groter is bij een groter windpark.

### 10.3.3 Beroepsvisserij

Op het IJsselmeer wordt al jaren met verschillende vistechnieken gevestigd. Dit zijn onder andere de kistenvisserij en hoekwantvisserij. Ook vist men met schietfuike en grote fuien, waarbij de eerste op het open water van het IJsselmeer plaatsvindt en grote fuien meestal langs de dijken worden gezet. Ook langs de Afsluitdijk liggen enkele van deze fuien.

Omdat het windpark naar verwachting toegankelijk is voor de scheepvaart, zal de gebruikruimte voor vissers slechts beperkt worden beïnvloed, namelijk daar waar daadwerkelijk de turbines staan en het werkeiland is gelegen. De windturbines en het werkeiland zullen, naast de fysieke aanwezigheid geen effect hebben op de fuien die langs de Afsluitdijk zijn gelegen. In hoofdstuk 9 is het effect op de gebruikruimte beschreven en beoordeeld.

## 10.4 Afweging

Uit voorgaande komen de volgende scores naar voren.

Tabel 10.4 Beoordeling recreatie, werkgelegenheid en beroepsvisserij

Criteria	Alternatief 1	Alternatief 2	Alternatief 3	Alternatief 4
Effect op toerisme	0	0	0	0
Effect op werkgelegenheid	0/+	+	0/+	+
Effect op beroepsvisserij	0	0	0	0

Uit de scores is af te leiden dat er beperkt onderscheidend effect tussen de verschillende alternatieven optreedt. De verschillende tussen de alternatieven leiden niet tot andere economische effecten.

### 10.4.1 Optimalisatie

#### *Recreatie en toerisme*

In voorgaande is geconcludeerd dat er geen reden is om aan te nemen dat de komst van een windpark in het IJsselmeer aanleiding is om negatieve effecten op het toerisme in de regio te verwachten. Dezelfde conclusie wordt getrokken voor de drie geoptimaliseerde scenario's. De landschappelijk optimalisatie leidt tot een kleiner oppervlakte / meer vrije horizon vanuit specifiek Makkum aan de Friese IJsselmeerkust.

#### *Werkgelegenheid*

In het voorgaande is geconcludeerd dat de komst van het initiatief een licht positief effect op de werkgelegenheid in de regio heeft. Hoe groter het windpark, hoe groter het positieve effect. Dezelfde conclusie wordt getrokken voor de drie scenario's. De optimalisatie heeft geen relevante invloed op de effecten op werkgelegenheid.

## 11 AFWEGING

### 11.1 Beoordeling alternatieven

In de voorgaande hoofdstukken zijn de verschillende milieugevolgen van de alternatieven voor de inrichtingen van het windpark beschreven en beoordeeld. Dit is ook gedaan voor de verschillende fundatieconstructies. In onderstaande tabellen zijn de beoordelingen van de verschillende alternatieven per milieuaspect en voor en na mitigatie weergegeven (paragrafen 11.1 en 11.2). Naar aanleiding van de effectbeoordeling is voor een aantal aspecten onderzocht of en op welke wijze met aanpassingen van de opstelling verdere optimalisatie mogelijk is. De focus lag hierbij op landschap, natuur en de energieopbrengst.

#### 11.1.1 Windpark

Om te bekijken welke optimalisatie kan worden gevonden wordt allereerst een samenvatting gegeven van de beoordeling van de verschillende effecten van het windpark. Dit overzicht is weergegeven in tabel 11.1. In bijlage D-19 is tevens een absolute beoordelingstabel en voor de aspecten waarvoor het relevant is, een relatieve tabel opgenomen.

Tabel 11.1 Samenvatting beoordeling alternatieven

Aspect	Beoordelingscriteria	Alternatief				
		1	2	3	4	
Elektriciteits-opbrengst en vermeden emissies	Elektriciteitsopbrengst	+	++	+	++	
	Vermeden emissie CO <sub>2</sub> -	+	++	+	++	
	Vermeden emissie NO <sub>x</sub> -	+	++	+	++	
	Vermeden emissie SO <sub>2</sub> -	+	++	+	++	
	Vermeden emissie PM <sub>10</sub> -	+	++	+	++	
Landschap	De locatie en zijn ruimere omgeving	Openheid en horizonbeslag	-/0	-/0	-/0	-/0
		Effect op bestaand landschapstype	--/	--/	--/	--/
		Ontstaan van nieuw landschapstype	++	++	++	++
		Effect op duisternis	-	-	-	-
		Effect op belevenisbepalende elementen	0	0	0	0
		Visuele rust	-/0	-	0	-/0
		Zichtbaarheid	-/0	-	-/0	-
		Herkenbaarheid opstelling en interferentie	+	+	+	+
		Betekenis als landmark en associatie wind	++	++	++	++
	Openheid en horizonbeslag	-	--	-	--	

	De locatie en zijn directe omgeving	Effect op bestaand landschapstype	--/	--/	--/	--/	
		Ontstaan van nieuw landschapstype	++	++	++	++	
		Effect op duisternis	-	-	-	-	
		Effect op belevenisbepalende elementen	-/0	-/0	-/0	-/0	
		Visuele rust	--/	--	-	--/	
		Zichtbaarheid	-	--/	-	--/	
		Herkenbaarheid opstelling en interferentie	+;++	+;++	+;++	+;++	
		Betekenis als landmark en associatie wind	++	++	++	++	
	De locatie zelf	Openheid en horizonbeslag	--/	--	--/	--/	
		Effect op bestaand landschapstype	--/	--/	--/	--/	
		Ontstaan van nieuw landschapstype	++	++	++	++	
		Effect op duisternis	-	-	-	-	
		Effect op belevenisbepalende elementen	-	-	-	-	
		Visuele rust	--/	--	-	--/	
		Zichtbaarheid	--/	--	--/	--	
Herkenbaarheid opstelling en interferentie		++	++	++	++		
	Betekenis als landmark en associatie wind	++	++	++	++		
Cultuurhistorie	Effecten op historische geografie en bouwkunde		0	0	0	0	
Archeologie	Aanwezigheid archeologische waarden en kans op aantasting		-	-	-	-	
Natuur	Vogels	Sterfte	-/0	-	-/0	-/0	
		Verstoring	0	0	0	0	
		Barrièrewerking	0	0	0	0	
	Vleermuizen	Sterfte	-/0	-/0	-/0	-/0	
		Verstoring	0	0	0	0	
	Overige soorten	Verstoring/ sterfte		0	0	0	0
	Voedsel	Aanbod voedsel-omvang		0	0	0	0

Geluid	Aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidsnorm (47 dB Lden en 41 dB Lnight) wordt overschreden		-	0	0	0
	Aantal woningen binnen de contouren: Lden 37-42 en Lden 42-47)		0	-	-	-
	Oppervlakte stiltegebied binnen 40 dB(A) contour		0/-	0/-	0/-	0/-
	Omgevingskwaliteit, conform methode Miedema bij woningen		0	0	0	0
	Onderwatergeluid (aanlegfase en exploitatiefase)		-	-	-	-
Slagschaduw	Het aantal woningen van derden waarbij de wettelijk toegestane schaduwduur wordt overschreden.		0	0	0	0
	Het aantal woningen binnen 15 uurs-contour		0	0	0	0
Externe veiligheid	Bebouwing		0	0	0	0
	Wegen en spoorwegen		0	0	0	0
	Risicobronnen		0	0	0	0
	Transportleidingen en kabels		0	0	0	0
Nautische veiligheid	Aanvaringsrisico beroepsvaart		0/-	0/-	0/-	0/-
	Aanvaringsrisico recreatievaart		-	-	-	-
	Overige effecten binnen het windpark (raken rotor)		-	-	-	-
Dijkveiligheid	Stabiliteit Afsluitdijk – aanleg		0	0	0	0
	Stabiliteit Afsluitdijk - operationeel		0	0	0	0
Elektromagnetische velden	Gevoelige bestemmingen binnen 0,4 µT		0	0	0	0
	Publieke bestemmingen binnen 100 µT		0	0	0	0
Bodem en water	Invloed op de waterkwaliteit		0	0	0	0
	Invloed op waterbergend vermogen		0	0	0	0
	Effecten op de waterbodem (morfologie inclusief aardkundige waarden, verwerking en natuurlijk dynamiek)		0	0	0	0
Ruimtelijk gebruik	Radar, laagvlieg-route en schietgebied	MASS-radar (Luchtverkeersleiding)	-	-	-	-
		Militaire radar (gevechtsleidingsystemen)	0	0	0	0
		Civiele systemen en burgerluchtvaart	0	0	0	0
		Laagvliegroute Vliehors	0	0	0	0
		Schietgebied Breezanddijk	-	-	-	-

	Scheep-vaart en water-recreatie	Beroepsvaart	0	0	0	0
		Recreatievaart	-	-	-	-
		Kitesurfen	0	0	0	0
		Windsurfen	0	0	0	0
	Straalpaden	0	0	0	0	
Economische effecten	Effect op toerisme		0	0	0	0
	Effect op werkgelegenheid		0/+	+	0/+	+
	Effect op beroepsvisserij		0	0	0	0

Om de verschillen in scores tussen de alternatieven inzichtelijk te maken wordt in tabel 11.2 alleen de onderscheidende effecten weergegeven.

