715082
22 mei 2016

MER KAVEL I WINDENERGIEGEBIED HOLLANDSE KUST (ZUID)

Ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu

Definitief

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

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

Documenttitel	MER Kavel I Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)
Soort document	Definitief
Datum	22 mei 2016
Projectnummer	715082
Opdrachtgever	Ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu
Auteur	Sergej van de Bilt, Maarten Jaspers Faijer en Eric Arends, Pondera Consult
Vrijgave	Joost Spanjer, Aveco de Bondt

SUMMARY

1. Introduction

The Netherlands has formulated ambitious objectives for realising the generation of sustainable, renewable energy with wind energy playing a prominent role. In addition to onshore wind energy, concrete objectives are formulated for offshore wind energy. These objectives have been revised and elaborated in the Energy Agreement for Sustainable Growth (SER, Energy Agreement, 2013). A choice has been made to achieve these objectives using a new issuance system. The Offshore Wind Energy Bill has entered into force to this end, which gives the State the option of issuing sites for the development of offshore wind farms. A wind farm site decision stipulates where and under what conditions a wind farm may be constructed and operated. A permit is granted after a wind farm site decision is made. Only the permit holder has the right to construct and operate a wind farm at the site location. The Water Directive contains general regulations on offshore wind energy.

The Minister of Economic Affairs (in coordination with the Minister of Infrastructure and the Environment) is responsible for issuing sites and, for that purpose, drafts an environmental impact assessment (EIA) for each wind farm site decision. This document relates to the EIA for site I in the wind farm zone of Dutch Coast (south). The EIA describes the environmental impact of the construction, operation and decommissioning of wind turbines at that site.

The wind turbines installed in the Dutch Coast (south) wind farm zone must be connected to the high-voltage grid. TenneT is responsible for providing this connection. This comprises two platforms in the Dutch Coast (south) wind farm zone, the cables from these platforms to and over land, and the connection to the high-voltage grid on land. For the offshore grid, TenneT will carry out a separate procedure including an environmental impact assessment (EIA).

This summary addresses the following:

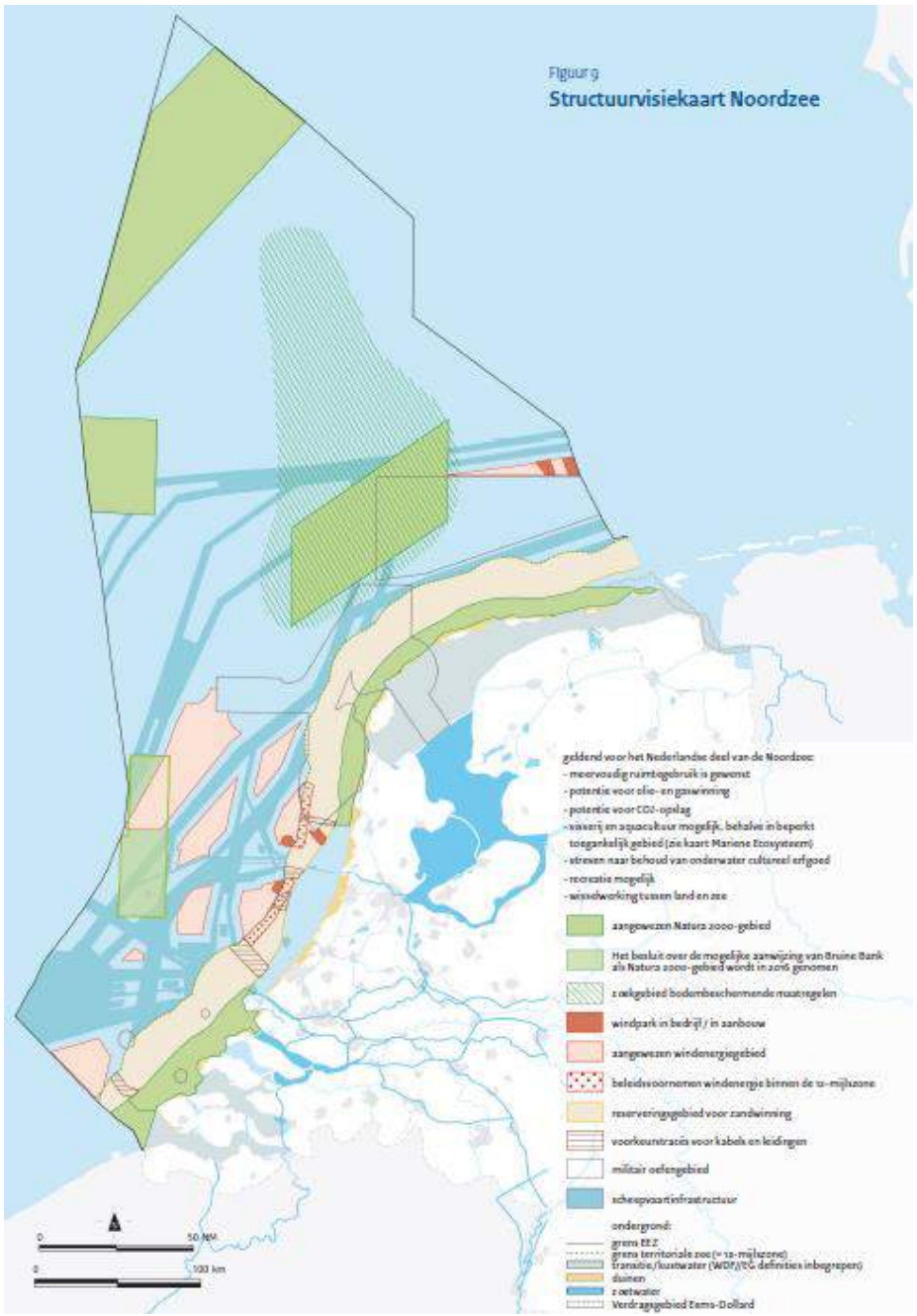
- The policy context and the reason for the site decisions to be taken;
- The choice of location for the Dutch Coast (south) wind farm zone;
- The division of the Dutch Coast (south) wind farm zone;
- The impact assessment method;
- The result of the impact assessment;
- The considerations;
- Any gaps in knowledge and information;
- Monitoring and evaluation;

2. Policy context and cause for wind farm site decisions

Four zones have been designated for the development of offshore wind power generation. See also the following figure:

- Borssele;
- IJmuiden Ver;
- Dutch Coast;
- To the North of the Wadden Islands.

Figure S1 Wind energy zones (from: National Water Plan 2016-2021)



On 26 September 2014, the Minister of Economic Affairs and Minister of Infrastructure and the Environment sent a letter to the Lower and Upper House presenting the roadmap to promptly achieve the objective for offshore wind energy, as agreed in the Energy Agreement (Parliamentary Papers I/II, 2014-15, 33 561, A/no. 11 (reprint)). The letter discusses the offshore grid (previously known as the offshore transmission system), the new system for generating offshore wind power, and the wind farm zones.

The Government concludes that a coordinated grid connection of offshore wind farms leads to less public spending and less impact on the environment. The starting point for the roadmap is that the task of generating offshore wind power can be realised in the most cost-effective manner by means of an offshore grid. This offshore grid is based on standard platforms where a wind power capacity of 700 MW can be connected per platform. Wind turbines within the wind farms can be connected directly to the platform. On the basis of the Electricity Act 1998, TenneT may now be appointed as the offshore grid operator.

The following table shows the timetable for the development of offshore wind power taken from the roadmap.

Year	Timetable (MW)	Roadmap zones
2015[1]	700	*Borssele*
2016	700	*Borssele*
2017	700	*Dutch Coast (south)*
2018	700	*Dutch Coast (south)*
2019	700	*Dutch Coast (north)*

3. Location choice

The National Structural Vision for Offshore Wind Energy (see annex Parliamentary Papers I/II, 2014-15, 33 561, A/no. 11 (reprint)) investigates whether the Dutch Coast (south) wind farm zone is suitable for generating wind power. This structural vision explores the effects of wind energy in the Dutch Coast (south) zone in detail in terms of ecology, maritime safety, other uses (oil and gas, fisheries, sand extraction, etc.), geology and hydrology, landscape (visibility), and cultural history and archaeology. It also examines suitability in relation to the other designated wind farm zones (IJmuiden Ver, Dutch Coast, To the north of the Wadden Islands and Borssele). The EIA for the Borssele wind farm zone sites makes a broad comparison between the zones, which is included as annex 2. A closer examination of the suitability of the Dutch Coast (south) zone for wind energy is therefore not required for this EIA.

The letter of 26 September 2014 also discusses a study into the sustainability of developing wind power in five zones situated 3 nautical miles (NM) from the coast. None of these five zones under study deemed wind power generation infeasible. However, in order to address concerns and ensure cost effectiveness, the Government sought to keep the use of the 12-mile zone to a minimum by only partially using two of the five zones studied. By connecting to a narrow strip between 10 and 12 NM in the Dutch Coast zones outside of the 12-mile zone, 1400

[1] January 2016

MW can be generated for the coast of South Holland and 700 MW for the coast of North Holland.

The various wind farm zones all entail both significant adverse effects (birds and marine mammals without any mitigating measures) and minor adverse effects. The differences between the zones in that respect are limited. The Dutch Coast wind farm zone is the cheapest to develop. If the zone can be extended to 10 NM from the coast, there is much more relatively cheap wind energy to be harnessed. This wind farm zone (more so than the other zones) does however have an impact on visibility, maritime safety, oil and gas extraction, and fisheries. As a follow-up to the EIA, special attention should be paid to those effects on the basis of this analysis.

4. Division

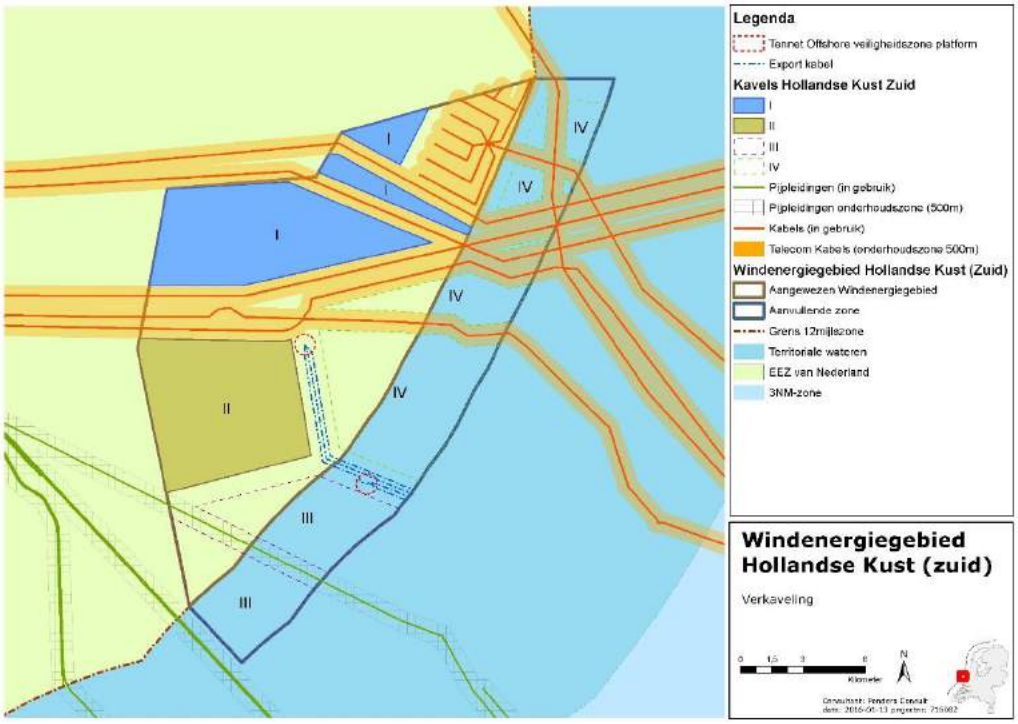
If the Dutch Coast (south) wind farm zone is expanded by a strip between 10 and 12 NM from the coast, there will be enough room for four sites. Due to the size of the TenneT offshore platforms envisaged, each with a capacity of around 700 MW, and the total available surface area (356 km^2), it is proposed to divide the zone into four sub-zones, each of which can be connected to these offshore platforms in twos. The four sub-zones together thus provide capacity for around 1400 MW. The zone beyond 12 NM already identified provides enough space for two sites.

The proposed division is initially created by mapping obstacles that prevent wind turbines from being sited there and any existing cables or pipes in the zone. In figure S2, the Dutch Coast (south) wind farm zone is marked with existing obstacles. The division is then made on the basis of the following:

- No cables or pipes through multiple sites;
- Cables between turbines and the platform (inter-array cables) are to be as short as possible. For the cable route from the platforms to the coast, another shorter route is envisaged than the route through the preferred zone for cables and pipes from the National Water Plan 2, as it would be more cost effective.
- The area to the west and south of the wind farm zone is exposed to wind from the more eastern or north-eastern zones. Sites less exposed to the wind are therefore bigger in order to have a greater distance between the wind turbines.

Based on the foregoing, the zone is distributed as highlighted in figure S2.

Figure S2 Proposed division of the Dutch Coast (south) wind farm zone



Firstly, the procedure for the two sites beyond 12 NM will be initiated (site I and II in figure 3.1). If the National Structural Vision for Offshore Wind Energy – Dutch Coast supplement is established as intended, the procedure for the two sites partially lying within 12 NM (site III and IV) will be initiated. In order to connect the sites in twos to the TenneT offshore platforms over time, they must be positioned close together. The combinations of wind farm sites I and II and wind farm sites III and IV are therefore the most obvious.

Sites III and IV lie partially between 10 and 12 NM away. This area has yet to be designated for the development of wind power. Sites III and IV depend on the partial revision of the National Water Plan 2 (NWP2) and National Structural Vision for Offshore Wind Energy – Dutch Coast supplement. This plan offers the option of developing wind power between 10 and 12 NM off the Dutch Coast. The revision of the NWP2 is expected to be completed by mid-June 2016. If the area between 10 and 12 NM is not designated, this may have an impact on the location, size and development of sites I and II. It has been decided not to consider that scenario in this EIA, but to draft a new EIA if the area between 10 and 12 NM is not designated.

In the letter of 19 May 2015 (Parliamentary Papers II, 2014-15, 33 561, no. 19), the Minister of Economic Affairs indicated that allowing up to 380 MW per site may offer economies of scale and optimal usage, on the understanding however that a maximum connection and transmission capacity is guaranteed for 350 MW per site. These benefits may result in lower costs per kWh. For those reasons, a total of 380 MW is assumed for each site (so that the effects are not underestimated).

5. Impact assessment method

Bandwidth

An EIA assesses alternatives to an activity by examining their effects and comparing them. An alternative is a possible way in which the proposed activity, in this case power generation with wind turbines, can be realised considering the purpose of this activity. In this EIA, alternatives for two areas, each with one wind farm, were examined (two so-called 'wind farm sites'). The alternatives are based on a bandwidth for various wind turbine set-ups and types that are possible within such a wind farm site.

The wind farm sites within the Dutch Coast (south) wind farm zone are therefore issued with the option for the wind farm developer to do this at its own discretion. The bandwidth that must be adhered to is recorded in the wind farm site decision.

Bandwidth

By issuing wind farm sites in which various wind turbine set-ups and types and foundation methods are possible, within a certain bandwidth, a flexible design of the wind farm sites is possible. The developer is free to make the wind farm design optimal in terms of cost effectiveness and energy yield. This bandwidth approach makes specific requirements of this EIA. All environmental effects associated with all possible set-ups made possible by the wind farm site decisions should be examined. Researching all possible set-ups is not possible however due to the multitude of potential combinations. Therefore, a worst-case approach is assumed: if the worst-case scenario for potential effects is permissible, then all other set-ups within it are also possible.

Alternatives

The worst-case scenario will differ for different aspects (for example for birds and marine mammals). This is taken into consideration in the study by researching and comparing several worst-case scenarios as alternatives in the EIA. The parameters defined in the worst-case scenario must be named and described, such as the maximum number of turbines, maximum upper and lower limit of the rotor, maximum rotor surface area, characteristics of the foundation method, etc.

To obtain an idea of the possibilities to reduce the effects, mitigating measures are designated and examined for each aspect. This means possibilities for optimisation are identified and prevents solely presenting a worst-case scenario.

The bandwidth of design possibilities for the wind farm site to be issued is shown in the following table.

Table S1 EIA bandwidth

Design	Bandwidth
Capacity of individual wind turbines	6 – 10 MW
Highest tip point of individual wind turbines	167 – 251 metres
Lowest tip point of individual wind turbines	25 – 30 metres
Rotor diameter of individual wind turbines	142 – 221 metres
Distance between each wind turbine	At least 4 x rotor diameter
Number of blades per wind turbine	2 – 3
Type of foundations (substructures)	Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity-based structure
Type of foundation	Pile foundations, suction buckets, gravity-based structures
Installation method for pile foundations	Vibrohammering, pile driving, drilling, suction
In case of pile-driving foundations: pile-driving energy related to turbine type/pile	1,000 – 3,000 kJ, depending on soil conditions and diameter of foundation
In case of pile-driving foundations, diameter of foundation pile/piles and number of piles per turbine:	
Jacket	4 piles of 1.5 – 3.5 metres
Monopile	1 pile of 6 to 10 metres
Tripod	3 piles of 2 to 4 metres
In case of a foundation without pile driving, dimensions on seabed:	
Gravity based	Up to 40 x 40 metres
Suction bucket	Bucket diameter: tbd
Electrical infrastructure (inter-array cabling)	66 kV

As indicated, the worst-case scenario for different aspects, for example for birds and marine mammals, can be different. The table below shows the different environmental aspects in the worst-case and best-case scenarios.

Table S2 Worst-case and best-case scenarios within the bandwidth per environmental aspect

Environmental aspect	Bandwidth	
	Alternative (Worst case)	*Alternative (Best case)*
Birds and bats	63 x 6 MW turbines Lowest tip point 25 m, rotor diameter 142 m	38 x 10 MW turbines Lowest tip point 30 m, rotor diameter 221 m
Underwater life*	38 x 10 MW turbines Pile-driving energy: 3,000 kJ	63 x 6 MW turbines Pile-driving energy: 1,000 kJ

Environmental aspect	Bandwidth	
	1 turbine location per day	1 turbine location per day
Shipping	63 x 6 MW turbines Jacket foundation with 15 m diameter	38 x 10 MW turbines Monopile foundation with 10 m diameter
Geology and hydrology	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Landscape**	63 x 6 MW turbines Min. rotor diameter 142 m Min. hub height: 96 m	38 x 10 MW turbines Max. rotor diameter 221 m Max. hub height: 140 m
Other use functions	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Electricity yield**	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
* For underwater life, the worst-case and best-case scenario differ per 'sub-aspect' (marine mammals, fish and benthic life) and can also not be clearly defined in advance. Although the sound production during pile driving at 3,000 kJ is higher than at 1,000 kJ, the number of piles that are driven with greater pile-driving energy is lower, meaning the overall environmental impact may be lower. ** For landscape and electricity yield, there is not really a worst-case or best-case scenario, but the alternatives do specify a bandwidth.		

Assessment

In order to be able to compare the effects of the options per aspect, these are assessed on a +/- scale in relation to the zero option (i.e. the current situation and autonomous development). The following rating scale is used for this purpose, as shown in table S3. The assessment provides a justification.

Table S3 Scoring methodology

Score	Opinion in relation to the reference situation (zero alternative)
--	The intention leads to an extremely noticeable adverse change
-	The intention leads to a noticeable adverse change
0	The intention does not differ from the reference situation
+	The intention leads to a noticeable positive change
++	The intention leads to an extremely noticeable positive change

If the effect is marginal, this is indicated in such cases as 0/+ (marginally positive) or 0/- (marginally negative).

The Appropriate Assessment quantifies the effects in order to evaluate whether the preferred alternative has any significant impact on Natura 2000 areas.

In addition to the effect of a wind farm at wind farm site I, cumulative effects of other wind farms and activities are considered and mitigating measures also examined.

6. Result of environmental assessment

The following tables show the assessments of the alternatives per aspect against the various assessment criteria, again without the application of mitigating measures. The tables are then discussed per aspect. This is a summary of the impact assessment, simplifying the description of the assessment criteria.

Birds and bats

Table S4 Assessment of impact on birds and bats without mitigating measures

Wind farm effect	Alternative 1	Alternative 2
	63 x 6 MW ø 142 m	38 x 10 MW ø 221 m
Construction phase, birds		
- installing foundations	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-
Use phase, birds		
Local sea birds		
- collisions	-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	-	-
- indirect effects	0/-	0/-
Colony birds		
- collisions	0	0
- barrier effect	0	0
- habitat loss	0	0
- indirect effects	0	0
Migratory birds		
- collisions	-	-
- barrier effect	0/-	0/-
- habitat loss	0	0
- indirect effects	0	0
Removal phase, birds		
- installing foundations	0/-	0/-
- increased shipping	0/-	0/-
Bats		
- collisions	--/-	-
- barrier effect	0	0
- habitat loss	0	0
- indirect effects	+/-	+/-
OVERALL ASSESSMENT	--	-

The alternative with 38 x 10 MW turbines and a rotor diameter of 221 metres is the most environmentally friendly alternative for birds and bats, due to the lower number of collision casualties compared to the other alternatives (which is actually not always reflected in the

score). The worst-case scenario is the alternative with 63 x 6 MW turbines and a rotor diameter of 142 metres.

Underwater life

Table S5 Assessment of impact on underwater life without mitigating measures

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1 (63 x 6 MW 1000kJ)	**Alternative 2 (38 x 10 MW 3000kJ)**
Effects of installation, use and removal on: Biodiversity Recruitment Densities/biomass Special species	*Benthic animals* Seabed activities Habitat loss *Fish* Noise/vibration Seabed activities Habitat loss	 0/- 0 0/- 0/- 0	 0/- 0 0/- 0/- 0
Marine mammals Installation Disturbance, barrier effect, habitat loss, change in foraging possibilities due to sound and vibration from installation of foundations Physical harm Use Disturbance due to noise and vibration of turbines Disturbance due to noise and vibration of shipping (maintenance) Removal Disturbance, barrier effect, habitat loss, change in foraging possibilities due to sound and vibration from installation of foundations	 Disturbed surface (km^2) Number of disturbed animals Animal disturbance days Number of affected animals Population effects (North Sea) Disturbed surface (km^2) Number of disturbed animals Disturbed surface (km^2) Number of disturbed animals Disturbed surface (km^2) Number of disturbed animals	 - - -- -- -- 0 0 0 0 0/- 0/-	 - -- -- -- -- 0 0 0 0 0/- 0/-

As regards the impact caused by underwater noise, alternative 1 (63 x 6 MW turbines) seems to be the best case for marine mammals. This is due to the smaller disturbed surface (decreased pile-driving energy) and despite of the increase in disturbance duration in comparison to alternative 2 (38 x 10 MW turbines). The difference in disturbed surface however is so minimal that it is not visible in this criterion itself of the impact assessment (both alternatives score -). The effects on porpoises can be extremely negative if either alternative is applied. In this

scenario, population reduction of porpoises is greater than is considered to be permissible under the Ecology and Cumulation Framework and additional studies (Heinis, 2015). It has been agreed that the population must not fall by more than 5% (previously 20%) as a result of the installation of 10 offshore wind farms under the SER agreement. This means that the population decrease calculated for each wind farm must not exceed **255** animals. The application of mitigating measures means this effect can be limited to beneath this threshold (see paragraph 12.5 and 12.6). As regards benthic animals and fish, the effects are extremely minor.

Shipping safety

Table S6 Assessment of impact on shipping and safety without mitigating measures

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alternative 1 with 6 MW turbines	Alternative 2 with 10 MW turbines
Safety	Risk of collision and propulsion	0/-	0
	Consequential damage of collision and propulsion	0	0
Shipping	Deviation possibilities for vessels crossing	0	0
	Effects of passage of ships below 24 metres	0	0

For two alternatives of site I, the calculations are based on the chances of a turbine collision or propulsion. For the 6 MW turbine variant, the chances are higher than with the 10 MW turbine variant. This is due to the higher number of turbines and the use of jackets in the former variant. The total frequency of collision and propulsion caused by ships above 24 metres is 0.03489 per year for the alternative with 6 MW turbines, or once every 28.7 years. The total frequency of collision and propulsion caused by ships above 24 metres is 0.01808 per year for the alternative with 10 MW turbines, or once every 55.3 years. For ships below 24 metres, the frequency of collision and propulsion is 0.01072 for the 6 MW variant and 0.00364 for the 10 MW variant, or once every 93.3 and 274.7 years respectively.

As a result of the 6 MW turbine alternative, an oil spill is expected once every 716 years, or once every 1259 years for the 10 MW turbine alternative. The chance of a bunker or cargo oil spill across the whole DCS increases by 0.28% for the 6 MW turbine alternative as a result of the risk of collision with a wind turbine at site I. This is lower for the 10 MW turbine alternative (0.16%).

The expected average number of deaths as a result of a turbine collision or propulsion for the 6 MW variant is 0.000169 (1.69×10^{-4}). The expected number of deaths for the 10 MW variant is 0.000094 (9.4×10^{-5}).

Geology and hydrology

Table S7 Assessment of impact on geology and hydrology without mitigating measures

Aspect (during installation, maintenance and operation)	Alternative 1	Alternative 2
	A 6 MW turbine on a suction bucket foundation with a diameter of 15 metres. Erosion protection (rock fill): none.	A 10 MW turbine on a gravity-based foundation with a diameter of 40 metres on the seabed. Erosion protection (rock fill): three times the pile diameter.
Waves	0	0
Water movement (water level/current)	0	0
Water depth and soil morphology	0	0
Soil composition	0	0
Turbidity and water quality	0	0
Sediment transport	0	0
Coastal safety	0	0

All morphological and hydrological changes resulting from the construction, operation, removal and maintenance of the wind farm and cables are highly limited and temporary in nature. The changes, if any, are very low compared to the natural dynamics of the area. Due to the relatively small dimensions of the foundation piles, the relatively large distance between the wind turbines and the number of wind turbines, any changes are highly localised. The effect is temporary and restricted to the immediate surroundings of the foundation piles and cable route. Both alternatives hardly differ in this respect and are therefore practically the same.

Landscape

Table S8 Assessment of impact on landscape without mitigating measures

Assessment criteria	Assessment	
	Alternative 1 63 x 6 MW turbines Max. tip height 167 m	Alternative 2 38 x 10 MW turbines Max. tip height 251 m
Visibility in percentage of time Interpretation of visibility on the basis of visualisations	-	0/-

The visibility of a wind farm at site I is quantified by the percentage of time that meteorological conditions allow the wind farm to be seen. That is 18.8% of the daytime during summer months (1 May - 30 September) from the nearest point on land (Noordwijk). Outside of this period, the visibility percentage is lower. The percentage is also lower at other locations situated farther away from the site.

Furthermore, photo visualisations indicate that the wind farm is visible in good meteorological conditions. The difference between the alternatives is minimal. The large turbines are still (theoretically) visible at a distance of 44 kilometres or more; the smallest turbines not anymore (due to the horizon effect). In reality this difference is rather small, however.

Based on De Vries et al. (2008) in particular, it has been concluded that the perception is subjective and depends on the background of the observer, such as education, income and attitude towards renewable energy. The largest common denominator from the perception study shows that disruption to the maritime landscape by fixed objects, such as wind farms and oil rigs, is slightly negative, whereby the first disrupting object is deemed to be the most negative and the following objects relatively less and less negative, and that a greater distance results in a less negative perception. Some groups of people also appear to have positive feelings towards offshore wind power and wind turbines in general.

The lighting applied to the nacelle of the wind turbines ensures that the wind farm can be seen from the coast even at night in good meteorological conditions. The more wind turbines there are, the more visible they will be at night. The alternative with the most turbines scores worse on visibility at night than the alternative with the fewest turbines. The effect of the lighting can potentially be mitigated based on a new circular (draft information circular on offshore wind turbines and offshore wind farms, in relation to aviation, no. 2.2, 4 April 2016). See also table S12 containing mitigating measures.

Other use functions

Table S9 Assessment of impact on other use functions without mitigating measures

Assessment criteria	Impact assessment	Assessment	
		Alt 1 (63 x 6 MW on suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW on gravity base)
Fishery	Fishery restrictions	0/-	0/-
Oil and gas extraction	Restrictions on oil and gas extraction	0/-	0/-
Aviation	Interference with civil aviation	0	0
	Interference with military aviation	0	0
	Interference with Coast Guard	0/-	0/-
	Interference with helicopter traffic	-	-
Sand, gravel and shell extraction	Restrictions on shallow mineral extraction	0	0
Dredging disposal	Restrictions on dredging disposal dumping areas	0	0
Ship, onshore and aviation radar	Interference with radar	0	0
Cables and pipelines	Interference with cables and pipelines	0/-	0/-
Telecommunications	Disruption to cable connections	0	0
	Disruption to ray paths	0	0
Ammunition dumping areas and military areas	Presence of ammunition dumping areas and military areas	0	0
	Presence of unexploded devices	0	0
Recreation and tourism	Recreational boating restrictions	0	0
	Coastal recreation restrictions	0/-	0/-
Cultural history and archaeology	Damage to archaeological remains	0	0
Mussel seed collection installations	Restrictions on mussel seed collection installations	0	0
Existing wind farms	Effect on electricity output of existing wind farms	0/-	0/-

The effects with regard to already existing use functions appear only to be very low. This is partly because the existing use functions were taken into account in the choice of location. However, there may be an adverse effect on helicopter traffic. There are minor effects on the use functions of sand extraction, ship and aviation radar, cultural history and archaeology in the form of loss of space (sand extraction and recreation), degradation (archaeology) or influence (ship radar). The effects are rated neutral given the small extent and the alternatives are not distinctive.

The effects on fishing as a whole, given the surface that is lost (90 km^2) and the value of that area for fishing, are rated slightly negative. In addition, the effects on wind farms are also rated slightly negative, because the wind interception has an adverse effect on the energy yield of Luchterduinen wind farm (and potentially OWEZ and Princess Amalia wind farms as well). For cables and pipelines, a maintenance area of 500 m on both sides is laid down in the wind farm site decisions. This is smaller than the 750 metres that is generally applied. The North Sea policy documents (2016-2021) maintain that it is permitted to reduce the maintenance area in order to make efficient use of space in the North Sea. In terms of oil and gas extraction, a slightly negative rating is also given, since an extraction licence has been granted for mining block P12, which partially overlaps with site I. Effects on Recreation and tourism are also rated as slightly negative. Finally, a negative score is given to the effects on helicopter traffic. Helicopter Main Route KZ60 is less than 2 NM away. The alternatives here are not distinctive.

Electricity yield

Table S10 Assessment of impact on electricity yield without mitigating measures

Aspects	**Assessment**	
	Alternative 1	**Alternative 2**
	63 x 6 MW turbines	**48 x 8 MW turbines (10 MW turbines are not yet on the market)**
Electricity yield	++	++
Emissions avoided	++	++

To determine the electricity yield, calculations were made with a pair of turbines for which data is available and that are as different as possible from each other in size. Virtually no difference in yield is apparent from these calculations. Both alternatives barely differ in terms of electricity production and emissions avoided. It can be noted here that this does not mean that all turbine types should score the same, even though the set capacity is 380 MW in each case (starting point in the direction towards the site). Turbines with relatively large rotors (and therefore a low W/m^2 value) will generate more power than turbines with a relatively small rotor. The underlying wind interception and the wind interception at Luchterduinen also come into play here. Turbines with a high capacity and relatively large rotor will probably score the best. The future wind farm developer is free to determine the best option, whereby the cost price inherently plays a major role.

Cumulation

The following table briefly lists the cumulative effects that occur and the consequences this has for the wind farm site decision to be taken.

Table S11 Overview of cumulative effects at site I – Dutch Coast (south)

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
Birds and bats	Exceeding the PBR in the international worst-case scenario examined with 3 MW turbines in the KEC for the lesser black-backed gull, greater black-backed gull and herring gull cannot be ruled out. In a worst-case scenario in combination with the wind farm developments in the North Sea as considered in the KEC, the provisional PBR value calculated for the Nathusius's pipistrelle would be exceeded.	If realistic wind turbine types are used in the calculations for the existing and planned wind farms in the southern North Sea (Borssele I/II: 4 MW, Borssele III-V: 6 MW, Dutch Coast (south) I – IV: 6 MW and Dutch Coast (north): 8 MW), only the number of lesser black-backed gull casualties would lie above the PBR threshold (Gyimesi & Fijn 2015b). If we examined the number of casualties caused by Dutch wind farms against the Dutch PBR threshold[2], then the cumulative number of casualties would lie at or below the PBR threshold for species of greater gull, so it can be said with confidence that these populations are resilient enough to withstand the increased mortality rate. Moreover, previous population modelling of the lesser black-backed gull showed that the Dutch population of this species is not at risk (Poot et al. 2011). Mitigating measures could be taken in order to reach acceptable effects (see section 12.5 and 12.6).
Marine mammals	Effects on the FCS cannot be ruled out	Mitigating measures could be taken in order to reach acceptable effects (see section 12.5 and 12.6).
Shipping and safety	Wind farms at other sites in the Dutch Coast (south) wind farm zone may lead to other effects on shipping and safety.	No consequences for wind farm site decision. The cumulative effect of other wind farms on navigation safety, in contrast to previous safety studies, has not been separately detailed but is considered as the basic situation. The distances between the shipping separation regime and future wind farms are determined in the design criteria of

[2] More reliable and detailed data is available for the DCS and in turn for the entire southern North Sea. There is also more certainty with regard to the wind farms earmarked for the DCS up to and including 2023. The degree of uncertainty in results is therefore smaller for this analysis. The effects of operation in the 10-12 mile zone in the Dutch Coast wind farm zone are also reflected in these analyses. Therefore, a decision was made to carry out an analysis whereby the number of casualties caused by Dutch wind farms is compared with a PBR based on Dutch populations.

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
		distance between shipping routes and wind farms from the North Sea policy documents (2016-2021). Those distances are implemented in the new route structure that entered into force in August 2013. The calculations for wind farm site I are also cumulated over wind farm sites II, III and IV; the route structure for wind farm site I does not change if wind farm sites II, III and IV are also included.
Morphology and hydrology	Wind farms at other sites in the Dutch Coast (south) wind farm zone may lead to effects on morphology and hydrology.	None. In the further implementation of the Dutch Coast (south) wind farm zone (wind farm sites II, III and IV), practically the same local, temporary and negligible effects will occur. That means that there is no cumulation, not even with other activities and other more distant wind farms.
Landscape	Wind farms at other wind farm sites in the Dutch Coast (south) wind farm zone also affect the visibility of wind turbines from the beach.	None. The development of these wind turbines will increase the intrusion on the horizontal angle of view by wind turbines at the Dutch Coast (south) wind farm site compared to the current situation. The distance to the coast from these wind turbines is generally so great that the meteorological conditions greatly reduce the visibility of the wind turbines. The shortest distance between the offshore wind turbines at wind farm site I and the beach is 22.2 kilometres (Noordwijk). At this distance, a wind farm in the summer period is visible during the day on average 18.8% of the time. The wind farms that might be developed at Dutch Coast (south) are slightly closer to the coast, meaning that they will be visible for a higher percentage of the time.
Other use functions	Wind farms at other wind farm sites in the Dutch Coast (south) wind farm zone also affect the other use functions.	None. In the further implementation of the Dutch Coast (south) wind farm zone (wind farm sites II, III and IV), the total space used is larger meaning a larger area is lost for fishing. The area that is lost for fishing is relatively good fishing ground. In total, approximately 0.16% of the fishable surface of the DCS is lost, meaning that in cumulation there are limited adverse effects on fishery. Due to the greater number of turbines, it is also more likely that archaeological remains will be harmed. The further implementation of the Dutch Coast (south) wind farm zone has limited effects on recreation and tourism because recreational boating uses the 10 to 20 km wide zone along the coast in particular. This also has a slight negative impact (in accordance with the Decisio report 2015) on coastal recreation. This does not have any direct consequences on the wind farm site decision. The creation of other wind farm sites in the Dutch Coast (south) wind farm zone also increasingly affects onshore

Aspect	Relevant cumulative effects	Consequences for wind farm site decision
		radar. This does not have any direct consequences on the wind farm site decision.
Electricity yield	Wind farms at other wind farm sites in the Dutch Coast (south) wind farm zone and Luchterduinen can also affect the wind intercepted by each other.	None. The construction of wind farm sites II, III and IV will lead to more wind interception for wind farm site I. The degree of wind interception depends on the exact details of these wind farm sites.

Mitigating measures

After assessment, it appears that the conditions in the legal framework can be satisfied for virtually every aspect. Mitigating measures are required to limit the cumulative effects on birds, bats and porpoises. However, the occurrence of other adverse effects due to the construction, operation and removal of the wind farm cannot be excluded. These possible other effects can be mitigated by the following measures. A number of these potential mitigating measures will be selected for the purpose of the preferred alternative.

Table S12 Potential mitigating measures

Aspect	Effect	Mitigating measure
Birds and bats	Construction and removal phase	Construction from June to September due to the limited presence of species of sea bird susceptible to disturbance. Minimising lighting on ships and/or use of a bird-friendly lighting colour. Reducing of pile-driving noise. However, the effect of the sound of pile driving on birds is unknown and therefore it is not known how necessary this measure is.
	Operational phase	Installing fewer large turbines instead of more small ones as much as possible. Connecting Dutch Coast (south) to Luchterduinen wind farm to the greatest extent possible in order to keep the disturbance area as small as possible. Installing two-blade instead of three-blade turbines. Creating a corridor in the wind farm that birds may use. Increasing the chances of birds detecting the wind farm through the use of reflectors, lasers and sound (depending on the species of bird and subject to various restrictions). Avoiding maintenance works at night and above all during the migration season. Minimising lighting on ships and/or use of a bird-friendly lighting colour. Shutting down in certain weather conditions in combination with identified peaks in migration. Increasing cut-in wind speed (for bats) in the relevant season and at relevant time of day (dusk). Increasing maximum lowest tip point. As small as possible wind farm surface (least habitat loss).

Aspect	Effect	Mitigating measure
Marine mammals	Disturbance and associated population reduction; PTS.	Limiting the construction period. Using 'Slow start' and 'Acoustic Deterrent Devices' (ADDs). Establishing a maximum permissible noise level.
Shipping and safety	Propulsion	Using the Automatic Identification System (AIS). Deploying an Emergency Towing Vessel.
Morphology and hydrology	-	-
Landscape	Visibility during the day	Use of vertical colour strips on the turbines Distribution of information on the what, how and why of the wind farms, so that observers understand why the wind farm is needed. Selection of as large turbines as possible, so that fewer need to be erected. This also provides a more pleasant landscape.
	Visibility at night	With the use of radar detection, lighting can be switched on when an aircraft is detected within a certain range of the wind farm. With the use of visibility meters, lighting can be dimmed in good visibility conditions, so lights do not always need to turned on.
Other use functions	Closer than 750 metres to active cables	Consult with cable operators.
	Damage to archaeological values	Changing the location of a wind turbine or cable so as to avoid a possible archaeological object.
	Risk of unexploded devices	Further investigation is required to locate and remove unexploded devices.
	Effect of wind turbines on shore-based radar system	Installation of radar on the TenneT platforms to be constructed or between wind farms and shipping routes.
	Interference with helicopter traffic	Helicopter main route (HMR) can be increased or decreased. By shifting the NEKAS point westwards, the usable area of 2 nautical miles will be preserved on both sides of the HMR.
Electricity yield	-	-

A number of measures will be carried out in any case, such as the use of a 'slow start' and ADDs. For the other mitigating measures, it has not yet been determined whether and to what extent they will be applied. The wind farm site decision includes the measures that have been adopted.

7. Considerations

Testing against the legal framework

Some mortality amongst birds and fish and decrease in populations of marine mammals cannot be ruled out in advance. The Offshore Wind Energy Bill integrates the assessment to be carried out under the Nature Conservation Act 1998 and the Flora and Fauna Act into the wind farm site decision. By virtue of Article 7 of the Offshore Wind Energy Bill, the competent authority has authority over exemption within the framework of the Flora and Fauna Act. For the purpose of testing against the Nature Conservation Act 1998, an Appropriate Assessment has been carried out. This Appropriate Assessment shows that any significant impact on the conservation objectives of Natura 2000 areas as a result of the preferred alternative can be ruled out.

Other laws and regulations are discussed where relevant in the various aspect chapters and translated into specific standards where necessary. For example, the chapter on underwater life describes the set of standards that is taken as a basis within ASCOBANS and used to determine a measure of acceptable population reduction for porpoises. The planning protection regime for the National Ecological Network, now known as the Nature Network Netherlands, applies to the whole of the North Sea (EEZ). Paragraph 1.3.1 of annex 5 states how the protection regime for the Nature Network Netherlands (NNN) works in the Dutch North Sea area.

Choice of preferred bandwidth

There are no aspects in this EIA that restrict the bandwidth considered. As a starting point for the bandwidth used, consideration was given in particular to the study into the (cumulative) effects on birds. This aspect restricted bandwidth primarily at the sites in the Borssele wind farm zone. However, mitigating measures on the basis of this environmental impact assessment must be taken to eliminate or reduce the effects. The measures that must be taken are as follows:

Mitigating measures that must be taken

Measures that are adopted to reduce the effects as required are:

Birds and bats

- During the night (from sunset to sunrise) at times of mass migration, the number of rpm is reduced to less than 1 for each turbine.
- The cut-in wind speed of the turbines is 5.0 m/s at hub height between one hour after sunset and two hours before sunrise from 15 August until 30 September.

Underwater life

Noise standards have been determined for the entire Dutch Coast (south) wind farm zone. The wind farm site where the most stringent noise standards must be enforced will determine the noise standards for other sites. Furthermore, the standards have been selected in a way that takes into account any potential excesses during the learning phase in the start-up period. The standards determined are provided in the table below.

Table S13 Standards for wind farms in the Dutch Coast (south) zone, including the start-up excess of 1 dB

Dutch Coast (south)	Maximum noise impact (dB re 1 µPa^{2}s over 750 m)*		
380 MW per site	Period		
# turbines	Jan-May	Jun-Aug	Sept-Dec
63 (assessed here)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (assessed here)	167	172	175

In addition to the noise standards, 'Acoustic Deterrent Devices' and 'soft start' procedures to prevent permanent effects on hearing must be used (PTS: *permanent threshold shift*).

Other use functions
There are various cables located in the vicinity of and within wind farm site I. For cables and pipelines, a maintenance area of 500 m on both sides is laid down in the wind farm site decision. This is smaller than the 750 metres that is generally applied. The North Sea policy documents (2016-2021) maintain that it is permitted to reduce the maintenance area in order to make efficient use of space in the North Sea.

Further investigation is required to locate and remove unexploded devices.

Moreover, any archaeological values present may influence the location of wind turbines at site I.

Conclusion on preferred alternative

The wind farm site decision should make the preferred bandwidth possible and safeguard necessary mitigating measures; together the preferred bandwidth and measures form the preferred alternative.

8. Gaps in knowledge and information

The development of offshore wind farms has a relatively brief history. The first monitoring evaluations for other offshore wind farms in England, Denmark, Germany and the Netherlands have since been published. These are results from relatively brief monitoring periods. Certainty about the long-term effects can therefore not be given yet. However, current development and research programmes offer tools for an impact forecast, as presented in this EIA. In investigating and predicting the impact for this EIA, various gaps in knowledge were identified that might limit the understanding of the nature and extent of the impact of a wind farm at site I. There are still some uncertainties surrounding the impact, especially the cumulative effects of multiple wind farms on each other and in combination with other activities in the North Sea.

The gaps in knowledge that exist are not only due to the recent history of offshore wind energy; in a broad sense a lot of knowledge about animal species and their densities, diversity and behaviour needs to be supplemented.

In short, the following gaps have been noted:

- Local birds: in general, knowledge of the distribution in space and time of seabirds at sea is still incomplete;
- Migratory birds: in general, knowledge of the duration and the spatial extent of bird migration is still incomplete. The lack of representative data is related to the often hard-to-access habitat and the absence of standardised counting methods. There are indications for various migration routes in the North Sea area. Quantitative data on this, on how large the share of these migration routes is in relation to migration as a whole, as well as data on local densities in the different areas of the North Sea are missing.
- Bats: knowledge gaps exist regarding the occurrence of bats at sea and their behaviour in wind farms as well as the number of collision casualties.
- Benthos: knowledge gaps exist with regard to the ability to predict the consequences of the abiotic changes (especially sediment change in the surroundings of the wind farm) on benthos. In addition, the effects of electromagnetic fields along the cables are not yet well known.
- Marine mammals: there are gaps in knowledge on aspects such as distribution and prevention of marine mammals, migration patterns, threshold values for TTS, PTS and avoidance, behavioural reactions as a result of underwater sound and foraging behaviour. Model calculations of the distribution of underwater sound in combination with threshold values derived from several studies predict the occurrence of avoidance, TTS and PTS in marine mammals. Further research in the form of monitoring in the field, additional laboratory research and further model development is needed to fill gaps in knowledge.
- Fish: specific knowledge gaps with respect to wind farms exist, especially with regard to species and extent of changes on fish fauna in the longer term as a result of setting restrictions on fishery and applying hard substrate.
- Other use functions: The actual economic effects of tourist activities following the construction of visible wind farms have never been investigated before in the Netherlands.
- Electricity yield: the wind interception from Luchterduinen and from the other wind farm sites within the Dutch Coast (south) wind farm zone can be calculated fairly accurately once the exact set-ups of those wind farms are known. It is expected that the calculations in this EIA are a good indication.

The gaps in knowledge do not mean that it is not possible to get a good idea of the effects of a wind farm at wind farm site I in the Dutch Coast (south) wind farm zone. A wind farm site decision can be taken despite the existing gaps in knowledge and uncertainties. In the decision-making process it is important to understand the uncertainties that played a role in the impact predictions. This understanding is provided by this EIA.

9. Monitoring and evaluation

The Energy Agreement for Sustainable Growth (SER agreement, September 2013) contains an agreement to achieve the objectives more quickly and reduce offshore wind power costs by 40% (Parliamentary Papers II, 2012/13, 30 196, no. 202). For these reasons, the Ministry of Economic Affairs and the Ministry of Infrastructure and the Environment decided in 2015 to launch an integral monitoring programme in order to investigate the knowledge gaps with regard to the impact on offshore wind farms in the North Sea ecosystem and to achieve further cost reduction within the ecological boundaries.

This Wozep (*windenergie op zee ecologisch programma* – offshore wind energy ecological programme) monitoring and evaluation programme focuses on key environmental issues related to the construction and operation of offshore wind farms. Such issues are predominantly generic rather than specific to wind farms.

Both the development of the KEC instrument (update and implementation of knowledge) and the MEP (monitoring and research programme) fall under Wozep. In turn, monitoring and research – in so far as required by the Environmental Management Act – fall under the MEP.

Wozep therefore replaces the monitoring obligation for each wind farm. This results in improved efficiency, which also makes it more cost efficient to achieve the objectives for offshore wind power.

In the Wozep evaluation, attention is paid to the translation of new knowledge in the KEC instrument (this can also mean verifying assumptions and/or impact calculations) on the one hand, and translation into policy and management implications on the other hand. This is demonstrated by the establishment or modification of mitigating measures. In Wozep, the investigation focuses in particular on those aspects that may increase costs, provides a clear view of them and advises the competent authorities on them. Wozep will begin in 2016 and last for five years.

SAMENVATTING

1. Inleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. Naast windenergie op land zijn ook concrete doelstellingen geformuleerd voor windenergie op zee. Deze doelstellingen zijn herzien en concreet gemaakt in het Energieakkoord voor duurzame groei (SER, Energieakkoord, 2013). De keuze is gemaakt deze doelstelling te realiseren door middel van een nieuw uitgiftesysteem. Hiervoor is de Wet windenergie op zee in werking getreden. Deze geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In het Waterbesluit zijn algemene regels voor windenergie op zee vastgesteld.

De minister van Economische Zaken is (in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Milieu) initiatiefnemer voor het uitgeven van kavels en stelt ten behoeve daarvan voor elk kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op. Het onderhavige document betreft het MER voor kavel I in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in het kavel.

De windturbines die in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om twee platforms in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), de kabels vanaf deze platforms naar en over land en de aansluiting op het hoogspanningsnet op land. Voor het net op zee wordt door TenneT een aparte procedure inclusief milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen.

In deze samenvatting wordt achtereenvolgend ingegaan op:

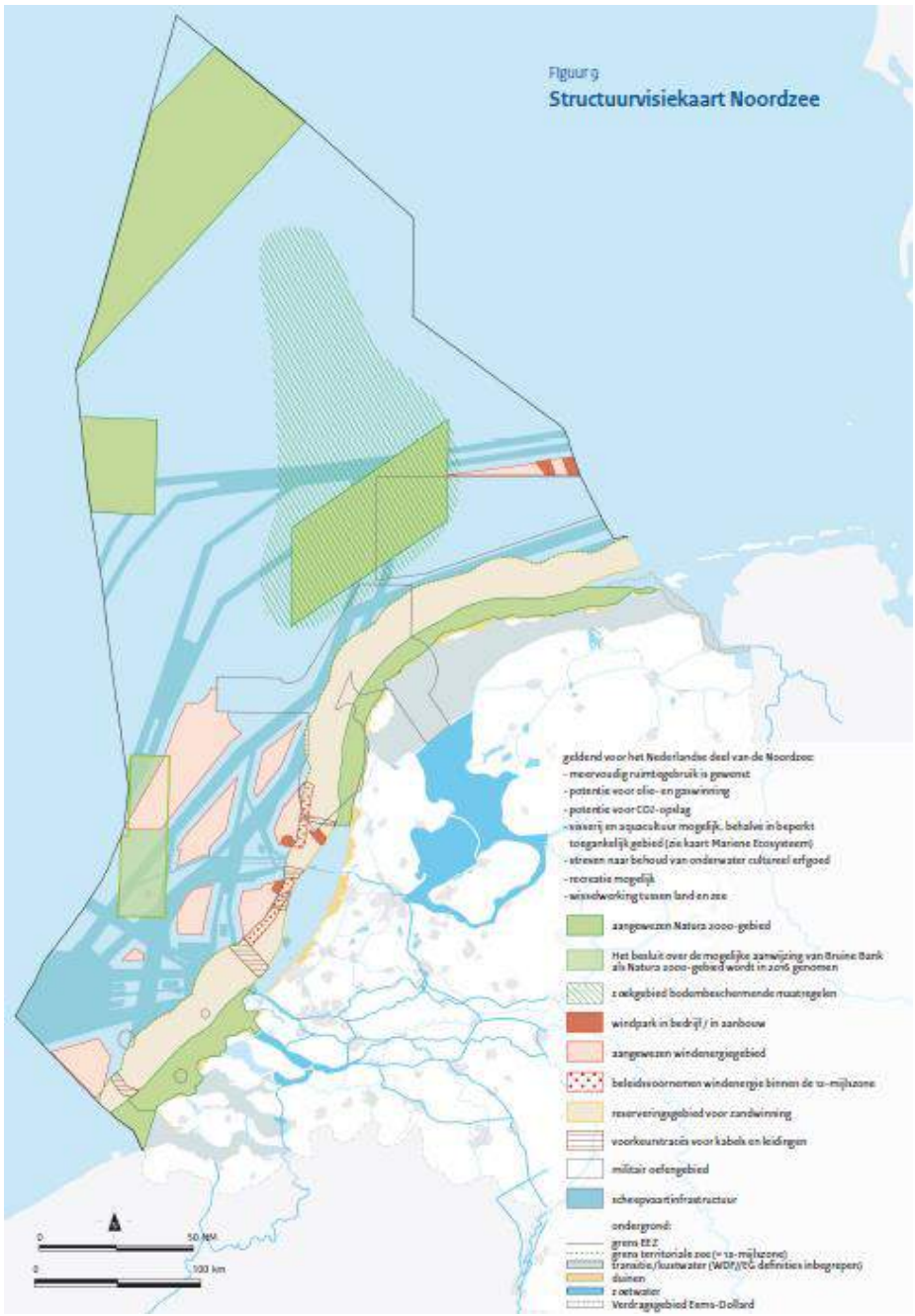
- de beleidscontext en de aanleiding voor de te nemen kavelbesluiten;
- de locatiekeuze voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid);
- de verkaveling binnen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid);
- de wijze van effectbeoordeling;
- het resultaat van de effectbeoordeling;
- de afweging;
- leemten in kennis en informatie;
- monitoring en evaluatie;

2. Beleidscontext en aanleiding kavelbesluiten

Vier gebieden zijn voor de ontwikkeling van wind op zee aangewezen, zie ook de volgende figuur:

- Borssele;
- IJmuiden Ver;
- Hollandse Kust;
- Ten noorden van de Waddeneilanden.

Figuur S1 Gebieden voor windenergie (uit: Nationaal Waterplan 2016-2021)



Op 26 september 2014 is door de ministers van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu een brief aan de Tweede en Eerste Kamer gestuurd waarin de routekaart wordt gepresenteerd voor het tijdig realiseren van de doelstelling voor windenergie op zee, zoals afgesproken in het Energieakkoord (Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk). In de brief wordt ingegaan op het net op zee (voorheen ook transmissiesysteem op zee genoemd), het nieuwe systeem voor de realisatie van windenergie op zee, en de gebieden voor windenergie.

Het kabinet concludeert dat een gecoördineerde netaansluiting van windparken op zee leidt tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving. Het uitgangspunt voor de routekaart is dat de opgave voor windenergie op zee het meest kosteneffectief kan worden gerealiseerd door uit te gaan van een net op zee. Het net op zee gaat uit van standaard platforms waarop per platform circa 700 MW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten. Op het platform worden de windturbines van de windparken rechtstreeks aangesloten. Inmiddels kan TenneT op grond van de Elektriciteitswet 1998 worden aangewezen als netbeheerder van het net op zee.

In de volgende tabel is het schema van de ontwikkeling van windenergie op zee opgenomen uit de routekaart.

Jaar	Schema (MW)	Gebieden routekaart
2015[3]	700	*Borssele*
2016	700	*Borssele*
2017	700	*Hollandse Kust (zuid)*
2018	700	*Hollandse Kust (zuid)*
2019	700	*Hollandse Kust (noord)*

3. Locatiekeuze

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee (bijlage bij Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk) is nagegaan of windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geschikt is voor de realisatie van windenergie. In deze structuurvisie zijn de effecten van windenergie in het gebied Hollandse Kust (zuid) op het detailniveau van een structuurvisie onderzocht vanuit de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid) en cultuurhistorie en archeologie. Hierbij is ook gekeken naar de geschiktheid ten opzichte van de overige voor windenergie aangewezen gebieden (IJmuiden Ver, Hollandse Kust, Ten noorden van de Waddeneilanden, Borssele). In het MER voor de kavels van windenergiegebied Borssele is op hoofdlijnen de vergelijking tussen de gebieden gemaakt. In bijlage 2 is deze vergelijking op hoofdlijnen opgenomen. In het onderhavige MER is een nader onderzoek naar de geschiktheid van het gebied Hollandse Kust (zuid) voor windenergie dan ook niet nodig.

In de brief van 26 september 2014 is ook ingegaan op een onderzoek naar de haalbaarheid van het ontwikkelen van windenergie in vijf gebieden op 3 nautische mijlen (NM) van de kust. In geen van de vijf onderzochte gebieden was windenergie op voorhand onmogelijk. Echter om

[3] Januari 2016

tegemoet te komen aan bezwaren en toch kosteneffectiviteit te bevorderen heeft het kabinet gezocht naar een minimaal gebruik van de 12-mijlszone door slechts twee van de vijf onderzochte gebieden ook maar voor een deel te benutten. Door een smalle strook tussen 10 en 12 NM te laten aansluiten bij de Hollandse Kust gebieden buiten de 12-mijlszone, kan er voor de kust van Zuid-Holland 1400 MW gerealiseerd worden en voor de kust van Noord-Holland 700 MW.

De verschillende windenergiegebieden kennen allemaal zowel aanzienlijke negatieve effecten (op vogels en zeezoogdieren, zonder mitigerende maatregelen) als geringe negatieve effecten. De verschillen tussen de gebieden zijn wat dat betreft beperkt. Windenergiegebied Hollandse Kust is het goedkoopst te ontwikkelen. Indien het gebied kan worden uitgebreid naar 10 NM vanaf de kust is er veel meer relatief goedkope windenergie op te wekken. Het windenergiegebied heeft echter mogelijk wel (meer dan de andere windenergiegebieden) effect op de zichtbaarheid, scheepvaartveiligheid, olie- en gaswinning en visserij. In het vervolg van het MER is op basis van deze analyse bijzondere aandacht nodig voor deze effecten.

4. Verkaveling

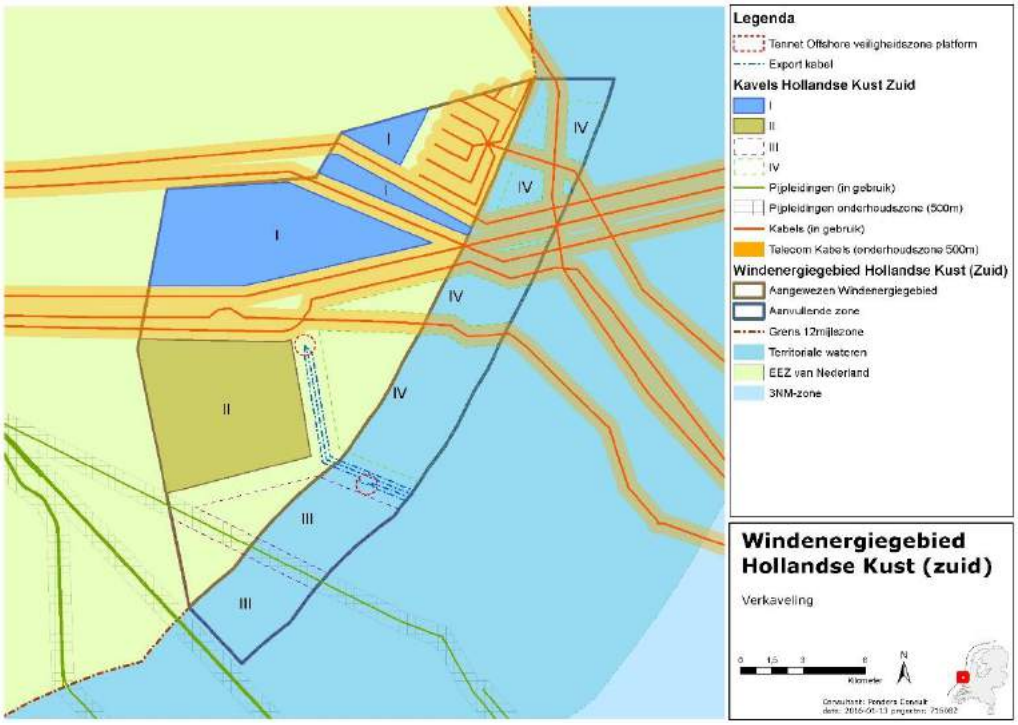
Wanneer het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt uitgebreid met een strook tussen 10 en 12 NM is er ruimte voor vier kavels. Vanwege de omvang van de beoogde platforms op zee van TenneT van elk circa 700 MW en de totaal beschikbare oppervlakte (356 km^2), is het voorstel om het gebied te verkavelen in vier deelgebieden die elk twee aan twee kunnen aansluiten op deze platforms op zee. De vier deelgebieden samen bieden op deze wijze ruimte voor circa 1.400 MW. In het reeds aangewezen gebied buiten 12 NM is ruimte voor twee kavels.

Het voorstel voor verkaveling is in eerste instantie ontstaan aan de hand van het in kaart brengen van belemmeringen die plaatsing van windturbines onmogelijk maken zoals de aanwezige kabels en leidingen in het gebied. In figuur S2 is het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) weergegeven met de aanwezige belemmeringen. Vervolgens is op basis van de volgende uitgangspunten gekomen tot een verkaveling:

- Geen kabels of leidingen door meerdere kavels;
- Zo kort mogelijk tracé van de kabels tussen turbines en het platform (interarray kabels). Voor het kabeltracé van de platforms naar de kust is uitgegaan van een ander korter tracé dan het tracé door de voorkeurszone voor kabels en leidingen uit het Nationaal Waterplan 2 vanwege de geringere kosten.
- Het gebied aan de west- en zuidzijde van het windenergiegebied vangt wind af van de meer oost of noordoost gelegen gebieden. Kavels die daardoor minder vrije aanstroom van wind hebben zijn dan ook groter om de onderlinge afstand tussen windturbines te kunnen vergroten.

Op basis van het voorgaande volgt een verkaveling van het gebied, welke in figuur S2 is weergegeven.

Figuur S2 Voorgestelde verkaveling windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)



Als eerste zullen de twee kavels die buiten de 12 NM liggen in procedure gebracht worden (kavel I en II in figuur 3.1). Als de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust zoals voorgenomen wordt vastgesteld, zullen later de twee kavels die deels binnen de 12 NM liggen (kavel III en IV) in procedure worden gebracht. Om de kavels in de tijd twee aan twee te kunnen laten aansluiten op de platforms op zee van TenneT moeten zij naast elkaar liggen. De combinaties van de kavels I en II en kavels III en IV liggen daarom het meest voor de hand.

De kavels III en IV liggen deels tussen de 10 en 12 nautische mijl. Dit gebied moet nog worden aangewezen voor de ontwikkeling van windenergie. De kavels III en IV zijn daarmee afhankelijk van de partiële herziening van het Nationaal Waterplan 2 (NWP2), Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust. Dit plan geeft de keuze weer voor de ontwikkeling van windenergie op Hollandse Kust tussen de 10 en 12 nautische mijl. Naar verwachting zal deze herziening van het NWP2 eind 2016 zijn afgerond. Indien het gebied tussen 10 en 12 nautische mijl niet wordt aangewezen, dan heeft dat mogelijk consequenties voor de ligging, grootte en invulling voor de kavels I en II. Besloten is om niet in dit MER hiervoor een scenario te beschouwen, maar om een nieuw MER op te stellen indien het gebied tussen 10 en 12 nautische mijl niet wordt aangewezen.

In zijn brief van 19 mei 2015 (Kamerstukken II, 2014–15, 33 561, nr. 19) geeft de Minister van Economische Zaken aan dat toestaan van maximaal 380 MW per kavel tot schaalvoordelen en optimaal gebruik van het net kan leiden, met dien verstande dat er echter maximaal voor 350

MW aansluit- en transportcapaciteit wordt gegarandeerd per kavel. Deze voordelen resulteren mogelijk in lagere kosten per kWh. Om die reden wordt voor elke kavel uitgegaan van in totaal 380 MW (zodat effecten niet kunnen worden onderschat).

5. Wijze van effectbeoordeling

Bandbreedte

In een MER worden alternatieven van een activiteit beoordeeld door ze op effecten te onderzoeken en naast elkaar te zetten. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit. In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde 'kavel'). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types dat mogelijk is binnen een dergelijk kavel.

De kavels binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden aldus uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit.

Bandbreedte

Door kavels uit te geven waarbinnen verschillende windturbineopstellingen en –types en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavels mogelijk. De ontwikkelaar heeft de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan het MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die de kavelbesluiten mogelijk maakt, dienen onderzocht te zijn. Het onderzoeken van alle mogelijke opstellingen is door de veelheid aan denkbare combinaties echter niet mogelijk. Daarom wordt uitgegaan van een *worst case* benadering: als de *worst case* situatie wat betreft mogelijke effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen die daarbinnen blijven eveneens mogelijk.

Alternatieven

De *worst case* situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn (bijvoorbeeld voor vogels anders dan voor zeezoogdieren). Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere *worst case* situaties te onderzoeken en te vergelijken. De parameters die de *worst case* situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximale onder-/bovengrens van de rotor, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen worden voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee wordt voorkomen dat alleen een *worst case* situatie in beeld wordt gebracht en worden mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd.

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen het uit te geven kavel staat in de volgende tabel.

Tabel S1 Bandbreedte MER

Onderwerp	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	6 – 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	167 – 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	142 – 221 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 – 3
Type funderingen (substructures)	Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure
Type fundering (foundation)	Paalfunderingen, suction buckets, gravity based structures
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
In geval van heien van fundering: hei-energie gerelateerd aan turbinetype / heipaal	1.000 – 3.000 kJ, afhankelijk van bodemcondities en diameter fundering
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Jacket	4 palen van 1,5 – 3,5 meter
Monopile	1 paal van 6 tot 10 meter
Tripod	3 palen van 2 tot 4 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot maximaal 40 x 40 meter
Suction Bucket	Diameter bucket: n.t.b.
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV

Zoals aangegeven kan de worst case situatie voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor vogels en voor zeezoogdieren, anders zijn. De onderstaande tabel geeft voor de verschillende milieuaspecten de worst case en best case aan.

Tabel S2 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuaspect

Milieuaspect	Bandbreedte	
	Alternatief (Worst case)	*Alternatief (Best case)*
Vogels en vleermuizen	63 x 6 MW turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 142 m	38 x 10 MW turbines Tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven*	38 x 10 MW turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	63 x 6 MW turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines

Milieuaspect	Bandbreedte	
	Jacket-fundering met diameter 15 m	Monopaalfundering met diameter 10 m
Geologie en hydrologie	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Landschap**	63 x 6 MW turbines Min. rotordiameter 142 m Min. ashoogte: 96 m	38 x 10 MW turbines Max. rotordiameter 221 m Max. ashoogte: 140 m
Overige gebruiksfuncties	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Elektriciteitsopbrengst**	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
* Voor onderwaterleven is de worst case en best case situatie verschillend per 'sub aspect' (zeezoogdieren, vissen, bodemleven) en ook niet op voorhand eenduidig te benoemen. Zo is weliswaar de geluidsproductie bij heien met 3.000 kJ hoger dan bij 1.000 kJ, het aantal palen dat geheid wordt met een hogere hei-energie is lager waardoor de totale milieubelasting lager uit kan vallen. ** Voor landschap en elektriciteitsopbrengst is er niet zozeer sprake van een worst- of bestcase, maar geven de alternatieven wel een bandbreedte aan.		

Beoordeling

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief (dat is de huidige situatie en de autonome ontwikkeling). Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in tabel S3. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel S3 Scoringsmethodiek

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie (nulalternatief)
--	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering
-	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering
0	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie
+	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering
++	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering

Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

In de Passende Beoordeling worden effecten gekwantificeerd ten einde uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten op Natura 2000-gebieden als gevolg van het voorkeursaltermatief.

Naast het effect van een windpark in kavel I zijn ook cumulatieve effecten van andere windparken en activiteiten beschouwd en zijn tevens mitigerende maatregelen onderzocht.

6. Resultaat milieubeoordeling

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria weer zonder de inzet van mitigerende maatregelen. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken. Het betreft een samenvatting van de effectbeoordeling, de omschrijving van de beoordelingscriteria is hiervoor vereenvoudigd.

Vogels en vleermuizen

Tabel S4 Beoordeling effecten vogels en vleermuizen zonder mitigerende maatregelen

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebruiksfase vogels		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Kolonievogels		
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Verwijderingsfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-
OVERALL BEOORDELING	--	-

Het alternatief met 38 x 10 MW turbines en een rotordiameter van 221 meter is het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, vanwege het geringere aantal aanvaringsslachtoffers in vergelijking met de andere alternatieven (dat is overigens niet altijd in

de score terug te vinden). De worst case situatie is het alternatief met 63 x 6 MW turbines en een rotordiameter van 142 meter.

Onderwaterleven

Tabel S5 Beoordeling effecten onderwaterleven zonder mitigerende maatregelen

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 (63 x 6 MW 1000kJ)	**Alternatief 2 (38 x 10 MW 3000kJ)**
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden/biomassa Bijzondere soorten	*Bodemdieren* Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies *Vissen* Geluid/trillingen Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies	 0/- 0 0/- 0/- 0	 0/- 0 0/- 0/- 0
Zeezoogdieren Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen Fysieke aantasting Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud) Verwijdering Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	 Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren Dierverstoringsdagen Aantal aangetaste dieren Populatie-effecten (Noordzee) Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren	 - - -- -- -- 0 0 0 0 0/- 0/-	 - -- -- -- -- 0 0 0 0 0/- 0/-

Voor wat betreft de effecten als gevolg van onderwatergeluid, blijkt voor zeezoogdieren alternatief 1 (63 x 6 MW turbines) de *best case* te zijn. Dit vanwege het kleinere verstoorde oppervlak (afname hei-energie) en ondanks de toename in verstoringsduur in vergelijking met alternatief 2 (38 x 10 MW turbines). Het verschil in verstoord oppervlak is echter dermate gering dat dit niet zichtbaar is in de effectbeoordeling op dit criterium an sich (beide alternatieven

scoren -). De effecten voor bruinvissen kunnen, indien toepassing wordt gegeven aan beide alternatieven, sterk negatief zijn. In dit scenario zal populatiereductie van bruinvissen groter zijn dan toelaatbaar wordt geacht in het Kader Ecologie en Cumulatie en aanvullende studies (Heinis, 2015). Afgesproken is dat de populatie als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt (in plaats van de eerdere 20%). Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark niet meer dan **255** dieren mag bedragen. Door toepassing van mitigerende maatregelen is dit effect te beperken tot onder deze drempelwaarde (zie paragraaf 12.5 en 12.6). Voor wat betreft bodemdieren en vissen zijn de effecten zeer gering van omvang.

Scheepvaartveiligheid

Tabel S6 Beoordeling effecten scheepvaart en veiligheid zonder mitigerende maatregelen

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 met 6 MW turbines	**Alternatief 2 met 10 MW turbines**
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter	0	0

Voor twee alternatieven van kavel I zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 6 MW turbines zijn de kansen hoger dan voor de variant met 10 MW turbines. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door schepen groter dan 24 meter is 0,03489 per jaar voor het alternatief met 6 MW turbines, of te wel eens per 28,7 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door schepen groter dan 24 meter is 0,01808 per jaar voor het alternatief met 10 MW turbines, of te wel eens per 55,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor schepen kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,01072 voor de 6 MW variant en 0,00364 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 93,3 jaar en 274,7 jaar.

Als gevolg van het alternatief met 6 MW turbines wordt eens per 716 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor het alternatief met 10 MW turbines eens per 1259 jaar is. De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van kavel I met 0,28% toe voor het alternatief met 6 MW turbines. Voor het alternatief met 10 MW turbines is dit lager (0,16%).

Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0,000169 ($1.69x10^{-4}$). Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is 0,000094 ($9,4x10^{-5}$).

Geologie en hydrologie

Tabel S7 Beoordeling effecten geologie en hydrologie zonder mitigerende maatregelen

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1	Alternatief 2
	een 6 MW turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 15 meter. Erosiebescherming (stortstenen): geen.	een 10 MW turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal de diameter van de voet.
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	0	0
Sedimenttransport	0	0
Kustveiligheid	0	0

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang en tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het kabeltracé en is van tijdelijke aard. Beide alternatieven verschillen hierin nauwelijks en zijn derhalve nagenoeg gelijk.

Landschap

Tabel S8 Beoordeling effecten landschap zonder mitigerende maatregelen

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 x 6 MW turbines Max. tiphoogte 167 m	**38 x 10 MW turbines Max. tiphoogte 251 m**
Zichtbaarheid in percentage van de tijd Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	-	0/-

De zichtbaarheid van een windpark in kavel I is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 18,8% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Noordwijk). Buiten deze periode is het

zichtbaarheidspercentage lager. Ook is dit percentage lager op andere zichtlocaties, die verder van de kavel zijn gelegen.

Verder geven fotovisualisaties aan dat het windpark, als de meteorologische omstandigheden goed zijn, zichtbaar is. Onderscheid tussen de alternatieven is gering. De grote turbines zijn op een afstand van 44 kilometer of meer nog wel (theoretisch) zichtbaar, de kleine turbines niet meer (vanwege kimduiking). Dit verschil in effect is echter klein.

Op basis van met name De Vries et al. (2008) wordt geconcludeerd dat de beleving subjectief is en afhankelijk van de achtergrond van de waarnemer zoals opleidingsniveau, inkomen en houding ten opzichte van duurzame energie. De grote gemene deler uit dit belevingsonderzoek laat zien dat verstoring van het zeelandschap met vaste objecten, zoals windparken of boorplatforms, licht negatief beoordeeld wordt, dat daarbij het eerste verstorende object het meest negatief wordt beoordeeld en dat daarna volgende objecten steeds relatief minder negatief beoordeeld worden, en dat een grotere afstand leidt tot een minder negatieve beoordeling. Ook zijn er groepen mensen die met windturbines in het algemeen en met wind op zee positieve associaties blijken te hebben.

De verlichting die wordt toegepast op de gondel van de windturbines zorgt ervoor dat het windpark onder goede meteorologische omstandigheden ook ’s nachts zichtbaar kan zijn vanaf de kust. Hoe meer windturbines, hoe zichtbaarder in de nacht. Het alternatief met de meeste turbines scoort dan ook minder goed op zichtbaarheid in de nacht dan het alternatief met de minste turbines. Het effect van verlichting kan mogelijk gemitigeerd worden op basis van een nieuwe circulaire (concept informatiecirculaire aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart, nr. 2.2, 4 april 2016), zie ook tabel S12 met mitigerende maatregelen.

Overige gebruiksfuncties

Tabel S9 Beoordeling effecten Overige gebruiksfuncties zonder mitigerende maatregelen

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	0/-	0/-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-
	Interferentie helikopterverkeer	-	-
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen	0	0
	Verstoring straalpaden	0	0
Munitiestortgebieden en militaire gebieden	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden	0	0
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven	0	0
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0/-	0/-
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0	0
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

Er blijken slechts geringe effecten op te treden ten aanzien van reeds aanwezige gebruiksfuncties. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Wel is een negatief effect op helikopterverkeer voorzien. De effecten op recreatie en toerisme worden ten aanzien van kustrecreatie als beperkt negatief beoordeeld. Bij de gebruiksfuncties zandwinning, scheeps- en luchtvaartradar en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van ruimteverlies (zandwinning, recreatie), aantasting (archeologie) of beïnvloeding (scheepsradar). De effecten worden gezien de geringe omvang neutraal beoordeeld, de alternatieven zijn niet onderscheidend.

De effecten op de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (90 km^2) en de waarde van dat gebied voor de visserij, beperkt negatief beoordeeld. Daarnaast worden de effecten op windparken ook beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van het windpark Luchterduinen (en mogelijk ook voor windpark OWEZ en het Prinses Amalia Windpark). Voor kabels en leidingen zal een onderhoudszone van 500m aan weerszijde van de kabel of leiding worden vastgelegd in de kavelbesluiten. Dit is smaller dan de 750 meter die doorgaans wordt gehanteerd. De Beleidsnota Noordzee (2016-2021) stelt dat in het kader van efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee het toegestaan is de onderhoudszone te versmallen. Ten aanzien van olie- en gaswinning wordt tevens een beperkt negatieve score gegeven, aangezien er een winningsvergunning is verleend voor het mijnblok P12 dat deels overlapt met kavel I. Tenslotte wordt een negatieve score gegeven aan de effecten op helikopterverkeer. De Helicopter Main Route KZ60 is op minder dan 2 nautische mijl afstand gelegen. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

Elektriciteitsopbrengst

Tabel S10 Beoordeling effecten elektriciteitsopbrengst zonder mitigerende maatregelen

Aspecten	Beoordeling	
	Alternatief 1	**Alternatief 2**
	63 x 6 MW turbines	**48 x 8 MW turbines (er zijn nog geen 10 MW turbines op de markt)**
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

Voor het bepalen van de elektriciteitsopbrengst zijn berekeningen uitgevoerd met een tweetal turbines waarvoor gegevens beschikbaar zijn en die wat betreft grootte zo ver mogelijk uit elkaar liggen. Uit deze berekeningen komt vrijwel geen verschil in opbrengst naar voren. Beide alternatieven verschillen nauwelijks qua elektriciteitsproductie en vermeden emissies. Hierbij kan aangetekend worden dat dit niet wil zeggen dat alle turbinetypes gelijk zullen scoren, ook al is het opgestelde vermogen telkens 380 MW (uitgangspunt inrichting kavel). Turbines die relatief grote rotoren hebben (dus een laag aantal W/m^2) zullen meer energie opwekken dan turbines met een relatief kleine rotor. Daarbij speelt ook de onderlinge windafvang en de windafvang van Luchterduinen een rol. Waarschijnlijk zullen turbines met een hoog vermogen én een relatief grote rotor het beste scoren. De toekomstige windparkontwikkelaar is vrij om een optimum te bepalen waarbij uiteraard ook de kostprijs een rol zal spelen.

Cumulatie

In de volgende tabel is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel S11 Overzicht cumulatieve effecten kavel I Hollandse Kust (zuid)

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
Vogels en \Vleermuizen	Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case scenario met 3 MW-turbines in het KEC voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw is niet uit te sluiten.	Als er in de berekeningen realistische windturbinetypes worden gebruikt voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee (Borssele I/II: 4 MW, Borssele III-V: 6 MW, Hollandse Kust (zuid) I – IV: 6 MW en Hollandse Kust (noord): 8 MW), blijft alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (Gyimesi & Fijn 2015b). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm[4] dan blijven de gecumuleerde aantallen slachtoffers onder of op de PBR-norm van de grote meeuwensoorten, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om deze additionele sterfte op te vangen. Bovendien liet eerdere populatiemodellering van de kleine mantelmeeuw ook zien dat de Nederlandse populatie kleine mantelmeeuwen niet in gevaar komt (Poot et al. 2011).
	In een worst case scenario in cumulatie met alle ontwikkelingen van windparken op de Noordzee zoals in het KEC beschouwd, wordt de voorlopig berekende PBR waarde voor de ruige dwergvleermuis (Nathusius' Pipistrelles) overschreden	Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 12.5 en 12.6).
Zeezoogdieren	Effecten op de GSI kunnen niet worden uitgesloten	Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 12.5 en 12.6).
Scheepvaart en veiligheid	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied	Geen gevolgen kavelbesluit. Het cumulatieve effect van andere windparken op de verkeersveiligheid is, in tegenstelling tot eerdere veiligheidsstudies, niet apart

[4] Voor het NCP is meer betrouwbare en gedetailleerde data beschikbaar dan voor de gehele Zuidelijke Noordzee. Bovendien is voor het NCP ook meer zekerheid over de tot en met 2023 op te richten windparken. De onzekerheidsmarge in resultaten is bij deze analyse daarom kleiner. Bij deze analyses zijn tevens de effecten van het gebruik van de 10-12 mijlszone bij windenergiegebied Hollandse Kust meegenomen . Daarom is ervoor gekozen om een analyse te doen waarin het aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	Hollandse Kust (zuid) kunnen leiden tot andere effecten op scheepvaart en veiligheid	inzichtelijk gemaakt, maar is als basissituatie beschouwd. In het ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken uit de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) zijn de afstanden tussen het scheepvaartscheidingstelsel en de toekomstige windparken vastgelegd en deze zijn geeffectueerd in de nieuwe routestructuur die vanaf augustus 2013 van kracht is geworden. Tevens is in de berekeningen voor kavel I gecumuleerd over kavels II, III en IV; de routestructuur voor kavel I verandert niet als kavels II, III en IV ook worden meegenomen.
Morfologie en hydrologie	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen ook leiden tot effecten op geologie en hydrologie	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel II, III en IV) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden. Dat betekent dat er geen sprake is van cumulatie, ook niet met andere activiteiten en andere verder weg gelegen windparken.
Landschap	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van windturbines vanaf het strand.	Geen, de inbeslagname van de horizontale beeldhoek door windturbines in de kavels in Hollandse Kust (zuid) zal toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van deze windturbines is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines sterk beperken. De kortste afstand tussen de windturbines op zee in kavel I en het strand bedraagt 22,2 kilometer (Noordwijk). Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 18,8% van de tijd zichtbaar. De mogelijk te ontwikkelen windparken in Hollandse Kust (zuid) liggen wat dichter bij de kust, waardoor deze een hoger percentage van de tijd zichtbaar zijn.
Overige gebruiks-functies	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel II, III en IV) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de visserij. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft relatief goede visgronden. In totaal gaat circa 0,16% van het bevisbare oppervlak van het NCP verloren. Daardoor is in cumulatie sprake van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast. Voor recreatie en toerisme heeft de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) beperkte gevolgen omdat de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Daarnaast

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
		heeft dit (conform de MKBA van Decisio (2014) beperkt negatieve effecten op de kustrecreatie. Dit heeft geen directe gevolgen voor het kavelbesluit. De realisatie van de overige kavels in het Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), heeft in toenemende mate invloed op de walradar. Dit heeft geen directe gevolgen voor het kavelbesluit.
Elektriciteits-opbrengst	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en Luchterduinen kunnen wind van elkaar afvangen	Geen, de realisatie van kavels II, III en IV zal leiden tot meer windafvang voor kavel I. De mate van windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van deze kavels.

Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat vrijwel bij elk aspect voldaan kan worden aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten. Deze mogelijke resterende effecten kunnen worden gemitigeerd door middel van de volgende maatregelen. Ten behoeve van het voorkeursalternatief zullen uit deze mogelijke mitigerende maatregelen een aantal geselecteerd worden.

Tabel S12 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
Vogels en vleermuizen	Aanleg- en verwijderingsfase	Bouw vanaf juni tot en met september omdat er dan nauwelijks verstoringsgevoelige zeevogelsoorten aanwezig zijn. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting. Reductie van hei-geluid, echter effect van geluid van heien op vogels is onbekend en dus de noodzaak van deze maatregel ook.
	Operationele fase	Installeer zo min mogelijk grote turbines in plaats van meer kleinere. Hollandse Kust (zuid) zoveel mogelijk laten aansluiten op windpark Luchterduinen om verstoringsgebied zo klein mogelijk te houden. Installeer tweebladige in plaats van driebladige turbines. Creëer een corridor in het windpark waar vogels gebruik van kunnen maken. Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen). Vermijd onderhoudswerkzaamheden gedurende de nacht, zeker in trekseizoen. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
		Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Cut-in windspeed verhogen (t.b.v. vleermuizen) in relevant seizoen en tijdstip van de dag (schemering). Maximale tiplaagte verhogen. Zo klein mogelijk oppervlak windpark (minste habitatverlies).
Zeezoog-dieren	Verstoring en daarmee gepaard gaande populatiereductie, PTS	Beperken van de aanlegperiode. Gebruik maken van 'Slow start' en 'Acoustic Deterrent Devices' (ADD's). Maximaal toelaatbaar geluidniveau vastleggen.
Scheepvaart en veiligheid	Aandrijving	Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS). Inzetten van een Emergency Towing Vessel.
Morfologie en hydrologie	-	-
Landschap	Zichtbaarheid overdag	Aanbrengen van verticale kleurbanen op de turbines Geven van informatie over het wat, hoe en waarom van de windparken, zodat de waarnemer begrip heeft van de noodzaak van het windpark. Kiezen voor zo groot mogelijke turbines, zodat een kleiner aantal kan worden geplaatst. Dat geeft een rustiger beeld aan de horizon.
	Zichtbaarheid 's nachts	Met behulp van radardetectie kan de verlichting worden ingeschakeld wanneer luchtvaartverkeer zich binnen een bepaalde zone van het windpark begeeft. Met behulp van zichtbaarheidsmeters kan de verlichting gedimd worden wanneer de zichtomstandigheden goed zijn, dan behoeft de verlichting niet altijd voluit te branden.
Overige gebruiks-functies	Dichter dan 750 meter op actieve kabels	Afstemming zoeken met kabeleigenaren.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologische object te ontwijken.
	Risico van niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Invloed van windturbines op walradarketen	Toepassing van radar op de te realiseren Tennet-platforms of tussen de windparken en de scheepvaartroutes.

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
	Interferentie helikopterverkeer	De HMR kan worden verhoogd of verlegd. Door het punt NEKAS naar het westen te verplaatsen, kan de gebruiksruimte van 2 nautische mijlen aan weerszijden van de HMR worden gewaarborgd.
Elektriciteitsopbrengst	-	-

Een aantal maatregelen zal in ieder geval uitgevoerd worden, zoals het gebruik maken van een ‘slow start’ en ADD’s. Voor de overige mitigerende maatregelen is nog niet bepaald of en in welke mate deze worden toegepast. In het kavelbesluit wordt vermeld welke maatregelen genomen worden.

7. Afweging

Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. Door middel van de Wet windenergie op zee wordt de toets die ingevolge de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet dient te worden uitgevoerd, geïntegreerd in het kavelbesluit. Het bevoegd gezag beschikt middels artikel 7 Wet windenergie op zee over een vrijstellingsbevoegdheid in het kader van de Flora en faunawet. Ten behoeve van de toetsing aan de Natuurbeschermingswet 1998 is een Passende Beoordeling uitgevoerd. Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden als gevolg van het voorkeursalternatief uitgesloten kunnen worden.

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken in de diverse aspectenhoofdstukken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld in het hoofdstuk onderwaterleven is de normstelling beschreven die binnen ASCOBANS als basis gebruikt wordt gehanteerd om een maat voor aanvaardbare populatiereductie te bepalen voor bruinvissen. Het planologische beschermingsregime ten aanzien van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), nu genaamd Natuurnetwerk Nederland, is van toepassing op de gehele Noordzee (EEZ). In paragraaf 1.3.1 van bijlage 5 is aangegeven hoe de werking van het beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het Nederlandse Noordzeegebied eruit ziet.

Keuze voorkeursbandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken. Als uitgangspunt voor de gehanteerde bandbreedte is namelijk al rekening gehouden met het onderzoek naar (cumulatieve) effecten voor vogels. Dat aspect beperkte de bandbreedte namelijk voor de kavels in windenergiegebied Borssele. Wel zijn op basis van dit MER mitigerende maatregelen te nemen die de effecten teniet doen of verminderen. De keuze welke maatregelen genomen dienen te worden volgt nu.

Te nemen mitigerende maatregelen

Maatregelen die getroffen worden om tot een benodigde vermindering van effecten te komen zijn:

Vogels en vleermuizen

- Gedurende nachten (tussen zonsondergang en zonsopkomst) met massale vogeltrek wordt het aantal rotaties per minuut per windturbine tot minder dan 1 gebracht;
- de cut-in windspeed van de turbines bedraagt gedurende de periode van 15 augustus tot en met 30 september tussen 1 uur na zonsondergang tot 2 uur voor zonsopkomst 5,0 m/s op ashoogte.

Onderwaterleven

Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vast te stellen. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

Tabel S13 Normstelling voor windparken in gebied Hollandse Kust (zuid), met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Hollandse Kust (zuid)	**Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)***		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	172	175

Naast de geluidsnormering dient gebruik gemaakt te worden van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures ter voorkoming van permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*).

Overige gebruiksfuncties

In de nabijheid en binnen kavel I liggen verschillende kabels. Voor kabels en leidingen zal een onderhoudszone van 500m aan weerszijde van de kabel of leiding worden vastgelegd in de kavelbesluiten. Dit is smaller dan de 750 meter die doorgaans wordt gehanteerd. De Beleidsnota Noordzee (2016-2021) stelt dat in het kader van efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee het toegestaan is de onderhoudszone te versmallen.

Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.

Daarnaast kunnen aanwezige archeologische waarden de plaatsing van windturbines in kavel I beïnvloeden.

Conclusie voorkeursalternatief

Het kavelbesluit dient de voorkeursbandbreedte mogelijk te maken en noodzakelijke mitigerende maatregelen te borgen; voorkeursbandbreedte en maatregelen vormen samen het voorkeursalternatief.