Tabel 11.2 Samenvatting onderscheidende effecten van de alternatieven

Aspect	Beoordelingscriteria		Alt.1	Alt.2	Alt.3.	Alt.4	
Elektriciteits-opbrengst en vermeden emissies	Elektriciteitsopbrengst		+	++	+	++	
	Vermeden emissie CO <sub>2</sub> -		+	++	+	++	
	Vermeden emissie NO <sub>x</sub> -		+	++	+	++	
	Vermeden emissie SO <sub>2</sub> -		+	++	+	++	
	Vermeden emissie PM <sub>10</sub> -		+	++	+	++	
Landschap	De locatie en zijn ruimere omgeving	Visuele rust	-/0	-	0	-/0	
		Zichtbaarheid	-/0	-	-/0	-	
	De locatie en zijn directe omgeving	Openheid en horizonbeslag	-	--	-	--	
		Effect op duisternis	-	-	-	-	
		Visuele rust	--/-	--	-	--/-	
		Zichtbaarheid	-	--/-	-	--/-	
	De locatie zelf	Openheid en horizonbeslag	--/-	--	--/-	--/-	
		Effect op duisternis	-	-	-	-	
		Visuele rust	--/-	--	-	--/-	
		Zichtbaarheid	--/-	--	--/-	--	
		Betekenis als landmark en associatie wind	--/-	--	--/-	--/-	
	Natuur	Vogels	Sterfte	-/0	-	-/0	-/0
		Vleermuizen	Sterfte	-/0	-/0	-/0	-/0

Geluid	Aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidsnorm (47 dB Lden en 41 dB Lnight) wordt overschreden	-	0	0	0
	Aantal woningen binnen de contouren: Lden 37-42 en Lden 42-47)	0	-	-	-
	Onderwatergeluid	-	--	-	-

In zijn algemeenheid geldt, zoals te verwachten, dat het belangrijkste effect is gelegen in de ingreep zelf en dat er relatief weinig verschil bestaat tussen de verschillende alternatieven. Het verschil in milieueffect tussen de alternatieven is vooral te vinden in de aspecten landschap en natuur. De verschillen in de effecten op de criteria voor landschap zijn afhankelijk van het schaalniveau. Alternatief 2 scoort gemiddeld wat negatiever, met name vanwege het aantal turbines. De verschillen tussen de overige alternatieven zijn voor dit aspect minimaal. Hetzelfde geldt voor het aspect natuur. Alternatief 2 scoort negatiever aangezien een groter aantal windturbines leidt tot grotere negatieve effecten.

Ook bij het aspect geluid en nautische veiligheid zijn verschillen te constateren, maar deze zijn minimaal, aangezien voor geluid de overschrijding van contouren voor slechts 1 woning geldt. Alternatief 1 scoort op dit aspect over het geheel iets slechter dan de andere 3 alternatieven. De achtergrond hiervan is gelegen in de afstand van deze opstelling tot de dijk en de positionering van de turbines. Voor nautische veiligheid komt een verschillende aanvaringskans voor de beroepsvaart naar voren. Deze is gelegen in de positionering van de turbines in de alternatieven ten opzichte van de gemarkeerde vaargeul. Voor alle alternatieven zijn de aanvaringskansen echter zeer klein.

Als de effecten in relatieve zin worden gepresenteerd, voor de gegevens waar dit voor mogelijk is, blijkt naast het aantal windturbines ook de MW klasse van belang. Voor de alternatieven 1 en 2, de kleine MW klasse, zijn de effecten in relatieve zin (gerelateerd aan de elektriciteitsopbrengst) iets groter dan voor alternatieven 3 en 4, de grote MW klasse. Dit is te verklaren uit de hogere opbrengst per windturbine. Voor de effecten die direct gerelateerd zijn aan de energieproductie is de uitkomst van de relatieve vergelijking vanzelfsprekend gelijk voor alle alternatieven en derhalve hier niet opgenomen.

**Tabel 11.3 Effecten relatief per alternatief**

Onderwerp	1	2	3	4
Aantal turbines	66	100	47	65
Vermogen in MW	264	400	282	390
Elektriciteitsopbrengst in GWh/jaar (netto)	974	1.434	1.220	1.661
Aanvaringsslachtoffers vogels per jaar/GWh	1,69	1,74	0,96	0,97
Aanvaringsslachtoffers vleermuizen per jaar/GWh	0,10	0,10	0,05	0,06
Oppervlakte Lden 47 dB contour (ha)/GWh	0,44	0,42	0,32	0,32
Aanvaringskans beroepsvaart/GWh	0,00	0,00	0,00	0,00
Ruimtegebruik fundaties (ha)/GWh	0,006	0,007	0,004	0,004



### Scenario's A, B en C

Ten behoeve van de mitigatie op de aspecten landschap, natuur en energie zijn drie scenario's opgesteld. Deze scenario's zijn variaties op alternatieven 2 en 4, aangezien deze de grootste effecten kennen (parkeffect en horizonbeslag). In tabel 11.4 zijn de relatieve effecten van de alternatieven naast de drie scenario's weergegeven. Voor scenario's B geldt een verslechtering van de opbrengst, wat is toe te schrijven aan een kleiner aantal windturbines. Scenario C laat een verbetering aan energieopbrengst zien. Voor alternatief 2 geldt dat scenario A een verbetering oplevert per turbine. Het totaal aan energieopbrengst is lager dan alternatief 2, wat komt doordat scenario A uit 11 turbines minder bestaat. De relatieve effecten op bijvoorbeeld het aantal vogel- en vleermuisslachtoffers blijven gelijk of nemen iets af.

Tabel 11.4 Relatieve scores alternatieven 2 en 4 inclusief scenario's

Onderwerp	2	A	4	B	C
aantal turbines	100	89	65	60	65
Vermogen in MW	400	356	390	360	390
Elektriciteitsopbrengst in GWh/ jaar (netto)	1.434	1302*	1.661	1551*	1663
Aanvaringsslachtoffers vogels per jaar/GWh	1,74	1,70	0,97	0,97	0,97
Aanvaringsslachtoffers vleermuizen per jaar/GWh	0,10	0,10	0,06	0,06	0,06
ruimtegebruik fundaties (ha)/GWh	0,007	0,005	0,004	0,004	0,004

\*lager dan de oorspronkelijke MER alternatieven, vanwege een kleiner aantal windturbines. Per windturbine geldt een toename in energieopbrengst.

### 11.1.2 Overig

De effecten van de fundatietypen en de aanleg van het transformatorstation en benodigde kabels is in onderhavig milieueffectrapport in kaart gebracht. Voor wat betreft de fundatietypen zijn er verschillende opties mogelijk. De effecten betreffen tijdelijke effecten tijdens de aanleg van de fundaties. Tijdens de exploitatiefase is er verschil tussen fundaties die boven water zichtbaar zijn en fundaties die dat niet zijn. Op korte afstand kunnen fundaties met delen boven water vanuit het aspect landschap enigszins afbreuk doen aan de verschijning van strakke windturbines die uit het water oprijzen ten opzichte van het weidse water van het IJsselmeer. Het onderscheid van de effecten tussen de verschillende typen is echter minimaal en daarmee niet onderscheidend, een uitzondering hierop vormt de pentagon fundatie (een variant op de monopile constructie). Dit type fundament geeft op kortere afstanden een minder rustig beeld dan de overige beschreven fundaties, op grotere afstanden is dit niet meer van invloed op de ruimtelijke uitstraling van het windpark.

Ook voor het transformatorstation, het werkeiland en de bekabeling geldt dat de effecten tijdens de aanlegfase van tijdelijke aard zijn. De wijze van fundering van het transformatorstation is nauwelijks onderscheidend. De aanleg van het transformatorstation en de kabels betreft slechts een relatief kleine ingreep.

Het werkeiland heeft belangrijke positieve effecten in de exploitatiefase. Tijdens de bouwfase zijn effecten op de omgeving beperkt. Het alternatief om het eiland niet tijdens de bouwfase als werkeiland te gebruiken leidt tot grotere effecten in een bredere omgeving in plaats van lokaal ter plaatse van het werkeiland vanwege meerdere locaties die in gebruik zijn voor de bouw van het windpark.

## 11.2 Mitigerende maatregelen

De vier alternatieven kennen een uitgebreide motivatie waar het gaat om de opstelling van het windpark en posities van de windturbines. In het ontwerpproces is gezocht naar opstellingen die zo veel als mogelijk milieueffecten beperken. Hieruit is een aantal uitgangspunten als basis voor de alternatieven naar voren gekomen, deze staan in Tabel 11.5. Het volledige ontwerpproces is toegelicht in paragraaf 1.2, bijlage D-3 laat de opstellingsvormen zien die daarin de revue hebben gepasseerd.

Tabel 11.5 Uitgangspunten alternatieven 1 tot en met 4

Uitgangspunten en configuraties	Landschap	Ecologie	Energetisch
Minimale afstand tot de Afsluitdijk afhankelijk van de grootte van de windturbines (circa 700 - 900 meter) om aansluiting bij de dijk te houden zonder tot een negatief effect te leiden op de schaal van de dijk;	x	x	
Afstand tot (het strand van) de Holle Poarte minimaal 6 kilometer;	x	x	
Een cluster bij Breezanddijk ten behoeve van het creëren van een landmark aansluiten bij knooppunten en verdichting voorkomen;	x	x	
Zichtlijnen vanaf de Afsluitdijk naar de Friese kust ten behoeve van de beleving van het windpark;	x		
Afronden van de hoeken ten behoeve van de openheid en voorkomen 'rafels' in de opstelling.	x		
Geschakeerde opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting;			x
Tussenafstanden minimaal 5x de rotordiameter op de overheersende windrichting en 6x de rotordiameter in de overheersende windrichting (minimaal 600 meter);		x	x
Zo min mogelijk rijen achter elkaar ten opzichte van de overheersende windrichting.			x
Rasteropstelling (compact)	x	x	

Het beperken van milieueffecten heeft dus voor een groot deel al plaatsgevonden voorafgaand aan het vaststellen van de inrichtingsalternatieven die in dit MER zijn beschouwd. Ook mitigerende maatregelen om effecten op het milieu verder te beperken en om de energieproductie (de milieuwinst) te verbeteren zijn onderzocht in de vorm van drie scenario's. In de voorgaande thema-hoofdstukken zijn voor een aantal effecten reeds mitigerende maatregelen beschreven. Mitigatie is niet voor alle aspecten noodzakelijk. Hieronder worden de mogelijke mitigerende maatregelen per milieu aspect op een rij gezet. Bij de keuze voor een Voorkeursalternatief worden de daadwerkelijke mitigerende maatregelen bepaald.