8. Leemten in kennis en informatie

De ontwikkeling van windparken op zee heeft een relatief korte geschiedenis. Inmiddels zijn de eerste monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het betreft resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Zekerheid over de effecten op lange termijn kan hiermee nog niet geboden worden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma's handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER gepresenteerd wordt. Tijdens (het vooronderzoek van) de effectvoorspelling voor het voorliggende MER zijn verschillende leemten in kennis geconstateerd die het inzicht in de aard en omvang van de effecten van een windpark in kavel I beperken. Er blijven onzekerheden bestaan over de effecten, onder meer over de cumulatieve effecten van meerdere windparken onderling en in cumulatie met andere activiteiten op de Noordzee.

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van offshore windenergie; in brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden.

Kort zijn de volgende leemten te constateren:

- Lokale vogels: In het algemeen is de kennis van de verspreiding in ruimte en tijd van zeevogels op zee nog onvolledig;
- Trekvogels: Algemeen is de kennis van het tijdsbeslag en de ruimtelijke omvang van de vogeltrek nog onvolledig. Het gebrek aan representatieve gegevens hangt samen met het vaak moeilijk toegankelijke leefgebied en het ontbreken van gestandaardiseerde telmethodes. Er bestaan aanwijzingen voor verschillende trekroutes in het Noordzeegebied. Kwantitatieve data hierover, hoe groot het aandeel van deze trekroutes is op de trek in zijn geheel ontbreken, evenals data over trekdichtheden in de verschillende gedeeltes van de Noordzee.
- Vleermuizen: kennisleemten bestaan ten aanzien van het voorkomen van vleermuizen op zee en het gedrag in windparken alsmede de aantallen aanvaringsslachtoffers.
- Benthos: Kennisleemten bestaan ten aanzien van het kunnen voorspellen van de gevolgen van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op benthos. Ook de gevolgen van elektromagnetische velden langs de kabels zijn nog niet goed bekend.
- Zeezoogdieren: Leemten in kennis doen zich voor ten aanzien van aspecten als verspreiding en voorkomen van zeezoogdieren, migratiepatronen, drempelwaarden voor TTS, PTS en vermijding, gedragsreacties als gevolg van onderwatergeluid en foerageergedrag. Modelberekeningen van de verspreiding van onderwatergeluid in combinatie met drempelwaarden die afgeleid zijn uit verschillende studies voorspellen het optreden van vermijding, TTS en PTS bij zeezoogdieren. Nader onderzoek in de vorm van monitoring in het veld, aanvullend laboratoriumonderzoek en verdere modelontwikkeling is nodig om de leemten in kennis aan te vullen.

- Vissen: Specifieke kennisleemten met betrekking tot windparken bestaan vooral ten aanzien van soort en omvang van veranderingen van de visfauna op de langere termijn als gevolg van het instellen van beperkingen voor de visserij en het aanbrengen van hardsubstraat.
- Overige gebruiksfuncties: Daadwerkelijk optredende economische effecten op kustrecreatie na de aanleg van zichtbare windparken zijn in Nederland niet eerder onderzocht. In andere landen is beperkt ex post onderzoek gedaan. Daaruit zijn geen significant negatieve effecten op recreatie en toerisme naar voren gekomen.
- Elektriciteitsopbrengst: De windafvang vanuit Luchterduinen en vanuit de overige kavels binnen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan vrij goed berekend worden nadat de exacte opstellingen van die windparken bekend zijn. Verwacht wordt dat de berekeningen in dit MER een goede indicatie geven.

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Een kavelbesluit kan genomen worden, ondanks de bestaande leemten in kennis en onzekerheden. Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Dit inzicht is verstrekt door middel van dit MER.

9. Monitoring en evaluatie

In het Energieakkoord voor Duurzame Groei (SER akkoord, september 2013) is afgesproken een versnelling van de realisatie van doelstellingen en een 40% kostenreductie voor windenergie op zee te realiseren (Kamerstukken II 2012/13, 30 196, nr. 202). Om deze redenen is in 2015 door het ministerie van Economische Zaken en het ministerie van Infrastructuur en Milieu besloten een integraal monitoringprogramma in te zetten om de kennisleemtes met betrekking tot de effecten van windmolenparken op zee op het Noordzee ecosysteem te onderzoeken en om een verdere kostenreductie te realiseren binnen ecologische grenzen.

Dit monitorings-en evaluatieprogramma Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark specifiek zijn.

Onder het Wozep valt zowel de dóór-ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Wet Milieubeheer.

Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook een efficiëntieslag gemaakt die bovendien bijdraagt aan een kosten efficiënte realisatie van de doelstellingen voor windenergie op zee.

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteedt aan de doorvertaling van de nieuwe kennis enerzijds in het instrument KEC (dit kan ook betekenen het checken van aannames en/of effectberekeningen); anderzijds als doorvertaling naar beleid- en beheerconsequenties. Voorbeeld van dat laatste is het opleggen of aanpassen van mitigerende maatregelen. In het Wozep richt het onderzoek met name op die onderdelen die kostprijsverhogend kunnen werken en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover. Het Wozep zal starten in 2016 en zal vijf jaar duren.

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 1

1.1 Aanleiding 1
1.2 M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit 3
1.3 Inhoud milieueffectrapportage 4
1.4 Initiatiefnemer en betrokken partijen 4
1.5 Inspraak 4
1.6 Leeswijzer 5

2 Wet- en regelgeving en beleidskader 7

2.1 Duurzame energiedoelstellingen 7
2.2 Ontwikkelingen en beleid windenergie op zee 7
2.3 Wet windenergie op zee 15
2.4 Belangrijkste internationale beleid 16

3 Onderbouwing locatiekeuze en verkaveling Hollandse Kust (zuid) 19

3.1 Locatiekeuze Hollandse Kust (zuid) 19
3.2 Uitgangspunten voor de verkaveling 21
3.3 Kenmerken van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) 24
3.4 Aansluiting op het elektriciteitsnet 27

4 Aanpak effectbeoordeling 29

4.1 Inleiding bandbreedte-benadering 29
4.2 Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven 30
4.3 Beoordelingskader 36
4.4 Effectbeoordeling en mitigerende maatregelen 42
4.5 Cumulatie 46
4.6 Mitigerende maatregelen 46

5 Morfologie en hydrologie 47

5.1 Beoordelingskader 47
5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 49
5.3 Effectbeschrijving 58
5.4 Effectbeoordeling 64
5.5 Cumulatie 64
5.6 Mitigerende maatregelen 64
5.7 Leemten in kennis 64

6 Vogels en vleermuizen 65

6.1 Inleiding 65
6.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte 65
6.3 Beoordelingskader 65
6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 68
6.5 Effectbeschrijving 76
6.6 Conclusie 94
6.7 Cumulatie 95
6.8 Mitigerende maatregelen 101
6.9 Leemten in kennis en informatie 104

7 Onderwaterleven 107

7.1 Te beschouwen alternatieven / bandbreedte 107
7.2 Beoordelingskader 108
7.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 109
7.4 Effectbeschrijving 128
7.5 Effectbeoordeling 148
7.6 Cumulatieve effecten 153
7.7 Mitigerende maatregelen 158
7.8 Leemten in kennis 163

8 Scheepvaartveiligheid 166

8.1 Inleiding 166
8.2 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven 166
8.3 Beoordelingskader 166
8.4 Aanpak MARIN 167
8.5 Effectbeschrijving 175
8.6 Effectbeoordeling 181
8.7 Cumulatie 182
8.8 Mitigerende maatregelen 182
8.9 Leemten in kennis 184

9 Landschap 186

9.1 Inleiding 186
9.2 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven 186
9.3 Beoordelingskader 186
9.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 188
9.5 Effectbeschrijving 189
9.6 Conclusie 199

9.7 Cumulatie 200
9.8 Mitigerende maatregelen 201

10 Overige gebruiksfuncties 203

10.1 Inleiding 203
10.2 Te beschouwen bandbreedte / alternatieven 203
10.3 Beoordelingskader 204
10.4 Visserij 205
10.5 Olie- en gaswinning 209
10.6 Luchtvaart 211
10.7 Zand-, grind- en schelpenwinning 215
10.8 Baggerstort 216
10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar 217
10.10 Kabels en leidingen 221
10.11 Telecommunicatie 223
10.12 Munitiestortgebieden en militaire activiteiten 224
10.13 Recreatie en toerisme 225
10.14 Cultuurhistorie en archeologie 231
10.15 Mosselzaadinvanginstallaties 233
10.16 Bestaande windparken 234
10.17 Effectbeoordeling 236
10.18 Cumulatie 237
10.19 Mitigerende maatregelen 238
10.20 Leemten in kennis 238

11 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies 239

11.1 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven 239
11.2 Beoordelingskader 240
11.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling 240
11.4 Effectbeschrijving 241
11.5 Effectbeoordeling 243
11.6 Cumulatie 243
11.7 Mitigerende maatregelen 243
11.8 Leemten in kennis 243

12 Afweging 244

12.1 Inleiding 244
12.2 Toetsing aan wettelijk kader 244
12.3 Effecten binnen de bandbreedte 244

12.4 Cumulatie 251
12.5 Mitigerende maatregelen 254
12.6 Voorkeursalternatief 256
12.7 Leemten in kennis 257
12.8 Monitoring en evaluatie 259

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

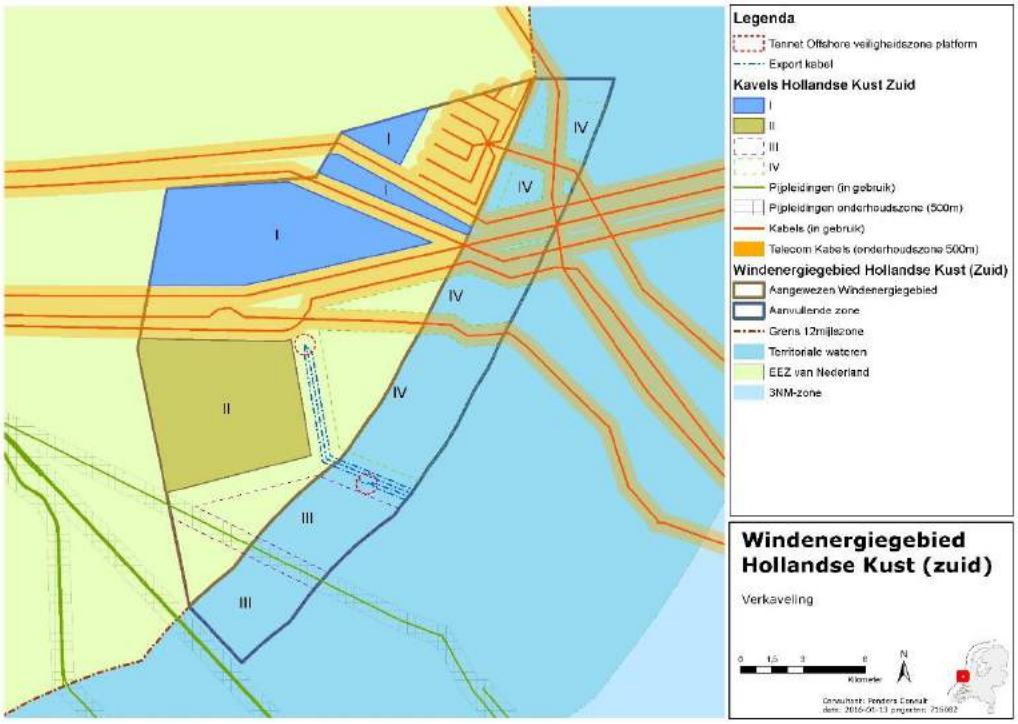
Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. Naast windenergie op land zijn ook concrete doelstellingen geformuleerd voor windenergie op zee. Deze doelstellingen zijn herzien en concreet gemaakt in het Energieakkoord voor duurzame groei (SER, Energieakkoord, 2013). De keuze is gemaakt deze doelstelling te realiseren door middel van een nieuw uitgiftesysteem. Hiervoor is de Wet windenergie op zee in werking getreden. Deze geeft het Rijk de mogelijkheid kavels uit te geven voor de ontwikkeling van windparken op zee. In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In het Waterbesluit zijn algemene regels voor windenergie op zee vastgesteld.

In de gepubliceerde routekaart voor windenergie op zee (Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/ nr. 11 Herdruk) is aangegeven dat met deze nieuwe systematiek als eerste kavels in het windenergiegebied Borssele uitgegeven worden. Vervolgens worden kavels uitgegeven in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie figuur 1.1).

Als eerste zullen de twee kavels die buiten de 12 NM liggen in procedure gebracht worden. Als de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust zoals voorgenomen wordt vastgesteld, zullen later de twee kavels die deels binnen de 12 NM liggen (kavel III en IV) in procedure worden gebracht. De kavels III en IV liggen deels tussen de 10 en 12 NM. Dit gebied moet nog worden aangewezen voor de ontwikkeling van windenergie. De kavels III en IV zijn daarmee afhankelijk van de partiële herziening van het nationaal waterplan 2 (NWP2), Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust.

De ontwerpkavelbesluiten I en II Hollandse Kust (zuid) en de definitieve kavelbesluiten I en II Hollandse Kust (zuid) zullen niet eerder ter inzage worden gelegd dan de Ontwerprijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust respectievelijk de definitieve Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust.

Figuur 1.1 Ligging kavel I



De minister van Economische Zaken is (in overeenstemming met de Minister van Infrastructuur en Milieu) initiatiefnemer voor het uitgeven van kavels en stelt ten behoeve daarvan voor elk kavelbesluit een milieueffectrapport (MER) op. Dit document betreft het MER voor kavel I in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Het MER beschrijft de milieueffecten die optreden bij de aanleg, exploitatie en verwijdering van windturbines in het kavel.

Op 28 januari 2016 is in de Kennisgeving Kavelbesluit Hollandse Kust (zuid) I en II het voornemen aangekondigd tot het opstellen van dit voorliggende MER. Samen met de kennisgeving is de Conceptnotitie reikwijdte en detailniveau MER kavelbesluiten I en II Hollandse Kust (zuid) gepubliceerd (Stct 2016, 3818). Hierin wordt een toelichting gegeven op het initiatief om deze kavels uit te geven en is beschreven wat in dit MER onderzocht wordt. Ook is de gelegenheid geboden zienswijzen in te dienen.

De windturbines die in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geplaatst worden, moeten worden aangesloten op het hoogspanningsnet. TenneT draagt zorg voor deze aansluiting. Het gaat daarbij om twee platforms in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), de kabels vanaf deze platforms naar en over land en de aansluiting op het hoogspanningsnet op land. Voor het net op zee wordt door TenneT een aparte procedure inclusief milieueffectrapportage (m.e.r.) doorlopen.

Tekstkader 1.1 Besluiten windenergie

Besluiten windenergie op zee

Voordat een windpark op zee gebouwd kan worden, is een aantal besluiten nodig.

- Eerst worden in een Rijksstructuurvisie als onderdeel van het Nationaal Waterplan windenergiegebieden aangewezen waar windparken gebouwd mogen worden.
- Binnen die windenergiegebieden wordt vervolgens voor elk windpark een kavel aangewezen. In het kavelbesluit (2a) wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Gelijktijdig aan het kavelbesluit wordt onder de rijkscoördinatieregeling (2b) het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee van TenneT voorbereid. Het net op zee zorgt voor de stroomverbinding van het windpark met het landelijk hoogspanningsnet. Het bestaat uit één of twee platforms op zee, met elk twee onderzeese elektriciteitskabels naar de kust. Vervolgens worden de landkabels via een transformatorstation op een bestaand hoogspanningsstation aangesloten.

Wie uiteindelijk een windpark mag bouwen, wordt bepaald in een subsidietender.

De besluiten worden in een vaste volgorde genomen met de volgende mogelijkheden voor inspraak of beroep:

- Eerst kunt u inspreken op de Conceptnotitie Reikwijdte en Detailniveau die beschrijft wat er onderzocht zal worden. U kunt daarbij aangeven wat er naar uw mening in het milieueffectrapport (meer, of anders) onderzocht moet worden om tot een (ontwerp)besluit te komen.
- Als het onderzoek naar de milieueffecten is afgerond, kunt u inspreken op de ontwerpbesluiten en aangeven wat er volgens u aan veranderd zou moeten worden.
- Definitieve kavelbesluiten (2a) en de besluiten die worden genomen onder de rijkscoördinatieregeling (2b) staan open voor beroep bij de afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. Tegen de Rijksstructuurvisie (1) is geen beroep mogelijk.

1.2 M.e.r.-procedure voor het kavelbesluit

De procedure van de m.e.r. bij besluiten over activiteiten met potentieel aanzienlijke milieueffecten, is voorgeschreven op grond van nationale en Europese wetgeving. De aard en omvang van deze activiteiten (wanneer m.e.r.) zijn opgenomen in het Besluit milieueffectrapportage. De m.e.r.-procedure mondt uit in een rapport, het milieueffectrapport (MER). De inhoudelijke vereisten aan een MER staan in hoofdstuk 7 van de Wet milieubeheer. In onderdeel D, categorie D22.2, van de bijlage van het Besluit milieueffectrapportage staat dat windparken met een gezamenlijk vermogen van 15 MW of meer, of bestaande uit 10 windturbines of meer, m.e.r.-beoordelingsplichtig zijn. Dit houdt in dat het bevoegd gezag moet beoordelen of het doorlopen van een project-m.e.r. noodzakelijk is. Deze beoordeling is voor dit initiatief van het kavelbesluit achterwege gebleven omdat het Rijk, gezien de aard en schaal van het initiatief, er direct voor heeft gekozen om een project-m.e.r. uit te voeren. Voor het kavelbesluit is de uitgebreide m.e.r.-procedure gevolgd.

Er wordt een project-m.e.r. doorlopen voor het kavelbesluit als bedoeld in de Wet windenergie op zee. Het kavelbesluit treedt in de plaats van de vergunningen op grond van de Waterwet en Natuurbeschermingswet 1998 en de ontheffingen op grond van de Flora- en faunawet[1]. Het

[1] De Wet natuurbescherming vervangt de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en de Boswet en is op 15 december 2015 door de Eerste Kamer aangenomen. Deze wet treedt in werking op een

detailniveau van dit MER is zodanig dat voor de realisatie van het windpark op basis van het kavelbesluit, geen verdere m.e.r.-procedure doorlopen hoeft te worden.

Omdat significante effecten op Natura 2000-gebieden bij het realiseren van windparken in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) niet op voorhand zijn uit te sluiten, wordt ook een 'Passende Beoordeling' opgesteld voor het kavelbesluit. Deze maakt onderdeel uit van dit MER en bevat een beoordeling van de effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

1.3 Inhoud milieueffectrapportage

Het doel van dit MER is om informatie te leveren die het mogelijk maakt om het milieubelang - in brede zin - een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming omtrent het kavelbesluit. Hiertoe bevat dit MER de volgende zaken:

- De locatieonderbouwing: geschiktheid windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ten opzichte van de overige voor windenergie aangewezen gebieden.
- De verkaveling van het gebied: overwegingen die ten grondslag liggen aan de verkaveling van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en de keuze voor de volgorde van uitgifte.
- Inzicht in de milieueffecten van opstellingsvarianten van windturbines binnen het kavel. Dit gebeurt door binnen een bandbreedte te variëren in posities van windturbines en eigenschappen van de turbines, zoals fundatie, ashoogte en rotordiameter.

1.4 Initiatiefnemer en betrokken partijen

Dit MER is opgesteld in opdracht van de minister van Economische Zaken, in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu.

Bij het tot stand komen van uitgifte van kavels voor windparken in het gebied Hollandse Kust (zuid) zijn diverse partijen betrokken. Onderscheid kan gemaakt worden tussen overheden, belanghebbenden (meestal verenigd in organisaties) en burgers.

Belanghebbend zijn onder meer de windsector, natuur- en milieuorganisaties, kustgemeenten, visserij, zandwinning, olie- en gassector, recreatie en scheepvaart. Belanghebbenden worden door middel van bijeenkomsten bij de totstandkoming van de MER-en betrokken. Iedereen, waaronder burgers, kan inspreken tijdens de twee inspraakperioden (zie 1.5).

De Commissie voor de m.e.r. is om advies gevraagd over de reikwijdte en het detailniveau. Tevens zal de Commissie voor de m.e.r. een toetsingsadvies geven over dit MER.

1.5 Inspraak

Deze m.e.r.-procedure kent twee momenten waarop zienswijzen kunnen worden ingediend. Een heeft plaatsgevonden rondom de terinzagelegging van de conceptnotitie reikwijdte en

bij koninklijk besluit te bepalen tijdstip, dat voor de verschillende artikelen of onderdelen daarvan verschillend kan worden vastgesteld. Ten tijde van het opstellen van dit MER is het niet duidelijk wanneer de inwerkingtreding plaatsvindt. Vandaar dat in dit MER nog gesproken wordt over de Natuurbeschermingswet 1998, de Flora- en faunawet en/of de Boswet.

detailniveau van 15 januari 2016 tot en met 26 februari 2016. De zienswijzen heeft de Commissie voor de m.e.r. betrokken bij haar advies. Het advies van de Commissie voor de m.e.r. en de zienswijzen hebben het ministerie van Economische Zaken en het ministerie van Infrastructuur en Milieu betrokken in de totstandkoming van dit rapport. De tweede periode is tijdens de terinzagelegging van het ontwerp-kavelbesluit, inclusief dit MER.

De inspraakperiodes worden bekend gemaakt door publicatie in één of meerdere dag-, nieuws of huis-aan-huisbladen of op een andere geschikte wijze. Na verwerking van de zienswijzen worden de definitieve kavelbesluiten vastgesteld. Tegen die besluiten kan beroep worden ingesteld bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State.

1.6 Leeswijzer

De indeling van het MER ziet er als volgt uit:

Samenvatting / Summary

1. Inleiding
2. Wet- en regelgeving en beleidskader
3. Onderbouwing locatiekeuze en verkaveling Hollandse Kust (zuid)
4. Aanpak effectbeoordeling
5. Morfologie en hydrologie
6. Vogels en vleermuizen
7. Onderwaterleven
8. Scheepvaartveiligheid
9. Landschap
10. Overige gebruiksfuncties
11. Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies
12. Afweging

Tevens is een aantal bijlagen opgenomen met achtergronddocumenten ten aanzien van een aantal milieuaspecten zoals scheepvaart, zeezoogdieren en vogels. Ook de Passende Beoordeling vormt een bijlage, evenals een bijlage ten behoeve van de toetsing aan de flora- en faunawet.

2 WET- EN REGELGEVING EN BELEIDSKADER

2.1 Duurzame energiedoelstellingen

2.1.1 EU

In de Europese Raad van 23 en 24 oktober zijn de EU-doelen voor 2030 vastgesteld (Kamerstukken II, 2014/15, 21 501-20, nr. 922). Bij het akkoord over het Klimaat- en Energie Beleidsraamwerk voor 2030 is een Europees bindend doel van 27% hernieuwbare energie afgesproken.

2.1.2 Energieakkoord voor duurzame groei

In het Energieakkoord voor duurzame groei (hierna: Energieakkoord) is met de betrokken partijen afgesproken dat 4.450 MW aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. Dit betekent dat er vanaf 2015 voor in totaal circa 3.450 MW subsidie dient te worden verleend. Dit is aanvullend op de bestaande parken en hetgeen in voorbereiding is[2].

2.2 Ontwikkelingen en beleid windenergie op zee

2.2.1 Ronde 1 en 2 windparken

De eerste windturbines op de Noordzee zijn gebouwd in het Offshore Windpark Egmond aan Zee (10 kilometer uit de kust bij Egmond) en het Prinses Amalia Windpark buiten de 12-mijlszone (voorheen genaamd Q7, 22 kilometer uit de kust bij IJmuiden)[3]. Ze hebben een vermogen van respectievelijk 108 en 120 MW. Deze parken worden ook wel de “ronde 1-parken” genoemd. Daarnaast zijn vergunningen verstrekt voor de bouw van nieuwe windparken, de zogenaamde “ronde 2-parken”. Drie van deze parken hebben subsidie gekregen en zijn of worden de komende jaren gebouwd (Luchterduinen (voorheen Q10), Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats)). Ze hebben een vermogen van respectievelijk 129 en twee maal 300 MW.

2.2.2 Routekaart windenergie op zee

Op 26 september 2014 is door de ministers van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu een brief aan de Tweede en Eerste Kamer gestuurd waarin de routekaart wordt gepresenteerd voor het tijdig realiseren van de doelstelling voor windenergie op zee, zoals afgesproken in het Energieakkoord (Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk). In de brief wordt ingegaan op het net op zee (voorheen ook transmissiesysteem op zee genoemd), het nieuwe systeem voor de realisatie van windenergie op zee, en de gebieden voor windenergie.

Het kabinet concludeert dat een gecoördineerde netaansluiting van windparken op zee leidt tot lagere maatschappelijke kosten en een kleinere impact op de leefomgeving. Het uitgangspunt voor de routekaart is dat de opgave voor windenergie op zee het meest kosteneffectief kan worden gerealiseerd door uit te gaan van een net op zee. Het net op zee gaat uit van standaard platforms waarop per platform circa 700 MW windenergiecapaciteit kan worden aangesloten.

[2] Bestaande parken: Windpark Prinses Amalia, Offshore Windpark Egmond aan Zee en Windpark Luchterduinen, in voorbereiding: Gemini windparken Buitengaats en ZeeEnergie. Deze tellen gezamenlijk op tot circa 1.000 MW.
[3] 1 nautische mijl = 1.852 meter, de 12-mijlszone is iets meer dan 22 kilometer breed.

Op het platform worden de windturbines van de windparken rechtstreeks aangesloten. Inmiddels kan TenneT op grond van de Elektriciteitswet 1998 worden aangewezen als netbeheerder van het net op zee.

Daarnaast is in overleg met de windenergiesector een nieuw systeem voor de uitrol van windenergie op zee vormgegeven. In dit systeem wordt de vergunning en subsidie voor specifieke locaties voor windparken door de overheid via een tender uitgegeven. Het systeem beoogt bij te dragen aan efficiënt ruimtegebruik, kostenreductie en een versnelling van de uitrol van windenergie op zee. Dit heeft zijn weerslag gekregen in de Wet windenergie op zee.

In de brief van 26 september 2014 is ook aangegeven dat vijf gebieden tot op 3 NM van de kust ter hoogte van Ameland, voor de Noord-Hollandse kust, voor de Zuid-Hollandse kust, ter hoogte van de Maasvlakte en voor de Zeeuwse kust op haalbaarheid zijn onderzocht voor windenergie op zee. In geen van de vijf onderzochte gebieden was windenergie op voorhand onmogelijk. Voor alle onderzochte gebieden geldt dat, ten opzichte van windenergie buiten de 12-mijlszone, het kostenvoordelen oplevert om windenergie binnen de 12-mijlszone te realiseren. Het kabinet heeft gezocht naar een minimaal gebruik van de 12-mijlszone door slecht twee van de vijf onderzochte gebieden ook maar voor een deel te benutten; vanaf 10 in plaats van 3 NM. Hierbij is tegemoet gekomen aan de bezwaren, terwijl er nog steeds een significante kostenbesparing wordt gerealiseerd. Door een smalle strook tussen de 10- en 12 mijl te laten aansluiten bij de Hollandse Kust gebieden buiten de 12-mijlszone, kan er voor de kust van Zuid-Holland 1.400 MW gerealiseerd worden en voor de kust van Noord-Holland 700 MW. Daardoor kunnen de standaard platforms van 700 MW van TenneT zo efficiënt mogelijk worden benut. Als de smalle strook voor de Hollandse Kust tussen de 10 en 12 mijl niet zou worden benut, dan moeten platforms van 700 MW in verder gelegen gebieden worden aangelegd. Dat leidt tot hogere kosten in de SDE+, omdat door een grotere afstand en waterdiepte de kosten per kWh voor de windparken toenemen. Ook nemen de kosten voor het aanleggen en onderhouden van de platforms toe. De aansluiting op de reeds aangewezen gebieden zorgt ervoor dat de vrije horizon in andere gebieden behouden blijft.

Het kabinet kiest voor een kostenefficiënte aanpak waarbij zoveel mogelijk rekening wordt gehouden met de zorgen van de verschillende belanghebbenden. Als eerste is begonnen met het ontwikkelen van het in 2009 aangewezen gebied Borssele. Vervolgens wordt het gebied Hollandse Kust (zuid) ontwikkeld.

De maatregelen leiden tot het uitrolschema in onderstaande tabel.

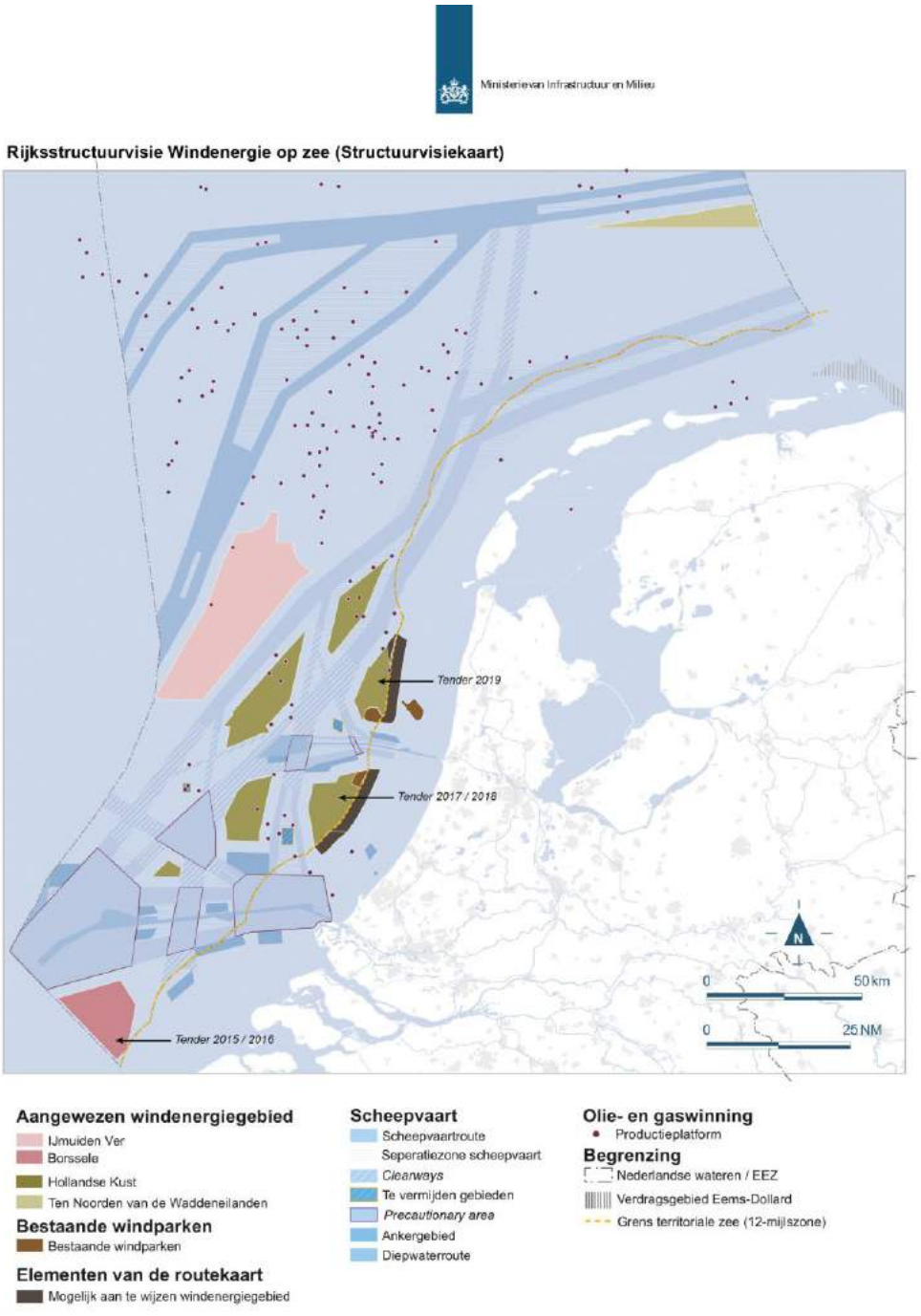
Jaar	Schema (MW)	Gebieden routekaart
2015[4]	700	*Borssele*
2016	700	*Borssele*
2017	700	*Hollandse Kust (zuid)*
2018	700	*Hollandse Kust (zuid)*
2019	700	*Hollandse Kust (noord)*

Figuur 2.1 geeft een overzicht van de gebieden en het jaar van uitgifte van de gebieden, van zuid naar noord: Borssele, Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord). In figuur 2.3 zijn de voorgestelde gebieden tussen de 10 en 12 NM aangegeven, aansluitend op de gebieden Hollandse Kust (zuid) en Hollandse Kust (noord).

In zijn brief van 19 mei 2015 (Kamerstukken II, 2014–15, 33 561, nr. 19) geeft de Minister van Economische Zaken aan dat toestaan van maximaal 380 MW per kavel tot schaalvoordelen en optimaal gebruik van het net kan leiden, met dien verstande dat er echter maximaal voor 350 MW aansluit- en transportcapaciteit wordt gegarandeerd per kavel. Deze voordelen resulteren mogelijk in lagere kosten per kWh. Om die reden wordt voor elke kavel uitgegaan van in totaal 380 MW (zodat effecten niet kunnen worden onderschat).

[4] Januari 2016

Figuur 2.1 Realisatie conform routekaart windenergie op zee: aangewezen windenergiegebieden



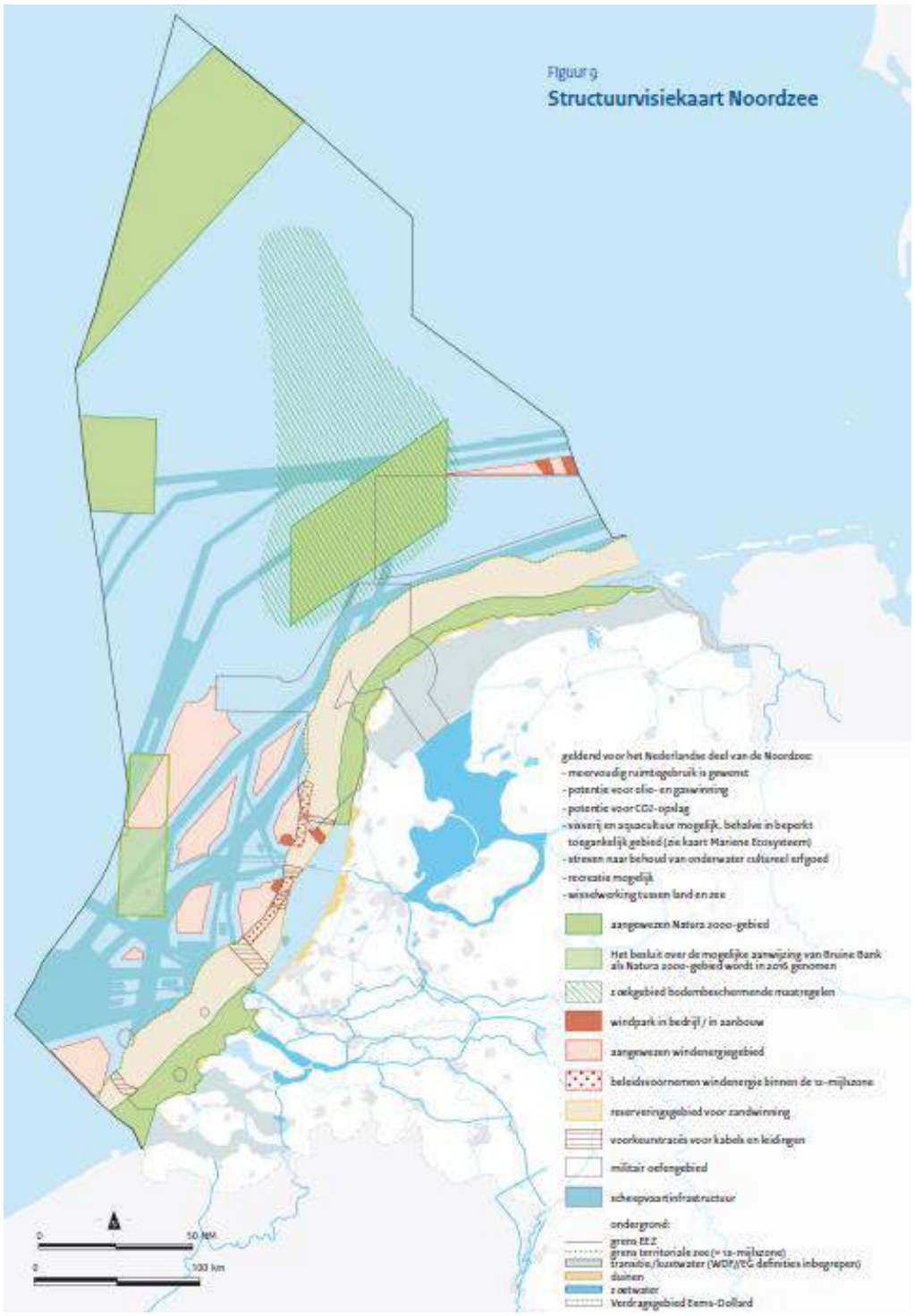
2.2.3 Nationaal Waterplan

Nationaal Waterplan 1

In het NWP1 en de daarbij behorende Beleidsnota Noordzee zijn twee concrete windenergiegebieden aangewezen: ´Borssele' (344 km²) en 'IJmuiden Ver' (1.170 km²). De keuze voor deze gebieden is gemaakt op basis van een zo 'conflictvrij' mogelijke uitwerking, voor zover het de belangen voor scheepvaart, het mariene ecosysteem, olie en gas, defensie en luchtvaart betreft.

In het NWP1 is vermeld dat het aanwijzen van de windenergiegebieden voor de Hollandse Kust en Ten noorden van de Waddeneilanden zal worden uitgewerkt in een aanvulling op de structuurvisie van het Nationaal Waterplan. Dit is de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, partiële herziening van het Nationaal Waterplan. Het kabinet heeft op 26 september 2014 de Rijksstructuurvisie definitief vastgesteld (Kamerstukken I/II, 2014–15, 33 561, A/nr. 11 Herdruk). Daarmee zijn de windenergiegebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden aangewezen. Deze aangewezen gebieden liggen buiten de 12-mijlszone op minimaal 22 kilometer afstand van de kust. Zie figuur 2.2 voor de windenergiegebieden.

Figuur 2.2 Ligging windenergiegebieden (uit: Nationaal Waterplan 2016-2021)



Nationaal Waterplan 2 (NWP2) en Beleidsnota Noordzee 2016-2021

Voor de periode 2016-2021 is het Noordzee beleid verder uitgewerkt in het Nationaal Waterplan 2 (NWP2) en als onderdeel hiervan in de nieuwe Beleidsnota Noordzee 2016-2021. Ze bouwen voort op de eerdere plannen. Het kabinet geeft binnen de Europese kaders (Kaderrichtlijn

Water, Kaderrichtlijn Mariene Strategie, Vogel- en Habitatrichtlijn en Verdrag van Malta) prioriteit aan activiteiten op de Noordzee die van nationaal belang zijn voor Nederland, waaronder opwekking van duurzame energie: voldoende ruimte voor windenergie en andere vormen van duurzame energie, zo veel mogelijk in combinatie.

In de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 zijn ruimtelijke uitgangspunten geformuleerd voor de inpassing van windparken op zee. Het gaat daarbij (samengevat) om:

- Een ruimtelijke efficiënte indeling voor windparken en aanlandingspunten binnen de kaders van de wet- en regelgeving vanuit kostenoogpunt en gebieden waar een capaciteit van (een veelvoud van) 700 MW kan worden gerealiseerd. De keuze hiervoor heeft te maken met de keuze voor TenneT als netbeheerder en de keuze van TenneT om windparken aan te sluiten op gestandaardiseerde platforms van 700 MW.
- De afstand tussen scheepvaartroutes en windparken (bij de reservering van het gebied Hollandse Kust is rekening gehouden met de in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 aan te houden afstanden tot scheepvaartroutes);
- De afstand tussen windparken en mijnbouwplatforms met helikopterdek, mijnbouw opsporings- of winningsvergunningen en transportleidingen;
- De bestaande militaire oefengebieden op zee die blijven gehandhaafd en windturbines zijn daarbinnen niet toegestaan;
- De aangewezen windenergiegebieden die vallen buiten de gebieden waarin zandwinning prioritair is;
- De aangewezen windenergiegebieden die vallen buiten de aangewezen Natura 2000-gebieden;
- Doorvaart en medegebruik, dat mogelijk gemaakt wordt vanaf 2017 voor alle operationele windparken (behalve bij de Gemini windparken) onder voorwaarden;
- Beleving van de windparken;
- Overige aspecten als visgronden, kabels en leidingen en archeologisch en cultureel erfgoed.

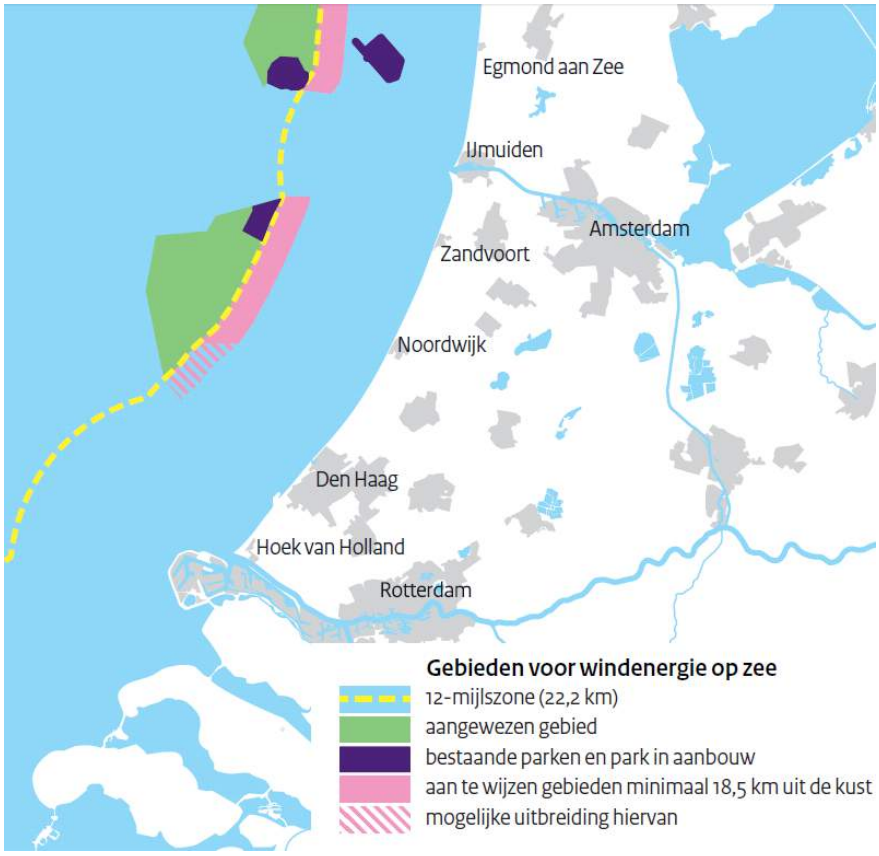
Om 1.400 respectievelijk 700 MW te kunnen realiseren bij het gebied Hollandse Kust, wil het kabinet een strook van maximaal twee NM (nautische mijl) binnen de 12-mijlszone toevoegen. Deze gebieden grenzen aan het reeds aangewezen gebied Hollandse Kust buiten de 12-mijlszone. Het besluit tot het aanwijzen van extra windenergiegebieden binnen de 12-mijlszone zal worden uitgewerkt in de vorm van een partiële herziening van het Nationaal Waterplan 2016-2021, inclusief het opstellen van een milieueffectrapport, waarbij alternatieven worden bezien en een passende beoordeling.

2.2.4 Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust

In de routekaart windenergie op zee en het Nationaal Waterplan 2 is aangegeven dat een strook tussen 10 en 12 nautische mijlen (NM; circa 18,5 tot 22 kilometer) wordt toegevoegd aan een reeds aangewezen windenergiegebied (zie figuur 2.3). De reden hiervoor is dat de aangewezen gebieden te klein zijn voor de aanpak met standaardplatforms met een capaciteit van 700 MW per platform. Daarom wil het kabinet een strook tussen de 10 en 12 NM aan dit gebied toevoegen. De Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust dient hiertoe en is een partiële herziening van het Nationaal Waterplan 2.

Het kabinet heeft in de routekaart tevens besloten de overige gebieden uit de Haalbaarheidsstudie (Zeeland, Maasvlakte en Ameland) niet verder te onderzoeken voor mogelijk gebruik als windenergiegebied. Bovendien zal voor de gebieden Noord- en Zuid-Holland geen gebruik gemaakt worden van de zone tussen de 3 en 10 NM uit de kust.

Figuur 2.3 Uitbreiding windenergiegebied tussen de 10 en 12 NM.



Ter voorbereiding van de Rijksstructuurvisie wordt een planMER opgesteld. In dat plan-MER zal worden ingegaan op de volgende onderwerpen. Het betreft de hoofdpunten van het advies van de Commissie m.e.r. op de NRD voor de planMER voor de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust (3 juli 2015):

- een onderbouwing van de noodzaak van uitbreiding van het gebied Hollandse Kust met een strook tussen de 10 en 12 NM;
- een beschrijving van de ligging en omvang van de windparken, de onderzochte bandbreedte aan (technische) invullingsmogelijkheden en de daaraan verbonden milieuvoordelen;
- een visualisatie en beschrijving van de landschappelijke gevolgen aan de hand van de criteria zichtbaarheid, beleving en dominantie;
- een duidelijk overzicht van de gevolgen voor beschermde soorten en beschermde gebieden met daarbij een toetsing van deze gevolgen aan wet- en regelgeving en beleid;
- een overzicht van de mogelijke en van de (eventueel) benodigde maatregelen om nadelige effecten op natuur, landschap en scheepvaart te voorkomen of te mitigeren.

Naar verwachting gaat de ontwerp Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust inclusief planMER in de zomer van 2016 ter inzage en wordt deze eind 2016 definitief vastgesteld.

2.2.5 Kader Ecologie en Cumulatie (KEC)

Ecologie is een belangrijk onderwerp voor de belangenafweging bij het realiseren van windparken op zee. Daarom is door Rijkswaterstaat in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, en het ministerie van Economische Zaken een toetsingskader gemaakt, dat moet worden toegepast bij toekomstige besluitvorming over windenergie op zee. Aan de hand van dat toetsingskader zal bij het nemen van ruimtelijke besluiten, zoals de toekomstige aanwijzing van windenergiegebieden en kavelbesluiten, worden beoordeeld of uitgesloten kan worden dat een windpark op zee afzonderlijk, of in cumulatie met andere windparken en andere activiteiten, ongewenste effecten op de ecologie zal hebben.[5] Dat kader wordt het 'Kader Ecologie en Cumulatie'[6] genoemd.

2.3 Wet windenergie op zee

De Wet windenergie op zee maakt de opschaling van windenergie op zee mogelijk. Centraal staat het instrument 'kavelbesluit' en een nieuw uitgiftesysteem.

Het uitgiftestelsel omvat een aantal stappen. Windparken mogen alleen gebouwd worden op locaties (kavels) die zijn aangewezen in kavelbesluiten. Kavels worden uitsluitend aangewezen binnen een gebied dat is aangewezen in het Nationaal Waterplan. In de kavelbesluiten wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden windparken gebouwd en geëxploiteerd mogen worden. Nadat de kavelbesluiten zijn vastgesteld, zal de Minister van Economische Zaken via een tender bepalen aan wie vergunningen worden verleend. In de tender kunnen alle marktpartijen die een windpark op een kavel zouden willen realiseren, een aanvraag indienen.

Een belangrijk onderdeel van de kavelbesluiten behelst de toets van de natuuraspecten. Volgens de Wet windenergie op zee wordt de toets die ingevolge de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet[7] dient te worden uitgevoerd, geïntegreerd in de kavelbesluiten. Hierbij speelt het Kader Ecologie en Cumulatie een belangrijke rol. Uit de eerder opgedane kennis blijkt dat gevolgen van windparken op zee vooral kunnen bestaan uit geluidsoverlast voor zeezoogdieren en vissen en aanvaringskansen en habitatverlies voor zeevogels, kustbroedvogels, trekvogels en vleermuizen.

2.3.1 Netaansluiting door netbeheerder TenneT

De Elektriciteitswet 1998 biedt de mogelijkheid om TenneT aan te wijzen als netbeheerder van het net op zee. Ten behoeve van het inpassingsplan en de vergunningen voor het net op zee waarop de windparken uit de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) gaan aansluiten, wordt een MER opgesteld en de rijkscoördinatieregeling doorlopen. De totale capaciteit van het net op zee bedraagt 1.400 MW. Het net op zee Hollandse Kust (zuid) bestaat (afhankelijk van de vaststelling Rijksstructuurvisie Windenergiegebied Annvulling Hollandse

[5] Conform de Beleidsnota Noordzee 2016-2021.
[6] Zie: www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/windenergie/ecologie.
[7] Zoals reeds in paragraaf 1.2 is aangegeven, zal de Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998 (samen met de Boswet) worden geïntegreerd in de Wet natuurbescherming.

Kust) uit twee transformatorstations in zee, vier onderzeese 220 kV hoogspanningskabels naar land, het ondergrondse tracé op land en de aansluiting op een 380 kV hoogspanningsstation.

Volgens het ontwikkelkader wind op zee dat op grond van artikel 16e van de Elektriciteitswet 1998 wordt vastgesteld wordt het net op zee zodanig ontworpen dat het mogelijk is om op termijn de verder uit de kust gelegen windenergiegebieden met wisselstroom aan te sluiten op de platforms in de windenergiegebieden uit de routekaart. De platforms fungeren dan als “stapsteen”. Voor Hollandse Kust (zuid) is er wel sprake van een verder weggelegen windenergiegebied “achter” het gebied Hollandse Kust (zuid), maar blijkt dat het verbinden van het platform in het verder weg gelegen gebied met een eigen kabel naar de kust slimmer en goedkoper is dan via een platform in Hollandse Kust (zuid). De afstand tot de kust is zodanig kort dat de voor wisselstroom noodzakelijke blindstroomcompensatie niet halverwege de kabel nodig is. Dit levert binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ook wat meer ruimte op om windturbines te plaatsen, doordat een extra tracé voor de kabels achterwege kan blijven. De platforms van Hollandse Kust (zuid) fungeren dan ook niet als een stapsteen voor verder weg gelegen windenergiegebieden.

2.4 Belangrijkste internationale beleid

Een aantal internationale afspraken en beleidskaders speelt op de achtergrond. Ze werken indirect door in dit MER in verschillende milieuaspecten. Hieronder zijn de belangrijkste genoemd.

2.4.1 Kaderrichtlijn Mariene Strategie

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) verplicht elke Europese lidstaat tot het vaststellen van een mariene strategie, welke is gericht op bescherming, behoud en herstel van het mariene milieu (een goede milieutoestand (GMT) van de Noordzee) waarbij tevens een duurzaam gebruik van de Noordzee wordt gegarandeerd en is geïmplementeerd in het Waterbesluit[8]. De Nederlandse Mariene Strategie (Deel I) is geschreven aan de hand van een initiële beoordeling (IB) van de toestand van de Noordzee, een beschrijving van de goede milieutoestand (GMT) en de formulering van milieudoelen en bijbehorende indicatoren[9].

De eerste twee stappen zijn respectievelijk in 2012 en 2014 vastgelegd; de derde stap – het KRM-programma van maatregelen – is in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 samengevat en is als bijlage 5 bij het Nationaal Waterplan 2 gevoegd. De maatregelen uit het programma dragen eraan bij dat de goede milieutoestand in 2020 of in de periode daarna binnen handbereik komt. Kern is dat de huidige beleidsinspanning voor het terugdringen van verontreiniging en verstoring van het ecosysteem moet worden volgehouden om de goede milieutoestand te bereiken. Een aanvullende beleidsinspanning is nodig voor de bescherming van het bodemecosysteem van het Friese Front en de Centrale Oestergronden en het terugdringen van zwerfvuil op zee (‘plastic soup’, waaronder ook microplastics). In 2018 volgt een hernieuwde beoordeling van de milieutoestand.

[8] Stb. 2010, 330
[9] Stand van zaken, zie Kamerstukken II, 2013/14, 33 450, nr. 22

2.4.2 OSPAR-verdrag (1992)

Het OSPAR-verdrag vormt een overkoepelend juridisch kader voor de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijke deel van de Atlantische oceaan. Hieronder valt ook de Noordzee. Het OSPAR-verdrag heeft als belangrijkste doel het voorkomen en beëindigen van de verontreiniging van het mariene milieu en het beschermen van het zeegebied tegen de nadelige effecten van menselijke activiteiten ten einde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden en aangetaste zeegebieden te herstellen indien mogelijk.

Samen met 15 andere landen heeft Nederland dit verdrag ondertekend en is derhalve gebonden aan de bepalingen zoals opgenomen in het verdrag. Voor wat betreft de aanleg, exploitatie en verwijdering van windenergie op zee betreft dit de bepalingen in relatie tot het voorkomen van nadelige effecten van menselijk handelen.

Bijlage V van het verdrag bestrijkt alle mogelijke activiteiten die negatieve effecten op mariene ecosystemen en biodiversiteit kunnen hebben en voorziet in de mogelijkheid om deze (indien nodig) te reguleren, met uitzondering van visserij. Tevens bestaan er beperkingen voor de regulering van scheepvaart, waarvoor de Internationale Maritieme Organisatie (IMO) de primaire verantwoordelijkheid draagt en slechts aanvullende maatregelen kunnen worden genomen binnen het OSPAR-verdrag.

De voornaamste maatregelen die zijn vastgesteld door de OSPAR-commissie in het kader van Bijlage V hebben betrekking op:

- het identificeren en beschermen van bedreigde of achteruitgaande soorten en habitats;
- het in kaart brengen van (potentieel) schadelijke activiteiten;
- het instellen van (een netwerk van) beschermde zeegebieden;
- het ontwikkelen van ecologische kwaliteitsdoelstellingen ter ondersteuning van de ecosysteembenadering.

Het verdrag hanteert de volgende criteria voor de vaststelling van menselijke activiteiten voor de toepassing van hetgeen gesteld in Bijlage V:

- de omvang, intensiteit en duur van de desbetreffende menselijke activiteit;
- feitelijke en mogelijke nadelige gevolgen van de menselijke activiteit voor specifieke soorten, leefgemeenschappen en habitats;
- feitelijke en potentiële nadelige gevolgen van de menselijke activiteit voor specifieke ecologische processen;
- onomkeerbaarheid of duurzaamheid van deze gevolgen.

2.4.3 ASCOBANS (1994)

Dit verdrag heeft als doel het beschermen van kleine walvisachtigen in de Noordzee en Oostzee. Initiatieven, zoals de aanleg van kabels en leidingen, mogen niet tot verstoring van walvisachtigen leiden. Om het doel van ASCOBANS te verwezenlijken zijn de partijen verplicht om binnen hun rechtsmacht en in overeenstemming met hun internationale verplichtingen de instandhoudings-, onderzoek- en beheersmaatregelen uit te voeren die zijn opgenomen in de Bijlage van het verdrag. Hier betreft het voornamelijk het voldoen aan hetgeen gesteld is in Artikel 1, onder c en d van de bijlage;*(c) the effective regulation, to reduce the impact on the*

animals, of activities which seriously affect their food resources, and (d) the prevention of other significant disturbance, especially of an acoustic nature.

2.4.4 Bats-agreement

De bats-agreement[10] heeft als doel om de in Europa voorkomende vleermuizen te beschermen. De bats-agreement vloeit voort uit de Bonn-conventie[11] dat als doel heeft (met name bedreigde) migrerende diersoorten te beschermen en te behouden. Uit het verdrag volgt dat lidstaten wordt aanbevolen om mitigerende maatregelen te nemen bij windparken ter bescherming van (migrerende) vleermuizen. In het kavelbesluit waar dit MER een bijlage van vormt en het monitorings- en evaluatieplan is uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie, en meer specifiek de bats-agreement.

2.4.5 Wadden Sea Seals

Wadden Sea Seals[12] heeft als doel om door samenwerking een gunstige staat van instandhouding van de Gewone zeehond te bereiken en te behouden in de Noordzee. De overeenkomst vloeit voort uit de Bonn-conventie. In het kavelbesluit waar dit MER een bijlage van vormt en het monitorings- en evaluatieplan is uitwerking gegeven aan de Bonn-conventie en meer specifiek Wadden Sea Seals.

[10] Agreement on the Conservation of Populations of European Bats
[11] Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals
[12] Agreement for the Conservation of Seals in the Wadden Sea

3 ONDERBOUWING LOCATIEKEUZE EN VERKAVELING HOLLANDSE KUST (ZUID)

3.1 Locatiekeuze Hollandse Kust (zuid)

In het Nationaal Waterplan 2 (NWP2) zijn de reeds in 2009 en 2014 aangewezen windenergiegebieden bevestigd. Het betreft de gebieden Borssele, IJmuiden Ver, Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden. Op dit moment wordt een partiële herziening van het NWP2 voorbereid voor het gebied Hollandse Kust, waarin ook een strook tussen 10 en 12 nautische mijl wordt aangewezen (Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust) (zie paragraaf 1.1 en 2.2.4).

In het Energieakkoord voor duurzame groei (zie paragraaf 2.2.2) is met de betrokken partijen afgesproken dat 4.450 MW aan windvermogen op zee operationeel is in 2023. Dit betekent dat in aanvulling op de bestaande parken en parken in aanbouw 3.500 MW aan extra windenergie op zee gerealiseerd moet worden. Het kabinet heeft in september 2014 aangegeven de doelstelling van 3.500 MW te willen realiseren binnen de windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust. Deze windenergiegebieden waren al aangewezen.

De keuze voor Borssele als eerste uit te geven gebied is gemaakt op basis van een zo ‘conflictvrij’ mogelijk gebied voor zover dat de belangen voor scheepvaart, het mariene ecosysteem, olie en gas, defensie en luchtvaart betreft. Ook lijkt bij Borssele de netaansluiting op land, een onderdeel van de uitrol dat veel tijd vraagt, het snelste te realiseren. Noodzakelijke verzwaring van het net op land is daar reeds in voorbereiding (Kamerstukken II, 2013–14, 31 510, nr. 49).

De keuze voor Hollandse Kust (zuid) als tweede uit te geven gebied is gemaakt op basis van kosten en netinpassing. Het gebied is niet ver van de kust gelegen en is daardoor minder kostbaar voor de ontwikkeling van windenergie dan bijvoorbeeld windenergiegebied IJmuiden Ver (Kamerstukken II, 2014-15, 33.561, nr. 12) en ook de aansluiting op het hoogspanningsnet op land lijkt goed te realiseren met diverse hoogspanningsstations in het westen van Nederland.

In de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee is nagegaan of windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) buiten de 12 NM geschikt is voor de realisatie van windenergie. In deze structuurvisie zijn de effecten van windenergie in het gebied Hollandse Kust (zuid) op het detailniveau van een structuurvisie onderzocht vanuit de aspecten ecologie, scheepvaartveiligheid, overige gebruiksfuncties (olie en gas, visserij, zandwinning etc.), geologie en hydrologie, landschap (zichtbaarheid) en cultuurhistorie en archeologie. Voor de strook tussen 10 en 12 NM wordt dit gedaan in het planMER voor de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust. Hierbij is ook gekeken naar de geschiktheid ten opzichte van de overige voor windenergie aangewezen gebieden (IJmuiden Ver, Hollandse Kust, Ten noorden van de Waddeneilanden, Borssele). In het MER voor de kavels van windenergiegebied Borssele is op hoofdlijnen de vergelijking tussen de gebieden gemaakt. In bijlage 2 is deze vergelijking op hoofdlijnen opgenomen, waarbij de conclusie hieronder is opgenomen voor het gebied Hollandse Kust (zuid). In het onderhavige MER is een nader onderzoek naar de geschiktheid van het gebied Hollandse Kust (zuid) voor windenergie dan ook niet nodig.

In de volgende tabel is de beoordeling van de windenergiegebieden samengevat.

Thema	Aspect	Borssele	Hollandse Kust	IJmuiden Ver	Ten Noorden van de Waddeneilanden
Ecologie	Vogels				
	Zeezoogdieren				
Landschap	Zichtbaarheid				
Andere functies	Scheepvaartveiligheid				
	Olie- en gas				
	Visserij				
Kosten					

Kleur	Uitleg
Rood	negatieve effecten verwacht, grote belemmering/veel mitigerende maatregelen nodig; relatief hoge kosten
Oranje	beperkt negatieve effecten verwacht, mogelijke belemmering/weinig mitigerende maatregelen nodig; relatief matige kosten
Geel	beperkt negatieve effecten verwacht, geen belemmering/geen mitigerende maatregelen nodig; relatief beperkte kosten
Groen	weinig tot geen negatieve effecten verwacht; relatief lage kosten

- Uit de beoordeling van de windenergiegebieden komen de volgende factoren naar voren waar rekening mee gehouden moet worden:
- Ecologie
  - Voor vogels zijn significant negatieve effecten, al dan niet in cumulatie, niet zonder meer uit te sluiten. Er is nader onderzoek benodigd bij de specifieke inrichting van de gebieden.
  - Voor zeezoogdieren (bruinvissen en zeehonden) zijn significant negatieve effecten op voorhand niet uit te sluiten. Om de effecten, ook in cumulatie, terug te brengen dienen mogelijk grenzen aan de geluidsemissie bij de aanleg van funderingen gesteld te worden.
- Landschap
  - De windparken in de gebieden Borssele en Hollandse Kust kunnen bij goed weer deels zichtbaar zijn vanaf de kust.
- Andere functies
  - Voor het windenergiegebied Hollandse Kust geldt dat deze te midden van gebieden met een verhoogde scheepvaartactiviteit ligt. De veiligheid voor de scheepvaart bij de inrichting van deze gebieden is een aandachtspunt.
  - Voor met name het windenergiegebied Hollandse Kust en in iets mindere mate IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden geldt dat de aanwezige

activiteiten voor de olie- en gaswinning (exploratie, winning of gebruik van platforms) een aandachtpunt zijn voor de ontwikkeling van de windenergiegebieden.
    - Voor alle windenergiegebieden geldt dat bij de ontwikkeling van de gebieden het bevisbaar oppervlak afneemt en ook dat vissersboten mogelijk dienen om te varen.
- Kosten
    - Het gebied Hollandse Kust heeft naar verwachting de laagste kosten per kWh, gevolgd door Borssele, Ten Noorden van de Waddeneilanden en tot slot IJmuiden Ver.

Gebieden binnen de 12-mijlszone

Het kabinet wil aan het gebied Hollandse Kust een strook van maximaal twee nautische mijl (NM) toevoegen binnen de 12-mijlszone waardoor het gebied ruimtelijk en kostenefficiënter gebruikt kan worden. De gebieden binnen de 12-mijlszone zijn nog niet aangewezen. Het besluit tot aanwijzing zal worden uitgewerkt in een partiële herziening van het Nationaal Waterplan 2016-2021. Indien deze gebieden aangewezen worden betekent dit de volgende wijziging in de beoordeling voor het windenergiegebied Hollandse Kust:

- Een deel van de turbines zal beter zichtbaar zijn en daardoor minder goed scoren op het aspect landschap.
- De kosten zullen omlaag gaan, aangezien het dichter bij de kust ondieper is en mogelijk de kabels voor de aansluiting op het hoogspanningsnet korter kunnen zijn.
- Effecten op vogels en zeezoogdieren zijn mogelijk groter.
- Voor de andere aspecten zijn de effecten naar verwachting niet wezenlijk anders.

Conclusie

De verschillende windenergiegebieden kennen allemaal zowel aanzienlijke negatieve effecten (op vogels en zeezoogdieren, zonder mitigerende maatregelen) als geringe negatieve effecten. De verschillen tussen de gebieden zijn wat dat betreft beperkt. Windenergiegebied Hollandse Kust is het goedkoopst te ontwikkelen. Indien het gebied kan worden uitgebreid naar 10 NM vanaf de kust is er veel meer relatief goedkope windenergie op te wekken. Het windenergiegebied heeft echter mogelijk wel (meer dan de andere windenergiegebieden) effect op de zichtbaarheid, scheepvaartveiligheid, olie- en gaswinning en visserij. In het vervolg van het MER is op basis van deze analyse bijzondere aandacht nodig voor deze effecten.

3.2 Uitgangspunten voor de verkaveling

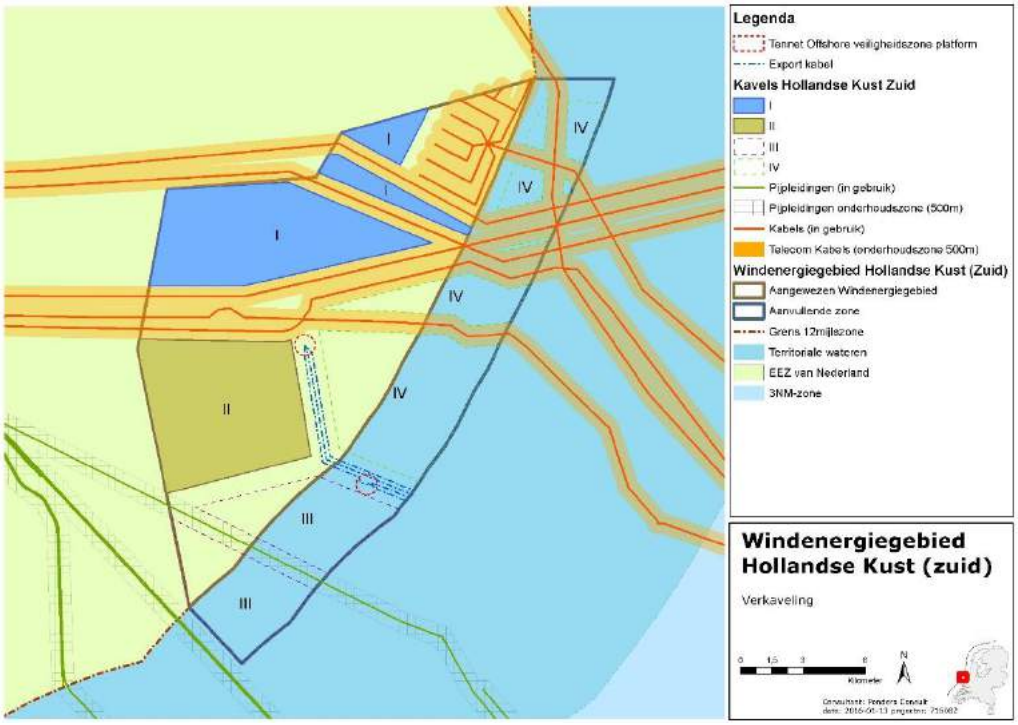
Wanneer het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt uitgebreid met een strook tussen de 10 en 12 NM is er ruimte voor vier kavels. Vanwege de omvang van de beoogde platforms op zee van TenneT van elk circa 700 MW en de totaal beschikbare oppervlakte (356 km^2), is het voorstel om het gebied te verkavelen in vier deelgebieden die elk twee aan twee kunnen aansluiten op deze platforms op zee. De vier deelgebieden samen bieden op deze wijze ruimte voor circa 1.400 MW. In het reeds aangewezen gebied buiten de 12 NM is ruimte voor twee kavels.

Het voorstel voor verkaveling is in eerste instantie ontstaan aan de hand van het in kaart brengen van belemmeringen die plaatsing van windturbines onmogelijk maken zoals de aanwezige kabels en leidingen in het gebied. In figuur 3.1 is het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) weergegeven met de aanwezige belemmeringen. Vervolgens is op basis van de volgende uitgangspunten gekomen tot een verkaveling:

- Geen kabels of leidingen door meerdere kavels;
- Zo kort mogelijk tracé van de kabels tussen turbines en het platform (interarray kabels). Voor het kabeltracé van de platforms naar de kust is uitgegaan van een ander korter tracé dan het tracé door de voorkeurszone voor kabels en leidingen uit het Nationaal Waterplan 2 vanwege de geringere kosten.
- Het gebied aan de west- en zuidzijde van het windenergiegebied vangt wind af van de meer oost of noordoost gelegen gebieden. Kavels die daardoor minder vrije aanstroom van wind hebben zijn dan ook groter om de onderlinge afstand tussen windturbines te kunnen vergroten.

Op basis van het voorgaande volgt een verkaveling van het gebied, welke in figuur 3.1 is weergegeven.

Figuur 3.1 Voorgestelde verkaveling windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)



In de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 staat het beleid geformuleerd voor de Noordzee, waaronder de visie, opgave en beleid voor kabels en leidingen op de bodem van de Noordzee. Bij kabels en leidingen wordt achtereenvolgens gekeken of 1) een tracé mogelijk is waarbij de nieuwe kabels en leidingen worden gebundeld met bestaande kabels en leidingen, 2) een tracé mogelijk is waardoor de winbare zandvoorraad niet essentieel aangetast wordt. In de beleidsnota zijn voorkeurszones voor kabels en leidingen aangewezen ten noorden, ten noordoosten en ten zuiden van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), zoals weergegeven in figuur 3.2.

Deze voorkeurstracés zijn aangegeven en gebaseerd op:

- locatie van minder geschikte zandwinlocaties (dun pakket);
- bestaande bundeling van kabels en leidingen waardoor de onderhoudszone beperkt gehouden kan worden;
- aanlandingspunten voor gas, olie en elektriciteit;
- locatie van reeds uitgeputte zandwinlocaties.

De Beleidsnota Noordzee geeft aan dat indien het gebruik van een voorkeurtracé economisch of milieutechnisch niet mogelijk is, of indien er in het gebied geen tracé is aangewezen, er maatwerk nodig is. In uitzonderlijke gevallen kan wellicht versnelde zandwinning in dit gebied plaatsvinden voordat het gebied gebruikt wordt voor de kabel of leiding. Indien dit niet mogelijk is en als gevolg van het nieuwe tracé de zandwinning moet uitwijken naar een andere locatie waarbij extra kosten gemaakt worden, moet de initiatiefnemer deze extra kosten compenseren.

Figuur 3.2 Voorkeurstracé kabels en leidingen Beleidsnota Noordzee 2016-2021

Als eerste zullen de twee kavels die buiten de 12 NM liggen in procedure gebracht worden (kavel I en II in figuur 3.1). Als de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust zoals voorgenomen wordt vastgesteld, zullen later de twee kavels die deels binnen de 12 NM liggen (kavel III en IV) in procedure worden gebracht. Om de kavels in de tijd twee aan twee te kunnen laten aansluiten op de platforms op zee van TenneT moeten zij naast elkaar liggen. De combinaties van de kavels I en II en kavels III en IV liggen daarom het meest voor de hand.

De kavels III en IV liggen deels tussen de 10 en 12 nautische mijl. Dit gebied moet nog worden aangewezen voor de ontwikkeling van windenergie. De kavels III en IV zijn daarmee afhankelijk van de partiële herziening van het Nationaal Waterplan 2 (NWP2), Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust. Dit plan geeft de keuze weer voor de

ontwikkeling van windenergie op Hollandse Kust tussen de 10 en 12 nautische mijl. Naar verwachting zal deze herziening van het NWP2 eind 2016 zijn afgerond. Indien het gebied tussen 10 en 12 nautische mijl niet wordt aangewezen, dan heeft dat mogelijk consequenties voor de ligging, grootte en invulling voor de kavels I en II. Besloten is om niet in dit MER hiervoor een scenario te beschouwen, maar om een nieuw MER op te stellen indien het gebied tussen 10 en 12 nautische mijl niet wordt aangewezen.

Door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ontstaat een aantal corridors ten gevolge van de aanwezige onderhoudszones voor (netaansluitings)kabels en bestaande kabels en leidingen. Het in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 beschreven openstellen van het windpark voor doorvaart en medegebruik voor schepen tot 24 meter betekent dat recreatievaartuigen (en bepaalde vormen van (sport)visserij), door het windpark heen mogen varen en er mogen verblijven.

De oppervlakte van kavels I en II is, exclusief de onderhoudszones van de kabels en leidingen die deze kavels doorsnijden, respectievelijk 56,6 km^2 en 47,7 km^2.

De coördinaten van kavel I zijn in bijlage 4 opgenomen (in ETRS 1989 UTM Zone N31).

3.3 Kenmerken van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)

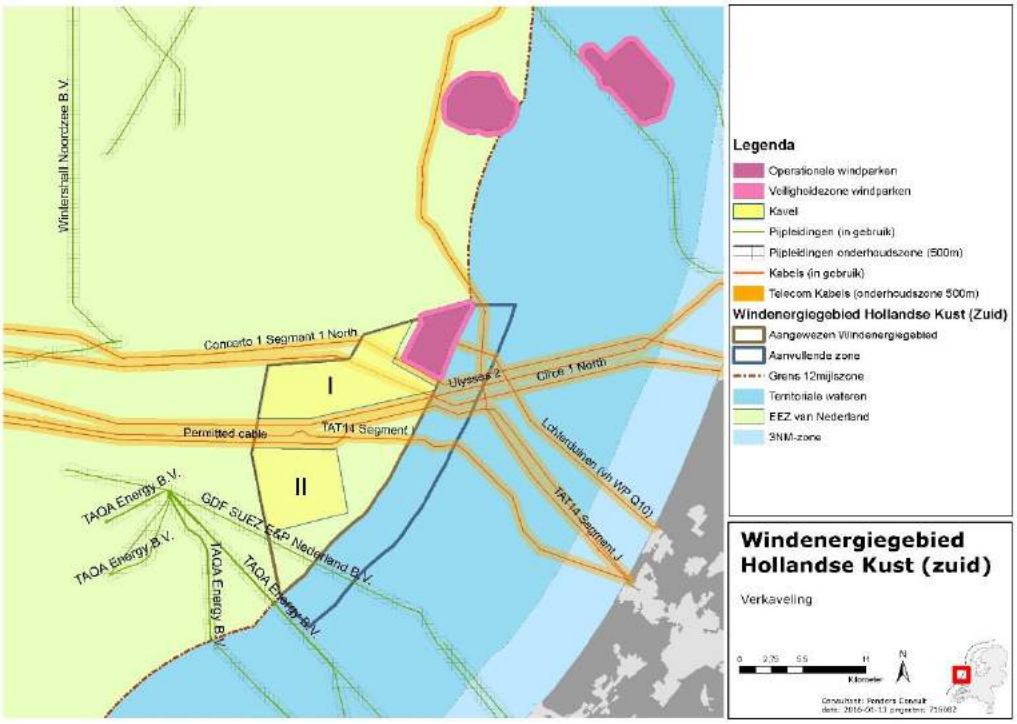
Het aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Het gebied ligt op 22,2 kilometer afstand van de kust. Indien het gebied wordt uitgebreid tot 10 NM ligt het windenergiegebied ook gedeeltelijk in de Territoriale Zee, op 18,5 kilometer van de kust af (zie figuur 3.1) en beslaat dan in totaal 356 km^2. Dit is inclusief het bestaande windpark Luchterduinen.

Harde belemmeringen, zoals kabels en leidingen, die plaatsing van windturbines onmogelijk maken, leiden tot het ontstaan van meerdere afgescheiden deelgebieden. Figuur 3.3 geeft het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) weer met de aanwezige belemmeringen.

Kabels en leidingen
Door het gebied loopt een aantal kabels en leidingen (zie figuur 3.3):

- TAT 14 Segment J (Kabel)
- Concerto 1 Segment 1 North (Kabel)
- Circe 1 North (Kabel)
- Ulysses 2 (Kabel)
- Permitted, not yet constructed (Kabel)
- GDF Suez E&P Nederland B.V. (Buisleiding)
- TAQA Energy B.V. (Buisleiding)

Figuur 3.3 Ligging windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en kabels en leidingen



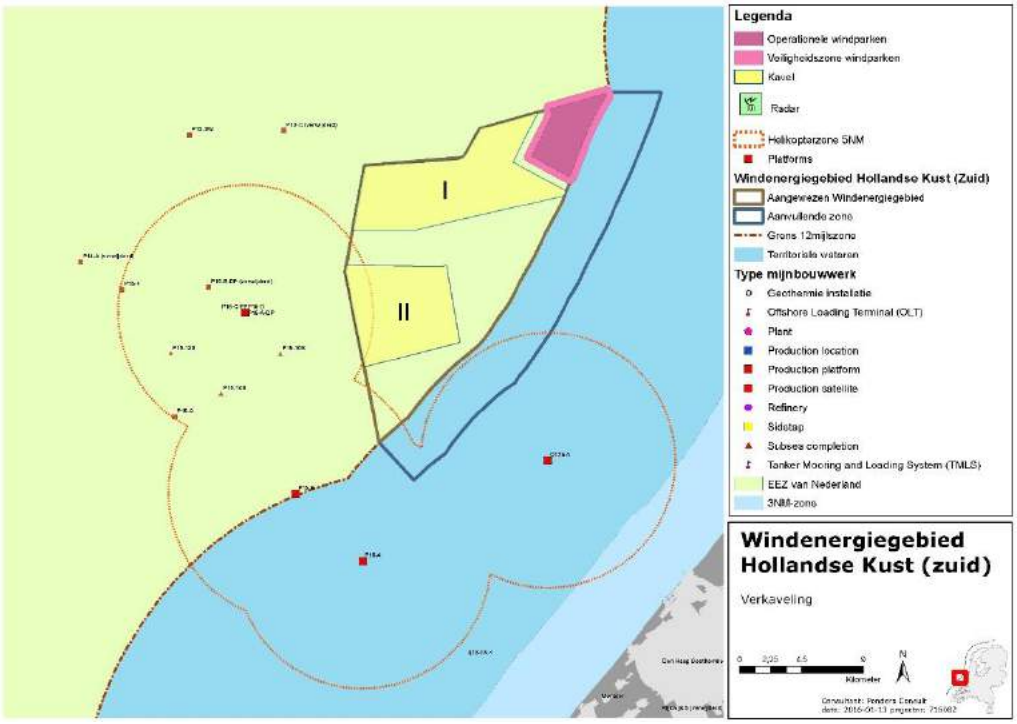
Daarnaast lopen er kabels door het gebied die verlaten zijn, zoals die van KPN Qwest.
Er wordt rekening gehouden met een afstand van 500 meter aan weerszijde van de kabels of leidingen. Plaatsing van windturbines dient geheel binnen de kavels te gebeuren (inclusief de turbinebladen, er is dus geen overdraai buiten het gebied mogelijk).

Overige functies

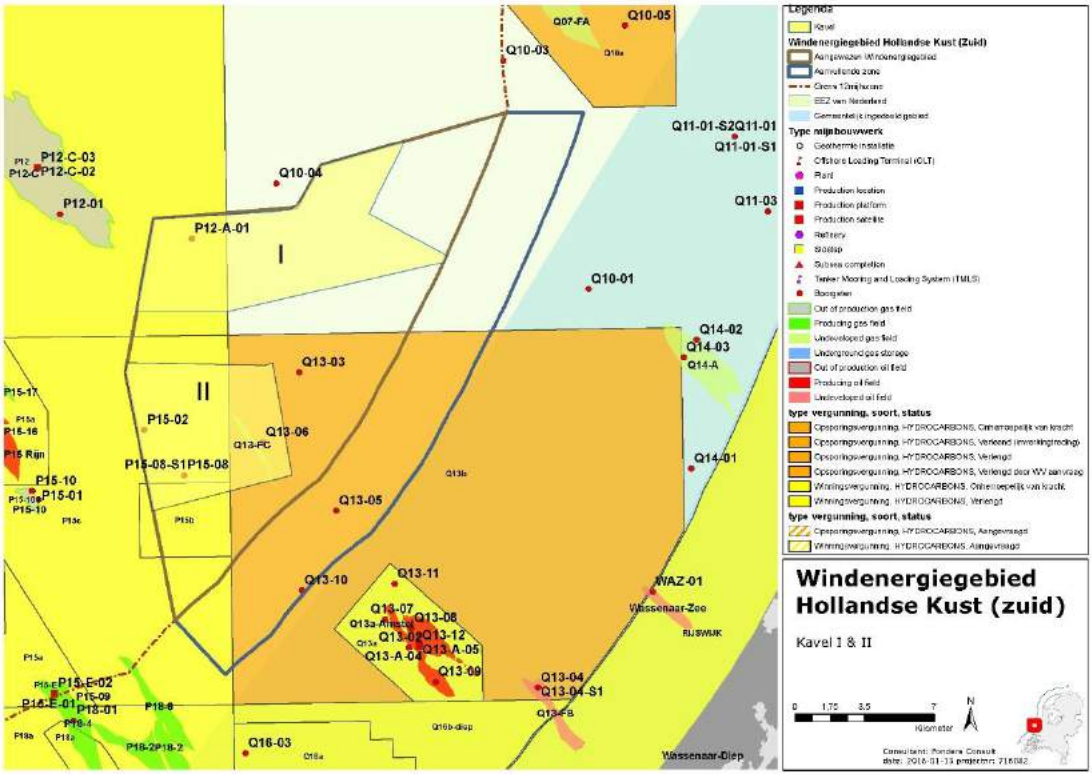
In het gebied vindt visserij plaats en ten oosten ook zandwinning. Er lopen geen scheepvaartroutes door het gebied, maar wel aan de westzijde en noordzijde. Ook liggen een aantal platforms aan de zuidzijde (zie figuur 3.3). Een aantal daarvan heeft een helikopterdeck en deze zijn in figuur 3.4 voorzien van een contour van 5 NM[13]. Voor het gebied zijn opsporings- en winningsvergunningen afgegeven oor olie en gas (zie figuur 3.5).

[13] De Beleidsnota Noordzee 2016-2021 zegt hierover het volgende: “Voor mijnbouwplatforms met een helikopterdek is het vertrekpunt een obstakelvrije zone van 5 NM rondom deze platforms, om onder alle weersomstandigheden veilig helikopterverkeer van en naar deze platforms te garanderen. In specifieke situaties kan worden bezien of een maatwerkoplossing mogelijk is. Dit is aan de orde wanneer voor een kostenefficiënte uitrol van windparken op zee de plaatsing van een windpark geheel of gedeeltelijk binnen de 5 NM-zone van een platform wordt overwogen.”

Figuur 3.4 Ligging platforms ten opzichte van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)



Figuur 3.5 Ligging windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en opsporings- en winningsvergunningen



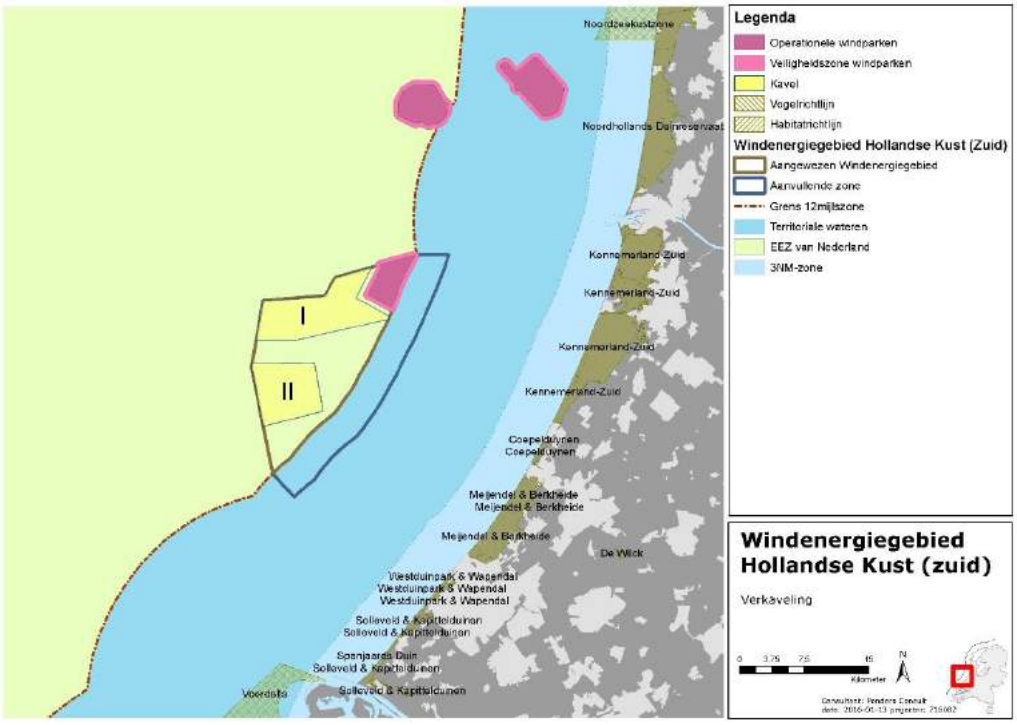
Bodemopbouw en bathymetrie

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt op een relatief weinig veranderende en vlakke bodem. De waterdiepte varieert van 20 tot 25 meter *Mean Sea Level* (MSL). Er liggen zandbanken en – golven in het gebied. De zeebodem bestaat hoofdzakelijk uit middelgrof zand en er komen sliblagen voor.

Natura 2000

De dichtstbijzijnde Natura 2000-gebieden (offshore) zijn Voordelta en Noordzeekustzone (zie figuur 3.6). De afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de Voordelta is circa 20 kilometer en tot de Noordzeekustzone circa 30 kilometer. De onshore Natura 2000-gebieden Kennemerland – Zuid, Coepelduynen, Meijendel & Berkheide, Westduinpark en Wapendal en Solleveld & Kapittelduinen liggen op een afstand van minimaal circa 18 kilometer en zijn niet aangewezen voor broedvogels of niet-broedvogels en derhalve niet relevant voor dit MER. Alleen Meijendel & Berkheide is voor de meervleermuis aangewezen, maar bij die soort worden geen slachtoffers verwacht door kavel I (zie Passende Beoordeling en hoofdstuk 6).

Figuur 3.6 Ligging Natura 2000-gebieden ten opzichte van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)



De Bruine Bank is (nog) geen Natura 2000-gebied, maar wel een gebied met grote dichtheden en aantallen zeekoeten en alken en verdient om die reden ook aandacht in dit MER.

3.4 Aansluiting op het elektriciteitsnet

Aansluiting van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op het elektriciteitsnet gebeurt door middel van twee platforms die met vier exportkabels naar de kust zijn aangesloten op het landelijke hoogspanningsnetwerk. De platforms, exportkabels en netaansluiting worden door TenneT aangelegd. Hiervoor wordt een separate m.e.r. doorlopen.

Het platform Alpha is ten zuiden van kavel I gepositioneerd en ten oosten van kavel II. Figuur 3.1 geeft de ligging van platforms Alpha en Beta weer. Om de exportkabels aan te sluiten op het platform en ook ruimte te hebben voor de kabels van de windparken (infield cables) die in strengen aankomen bij het platform, is een ruimte van 500 meter rondom het platform gereserveerd. De onderhoudszone aan weerszijde van de exportkabels bedraagt 500 meter (hierbinnen kan niet gebouwd worden). De exportkabels liggen elk 200 meter van elkaar. Rekening wordt ook reeds gehouden met een extra kabel die Alpha en Beta verbindt en mogelijk uit overwegingen van redundantie wordt aangelegd.

Door de kabels en onderhoudszones ontstaat een corridor van 1.600 meter breedte vanaf de oostzijde van het gebied naar het platform Alpha. Deze zone is tevens bruikbaar voor de bereikbaarheid van het platform per schip.

Ten gevolge van de ligging van de exportkabels en bijbehorende onderhoudszones wordt het voor windturbines beschikbare oppervlak van de kavel verminderd; dit bedraagt daardoor circa 56,6 km^2 voor kavel I.

4 AANPAK EFFECTBEOORDELING

4.1 Inleiding bandbreedte-benadering

In een MER worden alternatieven van een activiteit beoordeeld door ze op effecten te onderzoeken en naast elkaar te zetten. Een alternatief is een mogelijke manier waarop de voorgenomen activiteit, in dit geval opwekking van energie met windturbines, kan worden gerealiseerd met inachtneming van het doel van deze activiteit. In dit MER zijn alternatieven voor één gebied met één windpark onderzocht (zogenaamde 'kavel'). De alternatieven zijn opgebouwd uit een bandbreedte aan verschillende windturbineopstellingen en -types dat mogelijk is binnen een dergelijk kavel.