### 11.2.1 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Om de energieopbrengst en bijbehorende milieuwinst van het windpark te vergroten kunnen diverse mitigerende maatregelen worden getroffen voor Windpark Fryslân. Dit betreft:

- Toepassen van een windturbine met een hoger geïnstalleerd vermogen. Daarbij dient in acht te worden genomen dat dit beperkt wordt door de hoogtebeperking op de locatie;
- Toepassen van een windturbine met een hogere energieproductie, zoals door gebruik te maken van een zo groot mogelijke rotor;
- Optimaliseren van de configuratie van de opstelling door het hanteren van grotere tussenafstanden (met een groter ruimtebeslag tot gevolg) of vergroten van tussenafstanden op locaties met een hoge belasting (binnen in het windpark);
- Toepassen van een hogere ashoogte voorzover mogelijk gezien de hoogtebeperking.

### 11.2.2 Landschap en cultuurhistorie

Uit de effectbeschrijving komt naar voren dat het grootste effect van het initiatief de ingreep zelf betreft. De verschillen tussen de alternatieven zijn klein. Samenvattend kan worden gesteld dat het oppervlakte van het windpark, het aantal turbines en de grootte van de turbines de meeste invloed hebben op het totale (landschappelijke) effect. Een reductie van het aantal turbines in combinatie met een kleinere oppervlakte is onderdeel van de (verdere) optimalisatie van de alternatieven en is onderdeel van het voorkeursalternatief.

Mitigerende maatregelen voor de vier inrichtingsalternatieven betreffen vooral de rust van het windpark en duisternis. Om effecten op duisternis van de verplichte luchtvaartverlichting op windturbines te beperken lijken er twee mogelijkheden. Een eerste mogelijkheid is het aanpassen van de lichtintensiteit op de weersomstandigheden. Bij goed zicht kan met een lagere intensiteit worden volstaan dan bij bijvoorbeeld mist. De zichtbaarheid van de verlichting op grotere afstanden neemt daarmee sterk af. De tweede mogelijkheid is een radardetectie systeem dat het mogelijk maakt de verlichting alleen te activeren in geval van naderende luchtvaartverkeer. Het grootste deel van de tijd zal de verlichting uit zijn en wordt de duisternis niet nadelig beïnvloed. Over de toepassing van deze maatregelen vinden gesprekken met het ministerie van IenM, verantwoordelijk voor de luchtvaartveiligheid, plaats.

Voor het creëren van een rustig beeld kan gedacht aan de toepassing van identieke windturbines, waarbij de turbines niet zijn voorzien van een logo of andere reclame uitingen.

### 11.2.3 Natuur

De effecten van het windpark leiden op zichzelf tot negatieve effecten voor diverse soorten, in combinatie met het effect van het werkeiland wordt een deel van de negatieve effecten gemitigeerd. Aanvullend is als mitigatie de inzet van een stilstandvoorziening op basis van shut down on demand opgenomen wat gericht is op een tweetal vogelsoorten, visdief en zwarte stern waardoor additionele sterfte wordt gereduceerd.

Het effect van deze mitigerende maatregelen op de ecologische effecten is reeds in hoofdstuk 5 beschreven en bij de beoordeling betrokken om te bepalen of sprake is van significant negatieve effecten voor Natura 2000-gebieden en of negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding kunnen optreden. Beide worden met zekerheid uitgesloten bij inzet van de mitigerende maatregel in de vorm van de stilstandvoorziening en het effect van het eiland.

Als gevolg van de stilstand neemt de energieproductie af, voor alle alternatieven, met minder dan 1%. De stilstand betreft 1% van de tijd maar is voorzien in de zomerperiode. De stilstand betreft derhalve naar alle waarschijnlijkheid geen condities met windsnelheden waarbij de

windturbines op vollast energie zouden kunnen produceren. Daarbij kan de stilstand op basis van monitoring tijdens de bedrijfsvoering mogelijk verder worden afgestemd en verminderd.

Een andere mitigerende maatregel betreft het verminderen van het aantal turbines, aangezien minder windturbines en een kleiner oppervlak leidt tot een minder sterfte. In de scenario's A en B is sprake van minder windturbines ten opzichte van de oorspronkelijke alternatieven (2 en 4) waar deze op zijn gebaseerd en is het aantal aanvaringslachtoffers en de potentiële verstoring van leefgebied lager cq. kleiner.

Overige mitigerende maatregelen zijn denkbaar maar er is geen aanleiding om dit toe te passen gezien de beperkte effecten.

#### 11.2.4 Archeologie

Een effect op archeologische waarden is niet op voorhand uit te sluiten. Voorafgaand aan de bouw van de turbines wordt onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van objecten op de locaties van de turbines. Het uitgangspunt is 'waar mogelijk, behoud in situ'. Door voldoende ruimte in het ruimtelijk plan op te nemen om windturbineposities te schuiven kan dit worden gerealiseerd.

#### 11.2.5 Geluid

Om aan de geluidsnorm van Lden47 te voldoen moeten voor alternatief 1 geluid reducerende maatregelen worden genomen. Voor de overige alternatieven geldt dat deze zonder maatregelen aan de norm voldoen.

Voor alternatief 1 worden de instellingen van de turbines voor een bepaalde periode gewijzigd ten einde de geluidsbelasting te reduceren en aan de Lden47dB norm te voldoen. In de volgende tabel is het effect van de mitigatie op de dichtstbijzijnde gevoelige objecten opgenomen.

Tabel 11.6 Alternatief 1 met geluidsvoorziening

Toetspunt	Alternatief 1	
	L <sub>night</sub> dB	L <sub>den</sub> dB
1. Woonboot	41	47
32.Kornwerd	28	34

Als gevolg van de geluid reducerende maatregelen (stilstandvoorziening/ terugregelen toerental) voldoen alle toetspunten aan de geluidnormen en scoort alternatief 1 op het aspect 'aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidsnorm wordt overschreden' neutraal. De maatregelen hebben tevens tot gevolg dat het oppervlak van de wettelijke geluidcontour kleiner wordt.

Tabel 11.7 beoordeling geluid na mitigatie

Aspect	Beoordelingscriteria	Alt.1	Alt.2	Alt.3.	Alt.4
Geluid	Aantal woningen van derden waarbij de wettelijke geluidsnorm (47 dB	0	0	0	0

Lden en 41 dB Lnight) wordt overschreden					
--	--	--	--	--	--

De stilstandvoorziening voor het aspect geluid bij alternatief 1 heeft effect op de energieopbrengst van dit alternatief. Het gaat om circa 0,1% opbrengstverlies.

### 11.2.6 Slagschaduw

Alle alternatieven voldoen aan de wettelijke normen voor slagschaduw. Er treedt geen hinder op als gevolg van slagschaduw. Mitigatie voor dit aspect is derhalve niet aan de orde.

### 11.2.7 Veiligheid

#### Externe veiligheid

De alternatieven voldoen aan de adviesafstanden voor aspect externe veiligheid. Een effect op de externe veiligheid is dan ook niet te verwachten. Mitigatie voor dit aspect is niet aan de orde.

#### Nautische veiligheid

De aanvaringskans voor de scheepvaart (beroepsvaart en recreatievaart) is klein. Mitigatie is om die reden niet aan de orde. Om de kans en eventuele effecten nog verder te verkleinen (mitigeren) is het mogelijk bijvoorbeeld adviesafstanden kenbaar te maken op de windturbines, de windturbines te markeren om de zichtbaarheid te vergroten en uitsteeksels aan de turbines zoveel als mogelijk te beperken zodat bij aanvaring de schade wordt beperkt voor het schip. Daarnaast zouden turbines van een aanmeermogelijkheid voorzien kunnen worden om een schip op drift te stoppen en daarmee schade te voorkomen.

Adviesafstanden voor windturbines worden in het Verenigd Koninkrijk gebruikt voor offshore windparken. Tijdens de bouw van een windturbine geldt een adviesafstand (een 'safety zone') van 500 meter en tijdens de exploitatie van 50 meter. Door middel van bebording op de windturbine kan dit kenbaar worden gemaakt.

#### Dijkveiligheid

De aanleg van de windturbines hebben geen gevolgen voor dijkveiligheid. Mitigatie is om die reden bij aanleg en exploitatie van de windturbines niet aan de orde.

Voor de aanleg van het transformatorstation, de aanlanding van kabels op Breezanddijk en het kabeltracé laat de risicoanalyse zien dat de stabiliteit van de Afsluitdijk niet in geding is. Dit geldt voor de aanlegfase, de exploitatiefase en de slooofase. Eventuele risico's zijn beperkt en goed beheersbaar door de randvoorwaarden en mitigerende maatregelen zoals opgenomen in de risicoanalyse in acht te nemen. Voorbeelden hiervan zijn de plaatsing van een kraan op minimaal 10 meter afstand van de waterkant, voldoende afstand tussen de boringen op Breezanddijk voor de aanlanding van de kabels en herstel van de bekleding van de dijk. Een volledig overzicht van potentiële risico's en beheersmaatregelen is opgenomen in bijlage D-15.

Bij het definitieve ontwerp van het transformatorstation, tracering van de kabel en bij uitvoering van de werkzaamheden is dijkveiligheid leidend. Zowel over het ontwerp als over de uitvoering van werkzaamheden vindt afstemming met Rijkswaterstaat plaats.

### 11.2.8 Bodem en water

Gevolgen voor de water en bodem treden alleen op tijdens de aanlegfase en zijn tijdelijk van aard en niet significant. Mitigerende maatregelen zijn om die reden niet vereist. Eventuele gevolgen voor natuur door een lokale tijdelijke vertroebeling van het water tijdens de aanlegfase van de onderdelen van het windpark zijn niet te verwachten.

### 11.2.9 Ruimtegebruik

Mitigatie is vereist voor het aspect radar. Een effectieve mitigerende maatregel is het plaatsen van een steunradar om het verlies aan dekking op te vangen, aangezien dit meerdere initiatieven raakt wordt dit door het Rijk gerealiseerd. Mitigatie van effecten op de laagvliegroute en het schietgebied is niet vereist. Wel wordt er verlichting ten behoeve van de veiligheid van het vliegverkeer aangebracht (zie ook landschap). Voor een eventueel effect op de zichtbaarheid op de omgeving en ten aanzien van de militaire volgradar worden afspraken gemaakt met Defensie.

Het gebruik van de ruimte op de locatie van het windpark door recreanten en de visserij wordt vrijwel niet beperkt. Mitigatie voor het ruimtegebruik van recreanten in technische zin is niet aan de orde. Uit gesprekken met watersportorganisaties komt naar voren dat het creëren van een 'vaardoel', een aanlegmogelijkheid, een verbetering kan zijn omdat het aantal vaardoelen in dit deel van het IJsselmeer minimaal is.

### 11.2.10 Economische effecten

Een negatief economisch effect door de komst van een windpark is niet te verwachten, maar ook niet met zekerheid volledig uit te sluiten. Mitigatie is mogelijk door de mogelijkheden voor de lokale economie te verkennen gerelateerd aan de bouw van het windpark (werknemers, ondersteunende diensten als vergaderruimte, overnachtingslocaties) en de exploitatiefase (onderhoudspersoneel, ondersteunende diensten) en door de lokale toeristische sector te ondersteunen met potentiële aanknopingspunten voor het verbreden van het toeristische aanbod, zoals vergroening, rondvaarten, informatievoorziening, etc.

### 11.2.11 Overzicht mitigerende maatregelen

In de volgende tabel is een overzicht weergegeven van mogelijke mitigerende maatregelen voor effecten die optreden als gevolg van de realisatie van het windpark. De mitigerende maatregelen die onderdeel zijn van het voorkeursalternatief zijn in tabel 12.3 opgenomen.

Tabel 11.8 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Te mitigeren effect	Mitigerende maatregelen
Landschap	Impact op duisternis	Radarsysteem verlichting; verlichting aan bij nabijheid vliegtuig (mogelijk) of intensiteitsaanpassing
	Visuele rust	-toepassen identieke turbines -geen logo's op de gondel/mast
Archeologie	Indien aanwezig: gevolgen voor archeologie	en anders verwijderen onder archeologische begeleiding

Aspect	Te mitigeren effect		Mitigerende maatregelen
Natuur	Vogels	Aanvaring	<i>Shutdown-on-demand</i> stilstandvoorziening
		Verstoring	(werkeiland*)
		Barrièrewerking	Niet aan de orde
	Vleermuizen	Aanvaring	Gerichte verhoging cut in windspeed gedurende periodes en omstandigheden met hoge vleermuisactiviteit en-intensiteit
		Verstoring	Niet aan de orde
	Overige soorten	Verstoring	Slow start heien (onderwatergeluid)
Sterfte		Niet aan de orde	
Geluid	Belasting gevoelige objecten		Geluidsmodus enkele turbine(s) (gericht op Lden 47 en Lnight 41) afhankelijk van bronvermogen turbintype
Nautische veiligheid	Aanvaringsrisico scheepvaart		De turbines voorzien van nautische markering
			De turbines voorzien van een veiligheidsadviesafstand ( <i>safety zone</i> ) (op de turbine/op nautische kaarten)
Ruimtelijk gebruik	Radar	Effect op goede werking	Plaatsen van een steunradar om verlies aan dekking op te vangen
	Laagvliegzone/vliegtuigen	Veiligheid	De turbines voorzien van luchtvaartverlichting
	Schietgebied	Beïnvloeding functie gebied	Turbines buiten het schietgebied plaatsen
Economische effecten	Effect op economie		- Inzet lokale bedrijvigheid en lokaal personeel - Ruimte voor participatie en compensatie

\* het eiland maakt onderdeel uit van het voornemen maar mitigeert een deel van de effecten en is voor de volledigheid derhalve opgenomen in deze tabel.

### 11.3 Cumulatie

Cumulatie van effecten van het voornemen en van andere projecten wordt gewaarborgd door het meenemen van de autonome ontwikkelingen bij de effectbepaling per milieuaspect. Veel van de cumulatieve effecten zijn dus meegenomen in de inhoudelijke onderzoeken en beschreven in de hoofdstukken over de effecten op individuele milieuaspecten in dit milieueffectrapport. In hoofdstuk 2 zijn de autonome ontwikkelingen beschreven waarbij is geconcludeerd dat het Windpark Noordoostpolder met name van belang is voor cumulatieve effecten. Cumulatie is aan de orde voor de aspecten natuur, landschap en scheepvaartveiligheid, dit is hierna kort samengevat. Voor overige aspecten is cumulatie met overige projecten niet aan de orde.

#### *Natuur*

Voor het aspect natuur is in de inhoudelijke onderzoeken al rekening gehouden met cumulatieve effecten van autonome ontwikkelingen. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 5 (zie bijvoorbeeld paragraaf 5.5.3) en bijlage D-9. Rekening is gehouden met cumulatie met



windpark Noordoostpolder, windpark Wieringermeer, de versterking van de Afsluitdijk, de aanleg van de vismigratierivier, staand want visserij, de zandwinning voor de Friese kust van de gemeente Friese Meren, Industriehaven Flevokust en de uitbreiding van luchthaven Lelystad. Uit de effectbeoordeling komt naar voren dat in cumulatie significant negatieve effecten op het behalen van instandhoudingsdoelstellingen voor soorten of de gewenste verbetering of uitbreiding van de kwaliteit van het leefgebied, voor Natura 2000-gebieden met zekerheid zijn uit te sluiten en dat de natuurlijke kenmerken derhalve niet worden aangetast.

Voor de soorten die op grond van de soortenbescherming in het kader van de Flora en Faunawet zijn beschermd is de additionele sterfte als enige van belang. De effecten ten gevolge van windpark Fryslân hebben geen effect op de gunstige staat van instandhouding. De additionele sterfte ten gevolge van windpark Fryslân voor vogels en vleermuizen is (zeer) beperkt ten opzichte van de al bestaande steffe door bijvoorbeeld bestaande windturbines en hoogspanningslijnen. Een effect op de gunstige staat van instandhouding in een breder perspectief is dan ook niet te verwachten. Andere ontwikkelingen zijn dan ook niet relevant in cumulatie.

Gedurende de aanleg vindt verstoring plaats door bouwwerkzaamheden, zoals heien. Potentieel vinden tegelijkertijd de werkzaamheden voor de verbetering van de veiligheid van de Afsluitdijk plaats en de vismigratierivier. De werkzaamheden op de Afsluitdijk hebben naar verwachting echter geen of zeer beperkt en slechts tijdelijk verstrend effect op soorten in het IJsselmeer aangezien deze met name aan de Waddenzee zijde van de Afsluitdijk zijn voorzien. Voor de vismigratierivier geldt dat deze in het IJsselmeer is gelegen en dat verstoring deels gelijke soorten betreft. Deze verstoring is echter lokaal en tijdelijk. Er wordt rekening gehouden met integratie van het werkeiland met de vismigratierivier en het gebruik van het werkeiland tijdens de bouwfase van het windpark. Eventuele verstoring tijdens de aanleg is dan ook reeds meegenomen in de beoordeling. Uiterlijk na oplevering van de helft van de windturbines van het windpark zal het eiland in definitieve vorm opgeleverd en is het eiland inclusief de luwte beschikbaar voor watervogels.

#### *Landschap*

Ook voor het aspect landschap is onderzocht of er cumulatieve effecten optreden met autonome ontwikkelingen. Geconcludeerd wordt dat windpark Noordoostpolder (en Wieringermeer) op voldoende afstand zijn gelegen om interferentie uit te sluiten. De afstand tussen deze windparken is dermate groot dat er onderling geen effect op de waarneembaarheid en beleving van de opstellingen.

#### *Scheepvaartveiligheid*

Voor wat betreft de scheepvaartveiligheid geldt dat enkel windpark Noordoostpolder relevant is. Voor de beroepsvaart geldt dat het risico ten gevolge van windpark Fryslân verwaarloosbaar klein is en derhalve cumulatie niet relevant is. Voor recreatievaart geldt dat de windparken op relatief grote afstand van elkaar liggen. In combinatie neemt het aantal objecten in het gehele IJsselmeer toe. De aanvaringskans voor individuele recreatievaartuigen is met name gerelateerd aan de kans op stuurloos raken/drift en dit wordt niet beïnvloed door de

windturbines. In cumulatie neemt de kans op het niveau van het IJsselmeer op aandrijving toe, echter op niveau van het niveau van de diverse delen van het IJsselmeer niet.

#### *Windpark op de Afsluitdijk*

Het Rijk heeft in de SvWOL aangegeven dat voor de periode na 2020 een mogelijke locatie voor een bijdrage aan doelstellingen voor windenergie in 2023 is gelegen op de Afsluitdijk. Een windpark op de Afsluitdijk is dan ook geen autonome ontwikkeling voor windpark Fryslân aangezien over potentiële windturbines op de Afsluitdijk geen concrete besluitvorming heeft plaatsgevonden en windpark Fryslân naar verwachting reeds is gerealiseerd. Op verzoek van het Rijk is nagegaan of windpark Fryslân een belemmering vormt voor de ontwikkeling van een windpark op de Afsluitdijk. Bijlage D-20 betreft een notitie waarin dit is beoordeeld. Hieruit komt naar voren dat windpark Fryslân geen belemmering vormt voor de ontwikkeling van een windpark op de Afsluitdijk.