De kavels binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden aldus uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit. In dit hoofdstuk wordt deze bandbreedte beschreven (paragraaf 4.2) en wordt ingegaan op de wijze waarop in het MER de beoordeling van de mogelijke effecten plaatsvindt (paragraaf 4.3). In het kader hieronder staat kort een uitleg van de bandbreedte-benadering en de te beschouwen alternatieven.

Bandbreedte

Door kavels uit te geven waarbinnen verschillende windturbineopstellingen en –types en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavels mogelijk. De ontwikkelaar heeft de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan het MER. Alle milieueffecten die verbonden zijn aan alle mogelijke opstellingen die de kavelbesluiten mogelijk maakt, dienen onderzocht te zijn. Het onderzoeken van alle mogelijke opstellingen is door de veelheid aan denkbare combinaties echter niet mogelijk. Daarom wordt uitgegaan van een worst case benadering: als de worst case situatie wat betreft mogelijke effecten toelaatbaar is, dan zijn alle opstellingen die daarbinnen blijven eveneens mogelijk.

Alternatieven

De *worst case* situatie zal voor verschillende aspecten anders zijn (bijvoorbeeld voor vogels anders dan voor zeezoogdieren). Bij het onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door als alternatieven in het MER meerdere *worst case* situaties te onderzoeken en te vergelijken. De parameters die de *worst case* situaties afbakenen worden benoemd en beschreven; denk hierbij aan zaken als maximaal aantal turbines, maximale onder-/bovengrens van de rotor, maximaal rotoroppervlak, kenmerken van de funderingsmethode etc.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen worden voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee wordt voorkomen dat alleen een *worst case* situatie in beeld wordt gebracht en worden mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd.

4.2 Uitwerking van de bandbreedte en alternatieven

4.2.1 Bandbreedte

Om de bandbreedte te onderzoeken is het enerzijds nodig om de worst case situatie te beschrijven en na te gaan of deze effecten nog toelaatbaar zijn. Anderzijds is het van belang te weten wat realistische parameters zijn voor turbinegrootte, aantal turbines en funderingswijze. Als uitgangspunt is gehanteerd dat het moet gaan om reële technische opties voor realisatie binnen de termijnen verbonden aan de eerste uit te geven kavel, dat wil zeggen uitgifte in 2017 en operationeel zijn van de parken in 2021.

Onderstaand wordt kort ingegaan op de turbines, de funderingen en de elektrische infrastructuur. Uitwerking vindt plaats in bijlage 3, waarin meer gedetailleerd wordt ingegaan op afmetingen en funderingen van turbines en details als verlichting, aanlegmethoden etc.

Turbines

Het is de trend om naar steeds grotere turbines te gaan. Echter vanuit oogpunt van kosten en risico's is het de vraag of de allergrootste turbines, die nu alleen nog op de tekentafel bestaan, daadwerkelijk in de eerste uit te geven kavels van Hollandse Kust (zuid) gebouwd zouden kunnen worden. Uit de MER-en en Passende Beoordelingen voor kavel I en II van windenergiegebied Borssele is aangegeven dat om de gunstige staat van instandhouding van zilvermeeuw te waarborgen, in de overige geplande kavels uit het Energieakkoord naast Borssele grotere turbines zullen moeten worden voorgeschreven om gemiddeld uit te komen op 6 MW turbines op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). In dat geval zal het aantal vogelslachtoffers in cumulatieve zin de Nederlandse PBR[14] niet overschrijden. Voor Borssele is de ondergrens bepaald op 4 MW turbines, dus om gemiddeld op 6 MW te komen is een turbine met een vermogen van meer dan 6 MW nodig. Vandaar dat voor Hollandse Kust (zuid) 6 MW wordt aangehouden als ondergrens. De notitie "Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario's van SER windparken" bevestigd de benodigde ondergrens van 6 MW. Als bovengrens wordt een turbine van 10 MW aangehouden.

Bij het bepalen van de turbineafmetingen is uitgegaan van de trend die leidt naar turbines met relatief grotere rotoren en een toename van het aantal megawatt opgesteld vermogen per turbine. Het aantal watt per m^2 neemt de laatste jaren af en ligt nu tussen circa 380 W/m^2 en 260 W/m^2 (uitkomsten werksessie ECN, september 2014). Uitgaande van een ondergrens van 6 MW en bovengrens van 10 MW aan opgesteld vermogen, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in tabel 4.1. De bovenste en onderste rijen geven respectievelijk de maximale en minimale rotordiameters weer.

[14] PBR (Potential Biological Removal). De PBR is een maat voor het aantal exemplaren van een soort dat jaarlijks 'extra' (= bovenop de natuurlijke sterfte en emigratie) aan de populatie onttrokken kunnen worden zonder dat die populatie daardoor structureel achteruit zal gaan.

Tabel 4.1 Rotordiameters

Power Density Rotor ***(W/m²)***	**Opgesteld vermogen (MW)**				
	6	7	8	9	10
260	171	185	198	210	221
280	165	178	191	202	213
300	160	172	184	195	206
320	155	167	178	189	199
340	150	162	173	184	194
360	146	157	168	178	188
380	142	153	164	174	183

De minimale afstand waarop de turbines gepositioneerd worden is aangenomen op 4 maal de rotordiameter, de maximale afstand bestaat uit de afstand die aangehouden wordt als de kavel wordt opgevuld met turbines. Indien de kavel niet homogeen wordt ingevuld met turbines, kunnen tussen sommige turbines grotere afstanden ontstaan.

Funderingen

Turbines worden aangelegd met behulp van een *monopile, jacket, tripod of gravity based* fundering. Ook zijn innovatieve funderingen denkbaar zoals een *suction bucket*. De aanlegwijze kan verschillen en beschouwd zijn intrillen, heien, boren en *suction* (bij een *suction bucket* fundering). Afhankelijk van bodemopbouw, diepte, grootte van de turbine en kostenoverwegingen wordt gekozen voor een bepaalde fundering. De aanleg van de funderingen gaat gepaard met milieueffecten, bijvoorbeeld in de vorm van onderwatergeluid voor het heien van palen. Het geluidsniveau van het onderwatergeluid is weer afhankelijk van de gebruikte hei-energie, die daarom een belangrijke variabele vormt. Om de range aan mogelijke effecten te onderzoeken zijn alle nu gangbare vormen van funderingen beschouwd. De volgende tabel geeft voor paalfunderingen aan welke combinaties beschouwd zijn. In de tabel staat tevens hoeveel palen het betreft bij een windpark van 380 MW en met welke hei-energie de palen geheid gaan worden (de maximale hei-energie die beschouwd is in dit MER voor het onderzoeken van de worst case situatie). Ten behoeve van het MER is de worst case situatie beschouwd (in termen van het grootste aantal te installeren palen) dat een 6 MW turbine met een jacket of tripod wordt aangelegd; dit is in onderstaande tabel uitgewerkt.

Tabel 4.2 Type fundering, paaldiameter en hei-energie

Paaldiameter (m)	**MW/turbine**	**Aantal palen (voor totaal 380 MW opgesteld vermogen)**	**Hei-energie worst case (kJ)**
Tripods (3 palen / fundering)			
2	6	189	1.000
2,5	6	189	1.000
3	6	189	1.000
3,5	6	189	1.000
4	6	189	1.000
Jackets (4 palen / fundering)			
1,5	6	252	1.000
2	6	252	1.000
2,5	6	252	1.000
3	6	252	1.000
3,5	6	252	1.000
Monopiles			
6	6	63	1.800
7	7	54	2.100
8	8	47	2.400
9	9	42	2.700
10	10	38	3.000

Voor *gravity based* funderingen en *suction buckets* is een maximale afmeting van respectievelijk 40 x 40 meter en 15 tot 20 meter diameter op de zeebodem aangehouden.

Elektrische infrastructuur

De *inter-array* bekabeling, dat wil zeggen de kabels binnen het windpark tussen de turbines en het nabijgelegen platform Alpha van TenneT, wordt uitgevoerd op een spanningsniveau van 66 kV. Hierbij worden meerdere windturbines aangesloten op één kabel en lopen er meerdere van deze kabels door het windpark naar het verzamelpunt. Het aantal windturbines dat op één kabel aangesloten kan worden, is afhankelijk van het vermogen van de windturbines. Het vermogen van de windturbines neemt al jaren toe en de verwachting is ook dat dit blijft toenemen. Als gevolg hiervan kunnen steeds minder windturbines op één kabel aangesloten worden. Door uit te gaan van een spanningsniveau van 66 kV, kunnen meer windturbines op één kabel worden aangesloten. Hierdoor is voor het hele windpark minder parkbekabeling nodig. Minder parkbekabeling leidt tot lagere kosten voor de kabels en de installatie daarvan en tot minder ruimtebeslag.

Overzicht bandbreedte

De bandbreedte aan invullingsmogelijkheden binnen de uit te geven kavel staat in tabel 4.3. De eerste kolom geeft de variabelen weer. Het gaat dan om bijvoorbeeld de rotordiameter van windturbines. In de tweede kolom staat welke bandbreedte is onderzocht, bijvoorbeeld een rotordiameter per turbine van minimaal 142 meter en maximaal 221 meter. De waarden van de bandbreedte zijn gebaseerd op de huidige stand der techniek en verwachtingen omtrent ontwikkelingen voor de komende jaren.

Tabel 4.3 Bandbreedte MER

Onderwerp	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	6 – 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	167 – 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	142 – 221 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 – 3
Type funderingen (substructures)	Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure
Type fundering (foundation)	Paalfunderingen, suction buckets, gravity based structures
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
In geval van heien van fundering: hei-energie gerelateerd aan turbinetype / heipaal	1.000 – 3.000 kJ, afhankelijk van bodemcondities en diameter fundering
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Jacket	4 palen van 1,5 – 3,5 meter
Monopile	1 paal van 6 tot 10 meter
Tripod	3 palen van 2 tot 4 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot maximaal 40 x 40 meter
Suction Bucket	Diameter bucket: n.t.b.
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV

Niet alle parameters uit de tabel zijn even belangrijk wat betreft de te verwachten meest kritische milieueffecten, en behoeven naar verwachting dan ook niet allemaal vastgelegd te worden in de uiteindelijk uit te geven bandbreedte. Bepalend voor de effectbepaling in het MER zijn met name:

- het aantal windturbines;
- de diameter van de rotor van de windturbines;
- het type fundering en de hei-energie die benodigd is bij het heien van funderingen (en daarmee het geluidsniveau), en
- de tiphoogte en tiplaagte van de windturbines.

4.2.2 Alternatieven

De worst case situatie kan voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor vogels en voor zeezoogdieren, anders zijn. De worst case situaties, als zijnde alternatieven per aspect, zijn onderzocht en vergeleken. Ook is, waar zinvol, nagegaan wat de mogelijke best case situatie is zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat.

De onderstaande tabel geeft voor de verschillende milieuaspecten de worst case en best case aan. De tabel betreft een vereenvoudigd overzicht, in de themahoofdstukken (hoofdstuk 5 tot en met 13) zijn de te onderzoeken scenario's in meer detail beschreven.

Tabel 4.4 Worst case en best case binnen de bandbreedte per milieuaspect

Milieuaspect	**Bandbreedte**	
	Alternatief (Worst case)	*Alternatief (Best case)*
Vogels en vleermuizen	63 x 6 MW turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 142 m	38 x 10 MW turbines Tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven*	38 x 10 MW turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	63 x 6 MW turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag
Scheepvaart	63 x 6 MW turbines Jacket-fundering met diameter 15 m	38 x 10 MW turbines Monopaalfundering met diameter 10 m
Geologie en hydrologie	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Landschap**	63 x 6 MW turbines Min. rotordiameter 142 m Min. ashoogte: 96 m	38 x 10 MW turbines Max. rotordiameter 221 m Max. ashoogte: 140 m
Overige gebruiksfuncties	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
Elektriciteitsopbrengst**	63 x 6 MW turbines	38 x 10 MW turbines
* Voor onderwaterleven is de worst case en best case situatie verschillend per 'sub aspect' (zeezoogdieren, vissen, bodemleven) en ook niet op voorhand eenduidig te benoemen. Zo is weliswaar de geluidsproductie bij heien met 3.000 kJ hoger dan bij 1.000 kJ, het aantal palen dat geheid wordt met een hogere hei-energie is lager waardoor de totale milieubelasting lager uit kan vallen. ** Voor landschap en elektriciteitsopbrengst is er niet zozeer sprake van een worst- of bestcase, maar geven de alternatieven wel een bandbreedte aan.		

4.2.3 Elektrische infrastructuur: inter-array bekabeling, platform en tracé export kabel

De windparken zullen aansluiten op een platform Alpha van TenneT. Dit MER gaat niet in op de aanleg van dit platform Alpha, de kabel naar land (exportkabel) en de netaansluiting op het hoogspanningsnet op land. TenneT gaat daarvoor de effecten onderzoeken in een separaat MER (zie paragraaf 1.2). In figuur 3.1 is de ligging van platform Alpha weergegeven. De windturbines worden direct aangesloten op dit platform van TenneT. In dit voorliggende MER wordt wel het tracé van de inter-array kabels van de turbines binnen de kavel naar het platform Alpha onderzocht. Het tracé wordt gevormd door meerdere kabels die in strengen groepen van windturbines aansluiten op het platform.

4.2.4 Nulalternatief: huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het nulalternatief is de huidige situatie met de autonome ontwikkeling[15]. Het nulalternatief is het alternatief waarbij er geen kavelbesluit wordt genomen voor kavel I. Het gebied in kavel I zal zich dan ontwikkelen conform vastgesteld of voorgenomen beleid, maar zonder realisatie van het windpark. Deze situatie dient als referentiekader voor de effectbeschrijving. In de nulsituatie zijn de windparken Prinses Amalia en Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) in gebruik, evenals Luchterduinen en Gemini. Ook worden als autonome ontwikkeling de toekomstige windparken in windenergiegebied Borssele meegenomen.

Met de Wet windenergie op zee zijn de vergunningen voor windparken waarvoor geen subsidie is verleend komen te vervallen. Daarom hoeven deze niet in de cumulatie te worden meegenomen in de MER-en.

Daarnaast zijn er windparkontwikkelingen in België, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Met name de bestaande en in aanbouw zijnde parken in Engeland zijn door de relatief nabije ligging mogelijk relevant in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie met de windparkontwikkelingen in het gebied Hollandse Kust (zuid).

De relevantie van deze buitenlandse windparken is onder andere afhankelijk van de effecten op de populatie van soorten (met name vogels, vleermuizen en zeezoogdieren) die invloed kunnen ondervinden van windparken. Hiernaar is in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) onderzoek gedaan. In bijlage 8 bij het KEC zijn de windparken opgenomen die voor de cumulatieve effecten van belang zijn.

Tenslotte kunnen ook windparken op land en overige, niet-windenergie gerelateerde, ontwikkelingen relevant zijn om te beschouwen in het kader van autonome ontwikkeling of cumulatie.

4.2.5 Voorkeursalternatief

Bepalen van de voorkeursbandbreedte (VKA)

De mogelijk optredende effecten zijn bepaald door voor relevante milieuaspecten (zoals ecologie en scheepvaartveiligheid) en belangen (zoals visserij en olie- en gaswinning) te onderzoeken welke effecten maximaal bij het invullen van de bandbreedte op kunnen treden. Voor de diverse aspecten vormen verschillende uitwerkingen van de bandbreedte de worst case situatie. Daarom worden diverse opstellingen doorgerekend. Bijvoorbeeld voor de effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren hebben mogelijk grote monopiles waarvoor veel hei-energie nodig is de meeste gevolgen, terwijl voor vogels een groot aantal kleinere turbines met grote rotoren worst case zou kunnen zijn. Nagegaan wordt of deze maximale effecten toelaatbaar zijn en welke mitigerende maatregelen getroffen kunnen worden om de effecten te verzachten of teniet te doen.

Vaststellen van de maximaal uit te geven bandbreedte

Op basis van de uitkomsten van dit MER en andere (bijvoorbeeld beleidsmatige of financiële) overwegingen wordt uiteindelijk een beslissing genomen over de gewenste uit te geven

[15] Autonome ontwikkelingen zijn op zich zelf staande ontwikkelingen die onafhankelijk van het windpark plaatsvinden en waarover al een besluit is genomen (bijvoorbeeld waarvoor vergunning is verleend).

bandbreedte. De parameters die bepalend zijn voor de bandbreedte aan inrichtingsmogelijkheden van de kavels worden in de kavelbesluiten vastgelegd en vormen de bouwmogelijkheden voor de toekomstige ontwikkelaars. Denk hierbij aan zaken als maximale rotordiameter, maximale tiphoogte, minimale onderlinge afstand. Ook kunnen bijvoorbeeld vereisten aan de wijze van funderen worden opgelegd, zoals bijvoorbeeld een maximaal onderwatergeluidsniveau.

Passende Beoordeling van het VKA

Aangezien op voorhand significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten zijn (zie hoofdstuk 3), wordt een zogenaamde Passende Beoordeling uitgevoerd. In deze beoordeling worden de effecten op Natura 2000-gebieden aan de hand van de voor deze gebieden vastgestelde doelstellingen bepaald en beoordeeld. De Passende Beoordeling is als zelfstandig document (bijlage) bij het MER gevoegd.

4.3 Beoordelingskader

In de volgende hoofdstukken van dit MER zijn de milieueffecten die de voornemens en alternatieven met zich meebrengen, in beeld gebracht. Het gaat om de hierna te noemen milieuaspecten.

4.3.1 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissie

De belangrijkste reden om windinitiatieven te realiseren, is het opwekken van duurzame energie. Er is berekend hoeveel elektriciteit wordt opgewekt. Ook is bepaald welke uitstoot van schadelijke stoffen het windpark vermijdt in vergelijking met de situatie dat dezelfde energie wordt opgewekt op conventionele wijze, zoals met behulp van kolen- en gasverbranding. Een vergelijking is gemaakt met de emissies van de huidige brandstofmix die wordt gebruikt in Nederland voor opwekking van elektriciteit. Er is tevens aandacht besteed aan hoeveel energie het kost om turbines te produceren en te plaatsen. Ook is stilgestaan bij de windafvang van de turbines van de verschillende kavels onderling en van de nabije windparken.

4.3.2 Vogels, vleermuizen en onderwaterleven

Op basis van de meest recente en relevante (internationale) kennis wordt onderzocht welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn.

- lokaal verblijvende niet-broedvogels;
- broedende (kolonie)vogels;
- vogels op seizoenstrek.

Vogels en vleermuizen

Voor de avifauna (onderscheid wordt gemaakt tussen lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie)vogels en vogels op seizoenstrek) gaat het meer specifiek om de aanvaringskans (met gebruikmaking van het meest recente Band-model), veranderingen in foerageermogelijkheden (habitatverlies), verlies van rustgebieden en barrièrewerking. Voor vleermuizen gaat het met name om aanvaringen en barotrauma die tot sterfte kunnen leiden.

Voor broedende (kolonie)vogels kan de studie beperkt blijven tot soorten die op grote afstand van hun broedlocaties kunnen foerageren (zoals de kleine mantelmeeuw) en die het plangebied gedurende foerageervluchten kunnen passeren.

Voor lokaal verblijvende niet-broedvogels wordt aandacht besteed aan alle pelagische soorten die (in een deel van het jaar) in het plangebied verblijven om te rusten of te foerageren, dan wel dit gebied tijdens seizoenmigraties passeren (o.a. jagers). De verstoringsafstanden en het aanvaringsrisico worden beschreven. Wanneer gevolgen voor populaties niet op voorhand uitgesloten kunnen worden, dan wordt ook ingegaan op de voedselrelaties met het plangebied en de directe omgeving daarvan.

Er zijn veel trekvogelsoorten die migreren tussen het continent en de Britse eilanden. Het is niet functioneel of goed mogelijk om de risico's voor al deze soorten afzonderlijk te kwantificeren. De risico's worden dan ook van voorbeeldsoorten in beeld gebracht, waaronder soorten die 'nachttrekker' zijn en op rotorbladhoogte kunnen passeren. Er wordt een inschatting gemaakt van de ordegrootte van het totale aantal aanvaringsslachtoffers met een indicatieve verdeling over soortgroepen.

Er wordt getoetst aan de gunstige staat van instandhouding zoals beschreven in de Flora- en faunawet.

Onderwaterleven

Voor het onderwaterleven (onderscheid wordt gemaakt tussen zeezoogdieren, vissen en bodemfauna) worden voor beschermde soorten veranderingen van paai- en werpgebieden, foerageermogelijkheden (verstoring en habitatverlies), barrièrewerking en fysieke aantasting (*temporary threshold shift (TTS)*, *permanent threshold shift (PTS)*) in beeld gebracht.

Zeezoogdieren (zeehonden en bruinvissen)

Voor wat betreft zeehonden zijn met name de ligplaatsen in de Voordelta en de Waddenzee van belang. Aandacht wordt besteed aan het aantal beïnvloede dieren ten opzichte van het totale aantal dieren binnen het Nederlands Continentaal Plat en de gehele Noordzee. Ook wordt aandacht besteed aan het bouwtempo van funderingen want dit bepaalt de mate waarin effecten zich telkens opnieuw voordoen en ook of steeds dezelfde dieren worden beïnvloed dan wel een ander deel van de populatie. Het werkt bij zeezoogdieren door in de duur van de blokkade van foerageergebieden en migratieroutes en in de verstoring door onderwatergeluid.

Inzichtelijk wordt gemaakt wat de effecten in zowel de aanleg-, exploitatie- als de verwijderingsfase zijn, of het om tijdelijke dan wel permanente effecten gaat en wat de cumulatieve effecten kunnen zijn van windturbines in het gebied Hollandse Kust (zuid) met overige projecten en activiteiten, zowel in tijd als in ruimte. Hierbij wordt zowel naar sterfte als aantasting van het leefgebied gekeken. Dit alles zal zoveel mogelijk worden gekwantificeerd. Zo wordt per type verstoring aangegeven hoeveel individuen van welke soorten hierbij zijn betrokken (ordegrootte, bijvoorbeeld in aantalsklassen) en welk deel van de populatie minimaal en maximaal (*worst case*) beïnvloed wordt. Er wordt hierbij getoetst aan de gunstige staat van instandhouding zoals beschreven in de Flora- en faunawet. Daar waar nodig wordt ook getoetst aan de Natuurbeschermingswet 1998.

Seismisch onderzoek ten behoeve van plaatsing van windturbines op zee kan in beginsel leiden tot extra verstoring en cumuleren in de tijd met verstoring door onderwatergeluid tijdens aanlegactiviteiten (met name hei-activiteiten bij de aanleg van funderingen). De Commissie m.e.r. heeft in haar advies voor de MER-en voor kavel I en II van windenergiegebied Borssele geadviseerd ten behoeve van toekomstige MER-en te onderzoeken hoe groot dit extra verstorende effect kan zijn. Dit wordt in dit MER opgenomen.

Vissen
Naast welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor vissen, is nader onderbouwd of in perspectief geplaatst (conform het advies van de Commissie m.e.r. over de MER-en kavel I en II windenergiegebied Borssele) dat:

- alle (soorten) vissen snel genoeg kunnen zwemmen om permanente gehoorbeschadiging (PTS) te voorkomen;
- geen effecten optreden bij vissoorten zonder zwemblaas. Ook deze vissen hebben een lever en nieren en de MER-en (voor kavel I en II van Borssele) geeft aan dat deze organen beschadigd kunnen worden door sterk geluid;
- een eventuele afname van het doorzicht geheel gecompenseerd kan worden door het waarnemen van trillingen;
- het aannemelijk is dat alle vissen ruimtelijk homogeen verdeeld voorkomen in de Noordzee.

Bodemleven

Naast welke beschermde soorten voorkomen op de locatie, welke mogelijke effecten te verwachten zijn en welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn voor bodemleven, is een beschrijving opgenomen van de dynamiek van zandbanken en megaribbels (e.g. Vanosmael et al. 1982)[16] (conform het advies van de Commissie m.e.r. over de MER-en kavel I en II windenergiegebied Borssele).

Passende beoordeling

Verwacht wordt dat op voorhand significante effecten op Natura 2000-gebieden niet zijn uit te sluiten. Een Passende Beoordeling zal dan ook onderdeel vormen van de op te stellen MER-en, waarin de vraag beantwoord wordt of significante effecten van een windpark in het gebied Hollandse Kust (zuid) op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten. Het zal dan met name gaan over de effecten op vogels en zeezoogdieren. De beoordeling van effecten op Natura 2000-gebieden vindt plaats in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998.

Toetsing effecten en Kader Ecologie en Cumulatie: acceptabele grenzen op populatieniveau
In het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) is onderzocht wat de gecumuleerde ecologische effecten kunnen zijn van bestaande en in aanbouw zijnde windparken op zee met de tien windparken op zee die in het Energieakkoord zijn afgesproken. Er is daarbij gekeken naar de effecten van windparken buiten de 12-mijlszone (zie ook paragraaf 5.2.2). Doel van het KEC is om te kunnen bepalen of de (bouw van) alle windparken, samen met enkele andere activiteiten op zee, tot onaanvaardbare negatieve ecologische effecten leiden. Zo nodig kunnen dan

[16] Vanosmael, C., K.A. Willems, D. Claeys, M. Vincx & C. Heip 1982. Macrobenthos of a sublittoral sandbank in the South-ern Bight of the North Sea. J. mar. biol. Ass. U.K. 62: 521-534

voorschriften worden opgenomen in de kavelbesluiten waarmee deze effecten worden voorkomen of verminderd.

Het gaat in het KEC om mogelijke cumulatieve effecten op de populaties van relevante soorten gedurende de realisatie van de windparken op zee uit het Energieakkoord. In de kavelbesluiten voor de verschillende windparken wordt aanvullend gekeken of er locatiespecifieke effecten te verwachten zijn. Daarbij wordt dan ook bepaald welke mitigerende maatregelen genomen zouden kunnen worden om eventuele onaanvaardbare negatieve effecten te voorkomen. Het gaat daarbij om effecten waardoor de populatie van dieren structureel achteruit zou gaan en de natuurlijke veerkracht van de soort aangetast zou worden. De maatregelen om die effecten te voorkomen, kunnen gaan over het beperken van onderwatergeluid door heien, zodat er minder bruinvissen verstoord worden. Of bijvoorbeeld door eisen te stellen aan de turbines waardoor vogels en vleermuizen minder snel in aanvaring komen met de wieken.

Bij de effectberekeningen is in het KEC ingegaan op die soorten waarvan verwacht wordt dat daar mogelijk significante effecten ontstaan. Dit zijn:

1. Bruinvissen. De effecten van het onderwatergeluid op bruinvissen zijn doorgerekend middels een aantal stappen. In beeld komt hoeveel bruinvissen verstoord raken gedurende hoeveel dagen. En wat dit voor de populatie betekent gedurende de doorlooptijd van de routekaart.
2. Vogels (zeevogels, kustbroeders en trekvogels). Voor vogels is gekeken naar de effecten van aanvaringen tussen vogels en windturbines en naar de barrièrewerking en het verlies aan leefgebied als gevolg van de aanwezigheid van de parken.
3. Vleermuizen. Met betrekking tot de aanwezigheid, gedrag en daarmee ook de gevoeligheid van vleermuizen op zee voor (o.a.) operationele windparken staat de kennis nog in de kinderschoenen. Op basis van het oordeel van experts zijn indicatieve schattingen gemaakt van aanvaringen.

Uitgangspunt bij de effectbeoordeling voor soorten is dat de populatie niet structureel achteruit mag gaan. Als dit wel gebeurt, wordt de natuurlijke veerkracht aangetast. Als herstel niet mogelijk blijkt, sterft de soort geheel of in een deel van zijn verspreidingsgebied uit. In het KEC is er voor gekozen om vogels en vleermuizen te toetsen aan de PBR (*Potential Biological Removal*). De PBR is een maat voor het aantal exemplaren van een soort dat jaarlijks ‘extra’ (= bovenop de natuurlijke sterfte en emigratie) aan de populatie onttrokken kan worden zonder dat die populatie daardoor structureel achteruit zal gaan. Populatiekenmerken als groei- en herstelcapaciteit en omvang en trend van betreffende populatie zijn in deze maat verwerkt. Zolang de PBR niet overschreden wordt, zal er geen sprake zijn van significante effecten en dus onacceptabele effecten[17]. Vanwege het grote aantal vogelsoorten wordt hierbij eerst gebruik gemaakt van het 1% ORNIS-criterium als “grove zeef”. Dat wil zeggen dat wanneer voor soorten de extra sterfte lager is dan 1% van de natuurlijke sterfte er kan worden aangenomen dat er geen onaanvaardbare effecten op deze soorten plaatsvinden. Voor de soorten waar de extra sterfte hoger is dan 1% van de natuurlijke sterfte wordt verder onderzoek gedaan naar de effecten door middel van de PBR. Voor bruinvissen wordt aan de waarden getoetst die gebaseerd zijn op het ASCOBANS-verdrag (*Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas*).

[17] In de PB vindt tevens op gebiedsniveau een toetsing plaats aan de hand van de instandhoudingsdoelstellingen van soorten.

Naast het KEC zijn aanvullende cumulatieve analyses uitgevoerd voor de kavels in windenergiegebied Borssele. Deze aanvullende analyses zullen ook gebruikt worden in dit MER.

4.3.3 Scheepvaart en veiligheid

De kans op ongevallen door aandrijvingen en aanvaringen is onderzocht. Voor de scheepvaartveiligheid is een kwantitatieve analyse uitgevoerd met het SAMSON model (*Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea*). Daarnaast is een kwalitatieve analyse uitgevoerd, waarbij aandacht besteed is aan de verkeersstromen rond het kavel, kruisend verkeer en risico's voor niet-routegebonden kleine scheepvaart. De cumulatieve effecten van meerdere kavels in het gebied Hollandse Kust (zuid) zijn als uitgangspunt genomen in de veiligheidsstudie. Wat de effecten zijn van de individuele kavels is meer kwalitatief onderzocht. Tevens is nagegaan wat de effecten zijn van het mogelijk instellen van een scheepvaartcorridor tussen de voorziene kavels door. Het uitgangspunt is het toestaan van doorvaart door de kavels voor schepen tot 24 meter, zoals in de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 is beschreven.

Voor een goede weergave van het lokale effect van de windparken op de scheepvaartveiligheid adviseerde de Commissie m.e.r. in haar advies over de MER-en voor kavels I en II in Borssele in toekomstige MER-en alleen het gebied mee te nemen waar de scheepvaartdichtheden en –bewegingen direct beïnvloed worden door de windparken. Ook gaf de Commissie m.e.r. aan dat mogelijkerwijs de normen die opgenomen zijn in het Handboek risicozonering windturbines (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2014) houvast bieden voor het beoordelen van de effecten op de scheepvaartveiligheid. Nadere analyse van dit handboek op de mogelijkheden hiertoe stuit echter op een principieel verschil in benadering: het handboek geeft richtlijnen en normen voor onderzoek naar het risico dat veroorzaakt wordt door het falen van een windturbine, terwijl hier onderzocht wordt wat het risico is dat veroorzaakt wordt doordat schepen tegen een windturbine aanvaren of –drijven. Weliswaar kan beide leiden tot slachtoffers, echter in het geval van het handboek is vooral de kans dat een windturbine faalt van belang, terwijl hier de kans dat een schip tegen de turbine vaart, bepalend is. Het is het verschil tussen de veiligheid van een technische installatie (de windturbine) versus verkeersveiligheid. Door dit essentiële verschil, biedt het genoemde handboek geen aanknopingspunten om scheepvaartveiligheid mee te beoordelen. In bijlage 14 zijn drie soorten normen voor windturbines op land waarbij aangesloten zou kunnen worden bij het beoordelen van de situatie op zee beschreven en toegepast op een zee-situatie: plaatsgebonden risico (PR), individueel passanten risico (IPR) en het maatschappelijk risico (MR). In alle gevallen zijn de risico's verwaarloosbaar of ver onder de norm.

4.3.4 Overige gebruiksfuncties

Gekeken is naar de effecten voor de verschillende gebruiksfuncties en indien effecten optreden, hoe de effecten zo veel mogelijk beperkt kunnen worden. Het gaat daarbij om zowel de aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase van het windpark. Aandacht is besteed aan de 'richtlijn betreffende het aanduiden van offshore windturbines en offshore windparken' in het kader van de luchtvaart.

De gebruiksfuncties in de omgeving van de locatie zijn olie- en gaswinning, helikopterverkeer van en naar de platforms in de nabijheid en een *Helikopter Main Route* (HMR), Schiphol,

militaire gebieden, zand-, grind- en schelpenwinning, scheepvaart- en luchtvaartradar, kabels en leidingen, archeologische en cultuurhistorische waarden en recreatie en toerisme.

Voor wat betreft het beschrijven van de effecten op recreatie en toerisme is gebruik gemaakt van het onderzoek van Decisio. Zij hebben onderzoek uitgevoerd naar de regionale maatschappelijke en economische effecten van windparken op zee. Verder is een overzicht gegeven van uitgevoerd onderzoek op het gebied van effecten van windturbines op recreatie en toerisme. Ook is aangegeven wat een windpark eventueel kan bijdragen aan de regionale economie; denk daarbij aan havenactiviteiten, toeristisch bezoek aan het windpark etc.. Het effect op recreatie en toerisme kan mede afhankelijk zijn van de zichtbaarheid van windturbines vanaf de kust. Zichtbaarheid is in dit MER beschreven bij het aspect ‘landschap’.

4.3.5 Morfologie en hydrologie

Beschreven is wat de bodemopbouw en de stabiliteit van de bodem is. Ook is bekeken wat de effecten zijn van erosie, sedimentatie, geomorfologische, geohydrologische en stromingspatronen (richting en snelheid). Boven de waterspiegel gaat het vooral om de effecten van getijde en golfslag (onder invloed van het heersende windregime) op het functioneren en de stabiliteit van de windturbines.

Ook is in kwalitatieve termen ingegaan op de invloed van omvangrijke windparken op het golfklimaat in de omgeving (afname totale windenergie en daarmee golfenergie en kusterosie).

4.3.6 Landschap

De zichtbaarheid van windturbines vanaf de kust is gevisualiseerd aan de hand van (foto)visualisaties vanaf diverse kustplaatsen, voor de dagperiode en indien mogelijk ook voor de nachtperiode. De bandbreedte van windturbines is weergegeven, dus een alternatief met minder maar grotere turbines en een alternatief met meer maar kleinere turbines. De windturbines in kavel I en II zijn gevisualiseerd. Voor de aanvulling van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) met kavels III en IV wordt voor het visualiseren gebruik gemaakt van de viewer, zie https://www.noordzeeloket.nl/functies-en-gebruik/windenergie/viewer/. De effecten van die kavels in cumulatie met de kavels I en II zullen in separate MER-en bij de kavelbesluiten III en IV worden behandeld. De bandbreedte die wordt gebruikt in de viewer wijkt iets af van de bandbreedte uit dit MER (namelijk 4 en 8 MW turbines in de viewer ten opzichte van 6 en 10 MW turbines in dit MER). Bij het opstellen van dit MER is de bandbreedte aangepast ten opzichte van het moment waarop de viewer is ontwikkeld. Zo is bijvoorbeeld in het kader van ecologie de bandbreedte van 4 MW naar 6 MW gegaan.

Het zicht is van vele factoren afhankelijk en om dat beter te begrijpen wordt naast de visualisaties ook ingegaan op het zichtbereik. Dat is de afstand waarop een object nog kan worden waargenomen. Dit bereik hangt van een viertal factoren af:

1. de eigenschappen van het object;
2. de kromming van de aarde;
3. de visus van het menselijk oog en
4. de meteorologische omstandigheden.

Naast deze vier aspecten speelt de zogenaamde horizontale beeldhoek een rol in de mate waarin het windpark het beeld domineert. Een windpark dat over de hele horizon waarneembaar is of slechts 5% van de horizon maakt voor de dominantie veel uit.

Voor wat betreft de zichtbaarheid kan op voorhand reeds worden aangegeven dat de zichtbaarheid in hoge mate wordt bepaald door de meteorologische omstandigheden. Per kustplaats is dan ook aangegeven welk percentage van de dagperiode (in de zomermaanden wanneer de meeste bezoekers komen) de meteorologische omstandigheden dusdanig zijn dat het windpark waarneembaar is. Gebruik is gemaakt van zichtbaarheidsdata van KNMI-weerstations die zijn verzameld over enkele decennia en geven daarmee een betrouwbaar beeld.

4.4 Effectbeoordeling en mitigerende maatregelen

4.4.1 Beoordelingscriteria per milieuaspect

De omvang van het studiegebied, het gebied waarbinnen zich mogelijke effecten kunnen voordoen, verschilt per milieuaspect. Meestal is het studiegebied groter dan het plangebied, waar zich de voorgenomen activiteit afspeelt. De referentiesituatie, inclusief autonome ontwikkeling, fungeert als referentie voor de beoordeling van de effecten. De effectbeschrijving zal waar mogelijk en zinvol kwantitatief onderbouwd worden. Indien het niet mogelijk is om de effecten te kwantificeren, worden de effecten kwalitatief beschreven.

Naast blijvende effecten is ook aandacht besteed aan tijdelijke en/of omkeerbare gevolgen. Dit betreft met name de bouw van de windparken (zoals geluid door aanlegwerkzaamheden) en alle bijbehorende voorzieningen, zoals de aanleg van kabels. Ook is, waar zinvol, aangegeven of cumulatie met andere plannen en/of projecten kan optreden. Cumulatie is ook een onderdeel van de Passende Beoordeling.

De effecten zijn per milieuaspect beschreven aan de hand van beoordelingscriteria. In tabel 4.5 is per milieuaspect aangegeven welke criteria zijn gebruikt en de wijze waarop de effecten zijn beschreven en beoordeeld (kwantitatief en/of kwalitatief).

Tabel 4.5 Beoordelingscriteria per milieuaspect

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Elektriciteits-opbrengst	Elektriciteitsproductie Terugverdientijd energie bouw CO_2-emissie reductie NO_x-emissie reductie SO_2-emissie reductie	Kwantitatief, in kWh/jaar Kwantitatief in maanden Kwantitatief, in ton/jaar Kwantitatief, in ton/jaar Kwantitatief, in ton/jaar
Vogels en vleermuizen	*Aanleg windpark (constructiefase)*	
	Verstoring aanleg fundering	Aantal verstoorde vogels
	Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
	Gebruik windpark (operationele fase)	
	Lokaal verblijvende niet-broedvogels	

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
	Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
	Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers[18]
	Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal verstoorde vogels
	Broedende (kolonie)vogels	
	Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
	Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
	Habitatverlies	Aantal km^2 van het foerageergebied
	Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
	Vogels op seizoenstrek	
	Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
	Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
	Habitatverlies	Aantal km^2 van het foerageergebied
	Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
	Verwijdering windpark (verwijderingsfase)	
	Verstoring door verwijderen kabeltracé	Aantal verstoorde vogels
	Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
	VLEERMUIZEN	
	Aanvaringsrisico	Aantal vleermuisslachtoffers
	Barrièrewerking	Aantal vleermuizen dat moet omvliegen
	Habitatverlies	Aantal km^2 van het foerageergebied
	Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase)	Concentratie van vleermuizen
Onderwaterleven	*Bodemdieren en vissen* Aanleg - geluid/trillingen - Bodemberoering	*Bodemdieren* Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies *Vissen*

[18] Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een additionele sterfte van 10% als gevolg van habitatverlies aan te houden.

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Gebruik - geluid/trillingen - Bodemberoering - Aanwezigheid harde structuren - Verbod bodemberoerende visserij in windpark Verwijdering - Idem aanleg	Geluid/trillingen Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies
	Zeezoogdieren Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen Fysieke aantasting Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud) Verwijdering Idem aanleg	*Zeezoogdieren* Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren
Scheepvaart en veiligheid	*Veiligheid* Kans op ‘ramming’ en ‘drifting’ Gevolgschade van ‘ramming’ en ‘drifting’ *Scheepvaart* Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter	 Kans op ramming/drifting Gevolgschade in de vorm van vrijkomende hoeveelheid olie Kwalitatief
Overige gebruiksfuncties	Visserij Olie- en gaswinning Luchtvaart Zand-, grind- en schelpenwinning Baggerstort Scheeps-, wal- en luchtvaartradar Kabels en leidingen Telecommunicatie	Beperkingen visserij Beperkingen olie- en gaswinning Interferentie burgerluchtvaart Interferentie militaire luchtvaart Interferentie Kustwacht Interferentie helikopterverkeer Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning Beperkingen baggerstortlocaties Interferentie radar Interferentie kabels en leidingen Verstoring kabelverbindingen Verstoring straalpaden

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
	Munitiestortgebieden en militaire activiteiten	Interferentie munitiestortgebieden en militaire activiteiten Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven
	Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart Beperkingen kustrecreatie
	Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten
	Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties
	Windparken	Beïnvloeding windparken
Geologie en hydrologie	Effect op golven Effect op waterbeweging (waterstand/stroming) Effect op waterdiepte en bodemvormen Effect op bodemsamenstelling Effect op troebelheid en waterkwaliteit (waaronder de effecten van kathodische bescherming) Effect op sedimenttransport Effect op kustveiligheid	Kwalitatief en kwantitatief
Landschap	Zichtbaarheid aan de hand van: - de eigenschappen van het object, - de kromming van de aarde, - de visus van het menselijk oog en - de meteorologische omstandigheden Dominantie van het beeld Interpretatie zichtbaarheid a.d.h.v. fotovisualisaties	Percentage zichtbaarheid in de tijd Percentage van de beeldhoek Kwalitatief op basis van fotovisualisaties

Om de effecten van de varianten per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - schaal beoordeeld ten opzichte van het nulalternatief. Hiervoor wordt de volgende beoordelingsschaal gehanteerd, zoals weergegeven in tabel 4.6. De beoordeling wordt gemotiveerd.

Tabel 4.6 Scoringsmethodiek

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie (nulalternatief)
--	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering
-	Het voornemen leidt tot een merkbare negatieve verandering
0	Het voornemen onderscheidt zich niet van de referentiesituatie
+	Het voornemen leidt tot een merkbare positieve verandering
++	Het voornemen leidt tot een sterk merkbare positieve verandering

Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

In de Passende Beoordeling worden effecten gekwantificeerd ten einde uitspraken te kunnen doen over het al dan niet optreden van significante effecten als gevolg van het voorkeursaltermatief.

4.5 Cumulatie

De milieueffecten die gepaard gaan met de voorgenomen activiteiten kunnen cumuleren met de effecten van andere plannen, projecten en handelingen. Het is van belang om goed af te bakenen welke plannen, projecten en handelingen meegenomen worden in de cumulatie. In ieder geval dient het te gaan om plannen, projecten en handelingen die leiden tot relevante effecten, dat wil zeggen effecten die samen met de effecten die optreden bij de voorgenomen activiteiten leiden tot een groter totaaleffect.

Voor het onderdeel cumulatie zal eveneens gebruik worden gemaakt van het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) dat het Rijk heeft opgesteld conform het Nationaal Waterplan. In dit afwegingskader wordt ingegaan op de cumulatieve ecologische effecten van het realiseren van alle windparken conform de uitrol volgens het energieakkoord waarbij ook verwachte buitenlandse windparkontwikkelingen zijn meegenomen. Het KEC vormt het uitgangspunt bij beoordeling van de effecten in cumulatie.

Andere windparken

Belangrijk om in cumulatie te beschouwen zijn de effecten van andere windparken die gerealiseerd zijn en gaan worden, nationaal en internationaal. Ten behoeve van dit MER en de Passende Beoordeling vormt het KEC (2015) en de daarop volgende aanvullende analyses het uitgangspunt.

4.6 Mitigerende maatregelen

Bij het onderzoeken van de effecten van de invulling van de bandbreedte voor elk aspect ontstaat inzicht in de effecten per aspect. Voor elk aspect is vervolgens nagegaan of mitigerende maatregelen denkbaar zijn om de omvang van het effect te verminderen of teniet te doen.

Dit MER dient niet alleen vanuit een *worst case* benadering vast te stellen wat de maximale effecten van een opstelling binnen de bandbreedte is, maar ook informatie te leveren over de minimale effecten en de mogelijkheden om tot een optimale invulling te komen. Het is immers goed denkbaar dat een enigszins minder ruime bandbreedte op een bepaald aspect aanzienlijk minder milieueffecten zal veroorzaken. Door dit te onderzoeken geeft het MER de informatie die nodig is om de milieueffecten op een volwaardige manier mee te wegen bij het nemen van het kavelbesluit.

5 MORFOLOGIE EN HYDROLOGIE

5.1 Beoordelingskader

In de volgende tabel wordt voor morfologie en hydrologie een aantal beoordelingscriteria genoemd. Deze criteria hebben alleen of in samenhang met elkaar invloed op de Nederlandse kust. Het is dus van belang om te weten of en in welke mate het windpark deze beoordelingscriteria beïnvloedt.

Tabel 5.5.1 Beoordelingscriteria morfologie en hydrologie

Aspect	Beoordelingscriteria
Morfologie en hydrologie	Golven
	Waterbeweging (waterstand en stroming)
	Waterdiepte en bodemvormen
	Bodemsamenstelling
	Troebelheid en waterkwaliteit
	Sedimenttransport
	Kustveiligheid

Onderzochte alternatieven

Voor de fundatie van offshore windturbines zijn verschillende type funderingen mogelijk. De meest toegepaste funderingen zijn: monopile, jacket, tripod, tripile en gravity based (zie voor toelichting bijlage 1). Om de bandbreedte van de milieueffecten van de funderingen in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht, waarvan verwacht wordt dat de milieueffecten het meest uiteen zullen lopen. Dit zijn de alternatieven waarbij het plaatsen van de fundering en het aanbrengen van de bodembescherming leidt tot de minste respectievelijk de meeste bodemberoering (zie tabel 5.2). Waar relevant wordt tevens ingegaan op de andere soorten funderingen. Het totaal oppervlak aan fundering en erosiebescherming is per funderingstype weergegeven in tabel 5.2.

Alternatief 1: een 6 MW turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 15 meter. Erosiebescherming (stortstenen): geen.

Alternatief 2: een 10 MW turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal de diameter van de voet.

Tabel 5.2 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark)

	Oppervlakte fundering	Oppervlakte erosiebescherming	Totaal oppervlak
Jacket Ø 1,5m (6 MW)	445 m^2	11.133 m^2	11.578 m^2
Jacket Ø 3,5m (10 MW)	5.850 m^2	36.560 m^2	42.410 m^2
Monopile Ø 6 m (6 MW)	1.781 m^2	16.032 m^2	27.813 m^2
Monopile Ø 10 m (10 MW)	2.985 m^2	28.861 m^2	29.846 m^2
Tripod Ø 2 m (6 MW)	594 m^2	14.844 m^2	15.438 m^2
Tripod Ø 4 m (10 MW)	1.432 m^2	35.814 m^2	37.246 m^2
Suction bucket Ø 15 m (6 MW)	11.133 m^2	0 m^2	11.133 m^2
Suction bucket Ø 20 m (10 MW)	11.938 m^2	0 m^2	11.938 m^2
Gravity Based Fundatie 30 m (6 MW)	44.532 m^2	400.789 m^2	445.321 m^2
Gravity Based Fundatie 40 m (10 MW)	47.752 m^2	429.770 m^2	477.522 m^2

De criteria worden hierna besproken.

5.1.1 Golven

Bepalende factoren voor golven zijn de duur van de wind, de strijklengte (dit is de lengte van de open zee waarover de wind waait en een golf kan groeien) en de waterdiepte. Golven spelen een grote rol in de morfologische processen door hun invloed op het zandtransport. Daarbij geldt: des te ondieper het water, des te groter de invloed van de golven op het zandtransport. Pas vanaf een bepaalde waterdiepte kunnen golven met een specifieke lengte het zand van de bodem in beweging brengen. Hierbij is de betreffende waterdiepte of golfbasis recht evenredig met de golflengte. De mate van opwoeling is vooral afhankelijk van de eigenschappen van het bodemmateriaal en van de grootte van de wrijvingskrachten op het bodemoppervlak. De opwoeling door golven maakt het mogelijk dat bodemmateriaal kan worden getransporteerd door stromingen die zelf niet sterk genoeg zijn om het zand van de bodem los te maken.

5.1.2 Waterbeweging

De waterbeweging wordt bepaald door een samenspel van getij, wind en wateraanvoer door de rivieren. De getijbeweging is te onderscheiden in een verticaal getij (periodieke beweging van de waterstand) en een horizontaal getij (getij-gedreven stroming). Wind veroorzaakt veranderingen van de waterstand (stuwing), golven en stromingen. Wind is hiermee indirect de oorzaak van veel morfologische veranderingen die in het kustgebied plaatsvinden. De windopzet en de golf- en stromingskarakteristieken hangen nauw samen met het windklimaat (windrichting en windsnelheid). Het windklimaat kan veranderen als gevolg van veranderingen in de klimatologische en meteorologische omstandigheden.

5.1.3 Waterdiepte en bodemvormen

De waterdiepte bepaalt in belangrijke mate de relatieve invloed van golven en getij op de zeebodem en speelt derhalve een grote rol bij morfologische processen. In de Noordzee komt een aantal bodemvormen voor, zoals geulen, (mega)ribbels, zandgolven en zandbanken. Deze veelal mobiele bodemvormen hebben grote invloed op bijvoorbeeld het sedimenttransport, de kustveiligheid en de stabiliteit van kabels en leidingen, die ingegraven in of op de zeebodem liggen.

5.1.4 Bodemsamenstelling

De sedimentsamenstelling van de bodem speelt ook een belangrijke rol bij het optreden van verschillende processen. Zo heeft de karakteristiek van het sediment grote invloed op het sedimenttransport, het optreden van ontgrondingskuilen (erosiekuilen) en de troebelheid. Tevens is de bodemsamenstelling van belang voor de funderingen van de windturbines en het ingraven van de kabels. Tenslotte bevatten sommige bodemlagen belangrijke archeologische waarden.

5.1.5 Troebelheid en waterkwaliteit

De troebelheid of helderheid van het water bepaalt de mate waarin licht, dat voor algen en andere organismen belangrijk is, kan doordringen in de waterkolom. De troebelheid wordt bepaald door de aanvoer van slib uit rivieren, het storten van baggerspecie op zee en de opwerveling door natuurlijke processen en menselijk handelen. Tijdens stormen kan recent afgezet slib onder invloed van waterbeweging opnieuw opwervelen (resuspensie). In de winterperiode is het gehalte zwevend stof over het algemeen hoger dan in de zomer; het groeiseizoen van de meeste organismen.

5.1.6 Sedimenttransport

Sedimenttransport zorgt voor een herverdeling van grind, zand en slib langs de kust, met name in noordwaartse richting. Sedimenttransport treedt op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Door golven of menselijke activiteiten (bijv. baggeren, trenchen, visserij) kan het sediment van de bodem worden opgewoeld, waarna het door stroming kan worden getransporteerd. Of sprake is van sedimenttransport is voornamelijk afhankelijk van de beweging van het water en de bodemsamenstelling. In het algemeen kan het sedimenttransport worden opgedeeld in drie fasen, te weten het opwoelen van bodemmateriaal, de horizontale verplaatsing door het water en de resedimentatie.

5.1.7 Kustveiligheid

De kustveiligheid heeft met name te maken met de veiligheid tegen overstroming. Dit hangt enerzijds af van de hydrodynamische belasting en anderzijds van de sterkte en stabiliteit van de zeewering. De sterkte van de zachte delen van de zeewering (strand en duinen) is in hoge mate afhankelijk van de aanwezige hoeveelheid zand. De hoeveelheid zand fluctueert in ruimte en tijd en is afhankelijk van het gevoerde kustbeleid (thans: kustlijnhandhaving door middel van zandsuppleties zoals bij Petten en Ter Heijde (de zandmotor)). De natuurlijke verandering in de aanwezige hoeveelheid zand in een bepaald kustvak hangt met name af van de golven en het getij. Het criterium 'kustveiligheid' wordt dus beïnvloed door de andere criteria.

5.2 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

5.2.1 Huidige situatie

In het algemeen kan worden gesteld dat, bezien vanuit een morfologische en hydrodynamische processen en gespiegeld aan de levensduur van de ingreep, in de omgeving van de locatie Hollandse Kust (zuid) sprake is van een door natuurlijke processen gestuurd dynamisch evenwicht. Binnen dit evenwicht is de variatie van morfologie en hydrologie in tijd en ruimte groot. Zo neemt bijvoorbeeld de invloed van golven op de zeebodem in de richting van de kust toe en wordt deze in de tijd gestuurd door de weersomstandigheden. De invloed van het tij op

de morfologische veranderingen is juist relatief groter in dieper water en wordt in de tijd gestuurd door de positie van zon en maan. De morfologie en hydrologie van de nabijgelegen kustzone wordt behalve door natuurlijke processen ook beïnvloed door grootschalige, menselijke ingrepen. De Deltawerken, de aanleg van Maasvlakte 2, de zandmotor bij Ter Heijde, de zandsuppletie bij Putten en de aanwezigheid van zandwinning en baggerstort (havenslib) locaties ten noordwesten van Hoek van Holland hebben duidelijk invloed op hun omgeving.

Golven

De golfhoogte in de omgeving van het windenergiegebied varieert sterk in de tijd. Metingen van Rijkswaterstaat, verricht in de periode 1979 - 2002 op de nabijgelegen meetstations IJ-geul munitiestortplaats en Meetpost Noordwijk wijzen op het voorkomen van extreme golfhoogten van 5,8 - 6,7 meter eens in de 10 jaar en 6,6 - 7,7 meter eens in de 100 jaar [Weers & Diermans, 2004]. De hoogste golven (volgens waarnemingen tot 7,3 meter) komen uit het noordwesten [Korevaar, 1990]. Bij deze golven is de strijklengte het grootst. Analyse van complete meetseries [Wijnberg, 1995] wijst voorts op een significante golfhoogte (gemiddelde van de hoogste 1/3 van de golven) van 0,9 meter in de zomer en 1,8 meter in de winter, met een jaargemiddelde van 1,3 meter. Bij Meetpost Noordwijk, die dichter bij de kust en in ondieper water stond, is een jaargemiddelde significante golfhoogte van 1,1 meter gemeten. De meeste golven komen uit zuidwestelijke en noordwestelijke richting. De onderliggende deining, die ontstaat in de Atlantische Oceaan en in de noordelijke Noordzee, komt exclusief uit het noordwesten [Wijnberg, 1995].

Waterbeweging (waterstand en stroming)

Het gemiddelde getijverschil langs de Nederlandse kust neemt toe van Den Helder (1,4 meter) tot Scheveningen (1,7 meter) en neemt af met toenemende afstand vanaf de kust. Nabij het windenergiegebied ligt deze waarde rond de 1,7 meter. Bij gemiddeld tij is ongeveer twee uur na hoogwater in de bovenste waterlaag een maximale getijstroom (circa tussen 1,1 en 1,3 meter per seconde) in noordelijke richting aanwezig (zie figuur 5.1)

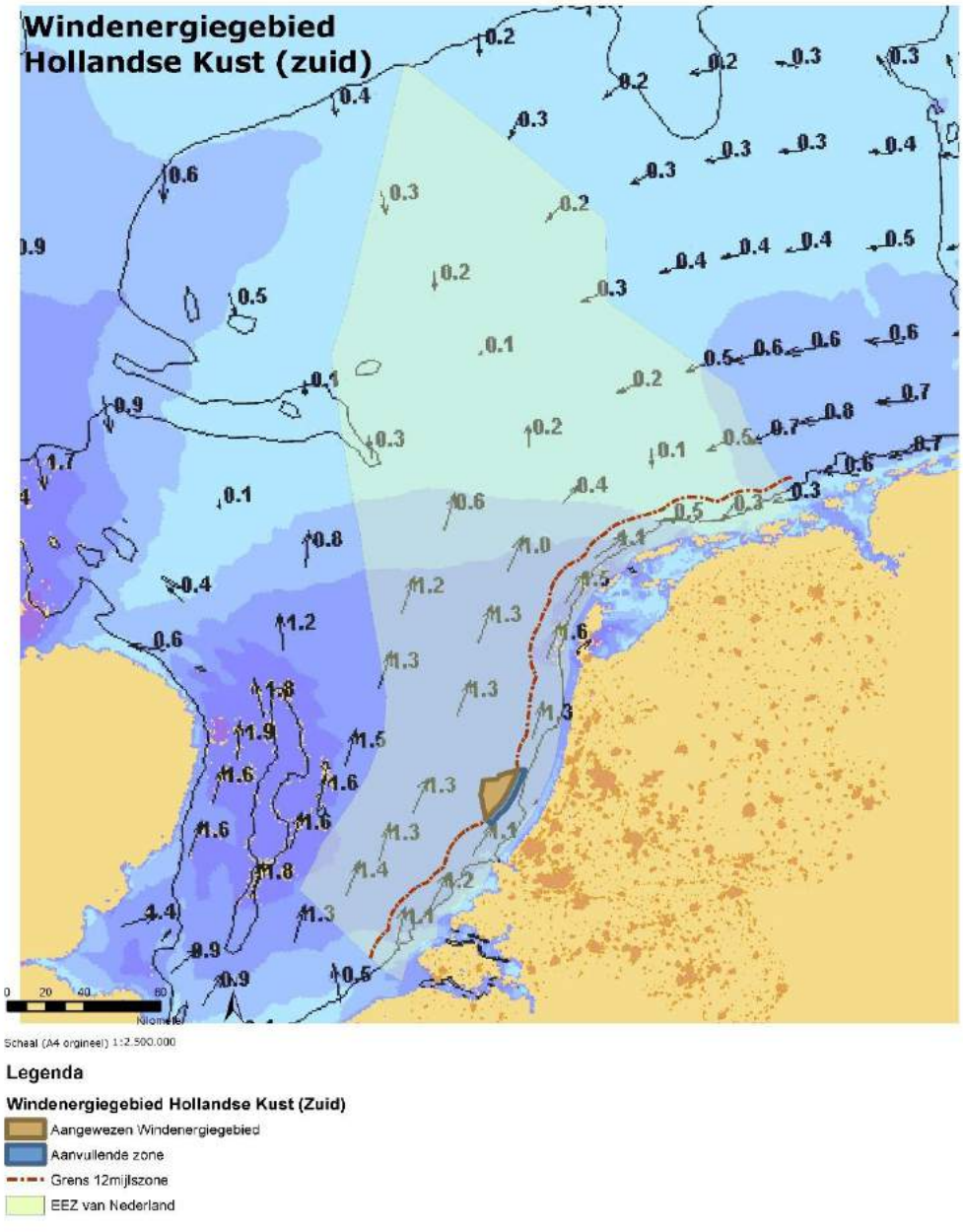
Ook bij de bodem is sprake van deze asymmetrie in stromingssnelheid. Als gevolg hiervan en de overheersende zuidwestelijke wind loopt een reststroom van ongeveer 0,3 - 0,5 meter per seconde (Zuidelijke Noordzee Stroomatlas, 1999 Versie 3[1]) langs de kust in noordelijke richting. Deze reststroom langs de kust is 15 – 30 kilometer breed en zorgt onder andere voor het transport van rivierwater vanuit Haringvliet en de Nieuwe Waterweg langs de kust naar noordelijk gelegen gebieden, zoals de Waddenzee. In Figuur 5.1 wordt dit weergegeven.

Gedetailleerde ADCP-metingen, verricht in 1992 in 20 meter diep water en 12 kilometer uit de kust bij Meetpost Noordwijk, wijzen op noordwaarts gerichte reststromingen langs de kust, die bij de bodem zeer klein zijn (< 0,01 meter per seconde tussen NAP -19 meter en NAP -11 meter en toenemen tot > 0,05 meter per seconde tussen NAP -11 meter en NAP -4 meter) (Roelvink et al., 2001). Factoren die leiden tot sterkere en minder uniforme reststromen, zijn een hoge afvoer van de Rijn en een noordwaarts gerichte wind. Zuidwaarts gerichte wind kan leiden tot een reststroom, die zich tijdelijk in zuidelijke richting beweegt. Ook op Meetpost Noordwijk zijn

[1] Na publicatie zijn de zandmotor en de aanleg van Maasvlakte 2 en de zandwinputten die voor Maasvlakte 2 zijn gemaakt ook van belang: in de praktijk blijkt dat de stromingen langs de kust gewijzigd zijn zowel in richting als in sterkte. Er zijn echter geen goede data beschikbaar ten behoeve van dit MER.

cross-shore reststromingen gemeten onshore gericht tussen NAP -19 meter en NAP -12 meter (max. 0,02 meter per seconde op NAP -18 meter) en offshore gericht tussen NAP -11 meter en NAP -4 meter (max. 0,03 meter per seconde op NAP -4 meter), behalve bij sterke landwaarts gerichte wind.

Figuur 5.5.1 Waterbeweging bij gemiddeld tij, twee uur na hoogwater (in meters per seconde) bron: Zuiderlijke Noordzee Stroomatlas, 1999.



Waterdiepte en bodemvormen

De zeebodem ter plaatse van het windpark en ter plaatse van het kabeltracé is continu aan verandering onderhevig. Deze verandering, die geheel valt binnen het dynamische evenwicht, wordt veroorzaakt door het optreden van verschillen in het zandtransport in de tijd en ruimte. Het gebied kan worden opgedeeld in:

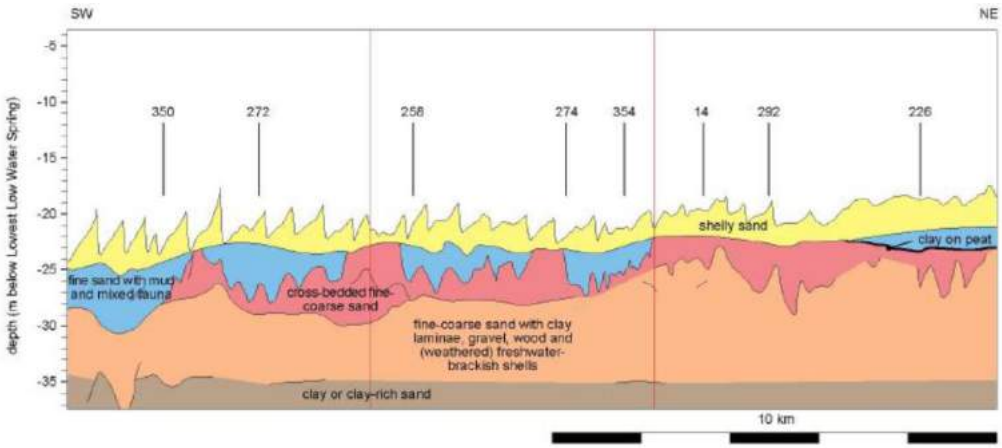
- De eigenlijke zeebodem of shelf (de vlakke zone zeewaarts vanaf ongeveer NAP -20 meter)
- De vooroever (de hellende zone tussen NAP -20 meter en NAP -8 meter)
- De actieve zone (de zone tussen NAP -8 meter tot NAP +3 meter)
- De toegangsgeulen tot de havens van Rotterdam en IJmuiden.

Het windenergiegebied is gelegen op de eigenlijke zeebodem; de shelf. In vergelijking met de vooroever en de actieve zone is de shelf tamelijk stabiel. Op de vlakke zeebodem zijn flauw hellende zandbanken en steilere zandgolven aanwezig. De waterdiepte varieert van 20-25 meter (MSL). Het plangebied ligt zo ver uit de kust (22,2 kilometer) dat, afgezien van zandgolven en megaribbels, de zeebodem vrijwel vlak is (met een helling kleiner dan 1 : 1.000). Zandgolven zijn kleinschaliger maar ook mobieler dan de kilometers brede en tientallen kilometers lange zandbanken. De gemiddelde lange termijn verplaatsingssnelheid van zandgolven voor de Nederlandse kust bedraagt 0 tot <10 meter per jaar. Lokaal zijn verplaatsingen van 10 meter in 3 maanden gemeten [Schüttenhelm, 2002].

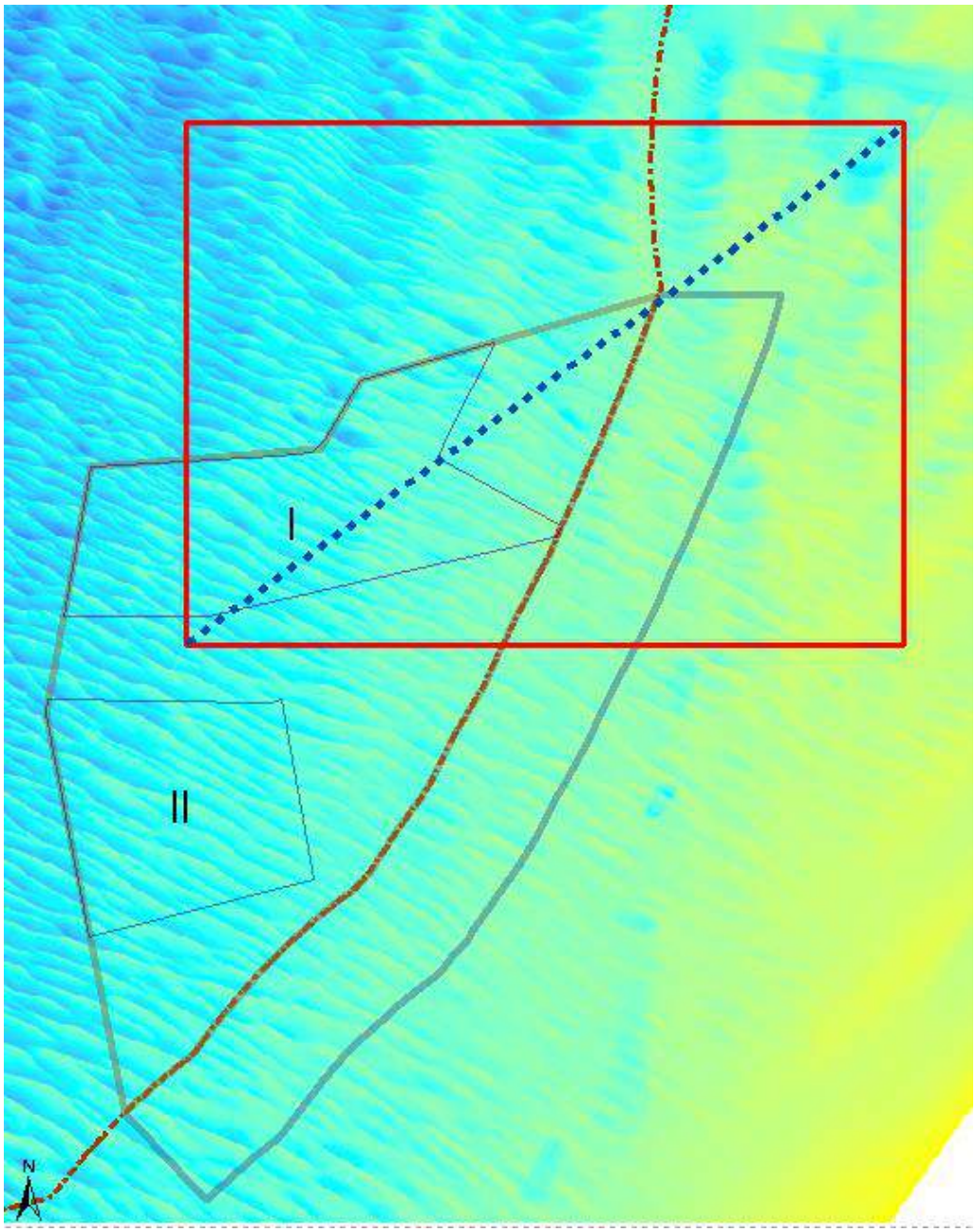
In het plangebied bevinden zich ook megaribbels. Deze bodemvormen hebben een golflengte van 5-15 meter en een amplitude van circa 0,5-1,5 meter. Megaribbels zijn dynamischer dan zandgolven en veranderen tijdens stormen vaak van vorm. De meest kleinschalige bodemvormen (ribbels) reageren het meest direct op de hydrodynamische processen. Daarnaast worden deze sterk beïnvloed door de boomkorvisserij.

In figuur 5.2 wordt een dwarsdoorsnede van de locatie van het offshore windpark Luchterduinen (Q10). In 2009 is door van Dijk en van Heteren een onderzoek uitgevoerd naar de geologie en morfologie van dit windpark. Dit profiel kan op redelijke wijze als representatief worden beschouwd voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

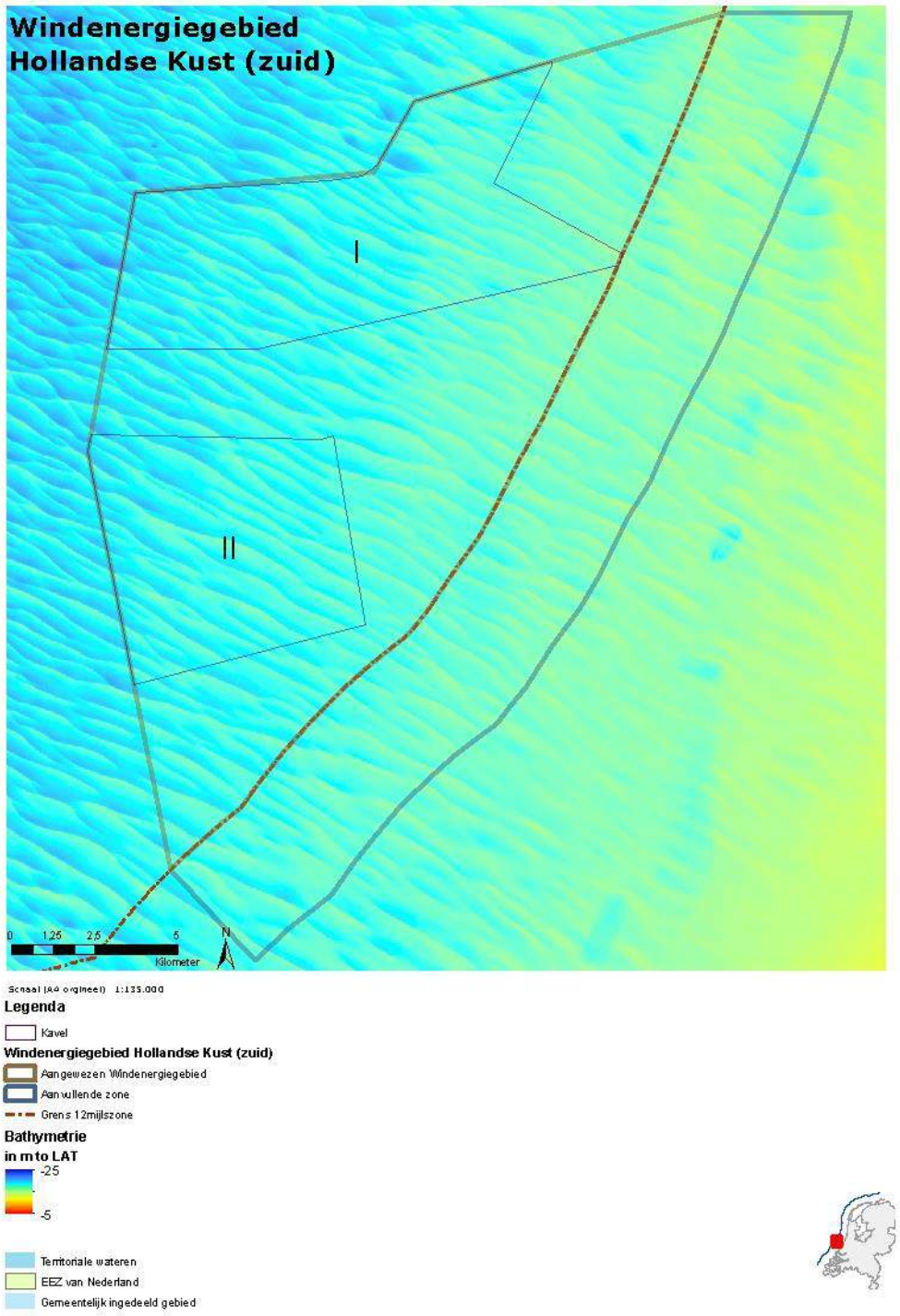
Figuur 5.2 Dwarsdoorsnede van bodemopbouw in de omgeving van Windpark Luchterduinen.



Figuur 5.2.1 Indicatieve locatie van de dwarsdoorsnede:



Figuur 5.5.2 Bathymetrie Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Bron: Rijkswaterstaat, 2015)



Bodemsamenstelling

De gemiddelde korreldiameter van zeebodemsediment in de zuidelijke Noordzee vertoont een zekere samenhang met de waterdiepte en de stroomsnelheid. Diepere en verder noordwaarts gelegen gebieden zijn fijnkorreliger dan ondiepere gebieden voor de Hollandse kust [Niessen &

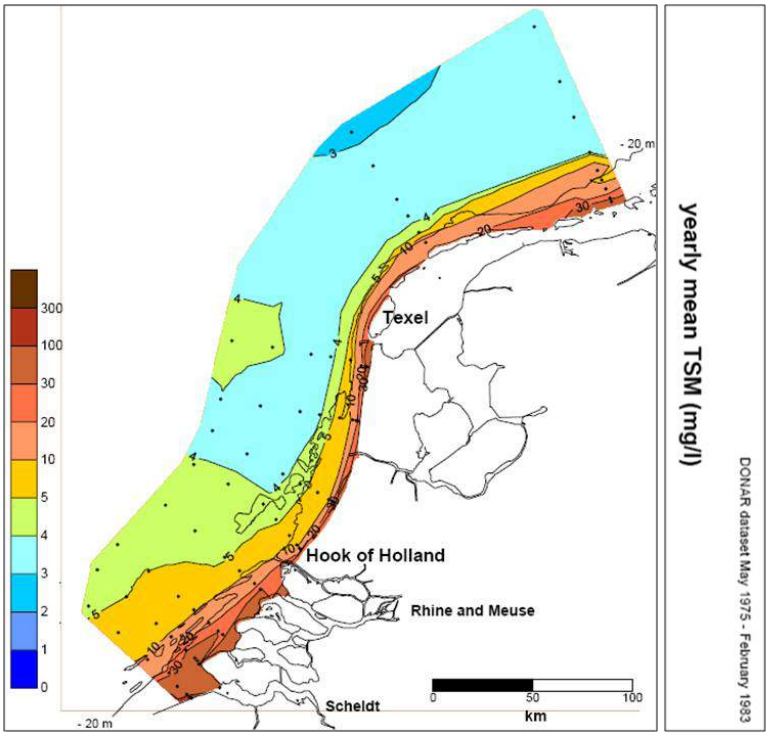
Schüttenhelm, 1986]. De zeebodem ter plaatse van het plangebied bestaat voornamelijk uit middelgrof zand (gemiddelde korrelgrootte (D50) van 250 - 500 µm) met een slibgehalte van < 5%. Ook komt in het plangebied zand met een gemiddelde korrelgrootte van 125 – 250 µm voor. Het oppervlakte sediment bestaat uit zand, licht grindhoudend zand en grindhoudend zand. Het in dit zand aanwezige grind is van bioklastische oorsprong en bestaat uit schelpen en schelpfragmenten. De onderliggende lagen (tot een diepte van 10 meter) bestaan gedeeltelijk uit zand, maar boorgegevens wijzen op de lokale aanwezigheid van tenminste 5 meter dikke, geconsolideerde sliblagen (afgezet voor de laatste ijstijd beneden NAP -33 meter (Van Heteren, 2002). De Pleistocene toplagen bevinden zich op een diepte van maximaal 25-30 meter. Ter plaatse van het plangebied komt de “Boxtel Formatie” voor. Deze formatie bestaat uit zeer fijn tot matig grof, zwak tot sterk siltig, kalkloos tot sterk kalkhoudend, lokaal zwak tot sterk grindhoudend zand. De kleur varieert van lichtgrijs tot geelbruin.

Troebelheid en waterkwaliteit

De troebelheid van het water wordt bepaald door het gehalte aan zwevend materiaal (Total Suspended Matter, TSM). Dit bestaat voor het grootste deel uit slib. Wind, getijstromingen en golven hebben een grote invloed op het gehalte aan zwevend materiaal. Het slibtransport, en daarmee de troebelheid van het water, langs de Nederlandse kust richting de Waddenzee wordt in belangrijke mate bepaald door aanvoer van slib vanuit het Kanaal en de Vlaamse Banken. Dit slib beweegt zich langs de Belgische en Nederlandse kust in een strook van afnemende breedte (Salden, 1998). Langs de Nederlandse kust wordt het slibtransport ook beïnvloed door de aanwezigheid van baggerstortlocaties (loswallen) en zandwingebieden.

De jaargemiddelde troebelheid langs de Nederlandse kust neemt zeewaarts af van 30-50 mg/l op 2 kilometer tot 10 mg/l op 5 kilometer en 5 mg/l op 10-20 kilometer afstand van de kustlijn. Ter hoogte van kavel I bedraagt de jaargemiddelde troebelheid 3-5 mg/l. In de zomermaanden, wanneer de weersomstandigheden rustiger zijn, is de gemiddelde troebelheid lager dan in de wintermaanden.

Figuur 5.3 Jaargemiddelde slibconcentratie langs de Nederlandse kust voor de periode 1975-1983 (Suijlen & Duin, 2002)



De waterkwaliteit van de Noordzee wordt met name bepaald door de concentraties algen, gesuspendeerde delen (m.n. slib) en eutrofiërende en verontreinigende stoffen. Het water in de kustzone is door de zwevende delen, vooral dicht bij de kust, veel troebeler dan het water op open zee. De zwevende delen in het water zijn van belang voor de binding en het transport van veel schadelijke stoffen. Verontreinigende stoffen zijn onder andere: zware metalen (o.a. cadmium, zink en kwik), anorganische verbindingen met chloor/broom, organische microverontreinigingen (aromatische koolwaterstoffen, dioxines, PCB etc.), weekmakers en vlamvertragers. Van bovengenoemde verontreinigende stoffen is bekend dat ze schadelijk zijn voor bodemdieren en zeezoogdieren. De grote rivieren in Nederland spelen een belangrijke rol in de waterkwaliteit van de Noordzee, omdat het rivierwater uiteindelijk in de Noordzee terecht komt. Daarnaast speelt ook aanvoer via de lucht een rol en treedt verontreiniging op door industriële activiteiten op zee (scheepvaart, platforms, munitiestort, etc.).

Sedimenttransport

In algemene zin treden sedimenttransporten op als gevolg van de gezamenlijke werking van golven, stromingen en wind. Golven woelen het sediment van de bodem op waarna het door stromingen kan worden getransporteerd. Of sprake is van sedimenttransport is voornamelijk afhankelijk van de beweging van het water en de bodemsamenstelling. In het algemeen kan het sedimenttransport worden opgedeeld in drie fasen, te weten het opwoelen of eroderen van bodemmateriaal, de horizontale verplaatsing door het water en de sedimentatie.

Voor de Noordzee is het van belang onderscheid te maken tussen het transport van zand en slib. Het onderscheid wordt gemaakt op basis van de korreldiameter van zand (0,063 tot 2 mm)

en slib (< 0,063 mm). Het onderscheid tussen deze verschillende sedimentfracties is belangrijk omdat deze zich anders gedragen in het water en in de bodem. Het zandtransport vindt voornamelijk langs de bodem plaats en wordt gedomineerd door de maximale stroomsnelheden als gevolg van getij en golven. Slib is veel meer homogeen verdeeld over de waterkolom. Deze fractie wordt ook vaak aangeduid als zwevende stof.

In de richting langs de kust is de reststroming en dus ook het slibtransport netto noordwaarts gericht. De jaarlijks gemiddelde netto slibflux langs de Nederlandse kust wordt geschat op 10 - 25 miljoen ton/jaar (De Kok, 2004). Uit directe metingen en uit satellietbeelden blijkt dat de slibconcentratie in de kustrivier hoog is (ca. 50 – 100 mg/l), terwijl deze verder zeewaarts ca. 5 – 10 mg/l is (Suijlen & Duin, 2002).

Het zandtransport vindt voornamelijk plaats in de ondiepe kustzone vanwege de invloed van golven. De zone tot een waterdiepte van circa 8 meter is het meest belangrijk en wordt als actieve zone aangemerkt. Transporten door golf-geïnduceerde stromingen evenwijdig aan de kust zijn in deze zone dominant. De havenmonden van Rotterdam, Scheveningen en IJmuiden, verstoren het langstransport met als gevolg een afwisselend patroon langs de kust van erosie en aangroei.

De belangrijkste menselijke ingrepen die van invloed zijn op sedimenttransport zijn zandwinning, baggerstort, de aanleg van Maasvlakte 2, de zandmotor en de kustsuppletie bij Petten. Van deze activiteiten is het niet bekend wat de invloed exact is ter hoogte van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Kustveiligheid

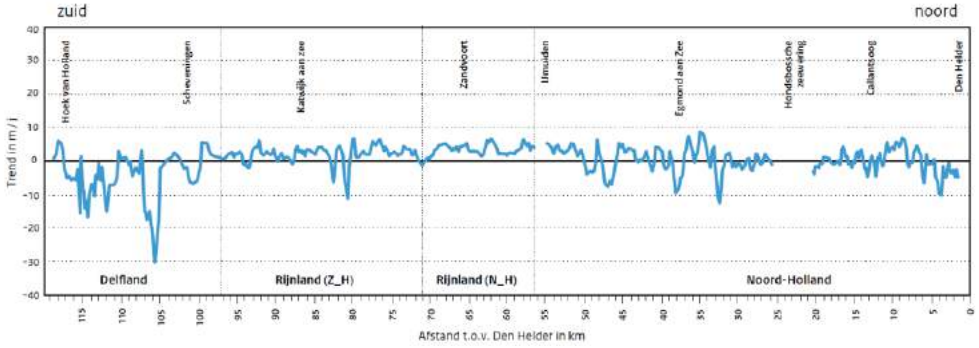
De verandering van de Nederlandse kustlijn wordt hoofdzakelijk bepaald door het sedimenttransport langs de kust, waarbij de verhouding tussen aanvoer en afvoer van belang is. Met het huidige beleid van "dynamisch handhaven van de basiskustlijn" wordt waar mogelijk ruimte gegeven aan natuurlijke processen. De zee krijgt binnen zekere grenzen enige speelruimte. Alleen bij aantasting van de basiskustlijn (ligging van de kustlijn op 1 januari 1990) worden maatregelen genomen. In de praktijk betekent dit dat in dat geval zandsuppletie wordt uitgevoerd. De belangrijkste reden voor de noodzaak van zandsuppleties is de versnelde zeespiegelstijging. Van Malde (1996) toonde aan de hand van langjarige metingen aan, dat de zeespiegel tijdens de laatste eeuw 0,1 - 0,2 meter is gestegen. In de nabije toekomst wordt, vanwege de opwarming van de aarde, een verdere stijging van de zeespiegel verwacht. Niet overal langs de kust heeft de stijging van de zeespiegel dezelfde gevolgen. Het centrale deel van de Nederlandse kust, ter hoogte van het plangebied, progradeert enigszins. Daarentegen eroderen het zuidelijke en het noordelijke deel van de kust (Lorenz et al., 1991). Dit geldt overigens alleen voor duin en strand en niet voor de vooroever.

Autonome ontwikkeling kustveiligheid

In de autonome ontwikkeling doen zich voor de Nederlandse kust geen veranderingen voor die de morfologische en hydrodynamische processen wezenlijk zullen beïnvloeden. De situatie bij voortgaande autonome ontwikkeling wijkt daarom nauwelijks af van de huidige situatie. De meeste van de hiervoor besproken processen zijn het resultaat van een lange termijn ontwikkeling en een zodanig grootschalige setting, dat veranderingen slechts op een grote tijdschaal significant zullen zijn. Alleen de kustveiligheid is bij autonome ontwikkeling in het geding. Indien suppletiemaatregelen ter compensatie van de gevolgen van stijging van de

zeespiegel bij de autonome ontwikkeling zijn inbegrepen, vinden ook ten aanzien hiervan geen wezenlijke veranderingen plaats. Dit blijkt onder andere uit de zogenaamde kustlijnkaarten (RWS, 2013). Deze kaarten tonen een grotendeels stabiel beeld voor de Hollandse kust. In Figuur 5.5.3 staat de uitkomst van de trendbepaling voor Noord- en Zuid-Holland in de vorm van een doorlopende grafiek langs de Nederlandse kust. In deze figuur is de regelmatig wisselende trend te zien die tussen -5 en +5 m/jaar ligt. Dit duidt op een geringe verplaatsing van de kustlijn. Trendbreuken en grote waarden van de trend kunnen ook veroorzaakt worden door harde constructies als havendammen en zeedijken.

Figuur 5.5.3 Trendgegevens Zuid- en Noord-Holland [Kustlijnkaart 2013, RWS]



5.3 Effectbeschrijving

De effecten van het windpark op het aspect 'morfologie en hydrologie' worden voorspeld aan de hand van de in de vorige paragraaf genoemde toetsingscriteria. De effecten van een windpark in kavel I is bepaald aan de hand van de in paragraaf 5.1 beschreven beoordelingscriteria. De effecten zijn kwalitatief en waar mogelijk kwantitatief beschreven. Bij de beschrijving is onderscheid gemaakt in effecten tijdens de exploitatie, effecten tijdens aanleg/verwijdering en effecten tijdens onderhoud.

5.3.1 Effecten van de exploitatie

Golven

In het windpark zal het golfpatroon rondom de funderingen veranderen. De mate waarin het golfpatroon rondom de fundering verandert, is afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacket fundering is sprake van een open constructie, waardoor golven slechts beperkt worden gehinderd. Bij een dergelijke constructie zal rondom de fundering dan ook nauwelijks sprake zijn van opstuwing en verlaging van de waterstand.

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, tripile/tripod, suction bucket of gravity based, zal wel sprake zijn van een kleine verandering van het golfveld. In theorie veroorzaakt een dergelijk fundering door extra wrijving opstuwing aan de loefzijde en een verlaging van de waterstand aan de lijzijde van de fundering. Alleen zeer lokaal zal achter een dichte fundering een verlaging van de golfhoogte optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). Deze verandering treedt op tot een afstand van één tot twee maal de diameter van de fundering. Bij zowel de monopile, suction bucket als de gravity based fundering varieert de diameter ter hoogte van de zeespiegel van 6 tot 10 m. Dat betekent dat de afstand

waarop beïnvloeding plaats vindt, varieert van 12 tot maximaal 20 meter. De toepassing van J-tubes langs de funderingen om de kabels over de bodem te geleiden kan een invloed hebben van 9-17% op de lokale golfsterkte (Segeren, 2011).

Omdat het effect zeer gering is en alleen lokaal optreedt, is het effect voor de alternatieven neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Waterbeweging (waterstand en stroming)

Het windpark heeft ook invloed op de waterbeweging rondom de funderingen. Ook hier is de invloed van de fundering afhankelijk van de openheid van de constructie en de diameter van de fundering. Bij een jacketfundering is sprake van een open constructie, waardoor de waterbeweging nauwelijks wordt gehinderd.

Bij funderingen waarbij sprake is van dichte constructie, zoals een monopile, tripile/tripod, suction bucket of gravity based zal wel sprake zijn van een kleine verandering van de waterbeweging. De verandering van het stroombeeld zal alleen lokaal achter de funderingen (één tot twee keer de diameter van de monopile) optreden (Hoffman et al. 1997; Chakrabari, 1987). Een dichte fundering, zoals bijvoorbeeld een monopile, in een stromingsveld veroorzaakt een kleine verandering van de stroomsnelheid aan weerszijden van de monopile en turbulentie aan de lijzijde van de monopile. Deze veranderingen zijn echter zeer gering (maximaal 2%; Danish Hydraulic Institute, 1999). De effecten zijn daardoor alleen merkbaar in de directe omgeving van de funderingen. De funderingen hebben geen invloed op de gemiddelde stroomsnelheid binnen het windpark. Daarvoor is de diameter van de fundering te klein, de waterdiepte te groot, het aantal funderingen te klein en de onderlinge afstand tussen de windturbines te groot.