## 12 VOORKEURSALTERNATIEF

In de voorgaande hoofdstukken zijn de milieueffecten van de vier alternatieven onderzocht en beoordeeld op basis van de toetsingscriteria voor de verschillende milieueffecten. Ten behoeve van het MER is een ruime marge aangehouden voor de alternatieven om ten behoeve van besluitvorming voldoende inzicht te geven in de verschillen in milieueffecten. Door het aanhouden van een grote range is inzicht verkregen in de maximale mogelijkheden. De uitersten gaan van 47 tot 100 windturbines en van 264 MW tot 400 MW geïnstalleerd vermogen. De eigenschappen van het landschap en de afwezigheid van beperkingen, zoals die op land veelal worden aangetroffen in de vorm van woningen, grondposities, en dergelijke, maakt dat er veel ruimte is. Daar tegenover staat dat, ondanks afwezigheid van beperkingen, er diverse belangen zijn ten aanzien van natuur, landschap en scheepvaart die een effect ondervinden van het initiatief. Het Rijksbeleid voor grote windparken streeft naar concentratie om andere gebieden vrij te kunnen houden van windenergie en het zoeken naar een aanvaardbaar maximum is dan ook wenselijk vanuit dit kader.

In dit hoofdstuk wordt het voorkeursalternatief bepaald. Dit betreft een afweging gebaseerd op de effecten op de omgeving met bedrijfsmatige afwegingen. Het voorkeursalternatief is daarbij geen keuze uit één van de onderzochte alternatieven maar betreft een optimalisatie om negatieve effecten nog verder te beperken en de milieuwinst verder te verhogen.

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- Vergelijking alternatieven
- De aspecten die een rol spelen bij de voorkeursalternatieven;
- de mitigerende maatregelen die noodzakelijk zijn en de mitigerende maatregelen die niet noodzakelijk, maar wenselijk zijn om aanvullende effecten te mitigeren. Deze maatregelen maken onderdeel uit van de voorkeursalternatieven;
- Totstandkoming van de voorkeursalternatieven;
- De voorkeursalternatieven zelf.

### 12.1 Vergelijking alternatieven

In het zoekgebied van het initiatief Windpark Fryslân zijn, na een ontwerpproces waarin verschillende alternatieven zijn onderzocht, een viertal inrichtingsalternatieven opgesteld. Deze alternatieven zijn opgesteld op basis van het vastgestelde ontwerpprincipe, uitgaande van twee variabelen, te weten:

- Variatie in MW klasse: 3 - 5 MW en 5 - 8 MW klasse;
- Variatie in opgesteld vermogen: circa 250 MW en 400 MW.

In de volgende tabel zijn de vier alternatieven nogmaals opgenomen. Zoals in hoofdstuk 1 aangegeven is een range van toepassing omdat diverse turbintypen, met verschillende vermogens, beschikbaar zijn binnen een klasse.

Tabel 12.1 Alternatieven

Alternatief	Opgesteld vermogen	Range	Turbineklasse	Aantal turbines
1	264 MW	198-264 MW	4 MW	66
2	400 MW	300-400 MW	4 MW	100
3	282 MW	235-289 MW	6 MW	47
4	390 MW	325-400 MW	6 MW	65

De milieueffecten voor de vier alternatieven zijn onderzocht en beoordeeld op basis van de toetsingscriteria voor de verschillende milieueffecten. Ook mitigerende maatregelen zijn daarbij aan bod gekomen.

De eigenschappen van het landschap en de afwezigheid van beperkingen, zoals die op land veelal worden aangetroffen in de vorm van woningen, grondposities, en dergelijke, maakt dat er veel ruimte is. Het Rijksbeleid voor grote windparken streeft naar concentratie om andere gebieden vrij te kunnen houden van windenergie en het zoeken naar een aanvaardbaar maximum is dan ook wenselijk vanuit dit kader. Daar tegenover staat dat er diverse bestaande belangen zijn, die een groot belang hebben, zoals ook blijkt uit de van toepassing zijnde beleidskaders. Dit betreft met name de aspecten ecologie en landschap. Om een goed beeld te krijgen van de mogelijkheden voor de inrichting van het plangebied en de effecten daarvan is een ruime marge aangehouden bij de ontwikkeling van de inrichtingsalternatieven. De uitersten gaan van 47 tot 100 windturbines en van 264 MW tot 400 MW geïnstalleerd vermogen. Op voorhand kon daarbij niet worden uitgesloten dat aan alle wettelijke normen zou worden voldaan en / of dat effecten aanvaardbaar zijn. Dit laatste is ter beoordeling van het betreffende bevoegde gezag. Het MER laat wel zien dat de alternatieven kunnen voldoen aan de wettelijke normen.

Voor het vergelijken van de alternatieven is gekeken naar de aspecten waarvoor relevante effecten worden verwacht en die onderscheidend zijn voor de alternatieven. Bijvoorbeeld gevolgen op bodem en water treden alleen (lokaal) op tijdens de aanlegfase van het windpark en zijn kortdurend. Het aspect water en bodem is niet onderscheidend voor de vergelijking van de verschillende alternatieven.

### Kader 12.1 Communicerende vaten

Met de realisatie van windenergie wordt een bijdrage geleverd aan het bereiken van de doelstellingen op het gebied van duurzame energie en windenergie. De realisatiedoelstelling van 6.000 MW windenergie in 2020 is daarbij het duidelijkste kader. Rijk en provincies hebben hiertoe afspraken gemaakt. Tussen rijk en provincies is overeengekomen de ruimte voor 6.000 MW eind 2013 ruimtelijk vast te leggen. Het streven naar concentratie en het aanwijzen van een beperkt aantal gebieden voor windenergie door zowel Rijk (SvWOL) als provincies die optelt tot 6.000 MW betekent dat de invulling van locaties met een lager vermogen dan verwacht leidt tot een verschuiving. Dit vermogen dient op een andere locatie, al dan niet reeds aangewezen, te worden ingevuld om de doelstelling te kunnen realiseren.

Dit 'waterbed'-effect leidt ertoe dat de beperking van milieueffecten door het realiseren van minder windturbines op de ene locatie, tot milieueffecten op een alternatieve locatie leidt, waar het vermogen wordt opgevuld. Indien sprake is van een aanvulling op een bestaande locatie, zijn de milieueffecten daarbij waarschijnlijk kleiner (een toevoeging) dan indien het een geheel nieuwe locatie betreft zonder turbines in de huidige situatie. De omvang van de effecten is sterk afhankelijk van het vermogen en het betreffende gebied en niet gerelateerd aan de relatieve afname van milieueffecten ten gevolge van het voornemen.

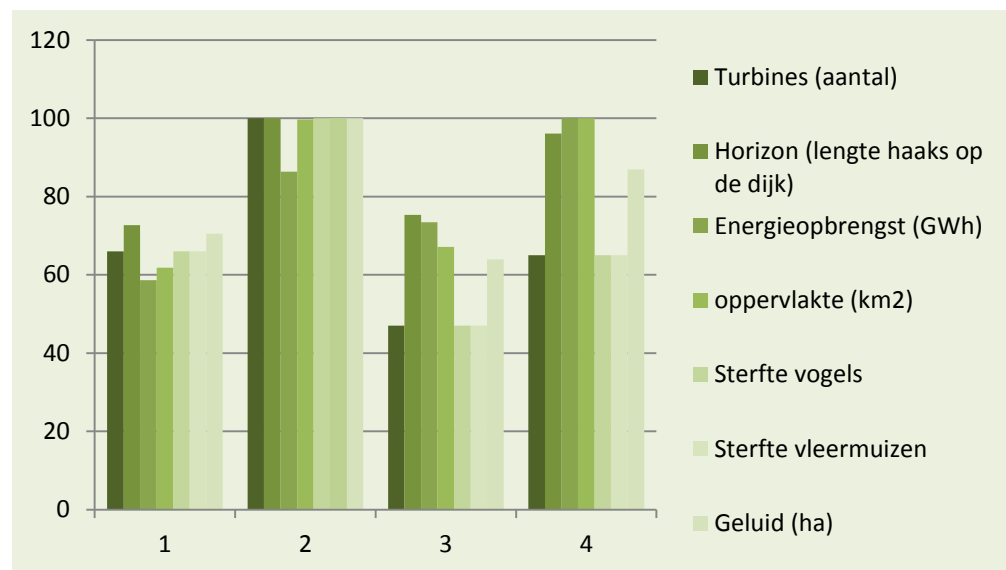
Dit 'waterbed-effect' is geen onderdeel van de afweging voor het onderhavige project. De vergelijking en afweging hebben betrekking op de locatie van het voornemen en de effecten van uitsluitend dit voornemen.

Uit de effectbeoordeling blijkt dat:

- De effecten van een windpark, ongeacht het alternatief, op zichzelf het belangrijkste effect oplevert. Verschillen tussen de effecten van de alternatieven zijn in verhouding tot het 'initiële' effect relatief klein;
- Meer windturbines leidt tot grotere effecten. Verschillende effecten, zoals het aantal verwachte aanvaringsslachtoffers of de verstoring, en de omvang van de geluidscontour, zijn met name verbonden aan het aantal windturbines. Een kleiner aantal windturbines leidt daarmee tot het beperken van de effecten;
- Een groter oppervlakte leidt tot grotere effecten. Voor een aantal effecten, met name ten aanzien van landschap, zijn verbonden aan de omvang van het gebied van de alternatieven. Een groter gebied leidt tot grotere effecten ten aanzien van landschap.

In de volgende figuur zijn de effecten grafisch in één figuur opgenomen, na de figuur is een korte toelichting op de waarden opgenomen.