De effecten van een gravity base fundering op de waterbeweging zullen groter zijn doordat de gemiddelde diameter van het deel van de fundering dat zich onder water bevindt groter is (circa 20-25 m), maar ook hier is het effect op de stroomsnelheid verwaarloosbaar. De effecten zijn gezien de beperkte omvang en het lokale karakter, voor de alternatieven neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

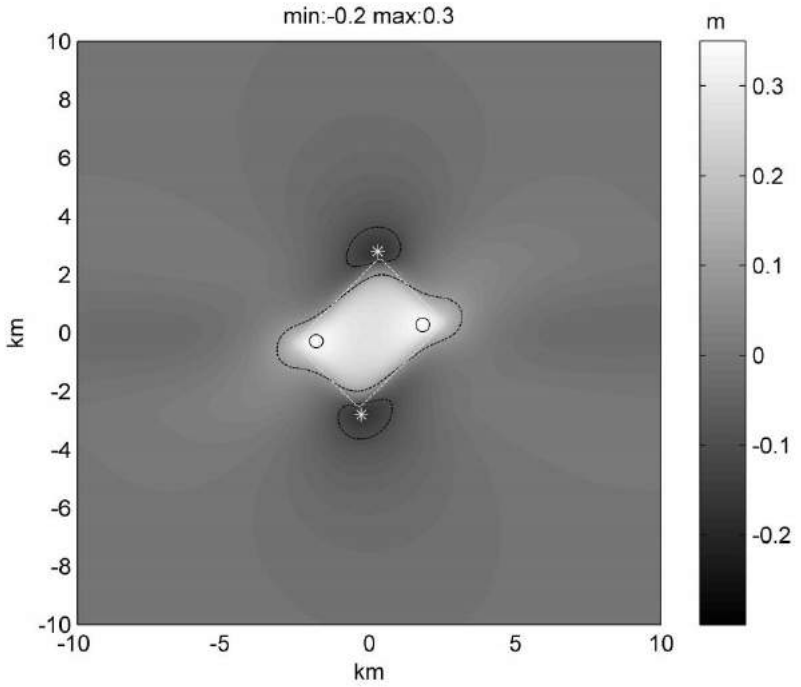
Waterdiepte en bodemvormen

De veranderingen in de bodemligging worden veroorzaakt door het sedimenttransport. Het sedimenttransport wordt onder andere beïnvloed door golven, getijstroming en de waterdiepte. Naarmate de waterdiepte afneemt worden de snelheden langs de bodem veelal groter, waardoor transport van sediment toeneemt. In het plangebied bevinden zich zandbanken met een zuidwest-noordoost oriëntatie.

Het windpark heeft, als gevolg van de naar verhouding geringe diameter van de fundatie en de erosiebescherming en de grote onderlinge afstand van de windturbines, alleen in de directe omgeving van de fundatie en het windpark geringe en lokale effecten op de bodemvormen. In figuur 5.5 wordt weergegeven welke invloed een windpark heeft op de morfologische ontwikkeling op lange termijn. Het windpark in dit voorbeeld heeft een oppervlakte van 12 kilometer, een onderlinge afstand tussen windturbines van 500 meter en elke turbine heeft een monopaal als fundatie met een diameter van 4,5 meter. Daarnaast zijn de funderingen gerealiseerd op 30 meter waterdiepte, in een zandbodem met gemiddelde graandikte (200 µm).

Het witte gebied in de afbeelding betreft het windpark, de zwarte stippellijn het invloedsgebied waar de morfologie veranderd.

Figuur 5.5.4 Invloed van een windpark op de morfologische ontwikkeling na 100 jaar (Van der Veen, 2008) "Morphological development of a wind farm of 4 by 3 km after 100 years. Wind turbines spaced 500 m apart (d_{wt} is 4.5 m). Other parameters: flow velocity 0.7(m/s), median grain size 200 (µm), water depth 30 (m) and an angle with respect to the flow of 45°. The white dashed line marks the outline of the wind farm. The black line denotes the area of influence (A_{i_farm})."



Zoals uit Figuur 5.5.4 blijkt, is de invloed op de morfologische ontwikkeling van een windpark zoals in het voorbeeld gebruikt, zeer gering. Vooral wanneer gelet wordt op de levensduur van circa 25 jaar van een windpark (in plaats van 100 jaar zoals in figuur 5.5 is weergegeven). De invloed van een windpark op de bodem is gelegen tussen een lokale toename van de waterdiepte met 20 centimeter en een lokale afname van de waterdiepte van 30 centimeter. Wat pas optreedt nadat de funderingen 100 jaar in het zeebed staan. De gemiddelde stroming in kavel I is lager dan in het voorbeeld. De effecten van het windpark in kavel I zijn op basis van het voorgaande naar verwachting vrijwel verwaarloosbaar. De alternatieven zijn ook voor dit criterium niet onderscheidend. De effecten worden neutraal (0) beoordeeld.

Bodemsamenstelling

De samenstelling van de bodem binnen kavel I is vrij uniform. De bodem bestaat uit erodeerbaar sediment, voornamelijk middelgrof zand (125 – 250 µm en 250 - 500 µm). Door de aanleg van de erosiebescherming wordt nieuw materiaal in de vorm van stortsteen geïntroduceerd. De erosiebescherming heeft uitsluitend zeer lokaal (rond de funderingspaal) effect op de sedimentsamenstelling. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Troebelheid en waterkwaliteit

Tijdens de exploitatie van het windpark wordt geen verhoging van de troebelheid verwacht. Er vinden geen werkzaamheden plaats, die daartoe aanleiding geven. Omdat erosiebescherming (waarschijnlijk) wordt toegepast, zullen geen erosiekuilen ontstaan rond de funderingspalen. Een verhoging van de troebelheid wordt hiermee voorkomen.

In de windturbines worden voorzieningen getroffen (o.a. vloeistofdichte voorzieningen en lekbakken) om te voorkomen dat milieuverontreinigende stoffen in het zeewater terecht kunnen komen. Een eventuele verontreiniging van het water wordt dan ook niet verwacht.
Het gebruik van zware metalen in opofferingsanodes die gebruikt worden als kathodische bescherming wordt niet toegestaan in het kavelbesluit. Daarmee wordt voorkomen dat bijvoorbeeld zink in het water terecht komt. In voorgaande MER-en voor windenergie op zee is uitgerekend dat mét toepassing van anodes met zink of aluminium de verhoging van de concentratie aluminium/zink in het water verwaarloosbaar is ten opzichte van de normale achtergrondconcentratie van aluminium (0,5 µg/l) of zink (0,1-2,6 µg/l). De effecten worden neutraal beoordeeld (0).

Sedimenttransport

Het sedimenttransport ondervindt net als de waterbeweging als gevolg van de grote onderlinge afstand tussen de windturbines geen invloed van het windpark. Omdat erosiebescherming wordt toegepast, zullen geen erosiekuilen ontstaan rond de funderingspalen. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Kustveiligheid

De gevolgen van kavel I voor de kustveiligheid moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria.
Daarnaast is de invloed van deze veranderingen op de kustveiligheid afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. De invloed van het windpark ten aanzien van de hiervoor genoemde aspecten is zeer lokaal en is gering tot verwaarloosbaar. Dit in combinatie met de grote afstand van het plangebied tot de kust (circa 22,2 km) betekent dat het windpark geen effect heeft op de kust, de kustveiligheid en/of de maatgevende hoogwaterstand. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

5.3.2 Effecten van de aanleg en verwijdering

Golven en waterbeweging

Bij de aanleg en verwijdering van het windpark zal door de aanwezigheid van werkschepen het golfbeeld lokaal in zeer geringe mate veranderen. Een dergelijke verandering kan worden vergeleken met de verandering die optreedt als gevolg van reguliere scheepvaart. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Waterdiepte en bodemvormen

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen van de funderingen, het aanbrengen van de erosiebescherming (eventueel) en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem tijdelijk worden verstoord. De verstoring hangt vooral samen met het egaliseren van de bodem ten behoeve van het aanbrengen van de erosiebescherming en het ingraven van de kabels. De effecten die optreden zijn lokaal en van korte duur. De effecten van een gravity based fundering

zijn door de omvang van de fundering en erosiebescherming (Ø 120 m) groter dan bij de andere funderingstypen (zie tabel 5.2). Nadat de erosiebescherming is aangebracht zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten. Bij de verwijdering van het windpark treden dezelfde soort effecten op, maar in geringere mate. Het ingraven van de parkbekabeling leidt tot verstoring van het bodemoppervlak (de effecten van de kabels die van het park naar land lopen worden in een separaat MER onderzocht). Het verstoorde oppervlak is afhankelijk van de totale lengte van de parkbekabeling en de breedte van de strook die wordt verstoord door het ingraven van de kabel. Afhankelijk van de ingraafdiepte en de gebruikte ingraaftechniek (ploegen, trenchen of een combinatie) zal de verstoorde breedte maximaal 10 m zijn. Bij de verwijdering van de parkbekabeling treden minder effecten omdat de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem kunnen worden getrokken.

Bij toepassing van een spanning van 66 kV kunnen 6 tot 20 turbines op een streng worden aangesloten, waardoor de totale lengte aan parkbekabeling circa 70 tot 80 km is. Het (tijdelijk) verstoorde oppervlak ligt daarmee tussen de 70 en 80 ha.

Om bovenstaande redenen zijn de effecten op waterdiepte en bodemvormen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De effecten van de alternatieven zijn niet onderscheidend.

Bodemsamenstelling

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling de bodem worden omgewoeld. Dit heeft resuspensie (opwoeling) van sediment tot gevolg. Dit sediment zal voor een deel met de stroom worden meegevoerd en elders weer sedimenteren. Het effect is gering in relatie tot de natuurlijke dynamiek van de bodem. Na korte tijd zal een nieuw evenwicht ontstaan. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten.

Door de aanleg van erosiebescherming wordt nieuw substraat in de vorm van stortsteen geïntroduceerd (zie tabel 5.2). De erosiebescherming wordt uitsluitend zeer lokaal (rond de fundering) toegepast. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

Troebelheid en waterkwaliteit

Bij de aanleg van het windpark zal tijdens het plaatsen en heien van de funderingspalen, het aanbrengen van de erosiebescherming en het aanleggen van de parkbekabeling tijdelijk een verhoging van de troebelheid optreden. Gezien het lage slibgehalte van de bovenste 5 meter zeebodemsediment (< 5%) zal veel van het opgewoelde sediment snel weer bezinken. De aanlegwijze van de fundatie (intrillen, heien, boren of suction) is niet wezenlijk onderscheidend voor de effecten.

Bij het trenchen van de parkbekabeling zal tot op enkele tientallen meters afstand vertroebeling optreden. Uit modelberekeningen voor de BritNed kabel (Royal Haskoning, 2005) is gebleken dat de gemiddelde lokale toename aan zwevend stof bij trenchen beneden de 5 mg/l ligt met maxima van circa 20 mg/l. Deze verhoging van de troebelheid valt echter ruimschoots binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek van de Noordzee. De troebelheid van zeewater is in

normale situaties ongeveer 10 mg/liter, maar kan tijdens storm oplopen tot 1.000 mg/liter. Het totale effect is klein omdat het effect zeer lokaal en gedurende een korte periode optreedt. Bij de verwijdering van de parkbekabeling kunnen de kabels veelal (afhankelijk van de diepteligging op moment van verwijdering) uit de bodem worden getrokken waardoor minder vertroebeling optreedt.

Bij een gravity based fundering wordt met een sleephopperzuiger een put gegraven van circa 50x50x4 m (lxbxd), waarin grind wordt gestort. Hierop zal de gravity based fundering worden geplaatst, waarna vervolgens de put rondom de fundering weer wordt vol gestort. Tijdens het graven en vullen van deze putten zal de troebelheid toenemen door de verhoogde slibconcentratie. Ook hier is sprake van een lokaal en tijdelijk effect. De effecten worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Bij de verwijdering van de gravity based fundering treden vergelijkbare effecten op, maar in geringere omvang. Bij de beoordeling is, gezien de geringe omvang en tijdelijk aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

Sedimenttransport

Het sedimenttransport zal, door de verhoging van de troebelheid bij de aanleg en verwijdering van het windpark, een beperkte verhoging vertonen door het extra transport van opgewoeld sediment. Dit geldt met name voor het alternatief waarbij een gravity based fundering wordt toegepast (zie troebelheid en waterkwaliteit). Deze verhoging valt binnen de grenzen van de natuurlijke dynamiek. De effecten worden neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Bij de beoordeling wordt, gezien de geringe omvang en tijdelijk aard van de effecten, geen onderscheid gemaakt tussen de alternatieven.

Kustveiligheid

De gevolgen van aanleg en verwijdering van het windpark voor de kustveiligheid moeten worden gezien als een combinatie van de individuele veranderingen op elk van de voorgaande criteria. Daarnaast is de invloed van deze veranderingen op de kustveiligheid afhankelijk van de afstand van het windpark tot de kust. De invloed van de aanleg (en verwijdering) van het windpark ten aanzien van de hiervoor genoemde aspecten is zeer lokaal en verwaarloosbaar. Dit in combinatie met de grote afstand van het plangebied tot de kust (circa 22,2 km) betekent dat de aanleg en verwijdering van het windpark geen effect heeft op de kust, de kustveiligheid en/of de maatgevende hoogwaterstand. De effecten worden neutraal beoordeeld (0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

5.3.3 Effecten van onderhoud

Er wordt naar gestreefd om per windturbine één keer per jaar gepland preventief onderhoud uit te voeren. Het onderhoud wordt zoveel mogelijk gebundeld en zal bij voorkeur in de zomermaanden plaatsvinden. Afhankelijk van het type werkzaamheden zal het onderhoud met één of meerdere onderhoudsschepen worden uitgevoerd. Te gebruiken en vrijkomende materialen (bijvoorbeeld olie en vetten) worden geconditioneerd aangevoerd, toegepast en afgevoerd. Hiermee wordt voorkomen dat deze stoffen in het milieu terechtkomen. Het onderhoud heeft geen effect op de beoordelingscriteria. De effecten zijn neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De alternatieven zijn niet onderscheidend.

5.4 Effectbeoordeling

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang en tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het kabeltracé en is van tijdelijke aard. In tabel 5.3 zijn de effecten van het windpark en het kabeltracé (interne bekabeling) weergegeven.

Tabel 5.5.2 Effectbeoordeling morfologie en hydrologie

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1	Alternatief 2
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	0	0
Sedimenttransport	0	0
Kustveiligheid	0	0

Er zijn effecten van de aanleg van Maasvlakte 2, de zandmotor voor de kust van Ter Heijde, de zandsuppletie bij Petten, zandwingebieden en loswallen op de morfologie en hydrologie. Echter is het niet exact bekend hoe groot die effecten precies zijn. Doordat het windpark maar in zeer beperkte mate morfologische en hydrologische veranderingen teweegbrengt heeft dit geen consequenties voor de effectbeoordeling.

5.5 Cumulatie

Uit de effectbeschrijving blijkt dat er geen wezenlijke effecten optreden. Alle effecten zijn zeer lokaal, tijdelijk en verwaarloosbaar. Bij de eventuele verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden. Dat betekent dat er geen sprake is van cumulatie, ook niet met andere activiteiten en andere verder weg gelegen windparken.

5.6 Mitigerende maatregelen

Er treden bij geen van de beoordelingscriteria wezenlijke effecten op. Alle effecten zijn zeer lokaal, tijdelijk en verwaarloosbaar. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig.

5.7 Leemten in kennis

Voor het aspect bodem en morfologie zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving.

6 VOGELS EN VLEERMUIZEN

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de mogelijke effecten voor vogels en vleermuizen. Het hoofdstuk maakt gebruik van informatie van het rapport dat door Bureau Waardenburg is opgesteld en dat in bijlage 5 is opgenomen. Dit hoofdstuk is te beschouwen als een samenvatting van het rapport van Bureau Waardenburg. Voor meer informatie en achtergronden wordt verwezen naar dit rapport.

In paragraaf 6.2 wordt beschreven welke alternatieven worden beschouwd in dit hoofdstuk. Paragraaf 6.3 geeft het kader voor de beoordeling weer. Paragraaf 6.4 geeft een beschrijving van de huidige situatie en autonome ontwikkeling, waarna in paragraaf 6.5 de effectbeschrijving aan bod komt. Vervolgens komen in respectievelijk paragraaf 6.6, 6.7 en 6.8 de conclusie, cumulatie en mitigerende maatregelen aan de orde.

De toetsing aan de Flora- en faunawet (Ffwet) en de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) gebeurt in respectievelijk bijlage 7 en in bijlage 8 (Passende Beoordeling).

6.2 Te beschouwen alternatieven/bandbreedte

Per kavel worden windparken met een maximale capaciteit van 380 MW gebouwd. Ontwikkelaars kunnen in een later stadium bepalen welke turbines gebouwd gaan worden en in welke configuratie. Om tot een goede inschatting te komen van de effecten van mogelijke initiatieven binnen de kavels worden de effecten op ecologie bepaald voor een bandbreedte van verschillende lay-outs en turbinetypes (tabel 6.1). Deze specificaties garanderen een *worst case* benadering van effecten. Daarbij gaat het met name om het verschil in rotordiameter (minimum 142 en maximum 221 meter) en het verschil in aantal turbines (minimaal 38 en maximaal 63 turbines).

Tabel 6.1 kenmerken van de te onderzoeken alternatieven voor vogels en vleermuizen

Alternatief	Turbine vermogen	Aantal turbines	Indicatief MW	Turbine tiplaagte (m)	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Oppervlakte van kavel I (km^2)	Oppervlakte van kavel II (km^2)
1	6 MW	63	380	25	96	142	57	48
2	10 MW	38	380	30	140,5	221	57	48

Uitgangspunt is dat de turbines driebladig zijn, zoals de gangbare techniek momenteel is. Om ook het effect van tweebladige turbines in beeld te brengen, wordt ook een paragraaf specifiek aan tweebladige turbines besteed.

6.3 Beoordelingskader

De beoordeling van effecten van de verschillende alternatieven (§6.2) is erop gericht om op een gestructureerde manier inzicht te geven in de effecten van de installatie, het gebruik en het

verwijderen van windparken volgens de voorgestelde configuratie (exclusief kabeltracés). De uitgangspunten voor het beoordelingskader zijn:

- goede aansluiting bij nationaal en internationaal natuurbeleid (zie ook paragraaf 2.4 van dit MER);
- goede aansluiting bij nationale en internationale wet- en regelgeving;
- eenduidige en herkenbare eenheden, waar mogelijk gekwantificeerd;
- heldere plaatsing van de effecten van het voorgenomen park in cumulatie met effecten van andere parken en ontwikkelingen.

Naast dat windparken effecten op vogels hebben in de gebruiksfase, kunnen ook tijdens de aanleg en verwijdering van turbines effecten optreden. In onderhavig hoofdstuk worden de effecten van twee windparkalternatieven in kavel I behandeld tijdens deze drie verschillende stadia. Er wordt onderscheid gemaakt in drie groepen vogels:

- lokaal verblijvende niet-broedvogels;
- broedende (kolonie)vogels;
- vogels op seizoenstrek.

Ook wordt het effect beschouwd op vleermuizen tijdens de aanleg-, gebruiks- en verwijderingsfase.

Tabel 6.2 Beoordelingskader vogels en vleermuizen

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
VOGELS	
Aanleg windpark (constructiefase)	
Verstoring aanleg fundering	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
Gebruik windpark (operationele fase)	
Lokaal verblijvende niet-broedvogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
Habitatverlies	Habitatverlies omgerekend naar aantal vogelslachtoffers[2]
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines, onderhoud en habitatverandering door veranderd gebruik	Aantal verstoorde vogels
Broedende (kolonie)vogels	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
Habitatverlies	Aantal km^2 van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels

[2] Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een additionele sterfte van 10% als gevolg van habitatverlies aan te houden.

Vogels op seizoenstrek	
Aanvaringsrisico	Aantal vogelslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal kilometers omvliegen
Habitatverlies	Aantal km^2 van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud	Aantal verstoorde vogels
Verwijdering windpark (verwijderingsfase)	
Verstoring door verwijderen kabeltracé	Aantal verstoorde vogels
Verstoring door scheepvaart	Aantal verstoorde vogels
VLEERMUIZEN	
Aanvaringsrisico	Aantal vleermuisslachtoffers
Barrièrewerking	Aantal vleermuizen dat moet omvliegen
Habitatverlies	Aantal km^2 van het foerageergebied
Indirecte effecten door aanwezigheid windturbines en onderhoud (tijdens zowel aanleg-, exploitatie- en verwijderingsfase)	Concentratie van vleermuizen

Om de effecten van de verschillende alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een +/- score beoordeeld. Hiervoor wordt de beoordelingsschaal uit de volgende tabel gehanteerd. Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

Tabel 6.3 Scoringstabel voor effecten

Score	Effect	Gevolgen
+ +	Sterk positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (Ffwet) of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998).
+	Positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (Ffwet) of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998).
0	Neutraal effect	Voorgenomen ingreep onderscheidt zich niet wezenlijk van de referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (Ffwet) of effecten op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998).
-	Negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Overtreding van verbods-bepalingen (Ffwet) en effecten op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998) zijn mogelijk.
- -	Sterk negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Overtreding van verbodsbepalingen (Ffwet) en effecten op doelen van beschermde gebieden (Nbwet 1998) zijn waarschijnlijk.

6.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Om te beoordelen in welke mate een toekomstig windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zou kunnen ingrijpen op vogelwaarden, is het nodig om te weten welke soorten vogels er gedurende de verschillende seizoenen voorkomen, in welke dichtheden en hoe ze het gebied gebruiken. Voor een kwantitatieve inschatting van effecten is gebruik gemaakt van de meest recente beschikbare telgegevens van zeevogels op het Nederlands deel van de Noordzee inclusief windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), zoals die ook gebruikt zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat 2015) en aanvullende studies (referenties).

Daarvoor zijn de volgende bronnen gebruikt:

- Negen vliegtuigtellingen, die ook het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) doorkruisten, zijn uitgevoerd in 2010-2011 (Poot et al, 2011);
- Gegevens die zijn verzameld in het kader van het MWTL-programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des lands), waarvoor de Nederlandse Noordzee vanaf 1991 jaarlijks meerdere keren wordt geteld (o.a. Arts, 2013) en diverse Europese tellingen die zijn samengebracht in de European Seabirds At Sea (ESAS) database (Tasker et al, 1984, Reid & Camphuysen 1998);
- Data die beschikbaar zijn van vogeltellingen uitgevoerd voor de bouw van de windparken in de nabijheid (Luchterduinen, OWEZ en Prinses Amaliawindpark (Skov, et al, 2015a; Skov, et al, 2015b; Krijgsveld et al, 2011; Leopold et al, 2013).

In vergelijking met vogels is er weinig bekend over de populatiegroottes van vleermuizen. Het *European Topic Centre on Biological Diversity* geeft een overzicht van schattingen en trends van vleermuispopulaties in landen van de Europese Unie (http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/). Gegevens van deze databank zijn gebruikt om populatiegroottes te bepalen. Verder zijn de gegevens over vleermuizen van het KEC (Rijkswaterstaat 2015) ook in voorliggende hoofdstuk verwerkt. De totale populatiegroottes liggen in werkelijkheid hoger dan gepresenteerd in dit MER. Dit komt voornamelijk omdat data van (grote) niet-Europese landen, zoals Rusland en Wit-Rusland, ontbreken. Bovendien ontbreken populatieschattingen ook voor een aantal EU landen, zoals voor Denemarken, Duitsland en Estland, of zijn deze gebaseerd op '*expert judgement*' (Rijkswaterstaat 2015).

6.4.1 Lokaal verblijvende niet-broedvogels

In de volgende tabellen worden de maandelijks getelde dichtheden (aantallen per km^2) weergegeven voor de verschillende soorten en soortgroepen en de verschillende bronnen (vliegtuigtellingen (Poot et al, 2011) en vliegtuig- en scheepstellingen (MWTL/ESAS)).

In dit MER wordt verder aangenomen dat de dichtheden gepresenteerd in de rapporten over windpark Luchterduinen (Skov et al. 2015a; Skov et al. 2015b), dat grenst aan windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), ook representatief zijn voor de dichtheden in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Tabel 6.5 Geïnterpoleerde dichtheden in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op basis van geïnterpoleerde gegevens van vogels geteld vanuit vliegtuigen (Poot et al. 2011).

	2010						2011		
soort/soortgroep	**1-5**	**1-7**	**1-8**	**1-9**	**1-10**	**1-11**	**1-1**	**1-2**	**1-4**
duikers						0,16	0,18	0,18	
jan-van-gent		0,50	0,25	0,16	0,08	0,16		0,08	
dwergmeeuw						0,15		0,42	3,06
drieteenmeeuw			0,00	0,03	0,33	0,19	0,13	0,16	
grote meeuwen	2,74	6,07	0,87	0,90	1,30	0,99	1,02	2,34	5,00
grote stern	0,10	0,08	0,67						2,12
alk						0,41	1,14	0,09	
alkachtigen		0,00	0,01	-0,01	0,43	0,68	1,75	0,45	0,24

Tabel 6.6 Geïnterpoleerde dichtheden van vogels in kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op basis van tweemaandelijkse tellingen vanuit vliegtuigen (MWTL) en schepen (ESAS). Dichtheden zijn bepaald op basis van MWTL tellingen voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, zilvermeeuw (cf. 2de iteratie KEC (van der Wal *et al.* 2015), jan-van-gent, noordse stormvogel, drieteenmeeuw en stormmeeuw (cf. 1ste iteratie KEC (Leopold *et al.* 2015) en ESAS en MWTL tellingen voor de andere soorten (cf. Rijkswaterstaat 2015).

soort/soortgroep	feb	apr	jun	aug	okt	dec
aalscholver	0	0	0	0	0	0
alk	0,47	0,02	0	0	0,76	0,08
drieteenmeeuw	0,46	0,30	0	0	0,48	5,63
duikers	0	0	0	0	0	0
dwergmeeuw	0,20	0,08	0	0	0,01	0,04
fuut	0	0	0	0	0	0
grauwe pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
grote jager	0	0	0	0,04	0	0
grote mantelmeeuw	0,04	0,02	0	0	0,03	0,28
grote stern	0	0,64	0	0,01	0	0
jan-van-gent	0,01	0	0,10	0,02	0,27	0,18
kleine jager	0	0	0	0	0	0
kleine mantelmeeuw	0,29	7,50	9,36	0,27	0,01	0
kokmeeuw	0	0	0	0	0	0
kuifaalscholver	0	0	0	0	0	0
noordse pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
noordse stormvogel	0,08	0,40	0	0,04	0	0,13
papegaaiduiker	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	0,39	0	0	0	0,16	2,23
stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
vaal stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
zeekoet	0,26	0,35	0	0	2,19	1,53
zilvermeeuw	0,28	0,78	0,03	0,01	0,05	0,32
zwarte zee-eend	0	0	0	0	0	0

6.4.2 Broedende (kolonie) vogels

Binnen de begrenzing van het plangebied broeden geen vogels, echter diverse soorten die broeden aan de kust komen tijdens (dagelijkse) foerageervluchten op zee in het gebied tijdens het broedseizoen. Per soort wordt in de volgende tabel aangegeven of de soort in aanvaring kan komen met windturbines in het kavel qua vlieghoogte of afstand tot de broedplaats (incidentele exemplaren die een grotere foerageerafstand hebben daargelaten). Voor de onderbouwing wordt verwezen naar bijlage 5, waar de vraag wordt beantwoord of het relevant is voor de soort aanvaringsslachtoffers te berekenen of dat de aanwezigheid van de koloniesoort te verwaarlozen is (in het kader van de Nbwet 1998). Het gaat hier om kolonievogels en niet om vogels tijdens seizoenstrek.

Tabel 6.7 Kolonievogels die beschermd zijn in het kader van de Nbwet 1998 en bereik in verband met potentie van aanvaring met windturbines in kavel I

Soort	Kan de soort in aanraking komen met turbines in kavel?	Relevant om aanvaringsslachtoffers van de kolonievogels te bepalen in het kader van de Nbwet 1998?
Jan-van-gent	Nee	Nee
Aalscholvers	Ja, maar zeer incidenteel: ze zijn niet waargenomen tijdens scheeps- en vliegtuigtellingen en kolonies die kavel I kunnen bereiken hebben geen beschermde status	Nee
Noordse stormvogel	Ja, maar ze vliegen vrijwel uitsluitend vlak boven het wateroppervlak	Nee
Drieteenmeeuw	Ja, maar erg incidenteel en reguliere vliegbewegingen zijn niet te verwachten	Nee
Kokmeeuw	Ja, maar geen broedvogels uit beschermde Natura 2000-gebieden	Nee
Stormmeeuw	Ja, maar kolonies hebben geen beschermde status	Nee
Kleine mantelmeeuw	Ja, maar op basis van GPS-logger onderzoek aan foeragerende kleine mantelmeeuwen zijn de aantallen broedvogels uit beschermde Natura 2000-gebieden te verwaarlozen in kavel I	Nee
Zilvermeeuw	Ja, maar soort heeft een kustgebonden verspreiding en heeft naar verwachting geen regelmatige vluchten door het kavel en kolonies hebben geen beschermde status	Nee
Grote mantelmeeuw	Ja, maar het betreft zeer kleine aantallen uit gemengde meeuwenkolonies en kolonies hebben geen beschermde status	Nee
Dwergstern	Nee	Nee
Noordse stern	Nee	Nee
Visdief	Nee	Nee
Grote stern	Nee	Nee
Zeekoet	Nee	Nee

Alk	Nee	Nee

In het kader van de Ffwet worden ook aanvaringslachtoffers berekend, zie bijlage 7.

6.4.3 Vogels tijdens seizoenstrek

Soortenspectrum

Over de Noordzee trekken jaarlijks vele miljoenen vogels, waaronder typische zeevogels maar ook landvogels onderweg van broedgebieden naar overwinteringsgebieden en vice versa (o.a. Lensink & Van der Winden 1997, LWT/SOVON 2002, Exo et al 2002, Krijgsveld et al 2011, Hill et al 2014). In de volgende tabel zijn de belangrijkste soorten opgenomen voor Hollandse Kust (zuid).

Tabel 6.8 Overzicht van de meest voorkomende soorten in drie trekgroepen boven windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)

Soort	Voorkomen*	Vliegrichting**	Vlieghoogte***
zeevogels			
noordse stormvogel	2	1	-^
jan-van-gent	2	1	+
grote jager	3	1	+/-
kleine jager	3	1	+/-
grote mantelmeeuw	3	1	+
kleine mantelmeeuw	3	1	+
dwergmeeuw	3	1/3	+/-
drieteenmeeuw	2	1	+
noordse stern	1	1	+
zeekoet	3	1	-^
alk	3	1	-^
kustvogels			
roodkeelduiker	2	2	+/-
parelduiker	1	2	+/-
aalscholver	1	2/3	+
fuut	1	2	-^
zwarte zee-eend	2	2	+/-
grote zee-eend	2	2	+/-
eider	1	2	+/-
kokmeeuw	1	2	+
zilvermeeuw	1	2	+
stormmeeuw	1	2	+
grote stern	3	2	+
visdief	2	2	+
zwarte stern	1	2	+
steltlopers	1	2	-
bijv. rosse grutto, bonte strandloper, tureluur, zilverplevier			

Soort	Voorkomen*	Vliegrichting**	Vlieghoogte***
'land'vogels (zang- en watervogels)			
kleine zwaan	1	3	+/-
rotgans	1	2/3	+/-
bergeend	1	2/3	+/-
kuifeend	1	2/3	+/-
topper	1	2/3	+/-
smient	1	2/3	+/-
kanoet	1	2/3	- / -^
rosse grutto	1	2/3	- / -^
tureluur	1	2/3	- / -^
bonte strandloper	1	2/3	- / -^
zilverplevier	1	2/3	- / -^
kievit	1	2/3	- / -^
watersnip	1	3	- / -^
houtsnip	1	3	- / -^
koperwiek	1	2/3	-
merel	1	2/3	-
zanglijster	1	2/3	-
spreeuw	1	2/3	-
veldleeuwerik	1	2/3	-
graspieper	1	2/3	-
roodborst	1	2/3	-
vink	1	2/3	-
*	1 = in lage aantallen..., 2 = middelhoge aantallen..., 3 hoge aantallen t.o.v. totale trekstroom		
**	1 = Noord >> Zuidwest v.v., 2 = Noordoost >> Zuidwest v.v., 3 = West >> Oost v.v.		
***	- = kleine fractie van totale trek op rotorhoogte, +/- = gemiddelde fractie, + = grote fractie op rotorhoogte, '-^ = meest vlak boven zee onder rotor hoogte		

Vliegintensiteit

Specifieke trekbanen met hogere trekdichtheden dan andere stukken zijn niet bekend uit het gebied. Naar verwachting vertonen alle zeevogels hier breedfront trek vanuit het Kanaal de Noordzee op en vice versa. Voor landvogels is in onderstaande tabel een schatting gegeven van de flux (aantal vogels dat passeert). Aangezien geen lokale fluxmetingen zijn gedaan zijn gegevens over de flux bij OWEZ de best mogelijke kwantitatieve schatting voor fluxen in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), zie tabel 6.9.

Tabel 6.9 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km die door windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op rotorhoogte trekken, op basis van radarfluxen en procentuele soortgroepverdeling vastgesteld met behulp van visuele waarnemingen door Krijgsveld et al. (2011) rond OWEZ. Hiervoor is uitgegaan van de rotorgrootte van OWEZ en voor zangvogels twee rotorgrootte varianten van Hollandse Kust (zuid) (V1 = 96 m ashoogte en 142 m rotordiameter; V2 = 140,5 m ashoogte en 221 m rotordiameter).

		Aantalsschattingen per strekkende kilometer		
Soortgroep	**Fractie van totale flux op OWEZ**	**OWEZ**	**Hollandse Kust (zuid) V1**	**Hollandse Kust (zuid) V2**
ganzen en zwanen	0,07	~2.000	idem	idem
eenden	0,04	~400	idem	idem
reigers	0,01	~400	idem	idem
roofvogels en uilen	0,04	~200	idem	idem
steltlopers	0,03	~500	idem	idem
zangvogels overdag	0,15	~17.000	~25.000	~29.000
zangvogels nacht	1	~90.000	~134.000	~151.000
zangvogels totaal		~107.000	~159.000	~180.000

Vliegrichtingen

In het najaar vliegen trekvogels van het vaste land naar de Britse Eilanden in het westen, terwijl in het voorjaar de trekstroom de andere kant op gaat. Daarnaast vliegen grote aantallen trekvogels in het najaar naar het zuiden vanuit de noordelijke Noordzee en Scandinavië respectievelijk het Kanaal in of naar Zuid(west) Europa. In het voorjaar gaan deze de andere kant op. In bijlage 5 is voor de verschillende groepen trekvogels de vliegrichting onderscheiden.

Vlieghoogtes

Van trekkende zee- en kustvogels is bekend dat ze in grote aantallen op lage hoogten vliegen (onder 100 meter, maar meestal veel lager), maar ook is bekend dat duikers, meeuwen, jagers en sterns op trek op honderden meters hoogte kunnen vliegen en daarmee buiten het bereik van rotoren van windturbines op zee blijven.

Met name niet-zeevogels trekken bij voorkeur onder gunstige omstandigheden over voor hen gevaarlijke grote zee-oppervlakten, dat wil zeggen; gunstige wind (in de rug), geen neerslag en geen gesloten wolkendek. Vaak is de trek dan beperkt tot maar een aantal hoogtelagen; daaronder bewegen zich dan vooral de startende en landende vogels. Zangvogels en steltlopers vliegen op gunstige dagen vaak op honderden meters hoogte tot meer dan 2 km hoogte, waarbij de onderste lagen relatief leeg zijn. Onder minder gunstige omstandigheden (tegenwind) verplaatsen de vogels zich in de onderste luchtlagen en is het in de hogere luchtlagen rustig. Gemiddeld genomen vliegt ongeveer 20% van het totale volume aan trek op een hoogte van rond 100 m; dit zijn vooral zangvogels en dan vooral in de nacht (Krijgsveld et al. 2011).

Routes trekvogels over Noordzee

De afbakening van migratieroutes is niet eenvoudig. Zeer veel vogels trekken over de Noordzee en alleen hun herkomst (broedgebied) en bestemming (overwinteringsgebied) zijn over het algemeen bekend. Veelal is er echter geen sprake van vast omschreven "routes", zeker niet in een vorm waarin deze exact op een kaart kunnen worden gezet en waarvan dan zou kunnen worden aangegeven of deze over of juist langs het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) lopen. In bijlage II van bijlage 5 zijn de relevante kaarten omtrent hoofdmigratieroutes uit

Lensink & van der Winden (1997) opgenomen. Kort samengevat kunnen de volgende globale trekpatronen over het plangebied onderscheiden worden:

- Seizoenstrek van vogels (zangvogels, watervogels, zeevogels) die van noordelijke/oostelijke broedgebieden in Scandinavië/Siberië naar zuidelijke/zuidwestelijke overwinteringsgebieden vliegen en in het voorjaar vice versa;
- Seizoenstrek van vogels die van noordelijke/oostelijke broedgebieden in Scandinavië en Siberië naar westelijke overwinteringsgebieden op de Britse eilanden vliegen en in het voorjaar weer terug;
- Seizoenstrek (najaarstrek) van zeevogels die van de Britse Eilanden naar de Continentale kustlijn oversteken om vervolgens langs die kustlijn naar het zuiden door te trekken.

6.4.4 Vleermuizen

Lokale vleermuizen

De maximale foerageerafstand vanaf de kust van lokale vleermuizen als watervleermuis, rosse vleermuis en meervleermuis ligt onder de 10 kilometer en gezien de afstand van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de kust is uitgesloten dat er in het windenergiegebied foerageervluchten worden gemaakt.

Vleermuizen tijdens seizoenstrek

Lange-afstand migratie is voor de rosse vleermuis en ruige dwergvleermuis goed gedocumenteerd. Deze soorten trekken in de herfst vanuit Scandinavië, de Baltische Staten en zelfs vanuit Rusland naar plaatsen in Europa met een zachter zeeklimaat (Rydell *et al.* 2014). Tijdens deze trek steken de dieren ook grote meren, de Oostzee en de Noordzee over. Zo is migratie tussen Nederland en Engeland in het voor- en najaar bewezen voor de ruige dwergvleermuis (Morris, 2014).

In de periode tussen 1988 en 2007 werden 34 vleermuizen geregistreerd op platforms op zee in de Noordzee, in 76% van de gevallen ruige dwergvleermuis, en deze kwamen ook op afstanden van 60 – 80 km uit de kust voor (Boshamer & Bekker 2008). Vleermuisactiviteit is nog niet vaak gemeten bij windparken in de Noordzee. Echter, in sommige windparken in de Noordzee, zoals PAWP, werden meer dan 100 opnames van vleermuisroepjes gemaakt binnen een maand (ongepubliceerde gegevens IMARES/Field Company). In de Nederlandse windparken OWEZ en PAWP zijn met zekerheid ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen waargenomen (Jonge Poerink et al. 2013). Deze parken liggen op een vergelijkbare afstand uit de kust als het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en daarom is het voorkomen van deze soorten in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) te verwachten. De meest recente metingen van IMARES/Field Company geven aan dat 95,7% van de geregistreerde vleermuisactiviteit in de Noordzee bestond uit ruige dwergvleermuizen en 2,6% uit rosse vleermuizen. Het resterende kleine deel bestond uit tweekleurige vleermuizen (Vespertilio murinus; 1,2%) en gewone dwergvleermuizen (Pipistrellus pipistrellus; 0,5%). Rosse vleermuizen gebruiken echolocatie van een lagere frequentie dan ruige dwergvleermuizen. Lagere tonen worden minder gedempt door de atmosfeer en dragen dus verder. Als met dit fenomeen rekening wordt gehouden in detectiekansberekeningen (EUROBATS), dan komt het percentage van rosse vleermuizen waarschijnlijk nog iets lager uit dan 2,6%.

Op basis hiervan kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) slachtoffers van de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis vallen en wordt daarom hieronder een populatieschatting van deze soorten gegeven (voor verdere informatie zie bijlage 5). Andere soorten zijn slechts incidenteel en in zeer kleine aantallen boven de Noordzee waargenomen. Aanvaringsslachtoffers van deze soorten worden daarom slechts kort behandeld in dit MER.

Tabel 6.10 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van ruige dwergvleermuizen in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (source: European Topic Centre on Biological Diversity). N/A = niet bekend; + is toenemend; = is stabiel.

Herkomst	Populatieschatting	Trend
Duitsland	N/A	=
Polen	5.100	N/A
Estland	N/A	+
Letland	10.000 – 50.000	+
Litouwen	40.000 – 50.000	=
Denemarken	N/A	N/A
Finland	N/A	N/A
Zweden	3.000 – 6.500	+

Tabel 6.11 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van rosse vleermuizen in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (source: European Topic Centre on Biological Diversity). N/A = niet bekend; + is toenemend; = is stabiel.

Herkomst	Populatieschatting	Trend
Duitsland	N/A	+
Polen	50.000	=
Estland	N/A	+
Letland	5.000 – 10.000	N/A
Litouwen	N/A	=
Denemarken	N/A	N/A
Finland	N/A	N/A
Zweden	55.000 – 95.000	=

Wat betreft overige vleermuissoorten is de gewone dwergvleermuis tijdens de meest recente meting van Imares/Field Company slechts een keer waargenomen op OWEZ in augustus 2013. Samen met het gegeven dat de seizoensgebonden verplaatsing meestal niet meer dan 20 kilometer bedraagt (Dietz et al, 2007) lijkt het waarschijnlijk dat de gewone dwergvleermuis slechts als dwaalgast of zeldzame bezoeker op de Noordzee waar te nemen is. De tweekleurige vleermuizen komen niet in het Verenigd Koninkrijk voor en zijn zeldzaam in België, Nederland en Denemarken. Tweekleurige vleermuizen zijn meerdere malen gevonden op platforms in de Noordzee, maar alle waarnemingen komen vanuit gebieden ten noorden van Nederland (Boshamer & Bekker 2008).

6.5 Effectbeschrijving

In deze effectbeschrijving wordt eerst in z'n algemeenheid ingegaan op de effecten van windturbines op vogels en vleermuizen (6.5.1). Vervolgens worden de effecten op vogels tijdens de aanleg en verwijdering van windturbines in kavel I beschreven (6.5.2). In paragraaf 6.5.3 wordt ingegaan op de berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers in de gebruiksfase, waarna de effecten in de gebruiksfase voor lokaal verblijvende soorten (6.5.4), kolonievogels (6.5.5) en vogels tijdens seizoenstrek (6.5.6) worden beschreven. De effecten op vleermuizen komen in paragraaf 6.5.7 aan bod en in 6.5.8 wordt ingegaan op effecten van tweebladige in plaats van driebladige turbines.

6.5.1 Algemeen

Hoofdstuk 3 in bijlage 5 beschrijft de beschikbare kennis omtrent de effecten van windparken op zee op vogels en vleermuizen. Voor meer informatie wordt naar die bijlage verwezen. In het algemeen kunnen er drie hoofdeffecten van windturbines op zee op vogels worden onderscheiden (b.v. Drewitt & Langston, 2006):

- **Aanvaringen**
  - effecten op passerende (lees: vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten.
- **Barrièrewerking**
  - vogels verleggen hun vliegpaden om aanvaringsrisico's te vermijden. Indien hierdoor stukken gebied niet meer gebruikt kunnen worden, vormen de windturbines een barrière op een vliegroute of trekbaan met verhoogde energetische uitgaven tot gevolg.
- **Habitatverlies**
  - effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg ook wel "verstoring" genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windpark geheel. De verstoringsafstand verschilt per soort. Dit leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat.

Het voornaamste negatieve effect van windturbines op vleermuizen is additionele sterfte. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008). In tegenstelling tot vogels wordt bij vleermuizen vaak over aantrekking door windturbines gesproken in plaats van vermijding (Cryan et al. 2014). De reden voor deze aantrekking is nog niet met zekerheid vastgesteld, maar het meest waarschijnlijke verklaring is dat vleermuizen op insecten foerageren die tijdens de trekperiode in de late zomer – vroege herfst rond windturbines in verhoogde dichtheden voorkomen (Rydell et al. 2010b). Vanwege dit aantrekkingseffect speelt bij vleermuizen habitatverlies of barrièrewerking geen rol en worden deze aspecten niet in detail behandeld. Omdat locaties op zee geen deel vormen van het lokale leefgebied van vleermuizen, is het aspect van habitatverlies ook niet aan de orde.

Alle bovengenoemde effecten doen zich voor tijdens de diverse fasen tijdens de ontwikkeling en het gebruik van een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid):

- **Aanlegfase** - aanleg van funderingen, plaatsen turbines, aanleg kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- **Gebruiksfase** - aanwezigheid masten, draaien van windturbines en onderhoud en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- **Verwijderingsfase -** verwijdering van funderingen, kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen.

Eén van de eerste monitoringsprogramma's naar de effecten van windturbines op zee op vogels werd vanaf ongeveer 2000 uitgevoerd in Denemarken naar aanleiding van de bouw van de parken Horns Rev I en Nysted. In de loop der jaren volgden onderzoeksprogramma's in Nederland, Duitsland, België, Zweden en de UK.

Om tot een effectbeschrijving te komen voor een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn de resultaten van bovengenoemd onderzoek gebruikt in deze paragraaf. Aanvullend is soms ook gebruik gemaakt van onderzoek aan windturbines op land of in kustwateren om kennislacunes op zee te kunnen vullen. Een samenvatting van de belangrijkste resultaten wordt gegeven in tabel 6.12. Doordat elke windparklocatie anders is in de aanwezigheid en het gebruik van het gebied door vogels, zijn de onderstaande resultaten niet rechtstreeks te vertalen naar de situatie in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark aldaar op de verschillende soort(groep)en.

Tabel 6.12 Samenvattende tabel van de belangrijkste resultaten van enkele grote onderzoeksprogramma's naar gedrag van vogels met betrekking tot windturbines op zee.

Land	Soort(en)	Resultaten
ZWE	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijkgedrag van eiders en een enkele waargenomen aanvaring. Geen verstoring van ijseenden.
DEN	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijking van zee-eenden en vliegbewegingen van meeuwen. Habitatverlies van duikers, zee-eenden, alkachtigen en sterns. Aantrekking van sterns aan de randen van parken. Gewenning van zee-eenden na enkele gebruiksjaren.
NLD	zeevogels en landvogels	Uitwijkgedrag door jan-van-gent, duikers, alkachtigen en zwarte zee-eend, ganzen, zwanen en eenden. Geen uitwijking door aalscholver, meeuwen, zangvogels en steltlopers. Habitatverlies van duikers, fuut, jan-van-genten, zwarte zee-eend, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, stormmeeuw, drieteenmeeuw, visdief/noordse stern, alkachtigen.
BEL	Zeevogels	Habitatverlies van jan-van-gent, zeekoet, alk. Aantrekking van zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, sterns, dwergmeeuwen drieteenmeeuw.
DUI	zeevogels en landvogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zeekoet. Uitwijkgedrag door dwergmeeuwen, geen uitwijking bij andere soorten meeuwen. Vliegbewegingen vastgesteld van zangvogels op rotorhoogte.
VK	Zeevogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, aalscholvers, zwarte zee-eend, noordse stormvogel, zilvermeeuw en alkachtigen. Aantrekking van aalscholvers, grote meeuwen, duikers. Uitwijking bij kleine rietganzen. Zeer

		gedetailleerde verzameling van gegevens over foerageerranges in relatie tot windparken op zee. Gevoeligheidsanalyse van verschillende soorten.

De volgende effecten treden op, die in hoofdstuk 3 van bijlage 5 verder zijn beschreven (hierbij zijn de effecten dermate algemeen dat hier nog geen onderscheid gemaakt is in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels op seizoenstrek). Onderscheid wordt gemaakt in effecten op vogels (tabel 6.13) en vleermuizen (tabel 6.14).

Tabel 6.13 Algemene effecten van windturbines op vogels.

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
Aanvaringen	Constructie-fase	Met name in het donker komen aanvaringen van vogels met sedentaire objecten zoals turbines en stilliggende schepen voor. Het gaat hierbij om incidenten en totale aantallen slachtoffers zijn klein en worden derhalve niet verder onderzocht; De permanente aanwezigheid van schepen en dus verlichting trekt vogels aan, waardoor deze gedesoriënteerd raken. Er zijn studies waarin geconcludeerd wordt dat effecten van aantrekking door licht op populatieniveau verwaarloosbaar zijn, echter anderen wijzen op overschrijdingen ver boven de 1% norm van de natuurlijke sterfte, die in de regel wordt aangehouden als kritische waarde (Bruynzeel *et al.* 2009).
	Operationele fase	Vogels kunnen in aanvaring komen met draaiende windturbines. Kwantitatieve empirische gegevens over aanvaringen van vogels met windturbines op zee zijn nog niet beschikbaar door de hoge kosten en twijfelachtige kwaliteit van de bestaande meetapparatuur (b.v. Collier et al. 2011, 2012). De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers gebruik wordt gemaakt van het *Extended Band Model* 2012 (Band 2012) waarbij vlieghoogtes worden bepaald met behulp van Johnston et al. (2014) en met behulp van GPS-gegevens indien bekend. Voor diverse parken en potentiële parken in West-Europa op zee zijn in het verleden slachtofferberekeningen gemaakt, waarbij de totale aantallen slachtoffers uiteenlopen tussen de tientallen en tienduizenden aanvaringen per windpark per jaar.
	Verwijderings-fase	Dezelfde effecten als bij de constructie zijn te verwachten (aanvaringen met (verlichte) schepen).
Barrière-werking	Constructie-fase	Over barrièrewerking tijdens de aanlegfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele verstoring van vliegpaden in de loop van de tijd toeneemt door het toenemende aantal gebouwde turbines.
	Operationele fase	Zowel uit onderzoek op land als op zee blijkt dat veel soorten vogels uitwijken bij nadering van een windpark op zee om zo langs het park of individuele turbines te vliegen (b.v. Petersen et al. 2006, Krijgsveld et al. 2011, Masden et al. 2012, Krijgsveld 2014). Zie verder ook bijlage 5. In sommige studies werd aangetoond dat de tussenruimte tussen turbines van invloed was op de barrière-ervaring van soorten (Larsen &

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		Guillaumette 2007, Krijgsveld et al. 2011) en ook dat bij een grotere tussenruimte het optreden van barrièrewerking minder kan zijn (Masden et al. 2012). Echter het onderzoek naar de gevolgen van barrièrewerking staat nog in de kinderschoenen. De omvang van het windpark bepaalt daarnaast natuurlijk ook de mate van barrièrewerking. De gevolgen van uitwijkgedrag kunnen leiden tot hogere energetische uitgaven voor individuele vogels. Voor lokale (broed)vogels bleek dat deze gevolgen het grootst zijn voor sterns door hun manier van vliegen en voedsel zoeken (Everaert & Stienen 2007) maar over het algemeen wordt aangenomen dat de energetische gevolgen van barrièrewerking relatief laag zijn (Masden 2010). In een modelstudie werd aangetoond dat in potentie barrièrewerking onder trekvogels kan optreden, maar dat de afstand van omvliegen minimaal is in verhouding tot de totale trekroute (Masden et al. 2009). Echter onbekend is wat de gevolgen van omvliegen zullen zijn in cumulatie met andere windparken. Informatie over uitwijking is wel van groot belang voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers.
	Verwijderings-fase	Over barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase is momenteel niets bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele uitwijking van vliegpaden als gevolg van barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase afneemt door het afnemende aantal nog te verwijderen turbines.
Habitat-verlies	Constructie-fase	Over verstoring tijdens uitsluitend de aanlegfase van een windpark op zee zijn momenteel geen aparte publicaties van onderzoeken met kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat de verstoring groter is dan tijdens de operationele fase door het effect van toegenomen scheepsverkeer in het gebied dat een verstorende werking heeft op vele soorten vogels (b.v. Rodgers & Schwickert 2002, Schwemmer et al. 2011). Het verstorende effect van boten voor de constructie van het windpark voor zeevogels is echter wel tijdelijk en de duur van verstoring is soortspecifiek. Duikers en zee-eenden bijvoorbeeld blijven lang weg van hun originele zitplek nadat boten weer vertrokken zijn, meeuwen landen zeer snel weer op hun oorspronkelijke plek. Onderzoek naar habitatverlies tijdens de bouw van OWEZ heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor significante verstoring (door heigeluid) van lokale zeevogels (Leopold & Camphuysen 2007). Onderzoek naar verstoring tijdens de bouw van Robin Rigg in het Verenigd Koninkrijk gaf aanwijzingen van verminderde dichtheden van zwarte zee-eend, duikers, zeekoeten, noordse pijlstormvogels, zilvermeeuwen en alken, terwijl aalscholvers en grote mantelmeeuwen toenamen (Walls et al. 2013).
	Operationele fase	Geluid: Tijdens de operationele fase veroorzaakt de turbine geluid onderwater. Uit onderzoek naar onderwatergeluid in Nederlandse windparken bleek dat de geluidsniveaus onder water laag zijn tijdens de operationele fase in vergelijking met het al aanwezige achtergrondgeluid van o.a. wind en scheepvaart (Haan et al. 2007, Jansen & de Jong 2014).

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meestal soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die onderwater duikend naar voedsel zoeken. Of deze verstoring het gevolg is van onderwatergeluid of veroorzaakt wordt door andere factoren is onbekend. Aanwezigheid turbines De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windpark op zee. Er zijn indicaties dat de configuratie van een windpark van invloed kan zijn op de mate van habitatverlies van zeevogels (Krijgsveld 2014). Er zijn in verschillende landen onderzoeken beschikbaar over de effecten van windturbines op de aanwezigheid van vogels. Zo zijn in recent empirisch onderzoek in twee windparken op zee in het Belgische deel van de Noordzee, nabij het windenergiegebied Borssele, enkele statistisch significante effecten gevonden van windturbines op de aantallen vogels. Zo meden jan-van-gent, zeekoet, en alk één van de parken, terwijl zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in hogere dichtheden werden aangetroffen (Vanermen et al. 2014). Echter in veel gevallen was de steekproefgrootte (dekking en hoeveelheid surveys) de limiterende factor voor het aantonen van significante relaties. Wel werden enkele aanvullende trends duidelijk. Zo werd aantrekking geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen et al. 2013). Aanwezigheid van boten, mensen en materieel Habitatverlies kan potentieel optreden zo gauw er menselijke activiteit in het gebied plaatsvindt dus vanaf de eerste bouwactiviteiten en vervolgens tijdens onderhoud. Onderzoek in Denemarken heeft echter laten zien dat zee-eenden het windpark wel binnengaan enkele jaren na de bouw (Petersen & Fox 2007). Dit kan te maken hebben met gewenning maar ook dat vogels de verbeterde voedselsituatie benutten (Skov pers. Comm.). Aantrekking in plaats van habitatverlies Onderzoek aan windparken op zee heeft aangetoond dat voor verschillende vogelsoorten geldt dat er hogere dichtheden in of nabij gebieden met windparken aanwezig kunnen zijn (zoals Petersen et al. 2006). Aanname voor gevolgen van habitatverlies Het is momenteel onbekend hoe vermijding kwantitatief doorwerkt op de fitness van individuele exemplaren en de daaruit voortvloeiende populatie-effecten. In het Kader Ecologie en Cumulatie wordt op basis van de bevindingen van Bradburry et al (2014) de aanname gedaan dat er 10% sterfte optreedt als gevolg van vermijding.
	Verwijderings-fase	De effecten van verstoring gedurende de verwijderingsfase zullen min of meer van een vergelijkbare orde zijn zoals beschreven onder ‘aanlegfase’. Wel is het zo dat er bij de verwijdering niet geheid zal worden waardoor de piek-geluidsbelasting veel minder zal zijn.
Indirecte effecten	Constructie-fase	Tijdens de constructiefase zijn mogelijke indirecte effecten op vogels te verwachten via de effecten van heien op lokale vispopulaties waarvan

Type effect	Fase van het windpark	Effecten
		vogels mogelijk afhankelijk zijn voor hun voedselvoorziening. Dit type effecten komt vaak pas op langere termijn tot uiting als de constructiefase al is afgelopen.
	Operationele fase	Momenteel is in het gebied van windparken op zee visserij beperkt mogelijk. Hierdoor neemt potentieel de visbeschikbaarheid in het gebied toe, temeer omdat de introductie van hard substraat en structuren mogelijk een positief effect heeft op het voorkomen en de diversiteit van benthos en vis in het gebied (Lindeboom et al. 2011, Bouma & Lengkeek 2009, 2011). Dit zou kunnen leiden tot aantrekking van vogels, als bijvoorbeeld vissen zich gaan ophouden rond de funderingspalen (conform de bevindingen van Winter *et al.* (2010) en Van Hal *et al.* 2012)), waardoor plaatselijk goede foerageermogelijkheden voor viseters ontstaan. Dit kan een toename van het aantal vliegbewegingen in het park veroorzaken waardoor aantallen aanvaringen mogelijk toe kunnen nemen. Indien de visserij uit het windpark geweerd wordt, zoals gebruikelijk is in Nederlandse windparken op zee, zal ter plaatse geen bijvangst overboord gezet worden waardoor minder aaseters in het gebied zullen voorkomen. Echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving zal per saldo juist meer gevist worden omdat de visserij intensiteit in het gebied niet zal afnemen. Het lokaal sluiten van de visserij is in feite slechts een verplaatsing van de visserij naar elders. Andere mogelijke indirecte effecten van windturbines op zee op vogels kunnen veroorzaakt worden door veranderingen in stromingen en uitgestoten trillingen door turbines onderwater die de verspreiding van vis kunnen beïnvloeden. Echter dit is speculatief en kwantitatief onderzoek hiernaar ontbreekt.
	Verwijderings-fase	Tijdens de verwijderingsfase zelf zijn geen aparte indirecte effecten op vogels te verwachten. Doordat waarschijnlijk de harde substraten onderwater blijven bestaan zullen dezelfde effecten te verwachten zijn als tijdens de operationele fase. Echter wereldwijd is nog nooit een windturbine op zee verwijderd, en is dus ook geen praktijkervaring met de uitvoer en effecten van deze ingreep. Het opheffen van het visserijverbod zal het positief effect van de harde substraten op het visbestand (en dus op vogels) beperken.

Tabel 6.14 Algemene effecten van windturbines op vleermuizen.

Fase van het windpark	Effecten
Constructiefase	Habitatverlies door de constructie van windparken is niet bekend bij vleermuizen. Vleermuisactiviteit lijkt niet lager te liggen in windparken dan daarbuiten (Jain et al. 2011), wat suggereert dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring of habitatverlies leidt. Er wordt juist verondersteld dat vleermuizen aangetrokken worden door windturbines in plaats van verstoord (Cryan & Barclay 2009). In theorie zou verlichting op constructieschepen insecten aan kunnen trekken en vervolgens ook vleermuizen, maar deze mogelijkheid is nog niet onderzocht. Dit zal echter niet tot

Fase van het windpark	Effecten
	sterfte leiden, omdat aanvaringen van vleermuizen slechts met bewegende objecten (zoals rotorbladen) optreden en niet met stationaire objecten, zoals constructieschepen of torens. In tegendeel, foerageren op een verhoogde concentratie van insecten tijdens de trek kan de conditie en dus de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Dit indirecte effect van windparkontwikkelingen kan daarom als mogelijk positief effect beschouwd worden.
Operationele fase	Het voornaamste negatieve effect van windparken op vleermuizen is een verhoogde mortaliteit door aanvaring tijdens de operationele fase. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald et al. 2008; Rydell et al. 2010a). Habitatverlies en barrièreverlies lijken geen rol te spelen (Cryan et al, 2014). Omdat zelfs trekkende vleermuizen op gondelhoogte op insecten lijken te foerageren die tijdens de trekperiode rond windturbines in verhoogde concentraties voorkomen, kan het aanvaringsrisico van vleermuizen in bepaalde situaties hoog zijn. De meeste slachtoffers vallen dan ook in de trekperiode in de late zomer – vroege herfst. Vleermuisactiviteit op rotorhoogte is het hoogst tijdens rustige (windsnelheid lager dan 5 meter per seconde), warme en droge nachten in augustus en september. De twee vleermuissoorten die verwacht kunnen worden in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen), worden regelmatig als slachtoffers bij onshore windparken gevonden (Dürr 2013). Beide soorten worden daarom beschouwd als risicosoorten met betrekking tot windparkontwikkelingen. Vleermuisactiviteit is nog zelden gemeten op zee. De intensiteit van vleermuisactiviteit is nog zelden gemeten op locaties op zee. Het beperkt aantal metingen met batdetectors laat een grote variatie in activiteitsniveaus zien. Deze hoge mate van variatie maakt directe vergelijking met windparken op land (met gedocumenteerde sterftecijfers) moeilijk en gemeten gegevens over aanvaringen op zee zijn nog niet voorhanden (Rijkswaterstaat 2015). Op basis van sterfte bij windturbines gemeten op land en expert judgement, zijn recentelijk schattingen van het aantal aanvaringslachtoffers gepubliceerd voor de zuidelijke Noordzee door Rijkswaterstaat (2015). Het is echter duidelijk dat de gemiddelde vleermuisactiviteit bij windparken op zee enkele meters boven het wateroppervlak laag is in vergelijking met de activiteit bij onshore windparken net boven de grond.
Verwijderingsfase	Vergelijkbaar met de aanlegfase treedt naar verwachting ook tijdens de verwijderingsfase geen sterfte op. Zonder windturbines is er geen risico op aanvaringen en de verlichte schepen in het gebied leiden niet tot verstoring of habitatverlies. Foerageren op een verhoogde concentratie van insecten kan mogelijk ook hier als een indirect positief effect beschouwd worden.

6.5.2 Effecten op vogels tijdens aanleg en verwijdering

In deze paragraaf worden effecten op de te onderscheiden soortgroepen (lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels op seizoenstrek) apart beschreven als dit onderscheidend is.

Aanleg funderingen

De omvang van de verstoring door de aanleg van funderingen varieert in de tijd met name door de variatie in het voorkomen van kwetsbare soorten. Bij een goede temporele planning zullen de effecten van aanleg van het windpark vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden en het beperkte aantal vogels als marginaal negatief beoordeeld worden (effectbeoordeling: 0/-). Het alternatief met de meeste turbines zorgen voor een groter negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie dan het 10 MW alternatief met het kleinste aantal turbines. Overigens zijn effecten van het hei-geluid nooit aangetoond voor de geluidgevoelige vogels, maar is het waarschijnlijker dat verstoring door de bijbehorende boten e.d. optreedt. De alternatieven zijn echter niet onderscheidend beoordeeld, omdat de omvang van de negatieve effecten niet dermate groot zijn dat dit gevolgen heeft voor de kans op het optreden van verbodsbepalingen of mogelijke effecten op doelen van beschermde gebieden.

Verwijdering funderingen

De verwijdering van de funderingen zal waarschijnlijk bestaan uit het afsnijden (6 m onder de zeebodem) en afvoeren van de funderingen. Een mogelijk alternatief is om de funderingen in zijn geheel te verwijderen door een combinatie van trillen en trekken. Dit zal gepaard gaan met geluid/trillingen boven en onder water. De geluidbelasting is echter aanmerkelijk lager dan bij de aanleg. Het effect wordt als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Toegenomen scheepvaart

Ook zal er sprake zijn van geluid/trillingen door scheepvaartbewegingen, tijdens zowel aanleg als verwijdering van het windpark. Het effect wordt als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Tabel 6.15 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windpark alternatieven in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Verwijderingsfase		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-

6.5.3 Effecten tijdens gebruiksfase: vogelslachtoffers door aanvaringen

In dit MER is het *Extended Band Model* (Band 2012) gebruikt om aantallen aanvaringsslachtoffers te berekenen (los van de indeling in lokaal verblijvende niet-broedvogels, broedende (kolonie) vogels en vogels tijdens seizoenstrek). In bijlage 5 wordt de theorie achter dit model nader toegelicht en worden de verschillende rekenstappen verder behandeld. Aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de geïnterpoleerde vogeldichtheden in kavel 1 van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op basis van tweemaandelijkse tellingen vanuit vliegtuigen (MWTL) en schepen (ESAS) (cf. Rijkswaterstaat 2015). Deze tellingen zijn jaarrond uitgevoerd over een zeer lange periode en in de nabijheid van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Het zijn de meest volledige reeks

gegevens die over een lange periode zijn verzameld. Uitzondering hierop vormen de geïnterpoleerde dichtheden voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw. Deze dichtheden zijn bepaald op basis van MWTL (cf. 2e iteratie KEC (van der Wal et al. 2015). Dichtheden van jan-van-gent, noordse stormvogel, drieteenmeeuw en stormmeeuw zijn bepaald cf. 1e iteratie KEC (Leopold et al. 2015).

Jaarlijkse aantallen aanvaringsslachtoffers voor de twee alternatieven in kavel I zijn uitsluitend berekend voor soorten waarvan de gemiddelde jaarlijkse dichtheid boven de 0,5 vogels per vierkante kilometer bedroeg (tabel 6.16). Deze grens van 0,5 vogels per vierkante kilometer is gekozen om niet enorm grote tabellen met erg kleine dichtheden met vogelsoorten te krijgen. Voor ganzen/zwanen, eenden, roofvogels, uilen en zangvogels is een andere data bron aangehouden (OWEZ fluxen, Krijgsveld et al. 2011) en daar zijn direct fluxen bepaald in plaats van dichtheden. De standaard *avoidance-rate* (gecombineerde waarde voor micro- en macro-*avoidance*) is gebaseerd op de soortspecifieke *avoidance rates* gerapporteerd door Maclean et al. (2009). Dit is conform de methodiek gekozen door Rijkswaterstaat (2015) en Leopold et al. (2015).

Tabel 6.16 Jaarlijkse aantallen te verwachten aanvaringsslachtoffers van twee alternatieven van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bepaald met het Extended Band Model (Band 2012) op basis van vogeldichtheden voor zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen en voor landvogels uit radaronderzoek (Krijgsveld et al. 2011, Fijn et al. 2015). *Aantal slachtoffers bij zangvogels is gebaseerd op maximale uitvoering van een 6 MW turbine (171 m rotordiameter en 110,5 m ashoogte) in plaats van minimale uitvoering.

Soort	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
noordse stormvogel	0	0
jan-van-gent	1	0
grote jager	0	0
stormmeeuw	9	3
kleine mantelmeeuw	88	33
zilvermeeuw	31	12
grote mantelmeeuw	12	5
dwergmeeuw	4	1
drieteenmeeuw	9	3
grote stern	0	0
alk	0	0
zeekoet	0	0
ganzen en zwanen	30	22
Eenden	4	3
Reigers	6	4
roofvogels en uilen	1	1
steltlopers	4	3
zangvogels	1028*	808*

Soort	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Totaal	1228	898

6.5.4 Effecten tijdens gebruiksfase: lokaal verblijvende niet-broedvogels

Aanvaringen

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat enkele tientallen tot circa honderd zeevogels per jaar slachtoffer zullen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in kavel I. Het hoogste aantal slachtoffers zal onder kleine mantelmeeuwen vallen (88 slachtoffers per jaar bij alternatief 1). Bij grote mantelmeeuwen en zilvermeeuwen zullen meer dan tien slachtoffers per jaar vallen bij alternatief 1. Bij alternatief 2 zullen alleen bij kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen meer dan tien slachtoffers vallen. Van jan-van-genten, stormmeeuwen, drieteenmeeuwen en dwergmeeuwen bij beide alternatieven zullen jaarlijks enkele slachtoffers vallen. Bij andere zeevogelsoorten zullen geen jaarlijkse slachtoffers te vallen.

Alternatief 1 met de meeste turbines wordt als negatief beoordeeld (-). Het alternatief met de 10 MW turbines wordt ook als negatief beoordeeld (-), echter de effecten zijn wel substantieel kleiner dan het alternatief met 6 MW turbines. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta (Bijlage in het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015)) over significantie met betrekking tot de Nbwet 1998, in combinatie met de grote afstand die er is tussen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en de meest nabij gelegen Natura 2000-gebieden, zijn significant negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van aanvaringen op lokale zeevogels uit te sluiten. In de PB (bijlage 8) wordt hier in meer detail op ingegaan.

Wel kan het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Ffwet. In bijlage 7 is onderbouwd of de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

Barrièrewerking

Lokale zeevogels zullen geen barrièrewerking ondervinden, omdat er voor deze soorten in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen. Er wordt dan ook ingeschat dat barrièrewerking voor lokaal verblijvende soorten niet optreedt. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0) en significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op lokale zeevogels zijn in het kader van de Nbwet 1998 dan ook uit te sluiten.

Habitatverlies

Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% van de verstoorde vogels als gevolg van habitatverlies aan te houden (Bradbury *et al*. 2014). Op basis van de berekende dichtheden vanuit de scheepstellingen kan hiermee de sterfte door habitatverlies worden doorgerekend (tabel 6.17).

Tabel 6.17 Maximaal aantal slachtoffers als gevolg van habitatverlies (op basis van Bradbury et al. 2014) op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen en een windpark oppervlak van 57 km^2 voor kavel I.

Soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km^2)	berekende sterfte door habitatverlies
noordse stormvogel	0,1	1
jan-van-gent	0,31	2
zwarte zee-eend	0	0
grote jager	0,06	0
kleine jager	0	0
kokmeeuw	0	0
stormmeeuw	0,32	2
kleine mantelmeeuw	3,46	20
zilvermeeuw	0,43	2
grote mantelmeeuw	0,05	0
dwergmeeuw	0,53	3
drieteenmeeuw	1,27	7
grote stern	0,01	0
alk	0,16	1
zeekoet	0,40	2

De effecten van habitatverlies worden als negatief beoordeeld (-) en voor beide alternatieven gelijk, omdat het ruimtebeslag even groot is. Mocht er voor gekozen worden om het alternatief met minder turbines op een kleiner oppervlak te maken, dan is dit een beter alternatief bezien vanuit de ecologie.

In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta over significantie met betrekking tot de Nbwet 1998 (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2015), zijn significant negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van habitatverlies op lokale zeevogels uit te sluiten. In de PB (bijlage 8) wordt hier verder op in gegaan. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden.

Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergen de inzet van schepen. Verstoring door onderhoud vindt in beginsel plaats binnen het windpark, waar gevoelige zeevogelsoorten toch al zijn verstoord. De (extra) effecten van onderhoud worden daarom in alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Aangroeiende mosselen zouden als voedsel kunnen dienen voor zee- en eidereenden. Hoewel incidenteel een enkele eider zich enige tijd bij een installatie ver op zee kan ophouden (Thorpe 2005), zal buiten de kustwateren van een aantrekkende werking

op grote groepen zee- en eidereenden, door een verbeterd aanbod schelpdieren, waarschijnlijk geen sprake zijn. Wel zijn de eerste aanwijzingen gevonden dat door het ontstaan van benthische leefgemeenschappen ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvindt (Lindeboom et al. 2011). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen, kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele windmeetmast of transformatorplatform, zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen en aalscholvers. Onderzoek naar de korte termijn effecten van windpark OWEZ wijzen op een toename van benthos en vis in de directe omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten zou kunnen plaatsvinden. Van de vogelsoorten meeuwen, aalscholvers en sterns werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn alle soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Lindeboom et al. 2011, Krijgsveld et al. 2011). De effecten van habitatverandering worden als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve gevolgen van indirecte effecten, waardoor worst case moet worden uitgegaan van de marginaal negatieve effecten. Significant negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op lokaal verblijvende vogels zijn in het kader van de Nbwet 1998 op voorhand uit te sluiten. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden.

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor lokaal verblijvende vogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.18 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel I op lokaal verblijvende vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-

6.5.5 Effecten tijdens gebruiksfase: broedende (kolonie)vogels

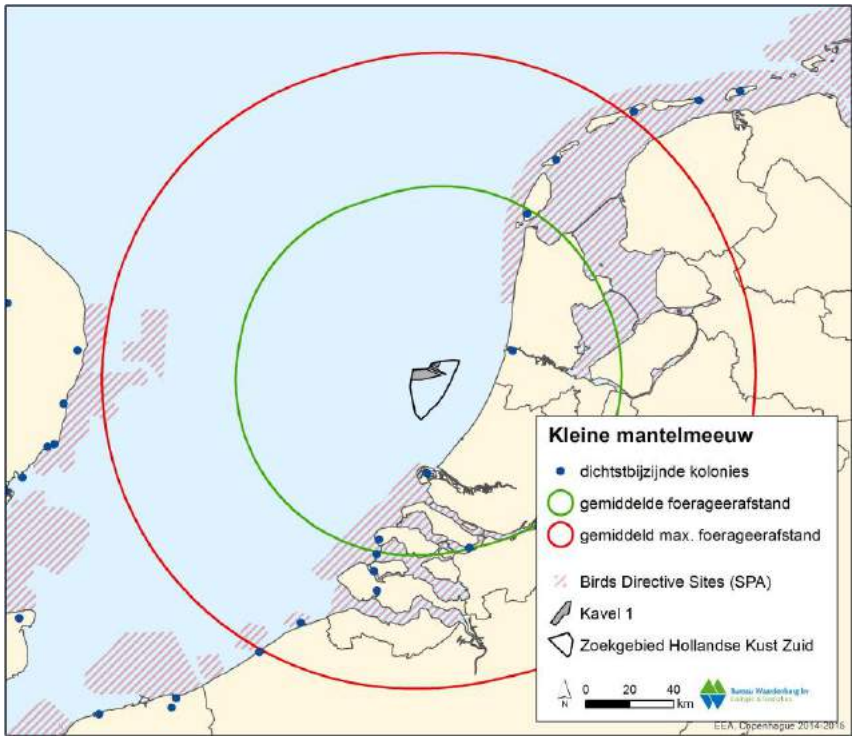
Aanvaringen

Aanvaringslachtoffers van kolonievogels die het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) binnen bereik hebben tijdens foerageervluchten tijdens het broedseizoen, zijn in de bijlage ‘Flora- en faunawet’ (Bijlage 7) van het MER beschreven. Verder blijkt op basis van foerageerranges die zijn bepaald met GPS-logger onderzoek in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk, dat kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) in potentie bereikt kan worden door broedende kleine mantelmeeuwen uit de kolonies die in Natura 2000-gebied Veerse Meer, Texel en Volkerak zijn aangewezen als broedvogel (zie figuur 6.1). De aantallen zijn echter te verwaarlozen. Voor het effect op broedende (kolonie) vogels wordt verwezen naar bijlage 5. Er kan met zekerheid gesteld worden dat het effect van een windpark in kavel I geen

invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden. Het effect van een windpark kan als verwaarloosbaar ofwel ‘niet significant’ worden geclassificeerd.

Voor de beoordeling van alternatief 1 en 2 voor het criterium ‘aanvaringen’ wordt het effect op kolonievogels als neutraal beoordeeld (0).

Figuur 6.1 Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand van kleine mantelmeeuw (80 en 141 km) rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



Barrièrewerking

Broedvogels die foerageren op zee en broeden in kolonies aan de kust zouden in potentie de aanwezigheid van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen ervaren als barrière tijdens vluchten tussen foerageer- en broedgebieden. Hierdoor zouden ze extra afstanden moeten vliegen. Echter de meest nabij gelegen kolonies van meeuwen en sterns liggen op een dusdanige afstand dat windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wel bereikbaar is, maar in zeer beperkte mate. Hierdoor zal een windpark aldaar geen barrière vormen voor vogels die vanaf land naar open zee vliegen om te gaan foerageren, of vice versa, temeer omdat uit de literatuur blijkt dat deze soorten geen uitwijking vertonen voor windparken op zee en dus ook weinig extra afstand zullen afleggen. Hierdoor kan het effect van barrièrewerking op broedvogels als neutraal worden beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Significant negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Habitatverlies

Verstoring en habitatverlies van kolonievogels door een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zou in potentie kunnen optreden voor broedende aalscholvers, noordse stormvogels (niet afkomstig uit Nederlandse broedplaatsen), stormmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, grote mantelmeeuwen (niet uit Nederland) en zilvermeeuwen.

Uit de literatuur blijkt dat habitatverlies niet optreedt voor meeuwen en dat sterns vaak aan de randen van de windparken te vinden zijn (Krijgsveld *et al.* 2011; Leopold *et al*. 2011). In Belgisch onderzoek werden zelfs significant hogere dichtheden van meeuwen (o.a. kleine mantelmeeuw) en sterns (o.a. grote stern) gevonden (Vanermen *et al.* 2013, 2014) binnen de aangelegde windparken, wat duidt op een aantrekkende werking. Significant negatieve effecten van habitatverlies en daarmee aanvullende sterfte door een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden dan ook niet verwacht. Het effect van verstoring op broedvogels is dan ook als neutraal beoordeeld (0). Significante negatieve effecten door habitatverlies op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn daarmee uit te sluiten. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden.

Indirecte effecten

Omdat er slechts incidenteel broedende kleine mantelmeeuwen in kavel I zijn te verwachten (zie bijlage 5), zijn indirecte effecten (effecten van onderhoud en aanwezigheid van het windpark) niet aan de orde. Het effect van indirecte effecten op broedvogels is dan ook als neutraal beoordeeld (0). Significant negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor kolonievogels tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.19 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel I op kolonievogels.

Effecten windpark	alternatief 1	alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0

6.5.6 Effecten tijdens gebruiksfase: vogels tijdens seizoenstrek

Aanvaringen

Tijdens de seizoenstrek vliegen vele vogelsoorten door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Hierdoor lopen zij de kans in aanraking te komen met de turbines. Het onderscheid tussen een lokale zeevogel en trekkende zeevogels is in het veld niet goed te maken, vandaar dat de aanvaringsslachtoffers die vallen onder langstrekkende zeevogels zijn behandeld in §6.5.4. In deze paragraaf worden de aantallen slachtoffers onder niet-zeevogels behandeld, die per definitie onder de trekvogels vallen.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat tot meer dan duizend trekvogels per jaar slachtoffer kunnen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in kavel I. Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels (honderden tot meer dan duizend) gevolgd door enkele tientallen ganzen en zwanen. Verder zullen nog enkele eenden, reigers, roofvogels, uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden. Alternatief 1 (6 MW turbine minimale uitvoeringsgrootte van 142 m rotordiameter en 96 m ashoogte) is gekozen als worst-case scenario voor zeevogels, omdat het aantal aanvaringslachtoffers het grootste is bij een lagere ashoogte. Zangvogels op seizoenstrek vliegen in het algemeen hoger dan lokale zeevogels en zouden meer slachtoffers vallen bij een alternatief met een hogere ashoogte. Daarom bestaat het worst-case alternatief voor zangvogels van 6 MW met een maximale uitvoering (171 m rotordiameter en 110,5 m ashoogte). Bij dit alternatief zullen onder zangvogels 1.028 slachtoffers vallen door aanvaring met een windturbine (tabel 6.16).

Alternatief 1 met de meeste turbines wordt als negatief beoordeeld (-). Het alternatief met de minste turbines wordt volgens het gebruikte beoordelingssysteem ook als negatief beoordeeld (-), echter de effecten zijn wel substantieel kleiner dan het 6 MW alternatief. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta over significantie binnen de Natuurbeschermingswet 1998 (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2015), zijn door de combinatie van de ongewisse herkomst van trekvogels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), en de relatief lage aantallen slachtoffers ten opzichte van bronpopulaties significant negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van aanvaringen op trekvogels niet uit te sluiten. In de PB (bijlage 8) wordt hier verder op in gegaan.

Het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Ffwet. In bijlage 7 wordt dit verder behandeld. Ook is onderbouwd of de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

Barrièrewerking

Op basis van literatuur en een beoordeling van kavel I is het uitgesloten dat voor trekvogels die door kavel I vliegen het windpark een belemmering zou zijn voor het bereiken van een voor hen op dat moment "achter" het park gelegen bestemming. In de herfst zou dat op weg naar het zuiden of naar de Britse eilanden zijn, in het voorjaar naar de noordelijker gelegen broedgebieden. Daarnaast ligt het park, ook niet “voor de ingang van de Waddenzee” (gezien vanuit Engeland) maar op een dusdanig grote afstand van het Kanaal dat het voor noord-zuid (en zuid-noord) vliegende vogels geen barrière van betekenis kan zijn. Een groot deel van de vogels zal het windpark niet eens op het vliegpad tegenkomen.

Uit de studie van Masden (2009) blijkt dat de energetische gevolgen voor trekvogels verwaarloosbaar klein zijn. Ook voor de locatie van kavel I zal dit het geval zijn. Sommige vogels zullen tijdens de trek hun route aanpassen om het windpark te ontwijken. Dat leidt dan tot het vermijden van aanvaringsrisico’s, maar ook tot extra te vliegen kilometers. In vergelijking met de totale route die trekvogels afleggen, zijn de extra kilometers of de extra tijd van geen betekenis.

Op basis van de bovenstaande beschrijving wordt geconcludeerd dat de barrièrewerking van het windpark vermoedelijk beperkt is. De effecten worden als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Er is geen onderscheid tussen de alternatieven, omdat we er bij een barrière vanuit gaan dat het hele windpark omvlogen zal worden, waardoor alleen oppervlakte, oriëntatie en ligging van het windpark van belang zijn en deze factoren zijn voor de diverse alternatieven globaal gelijk. Significant negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van barrièrewerking op trekvogels zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Habitatverlies

Trekvogels kenmerken zich door het feit dat ze niet langere tijd in kavel I verblijven, maar er doorheen kunnen vliegen. Van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zal dus geen sprake zijn. Het effect wordt als neutraal beoordeeld (0). Significant negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van habitatverlies op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten. In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden.

Indirecte effecten

Indirecte effecten van windparken zullen niet optreden voor trekvogels, omdat ze uitsluitend door het plangebied heen vliegen en er niet foerageren of langere tijd in het gebied verblijven (effectbeoordeling: 0). Significant negatieve effecten in het kader van de Nbwet 1998 als gevolg van indirecte effecten op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten.

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vogels tijdens seizoenstrek tijdens de gebruiksfase.

Tabel 6.20 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel I op vogels tijdens seizoenstrek.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	38 * 10 MW ø 221 m
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0

6.5.7 Effecten op vleermuizen

Aanvaringen

Op land vallen de minste slachtoffers bij windparken in grote, open en intensief gebruikte landbouwgebieden. Het gemiddelde aantal slachtoffers varieert hier meestal rond de 1 slachtoffer per turbine per jaar (Rydell *et al.* 2010a;. Limpens *et al.* 2013.). Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven: het aantal slachtoffers ligt ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. Verder is er geen duidelijk effect van verschil in ashoogte van de turbines gevonden in een grote studie in Duitsland, waarbij alle windparken volgens hetzelfde protocol werden onderzocht (Niermann *et al*. 2011). Ook vonden Barclay *et al*. (2007) en Rydell *et al*. (2010a) geen verband tussen het aantal slachtoffers en de onderste rotortiphoogte.

Uitgaande van bovenstaande bevindingen, kan een *worst case* scenario van 1 slachtoffer per turbine per jaar aangehouden worden en de aanname gehanteerd worden dat het aantal slachtoffers bij grotere turbines niet afwijkt van het aantal bij kleinere turbines. Op basis hiervan worden in kavel I maximaal 63 slachtoffers per jaar verwacht bij alternatief 1 en 38 slachtoffers per jaar bij alternatief 2. Dit slachtofferaantal zou in een *worst case* scenario voor elke soort afzonderlijk gebruikt kunnen worden. Gezien de beschikbare gegevens over vleermuisactiviteit boven de Noordzee is het echter realistischer om deze getallen te verdelen op basis van het relatieve voorkomen van ruige dwergvleermuizen (95,7%), rosse vleermuizen (2,6%), tweekleurige vleermuizen (1,2%) en gewone dwergvleermuizen (0,5%). Met deze benadering wordt de *worst case* schatting voor de ruige dwergvleermuis 60 slachtoffers per jaar bij alternatief 1 en 36 slachtoffers per jaar bij alternatief 2. Voor de rosse vleermuis worden de schattingen 2 slachtoffers per jaar bij alternatief 1 en 1 jaarlijkse slachtoffers bij alternatief 2. Bij alternatief 1 zal naar verwachting jaarlijks maximaal 1 tweekleurige vleermuis als slachtoffer vallen en minder dan 1 jaarlijkse slachtoffers bij alternatief 2. Van gewone dwergvleermuizen zullen bij geen van de alternatieven jaarlijks slachtoffers vallen. Hiermee worden de effecten voor alternatief 1 met 6 MW turbines negatiever beoordeeld (--/-) dan alternatief 2 met 10 MW turbines (-).

In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden.

Overige effecten

Uit onderzoek blijkt dat vleermuisactiviteit in windparken niet lager ligt dan daarbuiten (Jain *et al.* 2011). Op basis hiervan kan het geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring, barrièrewerking of habitatverlies leidt (Cryan *et al.* 2014). Het effect van het windpark wat betreft barrièrewerking en habitatverlies wordt als neutraal beoordeeld (0).

Een indirect effect van windparken wordt veroorzaakt door de verhoogde concentratie van insecten rondom windturbines. Dit trekt vleermuizen juist aan (Cryan & Barclay 2009), wat eventueel tot een verhoogde aanvaringskans en sterfte kan leiden. Een verhoogde concentratie aan insecten rondom verlichte constructieschepen in de aanleg- en verwijderingsfase creëert een gunstige foerageermogelijkheid voor trekkende vleermuizen, zonder dat er een aanvaringsrisico optreedt (geen snel bewegende objecten als turbinebladen). Daarnaast geven windturbines en constructieschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten. Dit kan de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Op basis hiervan worden indirecte effecten als positief tijdens de aanleg- en verwijderingsfase en negatief tijdens de gebruiksfase beoordeeld (+/-).

In bijlage 7 is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Ffwet worden overtreden.

Samenvatting

In de volgende tabel is de beoordeling van de alternatieven gegeven voor vleermuizen.

Tabel 6.21 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in kavel I op vleermuizen.

Effecten windpark	alternatief 1	alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-

6.5.8 Effect van tweebladige in plaats van driebladige turbines

In dit hoofdstuk zijn alle aanvaringsberekeningen gedaan voor driebladige turbines, terwijl voor ontwikkelaars van windparken in de kavel ook een optie kan zijn om te kiezen voor twee-bladige turbines. In deze paragraaf wordt daarom een voorbeeld gegeven van de verschillen in aanvaringsslachtoffers tussen een twee- of driebladige turbines, om zo tot een betere afweging te kunnen komen.

Het aantal aanvaringsslachtoffers wordt in de berekeningen van het Band model bepaald door het aantal vogels die het windpark op rotorhoogte passeert, de soortspecifieke aanvaringskansen, en de windparkconfiguratie. Als alle andere parameters ongewijzigd blijven, alleen het aantal turbinebladen wordt verlaagd van drie naar twee, kunnen de vogels met een

blad minder in aanvaring komen. De aanvaringskans neemt lineair met het aantal turbinebladen met een derde af, en daardoor wordt ook het aantal aanvaringsslachtoffers een derde minder bij tweebladige turbines ten opzichte van driebladige turbines. Voor vleermuizen verandert er niks, omdat hier het aantal slachtoffers niet met het Bandmodel wordt bepaald, maar een aantal per turbine wordt berekend.