Figuur 12.1 Vergelijking absolute effecten



De vergelijking is gemaakt door de getallen te normaliseren. De hoogste waarde bij een effect is op 100 gezet en de overige waarden zijn hieraan relatief gemaakt op een schaal van 0-100. Voor landschap is zowel de oppervlakte die de alternatieven innemen als de lengte van het windpark, haaks op de dijk meegenomen. Deze laatste is relevant gezien vanuit het westen of oosten van het windpark aangezien de breedte (west-oost) voor alle alternatieven ongeveer gelijk is. Voor geluid is de waarde op de woonboot in Lden genomen. Voor de woonboot en de geluidsbelasting op het stiltegebied is dit een indicator. Voor de omvang van het gebied dat een geluidsbelasting ondervindt niet. De 6 MW klasse alternatieven zijn op iets grotere afstand van de dijk gelegen om van uit landschappelijk oogpunt niet los te komen van de dijk maar ook de dijk niet te verkleinen.

De grafieken laten zien dat voor het aspect ecologie de 6 MW klasse alternatieven beter scoren. Voor het aspect landschap, beperkt tot de lengte van de opstelling in relatie tot de horizon, het aantal turbines en de oppervlakte waarbinnen de alternatieven zijn voorzien, is dit verschil nagenoeg afwezig en is te zien dat de 6 MW klasse een hogere energieopbrengst realiseren bij een kleiner aantal turbines. Op de horizon en de oppervlakte is er geen verschil, als varianten met een nagenoeg gelijk vermogen worden vergeleken.

Voor het aspect landschap is het verschil tussen de varianten op grond van de waarden die volgen uit het beleidskader beperkter dan de figuren impliceren. Uit de beoordeling voor het aspect landschap komt naar voren dat alternatief 2 enigszins negatiever scoort dan de overige alternatieven en alternatief 4 over het algemeen het minst negatief. Het verschil in de scores is echter beperkt. De achtergrond hiervan is gelegen in het feit dat het belangrijkste effect, het effect zelf is.

- Voor alle alternatieven zijn de effecten op het bestaande landschap en de mogelijkheid om een landmark te realiseren gelijk. Dit is ook mede het gevolg van de uitgebreide voorbereiding van het opstellingsprincipe;
- De effecten op open- en weidsheid en zichtbaarheid verschillen. Het aantal turbines en het oppervlak van het alternatief spelen daarbij een rol. Dit verschil komt met name tot uiting bij

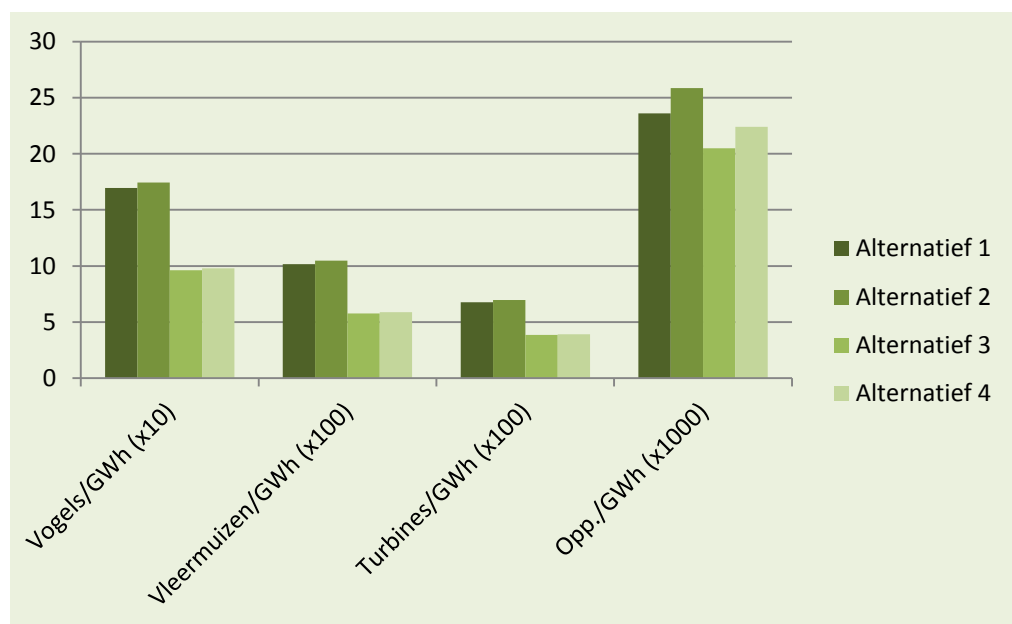
de beleving vanuit de Friese kust en het noordwestelijk deel van het IJsselmeer. Het verschil betreft kortweg een lengteverschil van 5,6 tot 7,7 kilometer met een ander effect op de beleving van de horizon.

### Relatieve effecten

Windparken worden gerealiseerd voor de opwekking van elektriciteit. In zijn algemeenheid geldt dat meer en / of grotere turbines tot meer milieueffecten leiden. Ook de effectvergelijking van de alternatieven laat deze relatie zien. Dit verband is echter niet evenredig. Daarom zijn de effecten ook relatief uitgedrukt ten opzichte van de milieuwinst. Dit is beperkt tot de aspecten ecologie en landschap met als indicatoren vogel- en vleermuisslachtoffers, aantal turbines en oppervlakte van het alternatief. Voor de overige effecten is geconcludeerd dat de effecten zeer beperkt onderscheidend zijn. Figuur 12.2 laat de effecten voor natuur en landschap relatief weergegeven ten opzichte van de milieuwinst zien. Voor de overige effecten wordt een vergelijkbaar beeld als blijkt uit de volgende figuur verwacht.

De figuur laat zien dat de hogere opbrengst per turbine voor de 6 MW klasse in relatieve zin tot kleinere negatieve milieueffecten leidt per eenheid energieproductie. Daarbij is geen rekening gehouden met het effect van mitigatie op de aantallen vogel- en vleermuisslachtoffers. Mitigatie leidt tot een kleiner effect waar door de effecten bij elkaar komen te liggen. De mitigatie zal echter niet tot een verandering van de positie van de alternatieven leiden.

Figuur 12.2 Relatieve effecten varianten\*



\*Voor een overzichtelijke weergave in de figuur zijn de resultaten met 10 of 100 weergegeven.

### 12.1.1 Conclusie alternatieven vergelijking

Uit het vergelijken van de absolute effecten komt naar voren dat alternatieven 2 en 4 de grootste milieuwinst in de vorm van duurzame energie opleveren. Voor alternatief 4 geldt daarbij dat dit gepaard gaat met hetzelfde aantal windturbines als alternatief 1, waardoor de negatieve



milieueffecten enigszins kleiner zijn dan het alternatief van 400 MW met 4 MW klasse turbines (alternatief 2).

Alternatief 3 (282 MW met 6 MW klasse turbines) kent in absolute zin de minste negatieve milieueffecten. Dit alternatief bestaat uit het kleinste aantal windturbines en heeft een vergelijkbare omvang en lengte als de variant met het kleinste aantal windturbines in de 4 MW klasse. Alternatief 2 kent enigszins grotere negatieve milieueffecten en alternatieven 1 en 4 liggen tussen alternatieven 2 en 3 in.

In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat de windturbines in de 6 MW klasse tot de minste negatieve en de grootste positieve milieueffecten leiden. De achtergrond hiervan is gelegen in een kleiner aantal windturbines en een hogere energieproductie per windturbines. De negatieve effecten nemen niet of nauwelijks toe met een grotere windturbine, terwijl de positieve effecten, de milieuwinst, wel toenemen. Dit maakt ook dat het beschouwen van nog kleinere windturbines (2 - 3 MW) geen meerwaarde heeft. Met een gelijk aantal windturbines veranderen de negatieve milieueffecten niet maar nemen de positieve milieueffecten sterk af. Om eenzelfde totaal geïnstalleerd vermogen te kunnen bereiken, is een groter aantal windturbines vereist met grotere negatieve milieueffecten. Het zoekgebied is hiervoor waarschijnlijk te beperkt in omvang.

Tabel 12.3 Vergelijking alternatieven

Aspect	Vergelijking alternatieven
Hinder/geluid	Voor alle alternatieven geldt dat voldaan kan worden aan de geluidsnormen en dat de geluidsbelasting in het stiltegebied van de Waddenzee zeer beperkt is. De 6 MW klasse alternatieven leiden tot een lager geluidsniveau bij Breezanddijk en in het stiltegebied. Dit ten gevolge van minder windturbines en een (iets) grotere afstand tot de Afsluitdijk.
Energie	Alternatieven 2 en 4 leiden tot de grootste energieopbrengst en daarmee milieuwinst. De 6 MW klasse levert in relatieve zin, vanuit het aantal windturbines, de grootste milieuwinst op
Nautische veiligheid	Voor alle alternatieven geldt een laag aanvaringsrisico voor de beroepsvaart en een gelijkwaardig aandrijfrisico voor de recreatievaart. In absolute zin kennen alternatieven 2 en 4 tot een minder gering risico op grond van het groter oppervlak en daarmee een kleinere afstand tot de vaargeul.
Ecologie	Het initiatief betreft een natuur inclusief ontwerp. Voor alle alternatieven geldt dat mitigatie is vereist vanwege effecten op Natura 2000- soorten waarvan de omvang van de populatie lager is dan het instandhoudingsdoel, voor een deel is sprake van een verbeterdoelstelling. De effecten zijn vervolgens, ongeacht de mitigatie, grotendeels verbonden aan het aantal windturbines. In relatieve zin zijn de effecten derhalve kleiner voor de 6 MW klasse dan de 4 MW klasse aangezien de energieproductie per turbine hoger is met een nagenoeg gelijk effect per turbine.
Landschap	De verschillen in effecten tussen de alternatieven zijn beperkt. Het grootste verschil betreft het aantal turbines en de oppervlakte waarbinnen de turbines worden gerealiseerd. Dit leidt tot verschillen in de effectbeoordeling. Deze verschillen zijn klein.

Op grond van voorgaande, en zonder weging van effecten, scoren overall de alternatieven in de 6 MW klasse beter dan de 4 MW klasse (dus alternatieven 3 en 4 scoren beter dan 1 en 2), en alternatieve met minder turbines scoren beter dan met meer turbines (dus alternatieven 1 en 3 scoren beter dan 2 en 4).