Als voorbeeld wordt hieronder het aantal aanvaringsslachtoffers voor tweebladige- en driebladige windturbines voor een lokale zeevogel (kleine mantelmeeuw), een kolonievogel (jan-van-gent) en een trekvogelsoortgroep (zangvogels) weergegeven.

Tabel 6.22 Vergelijking tussen de aantallen slachtoffers die vallen bij drie- en tweebladige turbines in kavel I bij twee alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels, kolonievogels, trekvogels).

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Driebladige	kleine mantelmeeuw	88	33
	jan-van-gent	1	0
	zangvogels	1028	808
Tweebladige	kleine mantelmeeuw	59	22
	jan-van-gent	0	0
	zangvogels	685	539

6.6 Conclusie

Samenvattend is alternatief 2 (38 x 10 MW turbines) het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het geringere aantal aanvaringsslachtoffers dan bij het andere alternatief. De complete effectbeoordeling is samengevat in tabel 6.23.

Tabel 6.23 Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels en vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 * 6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebruiksfase vogels		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	38 * 10 MW ø 221 m
Kolonievogels		
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Verwijderingsfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-
OVERALL BEOORDELING	--	-

6.7 Cumulatie

6.7.1 Inleiding

De effecten van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), die hiervoor beschreven zijn, moeten worden gezien in samenhang met effecten van andere initiatieven en gebruiksvormen in de Noordzee. Deze effecten kunnen namelijk cumuleren tot een omvangrijker effect dan uitsluitend de invloed van het beoordeelde windpark. In deze paragraaf worden deze cumulatieve effecten besproken.

In het Energieakkoord heeft de Nederlandse overheid bepaald dat in 2023 windparken op zee met een capaciteit van 4450 MW moet zijn geïnstalleerd. Om dit te behalen is in 2015 afgesproken om een totaal van 3500 MW aan wind op zee te plannen in 10 nieuwe parken op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Daarnaast zijn er ook in de omringende landen uitgebreide en vergevorderde plannen voor de installatie van vele windparken op zee. Al deze parken hebben effecten op (zee)vogels en vleermuizen in de zuidelijke Noordzee. Ten behoeve van het beoordelen van ecologie en cumulatie voor windparken die middels het nieuwe systeem

van kavelbesluiten worden uitgegeven, is een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. In deze paragraaf wordt aangesloten bij het KEC (Rijkswaterstaat, 2015).

In bijlage 5 wordt in hoofdstuk 6 ingegaan op cumulatieve effecten en daarin wordt beargumenteerd dat de volgende effecten in cumulatie zijn te verwachten:

- Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) hebben primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee.
- Daarnaast is ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen.
- Barrièrewerking als potentieel derde effect wordt in de Nederlandse situatie als verwaarloosbaar veronderstelt (zie ook Rijkswaterstaat (2015). Overige activiteiten worden als bestaand gebruik beschouwd en zijn niet verder in de analyse meegenomen (zie ook Rijkswaterstaat (2015).

In het Kader Ecologie en Cumulatie hebben Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Dit komt dus sterk overeen met hetgeen in dit MER dient te worden beschreven. Net zoals voor dit MER zijn als input data voor deze berekeningen over aantallen aanvaringsslachtoffers *gemodelleerde* dichtheidsgegevens op basis van ESAS-tellingen vanaf schepen en vliegtuigen en het MWTL-programma vanuit vliegtuigen gebruikt. Ten opzichte van de berekeningen van Rijkswaterstaat (2015), Leopold et al (2015) en Van der Wal et al (2015) is in dit MER gerekend met grotere turbines (6 en 10 MW in plaats van 3 MW) en het totale vermogen per kavel is ook verhoogd van 350 naar 380 MW. Ook is in de tussentijd een realistischer scenario berekend voor buitenlandse windparken, en de vermogens van de windturbines van de Borssele kavels zijn geüpdatet naar de laatste inzichten (Gyimesi & Fijn, 2015b). Binnen het cumulatiescenario wordt voor het Energieakkoord rekening gehouden met de volgende minimale turbineomvang: Borssele I, II: 4 MW; Borssele III-V: 6 MW; HKZ: 6 MW, HKN 8 MW) Deze nieuwe inzichten zijn nu bij de berekeningen voor soorten in de tabellen hierna ook verwerkt.

Deze effecten worden vervolgens afgewogen met de *Potential Biological Removal* (PBR) van een bepaalde soort. Dit is het aantal vogels dat door sterfte uit een populatie kan worden weggenomen zonder dat de populatie in gevaar komt. Berekend zijn zowel de cumulatieve slachtoffers in de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR van de populatie van de zuidelijke Noordzee (cf. Rijkswaterstaat, 2015, Leopold et al. 2015, Van der Wal et al. 2015) als de cumulatieve slachtoffers in de Nederlandse Noordzee (NCP) afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populatie. Dit laatste kan de Nederlandse broedpopulatie zijn (bijvoorbeeld in het geval van kleine mantelmeeuw) of de overwinterende Nederlandse Noordzee populatie (bijvoorbeeld in het geval van de dwergmeeuw, dwergstern, grote jager en zilvermeeuw de data afkomstig van Netwerk Ecologische Monitoring 2015). Voor het NCP is meer betrouwbare en gedetailleerde data beschikbaar dan voor de gehele Zuidelijke Noordzee. Bovendien is voor het NCP ook meer zekerheid over de tot en met 2023 op te richten windparken. De onzekerheidsmarge in resultaten is bij deze analyse daarom kleiner. Bij deze analyses zijn tevens de effecten van het gebruik van de 10-12 mijlszone bij windenergiegebied Hollandse

Kust meegenomen[3]. Daarom is ervoor gekozen om een analyse te doen waarin het aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

6.7.2 Vogels

Lokaal verblijvende vogels

Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten zeevogels zullen vallen als gevolg van cumulatie van de windturbines in de zuidelijke Noordzee waaronder een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Rijkswaterstaat, 2015, Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015)). In tabel 6.24 zijn de aantallen gegeven voor de populatie van de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR voor deze populatie, in tabel 6.25 zijn de aantallen gegeven voor de populatie van de Nederlandse Noordzee afgezet tegen de PBR voor de populatie van de Nederlandse Noordzee.

Tabel 6.24 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de zuidelijke Noordzee, ook uitgedrukt als fractie van PBR van de zuidelijke Noordzee populatie voor zeevogels (lokaal en trekkend), waarvan deze fractie boven de 0,01 ligt (Rijkswaterstaat 2015). Berekeningen zijn gebaseerd op dichtheden bepaald op basis van MWTL tellingen voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, zilvermeeuw (cf. 2de iteratie KEC (van der Wal *et al.* 2015), jan-van-gent, noordse stormvogel, drieteenmeeuw en stormmeeuw (cf. 1ste iteratie KEC (Leopold *et al.* 2015) en ESAS en MWTL tellingen voor de andere soorten (cf. Rijkswaterstaat 2015). Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij alternatief 1 van kavel I ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers Kavel I Hollandse Kust (zuid)	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies	PBR	Fractie sterfte tov PBR
kleine mantelmeeuw	88	8.742	246	7.560[3]	1,19
grote mantelmeeuw	12	3.146	99	4.144[3]	0,78
zilvermeeuw	31	3.152	43	4.184[3]	0,76
jan-van-gent	1	1.117	105	5.245[4]	0,23
drieteenmeeuw	9	2.806	731	16.473[4]	0,21
duiker spec.	0	131	123	1.557[3]	0,16
grote jager	0	11	3	120[4]	0,12
stormmeeuw	9	1.054	66	22.534[3]	0,05
dwergmeeuw	4	159	18	3.971[2]	0,04
grote stern	0	79	11	2.378[3]	0,04
dwergstern	0	1	0	39[3]	0,03

[1] Poot *et al.* 2013a

[2] Netwerk Ecologische Monitoring 2015

[3] BirdLife International 2004

[4] Mitchell *et al.* 2004

[3] A. Gyimesi “Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario’s van SER windparken” Notitie 15-314, Bureau Waardenburg bv.

Tabel 6.25 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de Nederlandse Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015 en variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse populatie voor zeevogels waarvan deze fractie in het KEC (Rijkswaterstaat (2015) boven de 0,01 ligt. Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij alternatief 1 van kavel I ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers Kavel I Hollandse Kust (zuid)	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen NL parken	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies NL parken	NL-PBR	Fractie sterfte tov NL-PBR
zilvermeeuw	31	696	10	720[2]	0,98
kleine mantelmeeuw	88	1.185	26	2.802[1]	0,43
grote mantelmeeuw	12	325	5	813[1]	0,41
jan-van-gent	1	183	7	527[1]	0,36
stormmeeuw	9	190	12	1.305[1]	0,15
drieteenmeeuw	9	311	26	3.048[1]	0,11
dwergmeeuw	4	56	7	1.269[1]	0,05
duiker spec.	0	4	3	137[1]	0,05
grote stern	0	15	3	1.298[1]	0,01
grote jager	0	1	0	67[2]	0,01
dwergstern	0	0	0	9[2]	0

[1] Poot *et al.* 2013a

[2] SOVON 2015

In de KEC documenten (Rijkswaterstaat 2015) kwam naar voren dat op basis van de worst-case scenario met 3 MW-turbines, de cumulatieve sterfte onder kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen als gevolg van aanvaringen met en habitatverlies door alle (toekomstige) windparken in de zuidelijke Noordzee in cumulatie met scheepvaart, niet binnen de PBR blijft, en dat daarmee nog niet met zekerheid kan worden gezegd dat de gecumuleerde effecten niet zullen leiden tot het uitsterven van deze soorten in de Zuidelijke Noordzee. Als er in de berekeningen realistische windturbinetypes worden gebruikt voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee, blijft alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (Gyimesi & Fijn 2015b). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm dan blijven de gecumuleerde aantallen slachtoffers onder of op de PBR-norm van de grote meeuwensoorten, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om deze additionele sterfte op te vangen. Bovendien liet eerdere populatiemodellering van de kleine mantelmeeuw ook zien dat bij een sterfte minder dan 1.790 individuen de Nederlandse populatie kleine mantelmeeuwen niet in gevaar komt (Poot *et al.* 2011).

Broedende kolonievogels

Van de broedvogels binnen Natura 2000-gebieden hebben alleen kleine mantelmeeuwen (uit het Veerse Meer) het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) binnen bereik. Echter ligt kavel I

niet in het bereik van kleine mantelmeeuwen uit het Veerse Meer. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende kleine mantelmeeuwen binnen Natura 2000-gebied Veerse Meer zijn uit te sluiten als gevolg van windturbines in kavel I in cumulatie.

Vogels tijdens seizoenstrek

Naast (trekkende) zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en in cumulatie met andere windparkinitiatieven in de zuidelijke Noordzee. Voor trekvogels zijn effecten als gevolg van habitatverlies en scheepvaart niet aan de orde en daarmee uit te sluiten. Barrièrewerking speelt evenmin een rol bij trekvogels die grote afstanden afleggen tijdens de seizoenstrek (b.v. Masden et al. 2009).

In opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is met behulp van het *Extended Band Model* bepaald dat voor alle soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers onder de PBR van de internationale populatie blijven. Deze slachtoffers worden allemaal ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in o.a. reproductie en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit. Voor 7 soorten is de voorspelde mortaliteit hoger dan 5% van de PBR (tabel 6.26).

Met name in het geval van de kleine zwaan is een dergelijke sterfte substantieel aangezien dit een soort is met een zeer beperkte en afnemende biogeografische populatie. Een dergelijke additionele sterfte bovenop eventuele sterfte en habitatverlies in gebieden op land als gevolg van windparken maar ook andere bronnen van sterfte, kan potentieel de gunstige staat van instandhouding van deze soort in gevaar brengen. Echter met name bij de berekeningen van aantallen aanvaringslachtoffers bij trekvogels is uitgegaan van een conservatieve benadering (o.a. 50% van de flux op rotorhoogte).

Tabel 6.26 Mortaliteit als gevolg van windturbines, berekend met het Extended Band Model, als fractie van PBR voor de trekvogels waarvan deze fractie boven de 0,05 ligt.

Soort	Fractie van PBR
wulp	0,57
zwarte stern	0,50
kleine zwaan	0,42
drieteenstrandloper	0,20
spreeuw	0,12
kanoet	0,10
grutto	0,06

In tegenstelling tot lokaal verblijvende zeevogels wordt hier geen Nederlandse PBR voor trekvogels berekend omdat ‘de’ Nederlandse populatie van trekvogelsoorten niet te bepalen is. De meeste slachtoffers onder trekvogels vallen onder vogels die Nederland passeren in de trektijd (voorjaar en najaar) tijdens hun seizoenstrek tussen broed- en overwinteringsgebieden. Deze slachtoffers zijn dus afkomstig uit de hele flyway populatie. Er is geen onderscheid te maken welke van deze vogels afkomstig is uit Nederland en welke uit het buitenland (bijvoorbeeld het noorden/noordoosten Scandinavië, Rusland, waar veel trekvogelsoorten

vandaan komen). Daarom is ook besloten om te toetsen aan de flyway populatie en daarvoor een PBR te berekenen.

Een uitzondering vormen de trekvogelsoorten die Nederland als uiteindelijk overwinteringsgebied gebruiken, met een bekend aantal vogels van de flyway populatie. Van de soorten in tabel 6.26 is dit alleen de kleine zwaan. In Nederland overwintert jaarlijks 48 – 82% van de flyway populatie die ongeveer 18.000 vogels bedraagt (Nagy et al. 2012). Op basis van het gemiddelde seizoensmaximum in de winter (9.440) in de laatst beschikbare vijf jaar periode (2007 – 2012; bron: SOVON) is in de afgelopen periode de fractie kleine zwanen van de flyway populatie in Nederland aan de lage kant. Mogelijk door klimaatverandering overwinteren steeds meer kleine zwanen dichterbij de broedgebieden, en dus ten oosten van Nederland. De kleinste Nederlandse populatie kan als worst-case scenario voor het aantal aanvaringslachtoffers ten opzichte van een Nederlandse PBR beschouwd worden. De PBR voor deze populatie komt uit op 69 vogels. In de Nederlandse windparken op zee zullen jaarlijks 6 kleine zwanen als slachtoffer vallen door aanvaring met een turbine, oftewel 9% van de PBR van de in Nederland overwinterende kleine zwanen.

Conclusie
Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten trekvogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Rijkswaterstaat, 2015, Gyimesi & Fijn 2015a). Het is aannemelijk dat de cumulatieve sterfte onder trekvogels als gevolg aanvaringen met alle (toekomstige) windturbines in de zuidelijke Noordzee voor alle soorten binnen PBR blijft. Bij de kleine zwaan wordt 42% van de internationale PBR en 9% van de Nederlandse PBR behaald door windparken op zee alleen op basis van de huidige conservatieve benadering.

6.7.3 Vleermuizen

Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, echter de aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn onbekend. Ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis zijn de drie soorten die door hun voorkomen op de Noordzee potentieel negatief beïnvloed kunnen worden door windparken op zee, echter een vergroting van de monitoringsinspanning is noodzakelijk om kwantitatieve uitspraken te doen over effecten. Op basis van enkele aannames zullen de effecten het kleinst zijn op de rosse vleermuis. Voor ruige dwergvleermuis en tweekleurige vleermuis is de informatie aangaande de grootte van bronpopulaties dermate ontoereikend dat een realistische inschatting van effecten niet goed mogelijk is.

In het KEC zijn berekeningen gedaan om de PBR waarde voor een aantal soorten te bepalen (Rijkswaterstaat, 2015). De eerste berekeningen laten zien dat in een worst case scenario in cumulatie met alle ontwikkelingen van windparken op de Noordzee zoals in het KEC beschouwd, de voorlopig berekende PBR waarde voor de ruige dwergvleermuis (Nathusius' Pipistrelles) wordt overschreden, terwijl dit niet het geval is voor de rosse vleermuis (Noctule). Gebaseerd op de huidige kennis, en dan vooral het ontbreken van goede informatie over het voorkomen van vleermuizen op de Noordzee enerzijds en het ontbreken van betrouwbare schattingen van populatiegroottes anderzijds, is het niet uit te sluiten dat in het worst-case

scenario negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding van sommige vleermuispopulaties zullen optreden.

6.8 Mitigerende maatregelen

De volgende mitigerende maatregelen zijn te nemen om effecten te verzachten of teniet te doen, onderverdeeld naar de fase van een windpark.

6.8.1 Constructiefase

Mochten er effecten zijn van de aanleg en verwijdering van windturbines op zee dan vinden die alleen plaats in de maanden dat er relatief grote aantallen verstoringsgevoelige zeevogelsoorten in het gebied aanwezig zijn. Hoe vroeger in het jaar gebouwd wordt, hoe groter de verstoring zal zijn. Vanaf juni tot en met september is nauwelijks een effect op zeevogels te verwachten, omdat de meest verstoringsgevoelige soorten (alk en zeekoet, en eventueel ook duikers en zee-eenden) dan elders verblijven.

Om het effect van verlichting op vogels te minimaliseren zouden ’s nachts aan boord van schepen minimale verlichting moeten worden toegepast, en dan idealiter ook gebruik worden gemaakt van verlichting met een ‘vogelvriendelijke’ kleur (zie Poot et al. 2008).

Een mogelijkheid om onderwatergeluid tijdens de aanleg te reduceren kan bereikt worden door de inzet van geluiddempende systemen tijdens het heien. Echter de effecten van geluid op vogels zijn onbekend en dus ook de noodzaak van deze maatregel.

6.8.2 Operationele fase

Uit dit hoofdstuk blijkt dat alternatief 2 de minste impact of vogels en vleermuizen heeft. Effecten van een windpark in kavel I worden geminimaliseerd door zo weinig mogelijk grote turbines (minste aantal slachtoffers) op een zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) neer te zetten. Daarnaast blijkt dat bij tweebladige turbines minder aanvaringsslachtoffers vallen dan bij driebladige turbines, indien dezelfde optimale rotorsnelheid en rotordiameter wordt gehanteerd. Tweebladige turbines hebben daarom de voorkeur als er gestreefd wordt om de aantallen aanvaringsslachtoffers te minimaliseren, echter zijn tweebladige turbines slechts beperkt beschikbaar.

Onduidelijk is of verdere inrichtingsmaatregelen nog effect sorteren op zeevogels, omdat de mate van habitatverlies van verschillende configuraties van windturbines, de stimulus voor habitatverlies, alsook de mate waarin vogels uiteindelijk zullen wennen aan windturbines, nog niet goed bekend zijn. Eerder onderzoek suggereert wel dat de configuratie van het park, en dan met name de aanwezigheid van corridors, gunstig kan uitpakken voor sommige soorten. Aan de oostkust van Engeland bleken groepen ganzen bijvoorbeeld gebruik te maken van een corridor tussen twee opstellingen van windparken (Plonczkier & Simms 2012) en ook in OWEZ leken vogels liever het windpark te kruisen op plaatsen waar er alleen een enkele rij turbines stond en ook leken vogels een voorkeur te hebben om langs stilstaande turbines te vliegen in tegenstelling tot langs draaiende turbines (Krijgsveld et al. 2011). Het is echter onbekend wat de minimale breedte van een ‘corridor’ zou moeten zijn.

Het effect van een alternatieve vorm van het windpark (bijv. langgerekt, vierkant, ruitvormig etc.) op risico's voor vogels is nauwelijks bekend. In theorie zou een langwerpige opstelling of een ruitvorm, waarvan de korte zijden c.q. de punten in de overwegende vliegrichting wijzen, het aanvaringsrisico beperken. Langs de kust overheerst de noord-zuid trek, maar hoe verder je uit de kust komt (zoals bij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) het geval is), hoe belangrijker relatief gezien de oost-west trek (naar de Britse eilanden) wordt. De noord-zuid oriëntatie speelt dan een minder grote rol. Daarnaast ziet een ruitvorm er van boven uit alsof vogels die er op af vliegen hierlangs geleid zouden worden. Of dat zo werkt is niet bekend. Er is dus onvoldoende bekend om een bepaalde voor vogels gunstiger vorm van het windpark te adviseren. De onderlinge afstand tussen turbines lijkt uit eerder onderzoek wel van belang voor vermijdingsgedrag van vogels. Uit een vergelijkend onderzoek tussen OWEZ en PAWP lijkt naar voren te komen dat in parken met een hoge dichtheid aan turbines een grotere verstorende werking wordt gevonden dan in parken waar de turbines verder uit elkaar staan, echter ook andere factoren zoals turbinegrootte en minimale tiphoogte spelen mogelijk een rol (Leopold et al. 2010 & 2012).

Op grond van de resultaten van de Deense studies in Horns Rev en Nederlandse studies in OWEZ moet worden aangenomen dat het windpark, inclusief een zone van in ieder geval enkele honderden meters eromheen, gemeden zal worden door duikers, jan-van-gent en deels door alkachtigen, maar dat meeuwen en sterns er zullen blijven komen. Dit beperkte effect sluit een nadere fijnstelling aan de hand van verschillende inrichtingsalternatieven binnen het windpark uit; alleen op grotere afstand van het windpark kunnen inrichtingsalternatieven wellicht effect sorteren. Effecten van inrichtingsalternatieven als ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de windturbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines op verstoring van zeevogels, zijn onbekend. Op dit moment kan daarom alleen gesteld worden dat een groter ruimtebeslag vermoedelijk een navenant groter effect op de ter plaatse verblijvende zeevogels zal hebben. Configuraties die dus tot een groter ruimtebeslag leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines) zijn dus relatief ongunstig. Daarentegen is een groot oppervlak met weinig (grote) turbines mogelijk weer gunstiger doordat verstoring tussen turbines kleiner is en er mogelijk corridors ontstaan waar vogels wel tussendoor durven.

Wel is het aannemelijk, alhoewel dat (nog) niet direct ondersteund wordt door empirisch onderzoek, dat het vergroten van de detectiekans van turbines een vermindering van het aantal aanvaringsslachtoffers kan genereren. Echter deze zijn vogelsoort-specifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen (May et al. 2015). Er zijn aanwijzingen dat de grootste kans op mogelijk succes wordt geboden door maatregelen zoals het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen. Direct licht is waarschijnlijk niet geschikt omdat dit ’s nachts, en dan met name tijdens mist, juist aantrekking tot gevolg heeft.

Voor passerende trekvogels kunnen verschillende inrichtingsalternatieven (ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de turbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines) wel een effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. Er zijn echter geen onderzoeksgegevens beschikbaar waaruit zou kunnen blijken welke van deze maatregelen een reële verbetering ten opzichte van een basisalternatief zou kunnen

betekenen, echter aan diverse maatregelen zoals verlichting kleven weer andere nadelen zoals met betrekking tot aantrekking.

Onderzoek naar de verlichting van boorplatforms en het effect daarvan op (trek) vogels heeft aangetoond dat vogels worden aangetrokken door rood, geel en wit licht (Marquenie et al. 2009). Blauw licht werkt nauwelijks verstorend op de trek evenals groen licht; 80% van de vogels vliegt ongestoord verder (Poot et al. 2008, Van der Laar 2007). In tegenstelling tot blauw licht is groen licht ook geschikt om bij te werken en ook voor een windpark in kavel I kan worden overwogen om dergelijke verlichting toe te passen. Hierbij gaat het echter, in tegenstelling tot de situatie op een gasplatform op zee, alleen om navigatieverlichting en niet (ook) om werkverlichting. Omdat de werkverlichting veel sterker is dan de navigatieverlichting, valt nog te bezien in hoeverre hier duidelijk winst te behalen valt. Er dient bovendien te worden nagegaan in hoeverre dit past binnen de IALA-richtlijnen (IALA 2008) en de wensen van het bevoegd gezag. De grootste winst is echter te behalen door de verlichting op de turbines tot een minimum te beperken. Het lijkt op voorhand zeker geen goed idee om de masten te verlichten (flood lights), tenzij met aangepaste lichtkleuren gewerkt kan worden. Wel kan de verlichting op (grote) werkschepen een probleem vormen als deze vogels aantrekt gedurende donkere nachten terwijl de windturbines draaien. Onderhoudswerkzaamheden dienen daarom ’s nachts vermeden te worden, zeker gedurende de trekseizoenen.

Verder wordt tegenwoordig op land geëxperimenteerd met een stilstandvoorziening tijdens piekmomenten van vogelactiviteit. Op momenten dat er veel vogels langskomen (gedetecteerd door visuele waarnemers, radar of camera’s) worden automatisch turbines uitgeschakeld om aanvaringen te verminderen. Deze techniek wordt in enkele bestaande vergunningen al voorgeschreven, echter staat nog in de kinderschoenen en wordt vooralsnog uitsluitend in testprojecten toegepast. Door Krijgsveld et al. 2015 is wel een overzicht gemaakt van het voorkomen van trekpieken boven de Noordzee en is een eerste inschatting gedaan van welk mitigerend effect een goedwerkende stilstand voorziening zou kunnen hebben. Uit deze analyse bleek dat trekpieken op rotorhoogte tijdens relatief weinig nachten per jaar voorkomen (gem. 10 nachten per jaar waarop meer dan 1,5% van de jaarlijkse flux doortrekt). Tijdens deze tien nachten komen gemiddeld 7 vogels per turbine per jaar in aanraking met turbines. Op basis van de beschikbare gegevens is gekozen voor een grenswaarde van 500 vogels/km/uur op rotorhoogte. Hieruit blijkt dat bij deze grenswaarde 4% van de slachtoffers tijdens ‘gewone’ migratie wordt voorkomen en mogelijk zal het aantal voorkomen slachtoffers veel hoger uitvallen. Op basis van de gegevens van OWEZ wordt geschat dat deze maatregel jaarlijks circa dertig uur stilstand van de windturbines tot gevolg zal hebben.

De hoogste vleermuisactiviteit wordt tijdens lage windsnelheden (< 6 m/s) gemeten. Om aanvaringen van trekkende vleermuizen met windturbines te verminderen is het verhogen van de startwindsnelheid (de laagste windsnelheid waarbij de rotorbladen van een turbine beginnen te draaien) de beste mitigatietechniek. Gedurende vrijloop kunnen de rotoren nog altijd snel draaien. Door de hoek van de bladen te veranderen (‘pitching’) kan de snelheid beïnvloed worden die de bladen tijdens vrijloop hebben. Samenvattend komt de mitigatie erop neer dat bladen beneden een bepaalde windsnelheid niet sneller mogen draaien dan 1 rpm. Het is aangetoond dat deze veranderingen de vleermuissterfte met 44 - 93% kunnen verminderen (Baerwald et al. 2009).

Samenvattend zijn er diverse mogelijkheden om effecten van windturbine(parken) op vogels te beperken, met name in het geval van het beperken van aantallen aanvaringsslachtoffers (aantallen en grootte turbines, aantal bladen, vergroten detectiekans, stilstandvoorziening). Van grootste invloed op de aantallen slachtoffers onder alle vogelgroepen (lokale vogels (broedend en niet-broedend) en vogels op seizoenstrek) is de grootte en snelheid van de rotoren. Grotere, en daarmee minder turbines, veroorzaken in totaal minder slachtoffers. Aanpassingen aan de werkingstijd van turbines (“temporary shutdown”) in combinatie met een detectie-systeem van verhoogde vogelactiviteit op rotor-hoogte (“early-warning stopping mechanism”) biedt mogelijk ook kansen voor mitigatie van aanvaringseffecten tijdens piekmomenten van trek (May et al. 2015). Verder zijn er nog diverse maatregelen mogelijk om de detectiekans te vergroten, echter deze zijn vogelsoort-specifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen (May et al. 2015). Hierbij kan worden gedacht aan verschillende typen stimuli die een reactie te weeg kunnen brengen bij vogels, echter de frequentie en intensiteit moet dermate onderscheidend zijn dat geen gewenning optreedt. De grootste kans op succes bieden maatregelen als het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen. Dit kan ook een ‘hand aan de kraan’ maatregel zijn, dat wil zeggen dat de maatregel uitgevoerd kan worden en tegelijkertijd wordt onderzoek uitgevoerd om te bezien of de maatregel effect sorteert en indien negatieve effecten optreden dat de maatregel dan ook stopgezet kan worden.

6.8.3 Verwijderingsfase

Mitigatie tijdens de uiteindelijke sloop ligt vooral in de timing van de sloop: niet slopen wanneer de dichtheden van verstoringsgevoelige soorten zeevogels hoog zijn, dus in najaar, winter en vroege voorjaar. Daarnaast kan wellicht een methode van slopen gevonden worden die relatief weinig geluid produceert of waarmee de klus snel geklaard kan worden.

Tevens is het ook van belang om net als tijdens de aanlegfase het effect van verlichting op vogels te minimaliseren door ’s nachts aan boord van schepen minimale verlichting toe te passen en van een ‘vogelvriendelijke’ kleur.

6.9 Leemten in kennis en informatie

De ontwikkeling van windparken op zee heeft een relatief korte geschiedenis. Inmiddels zijn de eerste monitoringsevaluaties bekend van onder andere windparken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het betreft resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Zekerheid over de effecten op lange termijn kan hiermee nog niet geboden worden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma’s handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER gepresenteerd wordt. De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van windenergie op zee; in brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden.

Kort zijn de volgende leemten te constateren:

- Lokale vogels: In het algemeen is de kennis van de verspreiding in ruimte en tijd van zeevogels op zee nog onvolledig;
- Trekvogels: Algemeen is de kennis van het tijdsbeslag en de ruimtelijke omvang van de vogeltrek nog onvolledig. Het gebrek aan representatieve gegevens hangt samen met het vaak moeilijk toegankelijke leefgebied en het ontbreken van gestandaardiseerde telmethodes. Er bestaan aanwijzingen voor verschillende trekroutes in het Noordzeegebied. Kwantitatieve data hierover, hoe groot het aandeel van deze trekroutes is op de trek in zijn geheel ontbreken, evenals data over trekdichtheden in de verschillende gedeeltes van de Noordzee.
- Vleermuizen: kennisleemten bestaan ten aanzien van het voorkomen van vleermuizen op zee, de populatiegroottes en hun herkomst en het gedrag in windparken alsmede de aantallen aanvaringsslachtoffers.

7 ONDERWATERLEVEN

7.1 Te beschouwen alternatieven / bandbreedte

Voor het onderwaterleven zijn met name het geluid van hei-activiteiten en het geluid van seismisch onderzoek relevant. Naast het heien in de aanlegfase van een windpark is de exploitatiefase van belang, dus wat het effect is van een draaiend windpark voor het onderwaterleven.

In hoofdstuk 5 is reeds aangegeven dat onderwaterleven wordt beschouwd voor twee alternatieven, te weten een alternatief met 63 turbines van 6 MW, die worden geheid met een hei-energie van 1.000 kJ (hierna te noemen: alternatief 1) en een alternatief met 38 turbines van 10 MW, die elk worden geheid met 3.000 kJ (hierna te noemen: alternatief 2).

Uitgangspunt voor de effectbeschrijving is dat er 1 fundering per dag wordt geheid. Per turbine is er dus sprake van één (volle) dag waarop effecten kunnen plaatsvinden. Dit hei-tempo wordt aangehouden voor zowel monopile, tripod als jacket funderingen. Al deze funderingen zijn te installeren met een hei-energie binnen de bandbreedte van 1.000kJ tot 3.000kJ.

In deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat kavel I van Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) uit 63 windturbines van 6 MW of uit 38 windturbines van 10 MW op monopaal funderingen zal bestaan. Het heien van één monopaal turbinefundering zal, zo blijkt uit opgedane ervaring bij de aanleg van het windpark Luchterduinen, inclusief korte pauzes maximaal ongeveer 2 uur[4] duren. Dit betekent dat er in het bouwseizoen maximaal zo'n 126 uur wordt geheid voor alternatief 1 en 76 uur voor alternatief 2. Bij de aanleg zal - als de weersomstandigheden en andere, technische of logistieke omstandigheden dat toelaten - een zo compact mogelijk heischema worden gehanteerd. Dit houdt in dat per dag één turbinefundering wordt geheid. Zo kunnen de heiwerkzaamheden onder gunstige omstandigheden in circa 9 weken (alternatief 1) of in circa 5 weken (alternatief 2) zijn afgerond. Rekening houdend met mindere weersomstandigheden en/of materiaalpech e.d. is de verwachting dat de heiwerkzaamheden maximaal binnen een periode van 18 weken (alternatief 1) of 10 weken kunnen worden uitgevoerd (alternatief 2).

In de volgende tabel is de bandbreedte weergegeven.

Tabel 7.1 worst case en best case binnen de bandbreedte voor onderwaterleven

Thema	Alternatief 1	Alternatief 2
Onderwatergeluid	63x6 MW turbines Hei-energie: 1000kJ 1 turbinelocatie per dag	38x10 MW turbines Hei-energie: 3000 kJ 1 turbinelocatie per dag

[4] Er kan van worden uitgegaan dat bij gebruik van tripod- of jacket-funderingen met een maximale energie van 1.000 kJ zal worden geheid. Per fundering neemt de totale duur van het heien echter toe, omdat per fundering meerdere palen worden geheid, respectievelijk drie voor een tripod- of vier voor een jacket-fundering. De totale heitijd per fundering zal daarmee 3 - 4,5 uur (tripods) of 4 - 6 uur bedragen (jackets) in plaats van maximaal 2 uur voor een monopaal fundering.

7.2 Beoordelingskader

7.2.1 Bodemdieren en vissen

Om inzicht te krijgen in het belang van het plangebied voor bodemdieren en vissen wordt de huidige situatie eerst beschreven op de schaal van het Nederlands Continentaal Plat. Vervolgens wordt ‘ingezoomd’ op de directe omgeving van het plangebied. Bij het beschrijven van de huidige situatie is specifieke aandacht besteed aan soorten die beschermd zijn in nationale en internationale beleidskaders. Voor de autonome ontwikkeling (ontwikkeling zonder windpark) is gebruik gemaakt van bestaande rapporten die ingaan op langjarige trends van bodemdieren en vissen, en factoren die hierop van invloed zijn geweest.

Bij de effectbeschrijvingen is vooral gebruik gemaakt van de meest recente resultaten van ecologische effectenstudies van het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ). Daarnaast is ook gebruik gemaakt van informatie die verzameld is voor het opstellen van het milieueffectrapport voor het offshore windpark Q10 (Grontmij Nederland, 2008), het milieueffectrapport voor het offshore windpark Q4 (E-Connection project bv., 2008) en offshore windpark Q4-West (Pondera Consult, 2013).

Voor het beoordelingskader is aangesloten bij doelen van (inter)nationale wetgeving (zie hoofdstuk 2) en parameters die gebruikt worden om te toetsen of deze doelen gehaald worden. Doelen van (inter)nationale wetgeving zijn vooral gericht op het behoud of versterking van biodiversiteit en bescherming van soorten van speciaal (commercieel) belang. Veelgebruikte parameters om te toetsen of doelen gerealiseerd worden zijn de biodiversiteit (uitgedrukt in het aantal soorten), de soortensamenstelling en aantallen, dichtheden en biomassa’s van aanwezige soorten.

7.2.2 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren kunnen zowel tijdens de aanlegfase als de exploitatie- en verwijderingsfase effecten ondervinden van het windpark. Onderwatergeluid kan leiden tot verstoring, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging, habitatverlies en barrièrewerking. Tijdens de aanleg en het seismisch onderzoek kunnen de effecten van geluid mogelijk aanzienlijk zijn. De verstoring is echter tijdelijk. Tijdens de exploitatiefase is het onderwatergeluid beperkt, maar wel van langdurige aard. Verder kan de aanwezigheid van scheepvaart ten behoeve van aanleg, exploitatie en verwijdering van de funderingen, windturbines en kabel leiden tot verstoring. Het aanleggen van de kabels en het verwijderen van kabels en funderingen kan leiden tot een beïnvloeding van de waterkwaliteit (slibpluim) die effecten kan hebben op het foerageergebied. Het fysieke ruimtebeslag (de oppervlakte die de funderingen in beslag nemen) van het windpark is dermate gering afgezet tegen het totale leefgebied van zeezoogdieren, dat dit te verwaarlozen is. Eventueel verloren gaan van foerageergebied is alleen gerelateerd aan het onderwatergeluid van de windturbines in de gebruiksfase.

7.2.3 Beoordelingscriteria en effectbeoordeling

De effecten worden per soortengroep beschreven. Hierbij wordt per effecttype de worst-case situatie binnen de gestelde bandbreedte beoordeeld. Indien er sprake is van grote effecten dan worden ook alternatieve aanlegfasen beoordeeld als mogelijke mitigerende maatregel.

Tabel 7.2 beoordelingskader onderwaterleven

Aspect	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Onderwaterleven	Bodemdieren en vissen Aanleg - geluid/trillingen - Bodemberoering Gebruik - geluid/trillingen - Bodemberoering - Aanwezigheid harde structuren - Verbod bodemberoerende visserij in windpark Verwijdering - Idem aanleg	 *Bodemdieren* Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies *Vissen* Geluid/trillingen Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies
	Zeezoogdieren Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen Fysieke aantasting Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud) Verwijdering Idem aanleg	 Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren Tijdsduur van de verstoring Aantal aangetaste dieren

7.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

7.3.1 Bodemdieren

Het benthos omvat de bodemfauna van de zee en bestaat uit een diverse gemeenschap van soorten met een mobiele (bijv. krabben, garnalen, wormen en zeesterren) of vastzittende (bijv. anemonen en zakpijpen) levenswijze. In de Noordzee wordt doorgaans onderscheid gemaakt tussen benthos gemeenschappen op hard substraat (zowel van nature voorkomende harde substraten zoals stenen, grind of schelpdierbanken als kunstmatige harde substraten zoals scheepswrakken, dijken, kunstwerken en platforms inclusief windturbines op zee) en zacht substraat (zachte bodems bestaande uit bijv. zand, slib, klei of veen). De soorten hebben uiteenlopende groottes en levensstrategieën zoals filter feeders, roofdieren en aaseters. Typerend in het benthos van de Noordzee is het voorkomen van ‘bio-engineers’, soorten die plaatselijk zeer talrijk aanwezig zijn, een habitat op zichzelf vormen en een belangrijke schakel zijn in de voedselketen van de Noordzee, bijv. schelpdierbanken van mosselen en oesters en banken van schelpkokerwormen.

Het benthos van de Noordzee is soortenrijk en vertoont een zeer sterke regionale variatie. Voor Nederland wordt doorgaans gesproken over de benthos gemeenschap van het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De meest soortenrijke benthos gemeenschappen van het NCP bevinden zich op de Doggersbank en Oestergronden (Craeymeersch *et al.*, 2008; Daan & Mulder, 2009). De Nederlandse Noordzeekustzone is aanzienlijk soortenarmer onder andere door een lagere saliniteit, hogere variabiliteit in klimatologische en hydrologische omstandigheden en verstoring door de mens, zoals vervuiling en eutrofiëring (Craeymeersch *et al.*, 2008). De biodiversiteit en dichtheden en biomassa's van macrobenthos en megabenthos zijn relatief laag ten opzichte van andere gebieden in de Noordzee (Bos *et al.*, 2011; Van Moorsel, 2003). Het Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bevindt zich in deze relatief soortenarme kustzone.

In de kustzone wordt de bodem voor het grootste gedeelte gedomineerd door zand en is onderhevig aan een hoge dynamiek. Het benthos wordt hier gedomineerd door bodemdieren met een gravende levenswijze geassocieerd aan zachte substraten (zoals wormen en schelpdieren). Plaatselijk zijn harde substraten aanwezig, zoals scheepswrakken en windparken. Hier bevindt zich ook benthos dat geassocieerd is met harde substraten.

Kustzone, overgangszone en gebied op zee

De Noordzeekustzone langs de Nederlandse kust kan onder worden verdeeld in verschillende zones:

- Kustzone
- Overgangszone
- Gebied op zee

Voor de Hollandse kust is de kustzone slechts 5 kilometer breed en reikt ongeveer tot de 15 meter dieptelijn (NAP) (Van Duin *et al.* 2011). Door het dynamische karakter van deze zone komen hier vooral bodemdieren voor die een relatieve korte levensduur hebben en hieraan aangepast zijn door een snelle reproductie en een groot aantal nakomelingen (zogenaamde r-strategen). Ondanks de relatief lage diversiteit in de kustzone, laten schelpdiersurveys zien dat hier wel de hoogste biomassa's worden gevonden (Hal *et al.*, 2011). Dit komt door de aanwezigheid van schelpdierbanken. Ten aanzien van schelpdierbanken in de kustzone hebben in de afgelopen decennia duidelijke veranderingen plaats gevonden. Terwijl in de jaren negentig nog rijke *Spisula subtruncata* schelpdierbanken in de kustzone voorkwamen, is tegenwoordig de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus / Ensis americanus*) een van de dominante soorten en zijn de *Spisula*banken voor het grootste gedeelte verdwenen (Hal *et al.*, 2011).

Tussen de kustzone en het gebied op zee kan een overgangszone worden onderscheiden (Van Scheppingen & Groenewold, 1990 in Van Duin *et al.* 2011). Deze zone wordt begrensd van circa 5 kilometer tot 20 kilometer uit de kust. De bodemdiergemeenschappen in deze zone wordt gekarakteriseerd door een relatief hoge dichtheid en biomassa aan kreeftachtigen, maar verder zeewaarts wordt de bodemdiergemeenschap steeds meer gedomineerd door wormen. Schelpdieren komen hier veel minder voor dan in de kustzone.

De gemeenschap op zee wordt qua dichtheid gedomineerd door polychaeten. Zij heeft als kenmerkende soorten de polychaete wormen *Nephtys cirrosa, Magelona papillicornis* en *Spiophanes bombyx*, de vlokreeftjes *Bathyporeia elegans, B. guilliamsoniana, Urothoe brevicornis* en *U. poseidonis* (Van Duin *et al.* 2011). Voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust neemt de biomassa in zeewaartse richting snel af. De gemiddelde biomassa van de gemeenschap op zee is met 13,6 gram AVDG/m² circa drie maal zo laag als de kustgemeenschap (Van Duin *et al.* 2011). Grote en dichte schelpenbanken ontbreken, de biomassa wordt meer bepaald door kreeftachtigen en stekelhuidigen. Alleen een soort als *Donax vittatus* (het zaagje) kan plaatselijk in tamelijk hoge dichtheden voorkomen (Holtmann *et al.*, 1996 in Van Duin *et al.* 2011).

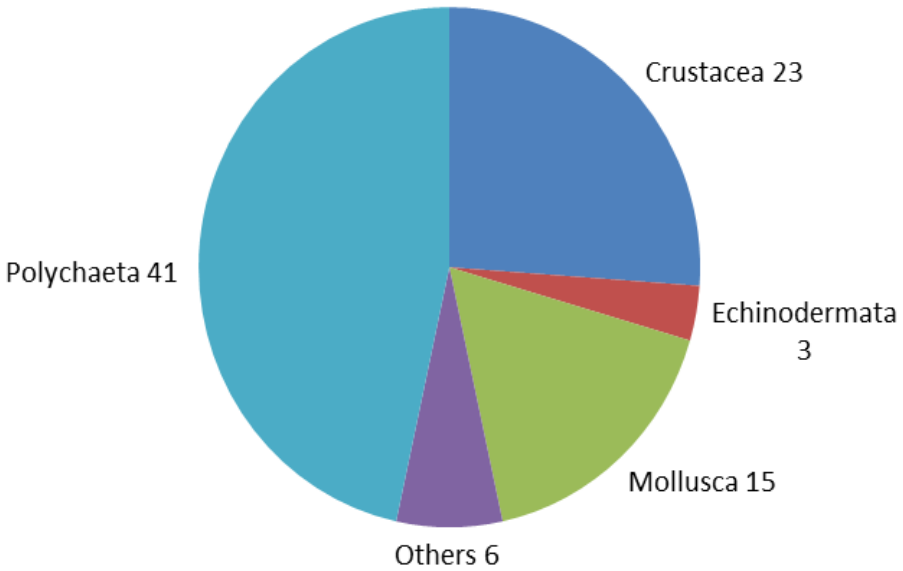
Soortengemeenschap van het plangebied

Er zijn geen specifieke onderzoeken naar bodemdieren in het plangebied uitgevoerd. Wel zijn in de laatste twee decennia diverse inventarisatie- en monitoringonderzoeken in de Noordzee kustzone uitgevoerd die een beeld kunnen schetsen van het benthos zoals dat waarschijnlijk aanwezig is in het plangebied.

Benthos in offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ)

De meest representatieve bemonstering voor het huidige plangebied komt daarbij uit de monitoring van de benthos in het relatief dichtbij gelegen offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd. In het OWEZ en aangrenzende referentiegebieden is in 2011 een uitgebreide bemonstering uitgevoerd op basis van box-core sampling (Bergman *et al.*, 2012). Hierbij zijn in totaal 88 benthos soorten aangetroffen waarbij de soortengemeenschap gedomineerd werd door wormen en kreeftachtigen Figuur 7.1).

Figuur 7.1 Verdeling van aangetroffen benthos soorten (n=88) over verschillende groepen in offshore windpark Egmond aan Zee in 2011 (uit Bergman et al., 2012).



In 2003 werden in een eerdere monitoringsronde van het OWEZ in totaal 115 soorten bodemdieren aangetroffen (Jarvis *et al.*, 2004). Het benthos werd ook in 2003 gedomineerd door wormen, waarvan veel soorten een ‘patchy’ verspreiding vertoonden. Daarnaast waren

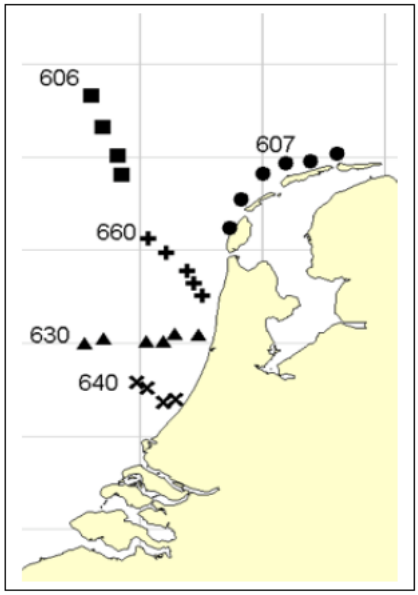
kleine kreeftachtigen algemeen aanwezig. Er werden in 2003 vijf soorten weekdieren aangetroffen (Glanzende tepelhoorn, (*Polinices pulchellus*), Ovale zeeklitschelp (*Tellimya ferruginosa*), strandschelp (*Spisula spp.),* rechtsgestreepte platschelp (*Fabulina fabula*) en zaagje (*Donnax vittatus*)) die in relatief lage dichtheden voorkwamen en een stekelhuidige (zeeklit (*Echinocardium cordatum*)).

Benthos data in Sole Net Surveys (SNS)

Tijdens platvis-surveys die worden uitgevoerd met een 6 meter boomkor worden ook bijvangsten van bodemdieren genoteerd. De gemiddelde vangsten van een van de raaien die in (de buurt van) het plangebied ligt (raai voor IJmuiden nummer 630) zijn gepresenteerd in Van Duin et al. 2011 en zijn in tabel weergegeven. Uit tabel 7.3 blijkt dat soorten als gewone zeester (*Asterias rubens*), gewone garnaal (*Crangon crangon*), mesheften (*Ensis spp*.), gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*), gewone slangster (*Ophiura ophiura*) en heremietkreeftjes (*Pagurus spp*.) het meest gevangen worden. Schelpdieren, anders dan mesheften (*Ensis spp.*), strandschelpen (*Spisula spp*.) en zaagjes (*Donax vittatus*) worden nauwelijks aangetroffen en zeeklitten (*Echinocardium cordatum*) komen in matige dichtheden voor (Van Duin *et al.* 2011).

Tabel 7.3 Ontleend aan Van Duin et al. 2011. De gemiddelde vangsten van macrobenthos (inclusief (pijl)inktvissen) tijdens de SNS surveys (1995 tot en met 2005), voor de IJmuiden raai (630), voor de stations op zee, gedefinieerd als de stations dieper dan 20 meter. Gegeven zijn de gemiddelde vangst (aantallen) per afgeviste hectare over alle stations dieper dan 20 meter en alle jaren.

Macrobenthos soort (SNS surveys)	IJmuiden raai
Aequipecten opercularis	0.05
Alloteuthis subulata	0.61
Anthozoa	5.24
Asterias rubens	498.71
Atelecyclus rotundatus	0.26
Buccinum undatum	0.02
Cancer pagurus	0.13
Carcinus maenas	0.03
Chamelea galina	0.03
Corystes cassivelaunus	0.26
Crangon crangon	59.87
Donax vittatus	1.53
Echinidae	0.31
Echinocardium cordatum	0.68
Echinocardium sp.	0.42
Ensis sp.	1.03
Hyas sp.	0.00
Liocarcinus depurator	0.07
Liocarcinus holsatus	284.85
Liocarcinus marmoreus	0.17
Loligo sp.	0.08
Lunatia alderi	0.02
Macoma balthica	0.00
Macropodia rostrata	0.03
Mytilus edulis	0.02
Necora puber	0.07
Ophiura albida	2.85
Ophiura ophiura	97.33
Ophiura sp.	480.81
Pagurus bernhardus	20.19
Pagurus sp.	61.65
Pirimela denticulata	0.07
Psammechinus miliaris	0.67
Sepia officinalis	0.03
Sepia sp.	0.02
Sepiola atlantica	0.09
Sepiola sp.	0.00
Spatangus purpureus	0.07
Spisula solida	0.01
Spisula sp.	0.91



Benthos in het plangebied

Op basis van habitatovereenkomsten is de benthos gemeenschap in het plangebied waarschijnlijk vergelijkbaar zoals die beschreven zijn in de surveys in het nabij gelegen OWEZ en in de IJmuiden raai in de platvis-survey.

Het benthos in het plangebied wordt daarbij waarschijnlijk gedomineerd door polychaete wormen, enkele soorten schelpdieren (met name strandschelpen, zaagjes, platschelpen en mesheften). Op de bodem zijn ook gewone zeester, gewone garnaal, gewone zwemkrab, gewone slangster en heremietkreeftjes naar verwachting algemeen.

In het plangebied komen geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR lijst van bedreigde en/of afnemende soorten zoals Noordkromp (*Artica islandica*), purperslak (*Nucella lapillus*) en platte oester (*Ostrea edulis*).

7.3.2 Vissen

Het deel van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) waar het windmolenpark komt te liggen valt onder het gebied: De Zuidelijk bocht. Dit gebied kenmerkt zich door een hoog-dynamisch karakter met een zandrijke bodem met grof en fijn zand. Het bodemleven is aangepast aan hoge turbiditeit. Noordelijke delen van het NCP zoals de Doggersbank en Oestergronden vallen onder een laagdynamisch ecotoop, waardoor dit vaak een groeigebied is voor verschillende vissoorten. Dit geldt tevens voor de gebieden langs de Nederlandse kust tot aan de -20 meter NAP dieptelijn. Vislarven migreren vanuit zuidelijke delen van de Noordzee naar deze gebieden om op te groeien (Noordzeeloket, Ecotopen 2004).

In de gehele Noordzee zijn 266 vissoorten waargenomen die potentieel deel uitmaken van de Noordzee-visgemeenschap, exclusief obligate zoetwatersoorten die incidenteel in estuaria aangetroffen worden (Daan, 2005). In de visgemeenschap van de Noordzee kan onderscheid gemaakt worden tussen soorten met een pelagische (in de waterkolom) levenswijze (bijv. haring en kabeljauw) en soorten met een bodemgebonden levenswijze (bijv. platvissen en grondels). Voor de verspreiding van bodemgebonden vissen geldt dat de hoogste aantallen gevonden worden gevonden in diep water, aan de rand van de oceaan en over bodems met grof sediment. Niet bodemgebonden vissen zijn talrijker langs de kust en in het noordelijke deel van het continentaal plat (Herman *et al.,* 2015). Daarnaast zijn de trekvissen in grotere dichtheden aanwezig nabij de riviermondingen.

Tabel 7.3 (ontleend aan Van Duin *et al.* 2011) geeft een indruk van de vissoorten zoals die gevangen zijn tijdens IBTS surveys op het NCP voor de Hollandse kust, buiten de -20 meter NAP dieptelijn, voor de jaren 1991-1996 en 1996-2005, per kwartaal weergegeven.

Soortengemeenschap van het plangebied

Er zijn geen specifieke onderzoeken naar de visgemeenschap in het plangebied uitgevoerd. Wel zijn de in de periode 2003 – 2011 verschillende vismonitoringen uitgevoerd in het relatief dichtbij gelegen offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd. Op basis van habitatovereenkomsten is de visgemeenschap in het plangebied waarschijnlijk vergelijkbaar met de gemeenschap zoals die is aangetroffen in de monitoring in OWEZ. Tijdens deze bemonsteringen in OWEZ zijn in totaal 57 vissoorten aangetroffen (van Hal *et al.*, 2012; Figuur 7.4).

Tabel 7.3 Ontleend aan Van Duin et al. 2011. Gemiddelde dichtheden van de vissoorten, gevangen tijdens de IBTS surveys op het NCP voor de Hollandse kust, buiten de -20 m dieptelijn, voor de jaren 1991-1996 en 1996-2005, per kwartaal.

	Gemiddeld aantal per uur per kwartaal, 1991-1996				Idem, 1996-2005	
Soort / kwartaal	1	2	3	4	1	3
Aal				0.07	0.01	0.08
Ansjovis	0.04	6.64	0.07	37.43	0.56	84.53
Bot	12.24	0.36	1.41	0.58	5.55	1.13
Diklipharder			0.2	0.16		0.06
Doornhaai	0.27	0.1	0.03		0.06	
Driedoornige stekelbaars	0.97				0.48	
Driedradige meun	0.12		0.03		0.02	
Dwergbolk	14.24	2.26	46.07	2.84	6.45	11.35
Dwergtong	3.19	0.2	2.62	3.02	17.14	11.86
Effen smelt			0.36		1.03	1.33
Elft						0.13
Engelse poon				0.03		0.03
Fint	0.04	0.18		0.09	0.12	3.58
Geep				0.03	0.01	
Gevlekte gladde haai				0.1		
Gevlekte griet						0.05
Gevlekte pitvis		0.04			0.08	
Gevlekte rog	0.05			0.11	0.72	
Gewone zeebrasem	0.02					
Gladde haai	0.03		0.03			0.1
Grauwe poon	2.04	38.26	9.06	5.57	2.77	3.08
Griet		0.08	0.11	0.38	0.02	0.03
Groene zeedonderpad					0.41	
Grondel sp.	47.57	0.34	0.95	0.13	11.46	2.27
Grote pieterman		0.08				
Haring	3150.69	1603.69	648.8	1091.83	2164.29	143.83
Harnasmannetje	0.43		0.57	0.16	0.5	0.57
Heek	0.03					
Hondshaai					0.09	0.03
Horsmakreel	0.39	1091.98	6721.69	13435.87	2.25	11569.67
Kabeljauw	5.6	10.58	6.59	11.57	3.83	2.11
Kleine pieterman	52.09	616.21	349.32	226.06	97.79	449.67
Koekoeksrog	0.07				0.02	
Lange schar					0.21	
Makreel	1.88	325.52	1178.87	1290.16	2.13	860.48
Mul		0.78	3.28	10.49	0.02	24.86
Pelser	0.35	5.22	17.69	174.5		830.94
Pitvis	1.99	3.51	17.37	3.39	1.65	5.3
Rasterpitvis	0.04		0.33		0.39	0.02

	Gemiddeld aantal per uur per kwartaal, 1991-1996				Idem, 1996-2005	
Rivierprik						0.02
Rode poon	0.04	1.78	2.6	2.93		1.41
Ruwe haai				0.8	0.02	0.17
Schar	487.12	381.2	475.93	376.07	512.01	359.48
Scharretong						0.08
Schelvis		0.08			0.78	0.02
Schol	36.42	20.58	69.53	45.32	68.14	17.52
Schurftvis			0.08		0.44	0.27
Slakdolf					0.03	
Smelt	13.94	40.32	36.72	246.16	4.75	69.28
Snotolf	0.03		0.08	0.07	0.05	
Spiering	0.08					
Sprot	1922.27	12264.41	2528.75	8332.19	6221.22	3361.43
Steenbolk	4.32	3.71	0.83	7.9	1.05	0.18
Stekelrog	0.05			0.07	0.17	0.01
Tarbot	0.19	0.28	0.2	0.97	0.09	0.28
Tong	0.57	0.16	0.41	0.42	0.89	0.12
Tongschar	0.04		0.28		0.42	0.03
Vierdradige meun	0.43		0.16		0.41	
Vijfdradige meun					0.03	
Wijting	756.08	2601.7	658.15	1959.96	1505.89	298.82
Witje						0.04
Zandspiering sp.	1.68	10669.19	12.66	0.13	0.63	84.85
Zeebaars	0.04	0.1	0.07	0.38		
Zeedonderpad	0.13				0.68	0.03
Zeekarper			0.1		0.01	

Tabel 7.4 Overzicht van waargenomen vissoorten gedurende meerdere monitoringsjaren (2003-2004, 2007-2008 en 2011) in offshore windpark Egmond aan Zee (tabel overgenomen uit van Hal et al., 2012).

*Table 3-2: All fish species caught in the three sub-projects by period and season (W=winter, Sp=spring, S=summer, Au=autumn). NSWDEM=Sub-project 1 demersal survey; NSWPEL= Sub project 2 pelagic survey; NSWGILL= Sub-project 3 gillnets. T0=2003/2004; T1=2007/2008 and T5==2011. The species are order from those caught in all periods and season to those caught only in a single survey. Species in bold are exclusively caught in the T0, underlined species exclusively in the T1, and in grey the species exclusively caught in the T5. Species with * are most likely misidentified.*

				NSWDEM						NSWPEL				NSWGILL	
				T0		T1		T5		T0		T1	T5	T5	
	Dutch name	English name	Scientific name	S	W	S	W	W	S	Sp	Au	Sp	Sp	Sp	S
1	Pitvis	Common dragonet	Callionymus lyra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Haring	Herring	Clupea harengus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Schar	Dab	Limanda limanda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Wijting	Whiting	Merlangius merlangus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Schol	Plaice	Pleuronectes platessa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Ammodytes	Sandeel species	Ammodytes sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
7	Smelt	Greater sandeel	Hyperoplus lanceolatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
8	Zeedonderpad	Bull rout	Myoxocephalus scorpius	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
9	Sprot	Sprat	Sprattus sprattus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
10	Dwergtong	Solenette	Buglossidium luteum	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
11	Kleine pieterman	Lesser weever	Echiichthys vipera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
12	Bot	Flounder	Platichthys flesus	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
13	Tong	Sole	Solea solea	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
14	Horsmakreel	Horse mackerel	Trachurus trachurus	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
15	Schurftvis	Scaldfish	Arnoglossus laterna	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
16	Kabeljauw	Cod	Gadus morhua	x	x	x	x	x		x		x		x	x
17	Grondel	Goby species	Pomatoschistus sp.	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
18	Harnasmannetje	Hooknose	Agonus cataphractus	x	x	x	x	x	x				x		x
19	Makreel	Mackerel	Scomber scombrus	x		x			x	x	x		x	x	x
20	Griet	Brill	Scophthalmus rhombus	x	x	x	x	x	x					x	x
21	Steenbolk	Bib	Trisopterus luscus	x	x		x	x		x			x	x	x
22	Grauwe poon	Grey gurnard	Eutrigla gurnardus	x	x				x	x	x		x	x	
23	Tarbot	Turbot	Psetta maxima	x	x	x	x		x					x	x
24	Syngnathus	Pipefish species	Syngnathus sp.		x	x	x	x	x			x	x		
25	Vijfdradige meun	Fivebeard rockling	Ciliata mustela		x		x	x	x				x	x	
26	Mul	Striped red mullet	Mullus surmuletus	x		x			x		x			x	x
27	Rode poon	Tub gurnard	Trigla lucerna	x		x			x	x		x			x
28	Glasgrondel	Transparent goby	Aphia minuta	x						x	x	x	x		
29	Rasterpitvis	Reticulated dragonet	Callionymus reticulatus	x	x		x		x	x					
30	Ansjovis	Anchovy	Engraulis encrasicolus							x	x	x	x	x	
31	Tongschar	Lemon sole	Microstomus kitt			x	x		x					x	x
32	Pelser	Pilchard	Sardina pilchardus							x	x	x	x	x	
33	Dwergbolk	Pour cod	Trisopterus minutus	x		x	x			x				x	
34	Fint	Twaite shad	Alosa fallax		x	x	x								x
35	Snotolf	Lumpsucker	Cyclopterus lumpus				x	x				x	x		
36	Driedoornige stekelbaars	Stickleback	Gasterosteus aculeatus					x	x			x	x		
37	Slakdolf	Sea-snail	Liparis liparis		x	x		x	x						
38	Geep	Garfish	Belone belone	x		x			x						
39	Adderzeenaald	Snake pipefish	Entelurus aequoraeus			x	x					x			
40	Groene zeedonderpad	Sea scorpion	Taurulus bubalis			x			x						x
41	**Elft ***	**Allis shad ***	**Alosa alosa ***		x					x					
42	Zeebaars	Sea bass	Dicentrarchus labrax				x								x
43	**Vierdradige meun**	**Four-bearded rockling**	**Enchelyopus cimbrius**		x					x					
44	Rivierprik	Lamprey	Lampetra fluviatilis							x		x			
45	Spiering	Smelt	Osmerus eperlanus		x			x							
46	Botervis	Butterfish	Pholis gunnellus						x						x
47	Stekelrog	Roker	Raja clavata			x									
48	Kleine koornaarvis *	Big-scale sand-smelt *	Atherina boyeri *				x								
49	Trekkervis	Grey triggerfish	Balistes carolinensis												x
50	**Gevlekte pitvis ***	**Spotted dragonet ***	**Callionymus maculatus ***	x											
51	Kliplipvis	Goldsinny wrasse	Ctenolabrus rupestris												x
52	Zwarte grondel	Black goby	Gobius niger					x							
53	Heilbot	Halibut	Hippoglossus hippoglossus										x		
54	Lichtend sprotje	Pearl side	Maurolicus muelleri			x									
55	Blauwe wijting	Blue whiting	Micromesistius poutassou					x							
56	**Gevlekte gladde haai**	**Starry smoothhound**	**Mustelus asterias**	x											
57	Zalm	Salmon	Salmo salar									x			

7.3.3 Zeezoogdieren

Afbakening soorten en beschermingsregiem

Als gevolg van de aanleg en de daarop volgende exploitatie, onderhoud en uiteindelijke verwijdering van het windpark treden mogelijk effecten op het gedrag en/of de conditie van zeezoogdieren in de Noordzee op. Het gaat om zeehonden en bruinvissen. Andere soorten zeezoogdieren trekken zelden en onregelmatig door de Nederlandse wateren (zie bijvoorbeeld: Geelhoed & van Polanen Petel, 2011. Dit geldt voor de witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*), dwergvinvis (*Balaenoptera acutorostrata*) en de tuimelaar (*Tursiops truncatus*). De aanwezigheid in het plangebied van deze soorten is dermate incidenteel dat geen belangrijke effecten van de aanleg, exploitatie of verwijdering van een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op deze soorten mogelijk zijn. Deze soorten worden daarom niet verder behandeld.

De gewone zeehond en de grijze zeehond zijn beschermd onder verschillende conventies en verdragen. Beide soorten zijn gekwalificeerd als beschermde soorten onder de Europese Habitatrichtlijn (Bijlage II en V).

De bruinvis is eveneens beschermd onder verschillende conventies en verdragen, zoals de Conventie van Bern en de Conventie van Bonn en is gekwalificeerd als beschermde soort onder de Europese Habitatrichtlijn (Bijlage II en V). Op basis van beschikbare informatie met betrekking tot de specifieke ecologische functie voor de bruinvis kan geen onderscheid gemaakt worden ten aanzien van het belang van afzonderlijke gebieden enerzijds en de rest van de Noordzee anderzijds. Bescherming van de sterk mobiele soort in een specifiek gebied is daarom niet geëigend, maar moet aansluiten bij de relevante ecologische schaal van het voorkomen van de populatie bruinvissen (het zuidelijke deel van de Noordzee). Bescherming van de soort en realisatie van de doelstelling wordt bereikt door de uitvoering van het Bruinvisbeschermingsplan (Camphuysen, &. Siemensma, 2011).

Bruinvis

Habitat

Van de walvisachtigen (Cetacea) is de bruinvis (Phocoena phocoena) de enige soort die regelmatig in de Nederlandse kustwateren wordt gesignaleerd. De habitat van de bruinvis bestaat uit kusten en estuaria, maar de soort wordt ook ver van de kust aangetroffen en tot op diepten van meer dan 200 meter (Goodson 1996, Read 1997). Ze zijn het talrijkst in relatief ondiepe wateren (waartoe de Noordzee met een maximale diepte van 30 – 40 m kan worden gerekend) en zij foerageren vaak op de zeebodem. Ze eten verschillende soorten pelagische en demersale vis, maar ook inktvis, schaaldieren en borstelwormen (Camphuysen & Siemensma, 2011). De bruinvis leeft incidenteel in groepen van meer dan 100 dieren, maar meestal in losse verbanden. Onderzoek (Jansen, 2013) heeft uitgewezen dat verreweg het grootste aandeel van het dieet van bruinvissen uit pelagische en schoolvormende vissoorten bestaat.

Verspreiding en aantallen

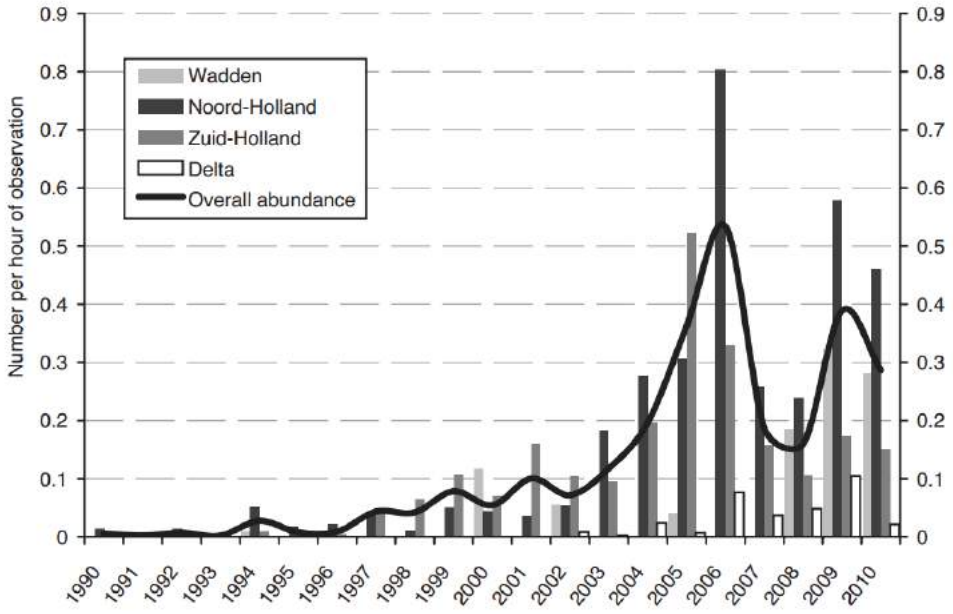
Bruinvissen zijn lastig te tellen op zee. Systematisch verzamelde gegevens over aantallen en verspreiding in Nederlandse wateren zijn schaars. Ook gegevens over aantallen en verspreiding op grotere schaal zijn vrij beperkt. De wereldpopulatie van de bruinvis wordt geschat op ongeveer 700.000 exemplaren (Camphuysen & Siemensma, 2011). Op Europees niveau zijn twee tellingen internationaal gecoördineerd en uitgevoerd, de zogenaamde SCANS-surveys (Small Cetaceans Abundance in the North Sea). SCANS-II (2005) komt op een aantal bruinvissen van circa 344.000 voor het gehele SCANS survey gebied, waarbij voor de Noordzee een totaal van ongeveer 230.000 exemplaren geldt. In vergelijking met de tellingen in SCANS-1 (1994) waren aantallen in het noorden sterk afgenomen en in de zuidelijke Noordzee (waaronder het Nederlands deel) sterk toegenomen. De populatie waar de bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee deel van uitmaken (management unit South Western North Sea and Eastern Channel) is waarschijnlijk kleiner dan 180.000 dieren (Geelhoed et al., 2011).

In de eerste helft van de vorige eeuw was de bruinvis algemeen voorkomend in de Nederlandse kustzone, later werd deze soort een zeldzame en onregelmatige verschijning. Sinds 1986 houdt de bruinvis zich echter weer vrij algemeen voor onze kust op. Vermoed wordt dat bij deze verschuiving (en dus geen absolute toename) voedselgebrek in het noordelijke deel van de

Noordzee een rol speelt. Recentere studies laten deze toename nog duidelijker zien (Camphuysen 2004, Leopold & Camphuysen 2006).

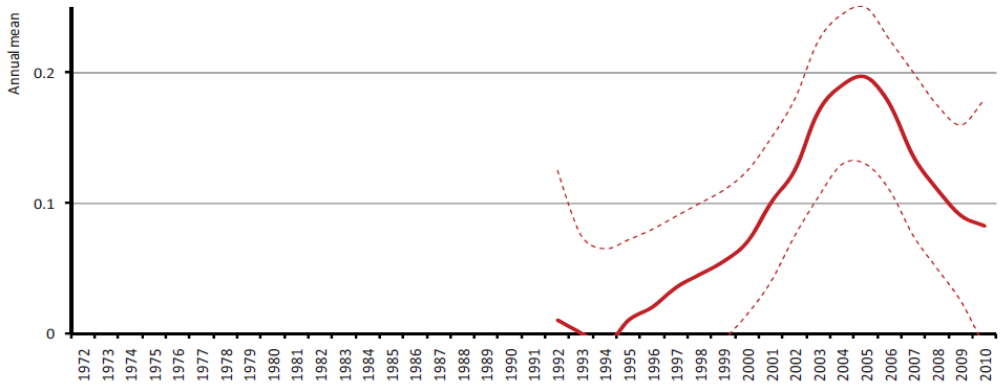
Tellingen van bruinvissen vanaf vaste locaties langs de Nederlandse kust (waar zeevogels worden geteld) laten zien dat het aantal bruinvissen per observatie-uur per jaar langs de Nederlandse kust varieert (figuur 7.9). De snelle toename in aantallen langs de kust in 2006 heeft zich in de jaren daarop (2007 – 2008) niet verder doorgezet. Na twee relatief magere jaren volgde weer een opleving in 2009-2010, maar de aantallen waren minder groot dan in 2006 (Camphuysen, 2011).

Figuur 7.2 Aantal bruinvissen per observatie-uur per jaar voor de periode 1990 – 2010 (Camphuysen, 2011)



Gegevens van tellingen vanuit vliegtuigen (van 1991-2009) laten een vergelijkbare trend zien. Tot 1995/1996 zijn de aantallen zeer laag. Daarna namen aantallen toe tot 2005. Vooral van 2002-2005 was een sterke stijging te zien. Tussen 2005 en 2009 namen dichtheden weer af (Arts 2010, in Camphuysen & Siemensma, 2011). Onderstaande figuur geeft de trend in het gemiddelde jaarlijkse voorkomen van bruinvissen weer (Camphuysen &. Siemensma, 2011).

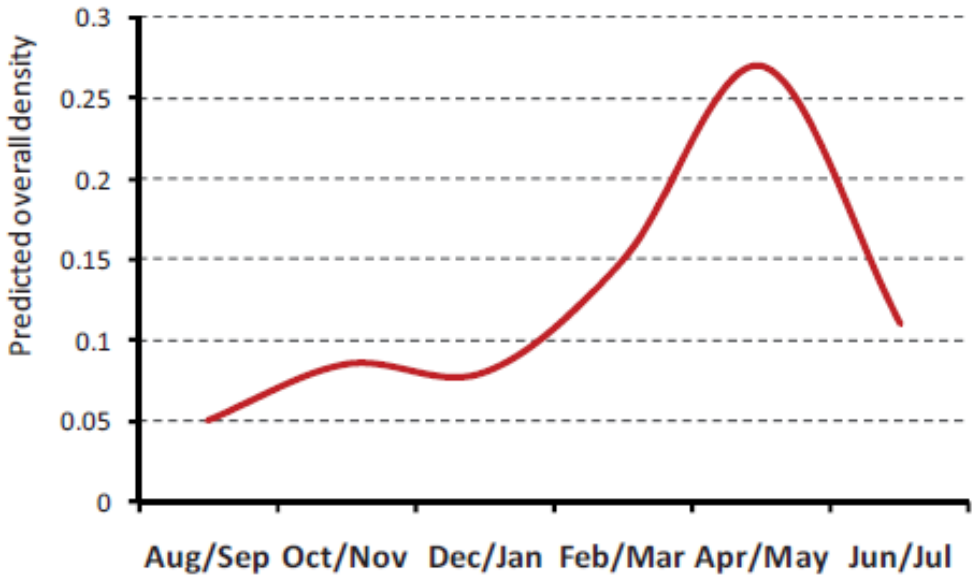
Figuur 7.3 Trends in annual mean abundance (95% CV) of Harbour Porpoises found during bi-monthly aerial seabird surveys, 1992-2010 (no data prior to 1992); redrawn from Arts 2010.



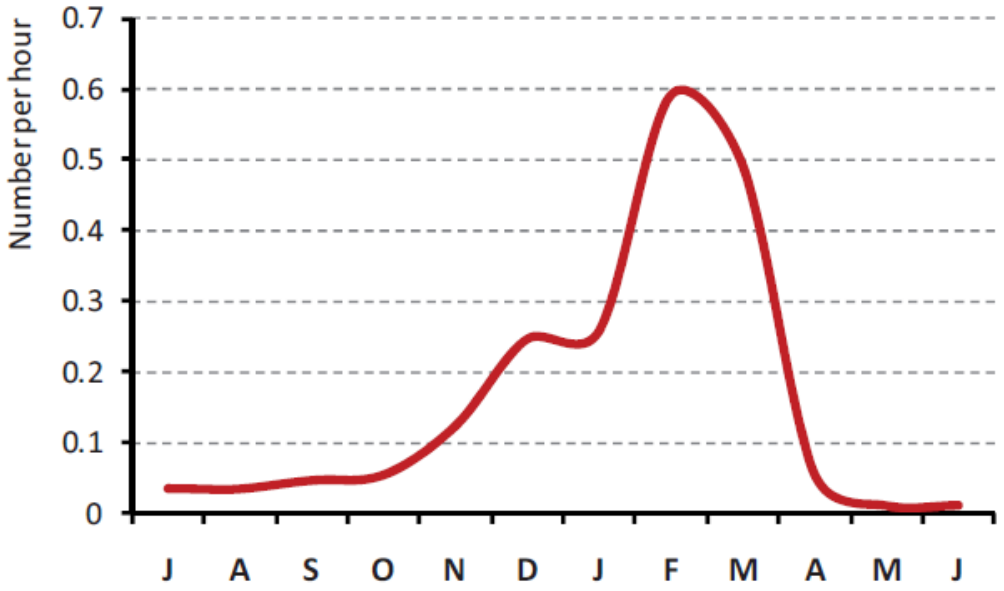
Seizoensvariatie

Bruinvissen worden het hele jaar door waargenomen vanaf zeetrekposten langs de kust, maar met duidelijke verschillen tussen maanden. In mei en juni worden ze het minst waargenomen. Van juli-november neemt het aantal waarnemingen toe en de meeste waarnemingen worden gedaan in februari en maart. In april nemen de waarnemingen sterk af (Camphuysen, 2011). Figuur 7.4 geeft de seizoenspatronen in het voorkomen van bruinvissen weer die gevonden zijn tijdens zeevogelstudies in de periode 1990-2010 (Camphuysen &. Siemensma, 2011). Figuur 7.4 geeft de fluctuaties over de seizoenen weer uitgedrukt in waargenomen dieren per uur observatie vanaf de kust (gebied Scheveningen – Huisduinen, periode 1990-2010).

Figuur 7.4 Seasonal pattern in abundance Harbour Porpoises during seabird surveys, 1990-2010; redrawn from Arts 2010).



Figuur 7.5 Seasonal pattern in numbers of Harbour Porpoises per hour of observation during seawatching (n/h), mainland coast observatories only (Scheveningen – Huisduinen, 1990-2010; from Camphuysen 2011).



Het seizoenspatroon dat in de tellingen vanuit vliegtuigen is waargenomen, wijkt wat af van die langs de kust. Bij de vliegtuigtellingen (Figuur 7.6) zijn het hele jaar door bruinvissen waargenomen, met lage dichtheden in herfst en winter (aug/sept tot dec/jan), een toename in februari/maart en een piek in de late lente (april/mei). In 2010 en 2011 zijn vliegtuigtellingen uitgevoerd om beter inzicht te krijgen in seizoensgebonden voorkomen van de verspreiding van bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee. Met deze tellingen zijn schattingen gemaakt van de gemiddelde dichtheid en totale aantallen bruinvissen in het Nederlands deel (Geelhoed et al., 2011). In juli komen de gemiddelde dichtheden uit op circa 0.44 dieren/km² in juli, 0.51 in oktober/november en 1.44 in maart. Deze dichtheden komen overeen met totale aantallen bruinvissen van circa 26.000 (95%- betrouwbaarheidsinterval: 14.000-54.000 in juli), circa 30.000 (16.000-59.000) in oktober/ november en circa 86.000(49.000-165.000) in maart in het gehele NCP. Het NCP herbergt minimaal minstens 14% (juli) en maximaal tenminste 48% (maart) van de populatie waartoe de Nederlandse dieren behoren (Geelhoed e.a., 2011).

In maart 2011 werden in grote delen van het NCP hoge dichtheden gevonden, behalve bij Zeeland en de nabije kustzone van Noord- en Zuid-Holland. In juli werden hoge dichtheden gevonden rond de Bruine Bank, Botney Cut/Doggersbank en de Borkumse stenen. In oktober zijn de bruinvissen gelijkmatiger verspreid (Geelhoed et al. 2011).

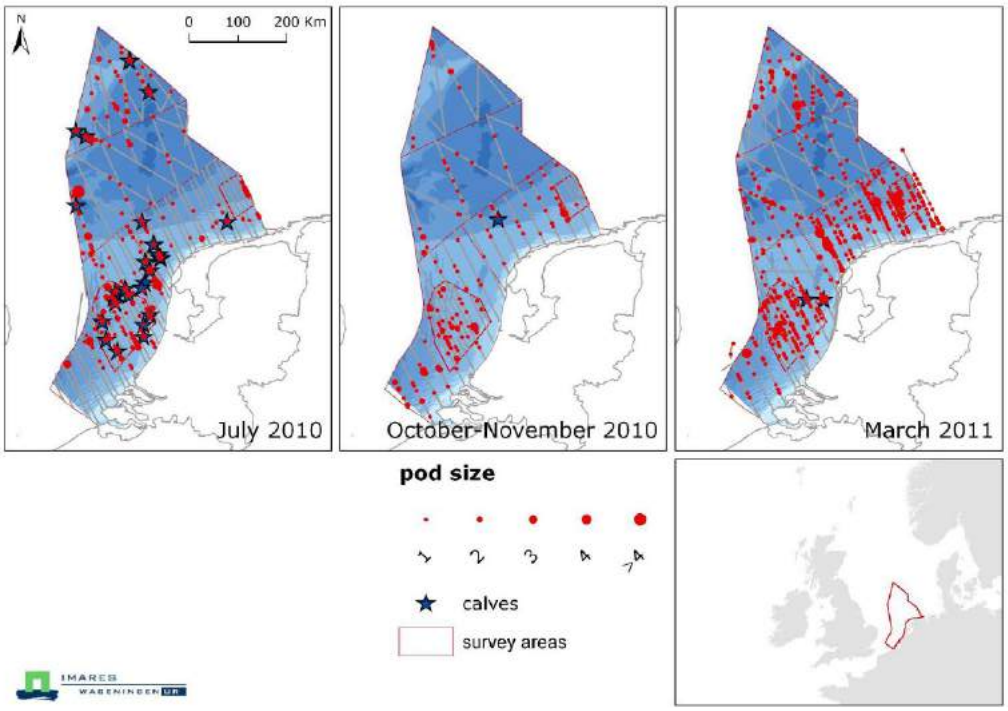
In Geelhoed et al. (2011) worden studies van 2008-2011 met elkaar vergeleken, waarbij op een zelfde manier dichtheden en aantallen zijn bepaald. Daaruit blijkt dat er tussen de jaren verschillen zijn in dichtheden in verschillende gebieden (tabel 8 in Geelhoed et al. 2011). Schattingen van de totalen in een groter gebied liggen 2010 en 2011 in dezelfde orde van grootte (resp. 66.238 en 75.682 bruinvissen). Ook in 2012, 2013 en 2014 is op het Nederlands

Continentaal Plat geteld vanuit vliegtuigen (Geelhoed et al, 2014). Vergelijkbare aantallen bruinvissen zijn geteld en de aanwezigheid per deelgebied laat geen consistente trend zien.

Bruinvissen in plangebied

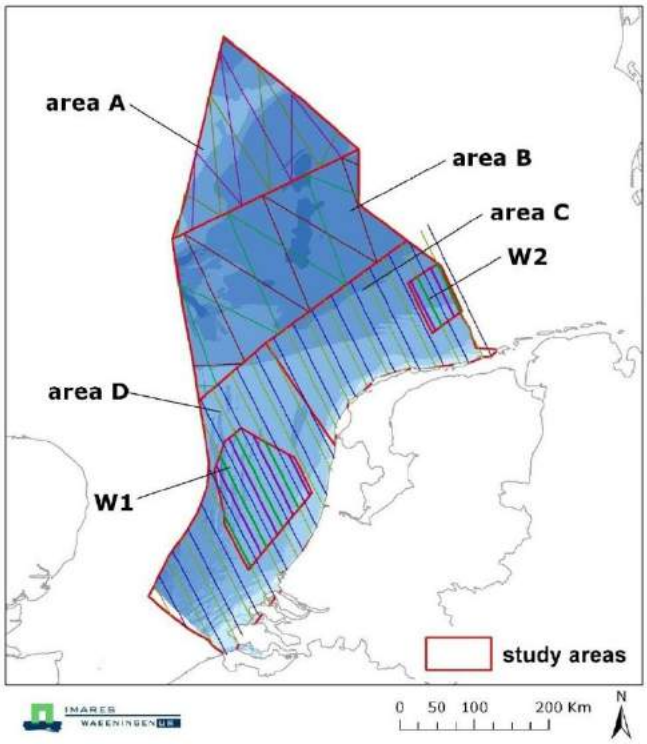
Het plangebied ligt in het gebied waar in maart, juli en oktober verschillende dichtheden voorkomen. De volgende figuur geeft een overzicht van de waargenomen bruinvissen tijdens vliegtuigtellingen in 2010 en 2011 (figuur 6 uit Geelhoed et al. 2011).

Figuur 7.6 Totale onderzoeksinspanning bij goede of gemiddelde zicht omstandigheden bij tenminste een kant van het vliegtuig (op en naast trackline) met alle waarnemingen van bruinvissen (inclusief navigator waarnemingen). Sterren geven waarnemingen van moeders met jongen weer. (uit Geelhoed ea., 2011)



Tabel 7.5 geeft een samenvatting van de geschatte dichtheden en aantallen in het deelgebied waar het plangebied binnenvalt. Het plangebied betreft gebied ‘D’, zoals weergegeven in Figuur 7.7 en de gemiddelden voor het hele NCP.

Figuur 7.7 Deelgebieden Bruinvistellingen (Geelhoed, 2011)



Tabel 7.5 Schattingen dichtheid en aantallen bruinvissen, binnen deelgebied D (waar het plangebied binnen valt) en gemiddeld voor het NCP inclusief betrouwbaarheidsintervallen (informatie uit Geelhoed et al. 2011 en aangevuld met gegevens uit Geelhoed et al. 2014).

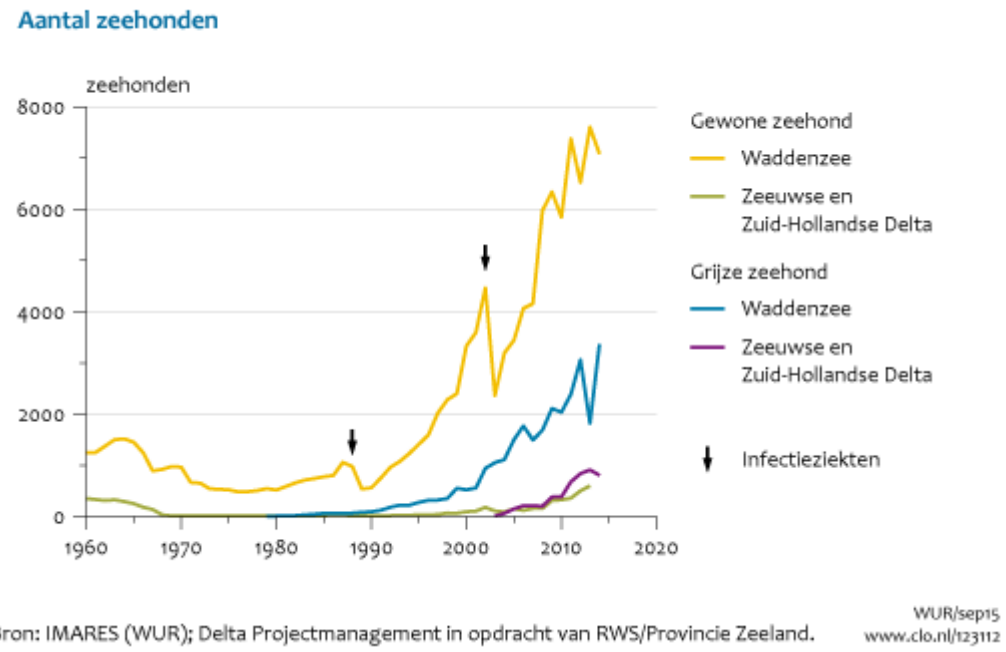
Periode	Dichtheid (aantal dieren/km^2) D (gebied incl. plangebied)	Dichtheid (aantal dieren/km^2 NCP	Aantal dieren D (plangebied)	Aantal dieren NCP
Juli 2010	0,484 (0,208-1,056)	0,438(0,236-0,903)	10098 (4341-22024)	25998 (13988-53623)
Okt/nov 2010	0,398(0.212 - 0.733)	0,505 (0,271-0,994)	8304(4431 – 15296)	29963 (16098-59011)
Maart 2011	1,174(0.658 - 2.389)	1,441 (0,803-2,786)	24501 (13726 – 49833)	85572 (49324-165443)
Maart 2012	1,42 (0,77 – 2,91)	1,12 (0,63-2,20)	29696 (15992 – 60810)	66685 (37284-130549)
Maart/apr 2013	1,32 (0,66 – 2,83)	1,07 (0,55-2,17)	27602 (13815 – 58987)	63408 (32478-128588)
Juli 2014	0,90 (0,46 – 1,84)	1,29 (0,73 – 2,60)	18778 (9548 – 38167)	76773 (43414-154265)

Zeehond

In Nederlandse wateren komen twee soorten zeehonden voor, gewone zeehonden (*Phoca vitulina*) en grijze zeehonden (*Halichoerus grypus*). Zowel de gewone als de grijze zeehond worden genoemd in bijlage 2 en 4 van de Habitatrichtlijn.

Sinds de jaren 1980 zijn de aantallen van beide soorten in Nederlandse wateren exponentieel gegroeid, met uitzondering van de jaren 1988 en 2002 waarin een virusepidemie was uitgebroken. Figuur 7.8 geeft de aantallen zeehonden weer in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta.

Figuur 7.8 Aantallen zeehonden in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta gebaseerd op jaarlijkse tellingen van grijze en gewone zeehonden in de Waddenzee en in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta (Bron: compendiumvoordeleefomgeving.nl, d.d. 29 maart 2016).



Het Waddengebied is het belangrijkste gebied voor gewone en grijze zeehonden in Nederland. Grijze zeehonden waren voor 1980 vrijwel afwezig in Nederland. Sindsdien is het gebied opnieuw gekoloniseerd en aantallen zijn toegenomen. In 2011 zijn er met vliegtuigtellingen 2388 geteld. Vliegtuigtellingen van gewone zeehonden geven aantallen van 2300 dieren net na de virusuitbraak in 2002, tot 6.800 in 2012 (Galatius et al., 2012).

Historisch gezien was het Deltagebied ook een belangrijk gebied voor zeehonden. Ongeveer één derde van alle gewone zeehonden kwamen daar voor. Echter, na eeuwen van intensieve jacht waren ze er vrijwel verdwenen. Vrij recent zijn aantallen zeehonden in het Deltagebied weer toegenomen. Vergeleken met de aantallen in het Waddengebied zijn de aantallen een stuk lager; rond de 250 gewone zeehonden in 2011 en 677 grijze zeehonden in 2011 (Haelters *et al*., 2012b).

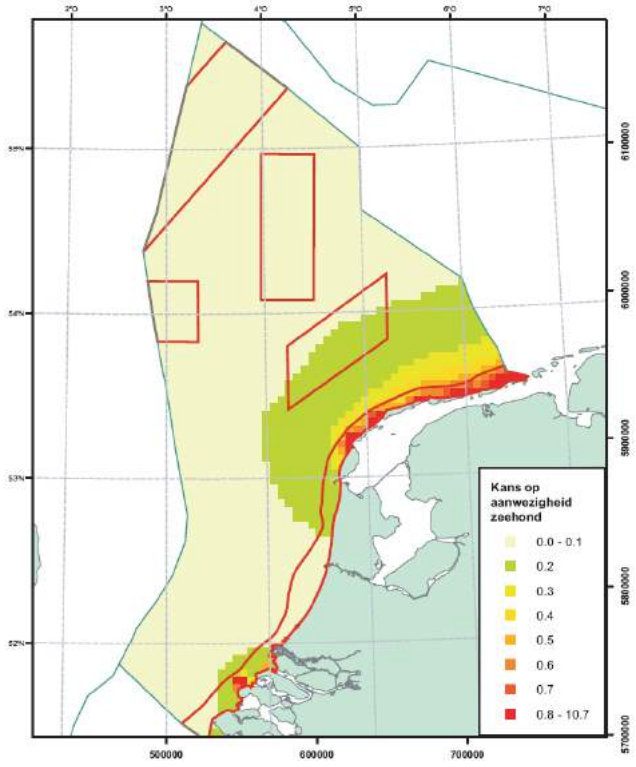
In het Deltagebied worden slechts zeer weinig pups geboren. Daarnaast is de mortaliteit er hoog. De groei van de populaties is te verklaren door import vanuit andere gebieden, zoals het Waddengebied of Engelse kolonies.

Gewone zeehond

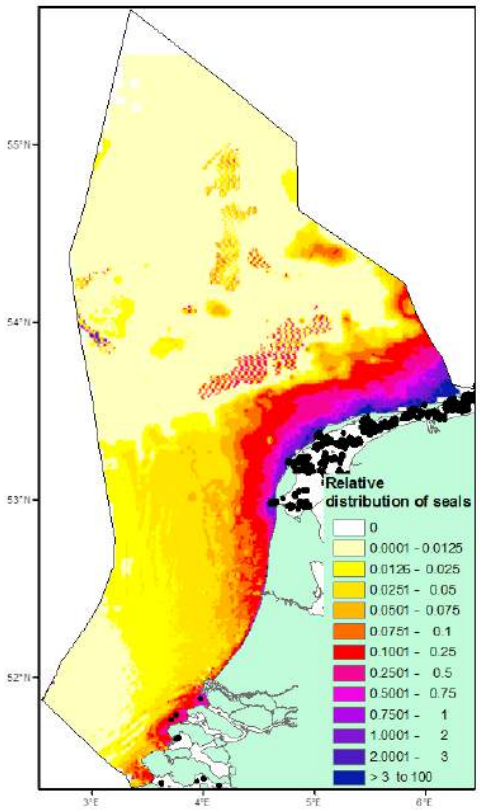
De gewone zeehond brengt de meeste tijd door in zee, om te foerageren, te paren, te migreren en soms zelfs om te slapen. Hij leeft vooral van aan de bodem gebonden vissen, waaronder veel soorten platvis. Om jongen te werpen (mei-juli), om te verharen (zomer) en om te rusten gebruikt het dier droogvallende platen. In de jaren ’90 zijn er satellietzenders ontwikkeld die klein genoeg zijn om ook voor onderzoek aan de gewone zeehond te gebruiken. In Brasseur et al. (2004) is dit experiment beschreven. De zeehonden bleken zich niet te beperken tot de

tientallen kilometers rondom hun ligplaats, maar bleken soms meer dan 200 kilometer de zee op te trekken en naar ligplaatsen te gaan die meer dan 300 kilometer verderop zijn. In Lindeboom et al. (2005) werd een eerste verspreidingsmodel toegelicht, zoals opgesteld met behulp van de gegevens uit Brasseur et al. (2004; zie Figuur 7.9 afkomstig uit Lindeboom et al. 2005). Hieruit blijkt dat de potentiële habitat van de gewone zeehond het gehele Nederlands Continentaal Plat bestrijkt, maar omdat de dieren samenkomen op de zandbanken in de Waddenzee en het Deltagebied, is de waarschijnlijke concentratie zeehonden in die kustgebieden hoog en op open zee ver hier vandaan veel lager. Figuur 7.10 geeft een recentere versie van een model dat gebaseerd is op gebiedskenmerken en vliegtuigtellingen (Brasseur 2012).

Figuur 7.9 Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom et al, 2005)



Figuur 7.10 Gemodelleerde voorspelling van zeehondendichtheid op basis van verschillende omgevingskenmerken in combinatie met vliegtuigtellingen (zwarte stippen zijn Haul out sites)[5].



Vooral van december tot en met februari worden gewone zeehonden voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust gezien (Platteeuw et al, 1994). Het vermoeden bestaat dat de zeehond met name in koude winters de Waddenzee verwisselt voor de kustzone. De Hollandse kustwateren kunnen door zeehonden worden gebruikt als foerageergebied en/of migratieroute tussen de Waddenzee en de Voordelta. In de maanden dat ze jongen krijgen en verharen, zullen ze met name in de buurt van de rustplaatsen verblijven.

Grijze zeehond

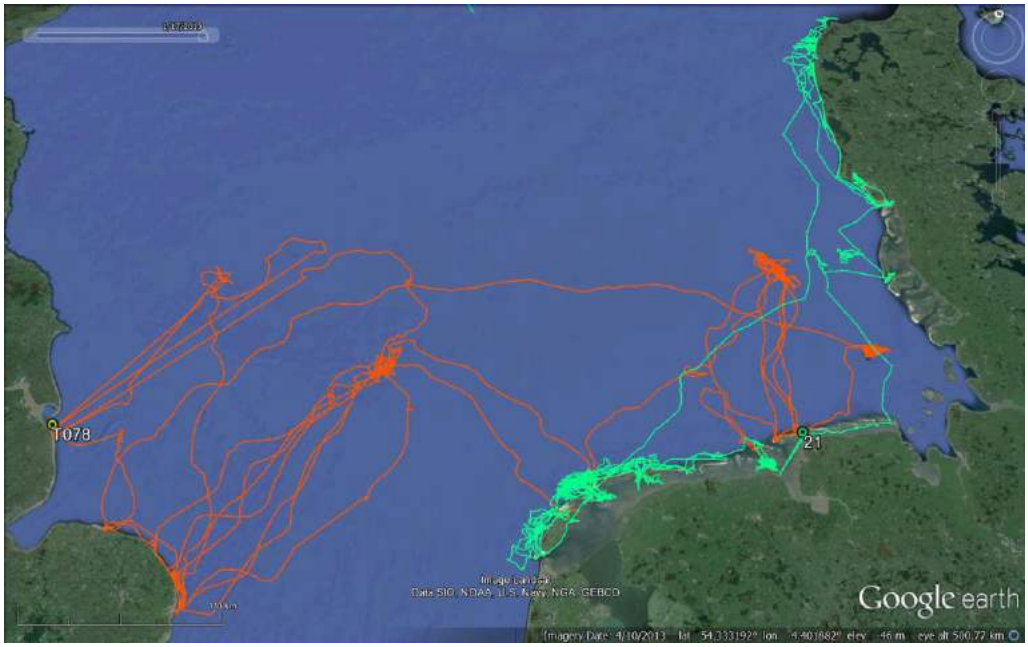
De dieren maken regelmatig gebruik van droogvallende platen. Meestal verblijven ze echter in de kustzee waar ze foerageren op vis. Op grond van analyse van uitwerpselen is gevonden dat grijze zeehonden in de kustzone met name verschillende demersale vissoorten eten, met name tong in de lente en bot in de herfst (Brasseur et al. 2008).

Voor de voortplanting (november-februari) en verharing (maart-april) is het dier afhankelijk van permanent droogliggende platen, stranden en duinen. De jongen kunnen na de geboorte niet meteen zwemmen. Grijze zeehonden worden vooral in de zomer (juli-augustus) en winter (december-februari) langs de kust gezien.

[5] Uit: Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms, Brasseur et al., rapport: OWEZ R 252 T1 20120130, 30-01-2012

Ook aan grijze zeehonden is onderzoek uitgevoerd met zenders. Tussen 2005 en 2008 zijn in totaal 29 grijze zeehonden voorzien van een zender. Deze gegevens laten zien dat grijze zeehonden in de hele Nederlandse kustzone voorkomen, maar ook heel lange afstanden kunnen afleggen.

Figuur 7.11 Voorbeeld van een zwemroute een grijze zeehond (rood) en een gewone zeehond (groen). Elk dier doet iets anders; soms zwemmen de dieren grote afstanden, anderen blijven dichterbij de plek waar ze hun zender hebben gekregen (www.wageningenur.nl d.d. 29 maart 2016)



Natura 2000-gebieden en instandhoudingsdoelstellingen

In Tabel 7.7 zijn voor de bruinvis, gewone en grijze zeehond de instandhoudingsdoelstellingen en staat van instandhouding gegeven. Voor de gewone zeehond zijn in de aanwijzingsbesluiten van de Voordelta, Oosterschelde en Westerschelde & Saeftinghe concrete instandhoudingsdoelstellingen opgenomen, namelijk een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied (toename rustige plaatsen) ten behoeve van een regionale populatie van 200 exemplaren. Voor de andere drie gebieden geldt een behoudsdoelstelling. Voor de grijze zeehond zijn in de Waddenzee, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld. In alle gevallen gaat het om een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit van het leefgebied.

De bruinvis heeft een matig ongunstige staat van instandhouding. Het doel met betrekking tot een gunstige staat van instandhouding is gedefinieerd als: “Terugkeer van een zich voortplantende populatie bruinvissen langs de hele Nederlandse kust, inclusief het Deltagebied is nodig voor een gunstige staat van instandhouding. Beperking van de sterfte in vissersnetten is van belang.” In de Noordzeekustzone en de Vlakte van de Raan is als instandhoudingsdoel aangegeven: ‘behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud van populatie’.

Tabel 7.6 Zeezoogdieren en Natura 2000-gebieden met bijbehorende instandhoudingsdoelen en de staat van instandhouding waar in het kader van deze PB rekening mee gehouden wordt.

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
Bruinvis	Noordzeekustzone	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	Matig ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	Matig ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald[6]
Gewone zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie	Gunstig
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gunstig
	Voordelta	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied
	Oosterschelde	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
	Westerschelde & Saeftinghe	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
Grijze zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied

[6] Bron: Profieldocument september 2008.

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
	Voordelta	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied

Autonome ontwikkelingen zeezoogdieren

Bij het niet installeren van windturbines in de kavel mag verondersteld worden dat de waarde voor mariene zoogdieren van de site nagenoeg hetzelfde zal blijven. Behalve bestaande (semi)-natuurlijke fluctuaties in het zeezoogdierbestand (bijvoorbeeld door veranderingen in de voedselbeschikbaarheid, of door verschuivingen in de overwinteringsgebieden), zijn er geen aanwijzingen dat er momenteel belangrijke natuurlijke wijzigingen plaatsvinden in het gebied.

Haelters (2010) stelt dat de situatie van de bruinvis kwetsbaar is en dat zeer snelle veranderingen in de Noordzeepopulaties kunnen optreden. De belangrijkste bedreigingen voor zeezoogdieren zijn overbevissing (concurrentie om voedsel), bijvangst (vooral in staand want netten), vervuiling (inclusief geluid en afval), klimaatveranderingen en aanvaring met schepen. Andere menselijke activiteiten, zoals de bouw van de naburige windparken in België, zullen de autonome ontwikkeling beïnvloeden. Zie voor meer informatie onder ‘cumulatieve effecten’.

7.4 Effectbeschrijving

7.4.1 Bodemdieren

Het aanleggen van een windenergiepark op zee kan op verschillende wijze invloed hebben op de lokale benthosgemeenschap. Effecten kunnen ingedeeld worden in de volgende categorieën:

- Effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of ontmanteling.
- Effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling.
- Effect van de aanwezigheid van harde structuren.
- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

Effecten van aanleg

Effecten van geluid en/of trillingen

Tijdens de constructiefase zullen heiwerkzaamheden plaatsvinden die gepaard gaan met het produceren van krachtige onderwatergeluidspulsen. Deze geluidspulsen kunnen mogelijk negatieve gevolgen hebben voor het benthos. Er is slechts in beperkte mate onderzoek uitgevoerd naar de effecten van geluidspulsen op bodemdieren, waardoor de effecten lastig te bepalen zijn.

Voor de bepaling van effecten van onderwatergeluid kan worden gekeken naar de staat van de bodemdieren voor en na de aanleg van een windpark. Uit de benthos monitoring van het OWEZ windpark zijn geen grote veranderingen aangetroffen in de benthos gemeenschap voor en na de aanleg van het windpark die op grote schade duiden ten gevolge van de constructie van het park (Bergman *et al.*, 2012). Het is daarmee niet aannemelijk dat de onderwatergeluidspulsen ten gevolge van heiwerkzaamheden in het plangebied een negatief effect zullen hebben de aanwezige benthospopulatie of recruitment processen van benthos.

Effecten van bodemberoering

Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase van het windpark zullen tijdelijk de benthosgemeenschap kunnen verstoren, bijvoorbeeld ten gevolge van vertroebeling. Tijdelijke vertroebeling van het zeewater treedt ook op natuurlijke wijze op, bijvoorbeeld tijdens stormen. Foeragerende schelpdieren kunnen hinder ondervinden van hoge concentraties sediment in het water. De schelpdieren die algemeen voorkomen in het plangebied zijn echter relatief goe bestand tegen tijdelijke verhogingen van de slibconcentratie in het water, zoals Amerikaanse zwaardschede *Ensis* (Witbaard & Kamermans, 2009; Kamermans & Dedert, 2012). Omdat verhogingen van de turbiditeit ten gevolge van bodemberoerende activiteiten slechts tijdelijk zijn en schelpdieren in het gebied relatief goed bestand zijn tegen tijdelijke verhogingen van de slibconcentraties zijn geen substantiële effecten van de constructie van het windpark op schelpdierbanken in het plangebied te verwachten.

Effecten van exploitatie

Effecten van geluid en/of trillingen

De geluidsniveaus van een operationeel windpark zijn relatief laag vergeleken met de geluidspulsen zoals die geproduceerd worden tijdens heiwerkzaamheden in de constructiefase van het park. Omdat uit de benthos monitoring van het OWEZ windpark geen grote veranderingen zijn waargenomen in de benthos gemeenschap voor en na de aanleg van het windpark (Bergman *et al.*, 2012), wordt er vanuit gegaan dat de effecten van geluid en/of trillingen van een operationeel windpark op benthos gemeenschappen verwaarloosbaar zijn.

Effect van de aanwezigheid van harde structuren

De windturbine staan op monopiles die harde structuren op de zeebodem vormen. Harde structuren op de zeebodem zoals scheepswrakken hebben doorgaans een soortenrijke hard substraat benthos gemeenschap. Tijdens een biodiversiteitsonderzoek naar tien scheepswrakken in de Noordzee werden 165 soorten op de wrakken aangetroffen (Lengkeek *et al.*, 2013). Op de monopiles van het windpark zal zich na verloop van tijd waarschijnlijk ook een rijke soortengemeenschap ontwikkelen.

Een dergelijke ontwikkeling is ook waargenomen op de monopiles van het OWEZ windpark (Bouma & Lengkeek, 2009; 2012). Hierbij werden in 2008 en 2011 55 soorten aangetroffen. Hierbij konden zones met groenalgen, zeepokken, oesters en jonge mosselen worden onderscheiden inclusief kenmerkende soorten zoals anemonen, gorgelpijpen, kleine kreeftachtigen, krabben, zeesterren, mosdierkolonies en diverse soorten wormen.

De bodemdiergemeenschappen die zich op deze harde structuren vestigen bestaan uit andere soorten dan de bodemdiergemeenschappen van de omringende zachte zandbodems, waardoor de biodiversiteit van bodemdieren in het plangebied zal toenemen.

De monopiles herbergen hierbij waarschijnlijk ook exoten. Dit zal echter de vestiging van exoten niet anders faciliteren dan de huidige scheepswrakken die talrijk aanwezig zijn in de Noordzee.

Effect van verbod op bodemberoerende visserij
Na realisatie van windpark in het plangebied mogen er geen bodemberoerende visserijactiviteiten meer worden uitgevoerd binnen het park.
Hierdoor wordt de bodem minder aangetast hetgeen op de lange termijn mogelijk een positief effect heeft op langlevende soorten in de bodem. Resultaten van benthos bemonsteringen in OWEZ en zes referentiegebieden, uitgevoerd vijf jaar na realisatie van het park (in 2011) konden een dergelijk effect echter (nog) niet aantonen (Bergman *et al.*, 2012).

Effecten van verwijdering
Naar alle waarschijnlijkheid zullen de windturbines een faciliterende werking hebben op met name hard substraat geassocieerde benthos soorten. Daarnaast heeft het verbod op bodemberoerende visserij mogelijk een positief effect op lang levende benthos soorten in overig delen van het windpark.

Bij het verwijderen van de windturbines zullen de deze faciliterende functies van windturbines vervallen en daarmee zeer waarschijnlijk een negatief effect hebben op de totale benthos populatie zoals die zich ontwikkelt heeft in het windpark tijdens de operationele fase.

7.4.2 Vissen

Het aanleggen van een windenergiepark op zee kan op verschillende wijze invloed hebben op de lokale visgemeenschap. Effecten kunnen ingedeeld worden in de volgende categorieën:

- Effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of ontmanteling.
- Effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling.
- Effect van de aanwezigheid van harde structuren.
- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

Effecten van aanleg

Effecten van geluid en/of trillingen
Tijdens de constructiefase zullen heiwerkzaamheden plaatsvinden die gepaard gaan met het produceren van krachtige onderwatergeluidspulsen. Deze geluidspulsen kunnen mogelijk negatieve gevolgen hebben voor vissen variërend van tijdelijke of permanente gehoorschade, interne bloedingen, tot orgaanschade en/of ruptuur van de zwemblaas (direct dodelijk) (Van Duin *et al.* 2011).

In tegenstelling tot zoogdieren hebben vissen geen extern gehoororgaan. Geluid – in de vorm van drukverschillen onder water – kan door vissen op verschillende manieren worden waargenomen (Thomsen e.a., 2006):

- Het zijlijnsysteem, waarmee dichtbij de geluidsbron laag frequente geluiden (als langzame waterstromen langs het lichaam) worden gedetecteerd. In relatie tot het geluid waarom het in het windpark gaat, is deze vorm van ‘horen’ echter ondergeschikt aan die van het hierna genoemde (gevoeliger) binnenoor.

- Het binnenoor (met de zogenaamde gehoorsteentjes), dat in essentie op beweging reageert. Een vis neemt geluiden waar via het lichaam, dat beweegt door kleine veranderingen in de geluidsdruk en/of via drukveranderingen in de zwemblaas die al dan niet via speciale structuren worden doorgegeven aan het gehoororgaan.

Bij vissen wordt onderscheid gemaakt in soorten die geen zwemblaas hebben en soorten die dat wel hebben. Bij de meeste bodemvissen, waaronder bot (*Platichtys flesus*), schar (*Limanda limanda*), schol (*Pleuronectes platessa*) en tong (*Solea solea*) ontbreekt de zwemblaas. Bij soorten met een zwemblaas wordt onderscheid gemaakt in soorten waarbij speciale structuren aanwezig zijn voor een efficiënte geluidsoverdracht (ook wel *gehoorspecialisten* genoemd) en soorten waarbij dergelijke structuren ontbreken. Haringachtigen, zoals fint (*Alosa alosa*) en haring (*Clupea harengus*) behoren tot de eerste groep en soorten als zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) en zalm (*Salmo salar*) tot de tweede. Bij laatstgenoemde soorten is er een open verbinding tussen de zwemblaas en de omgeving, bij de gehoorspecialisten is dat niet het geval. Soorten die over een gesloten zwemblaas beschikken, kunnen beter horen, maar de keerzijde is dat ze, doordat de zwemblaas met lucht is gevuld die niet makkelijk weg kan, ook gevoeliger zijn voor eventuele schadelijke gevolgen van onderwatergeluid.

Net als bij andere horende organismen is de gevoeligheid van het gehoor van in het water levende dieren niet over het gehele audiofrequentiebereik gelijk. Vissen horen het best bij relatief lage frequenties die liggen tussen ca. 50 en 1.000 Hz. Ter vergelijking: voor de gewone zeehond ligt het gehoorbereik tussen frequenties van ca. 1.000 en 30.000 Hz. In zijn algemeenheid zijn vissen minder gevoelig voor geluid dan zeehonden, ook in het deel van het geluid(sdruk)spectrum waar zij het beste horen. Als dieren geluid kunnen horen, betekent dat echter nog niet dat zij er hinder van ondervinden.

In het laatste decennia is uit onderzoek in de Verenigde Staten, Nederland en België veel meer bekend geworden over mogelijke effecten van impulsgeluid op vissen in verschillende ontwikkelingsstadia. De resultaten van die onderzoeken worden hierna kort samengevat, waarna een uitspraak wordt gedaan over het mogelijke risico dat substantiële effecten op de visgemeenschap van de Noordzee optreden bij de constructie van het windpark.

Effecten op vislarven
Recent experimenteel onderzoek naar effecten van geluidspulsen vergelijkbaar met die van heiwerkzaamheden op vislarven van enkele typische Noordzee vissoorten konden schadelijke effecten niet bevestigen. Laboratorium proeven waarbij larven van drie verschillende ontwikkelingsstadia van tong (*Solea solea*) bloot werden gesteld aan verschillende niveaus en duur van heigeluid toonden geen significante effecten aan ten opzichte van een controle situatie zonder geluid (Bolle *et al.*, 2012). Dit was zelfs het geval bij blootstelling aan cumulatieve geluidsniveaus van SEL_{CUM} = 206 dB re 1 µPa^{2}s, wat overeenkomt met 100 pulsen op een afstand van 100 m van een ‘typische’ Noordzee heilocatie.

Een recenter veldexperiment waarbij larven van zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) werden blootgesteld aan echte geluidspulsen bij heiwerkzaamheden ten behoeve van windturbines op zee, konden eveneens geen significante effecten op overleving van vislarven aantonen ten opzichte van een controle groep (Debusschere *et al.*, 2014). De proeven werden uitgevoerd op

45 m afstand van de heilocatie waarbij cumulatieve geluidsniveaus werden bereikt van SEL_{CUM} = 222 dB re 1 µPa^2s.

De onderzoeken van Bolle *et al.* (2012) en Debusschere *et al.*, (2014) omvatten een vissoort met een bodemgebonden leefwijze zonder zwemblaas (tong) en een soort met een pelagische leefwijze met een zwemblaas (zeebaars) en geven daarmee een beeld van vissoorten met twee uiteenlopende leefwijzen en fysiologie. De resultaten kunnen daardoor als representatief worden beschouwd voor een groot deel van de visgemeenschap in het plangebied. Op grond van deze resultaten is de conclusie dan ook dat geen noemenswaardige sterfte van vislarven als gevolg van de heiwerkzaamheden zal optreden. Popper *et al*. (2014) komen in hun recent gepubliceerde richtlijnen voor bloostelling van vissen tot een vergelijkbare conclusie.

Effecten op juveniele en oudere vissen
Uit studies van Caspar *et al.* (2012) en Halvorsen *et al.* (2012a, b) is gebleken dat niet is uit te sluiten dat juveniele en oudere vissen schade kunnen ondervinden als zij aan heigeluid worden blootgesteld. Soorten met een zwemblaas blijken daarbij het gevoeligst. Zij bestudeerden een baars-achtige, een steursoort, een tilapia-achtige en een zalm en stelden fysieke schade aan de zwemblaas vast bij geluidsniveaus van SEL_{cum} = 204 tot 210 dB re 1 µPa^2s.

Halvorsen *et al.* (2012) toonden in een experiment met sub-adulte vissen aan dat vooral soorten met een zwemblaas verwondingen overhouden na blootstelling aan impulsgeluid terwijl vissoorten zonder zwemblaas geen effect ondervonden. Casper *et al.* (2013) lieten daarnaast zien dat binnen dezelfde soort (een baars-achtige), de verwondingen ten gevolge van geluidspulsen vooral in grotere exemplaren ontstaan en minder in kleine exemplaren. In deze studie kwam echter ook naar voren dat het grootste deel van de dieren binnen 10 dagen herstelde van de opgelopen verwondingen.

In Nederland is inmiddels ook een experimenteel onderzoek uitgevoerd waarbij het effect van heiwerkzaamheden op juveniele vis (voorbij het larvale stadium) is onderzocht (Bolle *et al.,* 2014). Hierbij zijn effecten van geluidspulsen, representatief voor heigeluid op zee onderzocht bij juveniele zeebaars (*Dicentrarchus labrax*). Vissen in een laboratorium werden hierbij blootgesteld aan geluidspulsen waarna gezocht is naar verwondingen en mogelijk herstel daarvan in relatie tot verschillende geluidsniveaus. In het onderzoek zijn inderdaad verwondingen waargenomen bij vissen die blootgesteld werden aan heigeluid. De verwondingen bleken in het laboratorium binnen de onderzoeksperiode niet tot mortaliteit te leiden, en na 13 dagen was al enig herstel van verwondingen te zien.

In Popper *et al.* (2014) zijn de meest recente resultaten van onderzoek naar de effecten van onderwatergeluid bij elkaar gebracht en gebruikt voor het afleiden van drempelwaarden voor het optreden van uiteenlopende effecten. Deze drempelwaarden zijn in onderstaande

Tabel 7-7 opgenomen.

Tabel 7-7 Drempelwaarden voor het optreden van effecten bij vissen, na cumulatieve blootstelling aan impulsgeluid (dB re 1 µPa^{2}s SEL_{CUM})

Visgroep	Sterfte en onherstelbare schade	Herstelbare schade	TTS*
Geen zwemblaas	> 219	> 216	>> 186
Open zwemblaas	210	203	> 186
Gesloten zwemblaas	207	203	186

* Temporary Threshold Shift = Tijdelijke verhoging van de gehoordrempel; er zijn geen TTS studies voor heigeluid. De hier opgenomen waarden zijn afkomstig van onderzoek naar effecten van airguns die worden gebruikt bij seismisch onderzoek (Popper *et al.* 2005).

Uit het overzicht in de tabel blijkt dat bij geluidsniveaus lager dan SEL_{CUM} van 203 dB re 1 µPa^{2}s, eventuele door heigeluid toegebrachte schade zal herstellen. Dit is een zeer hoog blootstellingsniveau dat alleen door vissen die tijdens het heien op relatief korte afstand van de heilocatie verblijven (en niet wegzwemmen) zal worden ondervonden. In een worst case schatting, waarbij is uitgegaan van een uniforme waterdiepte van 23 m (de maximale waterdiepte in het plangebied) en een bandbreedte in de hei-energie van 1.000 – 3.000 kJ, gaat het om een afstand van ca. 2 – 3 kilometer. De werkelijke afstanden en daarmee het oppervlak waarbinnen een effect kan optreden zullen op de meeste paalposities kleiner zijn.

De conclusie is dat vissen, als zij al een invloed van (ongemitigeerd) heigeluid ondervinden dit uitsluitend in een klein gebied rondom de heilocatie zal zijn. De tijdelijkheid van de geluidsverstoring mede in aanmerking genomen is het niet aannemelijk dat de visgemeenschap van de Noordzee negatief wordt beïnvloed.

Effecten van bodemberoering

Vissen kunnen tijdelijk het gebied mijden wanneer bodemberoerende activiteiten plaatsvinden, maar permanente effecten worden niet verwacht, omdat eventuele effecten (zoals bijvoorbeeld vertroebeling) tijdelijk en lokaal zijn. Tijdelijke vertroebeling van het zeewater treedt ook op natuurlijke wijze op, bijvoorbeeld tijdens stormen. Er zijn echter geen experimentele studies bekend waar de mogelijke effecten van vertroebeling op vissen ten gevolge van de aanleg van windturbines op zee gericht zijn onderzocht.

Studies die het effect van vertroebeling op vissen hebben onderzocht, geven aan dat vertroebeling kan leiden tot een licht verminderd foerageersucces van piscivore vissen (De Robertis *et al.*, 2003). Hoewel dit voor piscivore vissen nadelig is worden zoöplanktivore vissen blootgesteld aan een lager predatieriscio terwijl tegelijkertijd de foerageerkansen van zoöplanktivore vissen nauwelijks verminderen bij licht vertroebeling (De Robertis *et al.*, 2003). Ook Meager *et al.* (2005) vond geen grote verschillen in foerageerstrategie en -succes van kabeljauw (*Gadus morhua*) op aasgarnalen onder verhoogde turbiditeit. Veel vissoorten jagen immers ook op trilling en zijn gewend aan de hoge turbiditeit in het gebied.

Effecten op vissoorten met een sterk bodemgebonden leefwijze

Vissen met een sterk bodemgebonden levenswijze die zich verschuilen in of op de bodem of onder structuren, zoals zeedonderpad, diverse soorten grondels, pitvis, harnasmannetje, puitaal en botervis zijn sterk aan een locatie gebonden. Deze vissoorten vertonen geen uitgesproken

vluchtgedrag. Bodemberoerende activiteiten waarbij de bestaande bodem sterk wordt beïnvloedt, bijv. het plaatsen van een monopile van een windturbine of het aanbrengen van bestortingen, kan de schuilplaats inclusief levende exemplaren van deze bodemgebonden vissoorten vernietigen. Het bodemoppervlak dat op deze wijze rechtstreeks beïnvloedt wordt is relatief beperkt ten opzichte van het totale beschikbare bodemoppervlak in het plangebied. Op populatieniveau zijn de gevolgen daarom waarschijnlijk beperkt, levende exemplaren van de betreffende soorten kunnen echter wel rechtsreeks beïnvloed worden.

Effecten van exploitatie

Effecten van geluid en/of trillingen

Uit onderwatergeluidsmetingen van het in bedrijf zijnde Prinses Amalia Windpark (Jansen & de Jong, 2014), blijkt dat operationele geluidsniveaus gemeten worden van SPL = 107 tot 110 dB re 1µPa^2 op 100 m afstand en SPL = 105 tot 107 dB re1µPa^2 op 3800 m afstand. De toename van het onderwatergeluid wordt daarbij vooral bepaald door de golfbewegingen van het water en de aanwezigheid van scheepvaart. Over het algemeen is de toename van het onderwatergeluid door in bedrijf zijnde windturbines laag. Het geluidsniveau op grotere afstand van het park (3.800 m) blijkt zelfs niet boven de achtergrondruis uit te komen en is te laag om in bestaande geluidsmodellen te gebruiken. De effecten van deze geluiden hebben zeker geen significant effect op vissen.

Dit wordt ook gedeeltelijk bevestigd door vismonitoringen in het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ). De resultaten van demersale en pelagische visbemonsteringen uitgevoerd enkele jaren voor de aanleg van OWEZ (2003/2004), 1 jaar na de aanleg (2007) en vijf jaar na de aanleg (2011) vertoonden geen significante effecten op de aanwezigheid van vissen binnen het park en in omliggende referentiegebieden (Hal *et al.*, 2012). Hierbij kwamen rondom de windturbines vooral in de zomer grote hoeveelheden vis voor, voornamelijk horsmakreel. Daarnaast werden er op de stenen van de scour protection nabij de windturbines meer kabeljauw, steenbolk, (groene) zeedonderpadden en pitvissen aangetroffen. Voor deze soorten is verstoring ten gevolge van geluid geproduceerd door de windturbine niet aan de orde. De windturbines lijken juist een aantrekkend effect te hebben. Voor tong, schar, schol en wijting werden bij de windturbines minder hoge aantallen aangetroffen dan elders in het gebied. Hoewel niet eenduidig is vast te stellen of geluid – of andere factoren hieraan onderhevig zijn, zijn verstoring ten gevolge van geluidseffecten van de windturbines voor deze soorten niet uit te sluiten.

Effect van straling

De parkbekabeling veroorzaakt (elektrische en magnetische) velden. Vissen kunnen elektrische en magnetische velden waarnemen en oriënteren zich hier deels op. Van de vissen in de Noordzee zijn haaien en roggen (kraakbeenvissen) het meest gevoelig voor elektrische en magnetische velden. Roggen en sommige soorten haaien, zoals de hondshaai, behoren tot de bodemvissen. Voor deze soorten is aangetoond dat deze een prooi met een elektrisch veld van 10-8 V/m kunnen waarnemen. Haaien worden zelfs aangetrokken door elektrische velden (CMACS, 2003). Haaien zijn daarnaast zeer gevoelig voor magnetische velden en kunnen de kabels tot op een afstand van enkele tientallen meters waarnemen.

Als bodemvissen een verandering van het magnetisch veld vermijden, dan zouden de kabels een mogelijke barrière kunnen vormen. Het is theoretisch mogelijk dat de oriëntatie en migratie

van deze soorten door de beperkte verandering in het magnetische veld worden beïnvloed. Ook roggen kunnen (tijdelijk) loskomen van de zeebodem en zo de eventuele magnetische effecten ontwijken. Aangenomen kan worden dat de beïnvloeding lokaal is en zich tot niet meer dan enkele meters uitstrekt. In relatie tot het totale beschikbare leefgebied van bodemdieren op het NCP is het mogelijke effectgebied verwaarloosbaar.

De effecten van de exportkabel naar het elektriciteitsnet op land worden in een separaat MER beoordeeld, behorende bij het besluit Net op Zee voor de Hollandse Kust (zuid).

Effect van de aanwezigheid van harde structuren

De windturbines staan op monopiles die harde structuren op de zeebodem vormen. Harde structuren op de zeebodem zoals scheepswrakken trekken scholen vis aan, zoals in 2013 aangetoond tijdens een biodiversiteitsonderzoek naar tien scheepswrakken in de Noordzee (Lengkeek *et al.*, 2013). De monopiles van het windpark zullen zeer waarschijnlijk ook een aantrekkende werking hebben op bepaalde soorten vis.

Deze aantrekkende werking van de monopiles van windturbines is in ieder geval aangetoond bij de monitoring van het OWEZ. Op basis van sonar observaties in het OWEZ in de zomer van 2010 bleek dat visdichtheden in een straal van 15-20 meter van de monopiles gemiddeld 37x hoger waren dan in de rest van het windpark (Couperus *et al.*, 2010). Hengelvangsten bestonden voornamelijk uit makreel en horsmakreel (lengtes 25-35 cm) en jonge kabeljauw (lengtes 30-55 cm), maar het is niet uit te sluiten dat ook haringachtigen rondom de monopiles aanwezig waren (Couperus *et al.*, 2010; Hal *et al.*, 2012).

Daarnaast wordt ook kabeljauw aangetrokken door de harde structuren. Dichtheden van kabeljauw waren aanzienlijk hoger in netten in de directe omgeving van monopiles in het OWEZ dan in de rest van het park (van Hal *et al.*, 2012). Naast genoemde soorten worden ook grote aantallen steenbolk aangetroffen rondom de monopiles in zowel OWEZ (Bouma *et al.*, 2009) als een Belgisch windpark (Reubens *et al.*, 2011). Mogelijk maken de vissen gebruik van de harde structuren als schuilplaats en benutten ze de nieuwe bodemdiergemeenschappen als voedselbron.

Hoewel de monopiles een duidelijk aantrekkende werking hebben voor vissen zijn er in het OWEZ ook soorten die niet profiteren van de aanwezigheid van de monopiles van de windturbines. Voor sommige soorten worden in de nabijheid van de monopiles zelfs lagere aantallen aangetroffen dan elders in het park. Dit betreffen vooral platvissen (tong, schar en schol) en wijting (van Hal *et al.*, 2012). Het is niet eenduidig vast te stellen of de aanwezigheid van de monopile als harde structuur of andere factoren zoals geluidsproductie door de windturbines hieraan onderhevig zijn.

Effect van verbod op bodemberoerende visserij

Na realisatie van het windpark in het plangebied mogen er geen bodemberoerende visserijactiviteiten meer worden uitgevoerd binnen het park. Dit biedt in potentie bescherming voor vissen die in het park verblijven, met name voor soorten met een bodemgebonden levenswijze zoals platvissen, zeedonderpadden, harnasmannetjes, pitvissen en grondels.

Het effect van het verbod op visserij op de ontwikkeling van visbestanden is onderzocht voor het OWEZ windpark. Na oplevering van het OWEZ windpark in 2006 zijn alle vormen van visserij uitgesloten. De vismonitoring uit 2011 liet echter geen verschil in totale visbestanden zien tussen transecten binnen het windpark en daarbuiten gelegen controles (van Hal *et al.* 2012). Er was is de periode 2006 – 2011 dus geen aantoonbaar positief effect van het verbod op visserij op de ontwikkeling van de visbestanden in het windpark.

Voor kabeljauw lijkt het OWEZ park wel een positief effect te hebben. In de vismonitoring van het OWEZ bleek dat een groot deel van gezenderde juveniele kabeljauwen zich gedurende lange tijd in het windpark ophield waarmee sprake was een kraamkamerfunctie van het park (van Hal *et al.*, 2012). Een vergelijkbare kraamkamerfunctie is ook aangetoond voor kabeljauw in een Belgisch windpark op zee (Reubens *et al.*, 2011). Voor gezenderde tong kon deze kraamkamerfunctie van het OWEZ park echter niet worden aangetoond (van Hal *et al.*, 2012).

Het uitsluiten van bodemberoerende visserij zal waarschijnlijk vooral bodemlevende vissen beïnvloeden. Omdat de vismonitoring van het OWEZ echter weinig effecten aantoont van het verbod van visserij (inclusief bodemberoerende visserij) op bodemvissen in het OWEZ (in het bijzonder platvissen), lijkt er vooralsnog niet echt duidelijk sprake te zijn van een positief effect van een verbod van bodemberoerende visserij in het plangebied op de vispopulatie.

Effecten van verwijdering

Tijdens de verwijderingsfase zullen geen heiwerkzaamheden meer plaatsvinden. Effecten van geluidspulsen zoals tijdens de constructiefase zijn niet aan de orde. Naar alle waarschijnlijkheid zullen de windturbines een aantrekkende werking hebben op bepaalde vissoorten. Bij het verwijderen van de windturbines zullen de deze vis-faciliterende functies van windturbines vervallen en daarmee zeer waarschijnlijk een negatief effect hebben op de vispopulatie zoals deze zich ontwikkeld heeft in het windpark tijdens de operationele fase.

7.4.3 Zeezoogdieren

De activiteiten gerelateerd aan de aanleg, het gebruik en de verwijdering van het windpark kunnen effecten hebben op zeezoogdieren. Deze effecten kunnen zich manifesteren in de vorm van een gedragsrespons, zoals een versnelde ademhaling en wegzwemmen van de geluidsborn of in de vorm van een –fysiologisch– effect op het gehoor waardoor de dieren als gevolg van een langere blootstelling aan het verhoogde geluidsniveau tijdelijk (TTS - temporary threshold shift) of permanent (PTS - permanent threshold shift) minder goed kunnen horen. Op grond van de resultaten van eerdere (Ronde 2) windparken uitgevoerde berekeningen is geconcludeerd dat effecten op het gedrag maatgevend zijn voor mogelijke effecten op populaties. Het gebied waarin bruinvissen en zeehonden TTS en PTS kunnen oplopen is veel kleiner dan het gebied waarbinnen gedragseffecten kunnen optreden.

Wel is het van belang het mogelijk optreden van PTS onder worst-case omstandigheden in beeld te brengen. PTS effecten kunnen namelijk direct doorwerken naar de populatie, omdat niet is uit te sluiten dat dieren met PTS dermate in hun normale functioneren worden gehinderd dat zij voortijdig zullen sterven.

Drempelwaarden en beïnvloed gebied

De drempelwaarden voor het optreden van een gedragsrespons (mijding/verstoring) en PTS zijn zo veel mogelijk afgeleid uit recente 'peer-reviewed' literatuur. Tabel 7.8 geeft een overzicht van de criteria die bij het bepalen van de effecten op bruinvissen en zeehonden van belang zijn met de bijbehorende waarden.

Tabel 7.8 Drempelwaarden voor optreden gedragsrespons per soort

Soort	Type effect	Waarde	Bron
Bruinvis	Gedragsrespons*	SEL_1 > 140dB re 1 µPa²s	Heinis & de Jong, (2015)
	PTS-onset	SEL_{CUM} > 179dB re 1 µPa²s	TTS-onset uit Lucke et al. 2009) + 15dB
Zeehond	Gedragsrespons*	$SEL_{1,w}$ > 145dB re 1 µPa²s	SEAMARCO (2011)
	PTS-onset	$SEL_{CUM,w}$ > 186dB re 1 µPa²s	Southall et al. (2007)

* Gedrag met een score van 5 of hoger op de gedragsrespons-schaal van Southall et al. (2007). Dit betreft gedragingen als veranderingen in zwemgedrag en ademhaling, mijden van een bepaald gebied en veranderingen in roep- of klikgedrag (t.b.v. communicatie of foerageren).

De effecten van het hei-geluid tijdens de aanleg van het windpark zijn berekend aan de hand van de met AQUARIUS gegenereerde onderwatergeluidkaarten (zie bijlage 6). In deze berekeningen is er van uitgegaan dat de geluidsenergie van een enkele (maximale) heiklap maatgevend is voor gedragsverandering. Vervolgens is per soort bepaald op welke afstand van de hei-locatie de drempelwaarden voor gedragsrespons worden overschreden. Bij het berekenen van het aantal door hei-geluid beïnvloede dieren is ervan uitgegaan dat dit alle dieren betreft die aanwezig zijn binnen de contour waarde drempelwaarde voor verstoring/mijding in de onderste helft van de waterkolom wordt overschreden (*worst-case).* Met de lagere geluidsniveaus nabij het wateroppervlak wordt bij de schatting van effectafstanden geen rekening gehouden, in de veronderstelling dat zeezoogdieren in hun normale (foerageer)gedrag worden verstoord als ze niet van de hele waterkolom gebruik kunnen maken. Daarnaast is ervan uitgegaan dat verstoring voor alle dieren die zich bij aanvang van de geluidsproductie binnen deze contour bevinden even lang duurt.

Daarnaast is berekend welke (cumulatieve) geluidbelasting tijdens het heien van één paal kan ontstaan en waaraan bruinvissen en zeehonden die zich in de nabijheid van de hei-locatie bevinden en vervolgens met een bepaalde snelheid wegzwemmen, kunnen worden blootgesteld. De totale geluidsbelasting die het dier door de cumulatieve energie van alle heiklappen voor één fundering daarbij ondervindt (SEL_{CUM}), is vergeleken met de drempelwaarde voor PTS bij deze dieren.

Metingen onderwatergeluid Luchterduinen en Gemini

Bij Luchterduinen zijn er tijdens het heien van twee monopalen metingen van onderwatergeluid gedaan op een afstand van 750 meter, ca 5 km, 13 km en 47 km. Gemiddelde SEL-waarden zijn weergegeven in Tabel 7.9.

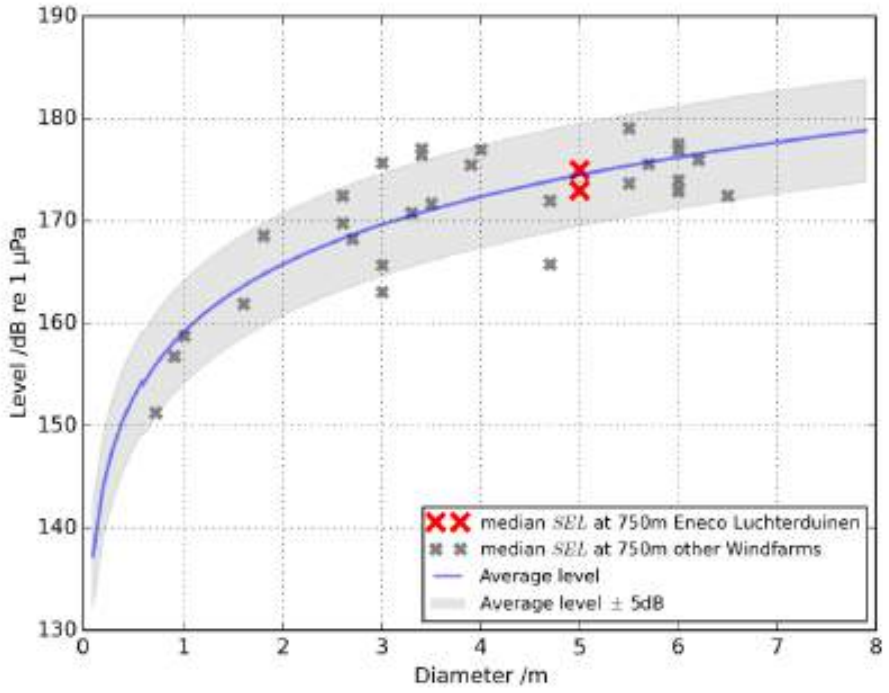
Tabel 7.9 gemeten *sound exposure levels* (SEL *single strike*) bij het Luchterduinen windpark tijdens hei-activiteiten. Metingen zijn gedaan op 10 meter onder het wateroppervlak.

Afstand tot de heilocatie (km)	Mediane geluidsniveau (SEL [dB re 1 µPa2s])
0,75	171-174
5	159
13	146
47	<120

In

Figuur 7.12 zijn de geluidsniveaus weergegeven, waarbij de relatie is weergegeven tussen diameter van de paal en de gemeten waarden, aangevuld met metingen van andere offshore windparken in de Noordzee. Duidelijk blijkt dat de metingen van Luchterduinen ruim binnen de 5 dB marge vallen van de gemodelleerde geluidsniveaus.

Figuur 7.12 gemeten *sound exposure level (SEL)* in verschillende offshore windparken als functie van paaldiameter. Rode kruizen geven de mediane SEL weer voor de twee monopalen binnen het Luchterduinen windpark. Grijze kruizen geven de mediane SEL-waarden weer in andere windparken.



De gemeten waarden bij het Luchterduinen windpark zijn niet vergeleken met de voorspelde waarden volgens het Aquarius model, maar wel met meer generieke propagatiemodellen. Heruit blijkt dat de gemeten waarden op korte afstand overeenkomen met deze voorspellingen. Op grotere afstand (>5 km) zijn de gemeten geluidsniveaus lager dan deze generieke modellen voorspellen (bron: Remmers & Bellmann, 2014).

Het rapport van geluidsmetingen bij de Gemini windparken is momenteel nog niet afgerond en openbaar. Wel zijn de metingen (tabel 2) in een korte notitie vergeleken met de voorspellingen conform het Aquarius 1.0 model. Hieruit blijkt dat de gemeten waarden tot op een afstand van 7

km 4 tot 7 dB hoger zijn dan de voorspelde waarden. Op grotere afstanden komen de gemeten en berekende waarden niet overeen (waarbij gemeten waarden tot ca 10 dB hoger dan voorspelde waarde). Waarschijnlijk heeft dit te maken met het effect van windsnelheid in de modellering[7] (bron: de Jong, 2016).

Tabel 7.10 gemeten *sound exposure levels* (SEL *single strike*) bij de Gemini windparken tijdens hei-activiteiten. Metingen zijn gedaan op 10 meter onder het wateroppervlak.

Afstand tot de heilocatie (km, *ca*)	Geluidsniveau (Mediane SEL [dB re 1 µPa2s])
0,7	180
5	162-166
30	145-146
60	130

De onderwatergeluid metingen die bij de windparken Luchterduinen en Gemini zijn gedaan, zullen komende periode gebruikt worden om de Aquarius modellen verder 1.0 en 2.0 te valideren. Eventuele verschillen tussen modeluitkomsten en metingen zullen in deze analyses zover als mogelijk verklaard worden.

Effecten van seismisch onderzoek

Het seismisch onderzoek voorafgaand aan de subsidietender door met een schip via vaste transecten door het gebied te varen is in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) inmiddels uitgevoerd. Waarschijnlijk zal kort voor de bouw nog meer specifiek seismisch onderzoek worden gedaan op de plekken waar de fundaties en kabels komen. Er zijn derhalve beperkt aanvullende seismische onderzoeken te verwachten voorafgaand aan de bouw van het windpark.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de tijdens het geofysisch onderzoek mogelijk in te zetten akoestische meetapparatuur en een inschatting van de mogelijke effecten op vissen en zeezoogdieren.

Figuur 7.13 Bij het geofysisch onderzoek in te zetten meetapparatuur en mogelijke effecten daarvan op zeezoogdieren en vissen (bronniveaus en frequentiebereik: Periplus, 2008; inschatting effecten: Verboom & Ainslie, pers. meded.)

	Geluidskenmerken		mogelijk effect	
akoestisch meetsysteem	**bronniveau (dB re 1 µPa²m²)**	**frequentiebereik (kHz)**	**zeezoogdieren**	**vissen**
Side scan sonar	150-235	100 - 500	freq. > ca. 200 kHz: geen bekend effect lagere frequenties: korte afstand: schade grotere afstand: verstoring	geen bekend effect

[7] In het MER Luchterduinen is rekening gehouden met een vermijdingsafstand van circa 38 km voor bruinvissen. Sindsdien is de drempelwaarde waarboven dieren vermijding vertonen aangepast naar 140 dB re 1 µPa2s. Een lineaire extrapolatie van de geluidsmetingen bij Gemini laat zien dat deze drempelwaarde op circa 36-38 km afstand van de heilocatie wordt bereikt.

Single beam echosounder	max. 200	33-210	freq. > ca. 200 kHz: geen bekend effect lagere frequenties: korte afstand: schade grotere afstand: verstoring	geen bekend effect
Multibeam echosounder	max. 235	10-300	frequentie > ca. 200 kHz: geen bekend effect lagere frequenties: korte afstand: schade grotere afstand: verstoring	geen bekend effect
Pinger	130 - 160	3,5 - 14	mogelijk verstoring	geen effect
Sub-bottom profiler (“boomer”)	200	1 - 7	korte afstand: schade grotere afstand: verstoring	beperkt effect

Naast genoemde akoestische meetsystemen worden een Cone Penetration Tester en een Magnetometer ingezet voor bodemonderzoek. De geluidemissies daarvan zijn echter zeer beperkt. Het enige apparaat waarvan de gebruikte bronniveaus in combinatie met het frequentiebereik zeker van dien aard zijn dat ze tot effecten bij zeezoogdieren en mogelijk ook bij enkele gehoorspecialistische vissoorten kunnen leiden is de sub-bottom profiler. De gebruikte frequenties zijn namelijk relatief laag bij een vrij hoge geluidsdruk. De kans dat individuele vissen of zeezoogdieren hierdoor worden getroffen is echter heel klein, omdat de geluidsgolven sterk geconcentreerd zijn en alleen pal onder het schip worden uitgezonden (en opgevangen). Bij een drietal meetapparaten hangt het van de ingestelde frequentie af of een effect kan optreden (side scan sonar, single beam en multibeam echosounder). Als de gebruikte frequentie hoger dan 200 kHz is, zijn geen effecten te verwachten. Dergelijke hoge frequenties worden door zeezoogdieren en vissen namelijk niet gehoord. Ook als lagere frequenties worden gebruikt, zullen de effecten echter beperkt zijn, omdat de naar beneden gerichte geluidsgolven zich beperken tot het vlak dat evenwijdig aan de as van het schip ligt. De zogenaamde pingers kunnen vanwege de relatief lage frequenties mogelijk wel tot enige verstoring leiden, maar de effecten zullen niet zo ver reiken omdat de geluidsdruk niet zo hoog is als bij de eerder genoemde apparaten.

Effecten op populatieniveau

Voor de bepaling van de effecten van heigeluid op de populaties van zeezoogdieren is voor de ‘Ronde 3’ windparken, waaronder het windenergiegebied Hollandse Kust valt, voortgeborduurd op de aanpak die begin 2013 is ontwikkeld. In feite is de toen ontwikkelde, op enkele onderdelen getalsmatige aangepaste, redeneerlijn aangevuld met een ‘populatiemodule’ waarmee cumulatieve effecten van impulsief geluid beter kunnen worden gekwantificeerd. Bij het bepalen van de mogelijke doorwerking van effecten van heigeluid op zeezoogdieren is ervan uitgegaan dat de effecten op het gedrag daarvoor maatgevend zijn en dat wordt voorkomen dat permanente effecten op het gehoor optreden (PTS).

Voor bruinvissen is ervoor gekozen gebruik te maken van het Interim PCoD model van SMRU Marine (Harwood et al. 2013). De benaderingswijze die aan dit model ten grondslag ligt, wordt

internationaal gebruikt (NRC, 2005; New et al. 2014) wat betekent dat niet alleen de werkwijze, maar ook de verkregen uitkomsten internationaal vergelijkbaar zijn. Bovendien is het Interim PCoD model het enige, op dit moment operationele instrument om effecten op populaties te kwantificeren. In het Interim PCoD model wordt een kwantitatieve relatie gelegd tussen gedragsverandering en factoren als overlevingskans en reproductiesucces (*vital rates*). De relatie is afgeleid door het raadplegen van deskundigen volgens een formeel *expert elicitation* proces, aangezien voor veel soorten meetgegevens voor het draaien van een 'full' PCoD model cf. New et al. (2014) ontbreken. Daarbij zijn diverse technieken toegepast om de meningen van experts onafhankelijk te wegen en een numeriek schatting van de onzekerheid in de relatie te kunnen geven (zie Heinis & de Jong 2015 voor een algemene beschrijving en Harwood et al. 2014 voor details).

Onder regie van de Werkgroep Onderwatergeluid is de gevoeligheid van het Interim PCoD model voor variaties in diverse factoren onderzocht. Voor de resultaten daarvan wordt verwezen naar Heinis & de Jong (2015). De uitkomsten laten zien dat er een verband bestaat tussen het aantal bruinvisverstoringsdagen en de reductie van de bruinvispopulatie op de Noordzee. De volgende benaderingsformule geeft het verband weer als van een 95% zekerheid wordt uitgegaan (= 5% kans dat de berekende populatiereductie groter is):

$$Populatiereductie = \left(\left(\frac{1}{11{,}03 * ppdd} \right)^3 + \left(\frac{1}{0{,}8 * vulpop} \right)^3 \right)^{-\frac{1}{3}}$$

De populatiereductie is uitgedrukt in het aantal individuen, ppdd is het aantal bruinvisverstoringsdagen en vulpop is het aantal individuen in de *vulnerable subpopulation*.

Het totale aantal bruinvisverstoringsdagen is berekend door het aantal mogelijk verstoorde dieren per dag te vermenigvuldigen met het aantal verstoringsdagen. In principe wordt er in het PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringsdag telt. Dit is een pragmatische keuze. Uit de nu bekende informatie over de duur van de verstoring komt namelijk nog geen eenduidig beeld naar voren. Het aantal mogelijk verstoorde bruinvissen per dag wordt berekend door het berekende verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met een schatting van de dichtheid van de onverstoorde populatie rond het berekende verstoringsoppervlak. Voor de meest actuele dichtheidsschatting van bruinvissen is gebruik gemaakt van de door Geelhoed et al. (2011, 2014) gerapporteerde resultaten van vliegtuigtellingen.

Voor zeehonden zijn eventuele cumulatieve effecten van impulsief geluid op de populatie nog niet gekwantificeerd, vooral als gevolg van de beperkte tijd die voor de werkzaamheden van de Werkgroep Onderwatergeluid in 2014 beschikbaar was. De *focus* van het onderzoek is op de bruinvis gelegd, omdat werd ingeschat dat de kans dat de populatie van deze soort cumulatieve effecten van impulsief geluid ondervindt groter is dan de kans dat dat bij zeehonden gebeurt. Bruinvissen reageren namelijk gevoeliger op geluid én hebben een grotere kans aan impulsief geluid te worden blootgesteld dan zeehonden. Op de locaties waar de activiteiten zijn gepland is de relatieve dichtheid van bruinvissen namelijk veel groter dan die van de twee, vooral in kustwateren voorkomende zeehondensoorten.

De motivatie om in het geval van bruinvissen te kiezen voor het Interim PCoD model is dat gegevens ontbreken over beweging en gedrag van individuen in de ruimte en tijd. Voor zeehonden zijn dergelijke data wel beschikbaar en zou de energetische consequentie van een interruptie in foerageermogelijkheden op basis van de locatie- en duikdata in principe kunnen worden berekend (e.g. New et al. 2014, Costa 2012). Een, op de berekening van cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehondenpopulaties toegespitst model waarin van deze gegevens gebruik is gemaakt, is echter niet op korte termijn beschikbaar. Voor zeehonden is daarom uitgegaan van de in 2013 ontwikkelde, op onderdelen iets aangepaste (zie Heinis & de Jong, 2015) en in eerdere effectbeschrijvingen gebruikte redeneerlijn voor het bepalen van effecten op populaties.

Effecten van aanleg op bruinvissen

Onlangs is door de Nederlandse overheid het 'Kader Ecologie en Cumulatie' gepubliceerd (KEC). Het bestaat uit een algemene Methodebeschrijving (deelrapport A) en drie Bijlagerapporten (Beschrijving en beoordeling van cumulatieve effecten bij uitvoering van de Routekaart Windenergie op Zee, Imares onderzoek Cumulatieve effecten Vogels en Vleermuizen, TNO/HWE-onderzoek Cumulatieve effecten zeezoogdieren). Het KEC reikt een methode aan om voor relevante soortgroepen de cumulatieve effecten van windenergie op zee te bepalen en te beoordelen. De effecten worden getoetst aan de biogeografische populatie, zodat een beeld wordt verkregen van het effect op de staat van instandhouding van de betreffende soorten. Eventueel te constateren significante gevolgen op populatieniveau van de Nederlandse Noordzee zijn naar rato om te slaan naar de betreffende Natura 2000-gebieden.

Uit onderzoek blijkt dat van de groep zeezoogdieren in de context van de zuidelijke Noordzee de bruinvispopulatie het meest gevoelig is voor verstoring door het aan windparken gerelateerde onderwatergeluid. Dit komt vooral doordat de dichtheid van deze soort op de locaties waar activiteiten zijn gepland ten opzichte van de andere relevante soorten (m.n. zeehonden) het hoogst zijn. Daarnaast reageren individuele bruinvissen gevoeliger op onderwatergeluid dan zeehonden. Om deze redenen wordt verondersteld dat wanneer de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de overige soorten zeezoogdieren en is de methode vooral gericht op het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie.

Voor het kunnen toetsen van de gevolgen van onderwatergeluid is met name de vraag relevant of hiermee de staat van instandhouding van bruinvissen in het geding komt. Recente berekeningen (Scheidat *et al*. 2013) laten zien dat volgens de methode van PBR de acceptabele grens voor het NCP ligt op 272 dieren/jaar voor alle activiteiten. Dit is echter de directe sterfte en hierin is geen rekening gehouden met het mogelijke effect van verminderde reproductie. Daarom wordt voor acceptabele grenzen aan effecten op zeezoogdieren vooral gekeken naar het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas). Het interim doel van ASCOBANS voor bruinvissen is om de populatie op minimaal 80% van de draagkracht te houden. Wat deze populatieomvang is, is niet nader gedefinieerd. Daarom wordt vooralsnog uitgegaan van de omvang van de huidige populatie, die op het Nederlandse deel van de Noordzee volgens Scheidat en gebaseerd op Geelhoed e.a. (2011 en 2014) in de periode 2010 t/m 2014 uit gemiddeld 51.000 dieren bestond.

Uitgangspunt bij de toetsing van de effecten op de bruinvispopulatie is dat met grote zekerheid (95%) moet kunnen worden vastgesteld dat de huidige bruinvispopulatie als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt. Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark niet meer dan **255** dieren mag bedragen (0,05x51.000/10). De totale reductie komt daarmee neer op 2.550 dieren, die als gevolg van de aanleg van het SER-akkoord (windenergie op zee) maximaal over een periode van 5 jaar mag optreden.

Berekeningen
In principe wordt er in het (interim)PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringsdag telt. Het aantal mogelijk verstoorde bruinvissen per dag wordt berekend door het berekende verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met een schatting van de dichtheid van de onverstoorde populatie rond het berekende verstoringsoppervlak. Voor de meest actuele dichtheidsschatting van bruinvissen is gebruik gemaakt van de door Geelhoed et al. (2011, 2014) gerapporteerde resultaten van vliegtuigtellingen. Het aantal beïnvloede bruinvissen is per paalpositie berekend door het gemiddelde oppervlak van het verstoorde gebied te vermenigvuldigen met de gemiddelde bruinvisdichtheid voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt. De gemiddelde oppervlakte bestaat uit het gemiddelde oppervlakte van het beïnvloed gebied bij twee windcondities.

Uit de berekeningen van HWE, gebaseerd op calculaties van TNO, blijkt dat als gevolg van de hogere gemiddelde dichtheid van bruinvissen in het voorjaar het aantal -door hei-geluid- verstoorde bruinvissen het grootst is (zie
Tabel 7.11 en
Tabel 7.12). Afhankelijk van de locatie waar wordt geheid, kunnen in het voorjaar respectievelijk 2.595 – 3.628 (alternatief 1) en 1.499 – 2.009 (alternatief 2) bruinvissen worden verstoord. In het najaar is de gemiddelde dichtheid van bruinvissen het laagst. Dan kunnen respectievelijk 880 – 1.230 (alternatief 1) of 508 - 681 (alternatief 2) bruinvissen worden verstoord.

PTS
Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend. Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale voorkomende waterdiepte van 23 m wordt geheid en dat deze diepte constant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2.7 kilometer. In het voorjaar, als de bruinvisdichtheid het hoogst is, gaat het gemiddeld genomen om 16 dieren. Als met een lagere hei-energie van 1000kJ wordt geheid, izjn de afstanden waarbinnen bruin vissen PTS kunnen oplopen veel kleiner; respectievelijk 0,7 kilometer bij gemiddelde wind en 1,1 kilometer onder windstille omstandigheden. Gemiddeld genomen bevinden zich in het voorjaar 3 bruinvissen

binnen deze contour. Uitgegaan kan worden van een kleinere PTS-afstand indien op ondieper water wordt geheid. Als een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 = 160dB re 1 µPa²s wordt toegepast, zal geen PTS voor bruinvissen optreden.

Populatie

In

Tabel 7.11 en

Tabel 7.12 zijn de resultaten van de berekeningen van de gevolgen van veranderingen in het gedrag door hei-geluid voor de omvang van de bruinvispopulatie voor alternatief 1 en 2 opgenomen. Het betreft schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van kavel I. In deze tabellen zijn weergegeven de effecten van heien op een paalpositie met de in het kavel aanwezige minimale waterdiepte en dicht bij de kust (positie 1 op ca. 20 meter) en een paalpositie met een maximale waterdiepte en verder van de kust (positie 2 ca. 23 meter).

Tabel 7.11 Gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 1 (63 funderingen met 1.000kJ hei-energie). Rode arcering: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren per park; groen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname.

Alternatief 1 (63 turbines)	**jan – mei**		**jun – aug**		**sep - dec**	
	Positie 1	**Positie 2**	**Positie 1**	**Positie 2**	**Positie 1**	**Positie 2**
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km²)	1.277	1.711	1.277	1.711	1.277	1.711
Bruinvissen binnen contour (n)	1.499	2.009	618	828	508	681
Dierverstoringsdagen	94.449	126.549	38.938	52.172	32.019	42.902
Populatiereductie NCP	1.042	1.396	429	575	353	473

Tabel 7.12 Gevolgen van heien voor de aanleg van alternatief 2 (38 funderingen met 3.000kJ hei-energie). Rode arcering: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren per park; groen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname.

Alternatief 2 (38 turbines)	**jan – mei**		**jun – aug**		**sep - dec**	
	Positie 1	**Positie 2**	**Positie 1**	**Positie 2**	**Positie 1**	**Positie 2**
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km²)	2.210	3.090	2.210	3.090	2.210	3.090
Bruinvissen binnen contour (n)	2.595	3.628	1.070	1.496	880	1.230
Dierverstoringsdagen	98.593	137.851	40.646	56.831	33.424	46.733
Populatiereductie NCP	1.087	1.520	448	627	369	515

De berekende reductie van de bruinvispopulatie op het NCP is het grootst als voor alternatief 2 in het voorjaar op paalpositie 2 wordt geheid; de reductie bedraagt dan 1.520 dieren. Voor alternatief 1 is dit 1.369 dieren. Dit komt overeen met een afname van de populatie op het NCP met 2,7% (alternatief 1) en 3,0% (alternatief 2). voor de totale Noordzeepopulatie is dit respectievelijk 0,6% (alternatief 1) en 0,7% (alternatief 2). De effecten op de bruinvispopulatie zijn voor alternatief 2 ongeveer 7% groter dan voor alternatief 1. Hieruit is af te leiden dat een 1,7-voudige toename van het aantal funderingen, en daarmee van het aantal

bruinverstoringsdagen, sterker doorwerkt dan een drievoudige toename van de hei-energie (effect op oppervlakte-verstoord gebied).

In het gedeelte van de Noordzee waar het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt is de heilocatie een minder belangrijke factor voor de omvang het uiteindelijke effect (bij windenergiegebied Borsele betrof dit een factor 2). Het effect op paalpositie 1 is ongeveer 1/3 groter dan paalpositie 2. Daarnaast is het seizoen waarin wordt geheid van belang: in het najaar is de populatiereductie het kleinst (op het NCP maximaal 353 dieren voor alternatief 1 en 369 dieren voor alternatief 2), omdat de bruinvisdichtheid dan relatief laag is; in het voorjaar zijn de maximale effecten ongeveer 3 maal zo groot.

Tenslotte is te zien dat de maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park in alle gevallen wordt overschreden.

Effecten van aanleg op zeehonden

Zeehonden reageren minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen (Heinis et al, 2015), waardoor de effecten op zeehonden van een geringe omvang zullen zijn dan op bruinvissen. Voor het schatten van het aantal, bij aanvang van de hei-activiteit verstoorde zeehonden op het NCP is de relatieve dichtheid volgens Brasseur et al. (2012) gebruikt. De resultaten van de berekening zijn opgenomen in tabel 7.11.

Uit de berekeningen van HWE, gebaseerd op calculaties van TNO, blijkt dat bij de constructie van kavel I bij gemiddelde windsnelheden voor zeehonden 31 – 590 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dit 31 – 1.109 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid.

Net als voor bruinvissen zijn voor zeehonden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor een situatie waarin zonder geluidsbeperkende maatregelen wordt geheid. De resultaten van de berekening van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid op zeehonden bij de constructie van kavel I van het Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in Tabel 7.11. Maximaal gaat het om 30 zeehonden die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om maximaal 0,4% (alternatief 2) of om 0,2% (alternatief 1) van de populatie die in de periodes dat wordt geheid in het door heigeluid beïnvloede gebied kan worden verstoord. Het aantal te heien funderingen in aanmerking genomen, is het effect van de constructie van alternatief 1 kleiner dan dat van dat van alternatief 2. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven, dat bij de constructie van alternatief 2, 17 – 29% groter is.

In tabel 7.11 is ook een bandbreedte gegeven van het totale aantal, mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van alternatief 1 en alternatief 2 zijn geheid. Voor de ondergrens is van volledige plaats trouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord (de resultaten voor de twee paalposities zijn daarbij gemiddeld). Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie

maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord.

Tabel 7.13 Gevolgen van heien t.b.v. de aanleg kavel I voor gewone zeehonden

	Alternatief 1 (63 turbines)		**Alternatief 2 (38 turbines)**	
	hei-energie 1.000 kJ		**hei-energie 3.000 kJ**	
	positie 1	**positie 2**	**positie 1**	**positie 2**
Zeehonden binnen contour (n)	13	12	30	23
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,2	0,1	0,4	0,3
Dierverstoringsdagen (n)	833	8.751	1.126	876
Totaal aantal zeehonden verstoord	13 – 792		26 – 1.001	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,2 – 10		0,3 – 13	

PTS

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van zeehonden is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend. Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied van het windenergiegebied Hollandse Kust voorkomende diepte van 23 m wordt geheid en dat deze diepte contant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Zeehonden reageren naar verwachting minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden (Heinis et al, 2015). Zij houden zich bovendien vooral dichtbij hun ligplaatsen in de Waddenzee en het Deltagebied op. Uit de berekeningen blijkt dat het gebied waarbinnen bij zeehonden de gehoordrempel permanent wordt verhoogd (PTS) door het heien voor de aanleg van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), zonder dat een geluidsnorm wordt toegepast, al verwaarloosbaar klein is (maximaal 0,5 km^2). Het is vrijwel uitgesloten dat zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden een zeehond binnen deze contour bevindt (berekend is maximaal 0,1 zeehond).

Populatie

Geconcludeerd kan worden dat kavel I relatief ver van de belangrijkste ligplaatsen van de zeehonden ligt, waardoor het aantal daar foeragerende zeehonden niet zo groot. Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden is daarom gering. Daarnaast is de omvang van het beïnvloede gebied gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van ‘verdichtingseffecten’. De minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust is dermate goot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd. Ook is het effect tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

Grijze zeehond

Voor grijze zeehonden konden geen aparte berekeningen worden gemaakt. De (groeiende) populatie grijze zeehonden in Nederland is echter kleiner dan die van gewone zeehonden (ca. 3.900 in 2013, Aarts et al. 2014). Wanneer uitgegaan wordt van een vergelijkbare ruimtelijke verspreiding als bij gewone zeehonden zullen 6 (alternatief 1) of 13 (alternatief 2) grijze zeehonden tijdens het heien worden verdreven. De verwachting is dat de werkelijke aantallen

nog lager zullen zijn, omdat buiten 20 km van de kust dichtheden grijze zeehonden zeer laag zijn (lager dan gewone zeehonden) (Aarts et al 2013).

Effecten van exploitatie

Draaiende windturbines

De laatste jaren is op grond van de resultaten van veldstudies rond operationele windparken duidelijk geworden dat het met draaiende windturbines gepaard gaande onderwatergeluid geen waarneembare invloed heeft op de aanwezigheid van mariene organismen, waaronder vissen en zeezoogdieren (zie o.a. Scheidat e.a., 2012; Brasseur e.a., 2012; Van Hal e.a., 2012; Teilmann e.a., 2006)[8]. Dit is geheel in lijn met de conclusies die in de passende beoordelingen van 2008 op grond van theoretische overwegingen zijn getrokken.

Onderwatergeluid als gevolg van vaartuigen

In de bedrijfsfase zal het windpark regelmatig worden bezocht door werkschepen die worden ingezet voor onderhoud- en reparatiewerkzaamheden. Deze schepen produceren onderwatergeluid dat door zeezoogdieren en vissen zal worden gehoord. Het is niet uit te sluiten dat zij tot op enkele honderden meters worden gemeden (m.n. door zeezoogdieren).

Effect van straling

Er zijn geen aanwijzingen dat zeehonden magnetische velden waarnemen (Tricas & Gill, 2011). Walvissen en dolfijnen, waar de bruinvissen toe behoren, gebruiken magnetisme om zich te oriënteren en te navigeren. Voor alle soorten walvissen en dolfijnen wordt verondersteld dat zij veranderingen in het magnetische veld vanaf 0.05 µT waarnemen (Kirschvink 1990). Veranderingen in het magnetische veld kunnen tot oriëntatie problemen leiden, waardoor migratie verstoord kan worden (Tricas & Gill, 2011).

Een recent overzicht gemaakt voor de Europese Commissie (Thomson 2015) geeft duidelijk aan dat er over het effect en de drempelwaarden van elektromagnetische velden eigenlijk alleen nog maar kennisleemtes bestaan. Daar het in dit geval een parkbekabeling betreft van maximaal 66kV, kan verondersteld worden dat het effect gering zal zijn, daar in het geval van een 22kV kabel sprake is van een maximale waarnemingsafstand van ca. 15 meter (Passende beoordeling transmissiesysteem op zee, Borssele, 2015).

De effecten van de exportkabel naar het elektriciteitsnet op land worden in een separaat MER beoordeeld, behorende bij het besluit Net op Zee voor de Hollandse Kust (zuid).

Effecten van verwijdering

Over de eventuele effecten tijdens de ontmantelingsfase zijn nog geen gegevens vanuit de praktijk voorhanden. Algemeen wordt aangenomen dat deze fase leidt tot dezelfde typen tijdelijke verstoring als tijdens de aanlegfase (scheepvaartverkeer en bodemberoering), met uitzondering van de effecten van heien. Verwijdering vindt mogelijk plaats door de monopalen op een diepte van circa 6 meter onder de zeebodem door te zagen en het gedemonteerde deel af te voeren. Het onderwatergeluid dat daarbij ontstaat zal naar verwachting niet de hoge

[8] Uit deze studies blijkt dat binnen korte tijd na het beëindigen van de aanlegwerkzaamheden weer zeezoogdieren in het windpark worden waargenomen. Een uitzondering hierop vormt het windpark Nysted waar de bruinvisactiviteit in het windpark 10 jaar na de aanleg nog steeds niet op het niveau van de 'baseline' is (Teilmann & Carstensen, 2012). De achterliggende oorzaken hiervoor zijn niet geheel duidelijk.

niveaus van het heien van de palen bereiken. Onbekend is welke niveaus wel aan de orde zullen zijn.

Naar verwachting komt tijdelijk een slibpluim en opgewerveld zand vrij dat een tijdelijk negatief effect kan hebben op de foerageermogelijkheden voor zeezoogdieren in de directe omgeving van de werkzaamheden. Afgezet tegen de omvang van het totale leefgebied van zeezoogdieren en gezien het tijdelijke karakter is dit een verwaarloosbaar klein effect.

7.5 Effectbeoordeling

7.5.1 Bodemdieren

Op basis van de bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op benthospopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In Tabel 7.14 wordt een samenvatting gegeven van de effectbeoordeling. Echter geen van de soorten die hier behandeld worden heeft instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden. Effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn daarmee uitgesloten. Effecten in het kader van de FF-wet worden weergegeven in bijlage 7.

Tabel 7.14 Effectbeoordeling van effecten van de twee windparkalternatieven in kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op bodemdieren.

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW	38 *10 MW
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0

Effecten van aanleg

Er zijn weinig onderbouwde meetreeksen waarbij effecten van de aanleg van een windpark op zee op het benthos is gekwantificeerd. Tijdens de constructiefase wordt een beperkt areaal zachte (zand)bodem vervangen door een harde bodemstructuur van de windturbinezuilen en beschermende bestorting. De bodemfauna die op deze locaties aanwezig is zal hierbij vernietigd worden. Het areaal aan bodem dat beïnvloed zal worden is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale bodemareaal in dit deel van de Noordzee. Daarnaast zijn de betreffende soorten relatief algemeen en hebben een hoge populatiegroei. Het vervangende harde substraat zal waarschijnlijk snel gekoloniseerd worden door een nieuwe bodemgemeenschap die gedeeltelijk uit dezelfde soorten bestaat die nu in het plangebied aanwezig zijn maar ook uit nieuwe soorten die typerend zijn voor hard substraat. De totale soortdiversiteit van het benthos zal hier waarschijnlijk door toenemen. De effecten van habitatverlies worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Negatieve effecten ten gevolgen van geluidseffecten van heiwerkzaamheden op benthos zijn tot op heden nooit aangetoond en niet aannemelijk.

Bodemberoerende activiteiten tijden de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Verschillende studies tonen echter aan dat typerende bodemfauna soorten

zoals de Amerikaanse zwaardschede relatief ongevoelig zijn voor deze verstoring. Schelpdieren in dit deel van de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt in de Noordzee (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). De effecten van vertroebeling worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) en zijn voor beide alternatieven gelijk.

De benthosmonitoringen in het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden bevestigen dat het effect van de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar is. Er zijn geen grote veranderingen aangetroffen tussen voor en na aanleg van OWEZ (Bergman *et al.,* 2012).

Effecten van exploitatie

Tijdens de operationele fase van het park zullen windturbine zuilen en beschermende bestortingen gekoloniseerd worden door een nieuwe bodemlevensgemeenschap. Deze nieuwe bodemgemeenschap zal voor een deel uit inheemse soorten bestaan. Sommige soorten komen nu al voor in het plangebied, ander soorten zijn typerend voor hard substraat.

Een ander deel van de nieuwe substraatgemeenschap zal echter uit exotische soorten bestaan. Exotische soorten kunnen inheemse soorten negatief beïnvloeden. Er zijn echter geen specifieke studies bekend die aantonen dat de vestiging van (nieuwe) exoten gefaciliteerd worden door een windpark. Over het algemeen is er sprake van verrijking van de lokale biodiversiteit van de bodemgemeenschap die positieve effecten heeft op andere delen van het ecosysteem (nieuw habitattype, voedsel etc.). Er wordt er vanuit gegaan dat er tijdens de operationele fase van het park geen negatieve effecten zullen optreden op het benthos. De effecten worden dan ook als licht positief beoordeeld (+/0).

Effecten van verwijdering

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal zich een biodiverse harde substraatgemeenschap op deze structuren hebben ontwikkeld. Deze gemeenschap zal grotendeel verloren gaan als de structuren worden verwijderd. Geluidseffecten en effecten van vertroebeling tijdens de verwijderingsfase zullen niet anders van aard zijn dan beschreven tijdens de constructiefase. De effecten van het verlies van het nieuw ontstane habitat worden als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: --) indien vergeleken wordt met de tijdens de exploitatiefase ontstane situatie. Refererend aan de nulsituatie worden de effecten als neutraal beoordeeld (0).

7.5.2 Vissen

Op basis van de bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op vispopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In Tabel 7.15 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling. Echter geen van de vissoorten die hier behandeld worden heeft instandhoudingsdoelstellingen in nabijgelegen Natura 2000-gebieden die in de invloedsfeer van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) liggen. Effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn daarmee uitgesloten. Effecten in het kader van de FF-wet worden weergegeven in bijlage 7.

Tabel 7.15 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windparkalternatieven in kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op vissen

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 *6 MW	38 * 10 MW
- geluidstrillingen door heien	0/-	0/-
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0

Effecten van aanleg

Effecten op vissen kunnen onderverdeeld worden in effecten van geluidstrillingen ten gevolge van heiwerkzaamheden, effecten ten gevolge van bodemberoerende werkzaamheden en effecten ten gevolge van verlies aan bodemareaal door het plaatsen van de windturbines en beschermende bestorting op de zeebodem.

Hoewel onderbouwde meetreeksen waarbij effecten op de visgemeenschap ten gevolge van de aanleg van een windpark op zee zeer schaars zijn, lijken de effecten op vis tijdens de constructiefase zeer beperkt te zijn. Experimentele studies naar geluidseffecten van heiwerkzaamheden op vissen en vislarven tonen geen duidelijke (blijvende) schade aan vissen aan, uitsluitend als het geluid op korte afstand plaatsvindt. Blijvende negatieve effecten van trillingen die tijdens heiwerkzaamheden worden geproduceerd op vis(populaties) in het plangebied zijn daarmee niet aannemelijk en de effecten worden dan ook als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Daar de effecten marginaal zijn is er geen onderscheid tussen de alternatieven, echter de effecten van alternatief 2 zullen nog minder zijn, omdat aantal turbines kleiner is en daarmee het beïnvloede oppervlak.

Bodemberoerende activiteiten tijden de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Er zijn echter geen studies die duidelijk aantonen dat een dergelijke vertroebeling een nadelig effect heeft op vissen die in het plangebied voorkomen. Vissen in de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt in de Noordzee (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). De effecten van vertroebeling worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Het plaatsen van de windturbines en het aanbrengen van bestorting gaat gepaard met het verlies aan de nu aanwezige (zand)bodemstructuur. De zachte bodemstructuur wordt hierbij vervangen door een harde bodemstructuur. Vissen met een mobiele levenswijze worden waarschijnlijk nauwelijks beïnvloed door deze verstoring. Het verlies aan bodemareaal is namelijk zeer klein ten opzichte van het totale aanwezig bodemareaal in dit deel van de Noordzee.

Vissen met een sterk bodemgebonden levenswijze hebben doorgaans een minder mobiele levenswijze en verschuilen zich in of tussen ruimtelijke structuren op de zeebodem. In het geval deze structuren aanwezig zijn op de locaties waar de windturbines en bestortingen worden geplaatst, kunnen de individuen geschaad of vernietigd worden. Het aandeel van de populatie van de relevante soorten dat op deze wijze beïnvloedt kan worden is echter zeer beperkt ten opzichte van de totale populatie in dit deel van de Noordzee. Daarnaast ontwikkelt het nieuwe (harde) substraat zich waarschijnlijk snel als geschikt habitattype voor vissen met een

bodemgebonden levenswijze en zal de populatie zich herstellen tot het oorspronkelijke niveau of zelfs toenemen ten opzichte van het oorspronkelijke niveau.

De demersale en pelagische vismonitoringen in het Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden bevestigen dat het effect van de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar is. Er zijn geen significante verschillen aantoonbaar tussen vispopulaties voor de aanleg en één en vijf jaar na de aanleg van OWEZ ((Hal *et al.*, 2012).

De effecten van habitatverlies worden als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Daar de effecten marginaal zijn is er geen onderscheid tussen de alternatieven, echter de effecten van alternatief 2 zullen nog minder zijn, omdat het totale oppervlak en het aantal turbines veel kleiner is. Daarnaast zal het marginaal negatieve effect van habitatverlies voor structuur-bewonende soorten op de bodem ruimschoots worden gecompenseerd tijdens de operationele fase.

Effecten van exploitatie

Tijdens de operationele fase zijn geen negatieve effecten op vissen te verwachten. Bodemberoerende visserij in het plangebied wordt uitgesloten, dit zal mogelijk een positief effect hebben op de vispopulatie in het gebied. De onderwaterstructuren van de windturbines en de bestorting hebben waarschijnlijk ook een positief effect op vissen (als schuil- en foerageerhabitat).

Effecten van verwijdering

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal dit harde substraat zich tijdens de operationele fase van het park als habitattype hebben ontwikkeld voor vissen. Soorten die het habitattype als schuilplaats en/of leefgebied gebruiken (soorten met een bodemgebonden levenswijze) kunnen hierbij direct geschaad en/of vernietigd worden. Daarnaast zullen andere vissoorten (met een pelagische levenswijze) die foerageren rondom de windturbines blootgesteld worden aan een lager voedselaanbod en verhoogde predatiedruk. Geluidseffecten en effecten van vertroebeling tijdens de verwijderingsfase zullen niet anders van aard zijn dan beschreven tijdens de constructiefase. De effecten van het verlies van het nieuw ontstane habitat worden als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: --) indien vergeleken wordt met de tijdens de exploitatiefase ontstane situatie. Refererend aan de nulsituatie worden de effecten als neutraal beoordeeld (0).

7.5.3 Zeezoogdieren

Effecten van aanleg

Tijdens de aanleg treden effecten op vanwege het onderwatergeluid dat ontstaat door hei-activiteiten voor zowel bruinvissen als zeehonden. Tijdens het heien kunnen meerdere dieren verstoord worden, door zich binnen de geluidscontour te bevinden waarbinnen een verandering van het gedrag optreedt. Het aantal dieren dat gehinderd wordt is afhankelijk van de omvang van de contour en de dichtheid van de diersoort ter plaatse. Vervolgens is de duur van verstoring van belang voor het uiteindelijke effect. Naast verstoring kunnen ook fysiologische effecten op het gehoor optreden. Beide effecten kunnen vervolgens weer invloed hebben op de populatie van de diersoort, op zowel het niveau van de Noordzee als het Nederlands continentaal plat.

Voor wat betreft bruinvissen is er sprake van een negatieve score (-) voor beide alternatieven ten aanzien van het verstoord oppervlak. Wat betreft het aantal verstoorde dieren scoort alternatief 1 gunstiger (-) dan alternatief 2 (--). Ten aanzien van de dierverstoringsdagen en de populatiereductie op de Noordzee worden beide alternatieven als zeer negatief beoordeeld (--). De verschillen tussen de alternatieven zijn wat betreft dit aspect marginaal (ca.7%).

Voor wat betreft zeehonden scoren beide alternatieven licht negatief (0/-) ten aanzien van het verstoord oppervlak. Ten aanzien van het aantal verstoorde zeehonden scoren beide alternatieven negatief (-). Het effect op het Nederlandse populatieniveau is in beide alternatieven als negatief beoordeeld (-), aangezien de bandbreedte van het percentage beïnvloede zeehonden van de Nederlandse populatie van 0,2% tot 13% (alternatief 2) dan wel van 0,3% tot 10% (alternatief 1) reikt. Voor wat betreft het aantal dierverstoringsdagen scoort alternatief 1 licht negatief (0/-) en alternatief 2 negatief (-).De effecten op het gehoor en de doorwerking hiervan op de populatie van de Noordzee zijn voor beide alternatieven marginaal en worden daarom als neutraal beoordeeld.

Uitgaande van de worst-case benadering, wordt de beoordeling van de effecten voor de aanleg van het windpark, daar waar deze verschillend is tussen zeehonden en bruinvissen, de meest negatieve score voor de criteria van ‘zeezoogdieren’ gehanteerd.

Effecten van exploitatie

Voor zowel alternatief 1 als 2 zijn de effecten van onderwatergeluid van de draaiende windturbines gering en betekenen geen wezenlijk verlies aan foerageergebied (score neutraal (0)).

Gelet op het incidentele karakter van de inzet van schepen voor onderhoud aan het windpark, in vergelijking met de vele andere schepen die zich in dit drukbevaren deel van de Noordzee bevinden, worden de effecten (voor beide alternatieven) van het onderwatergeluid als gevolg van de aanwezigheid van werkschepen in het windpark op zeezoogdieren als verwaarloosbaar ingeschat en scoort neutraal (0).

Effecten van verwijdering

Voor wat betreft verwijdering wordt een beperkt negatief effect verwacht (score 0/-) vanwege het optreden van onderwatergeluid tijdens verwijdering van de fundaties van de windturbines.

De toetsing aan de Flora- en faunawet (Ffwet) en de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) gebeurt in respectievelijk bijlage 7 en in bijlage 8 (Passende Beoordeling).