## 12.2 Optimalisatie

In de hoofdstukken over de milieueffecten van het windpark is ook ingegaan op de mogelijkheden voor optimalisatie en/of mitigatie, zoals in hoofdstuk 11 ook samengevat is weergegeven. Vanuit de aspecten energie, landschap en natuur zijn drie scenario's opgesteld en tevens onderzocht die de energieopbrengst vergroten maar effecten op de omgeving tevens beperken. De scenario's voor de optimalisaties zijn in hoofdstuk 1 toegelicht. Uit de effectbeoordeling komt naar voren dat, gegeven de locatie van het windpark, het aantal windturbines en de opstelling bepalend is voor de omvang van de effecten. De alternatieven met de grootste effecten zijn de alternatieven met het grootste aantal windturbines (alternatieven 2 en 4).

Voor alternatief 2, de kleinere MW klasse, komt naar voren uit de vergelijking dat door het kleinere opgesteld vermogen in relatieve zin de effecten op de omgeving groter zijn dan de effecten van de grote MW klasse. Door het aantal windturbines aan te passen, de opstelling te optimaliseren om het parkeffect te reduceren en het effect van een enigszins grotere rotor te onderzoeken kan naar voren komen of de relatieve effecten kunnen worden beperkt en de milieuwinst te vergroten. Voor alternatief 4, de grotere MW klasse, is geen mogelijkheid voor het aanpassen van de turbine echter aantal en positie wel.

Vanuit de beoordeling van milieueffecten in voorgaande hoofdstukken is duidelijk dat voor alternatieven 2 en 4 er een aantal aandachtspunten is die een rol spelen bij de optimalisatie. Deze zijn in tabel 12.1 samengevat. Als voorwaarde voor optimalisatie is gehanteerd dat dit moet leiden tot uitvoerbare scenario's.

Tabel 12.2 Samenvatting optimalisatie

Aspect	Doel	Mogelijkheid optimalisatie
Energieopbrengst	Maximaliseren elektriciteitsopbrengst	Vergroten tussenafstanden (beperken parkeffecten)
		Toepassen windturbine met een hoger geïnstalleerd vermogen (binnen hoogtebeperking i.v.m. de laagvliegroute)
		Toepassen van een windturbine met een hogere productie, dit kan door een grotere rotor (NB dit is vanwege de hoogtebeperking i.v.m. de laagvliegroute niet mogelijk voor de 6 MW klasse).
Landschap	Beperken impact windpark	Beperken aantal windturbines en / of beperken oppervlakte windpark
	Verminderen horizonbeslag vanaf recreatiegebied bij Makkum (Holle Poarte)	Laten vervallen van de, gezien vanaf Holle Poarte, buitenste turbines. Hierdoor neemt de 'breedte' van de opstelling binnen het blikveld van de waarnemer vanaf dit zichtpunt af.
Natuur	Minimaliseren aanvaringssslachtoffers	Beperken aantal windturbines

Uit de effectbeschrijving van de scenario's komt naar voren dat voornamelijk scenario A een verbetering oplevert. Per windturbine wordt een hogere energieproductie van circa 2% gerealiseerd terwijl de negatieve milieueffecten gelijk blijven of afnemen. De relatieve milieueffecten blijven daarmee tevens gelijk of nemen af en dit is een verbetering ten opzichte

van de basis van alternatief 2. Voor scenario B en C is het effect van de optimalisatie voornamelijk beperkt tot de gewenste landschappelijke optimalisatie. De energetische winst is beperkt; het parkeffect is voor deze klasse op zich reeds kleiner, en de negatieve milieueffecten blijven min of meer gelijk, wat conform verwachting is aangezien het aantal windturbines nagenoeg gelijk blijft.

### 12.3 Selectie voorkeursalternatief

Op grond van de resultaten van het MER en de uitgevoerde aanpassingen in de opstelling om de milieuprestaties te verbeteren kan een keuze voor een VKA worden gemaakt.

Voor het maken van de keuze van een voorkeursalternatief is van belang dat rekening wordt gehouden met:

1. De uitkomsten van de onderzoeken in het m.e.r.;
2. De gewenste bijdrage aan de doelstellingen voor windenergie;
3. Het beleid gericht op een zo kosten efficiënte realisatie van duurzame energieprojecten.

#### *Uitkomsten m.e.r.*

De onderzoeken wijzen uit dat alle onderzochte opties uitvoerbaar en realistisch zijn. Zoals aangegeven leiden de uitkomsten van de onderzoeken in het m.e.r. tot de conclusie dat de belangrijkste effecten voortkomen uit de ingreep zelf. Het Rijksbeleid is gericht op concentratie om effecten op landschap te beperken en voor behoud van de afwisseling van Nederlandse landschappen. Een zo groot mogelijk vermogen op de locatie van het windpark sluit hier dan ook bij aan.

#### *Bijdrage doelstellingen*

Het opgesteld vermogen varieert tussen de 250 MW en 400 MW en draagt daarbij significant bij aan zowel de provinciale als de nationale doelstellingen. Gezien de beleidsontwikkeling in Friesland, waarbij gekozen is voor realisatie van 316 MW in het IJsselmeer en circa 36 MW op land in aanvulling op het bestaande opgestelde vermogen in Friesland, is een vermogen van meer dan 300 MW zinvol.

#### *Kosten-efficiëntie*

Vanuit het oogpunt van kosten-efficiëntie wordt ernaar gestreefd bij de realisatie van duurzame energieopwekking om tegen zo beperkt mogelijke kosten een zo hoog mogelijke bijdrage aan de duurzame energie doelstellingen te leveren. Het verschil tussen de alternatieven is onder meer gelegen in de toepassing van “kleine” (klein is een relatief begrip in dit verband; het betreft moderne turbines die tegen een redelijke kosten geleverd kunnen worden) of grote (minder ver ontwikkelde, minder verkrijgbare en daardoor relatief dure) klasse windturbines. Vanuit het oogpunt van kosten-efficiëntie is de huidige generatie windturbines, de 3 - 4 MW klasse, aantrekkelijker omdat deze lagere aanschafkosten kennen en een kleiner risicoprofiel. Een zo groot mogelijk totaal opgesteld vermogen, evenals een grote ashoogte en rotordiameter is daarbij tevens relevant aangezien de vaste kosten, zoals de netaansluiting, slechts beperkt gerelateerd zijn aan het aantal of de klasse windturbines.

### Keuze voorkeursalternatief

Op grond van het voorgaande is een geoptimaliseerd alternatief, waarbij mitigerende maatregelen zijn getroffen om de milieuprestaties verder te verbeteren, uitgaande van de huidige generatie windturbines en een vermogen van circa 316 MW het voorkeursalternatief voor de locatie IJsselmeer-Noord, zoals aangewezen in de SWOL. Dit betreft een opstelling met 89 windturbines in de kleine klasse windturbines. Qua vermogen komt dit gezien de gangbare windturbintypes die beschikbaar zijn uit op een bandbreedte rond circa 316 MW. Voor een optimalisatie van de energieopbrengst is een hogere as (120 meter) en een grotere rotor (130 meter) wenselijk. Het VKA bestaat derhalve uit scenario A met een maximale ashoogte van 120 met er en een maximale rotordiameter van 130 meter.

Onderdeel van het voorkeursalternatief is de aanleg en instandhouding van het werkeiland, welke door middel van een natuurinclusief ontwerp in de exploitatiefase een ecologische functie heeft.

Onderdeel van het voorkeursalternatief zijn aanvullend de mitigerende maatregelen die in tabel 12.3 zijn opgenomen.

Tabel 12.3 Mitigerende maatregelen onderdeel van het voorkeursalternatief

Aspect	Te mitigeren effect		Mitigerende maatregelen
Landschap	Impact op duisternis		Radarsysteem verlichting; verlichting aan bij nabijheid vliegtuig (mogelijk) of intensiteitsaanpassing verlichting
	Visuele rust		-toepassen vergelijkbare turbines -geen logo's op de gondel/mast
Archeologie	Indien aanwezig: gevolgen voor archeologie		Waar mogelijk behoud in situ (aanpassen kabeltracé en/of posities turbines) en anders verwijderen onder archeologische begeleiding
Natuur	Vogels	Aanvaring	<i>Shutdown-on-demand</i> stilstandvoorziening
		Verstoring	Eiland
	Overige soorten	Verstoring	Slow start heien (onderwatergeluid)
		Sterfte	Niet aan de orde
Geluid	Belasting geluidsgevoelige objecten		Geluidsmodus enkele turbine(s) (gericht op Lden 47 en Lnight 41) afhankelijk van bronvermogen turbintype
Nautische veiligheid	Aanvaringsrisico scheepvaart		De turbines voorzien van nautische markering
			De turbines voorzien van een veiligheidsadviesafstand ( <i>safety zone</i> ) (op de turbine)
Ruimtelijk gebruik	Radar	Effect op goede werking	Plaatsen van een steunradar om verlies aan dekking op te vangen door Rijk
	Laagvliegzone/vliegtuigen	Veiligheid	Een deel van de turbines voorzien van luchtvaartverlichting

Aspect	Te mitigeren effect		Mitigerende maatregelen
	Schietgebied	Beïnvloeding functie gebied	Turbines buiten het schietgebied plaatsen (reeds in positie windturbines verwerkt)
Economische effecten	Effect op economie		- Inzet lokale bedrijvigheid en lokaal personeel stimuleren - Ruimte voor participatie en compensatie

## 13 LEEMTE IN KENNIS EN MONITORING

### 13.1 Leemte in kennis

In deze paragraaf is aangegeven welke informatie bij het opstellen van het MER niet beschikbaar was en welke betekenis dit heeft voor de beschrijving van de milieueffecten. Het doel hiervan is om aan te geven in hoeverre ontbrekende of onvolledige informatie van invloed is op de voorspelling van milieugevolgen en op de hieruit gemaakte keuzes. Uit onderstaande blijkt dat er geen relevante leemten in kennis zijn die relevant is voor de beschikbare milieuinformatie voor besluitvorming.