Tabel 7.16 Effectbeoordeling onderwaterleven

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden/biomassa Bijzondere soorten	*Bodemdieren* Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies *Vissen*	 0/- 0	 0/- 0

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
	Geluid/trillingen	0/-	0/-
	Bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
	Habitatverlies	0	0
Zeezoogdieren			
Aanleg	Verstoord oppervlak (km^2)	-	-
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Aantal verstoorde dieren	-	--
	Dierverstoringsdagen	--	--
	Aantal aangetaste dieren	--	--
	Populatie-effecten (Noordzee)	--	--
Fysieke aantasting			
Gebruik			
Verstoring door geluid en trillingen turbines	Verstoord oppervlak (km^2)	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud)	Verstoord oppervlak (km^2)	0	0
	Aantal verstoorde dieren	0	0
Verwijdering			
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km^2)	0/-	0/-
	Aantal verstoorde dieren	0/-	0/-

7.6 Cumulatieve effecten

7.6.1 Bodemdieren en vissen

Algemeen

De effecten op benthos en vissen zijn over algemeen zodanig klein dat er weinig verschil is in overall effecten van de verschillende alternatieven en/of windparken. Het totale areaal aan bodemoppervlak dat beïnvloed wordt is verwaarloosbaar ten opzichte van het totale beschikbare bodemareaal in het betreffende deel van de Noordzee. Daarnaast komen in dit deel van de Noordzee geen soorten benthos of vissen voor met een zeer beperkte verspreiding of kleine populatieomvang waardoor verlies aan individuen of leefgebied een significante invloed op de totale populatie kan hebben.

De komst van windturbines zal waarschijnlijk in een positief effect op de biodiversiteit van de benthos- en visgemeenschap resulteren omdat nieuwe (hard substraat) habitattypes worden aangebracht.

Een belangrijke opmerking bij deze conclusie is het feit dat er weinig praktijkstudies zijn die mogelijke effecten gekwantificeerd hebben. Uitgaande van de vis- en benthosmonitoringen van

het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden lijkt de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar op de benthos- en visgemeenschap (Bergman *et al.,* 2012; Hal *et al.*, 2012). Cumulatieve effecten ten gevolgen van meerdere windparken en/of een hoger aantal turbines zullen hierin niet wezenlijk van verschillen.

Faciliteren vestiging exoten

Een uitzondering vormen de mogelijke effecten van de komst van windturbines op zee op de vestiging van exoten. Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak ten gevolge van turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie faciliteren/versnellen van dit deel van de Noordzee door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten. De windparken kunnen hierbij fungeren als 'stepping stone' terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transport vector. Meer windparken en/of een hoger aantal turbines per windpark vergroot de kans op vestiging van nieuwe exoten geassocieerd met hard substraat. De vestiging van nieuwe exotische soorten kan mogelijk leiden tot economische en ecologische schade (bijv. Japanse oester). In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt in windparken is tot op heden nooit onderzocht.

7.6.2 Zeezoogdieren

Afbakening

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van (de constructie van) windparken op zee. Dit betekent dat mogelijke effecten van andere continu geluid (waaronder scheepsgeluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, explosies en seismische surveys voor olie en gas) buiten beschouwing zijn gebleven.

Cumulatieve effecten in één jaar (kavel I en II)

Voor het verkrijgen van een indruk van de cumulatieve effecten van de constructie van de in kavel I en II gelegen delen van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de zeezoogdieren van het NCP met andere initiatieven zijn de volgende scenario's beschouwd:

- Hollandse Kust (zuid): 2 parken in de periode januari – mei, geen overlap in verstoringscontouren (dat betekent 1 paal per 24 uur, dus om en om).
- Hollandse Kust (zuid): 1 park in de periode januari – mei, 1 in de periode september – december (verschillende volgorde)
- Hollandse Kust (zuid): 2 parken in de periode september-december.

Voor de cumulatie met andere initiatieven is er van uit gegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat (BCP) zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor in het voorjaar zullen plaatsvinden (worst-case). Er is daarbij gekozen voor het Windpark Mermaid[9].

In de berekeningen van cumulatieve effecten is er worst-case van uitgegaan dat er per etmaal slechts één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoringsoppervlakten (waardoor het totale aantal dierverstoringsdagen afneemt). Feitelijk is

[9] Er is voor dit park gekozen omdat de effecten van de constructie daarvan op de bruinvispopulatie naar verwachting het grootst zullen zijn. Dit heeft met de gemiddelde waterdiepte op de planlocatie te maken die van alle geplande parken op het BCP het grootst is. Het betreft dus een worst case.

dit een onrealistische situatie, gelijktijdige aanleg van kavel I en II volgens alternatief 2 samen met Mermaid in 1 seizoen past bijvoorbeeld niet (betreft een totaal van 5,5 maanden, ervan uitgaande dat er nooit op dezelfde dag wordt geheid). Als de twee Hollandse Kust (zuid) windparken in hetzelfde seizoen precies gelijktijdig zouden worden aangelegd en op één dag dus 2 funderingen zouden worden geheid, ontstaat volledige overlap van het verstoorde oppervlak, aangezien elke contour een dag 'blijft staan'. In dat geval neemt het totale aantal diersverstoringsdagen met ongeveer een kwart af.

Effecten op bruinvis

De resultaten van de berekening van de effecten van heigeluid op bruinvissen door het in één jaar aanleggen van 2 kavels van het windpark Hollandse Kust (zuid) in twee alternatieve opstellingen en het windpark Mermaid in België (basisscenario) zijn opgenomen in Tabel 7.17 en Tabel 7.18. Uit de resultaten blijkt dat het niet mogelijk is in één jaar drie windparken op of grenzend aan het NCP aan te leggen zonder dat de norm van de jaarlijks maximaal toelaatbare populatiereductie van 510 dieren wordt overschreden.

Tabel 7.17 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Hollandse Kust (zuid) windparken (alternatief 1) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

	jan-mei	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings–dagen	Populatiereductie (5e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
Hollandse Kust (zuid)	I, II		126	223.069	2.460	4,8
	I	II	126	148.662	1.640	3,2
	II	I	126	150.031	1.655	3,2
		I, II	126	75.623	834	1,6
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			minimaal	129.842	1.432	2,8
			maximaal	277.288	3.058	6,0

Tabel 7.18 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 Hollandse Kust (zuid) windparken (alternatief 2) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

	jan-mei	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings–dagen	Populatiereductie (5e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
Hollandse Kust (zuid)	I, II		76	237.737	2.621	5,1
	I	II	76	158.739	1.751	3,4
	II	I	76	159.594	1.760	3,5
		I, II	76	80.596	889	1,7
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2

Totaal NCP			minimaal	134.814	1.487	2,9
			maximaal	291.956	3.219	6,3

Effecten op zeehonden

Voor zeehonden zijn geen gegevens van verstoringscontouren voor het Belgische windpark Mermaid beschikbaar. Er is daarom uitgegaan van de resultaten van berekeningen die door TNO voor het aan Mermaid grenzende kavel IV van het windenergiegebied Borssele zijn uitgevoerd. Daarbij zijn de gegevens van de twee onderzochte paalposities gemiddeld en is ook voor de twee onderzochte hei-energieën gemiddeld. Voor de bruinvis-berekeningen is voor Mermaid namelijk uitgegaan van een hei-energie 2.000 kJ. De resultaten van de berekeningen staan in

Tabel 7.19. Naar analogie van de berekeningen voor de afzonderlijke kavels is ook een bandbreedte gegeven van het aantal mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van de kavels I en II (beide alternatieven) en Mermaid zijn geheid (weergegeven als percentage van de Nederlandse populatie). Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord. Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord. De effecten op grijze zeehonden zijn naar verwachting kleiner, omdat de populatie veel kleiner is (en de totale aantallen op het NCP veel lager).

Tabel 7.19 Cumulatieve effecten van heigeluid op zeehonden op het NCP door aanleg van 2 Hollandse Kust (zuid) windparken en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

		Impulsdagen	Verstoorde dieren per geheide fundering	Dierverstorings dagen	% NCP
Hollandse Kust (zuid) I en II	alternatief 1	76	24	1.820	0,6 – 23
	alternatief 2	126	12	1.496	0,3 – 19
Mermaid		38	< 1	30	0,01 – 0,04
cumulatief minimaal					0,2 – 0,6
cumulatief maximaal					19 – 23

Uit het overzicht in

Tabel 7.19 blijkt dat de bijdrage van de aanleg van het Belgische Mermaid aan het totale cumulatieve effect zeer gering is. Dit is het gevolg van de zeer lage dichtheid van zeehonden in het bij de constructie van dit park door onderwatergeluid verstoorde gebied.

Cumulatieve effecten na 6 jaar constructie van windparken

Voor de berekening van de cumulatieve effecten van de realisatie van de windparken uit het SER-akkoord op bruinvissen is ervan uitgegaan dat er gedurende 5 opeenvolgende jaren steeds 2 parken per jaar worden gebouwd. Elk van deze parken bestaat uit 58 turbines van 6 MW die met een energie van 2.000 kJ worden geheid.

Onderstaande Tabel 7.20 bevat de resultaten van de Interim PCoD berekeningen voor de volgende scenario's:

1. 2 parken per jaar in voorjaar zonder geluidsnorm (= ~ 174 dB op 750 m),
2. 2 parken per jaar in voorjaar met geluidsnorm; 2a: 160 dB, 2b: 165 dB, 2c: 168 dB,
3. 2 parken per jaar, 1 in voorjaar en 1 in najaar zonder geluidsnorm,
4. 2 parken per jaar in het najaar zonder geluidsnorm.

Tabel 7.20 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee. Oranje: beperkte overschrijding van de maximaal toelaatbare afname bij uitvoer van het SER-akkoord (= 2.550 dieren).

			Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar			
Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringsdagen	Mediaan (50^e percentiel)	5^e percentiel	10^e percentiel	90^e percentiel
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
2a	580	203.668	4	2.645	1.000	-15
2b	580	419.877	54	5.263	3.300	-11
2c	580	633.702	516	7.229	5.854	-10
3	580	1.572.572	5.274	16.303	13.361	4
4	580	802.261	1.422	8.960	7.025	-6

*Voor alle scenario's uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van SEL_1 = 136 dB re 1 μPa^2s is uitgegaan (i.p.v. de voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) gehanteerde SEL_1 = 140 dB re 1 μPa^2s).

Uit de tabel is af te leiden dat bij volledige uitvoering van het SER-akkoord volgens de onderzochte scenario's significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP niet zijn uit sluiten, zelfs niet als een zeer strenge geluidsnorm wordt toegepast. Hierbij dient te worden aangetekend dat in bovenstaande tabel gepresenteerde resultaten is uitgegaan van een lagere drempelwaarde voor verstoring dan bij de effectbeschrijving van kavel I.

Cumulatieve effecten op de totale Noordzee

Ook is doorgerekend wat het effect op de totale bruinvispopulatie van de Noordzee (227.298 dieren) zou zijn van een scenario waarin zowel de bouw van windparken in Nederland, Duitsland, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk zich gelijktijdig voordoen. Voor Nederland is daarbij uitgegaan van de bouw van twee parken in het voorjaar. De resultaten van deze berekening staan in Tabel 7.21. Ter vergelijking is ook het Nederlandse scenario (scenario 11 in de tabel) opgenomen waarin twee windparken tijdens het voorjaar worden aangelegd, zonder overlap van de verstoringscontouren.

Tabel 7.21 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee.

			Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar

Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringsdagen	Mediaan (50e percentiel)	5e percentiel	10e percentiel	90e percentiel
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
11	3.709	16.439.945	45.633	99.794	88.388	17.377

*Voor alle scenario's uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van SEL1 = 136 dB re 1 µPa2s is uitgegaan (i.p.v. de voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) gehanteerde SEL1 = 140 dB re 1 µPa2s).

De resultaten van de berekeningen leiden tot de conclusie dat zonder mitigatie significante effecten op de bruinvispopulatie niet zijn uit te sluiten. Na de aanleg van alle – in het TNO scenario opgenomen – parken kan de populatiereductie op Noordzeeniveau 40% bedragen. De bijdrage van de Nederlandse parken aan het totale effect is ongeveer 20%. Dit betreft de situatie waarin geen mitigerende maatregelen worden toegepast.

7.7 Mitigerende maatregelen

7.7.1 Bodemdieren en vissen

De negatieve effecten van ruimtebeslag op bodemdieren en vissen kunnen worden beperkt door te kiezen voor een fundering met beperktere omvang. Hiermee zullen echter ook de positieve effecten kleiner worden. De negatieve effecten van geluid/trillingen op vissen kunnen worden beperkt door de hoeveelheid heigeluid waaraan de dieren worden blootgesteld te beperken. De berekeningen hebben laten zien dat vissen veel minder gevoelig op onderwatergeluid reageren dan zeezoogdieren. Dit betekent dat als mitigerende maatregelen worden genomen ter voorkoming van negatieve effecten op zeezoogdieren (met name bruinvis) er geen negatieve effecten op vissen meer zijn te verwachten.

7.7.2 Zeezoogdieren

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permanent threshold shift*) worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', en 'soft start' procedures.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

1. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of
2. De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren

<u>Ad 1. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door:</u>

- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen (in Hollandse Kust (zuid) is er echter weinig variatie in waterdiepte);
- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstilte; het verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;
- De propagatie van heigeluid te beperken door het toepassen van geluiddemping. In tabel 7.20 worden de tot op heden bekende mogelijkheden schematisch weergegeven. Tevens wordt aangegeven welke ontwikkelingsstatus deze mogelijkheden hebben, aangezien niet alle maatregelen reeds commercieel toepasbaar zijn.

Tabel 7.20 geluidsreducerende maatregelen voor de effecten van heien bron BfN, 2013) .

	Mitigerende maatregel	**Geluidsreductie**	**Ontwikkelings–status***
Bellengordijn	Groot bellenscherm (big bubble curtain)	FINO 3: 12 dB (SEL), 14 dB (peak) (GRIEßMANN et al. 2010), OWF Borkum West II: 11-15 dB (SEL), 8-13 dB (peak) (BELLMANN 2012) • Double big bubble curtain (twee halve cirkels): 17 dB (SEL), 21 dB (peak) (HEPPER 2012)	Bewezen techniek, ruimte voor optimalisatie. De Duitse norm (160 dB op 750m) kan met deze maatregelen worden gehaald (onder bepaalde voorwaarden).
	Klein bellenscherm (little bubble curtain) in verschillende variaties	Layered ring system (OWF alpha ventus): 12 dB (SEL), 14 dB (peak) (GRIEßMANN 2009); OWF Baltic II: 15 dB (SEL) (SCHULTZ-VON GLAHN 2011) resp. 11-13 dB (SEL) (ZERBST & RUSTEMEIER 2011) Confined little bubble curtain (ESRa): 4-5 dB (SEL) (Wilke et al. 2012) Little bubble curtain with vertical hoses (SBC): 14 dB (SEL), 20 dB (peak) (STEINHAGEN 2012)	Pilot-fase met full-scale test is doorlopen.
Behuizingen ter isolatie	IHC Noise Mitigation System	ESRa project: 5-8 dB (SEL) (WILKE et al. 2012) 2) FLOW-project: OWF Nordsee Ost: 9 dB (SEL), Ijmuiden: 11 dB (SEL) OWF Riffgat: 17 dB (SEL) (GERKE & BELLMANN 2012)	Pilot-fase is afgerond. Eerste toepassing bij OWF RIffgat. 160dB norm kan gehaald worden met kleine, dan wel gemiddelde monopiles in ondiepe wateren.
	BEKA-Shells	ESRa project: 6-8 dB (SEL) (Wilke et al. 2012)	Pilot-fase afgerond
Coffer dam (vaste	Cofferdam (droogwerken)	Aarhus Bight: 23 dB (SEL), 17 dB (peak) (THOMSEN 2012)	Pilot-fase afgerond. Eerste toepassing in commercieel project is gepland.

	Paal-in-pijp (Pile-in-Pipe) heien	Model: 27 dB (SEL) (FRÜHLING et al. 2011)	Betreft een gevalideerd concept
Overige maatregelen	Hydrogeluidsdempers (Hydro Sound Dampers (HSD) / 'encapsulated bubbles'	ESRa project: 4-14 dB (SEL) (WILKE et al. 2012) Feasibility study US: in singular third octave bands up to 18 dB (LEE et al. 2012)	Bevindt zich in de pilot-fase. Wordt toegepast bij project OWF London Array.
	Verlengen van de pulse	Model: 4 dB (SEL), 9 dB (peak) (ELMER et al. 2007a) Schall 3: Model of MENCK test pile: 5 dB (SEL), 7 dB (peak). Model of FINO 3 pile: 11 dB (SEL), 13 dB (peak) (NEUBER & UHL 2012) Measurement of coiled steel cable as piling cushion: up to 7 dB (SEL) 4) (ELMER et al. 2007a) Measurement of piling cushions from Micarta: 7- 8 dB , Nylon 4-5 dB 5) (LAUGHLIN 2006)	160 dB norm kan behaald worden met zeer kleine monopiles. Wordt meestal toegepast ter bescherming van het materiaal. Bevindt zich in de experimentele fase voor grotere monopiles (modelberekeningen en simulaties).

* i.r.t. toepassing op de (weers)omstandigheden van de Noordzee en waterdieptes van circa 40 meter.

Ad 2. Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering

Verschillende overwegingen zijn door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een, op het windenergiegebied Borssele toegesneden normenstelsel dat grenzen stelt aan de geluidsproductie bij de constructie van windparken op zee. Er is daarbij rekening gehouden met seizoensverschillen en aantal turbines met kavel, twee factoren die sterk doorwerken in het uiteindelijke effect op de (bruinvis)populatie. Voor de kavels binnen windenergiegebied Borssele is door middel van locatie-specifieke onderwatergeluidmodellering bepaald bij welke geluidsnorm, afhankelijk van het aantal palen en seizoensafhankelijke bruinvisdichtheden, de effecten nog acceptabel zijn (d.w.z. de reductie van 255 dieren per jaar per kavel niet overstijgen). Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Borssele vast te stellen. Dit betekent dat geen rekening wordt gehouden met gedetailleerde locatiespecifieke verschillen tussen de kavels. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase

in de opstartperiode. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode[10].

Voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn op vergelijkbare wijze als voor windenergiegebied Borssele gedifferentieerde normen afgeleid. De geluidsnormen voor dit gebied liggen iets hoger dan de eerder vastgestelde normen voor het windenergiegebied Borssele. Dit is een gevolg van het feit dat de gemiddelde waterdiepte in het plangebied voor Hollandse Kust (zuid) lager is. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

Tabel 7.22 Normstelling voor windparken windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Hollandse Kust (zuid)	**Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa²s op 750 m)***		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	172	175

* De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

Gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP

Tabel 7.23 bevat voor de twee onderzochte alternatieven de resultaten van de berekening van effecten op bruinvissen als ervan wordt uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid. Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie tabel 7.20). Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm bij verschillende opstellingen zou betekenen voor de oppervlakte verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. Het betreft *worst case* schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van Kavel II, omdat het om de paalpositie met de in het kavel aanwezige maximale waterdiepte gaat (ca. 23 meter). In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van kavel I niet groter zal worden dan 215 dieren (constructie van alternatief 1 in de periode september - december). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park zal door de aanleg van kavel I voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

[10] Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger kunnen maken, is een veiligheidsmarge van 1 dB ingebouwd. Dit betekent dat geluidsnorm 1 dB lager is dan nodig om met een zekerheid van 95% een afname van 255 dieren te voorkomen (zie § 2.3). Een kleine overschrijding van de norm door onvoorziene omstandigheden noodzaakt dan nog niet tot aanvullende maatregelen of het stilleggen van de bouw van een park.

Tabel 7.23 Effecten van heien voor aanleggen van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (alternatief 1: 63 funderingen, alternatief 2: 38 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (63 turbines)			alternatief 2 (38 turbines)		
	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	163	15.162	167	167	17.443	192
jun - aug	169	16.069	177	173	17.675	195
sep – dec	171	18.053	199	175	19.525	215

Uit de berekeningen voor een uniforme waterdiepte van 23 meter blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie van 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,7 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,1 km onder windstille omstandigheden. Er kan van uitgegaan worden dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel I (23 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m maximaal 176 dB re 1 μPa^2s. Deze waarde ligt nog 4 tot 5 dB boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 175 dB re 1 μPa^2s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van ‘Acoustisc Deterrent Devices’ kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

Gevolgen voor Nederlandse zeehondenpopulatie

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van kavel I op zeehonden blijkt dat deze, ook zonder toepassen van een geluidsnorm zeer gering zijn. Als een geluidsnorm wel wordt toegepast, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten

worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied kleiner zijn dan waarvan is uitgegaan. Hierdoor zullen de effecten nog lager uitvallen dan reeds is beschreven. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, waarvan de kans al verwaarloosbaar is zonder dat geluidsbeperkende maatregelen worden genomen.

Tabel 7.24 Aantal zeehonden binnen verstoringscontour bij aanvang van het heien van een fundering zonder en met opleggen van gedifferentieerde geluidsnormen voor mitigatie van effecten op bruinvissen. Deze aantallen zijn representatief voor de situatie waarbij wordt uitgegaan van volledige plaatstrouw.

	Zonder geluidsnorm	Met geluidsnorm		
		Jan-mei	Jun-aug	Sep-dec
Alternatief 1	12 -13	1	3 – 4	5
Alternatief 2	23 -30	2 – 3	7 – 9	9 – 12

7.8 Leemten in kennis

7.8.1 Vissen

Voor vissen is al het nodige onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op het gehoor, gevoelige weefsels en overleving. Hieruit blijkt dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en dat (pelagische) soorten met een zwemblaas gevoeliger zijn dan andere soorten die geen zwemblaas hebben (i.h.a. aan de bodem gebonden soorten). De laatste jaren is uit onderzoek voor verschillende levensstadia en typen vissoorten (zonder zwemblaas of met open dan wel gesloten zwemblaas) veel inzicht gekregen in niveaus van impulsgeluid waarbij effecten op het gehoord, de fysiologie en de overleving optreden. Op dit gebied zijn er geen wezenlijke kennisleemten meer. Wat betreft het gedrag van vissen bestaan nog wel onzekerheden. Zo is niet bekend of vissen actief van een sterke geluidsbron wegzwemmen. Onder experimentele omstandigheden is waargenomen dat vissen bij blootstelling aan impulsgeluid een schrikreactie kunnen vertonen (Seamarco, 2015). Bij de geteste geluidsniveaus (tot SEL_1 = 158 dB re 1 μPa^2s trad echter in alle gevallen snel gewenning op en was een duidelijke, gerichte gedragsreactie niet aantoonbaar.

Er is een algemeen beeld over het voorkomen van vissen op het NCP. Gezien het beperkte effect op vispopulaties is nader inzicht in het voorkomen van vissen op het NCP geen prioriteit.

Specifieke kennisleemten met betrekking tot windparken bestaan vooral ten aanzien van soort en omvang van veranderingen van de visfauna op de langere termijn als gevolg van het instellen van beperkingen voor de visserij en het aanbrengen van harde structuren.

7.8.2 Zeezoogdieren

De belangrijkste leemten in kennis met gevolgen voor de omvang van de berekende effecten hebben betrekking op de schatting van effecten op de bruinvispopulatie. Het gaat dan om leemten in kennis op het gebied van het kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen, maar ook om de doorvertaling hiervan naar *vital rates*. Daarnaast zijn ook de effecten van elektromagnetische velden op zeezoogdieren onduidelijk.

Effecten van straling

Het recente overzicht van Thomson (2015) gemaakt voor de Europese Commissie, geeft duidelijk aan dat er over het effect en de drempelwaarden van elektromagnetische velden eigenlijk alleen nog maar kennisleemtes bestaan. Onderzoek naar de effecten en drempelwaarden voor reactie wordt geadviseerd.

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen

Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door het geschatte verstoringsoppervlak (oppervlakte binnen contour waar in met AQUARIUS gegenereerde geluidskaarten de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden) te vermenigvuldigen met de geschatte (niet door onderwatergeluid verstoorde) dierdichtheid in dat gebied voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt.

- Het totale aantal dierverstoringsdagen is berekend door het aantal, op een dag mogelijk verstoorde dieren te vermenigvuldigen met de duur van de verstoring. Uit de tot nu toe beschikbare informatie over de duur van de verstoring is nog geen eenduidig beeld naar voren gekomen. De modeluitkomsten blijken echter relatief gevoelig te zijn voor keuzes die hierin worden gemaakt (8, 24 en 48 uur).
- Voor bruinvissen geldt dat de beschikbare dichtheidsschattingen een grote onzekerheid kennen (95% betrouwbaarheidsinterval rond de hier gebruikte gemiddelde schattingen ligt tussen ongeveer -50% en +100% [Geelhoed et al, 2011]). Ook is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sexe- en leeftijd-specifieke variatie hierin. Hoewel in Deense wateren (zender)onderzoek loopt, waardoor voor individuele dieren vooral voor de regio van Kattegat/Skagerrak meer informatie beschikbaar is (e.g. [Sveegaard, 2011]), zal deze leemte voor de Noordzee niet op korte termijn worden opgevuld. Hierdoor blijft het lastig een nauwkeuriger schatting te maken van het aantal dieren dat in verschillende tijden van het jaar wordt beïnvloed.
- Voor het NCP is door IMARES op basis van telemetriegegevens een kaart met de ruimtelijke variatie in de relatieve dichtheid van gewone zeehonden gemaakt [Brasseur et al, 2012]. Voor grijze zeehonden is een dergelijke kaart ook gemaakt [Brasseur et al. 2010], maar deze is op gegevens van een beperkt aantal dieren gebaseerd en daarom minder betrouwbaar. In de laatste jaren zijn veel nieuwe zendergegevens, zowel voor gewone als grijze zeehond beschikbaar gekomen. Ook is de kwaliteit van de gegevens doordat GPS-zenders zijn gebruikt sterk verbeterd. Ontwikkeling van kaarten waarin deze nieuwe gegevens zijn verwerkt, indien mogelijk voor verschillende seizoenen, zou het mogelijk maken een betere schatting van het aantal door geluid verstoorde gewone en grijze zeehonden te maken.

Doorvertalen van dierverstoring naar vital rates

Bij het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie liggen de belangrijkste leemten in kennis op het gebied van de doorvertaling van geluidverstoring van individuele dieren naar effecten op de gezondheid/conditie van dat dier en wat de gevolgen daarvan kunnen zijn op overlevingskans en voortplantingssucces. Deze kennisleemte is in het Interim PCoD model ingevuld door gebruik te maken van schattingen van deskundigen voor de relatie tussen verstoring en *vital rate*' in een formeel *expert elicitation*' proces. Hoewel het Interim PCoD model op dit moment in feite het enige operationele instrument is om populatie-effecten te kunnen bepalen, zijn er nog veel kanttekeningen bij te zetten. Een deel van de bedenkingen zou kunnen worden weggenomen als meer kwantitatieve informatie beschikbaar zou komen

over de relatie tussen verstoring en de gezondheid/conditie van individuele dieren (van verschillende leeftijd). Daarmee wordt het mogelijk een ‘full PCoD model’ toe te passen (zie Figuur 2-7 in Heinis & de Jong, 2015).

Door de leden van de Werkgroep Onderwatergeluid is met betrekking tot deze stap in de effectberekeningen voor bruinvissen een groot aantal kennisleemten benoemd. De volgende aspecten kwamen daarbij naar voren:

- Invloed van verstoring op voedselopname en energieverbruik (‘time-budget’ analyse): Dit aspect is, meer dan voor andere zeezoogdieren van belang voor bruinvissen, omdat zij relatief klein zijn en regelmatig moeten eten om op gewicht te blijven. Zij zijn daarom relatief gevoelig voor verstoring, omdat dat gevolgen kan hebben voor hun voedselopname. Het gaat om vragen als: bij welke mate van verstoring verbruikt een verstoord dier meer energie dan een niet verstoord dier, bij welke mate van verstoring stopt een dier met foerageren, treedt gewenning op, hoe lang kan een dier zonder eten, onder welke omstandigheden (w.o. duur van vasten, voedselbeschikbaarheid) kan een (tijdelijk) tekort zonder substantiële invloed op de overlevingskans worden aangevuld en hoe hangt dat samen met de periode van het jaar?
- Habitatgeschiktheid: voor bruinvissen is nog niet goed bekend of en zo ja, waarom de gebieden waar (bij momentopnamen) de grootste dichtheid wordt gezien ook de meest geschikte gebieden zijn. Hebben bruinvissen die uit een dergelijk geschikt gebied worden verdreven ook werkelijk minder kans te overleven (zie voorgaand punt)? Hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?
- Zogende moeder-jong combinaties: gevoeligheid van combinaties van moeders met nog niet gespeende jongen voor verstoring in vergelijking met solitaire dieren, kan maskering van communicatie door heigeluid daarbij een rol spelen?

Voor de gewone en de grijze zeehond zijn veel meer gegevens beschikbaar dan voor de bruinvis. Het betreft zowel populatieschattingen als kennis over beweging van individuele dieren. In combinatie met experimenteel bepaalde gegevens over de ‘energetische ‘kosten’ van gedragsverandering (zie bijvoorbeeld [Rosen et al, 2007], [Sparling & Fedak, 2004], [Sparling et al, 2007]) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd ‘*agent based*’ model (zie bijvoorbeeld [Nabe-Nielsen et al, 2014]) te combineren met een Dynamisch Energie Budget.

8 SCHEEPVAARTVEILIGHEID

8.1 Inleiding

Een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan effect hebben op de scheepvaartveiligheid doordat schepen in aanvaring kunnen komen met windturbines en doordat de aanwezigheid van een windpark kan leiden tot een verhoogde kans op aanvaring tussen schepen. Ook is het denkbaar dat falen van een windturbine effect kan veroorzaken op schepen. Effecten op scheepvaartveiligheid zijn daarom een belangrijk aandachtspunt bij de besluitvorming. Een aanvaring op zee kan leiden tot grote milieugevolgen. Voorbeelden hiervan zijn de olieverontreinigingen die in 2002 zijn opgetreden bij scheepsrampen bij de Noordkust van Spanje (de enkelwandige olietanker Prestige) en de Zuidoostkust van Engeland (de Tricolor).

Conform de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) wordt het windpark opengesteld voor doorvaart en medegebruik voor schepen tot 24 meter. Dit vormt het uitgangspunt in de effectbeschrijving.

Om de effecten op scheepvaartveiligheid in beeld te brengen is een specialistische veiligheidsstudie uitgevoerd door het MARIN (Van Iperen, 2016). De rapportage van het MARIN is opgenomen in bijlage 11. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van deze studie samengevat.

8.2 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

De kans op een aanvaring/aandrijving wordt met name bepaald door het aantal turbines en de breedte van de funderingsconstructie vlak boven zeeniveau, waarbij turbines aan de rand van het windpark de grootste kans hebben op een aanvaring/aandrijving.

Om de bandbreedte qua effecten in beeld te brengen zijn twee scenario's doorgerekend: een scenario met veel turbines (6 MW) waarvan de fundering een grote diameter heeft (jacket) en een scenario met minder turbines (10 MW) waarvan de fundering een kleinere diameter heeft (monopile).

De te beschouwen alternatieven zijn:

- Alternatief 1: 63 x 6 MW windturbines op een jacket fundatie met een afmeting van circa 17 x 17 meter vlak boven zeeniveau.
- Alternatief 2: 38 x 10 MW windturbines op een monopile fundatie met een doorsnede van 10 meter vlak boven zeeniveau.

8.3 Beoordelingskader

Voor de voorspelling van de effecten van het windpark op het aspect scheepvaartveiligheid zijn de onderstaande beoordelingscriteria onderscheiden (zie tabel 8.1). Aan de hand van deze beoordelingscriteria zijn de effecten van het windpark op de scheepvaartveiligheid beschreven. De effecten zijn kwantitatief en deels kwalitatief beschreven.

Tabel 8.1 Beoordelingscriteria scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving Gevolgschade van aanvaring en aandrijving
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter

8.4 Aanpak MARIN

Om de effecten van een windpark in kavel I op de scheepvaart te kunnen berekenen moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het windpark in SAMSON gemodelleerd worden. In de volgende paragraaf wordt het SAMSON-model geïntroduceerd. Voor de locatie van een windpark in kavel I wordt een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon wordt opgenomen dat ontstaat wanneer het windpark in kavel I verschijnt. In tegenstelling tot windenergiegebied Borssele, is met het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) rekening gehouden in de verkeersroutering van routegebonden schepen sinds augustus 2013. Dat betekent dat routegebonden verkeer al (grotendeels) buiten kavel I omvaart.

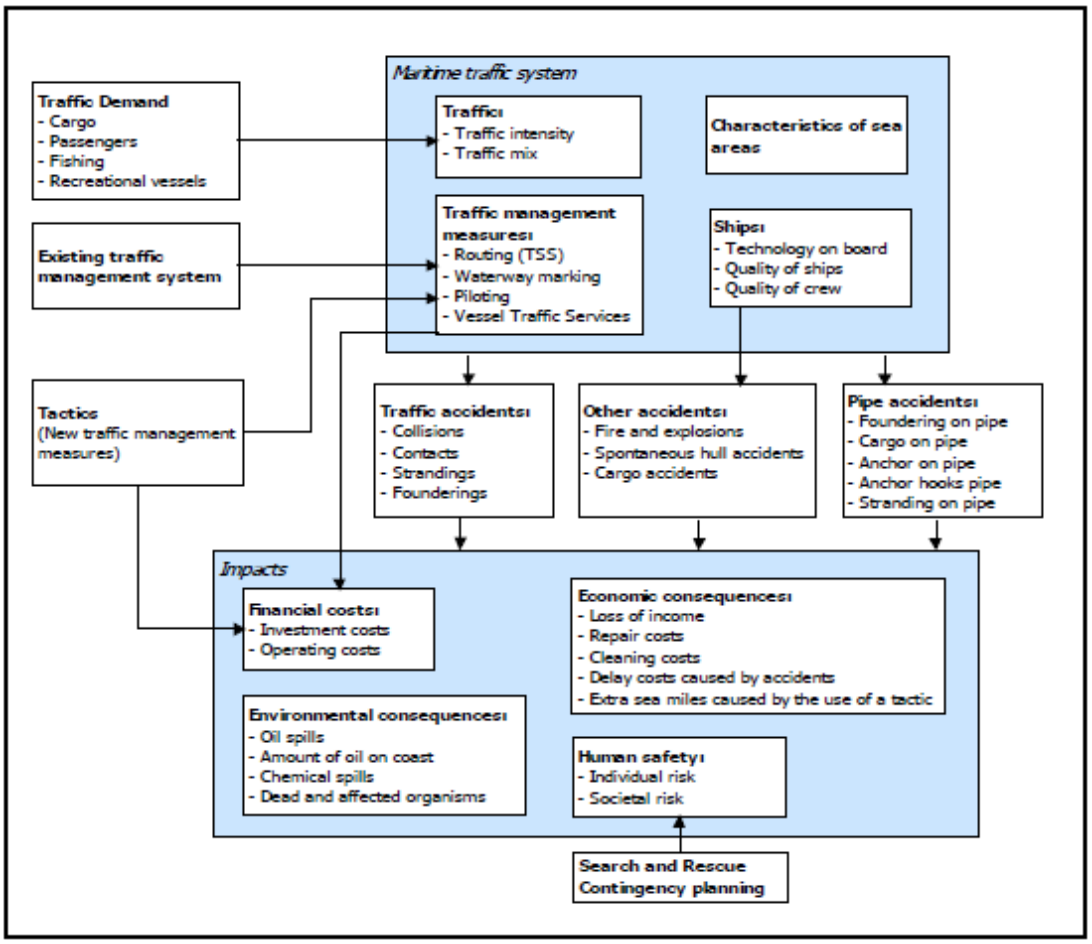
8.4.1 SAMSON-model

Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten.
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen.
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letsel.

Het model is ontwikkeld voor het Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Bereikbaarheid) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. In figuur 8.1 is het systeemdiagram van het SAMSON-model weergegeven. Vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok 'Maritime traffic system' (rechts boven) bevat vier subblokken die samen een beeld geven van het verkeersbeeld. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok 'Impacts' bevat de subblokken waarmee de consequenties van ongevallen worden bepaald.

Figuur 8.1 Systeemdiagram Samson



Scheepvaartverkeer

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. Een verkeersdatabase bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is. Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het "routegebonden" en het “niet-routegebonden” verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardijschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

Routegebonden scheepvaart

Het routegebonden verkeer is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op land. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen aangezien

men overal mag varen, zolang men de regels in acht neemt. Dit aandeel is echter zeer klein aangezien de links met elkaar alle kortste verbindingen tussen havens omvatten, rekening houdend met ondieptes, diepgang van schepen en andere obstakels. De linkstructuur gaat uit van de nieuwe routestructuur op de Noordzee, zoals deze vanaf 1 augustus 2013 geldt. In deze routestructuur is al rekening gehouden met de mogelijke ontwikkeling van een aantal toekomstige windparken, zoals ook de windparken in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes zijn bepaald door alle scheepsreizen van een jaar die geheel of gedeeltelijk over de Noordzee hebben plaatsgevonden, toe te wijzen aan deze links. Al deze scheepsreizen worden door Lloyd's List Intelligence (voorheen Lloyd's Marine Intelligence Unit) verzameld. De laatste keer dat deze informatie ten behoeve van SAMSON is gekocht en verwerkt, betrof alle scheepsreizen van het jaar 2012. Bij het toewijzen van het verkeer worden de aantallen schepen varend van vertrekpunt A naar bestemming B uit 2012 gerouteerd over de huidige routestructuur. Het aantal scheepsreizen per scheepstypen tussen verschillende vertrekpunten en bestemmingen is sinds 2012 niet wezenlijk veranderd. Deze scheepsreizen zijn derhalve een goed uitgangspunt.

Op basis van deze verkeersintensiteiten van 2012 is een voorspelling gemaakt van de intensiteiten in 2020 aan de hand van de groei van het verkeer in het zeegebied tussen Antwerpen en Hamburg in de periode 2000 tot 2012. De gemiddelde groei in het zeegebied Antwerpen-Hamburg laat in deze periode een daling zien van 0,4% in het aantal scheepsbewegingen en een groei van 3,6% in de scheepsgrootte, maar toont aanzienlijke verschillen voor de verschillende scheepstypes en scheepsgroottes. Met deze verschillen wordt rekening gehouden in de verkeersdatabase voor 2020. De afname in het aantal scheepsbewegingen heeft met name in de laatste jaren plaatsgevonden als gevolg van de crisis. In de studie "Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied Hollandse Kust" (Van der Tak, 2013) werd namelijk nog een groei in de scheepsbewegingen gezien van 0,5% per jaar. Toen werden de aantallen uit 2000 vergeleken met die van 2008. Verwacht wordt dat in ieder geval tot 2014 het aantal scheepsbewegingen nog afneemt als gevolg van de crisis en de schaalvergroting in de scheepvaart, zoals ook blijkt uit de resultaten van de studie "Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel" (Van Schaijk, 2014), maar dat het aantal scheepsbewegingen in de komende jaren weer toe zal nemen. In deze studie is daarom opnieuw uitgegaan van een groei van 0,5% per jaar ten opzichte van het niveau in 2012. Dit niveau is lager dan het aantal scheepsbewegingen in 2008, de uiteindelijke intensiteiten in 2020 zullen daarmee lager uitkomen dan eerder werd verwacht (Van der Tak, 2013). Daarnaast is de verwachting dat de intensiteiten voor 2020 pas enkele jaren later wordt bereikt vanwege de huidige crisis.

Voor de verschillende kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt één aangepaste verkeersdatabase gegenereerd, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het routegebonden verkeer niet door de kavels van het windenergiegebied vaart. Deze keuze wordt in hoofdstuk 4 van bijlage 11 verder onderbouwd aan de hand van een verkeersanalyse met AIS. Ook de ruimte tussen de kavels wordt afgesloten voor verkeer, aangezien er tussen de kavels te weinig ruimte over blijft voor scheepvaartverkeer en het waarschijnlijk is dat bij een toekomstig kavelbesluit meerdere kavels mogen worden gerealiseerd en niet slechts één kavel. De aanvaar- en aandrijfkansen voor de turbines worden alleen bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de kavels vrijgemaakt zijn van verkeer.

Niet-routegebonden scheepvaart

Het niet-routegebonden verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar een of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens meestal weer terug naar de vertrekhaven A. Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien nog vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd. De gemiddelde dichtheid in 8 bij 8 km gridcellen is gebaseerd op de aantallen voortgekomen uit verschillende bronnen. Een daarvan is het Verkeersonderzoek Noordzee Visuele Identificatie (VONOVI). VONOVI is gebruikt voor de validatie van de scheepvaartroutes van het routegebonden verkeer en voor het bepalen van de benodigde dichtheden van het niet-routegebonden verkeer. Tijdens een VONOVI-vlucht werd een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai voer zag, werd de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later werden andere scheepskenmerken toegevoegd en werden alle waarnemingen verwerkt.

Voor een groot gedeelte van de niet-routegebonden scheepvaart kan inmiddels op basis van AIS een betere verdeling bepaald worden, aangezien steeds meer niet-routegebonden schepen al dan niet verplicht zijn uitgerust met een AIS-transponder. Dit geldt echter nog niet voor alle schepen (bijvoorbeeld recreatie en sportvissers).

Voor de berekeningen van het niet-routegebonden verkeer wordt gebruik gemaakt van de verkeersdichtheid voor de visserij, supply-, werk- en recreatievaart gebaseerd op verschillende bronnen:

- Recreatievaart: VONOVI-vluchten van 1999-2001. Voor deze groep schepen is geen recente volledige alternatieve databron beschikbaar. De AIS-data geeft een veel lager gemiddeld aantal aanwezige recreatieschepen dan de VONOVI-data. Daarnaast is gebleken uit vergelijking dat de verdeling van deze schepen over de Noordzee nagenoeg gelijk blijft.
- Visserij: AIS-data van 2014. Aangezien het niet bekend is hoe de visserij zich verder ontwikkelt is er geen verdere afname of toename van de visserij gemodelleerd voor de situatie in 2020. Het overgrote deel van de niet-routegebonden scheepvaart bestaat uit vissers.
- Werk- en supplyvaart: AIS-data van 2014. Deze data bevatten veel meer werk- en supplyschepen dan de VONOVI-data vanwege een toename in dit verkeer. De verdeling van deze schepen over het NCP (inclusief Waddenzee) en BCP is nu actueler dan in voorgaande studies.

Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende type ongevallen. Om het effect van het windpark voor de scheepvaart te kwantificeren op de locatie van het windpark is het aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald. Hiervoor worden de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (windturbine)
  - als gevolg van een navigatie fout (ramming)

- als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van het windpark op de scheepvaart rond de windparklocatie te kwantificeren, is het risiconiveau met en zonder de windparken vergeleken. Deze effecten zijn het gevolg van een verandering in de routestructuur; het verkeer dat eerst door het windenergiegebied voer, is nu buitenom geleid. Om het "algemene" risiconiveau vast te stellen zijn de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Stranden
  - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
  - als gevolg van een motorstoring (drifting)

De effecten op de aanvaar- en aandrijfkansen voor platformen en pieren als gevolg van een verandering in de verkeersafwikkeling zijn in deze studie niet berekend. De platformen en pieren op de Noordzee liggen namelijk zo ver van het windenergiegebied en de gewijzigde verkeersstromen af waardoor deze kansen niet veranderen.

8.4.2 Gevolgschade

Als gevolg van een aandrijving of een aanvaring van een windturbine kan schade ontstaan, zogenaamde gevolgschade. Deze schade bestaat uit schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade als gevolg van een uitstroom van olie bij schade aan een schip en persoonlijk letsel als gevolg van de aanvaring/aandrijving.

Van de schepen die in aanvaring of aandrijving met het windpark komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de energie die maximaal aanwezig is in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis van ervaring en deels op basis van complexe berekeningen, de schade aan het schip te bepalen die in aanvaring met een ander schip of met een object komt. Uitgangspunt is dat de volledige energie gedissipeerd wordt in de botsing. De aanwezige energie in varende of driftende schepen is voor deze studie ook bepaald en gepresenteerd per scheepstype, met de daarbij behorende kansen van optreden.

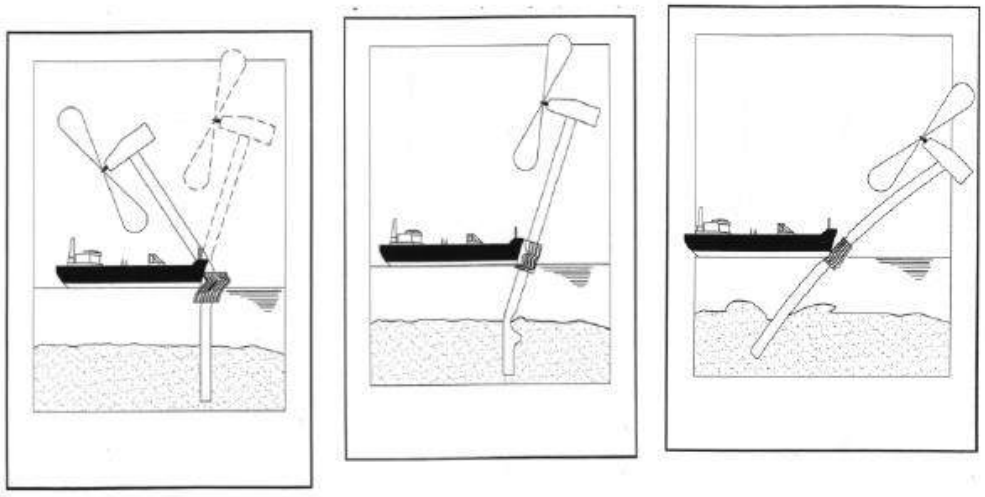
Schade aan windturbine en schip

Voor de meeste scheepstypen is geen sprake van volledige dissipatie van de energie na een botsing vanwege de beperkte energieopname van het aangevaren object. Het bezwijkgedrag van windturbines is onderzocht (Barentse, 2000). Hieruit bleek dat voor bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt en daarbij slechts een fractie van de energie dissipeert. Voor de verdere analyse van de gevolgschade zijn de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden (zie figuur 8.2):

- Knikken; de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast blijft vast zitten. Ten slotte valt de turbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de turbine richting het schip valt kan de rotor met de gondel op het dek terechtkomen.
- Scharnieren; de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de "bevestiging" op de bodem van de zee. De windturbine kan als gevolg van het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omver geduwd. Het feitelijke

scharnierpunt wordt dan verdeeld over de lengte in de bodem en is geen punt meer maar een deel van de mastfundering in de bodem die plastisch buigt en deels meegeeft.

Figuur 8.2 Verschillende bezwijkvormen



Welke van deze beide bezwijkvormen optreedt, is alleen op basis van een dynamische berekening vast te stellen. Experts hebben op basis van hun onderzoek de frequentie van voorkomen geschat voor de verschillende bezwijkvormen. Daar waar de effecten nog niet zijn in te schatten heeft men voor een conservatief standpunt gekozen. Zo kan de mast met gondel van het schip af of op het schip vallen. Wat in werkelijkheid gebeurt, hangt van veel constructiewaarden en omgevingsfactoren af. Voor de nu uitgevoerde berekeningen wordt aangenomen dat de mast met gondel altijd op het schip valt ingeval van knikken.

In tabel 8.2 is een overzicht gegeven van verschillende bezwijkvormen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine per scheepsgrootte. Ook is in de tabel aangegeven wat de verwachte schade aan het schip zal zijn. Dit is de gevolgschadetabel die ook in Barentse (2001) is gebruikt. Het bovenste deel van tabel 8.2 geldt wanneer de windturbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken. Pas vanaf een scheepsgrootte van 1.000 GT kan dit optreden (kans 5-10%) en bij schampen treedt dit pas op bij 1.600 GT. Bij aandrijven is de energie onvoldoende om de turbine te doen knikken.

Bij frontale en frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg van het schip, maar zal geen ernstige schade optreden in het ladinggedeelte van het schip ("Geen" in tabel 8.2). De constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) is zeer stijf waardoor de schade beperkt zal blijven tot het deel van het schip voor het aanvaringsschot, waar lek raken geen uitstroom tot gevolg heeft omdat er geen lading of brandstof in dit deel van het schip aanwezig is. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaierende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Wel kan er schade ontstaan aan het dek, in het geval de mast en/of gondel op het dek valt.

Tabel 8.2 Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de turbine en het schip

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
			Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1000-1600	5%	Gos Mos [1]	Dek	0%	Ja	Geen						
	1600-10000	10%	Gos Mos	Dek	5%	Gos Mos	Dek						
	10000-30000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	30000-60000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	60000-100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	>100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
			Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip
Schar-nieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1000-1600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1600-10000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10000-30000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30000-60000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60000-100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

Milieuschade

Voor het bepalen van de kans op een uitstroom van olie is gebruik gemaakt van de schadematrix in tabel 8.2. De uitstroom van ladingolie en bunkerolie kan dus optreden nadat een schip groter dan 1000 GT tegen een windturbine aandrijft en er een gat in de scheepshuid wordt aangenomen. In de praktijk zal de windturbine niet vol (centraal) geraakt worden, maar met de voor- of achterkant van het schip, waardoor een deel van de botsingsenergie wordt omgezet in een rotatie van het schip. In de tabel is dit aangegeven als ‘lateraal excentrisch’, en is te zien dat dit niet wordt beschouwd in de berekeningen (0%). De berekening van de olie-uitstroom is dus een ‘worst-case’ benadering. Wanneer de kans op een olie-uitstroom en de hoeveelheid uitstroom een belemmering zouden vormen voor het al dan niet bouwen van windparken op zee, dan verdient deze schadematrix verdere aandacht.

De volgende kanttekeningen kunnen bij de modellering van de milieuschade worden gemaakt:

- Het gebruik van een monopaal zonder uitsteeksels zal minder vaak tot een gat in de scheepshuid leiden dan een jacket of een monopaal met een platform met andere attributen.
- Bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk, autonome ontwikkeling, is dat deze enkelwandige olietankers bijna uitgefaseerd zijn op de Noordzee en zijn vervangen door dubbelwandige tankers. De kans

op een gat in een ladingtank bij een aandrijving bij een dubbelwandige tanker is kleiner. Dit betekent dat de kans en hoeveelheid van uitstroom van ladingolie minder zal zijn dan met het huidige model wordt berekend.

Gezien het ontbreken van praktijkgevallen blijft, ondanks enkele studies door onder andere Germanischer lloyd AG, een conservatieve benadering van de olie-uitstroom gewenst. Behalve olie uit het schip kan een zeer geringe hoeveelheid olie in het water terechtkomen wanneer de turbine zelf omvalt of bezwijkt. Dit zal ongeveer 250 liter minerale olie zijn en maximaal 100 liter dieselolie.

Bepalen persoonlijk letsel

Voor de windturbines zijn de frequenties van de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende schade in termen van persoonlijk letsel is bepaald. Hierbij is uitgegaan van een aantal worst case benaderingen.

Uitgaande van het aantal aanvaringen/aandrijvingen zijn de volgende rekenslagen per scheepstype en grootte gemaakt:

- Aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm.
- Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt ("Gosmos" in tabel 8.2). Aangezien niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt, wordt hier met een factor 1 gerekend, dus met het worst case scenario dat de mast altijd op het schip valt.
- Vermenigvuldiging met het beschadigingsgedeelte van het dek. Hierin zitten twee worst case benaderingen, namelijk:
  - De mast valt geheel op het schip. Bij het schampen zal echter de mast vaak schuin over het dek kantelen en hierbij slechts geringe schade aanrichten.
  - Het oppervlak van de mast inclusief het volledige rotorblad wordt genomen, dus alsof de windturbine al draaiend intact op het dek valt.
- Vermenigvuldiging met de kans dat iemand zich bevindt op het beschadigde gedeelte. De kans dat een persoon zich ergens aan dek bevindt wordt op 10% geschat. In werkelijkheid is deze kans veel kleiner, aangezien vrijwel alleen bij vissersschepen bemanning aan dek te vinden is, maar deze groep zit vrijwel niet in de groep schepen die de mast doet knikken. Deze 10% bevat ook de mensen die indirect worden getroffen door het doorwerken van de dekschade tot de ruimtes daaronder waarin personen aanwezig zijn.
- Vermenigvuldiging met het aantal personen aan boord, immers de kans is voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

Het persoonlijk letsel doordat mensen vallen door de klap zelf is niet gemodelleerd, ook niet voor de kleine schepen die frontaal tegen de bescherming van de mast varen waarbij het schip (recreatievaartuig) volledig wordt vernield. Voor deze categorie schepen zijn de kansmodellen ook onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

8.4.3 Kruisende scheepvaart

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden c.q. ruimte te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben,

zowel visueel als via de radar. Windturbineparken belemmeren dit zicht, zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven o.a. dikke echo's op het scherm). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn. De "Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee" (artikel 8) van het Verdrag Inzake Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (1972, Londen), eisen dat men tijdig en duidelijk actie neemt op basis van betrouwbare informatie. Er wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdig actie te nemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een windpark gebouwd (gemodelleerd) in het buitenbeeld van de full scale manoeuvreersimulator van het MARIN. In dit beeld zijn steeds twee kruisende schepen gemodelleerd. De navigator bestuurt het schip dat aan de westkant van het park van zuid naar noord vaart en een "collision avoidance manoeuvre" moet uitvoeren voor het andere schip, dat aan de noordkant van het park van oost naar west vaart. De simulatorrun is zo samengesteld dat wanneer beide schepen niets zouden doen er een aanvaring zal plaatsvinden. Dit snijpunt van de kruisende koerslijnen wordt verder 'kruispunt' genoemd. De navigator heeft alle navigatiemiddelen (met uitzondering van AIS) ter beschikking. Het windpark en de verstoring van het windpark op achterliggende objecten, zijn gemodelleerd. De vraag is of de navigator in staat is om het andere kleine (om het probleem te vergroten) schip vroegtijdig te signaleren, de koers en snelheid van dit schip te bepalen en eventueel een manoeuvre in te zetten om de aanvaring te voorkomen. Voor meer informatie over de uitgangspunten van de studie naar kruisende scheepvaart wordt verwezen naar bijlage 11.

8.5 Effectbeschrijving

8.5.1 Kans op aanvaringen en aandrijvingen

Door de aanwezigheid van het windpark in kavel I is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. De resultaten van deze berekening zijn gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark.

In tabel 8.3 is de kans weergegeven op een aanvaring/aandrijving per jaar voor beide alternatieven gesommeerd over alle windturbines. De kansen zijn weergegeven voor zowel de schepen kleiner als groter dan 24 meter, waarvoor het windpark verboden gebied is. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen routegebonden schepen (R-schepen) en niet-routegebonden schepen (N-schepen). Uit de tabel blijkt dat voor alternatief K1_6MW op een jacket-fundering de kansen hoger zijn dan voor alternatief K1_10MW op een monopaal. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,03489 per jaar voor alternatief K1_6MW, of te wel eens per 28,7 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,01808 per jaar voor alternatief K1_10MW, of te wel eens per 55,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,01072 voor

de 6 MW variant en 0,00364 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 93,3 jaar en 274,7 jaar.

Tabel 8.3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor kavel I per variant

Variant	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar	Eens per …jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Kavel I 6 MW Schepen >24 m	63	0,00053	0,01107	0,01901	0,00428	0,03489	28,7
Kavel I 6 MW Schepen <24 m	63	0,00000	0,00971	0,00000	0,00101	0,01072	93,3
Kavel I 10 MW Schepen >24 m	38	0,00023	0,00441	0,01112	0,00232	0,01808	55,3
Kavel I 10 MW Schepen <24 m	38	0,00000	0,00318	0,00000	0,00045	0,00364	274,7

Omdat de kansen ook afhangen van het aantal turbines, zijn in tabel 8.4 de gemiddelde kansen per turbine gegeven. Hieruit blijkt dat voor schepen groter dan 24 meter de gemiddelde kans per jaar op een aanvaring/aandrijving per turbine in de 6 MW variant 0,000554 bedraagt (eens per 1.805,5 jaar) en in de 10 MW variant 0,000476 (eens per 2.100,8 jaar). Dit geeft de invloed van de afmetingen van de fundering aan. Voor de doorvaart is de invloed van de fundering op kansen groter: 0,000170 voor jackets (eens per 5.882,4 jaar) en 0,000096 voor monopalen (eens per 10.416,7 jaar).

Tabel 8.4 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine voor kavel I per variant

Variant	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per turbine		Totaal per turbine	Eens per …jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Kavel I 6 MW Schepen >24 m	63	0,000008	0,000176	0,000302	0,000068	0,000554	1.805,5
Kavel I 6 MW Schepen <24 m	63	0,000000	0,000154	0,000000	0,000016	0,000170	5.882,4
Kavel I 10 MW Schepen >24 m	38	0,000006	0,000116	0,000293	0,000061	0,000476	2.100,8
Kavel I 10 MW Schepen <24 m	38	0,000000	0,000084	0,000000	0,000012	0,000096	10.416,7

8.5.2 Gevolgschade

Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip zijn drie types onderscheiden: schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade. De onderlinge vergelijking vindt plaats in het onderdeel milieuschade.

Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines zijn vier typen onderscheiden: geen schade, de turbine kan scheef gaan staan, de turbine kan omvallen, en de gondel en mast kunnen op het schip vallen. Op basis van de gemiddelde massa van een bepaald scheepstype en scheepsgrootte en de gemiddelde snelheid kan de kinetische energie worden bepaald op het moment van 'impact'.

Bij alternatief k1_6MW wordt ongeveer 53,3% van de contacten met turbines door driften veroorzaakt en 46,7% door rammen. Voor 29,5% van de gevallen is het energieniveau lager dan 1 MJ. Hierbij is vrijwel altijd sprake van niet-gebonden verkeer (29,3% tegen 0,3% routegebonden verkeer).

Milieuschade

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er zijn twee hoofdtypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie. De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per alternatief is gegeven in tabel 8.5. Hierbij moet worden opgemerkt dat bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk is dat deze enkelwandige olietankers bijna uitgefaseerd zijn op de Noordzee en zijn vervangen door dubbelwandige tankers. De kans dat er een gat in een ladingtank zal ontstaan bij een aandrijving van een windturbine is bij een dubbelwandige tanker kleiner. Dit betoog gaat niet op voor de kans op een uitstroom van bunkerolie omdat de meeste andere schepen niet dubbelwandig zijn uitgevoerd en de brandstoftank dus meestal enkelwandig is uitgevoerd. Dit betekent dat vooral de kans en hoeveelheid uitstroom van ladingolie minder zal zijn dan met het huidige model wordt berekend.

Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald, bijvoorbeeld 1/(0,001321+0,000069) ≈ 719 jaar voor de 6 MW variant. De gemiddelde uitstroom van 1,09 m^3 ladingolie voor deze variant in tabel 8.5 dient alleen als vergelijking.
Een uitstroom van 1,09 m^3 ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 1.090 m^3 eens in de 1000 jaar op één bepaald moment.

Om een idee te krijgen van wat dit betekent is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor het gehele NCP toegevoegd (uit: Koldenhof & Van der Tak). Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken en gaat nog uit van de oude routestructuur van voor 1 augustus 2013. De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van variant 6 MW toe met (0,001321 + 0,000069) / (0,353402+0,148723) * 100 ≈ 0,28%. Voor de variant met 10 MW turbines ligt dit lager (0,16%).

Uit tabel 8.5 volgt dat zowel de frequentie als de gemiddelde hoeveelheid uitstroom bunker- en ladingolie hoger is voor de variant met 6 MW turbines dan voor de variant met 10 MW turbines.

Tabel 8.5 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

Alternatief	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequen-tie	Eens in de …jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequen-tie	Eens in de …jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de …jaar
Variant 6 MW	0,001321	757	0,379	0,000069	14.432	1,090	719
Variant 10 MW	0,000753	1.328	0,224	0,000041	24.116	0,659	1259
Gehele NCP (zonder windparken)	0,353402	2,8	68,04	0,148723	6,7	1.499,5	2

Persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip kunnen vallen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van de turbine. In tabel 8.6 is voor alternatief K1_6MW een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast. Ook wordt een indicatie gegeven van het groepsrisico. Bij het groepsrisico is de kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een ferry, container- of RoRo-schip de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt.

Tabel 8.6 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Eens in de …jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Scham-pen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de …jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0,000001	0,000007	126.422	1,15	0,000009	
Chemicaliëntanker	0,000001	0,000005	165.837	1,50	0,000009	
Gastanker	0,000000	0,000001	1.428.571	0,93	0,000001	
Container +RoRo	0,000002	0,000022	40.891	1,79	0,000044	2.000.000
Ferry	0,000000	0,000001	1.428.571	54,13	0,000038	1.428.571
Overige R-schepen	0,000001	0,000008	108.401	1,02	0,000009	
N-schepen	0,000023	0,000099	8.236	0,49	0,000059	
Totaal					0,000169	833.333

Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0,000169 ($1.69x10^{-4}$). Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is 0,000094 ($9,4x10^{-5}$).

Ook windturbines zelf kunnen falen en introduceren hiermee een risico voor aanwezige personen in de nabijheid van de windturbines. In bijlage 14 is op dit aspect ingegaan. Er is geen normstelsel beschikbaar om te beoordelen of de hoogte van deze risico's aanvaardbaar is voor individuen of voor de samenleving. Omdat er geen normstelsel beschikbaar is kan eventueel gekeken worden naar de regels uit het handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1) die gelden voor windturbines die geplaatst worden op land. Dezelfde regels zouden eventueel toegepast kunnen worden op een zee-situatie. Hierbij is het wel van belang om de juiste normen voor op land toe te passen op de juiste risico-scenario's op zee. Indien dat wordt gedaan, dan wordt ruim voldaan aan de normen die gelden voor windturbines op land.

8.5.3 Effecten van overige risico's voort de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur

Naast de mogelijke aanvaringen met windturbines kan de aanwezigheid van een windpark, in dit geval kavel I, ook op andere gebieden effect hebben op de scheepvaart. Zo zorgt omvaren van schepen voor extra kosten en zal door omvaren de dichtheid van schepen op de verkeerroutes toenemen. Bovendien heeft het verleggen van de routes en een verandering van intensiteiten ook een mogelijk effect op de onderlinge ontmoetingen van schepen, en daarmee ook op het risico van onderlinge aanvaringen. Tabel 8.7 geeft de effecten van de aanwezigheid van kavel I op de scheepvaartongevallen buiten het windenergiegebied op de EEZ, als gevolg van de veranderingen van de vaarroutes ten opzichte van het nulalternatief. In het bovenste deel van de tabel staan de effecten op de aantallen aanwezige schepen per scheeptype. De eerste kolom geeft het absolute aantal aanwezige schepen onder het betreffende scenario. De kolommen daarnaast geven het absolute en relatieve verschil ten opzichte van het nulalternatief. In het onderste deel van de tabel is ingegaan op de effecten van veranderende routes (veiligheid) en extra nautische mijlen (economisch effect en emissies).

Tabel 8.7 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de scheepvaart binnen de EEZ

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor EEZ na aanpassing van het verkeer volgens cumulatief scenario Hollandse Kust (zuid)	Absoluut effect cumulatief scenario t.o.v. het basis scenario	Relatief effect cumulatief scenario t.o.v. het basis scenario
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.560	0.0000	0.000%
Chemicaliëntankers		26.558	0.0000	0.000%
Olietankers		8.914	0.0000	0.000%
Gastankers		5.387	0.0000	0.000%
Bulkers		10.310	0.0000	0.000%
Unitised		33.378	0.0000	0.000%
General Dry Cargo		50.832	0.0000	0.000%
Passagiersschepen + conventionele ferries		2.917	0.0000	0.000%
High Speed Ferries		0.052	0.0000	0.000%
Overig		1.842	0.0000	0.000%
Totaal routegebonden		140.750	0.0000	0.000%
Totaal niet-routegebonden (zie 3.3.1.2)		151.386	0.0000	0.000%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	12.835	0.0440	0.344%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	8.600	0.0000	0.000%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	1.577	0.0007	0.042%
Zinken	aantal/jaar	0.659	0.0000	0.001%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	1.356	0.0000	0.001%
Brand/explosie	aantal/jaar	1.228	0.0000	0.000%
Totaal		26.255	0.0447	0.170%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	1447.769	0.0000	0.000%
Emissies				
CO2	kton / year	4651	0	0.000%
CO	kton / year	18	0	0.000%
SO2	kton / year	48	0	0.000%
NOx	kton / year	121	0	0.000%

8.5.4 Lokale effecten wijziging routestructuur

Naast de effecten als gevolg van een wijziging in de routestructuur voor de gehele EEZ is ook naar het lokale effect gekeken (zie bijlage 11 voor meer informatie). Ook lokaal is een lichte toename van het totaal aantal ongevallen te zien van 0,0456 (3,845% voor dit gebied). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door toename van het aantal aanvaringen met 7,389% en voor een klein deel door toename van het aantal strandingen door motorstoring met 0,592%. De toename van het aantal aanvaringen ontstaat door verplaatsing van het niet-routegebonden verkeer groter dan 24m vanuit het windenergiegebied naar de directe omgeving van het gebied.

8.5.5 Effecten van het werkverkeer op aanvaringsrisico

Gedurende de bouwperiode varen dagelijks enkele schepen (maximaal acht) van en naar het windpark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en

geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico is van tijdelijke aard. Mogelijk zal IJmuiden de uitvalsbasis voor het windenergie-gebied Hollandse Kust (zuid) worden. Vanuit IJmuiden naar kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is het gemiddeld ongeveer 2,5 uur varen. Met acht schepen zijn dit 8 x 2,5 uur x 2 (heen + terug) = 40 extra vaaruren per dag. Tijdens de bouwperiode is dus gemiddeld 40/24 = 1 2/3 extra schip aanwezig (buiten het park) per dag. Deze extra scheepsbewegingen vinden voornamelijk overdag plaats. Op een totaal van gemiddeld 300 aanwezige schepen op het NCP is dit een verhoging van 0.56%. Gedurende de bouwperiode is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit daarom ($1{,}0056^2$-1) x 100% ≈ 1,11% hoger[1] dan normaal. In de praktijk zal dit minder zijn omdat de schepen het grootste deel van de tijd in relatief stille gebieden varen. De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0,56% (lineair met de toename van het aantal schepen).

8.5.6 Walradardekking

In bijlage 11 wordt kort ingegaan op het effect op de scheepvaartveiligheid als gevolg van de invloed van een windpark in kavel I op walradardekking. Het effect wordt in hoofdstuk 10 (overige gebruiksfuncties) in dit MER beschreven (bij andere effecten op radarsystemen).

8.5.7 Kruisende scheepvaart

In de studie van MARIN (Van Iperen, 2016, opgenomen in bijlage 11) is onderzocht welke effecten een windpark in kavel I kan hebben op kruisende scheepvaart, te weten kruisend verkeer bij de noordwest hoek en kruisend verkeer bij de corridor bij de zuidwest hoek. Verwacht wordt dat schepen voldoende tijd hebben om eventueel uit te wijken.

8.6 Effectbeoordeling

Voor twee alternatieven van kavel I zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 6 MW turbines zijn de kansen hoger dan voor de variant met 10 MW turbines. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,03489 per jaar voor alternatief K1_6MW, of te wel eens per 28,7 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24 meter is 0,01808 per jaar voor alternatief K1_10MW, of te wel eens per 55,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor verkeer kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,01072 voor de 6 MW variant en 0,00364 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 93,3 jaar en 274,7 jaar.

Als gevolg van alternatief K1_6MW wordt eens per 716 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor alternatief K1_10MW eens per 1.259 jaar is. De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van kavel I met 0,28% toe voor alternatief K1_6MW. Voor alternatief K1_10MW is dit lager (0,16%).

[1] Het aantal aanvaringen tussen schepen neemt kwadratisch met de intensiteit toe.

Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0,000169 ($1,69x10^{-4}$). Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is 0,000094 ($9,4x10^{-5}$).

Tabel 8.8 Beoordeling scheepvaartveiligheid

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 met 6 MW turbines	Alternatief 2 met 10 MW turbines
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter	0	0

8.7 Cumulatie

Het cumulatieve effect is niet afzonderlijk beschouwd omdat, in afwijking van voorafgaande studies, de andere geplande windparken op de Noordzee de verkeersroutes voor het routegebonden verkeer niet zullen wijzigen. De nieuwe routestructuur is juist dusdanig ontworpen dat deze rekening houdt met reeds aangelegde en aan te leggen windparken. Het beschouwde nulalternatief is dus tevens het cumulatieve scenario. In het kader van het aanpassen van het stelsel in augustus 2013 zijn verschillende risicostudies uitgevoerd, bijvoorbeeld ‘Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied "Hollandse Kust”. Binnen deze studie komt ook het cumulatieve effect aan de orde. Voor het niet-routegebonden verkeer is er wel een cumulatief effect waarneembaar, door de aanleg van de andere kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Daar is reeds rekening mee gehouden in de effectstudie waar dit hoofdstuk op is gebaseerd (zie bijlage 11).

8.8 Mitigerende maatregelen

Gebruik van AIS

Sinds 1 januari 2005 zijn alle zeevaartschepen boven de 300 GT (ongeveer 55 m) wettelijk verplicht om een AIS-transponder (Automatic Identification System) aan boord te hebben die de positie van het schip continu uitzendt. Recentere wetgeving legt ook kleinere schepen zoals vissers en recreatievaart de verplichting op om AIS te gebruiken. Schepen die in de buurt varen kunnen de uitgezonden signalen met hun eigen AIS ontvangen, waarmee de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend wordt.

AIS, mits geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug (zoals radar en/of elektronische zeekaart) en uitgaande van goede regelmatige overdracht van signalen, biedt in dat geval extra mogelijkheden om het kruisende schip vroegtijdig te zien, temeer daar AIS minder storingsgevoelig is dan radar door de aanwezigheid van windturbines in het windpark. Een gegarandeerde AIS-dekking op zowel A- en B-niveau en een goede, regelmatige overdracht van signalen is daarbij wel een vereiste, en deze kan in het geding komen als de bandbreedte vol raakt en er niet voldoende time-slots beschikbaar zijn om elke twee seconden

een positie update te geven. Als de AIS dekking of capaciteit van infrastructuur niet voldoende is voor het scheepvaartaanbod, dan zullen de posities uit de AIS van schepen op de navigatiehulpmiddelen van alle gebruikers (zowel VTS/Kustwacht als varende schepen) niet correct zijn. In deze gevallen zal AIS haar updates prioriteren via haar eigen algoritmes. Hierdoor zullen sommige schepen niet meer worden weergegeven en zullen andere met een tijdsvertraging worden weergegeven; AIS wijkt dan af van de werkelijkheid en van de radar-posities.

De verwachting is dat AIS, vooral wanneer AIS is geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, de veiligheid op zee zal bevorderen. In het SAFESHIP-project en de harmonisatie van de aannamen ten behoeve van veiligheidsstudies voor windparken voor de Duitse autoriteiten (BSH, 2005) is geconcludeerd dat door AIS de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen met 20%.

Inmiddels varen de meeste vissers met een AIS-transponder, en gaat ook het overige kleine verkeer (recreatie) steeds meer AIS gebruiken, juist vanwege het veiligheidsaspect (kleine schepen worden met correct werkende AIS infrastructuur "gezien" door grotere). Hierdoor zal het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot worden, mits echter de positie-updates voor de kleinere schepen ook continu worden doorgegeven. Zoals boven beschreven is het niet gegarandeerd dat dit altijd het geval is.

Door AIS zal de kans op een aandrijving niet veranderen. Een hele kleine (eerder theoretische) reductie wordt verwacht doordat een te hulp geroepen sleepboot de positie van de drifter beter kent en ook doordat men met de AIS-data sneller in staat is de dichtstbijzijnde sleepboot naar de drifter te sturen.

AIS-dekking in het kavel kan bijdragen aan de veiligheid van doorvaart en medegebruik van de windenergiekavels.

Inzet van een Emergency Towing Vessel (ETV)

Zoals uit de berekeningen volgt, geeft aandrijven het grootste risico. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwing, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd wordt verholpen. Met deze processen is in de berekening rekening gehouden. Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een ETV (sleepboot). Een ETV kan dus een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. De reductie van het aantal aandrijvingen hangt sterk af van de positie van de ETV op het moment van de melding. De thuishaven van de ETV is Den Helder. Bij windkracht vanaf 5 Beaufort kan de ETV op wacht liggen in het Texel-verkeersscheidingsstelsel, omdat bij deze weersomstandigheden de kans op een drifter relatief groot is, evenals de kans op een aandrijving omdat de driftsnelheid relatief groot is.

De plaats van de ETV bij het verkeersscheidingsstelsel is gebaseerd op het huidige gevaar van een drifter met het oog op de offshore olie- en gasplatforms. Wanneer er veel windparken gebouwd gaan worden zou de positie van de ETV bij slecht weer kunnen veranderen. Om deze reden is de ETV niet in de standaardberekening opgenomen.

Voor Hollandse Kust (zuid) is het effect van de ETV op het aantal aandrijvingen niet berekend. Het positioneren van de ETV in de buurt van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zal de aandrijvingskansen voor kavel I wel doen reduceren. Uit eerdere studies is gebleken dat dit kan leiden tot een reductie van meer dan 50% tot 80% (afhankelijk van de locatie van het windpark t.o.v. de positionering van de ETV).

8.9 Leemten in kennis

Voor het aspect scheepvaartveiligheid zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

9 LANDSCHAP

9.1 Inleiding

Voor het aspect landschap is zichtbaarheid het belangrijkste aspect. Windturbines kunnen de ervaring van de ruimte aantasten, doordat ze mogelijk zichtbaar zijn. Het is daarom belangrijk om aan te geven hoe zichtbaar de windturbines zijn. Dat gebeurt in dit hoofdstuk.

9.2 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

De aspecten van de bandbreedte die voor het aspect landschap of de zichtbaarheid relevant zijn en beschouwd worden, bestaan uit de tiphoogte van de te plaatsen turbines, het aantal turbines en de afstand tot de kust. De fundatiewijze (monopaal, tripod, etc.) en de dikte van de turbinepaal maakt voor de zichtbaarheid niet uit, aangezien de minimale afstand tot het strand dermate groot is, dat dit onderscheidt ondergeschikt is aan de hoogte van de turbine. Met andere woorden, de hoogte van de turbines is bepalend voor wanneer de turbines zichtbaar zijn vanaf het strand, niet de fundatiewijze of dikte van de turbinepaal.

Om de bandbreedte te beschouwen hanteert dit hoofdstuk twee alternatieven: een minimum alternatief met 63 ‘kleinere’ 6 MW turbines en een maximum alternatief met 38 ‘grotere’ 10 MW turbines (zie tabel 9.1).

Tabel 9.1 Kenmerken van de te onderscheiden alternatieven voor landschap

Kenmerken	Minimum alternatief	Maximum alternatief
Minimale afstand tot de kust	22,2 kilometer	22,2 kilometer
Aantal turbines	63	38
Vermogen turbine	6 MW	10 MW
Rotordiameter	142 meter	221 meter
Ashoogte*	96 meter	140,5 meter
Maximale tiphoogte	167 meter	251 meter

* De ashoogte wordt bepaald door de tiplaagte (30 m boven zeeniveau (maximum alternatief) of 25 m boven zeeniveau (minimum alternatief) + de halve rotordiameter

De basis voor dit hoofdstuk is in bijlage 9 en 10 te vinden, waarin respectievelijk fotovisualisaties en een zichtbaarheidsanalyse zijn opgenomen.

9.3 Beoordelingskader

In de volgende tabel wordt voor landschap het beoordelingskader weergegeven. Op basis hiervan wordt het effect beschreven in dit hoofdstuk.

Tabel 9.2 Beoordelingscriteria landschap

Aspecten	Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling
Landschap	Zichtbaarheid in percentage van de tijd Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	Kwalitatief (op basis van visualisaties) en kwantitatief (% zichtbaarheid in de tijd)

9.3.1 Zichtbaarheid van het windpark

Zichtbaarheid is een ruim begrip en niet eenvoudig te bepalen. Het hangt van een aantal factoren af of iets zichtbaar is. De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt van een viertal factoren af:

- de eigenschappen van het object (afmetingen, materiaal, kleur);
- de kromming van de aarde;
- de visus van het menselijk oog (gezichtsscherpte);
- de meteorologische omstandigheden ((water)deeltjes in de lucht die het zicht kunnen beperken).

Met name de vierde factor is bepalend voor de zichtbaarheid van een windpark in kavel I. In bijlage 10 is een zichtbaarheidsonderzoek opgenomen. In deze bijlage wordt nader ingegaan op de genoemde zichtbaarheidsaspecten.

Naast de zichtbaarheid overdag wordt ingegaan op de zichtbaarheid in de nacht. De windturbines worden namelijk uitgerust met verlichting in verband met de veiligheid voor de scheepvaart en luchtvaart. De internationale richtlijnen worden door de scheepvaart opgesteld door de IALA[1] en voor de luchtvaart door het ICAO[2]. Voor de verlichting voor scheepvaart geldt dat deze op ongeveer 15 meter boven zeeniveau op het werkbordes van de windturbines worden geïnstalleerd. Verlichting op die hoogte is vanwege de kimduiking (zie paragraaf 9.5.2) niet direct zichtbaar vanaf de kust. Verlichting voor de luchtvaart wordt op de gondel van de windturbines geïnstalleerd en kan derhalve wel zichtbaar zijn vanaf de kust. Daarom wordt ingegaan op de luchtvaartverlichting als het gaat om de zichtbaarheid van windturbines in kavel I in de nacht.

9.3.2 Visualisaties

Naast het zichtbaarheidsonderzoek kan door middel van (foto)visualisaties een beeld verkregen worden van de zichtbaarheid van het windpark in kavel I. Voor de opnamen zijn standpunten gekozen van waaruit er (mogelijk) zicht is op het toekomstige windpark. Opnamen zijn gemaakt vanuit een aantal zichtpunten (zie figuur 9.1), welke aansluiten bij de zichtpunten die zijn gebruik in de viewer in het kader van uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Er zijn drie fotopunten gekozen die representatief zijn voor de strandlocaties in de omgeving:

- Duinen te Noordwijk;
- Fictieve foto vanaf het strand ten zuiden van Noordwijk met slechtere weersomstandigheden en tijdens de nacht;
- Boulevard te Scheveningen.

In de digitale opnamen zijn met fotobewerkingssoftware en 3D-renderingsoftware de windturbines gemonteerd, zodat een realistisch beeld ontstaat van de situatie wanneer het windpark gerealiseerd is. In bijlage 9 is ingegaan op de achtergrond en techniek van de fotovisualisaties. De visualisaties zijn online te vinden via de volgende link: http://www.ponderaconsult.com/VIS/visopzee/safe/index.html.

[1] IALA Recommendation O-139 On The Marking of Man-Made Offshore Structures Edition 1 December 2008
[2] International Civil Aviation Organization, International Standards and recommended practices aerodrome design and operations, Annex 14, Vol. 1, Chapter 6, Visual aids for denoting abstacles

In dit hoofdstuk worden uitsneden van deze visualisaties weergegeven ter indicatie. Voor een goede weergave wordt geadviseerd de visualisaties te bekijken via de genoemde website.

Figuur 9.1 Fotostandpunten



De visualisaties die zijn gemaakt in het kader van uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn te vinden via de volgende link:
http://windmolensopzee.noordzeeloket.nl/

9.4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

De eerste windturbines op het NCP zijn in 2006 gebouwd in het Offshore Windpark Egmond aan Zee (10 kilometer uit de kust bij Egmond) en in 2008 in het Prinses Amalia Windpark buiten de 12-mijlszone (voorheen genaamd Q7, 22 kilometer uit de kust bij IJmuiden). In figuur 9.1 zijn dit de twee noordelijkste groep windturbines. Offshore Windpark Egmond aan Zee betreft 36 turbines van 3 MW op een ashoogte van 70 meter en het Prinses Amalia Windpark bestaat uit 60 windturbines van 2 MW op een ashoogte van 59 meter.

Daarnaast is windpark Luchterduinen (voorheen Q10, 22 kilometer uit de kust bij Zandvoort) gerealiseerd. Het gaat daarbij om 43 turbines van 3 MW op een ashoogte van 81 meter. Luchterduinen is tevens te zien in figuur 9.1, als de groep windturbines die binnen het gebied Hollandse Kust (zuid) is gelegen.

Ook Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats, 85 kilometer boven de kust van Groningen) wordt de komende jaren gebouwd. Het betreft twee parken van 75 turbines van 4 MW, welke vanwege de afstand tot de kust niet zichtbaar zijn.

Naast de genoemde windparken is de ontwikkeling van het windgebied Borssele relevant. In totaal worden er vijf kavels in Borssele uitgegeven voor het plaatsen van windturbines, waaronder één kavel voor het in de praktijk testen van innovaties op het gebied van windturbines. Realisatie van deze windparken wordt voorzien uiterlijk in 2020.

9.5 Effectbeschrijving

9.5.1 Horizontale beeldhoek

De horizontale beeldhoek is het aantal graden in horizontale zin dat het windpark beslaat in het beeld van een strandbezoeker. De horizontale beeldhoek heeft geen invloed op het zichtbereik. Het betreft alleen de meting van de breedte van het windpark in het beeld van de strandbezoeker, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. De breedte die het windpark in het beeld van de strandbezoeker inneemt, is mede bepalend voor de dominantie van het windpark in dat beeld. Dit is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer relevant[3]. Buiten deze afstand neemt de zichtbaarheid van het windpark dermate af dat de horizontale beeldhoek van het windpark niet meer bepalend is voor de dominantie daarvan in het beeld van de strandbezoeker.

Vanaf de Nederlandse kust is het op de meeste plaatsen niet mogelijk een vol zicht van 180° op de horizon boven de Noordzee te hebben. De gebogen kustlijn van Nederland belemmert dit (Nierman et al, 2010). Het zicht benadert wel de 180° en op sommige plaatsen is het zicht ook daadwerkelijk 180° (zoals bijvoorbeeld op de Zeeuwse eilanden). Daarom wordt in dit geval voor het zichtbeeld van de beschouwer 180° gehanteerd. Onderzocht wordt in hoeveel graden van dit beeld het windpark zichtbaar is, vervolgens wordt een percentage van het totale beeld gegeven.

De horizontale beeldhoek heeft alleen invloed op het beeld van de kustbezoeker wanneer objecten tot op 30 kilometer gelegen zijn. Om deze reden zijn alleen voor Zandvoort, Noordwijk, Katwijk, Scheveningen en Monster – Ter Heijde[4] de horizontale beeldhoeken bepaald. De beeldhoeken zijn weergegeven in tabel 9.3. In deze berekening is het bestaande windpark Luchterduinen nog niet meegenomen, dat wordt in paragraaf 9.7 weergegeven als de cumulatieve situatie wordt beschouwd. Hierna wordt de maximale horizontale beeldhoek van het windpark in kavel I weergegeven.

Alternatief I en II (kleinere en grotere turbines) zijn niet onderscheidend, aangezien altijd het volledige kavelvlak gevuld wordt en de hoogte van de turbines niet van belang is voor de horizontale beeldhoek.

Tabel 9.3 Horizontale beeldhoek kavel I

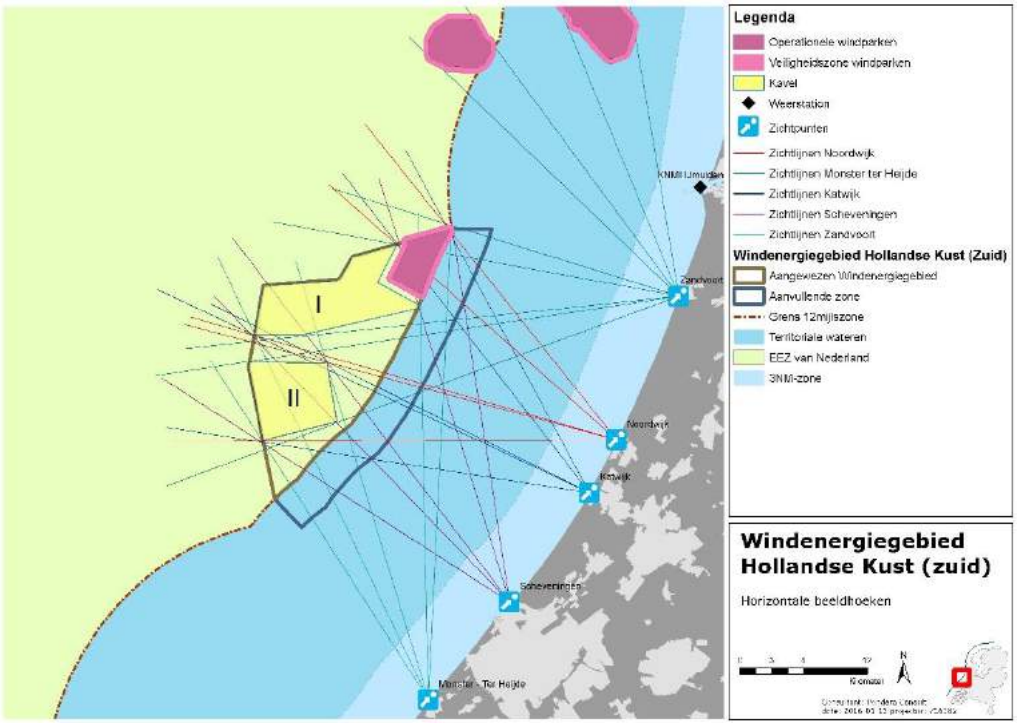
Locatie	Zichtafstand	Beeldhoek windpark kavel I	% van beeld
Zandvoort	24,6 km	16,5 ^{0}	9,2 %
Noordwijk	22,6 km	25,5 ^{0}	14,2 %
Katwijk	23,8 km	27 ^{0}	15 %

[3] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee
[4] Monster – Ter Heijde ligt op meer dan 30 km van kavel I, maar omdat de zichtbaarheidsanalyse ook is opgesteld voor de dichter bij Monster – Ter Heijde gelegen kavel II, is deze plaats hier toch meegenomen.

Locatie	Zichtafstand	Beeldhoek windpark kavel I	% van beeld
Scheveningen	29,2 km	27 ^{0}	15 %
Monster – Ter Heijde	36,2 km	24 ^{0}	13,3 %

De horizontale beeldhoeken zoals aangegeven in tabel 9.3 gelden voor geheel het windkavel (geen onderscheid in de alternatieve windturbineopstellingen). Deze beeldhoeken van kavel I (en II) worden weergegeven in figuur 9.2.

Figuur 9.2 Horizontale beeldhoeken vanaf het strand voor kavel I (en II)



9.5.2 Zichtbaarheid overdag

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt van een viertal factoren af: de eigenschappen van het object, de kromming van de aarde, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden. De zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust is voornamelijk beperkt door de meteorologische omstandigheden. Voor een uitgebreidere effectbeschrijving wordt verwezen naar bijlage 10.

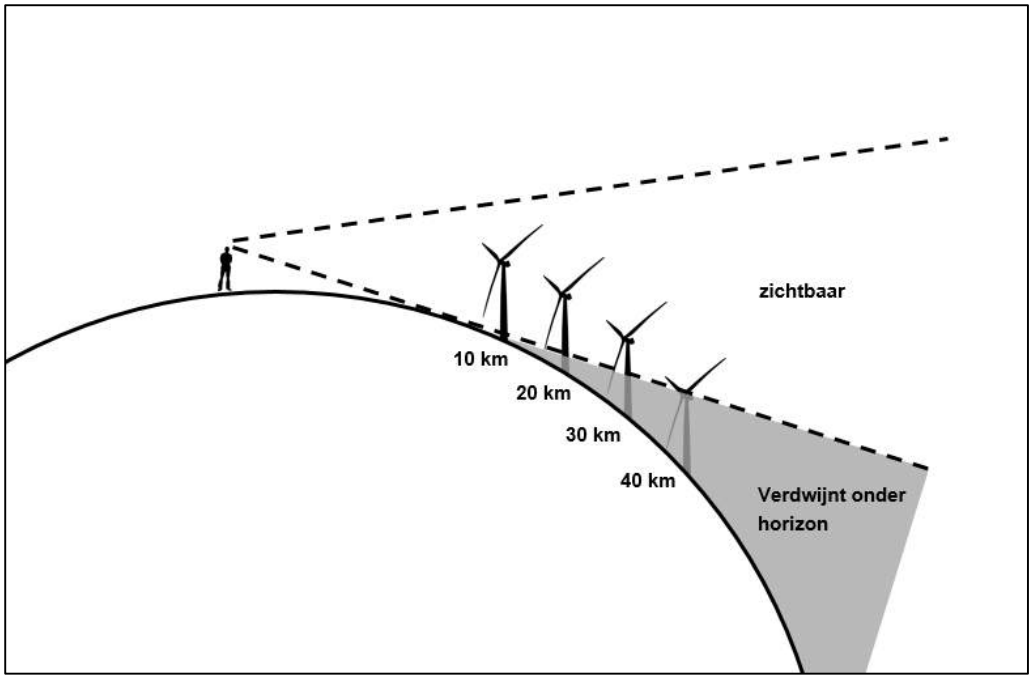
Eigenschappen van het object

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. De kleur kan ook bepalend zijn in samenspel met de achtergrond, alleen is in de praktijk minder bepalend omdat de turbines voorzien worden van een matte coating in de kleur wit en lichtgrijs (met uitzondering van het eerste stuk boven water dat veelal in een opvallende kleur (geel) wordt uitgevoerd, dit is niet te zien vanaf het strand). Hierdoor zullen de turbines veelal wegvallen tegen de achtergrond.