- De effectbeoordeling voor vogels en vleermuizen is gebaseerd op de meest recente inzichten en een aantal aannames om de effecten van de windturbines zo accuraat mogelijk in te schatten. Omdat er gewerkt is met *worst case* en/of conservatieve aannames en uitgangspunten is de informatie in het MER voor dit aspect voldoende voor de besluitvorming.
- Voor de bepaling van effecten van windturbines op archeologie zijn exacte gegevens benodigd van de ligging van eventuele waarden. Veelal is echter alleen een archeologische verwachting uit te spreken over bepaalde gebieden voldoende. Voor die gebieden waar de verwachting bestaat dat er archeologische waarden aangetast kunnen worden door realisatie van het windpark, zal vervolgonderzoek moeten uitwijzen of maatregelen genomen moeten worden. In elk geval kan opgemerkt worden dat windturbines geplaatst kunnen worden, door bijvoorbeeld archeologische begeleiding van de werkzaamheden, hetgeen in potentie tot een kostenverhoging leidt indien verschuiving van windturbines niet mogelijk is. Dit heeft naar verwachting geen invloed op de besluitvorming.
- De gevolgen op de Afsluitdijk door de bouw van het transformatorstation zijn bepaald aan de hand van conservatieve aannames en op basis van beschikbaar grondonderzoek uit de nabije omgeving. De analyse geeft hierdoor zicht op de maximaal te verwachten effecten voor de waterkering. Ook komt een aantal randvoorwaarden uit de analyse naar voren (zoals een minimale afstand tot het dijklichaam). Deze randvoorwaarden worden in acht genomen bij het definitieve ontwerp van het transformatorstation. Voor aanleg van het transformatorgebouw wordt grondonderzoek op locatie uitgevoerd, ook deze resultaten worden betrokken bij het definitieve ontwerp van het transformatorstation. Omdat er gewerkt is met *worst-case* aannames en omdat eventuele risico's goed beheersbaar zijn met maatregelen is de verwachting dat dit geen gevolgen heeft voor de besluitvorming.
- Bij het opstellen van dit MER is niet bekend welk type windturbine uiteindelijk zal worden geplaatst.<sup>91</sup> Dat is de reden dat voor de effectbepaling uitgegaan is van twee klassen van windturbines die onderscheidend zijn en over het algemeen *worstcase* zijn. De milieueffecten van de later te kiezen windturbine vallen dan binnen de reikwijdte van dit MER, mits aan de uitgangspunten van de windturbineklasse wordt voldaan. Omdat regelmatig nieuwe windturbines op de markt komen, met verschillende ashoogten, rotordiameters en vermogens, is het voorstelbaar dat er ook windturbines op de markt komen die beperkt afwijken van de uitgangspunten van de klassen in dit MER. Hierbij zal

<sup>91</sup> De uiteindelijke keuze voor een windturbintype wordt in het algemeen pas na vergunningverlening gemaakt. Daarom zijn in de vergunningaanvraag verschillende typen windturbines opgenomen. De kenmerken / specificaties van de referentieturbine uit dit MER vormen daarbij een leidraad voor de selectie van de windturbintypen waarvoor de vergunningen worden aangevraagd.

dan bij de vergunningaanvraag aangetoond dienen te worden in hoeverre de effecten afwijken van hetgeen is beschreven in dit MER. Praktisch gezien zal dit niet of nauwelijks leiden tot andere effecten en kunnen conclusies in dit MER gehandhaafd blijven. Daar waar relevant zijn effecten namelijk worstcase ingeschat (zoals het hanteren van de windturbine met de grootste afmetingen in de klasse en het hoogste brongeluid).

- In dit MER is voor de effectbeoordeling uitgegaan van een bandbreedte van in principe 30 meter voor de exacte onderzochte turbineposities. Deze bandbreedte is gewenst omdat uit grondonderzoek en/ of het archeologische opwateronderzoek kan blijken dat het wenselijk is om een positie te verplaatsen. Dat betekent dat indien turbines tot 30 meter verschoven worden ten opzichte van de posities waar dit MER vanuit gaat, milieueffecten in het algemeen vergelijkbaar zijn. Een kleine verschuiving van één of enkele turbines zal geen gevolgen voor de effectbeschrijving van het gehele windpark hebben, (zeer) lokaal kan dit mogelijk wel een kleine verandering geven, het kan hier zowel om een verbetering als een verslechtering gaan. Daar waar dit van toepassing is zal het inpassingsplan dan wel de aanvraag voor de vergunning hier op ingaan. De milieuaspecten waar deze 30 meter niet zomaar als bandbreedte aangehouden kan worden zijn:
  - Geluid: turbines kunnen 30 meter verschuiven, waardoor de geluidbelasting beperkt kan wijzigen. Waar het gaat om woningen waarop de geluidnorm nét niet wordt overschreden, dient mogelijk één of enkele windturbines bij verschuiving richting deze woningen ook meer teruggeregeld te worden om alsnog aan de geluidnorm te kunnen voldoen. Overigens is het turbinetype ook bepalend voor de geluidbelasting en is in dit MER uitgegaan van turbines met een relatief hoge geluidproductie, zodat effecten niet kunnen worden onderschat;
  - Slagschaduw: met 30 meter verschuiving kan de slagschaduw op woningen van derden wijzigen. Waar het gaat om overschrijdingen van de norm voor slagschaduw bij woningen van derden, dient mogelijk één of enkele windturbines dan ook mogelijk vaker stil worden gezet om alsnog aan de norm te kunnen voldoen. Overigens is het turbinetype ook bepalend voor de slagschaduwduur en is in dit MER uitgegaan van de maximale ashoogte en rotordiameter, zodat effecten niet kunnen worden onderschat;
  - Ecologie: een verschuiving van 30 meter is verwaarloosbaar voor het effect op aanvaringslachtoffers of vleermuizen. Daarbij speelt mee dat de turbines niet dicht naar de dijk kunnen verschuiven. Een minimale onderlinge afstand van 600 meter wordt gerespecteerd om verstoring te beperken.
  - Scheepvaartveiligheid: turbines kunnen 30 meter schuiven waardoor deze dicht op de vaargeul zijn gelegen. Het verschuiven richting de vaargeul is alleen relevant voor de turbines die het dichtst bij de vaargeul zijn gelegen. Voor de alternatieven geldt dat er minimaal 200 meter afstand tot de vaargeul wordt aangehouden. Bij een verschuiving van 30 meter wordt dit 170 meter, een afstand waarop er geen significante gevolgen voor het aanvaringsrisico optreedt. Verslechtering kan overigens worden voorkomen door voor de betreffende turbines geen schuifruimte richting de vaargeul te bieden;
  - Schietgebied: met het verschuiven van 30 meter treedt er wiekoverslag over het schietgebied van Defensie op. Voor de turbines waarop dit van toepassing is, geldt dat deze niet dusdanig dicht richting het schietgebied mogen schuiven, dat wiekoverslag over het schietgebied optreedt.



## 13.2 Evaluatie en monitoring

Het bevoegd gezag is op basis van artikel 7.39 van de Wet milieubeheer verplicht een evaluatieprogramma op te stellen. Bij het besluit over het voornemen moet zij bepalen hoe en op welk moment de effecten op het milieu zullen worden geëvalueerd. Een dergelijk programma heeft als doel om de voorspelde effecten te kunnen vergelijken met de daadwerkelijk optredende effecten indien daar aanleiding voor bestaat. Want als er geen aanleiding bestaat om effecten uitgebreid te evalueren (bijvoorbeeld door allerlei effecten te monitoren), dan is een evaluatie (met bijbehorend monitoringsprogramma) vooral duur en biedt geen nieuwe inzichten. Monitoring en evaluatie is alleen aan te bevelen indien mogelijk grote negatieve effecten zijn te verwachten. De opzet voor een evaluatieprogramma kan gebaseerd worden op de hiervoor geconstateerde leemten in kennis. Wanneer de daadwerkelijke effecten sterk afwijken van de voorspelde, kan het evaluatieprogramma voor het bevoegd gezag aanleiding geven om effecten te (laten) reduceren of ongedaan te maken. Hierbij dient eveneens te worden opgemerkt dat het bevoegd gezag bij het verstrekken van een vergunning een monitoringsplicht kan opnemen. Op voorhand bestaat er vanuit het MER voor de meeste aspecten geen aanleiding voor evaluatie of monitoring.

De volgende evaluatie of monitoring is aan te bevelen:

- Voorkomen in aantal, periode, vlieghoogte en omstandigheden van vogels en vleermuizen om conservatieve uitgangspunten te verifiëren en vervolgens de voorgestelde maatregelen (de stilstandvoorziening) te kunnen optimaliseren;
- Ontwikkeling natuurwaarden bij de natuurvoorziening;
- Bij werkzaamheden aan het dijklichaam waaronder graaf- en/of heiwerkzaamheden voor de aanleg van het transformatorstation, boringen voor de aanlanding van de kabels op Breezanddijk en de aanleg van de ontsluitingskabels in de primaire waterkering kan als aanvullende borging voor de standzekerheid van de Afsluitdijk gebruik worden gemaakt van trillingsmetingen en hoogfrequentiewaterspanningsmeters om de stabiliteit te bewaken (monitoring). Met hoogtemetingen van de terrein kan worden nagegaan of heiwerkzaamheden tot lokale maaiveldzakkingen leiden. Ondanks dat bij de aanleg van de kabels en leidingen zowel evenwijdig aan de waterkering als van en naar de locatie van het transformatorstation de waterkerende functie van de ondergrond behouden blijft, kan met handsonderingen voorafgaand aan en nadien de aanleg van de kabel de grondconditie gecontroleerd worden.