Kromming van de aarde

Door de kromming van de aarde zijn turbines met een tiphoogte van circa 250 meter (overeenkomstig de turbines met een maximale tiphoogte) na 61 kilometer volledig uit het zicht ontnomen. De turbines vallen dan geheel achter de horizon (zie figuur 9.4 met een schematische weergave van de kromming van de aarde). Dit wordt ook wel kimduiking genoemd. Bij turbines met een tiphoogte van 167 meter is de afstand 51 kilometer, waarna de turbines volledig uit het zicht verdwijnen. Uitgangspunt hierbij is de ooghoogte van de waarnemer vanaf het strand. Wanneer de waarnemer zich hoger bevindt, bijvoorbeeld op de top van een duin, dan zijn de genoemde afstanden wanneer turbines achter de horizon verdwijnen enkele kilometers groter.

Figuur 9.4 Schematische voorstelling kimduiking en windturbines



Visus van het menselijk oog

De visus van het menselijk oog is theoretisch in staat een turbine met een mast van maximaal 10 meter breed nog waar te nemen op een afstand van 100 kilometer (maar dan is de kimduiking beperkend, namelijk 61 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. Deze worden per alternatief weergegeven in tabel 9.4 en tabel 9.5. Voor de afmetingen zijn schattingen en extrapolaties gemaakt, op basis van gegevens van bestaande turbines.

Tabel 9.4 Theoretische zichtbaarheid turbine 6 MW

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale dikte)	6,0	38*
Gondel (hoogte)	6,0	40*

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Rotorbladen (max. breedte)	5,0	44*
Rotortip	0,5	5

* Kimduiking is hier leidend, anders was de theoretische zichtbaarheid vanwege de visus van het menselijke oog voor de mast en gondel 60 km.

Tabel 9.5 Theoretische zichtbaarheid turbine 10 MW

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale dikte)	10,0	45*
Gondel (hoogte)	10,0	47*
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	53*
Rotortip	0,5	5

* Kimduiking is hier leidend, anders was de theoretische zichtbaarheid vanwege de visus van het menselijke oog voor de mast en gondel 100 km en voor de rotorbladen 73 km.

De volledige verdwijnafstand van de turbine door kimduiking is echter verder dan de menselijke visus kan zien, vanwege de hoogte van de verschillende onderdelen. Het dikste gedeelte van de turbinebladen is in deze bepalend: een onderdeel dat op een afstand zichtbaar is voordat de totale verdwijnafstand door kimduiking is bereikt. Dit is in tabel 9.6 weergegeven.

Tabel 9.6: Alternatieven in relatie tot maximale zichtafstand

	Max breedte blak (m)	Hoogte van onderdeel (m)	Verdwijn-afstand door prestatie menselijke visus (km)	Verdwijnafstand kimduiking hoogte onderdeel	Maximale zichtafstand (km)
Alternatief 1	5,0	120	50	44	44
Alternatief 2	7,3	185	75	53	53

Belangrijkste verschil in zichtbaarheid tussen de alternatieven wordt daarmee veroorzaakt door de fysieke afmetingen van de turbines. Dit gaat echter met name een rol spelen op grotere afstanden (> 44 km). De onderzochte ondergrens (kleinere turbines) zijn dan niet meer zichtbaar, terwijl de grote turbines wel zichtbaar zullen zijn.

Bovenstaande factoren bepalen dus een maximale theoretische zichtafstand, maar in de praktijk zijn de meteorologische omstandigheden maatgevend voor de zichtbaarheid voor een windpark in kavel I.

Meteorologische omstandigheden

Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, die de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee het zicht verkleinen[5]. Het KNMI berekent uit dagelijkse metingen voor 26 weerstations in Nederland de maximale zichtafstand. Voor dit project is gekozen voor data die beschikbaar zijn van weerstation 225 IJmuiden. Er is voor dit weerstation gekozen aangezien deze het dichtstbijzijnde station is. In bijlage 10 is een vergelijking gemaakt met het gebruik van data van weerstation de Kooy. In tabel 9.7 zijn de langjarige gemiddelde

[5] KNMI (2012)

zichtafstanden, gemeten over 1971 – 2002 in station IJmuiden, van een windpark in kavel I weergegeven voor de zomerperiode (mei-september). Ook is het percentage gegeven van de tijd tussen zonsopkomst en zonsondergang.

Tabel 9.7 Langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 01/10), KNMI station IJmuiden (periode 1971-2002).

Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd alleen tussen zonsopkomst en zonsondergang (zomerperiode)
> 5 km	89,2 %	88,6 %
> 10 km	66,5 %	66,8 %
> 20 km	24,8 %	26,0 %
> 30 km	9,4 %	10,6 %

De percentages voor de zomerperiode en dagperiode (kolom 2 en 3) verschillen, aangezien door de filtering de periode tussen 21:00 - 07:00 uur uit de dataset zijn verwijderd.

Op basis van tabel 9.8 kan berekend worden dat 18,8% van de tijd de meteorologische omstandigheden in de zomerperiode overdag zo zijn dat (een deel van) het windpark zichtbaar is. Dit percentage is van toepassing op een persoon die zich op het dichtstbijzijnde strand bevindt ten opzichte van het windpark (22,2 km, bij Noordwijk). Op grotere afstand van het windpark nemen de zichtbaarheidspercentages sterk af. Zo is de zichtbaarheid van kavel I vanuit Bergen aan Zee (op circa 43 km afstand), minder dan 0,4 % van de tijd overdag in de zomer. Vanuit Zandvoort is kavel I 10,9 % van de tijd overdag in de zomer zichtbaar. In tabel 9.8 wordt het percentage van de tijd dat kavel I van het windpark zichtbaar is vanaf verschillende kustplaatsen weergegeven. In de tabel is tussen haakjes ook het aantal uren/minuten gegeven dat correspondeert met het percentage, waarbij opgemerkt dient te worden dat de waarden in de tabel gemiddelden zijn (het is natuurlijk niet zo dat bijvoorbeeld vanuit Bergen aan Zee het windpark elke dag precies 3 minuten zichtbaar is, gemiddeld over de zomerperiode zal dit wel het geval zijn), Hierbij moet worden opgemerkt dat afstanden van meer dan 30 kilometer als niet relevant kunnen worden beschouwd.

Tabel 9.8 Gemiddelde zichtbaarheid kavel I in de zomerperiode (mei – oktober)

Locatie	Zicht-afstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd (dagperiode in zomerperiode)
Bergen a/ Zee	43,2	0,32 %	0,38 % (circa 3 min)
Egmond a/ Zee	39,6	0,36 %	0,44,% (circa 4 min)
Castricum a/ Zee	35,8	0,36 %	0,44 % (circa 4 min)
Zandvoort	24,6	9,57 %	10,85 % (circa 1:38 uur)
Noordwijk	22,6	17,25 %	18,84 % (circa 2:50 uur)
Katwijk	23,8	16,83 %	18,38 % (circa 2:45 uur)
Scheveningen	29,2	3,16 %	3,89 % (circa 35 min)
Monster – Ter Heijde	36,2	0,36 %	0,44 % (circa 4 min)
Hoek van Holland	40,5	0,32 %	0,38 % (circa 3 min)

Naar aanleiding van voorgaande deelanalyses, wordt vervolgens gekeken naar het verschil tussen de onderzochte alternatieven (klein en groot) in turbineafmetingen. Bepaald wordt of deze van elkaar onderscheidend zijn.

Vergelijking alternatieven

In tabel 9.9 worden de verschillen in theoretische zichtbaarheid tussen de alternatieven weergegeven.

Tabel 9.9 Alternatieven in relatie tot maximale zichtafstand

	Max breedte blak (m)	Hoogte van onderdeel (m)	Verdwijn-afstand door prestatie menselijke visus (km)	Verdwijnafstand kimduiking hoogte onderdeel	Maximale zichtafstand (km)
Alternatief 1	5,0	120	50	44	44
Alternatief 2	7,3	185	75	53	53

Belangrijkste verschil in zichtbaarheid tussen de alternatieven wordt veroorzaakt door de fysieke afmetingen van de turbines. Dit gaat echter met name een rol spelen op grotere afstanden (> 44 km). De onderzochte ondergrens (kleinste turbines) zijn dan niet meer zichtbaar, terwijl de grote turbines wel zichtbaar zullen zijn.

Het verschil in turbine-afmetingen speelt bij het aspect ‘meteorologische omstandigheden’ geen rol, slechts de afstand tot de kust is leidend. Daarmee zijn alternatieven (kleine en grote turbines) niet onderscheidend. Vanaf het dichtstbijzijnde punt langs de kust (bij Noordwijk) is kavel I maximaal 18,8% van de tijd tijdens de zomerperiode overdag zichtbaar. De zichtbaarheid neemt sterk af naarmate de afstand tussen de kust en kavel I toeneemt (dus bij andere kustplaatsen waar de afstand tot het windpark groter is).

De zichtbaarheid is hierboven aangegeven op een kwantitatieve manier. Ook kan de zichtbaarheid worden aangegeven op een kwalitatieve manier. Dit gebeurt in de volgende paragraaf.

9.5.3 Zichtbaarheid in de nacht

ICAO schrijft voor turbines met een tiphoogte van meer dan 150 meter een rood knipperend licht voor van 2.000 candela in de nacht. Voor overdag en in de schemering wordt een wit licht met 20.000 candela voorgeschreven. In nachten met goede meteorologische omstandigheden kan deze verlichting te zien zijn vanaf de kust. Hoe meer turbines worden voorzien van verlichting voor de luchtvaart, hoe zichtbaarder het windpark is. Het alternatief met 63 turbines van 6 MW scoort dan minder goed dan het alternatief met minder turbines (38 turbines van 10 MW).

Ter indicatie is ook een nachtvisualisatie gemaakt. Deze is te vinden via de volgende link: http://www.ponderaconsult.com/VIS/visopzee/safe/index.html.

Het effect van verlichting kan mogelijk gemitigeerd worden op basis van een nieuwe circulaire (concept informatiecirculaire aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart, nr. 2.2, 4 april 2016), zie ook paragraaf 9.8 over mitigerende maatregelen.

9.5.4 Visualisaties

Visualisaties geven een indruk weer van een toekomstige situatie. Dit heeft uiteraard zijn beperkingen, vooral wanneer dit in een figuur in een rapport wordt weergegeven. Er wordt dan ook sterk aangeraden om de visualisaties via onderstaande link te bekijken, in plaats van de illustratieve visualisaties zoals in onderstaande figuren zijn weergegeven. In de volgende twee figuren is een uitsnede opgenomen van de fotovisualisatie voor het alternatief met 6 MW turbines en met 10 MW turbines. Gekozen is om een beeldhoek van 60 graden weer te geven, hetgeen een goede weergave van de werkelijkheid is. Voor een goede interpretatie van de visualisaties wordt verwezen naar bijlage 9 en de online visualisaties die beschikbaar zijn via de volgende link:

http://www.ponderaconsult.com/VIS/visopzee/safe/index.html

De turbines zijn in de volgende figuren nauwelijks zichtbaar, maar staan links van het pad naar het strand. Achter het gebouw aan de rechterzijde is windpark Luchterduinen beperkt zichtbaar. Op basis van de uitsnede hieronder is dit lastig te zien. De uitsneden hierna zijn ter illustratie opgenomen.

Figuur 9.6 Uitsnede van fotovisualisatie van kavel I met 6 MW turbines



Figuur 9.7 Uitsnede van fotovisualisatie van kavel I met 10 MW turbines



Op basis van de visualisaties van windturbines in kavel II is te stellen dat bij goede meteorologische omstandigheden de windturbines als kleine objecten aan de horizon zijn te zien. Het verschil tussen het alternatief met 6 MW turbines en 10 MW turbines is dat in het alternatief met 6 MW turbines er meer turbines aan de horizon zijn te zien, maar dat de turbines lager zijn. De 10 MW turbines zijn groter, maar het zijn er minder in aantal, hetgeen wellicht als een rustiger beeld overkomt. Welk beeld, met 6 of met 10 MW turbines, de voorkeur geniet of het landschap het minst beïnvloedt. is lastig objectief aan te geven.

9.5.5 Beleving

Passen windmolens in het landschap? Daar denken mensen verschillend over en het is dus in dit MER niet voor iedereen eenduidig aan te geven. Een overzicht geeft Nierman (2010)[6]. Hoewel beleving niet als apart beoordelingscriterium wordt gehanteerd, worden hier toch een paar zaken genoemd die wat meer duidelijkheid geven over de beleving van de windturbines in kavel I. Gebruik wordt gemaakt van de Handreiking waardering landschappelijke effecten van windenergie (H+N+S in opdracht van Agentschap NL, 2013), die echter met name ingaat op de landschappelijke effecten van windturbines op land. Voor windturbines op zee zijn de volgende zaken relevant voor de beleving:

- De kust en de zee worden onder andere gewaardeerd om de weidse uitzichten, de rust en de ruimte[7]. Windturbines in zee kunnen ervaren worden als storende elementen, die het weidse uitzicht aantasten en verstorend werken voor de rust en de ruimte. Mensen die de kust en de zee waarderen om de genoemde kwaliteiten, kunnen dus vinden dat windturbines er niet thuishoren.
- Windturbines worden ook geassocieerd met plekken waar het hard waait. De kust en de zee zijn plekken waar het hard waait, omdat deze plekken open zijn. Hoewel de windturbines dus verstorend kunnen werken voor de rust en ruimte, worden ze ook geassocieerd met windrijke locaties zoals de kust en de zee. Er zijn ook mensen die vinden

[6] Nierman et al, Beleving en maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee, 2010
[7] Vries, S. de, Boer, T.A. de, Goossen, C.M., Wulp, N. Y. van der, m.m.v. Dijkstra, H. (2008). De beleving van grote wateren. De invloed van een aantal man-made elementen onderzocht. WOT rapport 64.

dat windturbines thuishoren bij de kust en de zee, zoals ook de schepen aan de horizon er thuishoren.

- In de genoemde handreiking worden de volgende criteria genoemd bij ‘waarneming en beleving’:
  A. Nabijheid en zichtbaarheid vanuit woonbebouwing en belangrijke routes;
  B. Horizonbeslag / gevoel van insluiting
  C. Herkenbaarheid van de opstelling (beleefbare interne orde, onderscheid tussen individuele opstellingen)

     Ad A: De zichtbaarheid van het windpark heeft aandacht gekregen in paragraaf 9.5.2 en 9.5.3.

     Ad B: Het horizonbeslag heeft aandacht gekregen in paragraaf 9.5.1.

     Ad C: De herkenbaarheid van de opstelling is vanwege de grote afstand (>22 km) minder relevant dan wanneer turbines dichterbij zijn gelegen. De visualisaties geven ook aan dat de turbines op dermate grote afstand staan, dat niet goed is te beoordelen hoe de windturbines ten opzichte van elkaar staan. Het is erg moeilijk om bijvoorbeeld te beoordelen of turbines naast of schuin achter elkaar staan. Op slechts een klein aantal plekken op het strand staan de turbines van bijvoorbeeld Windpark Egmond aan Zee op één lijn met de waarnemer. Indien de waarnemer slechts een paar stappen opzij zet, dan staan de turbines al niet meer achter elkaar, maar kort naast elkaar en is de structuur van de opstelling minder waarneembaar. Op slechts een beperkt aantal plekken op het strand kan, bij heldere omstandigheden, waargenomen worden hoe de turbines ten opzichte van elkaar staan. Op andere plekken is dat niet mogelijk en dus maakt het voor de beleving van het windpark nagenoeg niet uit hoe de turbines ten opzichte van elkaar staan in kavel I. Uitgangspunt hierbij is dat de turbines per definitie verspreid over de gehele kavel staan (en er dus niet een aanzienlijk deel van de kavel ongebruikt blijft) vanwege de zo hoog mogelijke windopbrengst (en zo min mogelijke onderlinge beïnvloeding).

PlanMER Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee Aanvulling Hollandse Kust

Ook in het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust wordt aandacht besteed aan de beleving van windparken op zee. Ook hier wordt geconcludeerd op basis van met name De Vries et al. (2008) dat de beleving subjectief is en afhankelijk van de achtergrond van de waarnemer zoals opleidingsniveau, inkomen en houding ten opzichte van duurzame energie. Aangegeven wordt in het planMER dat de grote gemene deler uit het belevingsonderzoek laat zien dat verstoring van het zeelandschap met vaste objecten, zoals windparken of boorplatforms, licht negatief beoordeeld wordt, dat daarbij het eerste verstorende object het meest negatief wordt beoordeeld en dat daarna volgende objecten steeds relatief minder negatief beoordeeld worden, en dat een grotere afstand leidt tot een minder negatieve beoordeling. Ook zijn er groepen mensen die met windturbines in het algemeen en met wind op zee positieve associaties blijken te hebben.

In het planMER is verder het volgende opgenomen over uitgevoerd belevingsonderzoek:

“In enkele onderzoeken is de invloed van aanwezigheid van windturbines op de beleving van het landschap in het algemeen en soms specifiek voor grote wateren onderzocht. Coeterier et al. (1997 in De Vries et al., 2008) toont aan dat de bouw van windturbines op eilanden of kust als storend worden ervaren. Uit kwalitatief onderzoek is naar voren gekomen dat windturbines vanwege de industriële uitstraling over algemeen negatief worden gewaardeerd (Coeterier & Schöne, 1998a,1998b, Schöne & Coeterier, 1986, in De Vries et al., 2008, Van der Ploeg & Schöne, 2003 in Wulp, 2009a).

In 2010 heeft Royal HaskoningDHV een literatuuronderzoek uitgevoerd naar de effecten van de aanwezigheid van windparken op recreatie, kusttoerisme en huizenprijzen. Uit dit onderzoek kwamen als belangrijkste elementen voor de beleving van de zee de volgende aspecten naar voren: ruimte en oneindigheid, ongereptheid en natuurlijkheid, rust en eenheid. Een topbeleving aan de kust is op heldere dagen de beleving van de ondergaande zon.

Onderzoek in de VS toont aan dat mensen dominante aanwezigheid van windparken in de kustgebieden negatief waarderen (Kempton et al, 2005 in Ladenburg 2010; Firestone and Kempton, 2007). Daarnaast heeft het landschap zelf invloed. Als men het landschap mooier vindt, is de impact van windturbines en andere technische elementen groter. (Wulp, 2009a,b). Onderzoek van Dalton et al (2008) laat zien dat plaatsing van windturbines op zee op 5 km minder gewaardeerd werd dan op het land. Dit wordt bevestigd in een Duitse en Britse studie in Soerensen et al. in Lakenburg 2010). Uit het onderzoek van Intomart (2008) blijkt dat, voor diegenen die vinden dat de zee geen goede plek is om windturbineparken aan te leggen, de belangrijkste reden is dat een windpark op zee te veel zichtbaar is.

Intomart Gfk (2008 en 2015) heeft in de periode 2005 tot en met 2008 een monitoringsonderzoek uitgevoerd naar de publieke opinie rond windturbines op zee. Dit onderzoek is herhaald in 2015 met als doel een indicatie te geven of de beleving en perceptie van de aanwezigheid van het windpark veranderd is of niet. Het onderzoek is gebaseerd op foto’s en meerkeuzevragen. Er zijn vier groepen onderscheiden in dit onderzoek: inwoners van kustgemeenten, ondernemers van kustgemeenten, Nederlandse recreanten en Duitse recreanten. In 2015 zijn er minder bewoners en minder recreanten die menen dat een zichtbaar windpark de beleving van de zee en het strand aantast dan in 2008. Circa de helft van de betrokkenen accepteert een zichtbaar windpark op zee, omdat het bijdraagt aan de Nederlandse duurzaamheidsdoelstelling.

Ook recent onderzoek geïnitieerd door Stichting Natuur en Milieu (GFK, 2015) onder Duitse toeristen en een studie van ZKA Consultants & Planners uit 2013 laten een overwegend licht negatieve beoordeling zien voor windparken ver uit de kust. Het onderzoek van ZKA laat goed zien dat windparken dichterbij de kust lager scoren in belevingswaarde dan windparken verder weg van de kust.

Naast bovenstaand onderzoek is ook onderzoek beschikbaar waaruit juist een positieve waardering voor windturbines op zee blijkt. Onderzoek naar de acceptatie van windparken aan de oostkust van de VS laat zien dat toeristen windparken op zee op 10 km accepteren en dat het een beperkte negatieve invloed heeft op hun keuze te recreëren op het strand (Lilley et al., 2009).

Uit ander onderzoek in het buitenland (o.a. Zweden en Chili) blijkt dat mensen vinden dat windparken op zee minder visuele en auditieve verstoringen opleveren dan windparken op land (Ladenburg, 2010). In een langlopend onderzoek van Intomart (2008) naar de beleving en acceptatie van een windpark op zee, blijkt dat driekwart van de inwoners, ondernemers en Nederlandse en Duitse recreanten windmolens op zee accepteren (Intomart, 2008). Ook uit het onderzoek van Ladenburg (2010) onder een gedeelte van de Deense bevolking blijkt dat de houding tegenover windparken op zee over het algemeen positief is.

PBL onderzoek van Wortelboer (PBL, 2009) over de Waddenzee benoemt als positieve aspect dat waarnemers zich bewust worden van de grote afstand waarover kan worden gekeken. Turbines kunnen bijvoorbeeld even op een dag zichtbaar zijn en later weer niet. Dit kan een extra dimensie toevoegen aan de beleving van de kust."

Verlichting

Zoals eerder beschreven in dit hoofdstuk worden de turbines verlicht met knipperende lichten ten behoeve van scheepvaart- en luchtvaartveiligheid. De beleving 's nachts van de zichtbaarheid van het windpark vanaf de kust kan onder goede meteorologische omstandigheden relatief groot zijn omdat andere elementen in het landschap dan minder opvallen. Het effect van verlichting kan mogelijk gemitigeerd worden op basis van een nieuwe circulaire (concept informatiecirculaire aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart, nr. 2.2, 4 april 2016), zie ook paragraaf 9.8 over mitigerende maatregelen.

9.6 Conclusie

De zichtbaarheid van een windpark in kavel I is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 18,8% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Noordwijk). Buiten deze periode is het zichtbaarheidspercentage lager. Ook is dit percentage lager op andere zichtlocaties, die verder van de kavel zijn gelegen.

Verder geven fotovisualisaties aan dat het windpark, als de meteorologische omstandigheden goed zijn, zichtbaar is. Onderscheid tussen de alternatieven is gering. De grote turbines zijn op een afstand van 44 kilometer of meer nog wel (theoretisch) zichtbaar, de kleine turbines niet meer (vanwege kimduiking). Dit verschil in effect is echter klein.

Op basis van met name De Vries et al. (2008) wordt geconcludeerd dat de beleving subjectief is en afhankelijk van de achtergrond van de waarnemer zoals opleidingsniveau, inkomen en houding ten opzichte van duurzame energie. De grote gemene deler uit het belevingsonderzoek laat zien dat verstoring van het zeelandschap met vaste objecten, zoals windparken of boorplatforms, licht negatief beoordeeld wordt, dat daarbij het eerste verstorende object het meest negatief wordt beoordeeld en dat daarna volgende objecten steeds relatief minder negatief beoordeeld worden, en dat een grotere afstand leidt tot een minder negatieve beoordeling. Ook zijn er groepen mensen die met windturbines in het algemeen en met wind op zee positieve associaties blijken te hebben.

De verlichting die wordt toegepast op de gondel van de windturbines zorgt ervoor dat het windpark onder goede meteorologische omstandigheden ook ’s nachts zichtbaar kan zijn vanaf de kust. Hoe meer windturbines, hoe zichtbaarder in de nacht. Het alternatief met de meeste turbines scoort dan ook minder goed op zichtbaarheid in de nacht dan het alternatief met de minste turbines. Dit effect wordt kleiner als alleen de buitenste turbines verlicht worden (zie de nieuwe circulaire (concept informatiecirculaire aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart, nr. 2.2, 4 april 2016) waarin het effect van verlichting mogelijk gemitigeerd kan worden, zie ook paragraaf 9.8 over mitigerende maatregelen).

Alternatief 1 (63 x 6 MW) scoort overall op het aspect landschap negatief (-) en alternatief 2 (38 x 10 MW) scoort licht negatief (0/-).

Tabel 9.10 Beoordeling landschap

Aspecten	Beoordeling	
	6 MW	10 MW
Zichtbaarheid in percentage van de tijd Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	-	0/-

9.7 Cumulatie

Naast kavel I zal ook kavel II worden uitgegeven voor de plaatsing van windturbines. Deze kavel bepaalt dan mede de horizontale beeldhoek. Ook bepalen de bestaande windparken de beeldhoeken vanaf een aantal kustlocaties (de horizontale beeldhoek heeft alleen invloed op het beeld van de kustbezoeker wanneer objecten tot op 30 kilometer gelegen). Zo is voor alle onderstaande kustlocaties in cumulatie rekening gehouden met het windpark Luchterduinen, alleen bij Zandvoort liggen de windparken Prinses Amalia en OWEZ binnen een afstand van 30 kilometer, waar deze dan ook in cumulatie zijn meegenomen. In tabel 9.11 wordt deze cumulatieve horizontale beeldhoek weergegeven. In het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust wordt het beeld gegeven van de volledige vulling van de gebieden Hollandse Kust (zuid en noord). Bij de MER-en voor de kavels III en IV zal ook de cumulatie met de kavels I en II meegenomen worden.

Tabel 9.11 Horizontale beeldhoek kavel I

Locatie	Beeldhoek Windpark		% van beeld	
	Kavel I+II	Kavel I+II + bestaande WP	Kavel I+II	Kavel I+II + bestaande WP**
Zandvoort	30,5 °(-2.5 ^{0})*	61 °	16,4 %	33,9 %
Noordwijk	42 ° (-1 ^{0}) *	52 °	21,9 %	28,9 %
Katwijk	43 °	53 °	23,9 %	29,4 %
Scheveningen	39 °	48,5 °	21,7 %	26,9 %
Monster – Ter Heijde	31,5 °	36 °	17,5 %	20 %

* Vanaf de zichtlocaties Zandvoort en Noordwijk is er geen aaneengesloten horizonbeslag van beide kavels. Er is een open deel tussen de kavels zichtbaar. De beeldhoek van dit deel is hier als negatieve waarde weergegeven. Er wordt een worst-case van de beeldhoek weergegeven, omdat dit open deel in de

cumulatie van Kavel I+II is meegenomen als onderdeel van het windpark op zee. Reden hiertoe is de geringe omvang van het open deel.
** Bestaande Windparken

De horizontale beeldhoek van alleen kavel I is conform tabel 9.3 maximaal 27° (vanuit Katwijk). Met kavel II en Luchterduinen/Prinses Amalia windpark erbij neemt de horizontale beeldhoek toe naar 61° (vanuit Zandvoort). Op alle andere kustlocaties is de horizontale beeldhoek als gevolg van de genoemde windparken minder groot.

De afstand tot de kust van de windturbines in kavel I is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines sterk beperken. De kortste afstand tussen de windturbines op zee en het strand bedraagt 22,2 kilometer. Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 18,8% van de tijd zichtbaar. Op kustlocaties die verder van kavel I zijn gelegen is dit percentage van de tijd minder. En naast windparken zijn ook tal van schepen zichtbaar aan de horizon.

Naast kavel II zullen ook mogelijk kavel III en IV in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ontwikkeld worden. Afhankelijk van de exacte ligging van die kavels kan dit tevens van invloed zijn op de horizontale beeldhoek vanuit diverse kustlocaties. De effecten van die kavels in cumulatie met de kavels I en II zullen in separate MER-en bij de kavelbesluiten III en IV worden behandeld.

Tevens zijn er in het kader van het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust visualisaties gemaakt. Deze zijn te vinden via de volgende link:
http://windmolensopzee.noordzeeloket.nl/
Deze visualisaties geven een beeld van de situatie wanneer meer kavels in windenergiegebied Hollandse Kust worden ontwikkeld en turbines tot op 18,5 kilometer vanaf de kust worden gerealiseerd. De visualisaties zijn opgenomen in een viewer die werkt met een digitale 3D maquette, waardoor meerdere instellingen gevarieerd kunnen worden zoals tijdstip van de dag en zichtsituatie. In de viewer zijn andere opstellingen zichtbaar dan in de fotovisualisaties voor specifiek het MER voor kavel I en II en waar deze rapportage voor is opgesteld. In de viewer worden varianten met 4 en 8 MW turbines getoond. De visualisaties die zijn gemaakt ten behoeve van het MER voor kavel I en II betreffen echte foto's en geven daardoor een ander (realistischer) beeld dan de viewer. De effecten van de kavels III en IV in cumulatie met de kavels I en II zullen in separate MER-en bij de kavelbesluiten III en IV worden behandeld.

9.8 Mitigerende maatregelen

Een lijnopstelling, haaks op de kust gesitueerd, leidt tot een afname van de zichtbaarheid (beeldhoek) vanaf één exacte locatie aan de kust, maar niet tot een afname voor andere locaties. Een dergelijke lijnopstelling leidt dan ook niet tot een werkelijke vermindering van de zichtbaarheid van het windpark op zee. Daarnaast is het niet realistisch om één lijnopstelling haaks op de kust te realiseren, aangezien de doelstelling voor het gebied noopt tot het gebruiken van de hele kavel voor windenergie en niet slechts één lijn met turbines.

Een andere kleurstelling leidt ook niet tot een minder grote zichtbaarheid, aangezien de turbines reeds worden uitgevoerd met een matte coating en kleur die vaak wegvalt tegen de (veelal grijze) achtergrond. Wanneer de kleur van de turbines lichter is dan de achtergrond,

bijvoorbeeld bij donkere stormachtige wolkenluchten, dan zijn de turbines wel zichtbaarder. Er bestaat echter geen kleurstelling die bij alle omstandigheden zorgt voor de minste zichtbaarheid. Wanneer windturbines vanaf de achterzijde door de zon worden belicht, maakt de kleur van de turbines geen verschil en zijn de windturbines over het algemeen (afhankelijk van de mate en kleur van de bewolking) zichtbaarder dan wanneer de turbines worden belicht vanaf de voor- of zijzijde.

Een maatregel die in het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust wordt genoemd is het aanbrengen van verticale kleurbanen op de turbines. Deze kleurbanen breken de turbine als het ware op in smallere delen. Het is voor het menselijke oog moeilijker om deze smallere delen op afstand te zien als één geheel, daardoor is het moeilijker om de turbines op afstand waar te nemen. Verticale kleurbanen helpen waarschijnlijk niet wanneer windturbines vanaf de achterzijde door de zon belicht zijn. Bovendien is het de vraag of het onderscheid in kleur op deze grote afstanden inderdaad effect sorteert.

Een andere maatregel die in het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust wordt genoemd is om bij de keuze van het type turbine te kiezen voor zo groot mogelijke turbines, zodat een kleiner aantal kan worden geplaatst. Dat geeft een rustiger beeld aan de horizon. De windturbines zullen echter nog steeds zichtbaar (kunnen) zijn aan de horizon.

Nog een andere maatregel die in het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust wordt genoemd is het geven van informatie over het wat, hoe en waarom van de windparken, zodat de waarnemer begrip heeft van de noodzaak van het windpark. Het zal de situatie betekenisvoller maken voor de waarnemer en daarmee de acceptatie vergroten.

Om de zichtbaarheid vanwege de verlichting te beperken zijn er hoofdzakelijk twee technische mogelijkheden:

1. Met behulp van radardetectie kan de verlichting worden ingeschakeld wanneer luchtvaartverkeer zich binnen een bepaalde zone van het windpark begeeft.
2. Met behulp van zichtbaarheidsmeters kan de verlichting gedimd worden wanneer de zichtomstandigheden goed zijn, dan behoeft de verlichting niet altijd voluit te branden.

Deze maatregelen worden nog niet of in ieder geval nog niet op grote schaal toegepast. In overleg met de Inspectie Leefomgeving en Transport kan bekeken worden in hoeverre deze maatregelen toegestaan zijn. Ook het kostenaspect kan van belang zijn voor de haalbaarheid van deze maatregelen. Het effect van verlichting kan mogelijk gemitigeerd worden op basis van een nieuwe circulaire (concept informatiecirculaire aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart, nr. 2.2, 4 april 2016).

10 OVERIGE GEBRUIKSFUNCTIES

10.1 Inleiding

Doordat bij de locatiekeuze en de begrenzing van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) reeds rekening is gehouden met ander gebruik in de omgeving, is de beïnvloeding van ander gebruik door het windpark beperkt. Dit neemt niet weg dat het windpark invloed kan hebben op andere gebruiksfuncties in het gebied. In dit hoofdstuk is dat nader onderzocht, hierbij is ingegaan op de volgende functies:

- visserij;
- olie- en gaswinning;
- luchtvaart;
- zand-, grind- en schelpenwinning;
- baggerstort;
- scheeps-, wal- en luchtvaartradar;
- kabels en leidingen;
- telecommunicatie;
- munitiestortgebieden en militaire activiteiten;
- recreatie en toerisme;
- cultuurhistorie en archeologie;
- mosselzaadinvanginstallaties;
- windparken.

In tegenstelling tot de andere effecthoofdstukken is gekozen om de huidige situatie en autonome ontwikkeling tezamen met de effectbeschrijving per aspect te beschrijven. Dit maakt het hoofdstuk beter te volgen.

10.2 Te beschouwen bandbreedte / alternatieven

Voor de effecten van het windpark op gebruiksfuncties is veelal niet de inrichting van het windpark bepalend voor de effecten, maar de buitencontour (ruimtebeslag) van het windpark. Dit is bijvoorbeeld het geval bij visserij en zandwinning; binnen het windpark zijn deze functies niet toegestaan. Waar de inrichting van het windpark wel een rol speelt (luchtvaart, cultuurhistorie & archeologie), spelen vaak bepaalde inrichtingsaspecten een rol, zoals het aantal turbines, de hoogte van windturbines en de oppervlakte aan erosiebescherming.

Om de bandbreedte van de mogelijke milieueffecten in beeld te brengen zijn twee alternatieven onderzocht die het meest uiteenlopen voor wat betreft het aantal turbines (63 of 38 turbines per kavel), de tiphoogte (167 of 251 m) en de oppervlakte aan erosiebescherming (11.113 - 477.522 m^2, zie tabel 10.1).

Tabel 10.1 Totaal oppervlak fundering en erosiebescherming (hele windpark in kavel I)

	Oppervlakte fundering	Oppervlakte erosiebescherming	Totaal oppervlak
Jacket Ø 1,5m (6 MW)	445 m^2	11.133 m^2	11.578 m^2
Jacket Ø 3,5m (10 MW)	5.850 m^2	36.560 m^2	42.410 m^2
Monopile Ø 6 m (6 MW)	1.781 m^2	16.032 m^2	27.813 m^2
Monopile Ø 10 m (10 MW)	2.985 m^2	28.861 m^2	29.846 m^2
Tripod Ø 2 m (6 MW)	594 m^2	14.844 m^2	15.438 m^2
Tripod Ø 4 m (10 MW)	1.432 m^2	35.814 m^2	37.246 m^2
Suction bucket Ø 15 m (6 MW)	11.133 m^2	0 m^2	11.133 m^2
Suction bucket Ø 20 m (10 MW)	11.938 m^2	0 m^2	11.938 m^2
Gravity Based Fundatie 30 m (6 MW)	44.532 m^2	400.789 m^2	445.321 m^2
Gravity Based Fundatie 40 m (10 MW)	47.752 m^2	429.770 m^2	477.522 m^2

Te beschouwen alternatieven

Alternatief 1: 63 x 6 MW windturbines (tiphoogte 167 meter) op een suction bucket met een doorsnede van 15 meter.

Alternatief 2: 38 x 10 MW windturbines (tiphoogte 251 meter) op een Gravity Based fundatie met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Hierbij wordt gerekend met een erosiebescherming van vijf maal de diameter.

Bij de 6 MW en 10 MW windturbine is uitgegaan van respectievelijk een suction bucket en een Gravity Based fundatie, omdat deze fundaties het kleinste en grootste oppervlak aan erosiebescherming hebben.

10.3 Beoordelingskader

Voor de beoordeling van de effecten van het windpark op het aspect overige gebruiksfuncties zijn de onderstaande beoordelingscriteria onderscheiden (zie tabel 10.2). Aan de hand van deze beoordelingscriteria worden de effecten beschreven. De effecten zijn kwalitatief en waar mogelijk kwantitatief beschreven. De effecten van het windpark op de scheepvaart zijn beschreven in hoofdstuk 8 (Scheepvaartveiligheid) en zijn in dit hoofdstuk buiten beschouwing gelaten.

Tabel 10.2 Beoordelingscriteria overige gebruiksfuncties

Aspect	Beoordelingscriterium
Visserij	Beperkingen visserij
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart
	Interferentie militaire luchtvaart
	Interferentie Kustwacht
	Interferentie helikopterverkeer
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning
Baggerstort	Beperkingen baggerstortlocaties
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen
	Verstoring straalpaden
Munitiestortgebieden en militaire activiteiten	Interferentie munitiestortgebieden en militaire activiteiten
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart
	Beperkingen kustrecreatie
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties
Windparken	Beïnvloeding windparken

Nu volgt per aspect de huidige situatie en autonome ontwikkeling én direct ook de effectbeschrijving.

10.4 Visserij

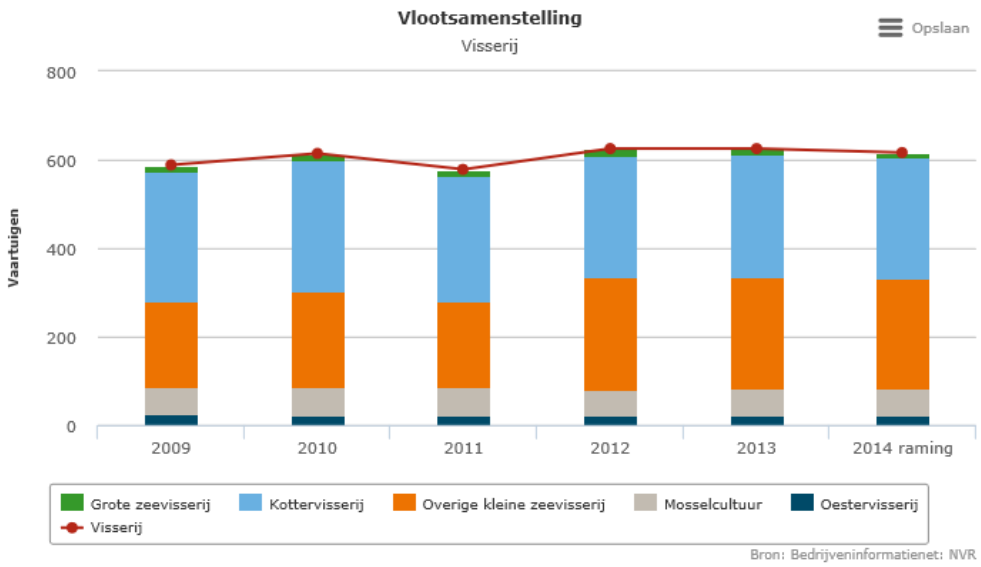
10.4.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Visserij vindt op de hele Noordzee plaats. De praktijk is dat in beginsel overal gevist wordt, behalve daar waar het verboden is in verband met de ruimtelijke scheiding met andere functies, bijvoorbeeld in de buurt van platforms en windparken op zee en in opgroeigebieden van jonge vis. Ook is de visserij in delen van Natura 2000-gebieden verboden voor (bodemberoerende) visserij (Vibeg akkoord). In de praktijk vindt visserij plaats op zogenaamde visbestekken, dat wil zeggen specifieke locaties waar bepaalde soorten vis vaak worden aangetroffen. Het toekomstbeeld voor de sector is een gezonde bedrijfstak die op een ecologisch verantwoorde en economisch efficiënte wijze, met maatschappelijk draagvlak gebruik maakt van de zee. Op het NCP worden verschillende vormen van visserij uitgeoefend. De zuidelijke Noordzee, waarin ook het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zich bevindt, vormt een belangrijk gebied voor de commerciële visserij en vormt samen met de centrale Noordzee het meest beviste gebied in de Noordzee. De Nederlandse visserijvloot is voornamelijk actief in het zuidelijke en oostelijke deel van de Noordzee. Er wordt gevist op bodemgebonden (demersale) en niet-bodemgebonden (pelagische) vis. Demersale vis betreft met name tong en schol, pelagische

vis betreffen onder andere haring, makreel en horsmakreel. In de kustzone is de visserij voornamelijk gericht op garnalen en op bepaalde schelpdieren (o.a. Amerikaanse zwaardschede).

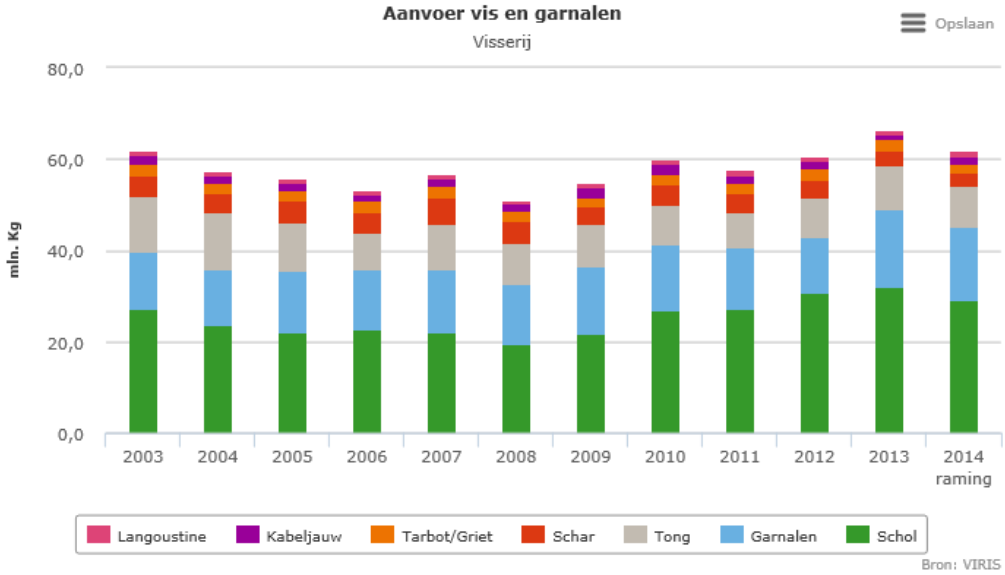
Bij vissersschepen wordt onderscheid gemaakt tussen schepen met een motorvermogen kleiner dan 300 pk en schepen met een motorvermogen groter dan 300 pk. Binnen de 12-mijlszone en in de Duitse Bocht is vissen alleen toegestaan voor schepen met een motorvermogen van minder dan 300 pk. Deze schepen vissen in de kustzone voornamelijk op tong, schol en garnalen. Schelpdiervissers zijn vooral actief in de Voordelta. Vissersschepen met een vermogen groter dan 300 pk mogen alleen buiten de 12-mijlszone vissen. Voor deze vissersschepen zijn vooral de boomkor en spanzegen van belang. De visserij-intensiteiten in de Noordzee verschillen per gebied en per seizoen. In figuur 10.1 is de Nederlandse vlootsamenstelling te zien (ontleend aan www.agrimatie.nl). Het aantal actieve visserijvaartuigen is in de afgelopen drie jaar licht gedaald, van 625 vaartuigen in 2012 naar 616 vaartuigen in 2014. Vooral in de grote zeevisserij is het aantal vaartuigen aanzienlijk afgenomen, van 14 naar 8. De omvang van alle andere onderdelen van de Nederlandse vloot bleef nagenoeg onveranderd. In de kottervisserij waren gemiddeld 275 kotters actief in de afgelopen jaren (peildatum vloot 31 december). Van jaar tot jaar neemt het segment grote kotters gemiddeld af in omvang, terwijl de actieve vloot tot 300 pk langzaam toeneemt.

Figuur 10.1 Nederlandse vlootsamenstelling (www.agrimatie.nl)



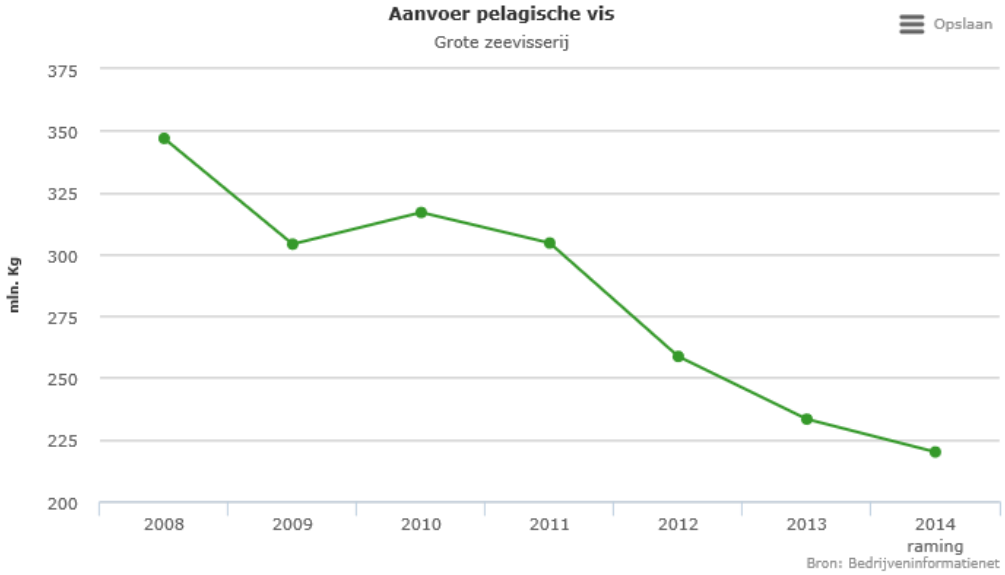
In onderstaande figuur is de aanvoer van vis en garnalen weergegeven, verkregen uit VIRIS (aanvoergewicht). Schol, garnalen en tong zijn de meest aangevoerde vissoorten.

Figuur 10.2 Aanvoer van vis en garnalen (demersale vis) (www.agrimatie.nl)



De aanvoer van diepgevroren en verpakte vis door de grote zeevisserij is tussen 2012 en 2014 afgenomen, van 259 mln. kg naar 220 mln. kg in 2014 (zie de volgende figuur). De belangrijkste pelagische vissoorten die in 2013 aangevoerd (in % van totaal) zijn: haring (37%), horsmakreel (25%), blauwe wijting (21%), makreel (9%) en sardinella (3%).

Figuur 10.3 Aanvoer van pelagische vis (www.agrimatie.nl)

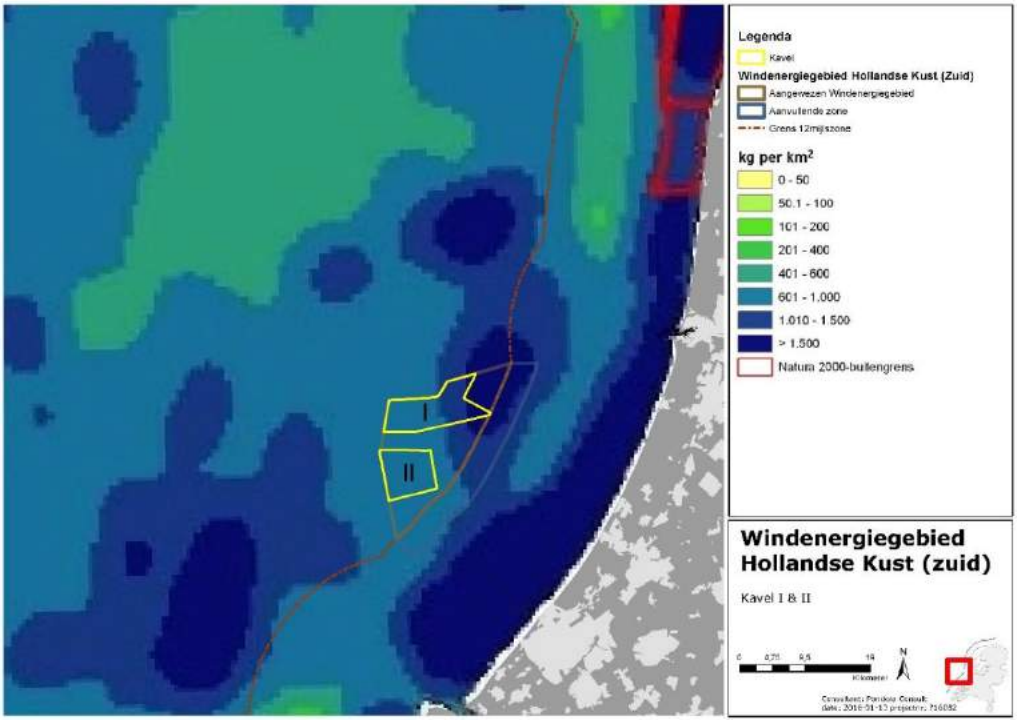


Er komen in de hele Noordzee meer dan 220 vissoorten voor, waarvan in het Nederlandse deel circa 145 soorten, inclusief haaien en roggen. Zowel de aantallen als de soorten zijn niet gelijkmatig over de Noordzee verdeeld. De visserij op de Noordzee concentreert zich op ongeveer 25 soorten, waarvan platvissen (schol, tong, schar, tarbot en griet),

kabeljauwachtigen (kabeljauw, koolvis, schelvis, wijting), haring, sprot, zandspiering en makreel de hoofdmoot uitmaken.

De vangstopbrengst in 2008 in kavel I en omgeving is weergegeven in figuur 10.4. Hieruit blijkt dat kavel I (gele contour) in een gebied ligt met een relatief hoge vangstopbrengst. Bij een opbrengst van ca. 1.000 kg/km^2 is de opbrengst voor heel windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (236 km^2 exclusief zone 10-12NM) circa 236.000 kg/jaar.

Figuur 10.4 Vangst visserij per km^2 in de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (peildatum 2008) Bron: LEI, Wageningen UR 2010.



Nieuwe (duurzame) vistechnieken

De visserijsector bevindt zich in Nederland in een transitieproces, waaronder het gebruik van meer duurzame vismethoden. Nieuwe vistechnieken in de boomkorvisserij zoals de pulsvisserij, de visserij met de sumwing en de hydrorigvisserij laten de bodem meer met rust en verminderen onbedoelde bijvangsten. Tevens leiden deze nieuwe vismethoden tot forse besparingen op het brandstofverbruik. Ook met de trawlvisserij (twinrig, quadrig en outrig) en de ankerzegenvisserij zijn voordelen te behalen ten opzichte van de reguliere kottervisserij die vooral gebruik maakt van de traditionele boomkor met wekkerkettingen.

10.4.2 Effectbeschrijving

Het belangrijkste effect van het windpark op de visserij is dat binnen het windpark en de bijbehorende veiligheidszone van 500 m rondom het windpark thans niet mag worden gevist. In de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) is uiteengezet dat in principe vanaf 2017 alle operationele windparken open gesteld worden voor doorvaart en medegebruik onder voorwaarden. Deze voorwaarden worden uitgewerkt in beleidsregels. In ieder geval wordt het

niet toegestaan om met schepen langer dan 24 meter door het gebied te varen. Bodemberoerende visserij blijft ook verboden. In de beleidsregels zal vermeld worden welke vormen van visserij wel worden toegestaan. Het ruimtebeslag van kavel I ten opzichte van het NCP is zeer gering. De oppervlakte van kavel I bedraagt, inclusief veiligheidszones, circa 90 km^2. Dit betekent dat, gezien de grootte van het NCP (57.000 km^2), kwantitatief slechts 0,16% van het bevisbare oppervlak op het NCP verloren gaat voor boten die groter zijn dan 24 meter en bodemberoerende visserij. De inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op. Het gebied dat verloren gaat betreft echter een gebied met een relatief hogere opbrengst per km^2 (zie figuur 10.4), waardoor het gaat om een voor de visserij interessant gebied.

Het verlies aan visgronden zal een geringe toename van de visserijdruk op de resterende visgronden laten zien. Hierdoor zal de vangstefficiëntie van een schip kleiner worden. Hoewel het effect moeilijk is te kwantificeren, zal het effect naar verwachting gering zijn.

Het windpark kan er ook toe leiden dat de vaartijd van vissersschepen (van meer dan 24 meter) van de haven naar de visgronden toeneemt. De eventuele toename van vaartijd is afhankelijk van de thuishaven, de locatie van de visgronden en de positie van het windpark ten opzichte van thuishaven en visgronden. De toename van de vaartijd van vissersschepen is moeilijk in te schatten omdat de visserijsector niet altijd van vaste vaarroutes gebruik maakt.

De effecten van het windpark op de visserij worden gezien de bovenstaande effectbeschrijving beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

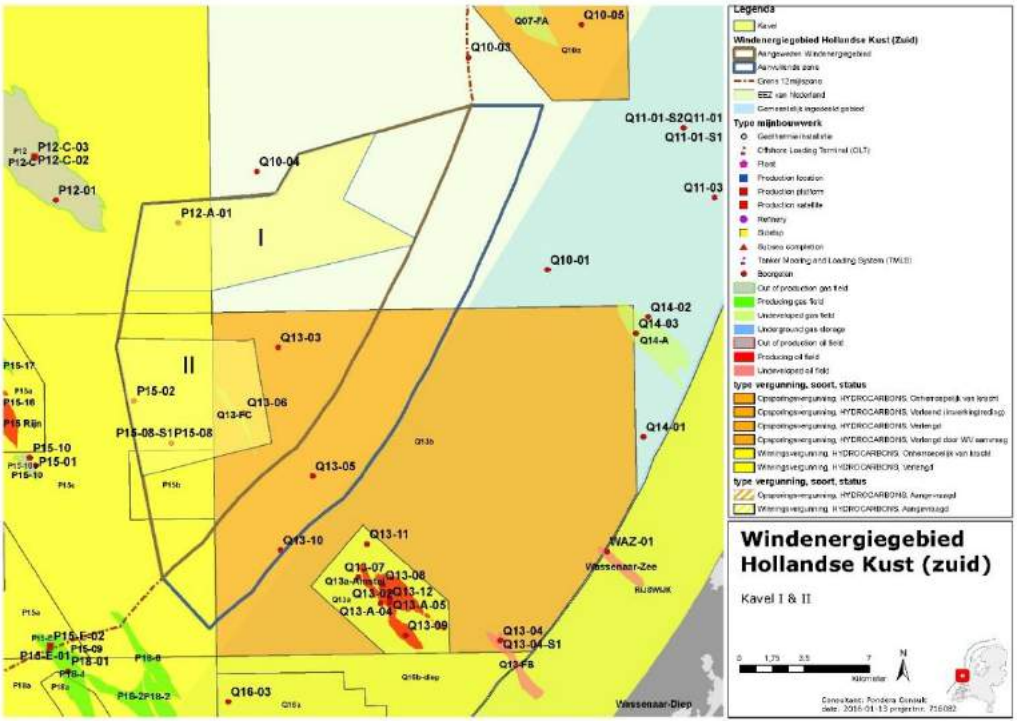
De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben geen gevolgen voor de visserij, omdat deze activiteiten zich binnen het gesloten gebied afspelen. De tijdelijke toename van scheepsbewegingen tijdens aanleg, onderhoud en verwijdering zijn ten opzichte van de normale scheepsvaart zeer klein, de visserij wordt hierdoor niet belemmerd. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.5 Olie- en gaswinning

10.5.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn verschillende vergunningen afgegeven voor de winning van delfstoffen. Het betreft één opsporingsvergunning en drie winningsvergunningen. Daarnaast zijn in de directe omgeving van het windenergiegebied producerende olie- en gasvelden aanwezig. Het meest nabij gelegen platform op zee is het platform P15-D en ligt op ca. 7,5 kilometer afstand. Platform P12-C ligt op meer dan 5 nautische mijl van kavel I. De vliegbewegingen van helikopters van en naar de mijnbouwinstallaties (olie- en gasplatforms) komen in paragraaf 10.6 aan de orde.

Figuur 10.5 Vergunningen, velden, platforms en boorgaten in omgeving van Hollandse Kust (zuid) (Bron: nlog.nl dataset januari 2016)



10.5.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie

Het windenergiegebied beslaat een deel van het NCP waarop verschillende winningsvergunningen en een exploratievergunning zijn vergeven. In onderstaande tabel worden de verschillende vergunningen en vergunningenhouders weergegeven.

Tabel 10.3 Overzicht vergunningen en velden olie en gas windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (bron: NLOG, 2016)

Vergunning	Status	Vergunninghouder	Overlap met kavel I?
Winningsvergunning P12	Onherroepelijk van kracht	Wintershall B.V. (uitvoerder)	Ja
Winningsvergunning P15b	Onherroepelijk van kracht	TAQA Offshore B.V. (uitvoerder)	Nee
Winningsvergunning P15c	Onherroepelijk van kracht	TAQA Offshore B.V. (uitvoerder)	Nee
Opsporingsvergunning Q13b	Onherroepelijk van kracht	GDF Suez E&P Nederland B.V.	Nee
Gasveld Q13-FC	Niet-ontwikkeld, productiestart onbekend	Oranje-Nassau Energie B.V.	Nee
Opsporingsvergunning Q10A	Verlengd	Tulip Oil Netherlands Offshore B.V.	Nee

De aanleg en exploitatie van windparken heeft derhalve overlap met het oppervlak waarop de opsporings- en winningsvergunningen van toepassing is.

De aanwezigheid van een windpark in kavel I kan in de toekomst olie- en gaswinning bemoeilijken, indien zich een olie- of gasveld onder het windpark bevindt. Aangezien het niet direct noodzakelijk is om een boring recht boven een olie- of gasveld uit te voeren, is het echter niet zo dat het windpark olie- en gaswinning onmogelijk zal maken. Het is technisch mogelijk om op enkele kilometers afstand van een olie- of gasveld het boorplatform te plaatsen en met een schuine boring het veld te bereiken. Seismisch onderzoek naar de aanwezigheid van olie- of gasvelden is nagenoeg onmogelijk in een windpark. Voorafgaand aan de bouw tot circa 2021 en na de ontmanteling van het park zo'n 25 jaar later is seismisch onderzoek weer mogelijk. Ook het mogelijk toekomstige transport van olie of gas vanaf de boring naar het vasteland kan door het windpark worden belemmerd. Een olie- of gasleiding kan lastiger door het park worden aangelegd. De effecten van exploitatie van het windpark in kavel I worden dan ook als beperkt negatief (0/-) beoordeeld.

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

De aanleg, het onderhoud en de verwijdering van het windpark hebben geen gevolgen voor de bestaande mogelijkheden van de olie- en gaswinning, omdat deze activiteiten zich binnen het gesloten gebied afspelen waar geen platforms aanwezig zijn. De effecten van kavel I tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud worden als neutraal (0) beoordeeld.

10.6 Luchtvaart

10.6.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het luchtruim boven de Noordzee wordt gebruikt voor verschillende vormen van luchtverkeer. Het luchtverkeer boven de Noordzee bestaat overwegend uit burgerluchtvaart (naar/van de luchthavens van Schiphol en Rotterdam). Daarnaast zijn er lokaal vliegbewegingen van helikopters die heen en weer vliegen tussen de kust en mijnbouwinstallaties (olie- en gasplatforms). Ook kan er van het luchtruim gebruik gemaakt worden door de Kustwacht en het Ministerie van Defensie. Recreatief luchtverkeer zoals sportvliegtuigen en luchtballonnen, maakt ook gebruik van de Noordzee. Zij dient rekening te houden met de installaties die op de Noordzee aanwezig zijn. Gezien de beperkte omvang van dit vliegverkeer wordt er in dit MER niet nader op ingegaan.

Burgerluchtvaart

Ten aanzien van burgerluchtvaart gelden, behoudens uitzonderingen, de minimum vlieghoogten die zijn opgenomen in het Besluit luchtverkeer 2014 en Verordening EU nr. 923/2012:

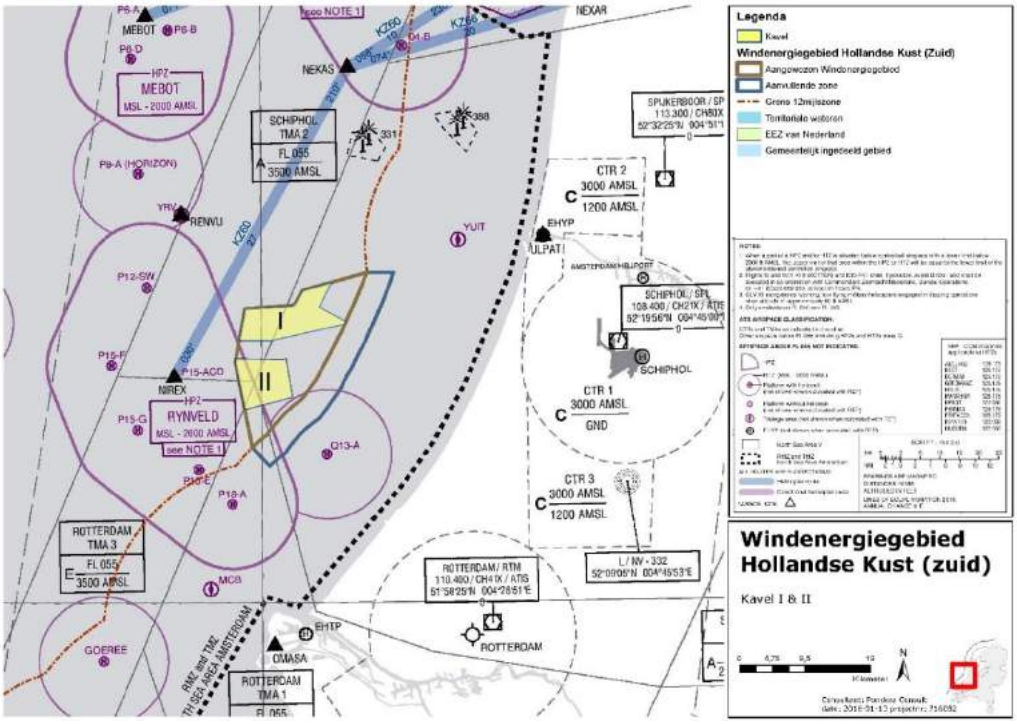
- voor vluchten die onder zichtvliegvoorschriften worden uitgevoerd: 500 voet (circa 150 meter) boven de hoogste hindernis in een straal van 150 m (500 ft) rond het luchtvaartuig;
- voor vluchten die onder instrumentvliegvoorschriften worden uitgevoerd: 1000 voet (circa 300 meter) boven de hoogste hindernis binnen 8 km van de geschatte positie van het luchtvaartuig.

Helikopterverkeer

In de omgeving van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bevinden zich meerdere olie- en gasplatforms waardoor vliegbewegingen van helikopters zijn te verwachten (zie figuur 10.6). De

olie- en gasplatforms op de Noordzee worden onder andere ontsloten door helikopters. Door middel van luchttransport worden goederen en personeel van en naar de boorplatforms vervoerd. De vliegroutes van deze helikopters zijn relatief laag boven de zeespiegel en zijn door de overheid vastgesteld, de zogenoemde *Helicopter Main Routes* (HMR). Deze routes hebben een onder- en bovengrens van respectievelijk 1500 en 3000 voet en kennen geen vastgelegde breedte van de route (Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.2.1). Echter wordt aangegeven dat niet meer dan 2 nautische mijl van deze HMR's afgeweken mag worden (Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.3.2.3). Bij de vaststelling van de HMR hanteert de toezichthouder (Inspectie Leefomgeving en Transport) wel de 2 nautische mijl obstakelvrije zone aan weerszijden van de route. De richtlijn die de toezichthouder hierbij hanteert is de CAP 764 van de Civil Aviation Authority van het Verenigd Koninkrijk. Naast de HMR zijn er voor de veiligheid van helikopteroperaties *Helicopter Traffic Zones* (HTZ) en *Helicopter Protected Zones* (HPZ) aangewezen, die vliegverkeer tussen en rondom platforms op een vlieghoogte tot 2000 voet mogelijk maken.

Figuur 10.6 ENR 6.3.3. North Sea Operations (bron: www.ais-netherlands.nl, d.d. augustus 2015)



Vliegbewegingen van de kustwacht (waaronder SAR)

De Kustwacht coördineert de dienstverlening aan en handhaving van het scheepvaartverkeer op de Noordzee. Daarvoor maakt zij onder andere gebruik van vliegtuigen. De routes en vlieghoogtes van deze vliegtuigen zijn afgestemd op de op zee aanwezige installaties, zoals boorplatforms. De Kustwacht kan gebruik maken van een vlieghoogte tot 500 voet (circa 150 m). Daarnaast voert de kustwacht ook SAR (search and rescue) operaties uit om mensen in nood te helpen. Deze reddingsoperaties worden uitgevoerd met boten en helikopters. De coördinatie van de SAR-operaties gebeurt vanuit het Kustwachtcentrum in Den Helder.

Militaire luchtvaart

De militaire luchtvaart maakt voor haar oefeningen gebruik van zogenaamde laagvliegzones. Deze zones liggen allen op ruime afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Militaire luchtvaartuigen vliegen in de praktijk soms ook buiten deze gebieden laag. Zij dienen dan ook rekening te houden met de aanwezige obstakels.

10.6.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de luchtvaart is het van belang aan te geven waar het windpark is gesitueerd vanwege de hoogte van turbines. Tijdens de aanleg van het windpark worden turbines dan ook uitgerust met obstakelverlichting conform de bepalingen van de IALA-richtlijn (IALA Recommendation O-139). Het luchtvaartverkeer vliegt op grote hoogte boven het windpark en het windpark heeft derhalve dus geen effect.

Effecten tijdens de exploitatie

Burgerluchtvaart

Het windenergiegebied Hollandse Kust ligt binnen de laterale grenzen van verschillende TMA's (Terminal Manoeuvring Area's); Schiphol TMA 1 en 2, Rotterdam TMA 1 en 3. De laagste ondergrens van deze TMA's is 1500 voet (circa 460 meter) en de hoogste bovengrens is 9500 voet (FL095). Lettende op de maximale tiphoogte van de turbines (251 meter) zal met het luchtverkeer in deze TMA's geen interferentie optreden. Ook het bestaande windpark Luchterduinen ligt in TMA1. Daar is al rekening mee gehouden. De effecten ten aanzien van burgerluchtvaart worden als neutraal (0) beoordeeld.

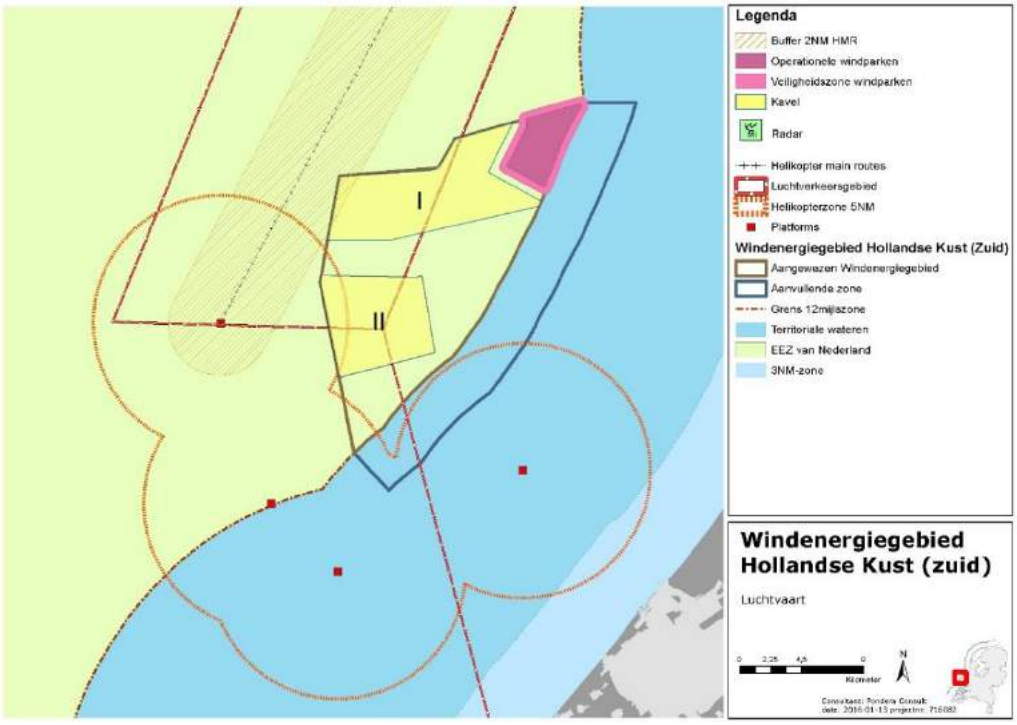
Helikopterverkeer

Een beperkt deel van het windenergiegebied valt binnen de grenzen van de Helicopter Protected Zone (HPZ) Rynveld. Het doel van een HPZ is om op lage hoogte veilig manoeuvres te kunnen uitvoeren tussen diverse helikopterdekken. De HPZ betreft de verticale hoogte van gemiddeld zeeniveau (MSL) tot maximaal 2000 voet boven MSL. Kavel I ligt echter buiten deze HPZ, zie figuur 10.7).

Daarnaast ligt ten westen van het windenergiegebied een Helicopter Main Route (HMR); KZ 60. Zoals aangegeven bestaat er geen (juridische grondslag voor een) vastgestelde breedte van een HMR. De lijn van punt tot punt betreft de HMR (Luchtvaartgids, Integrated Aeronautical Information Package, onder ENR 2.2, sub 3.2.1). Echter wordt in dezelfde luchtvaartgids wel een gebruiksruimte toegekend, door te stellen dat de piloot niet meer dan 2 nautische mijl mag afwijken van deze lijn. Tevens wordt bij de aanwijzing van een HMR door de toezichthouder deze 2 nautische mijl obstakelvrije zone aan weerszijden van de HMR gehanteerd.

Een gering deel van Kavel I (noordwestelijke punt) valt binnen deze 2 nautische mijl afstand tot de HMR (zie afbeelding 10.7). Aangezien de maximaal beoogde tiphoogte 251 meter is, en het onderste niveau van de HMR 1500 voet (457,2 meter), met een separatie-eis van 1000 voet (304,8 meter), wordt de hoogtegrens (152,4 meter) overschreden. De effecten van Kavel I op het helikopterverkeer worden als negatief (-) beoordeeld.

Figuur 10.7 Afstand tot omliggende platforms i.r.t. helikopterbereikbaarheid



Bereikbaarheid TenneT-platformen

De platforms van TenneT in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden gezien de geringe afstand tot de kust uitgevoerd zonder een helikopterdek. Er is dan ook geen effect van helikopterverkeer van en naar deze platforms te voorzien.

Vliegbewegingen van de kustwacht (SAR)

Een windpark in kavel I kan een belemmering vormen voor het uitvoeren van een SAR-operatie ter plaatse van het windpark. Dit zou zich kunnen voordoen als een schip het windpark binnenvaart en in de problemen komt door de aanwezigheid van de windturbines. Ook bij een eventuele calamiteit naast het windpark kan het windpark een belemmering vormen voor een SAR-operatie. Met name de inzet van helikopters bij SAR-operaties kunnen hinder ondervinden van de aanwezigheid van windturbines. Door het vliegen op lage hoogte vormt de aanwezigheid van windturbines dan een extra risico. Om de invloed van windturbines op SAR-operaties met helikopters te onderzoeken zijn in 2005 ter plaatse van het windpark North Hoyle (UK) oefeningen met helikopters uitgevoerd [Brown, 2005[1]]. Tijdens dat onderzoek is aangetoond dat reddingsoperaties vanuit de lucht met name tijdens omstandigheden met beperkt zicht moeilijk zijn (in verband met de slechte zichtbaarheid van windturbines). Daarnaast is onlangs in het operationele offshore windpark Luchterduinen een SAR helikopter-test uitgevoerd (Miedema, 2015). Uit deze test blijkt dat:

- SAR-operaties met een helikopter zonder problemen mogelijk zijn bij daglicht en wanneer de windturbines gestopt (en geblokkeerd) zijn, mits de zichtomstandigheden voldoende goed zijn.

[1] Brown, Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm, 2005

- Niet uitgesloten wordt dat een SAR-helikopter kan opereren binnen een park wanneer de turbines niet gestopt zijn. Dit blijft echter wel afhankelijk van de omstandigheden van dat moment en de beoordeling van de piloot.
- Tijdens de test was er goede communicatie (radioverbinding) tussen de reddingsboot en helikopter.
- Ook was er goede communicatie (radioverbinding) tussen het Kustwachtcentrum en de helikopter, behoudens op een hoogte van 50 voet.
- Draaiende turbines hebben mogelijk een negatief effect op de kwaliteit van de radiocommunicatie.

De effecten op vliegbewegingen (SAR) van de kustwacht ter plaatse van het windpark worden om bovenstaande redenen beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Militaire luchtvaart

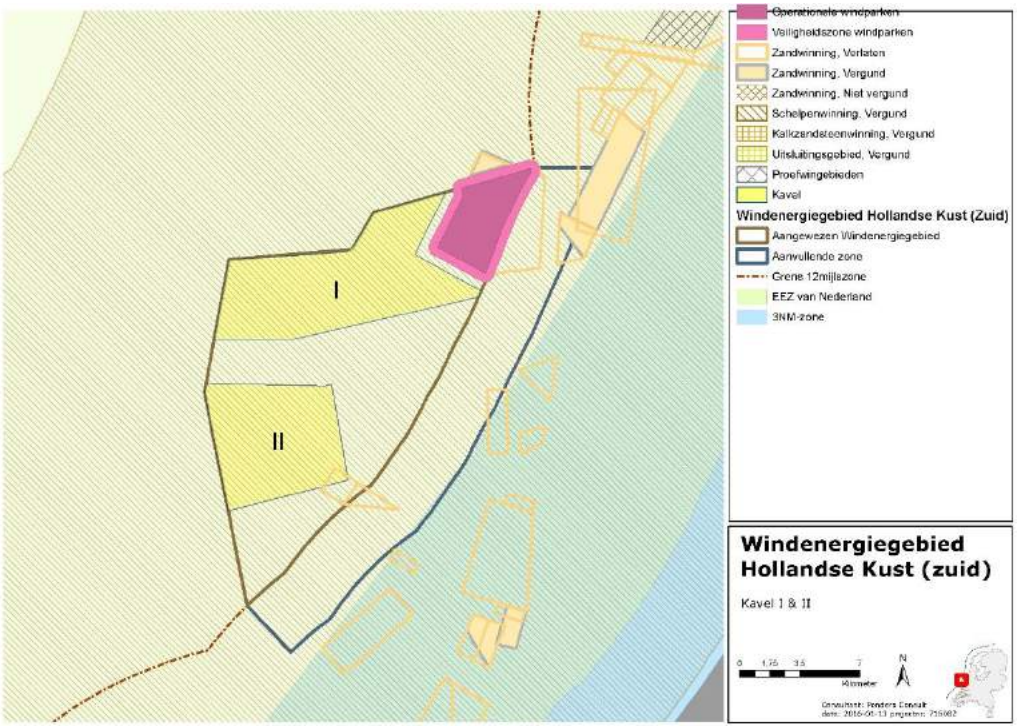
Kavel I ligt niet in een laagvlieggebied of een militaire TMA. Er kan daarom gesteld worden dat onder normale omstandigheden een windpark in kavel I geen invloed zal hebben op de militaire luchtvaart. De effecten op de militaire luchtvaart worden om bovenstaande redenen neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.7 Zand-, grind- en schelpenwinning

10.7.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Zandwinning is toegestaan zeewaarts van de doorgaande NAP -20 dieptelijn tot de 12-mijlsgrens. Binnen de doorgaande NAP -20 m dieptelijn mag, in verband met de kustveiligheid en de ecologische waarde van het gebied, niet worden gewonnen. Uitzonderingen zijn o.a. zandwinning uit vaargeulen en zandwinning ten behoeve van de kustverdediging. In kavel I vindt geen zand-, grind- of schelpenwinning plaats (zie figuur 10.8).

Figuur 10.8 Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en wingebieden



10.7.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens de exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt volledig in vergund gebied voor schelpenwinning. Daarnaast zijn er twee verlaten gebieden voor zandwinning, waarvan één volledig onder het bestaande windpark Luchterduinen is gelegen. Het windenergiegebied heeft dan ook geen effect op de bestaande zandwinningsgebieden op het NCP. Er zijn geen effecten op de zandvoorraad (het gebied tussen de doorgaande –NAP 20 meter dieptelijn en de 12-mijlsgrens), aangezien kavel I buiten de 12-mijlszone is gelegen. De mogelijkheid tot schelpenwinning neemt wel af. Echter, het totale oppervlak waarbinnen schelpenwinning kan plaatsvinden is van een dermate grote omvang, dat de beperking door kavel I als verwaarloosbaar kan worden geacht. Het betreft een beperking van 90 km^2 op een totaal van 16.973 km^2.

De effecten worden dan ook als neutraal (0) beoordeeld.

10.8 Baggerstort

10.8.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Bagger wordt op zee gestort in (verdiepte) loswallen. Dit zijn gegraven kuilen in de zeebodem waarin bagger wordt gestort. Langs de Nederlandse kust liggen vier loswallen: Loswal Noord, Loswal Noordwest, Verdiepte Loswal en Loswal IJmuiden. In kavel I zijn geen loswallen gelegen.

10.8.2 Effectbeschrijving

In het gebied liggen geen baggerstortgebieden of loswallen. Wel liggen in de omgeving van het windenergiegebied verschillende baggerstortgebieden en loswallen. Ten zuidoosten van het gebied ligt op circa 10 kilometer de loswal Noordwest. Daarnaast ligt ten noordoosten van het gebied op circa 15 kilometer het stortvlak IJ-geul. Beide vlakken liggen op een dermate grote afstand dat het windpark geen invloed heeft op de baggerstortgebieden of loswallen.
De effecten worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

10.9 Scheeps-, wal- en luchtvaartradar

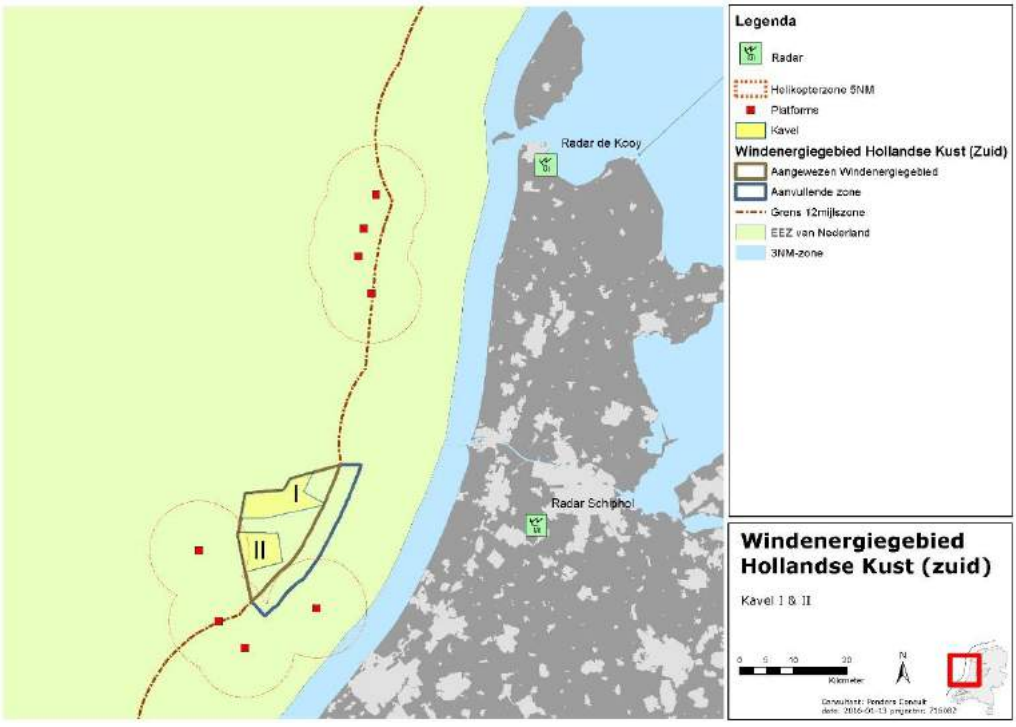
10.9.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Langs de Nederlandse kust staan verschillende radarposten, onder andere voor de kust bij Rotterdam en bij IJmuiden. Deze radarposten worden gebruikt voor de scheepvaartverkeersbegeleiding voor respectievelijk de Rotterdamse en de Amsterdamse haven (Vessel Traffic Management System, kortweg VTS) en door de Kustwacht. De radarposten staan aangegeven op de 1800-serie (blad 1801) van de Hydrografische Kaart voor Kust- en Binnenwateren van de Koninklijke Marine (Koninklijke Marine, 2008).

Ook diverse platforms op zee zijn uitgerust met een stand-alone radarsysteem. Deze radars zijn niet geïntegreerd in een walradarketen die tot een VTS behoort.

De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 40 km afstand van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie figuur 10.9).

Figuur 10.9 Luchtvaartradar in de omgeving van Hollandse Kust (zuid)



10.9.2 Effectbeschrijving

Effecten van aanleg, verwijdering en onderhoud

Luchtvaart

Tijdens de aanlegfase van het windpark zullen de gebieden waar constructiewerkzaamheden plaatsvinden, moeten worden gemarkeerd conform de IALA richtlijn voor maritieme navigatiesystemen (IALA Maritime Buoyage System (MBS)).

Scheepvaart

De hoekpunten van het windpark zijn ook zichtbaar op AIS als het platform is geplaatst. Dit is mogelijk middels een AIS sensoren dan wel door het uitzenden van een virtuele AtoN (aid to navigation). Aangenomen wordt dat gedurende de installatieperiode indien nodig mistwaarschuwing plaatsvindt door de op dat moment toch al aanwezige wacht- en installatieschepen. Als deze schepen een schip op hun radar zien naderen, dan wordt dit schip opgeroepen en gewaarschuwd.

Effecten tijdens de exploitatie

Luchtvaartradar

Een windpark kan effect hebben op luchtverkeer in verband met verstoring van apparatuur van dit luchtverkeer. In dit kader kan de studie van Brown (2005) worden genoemd. De studie geeft de resultaten weer van helikopterzoektochten en reddingsoefeningen bij windpark 'North-Hoyle' in het Verenigd Koninkrijk. De studie demonstreerde dat radiocommunicatie van zee naar helikopter (en vice versa) en VHF-communicatie correct werkten. In droge weersomstandigheden waren turbines, schepen en mensen duidelijk herkenbaar door het thermische beeldsysteem van de helikopter. Door mist en neerslag werden deze wel beperkt.

Uit ervaringen met windparken in Denemarken (Spaven consulting, 2011) blijkt dat windturbines die zich binnen 30 kilometer van de luchtbegeleidingsradar bevinden geen problemen opleveren voor luchtverkeersbegeleiding. De radar voor de luchtverkeersbegeleiding van Schiphol ligt op circa 40 km afstand van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Ondanks dat het bereik van deze radar 400 kilometer bedraagt, is op basis van het voorgaande niet te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar. Op de Kooy is een andere civiele radarpost gevestigd. De afstand tussen deze radarpost en windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is circa 70 km. Ook hiervoor geldt dat niet is te verwachten dat het windpark enig effect heeft op het functioneren van de radar.

Scheeps- en walradar

De dekking van de walraderketen valt gedeeltelijk over het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Deze keten wordt gevormd vanuit de grote Nederlandse havens (Rotterdam, Amsterdam/IJmuiden). Wanneer alle kavels in het windenergiegebied met windturbines bebouwd zijn, is het aannemelijk dat het huidige radarbeeld (bereik en kwaliteit) van de walradarketen afneemt door de effecten (verstoringen) die windparken hebben op radar(performance). De meest voorkomende effecten zijn het ontstaan van valse echo’s achter de windparken terwijl daar drukke verkeersroutes lopen en de degradatie van het huidige radarbeeld op zowel gebied van bereik, betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. Beide effecten zorgen voor verwarring waardoor de scheepvaartveiligheid mogelijkerwijs afneemt. In hoofdstuk 8 wordt hier nader op in gegaan.

Een windpark kan op verschillende manieren invloed hebben op radarsystemen (walradar en scheepsradar). Beïnvloeding van radarsystemen is mogelijk door:

- Schaduweffecten: wanneer zich tussen de walradarpost en het te detecteren object (bijvoorbeeld een schip) een windturbine bevindt, ontstaat een schaduwkegel achter de windturbine waardoor het te detecteren object niet of minder op de radar verschijnt.
- Vermindering van het bereik van radar: wanneer zich tussen de walradarpost en het te detecteren object een windturbine bevindt, dan is in deze 'schaduw' het bereik minder dan in niet belemmerende omstandigheden.
- Valse schaduw door dubbele reflectie: als een windturbine zich nabij de radarpost bevindt, kan een te detecteren object tweemaal worden weergegeven op het radarscherm. De echte weergave komt direct vanaf het te detecteren object, de valse weergave ontstaat door weerkaatsing van echogolven van het te detecteren object vanaf een windturbine in de buurt.
- Indirecte echo door meervoudige reflectie: windturbines kunnen vanwege hun grote verticale oppervlak een meervoudige reflectie veroorzaken, indien de turbines zich in de buurt van de radar bevinden.
- Zijlus-effecten: bij radar treden naast de hoofdlus ook zijlussen op. Wanneer windturbines zich in de buurt van de radar bevinden kunnen reflecties ontstaan met deze zijlussen.

Een experiment op de simulator van MARIN (MARIN, Rapport Nr. 20232.621 IAS) heeft geleerd dat de ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) functie van de scheepsradar af en toe de echo verliest van een schip dat achter het windpark zit. Maar dit leidt niet tot gevaarlijke situaties, omdat schepen achter het windpark geen potentieel gevaar voor het eigen schip opleveren. Het wordt pas gevaarlijk wanneer de echo wordt verloren op het moment dat beide schepen op dezelfde hoek van het windpark afstevenen. In deze situatie is echter de kans op het verlies van een echo kleiner omdat het aantal windturbines dat tussen beide schepen in ligt almaar kleiner wordt naarmate het hoekpunt van het windpark wordt genaderd. Ook de veiligheidszone van 500 meter om het windpark zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt visueel eerder zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels zijn. Voor grotere routegebonden schepen is de afstand tot het windpark groter dan 500 meter en zijn derhalve de risico's nog lager. Het risico van kruisende scheepvaart is verder in hoofdstuk 8 beschreven.

Onderzoeken gebaseerd op het offshore windpark 'North Hoyle' in de UK komen tot een aantal conclusies met betrekking tot radar activiteit:

- Global Positioning Systems (GPS) – geen bewijs van verstoring van basisontvangst of positionele nauwkeurigheid;
- Magnetisch gestuurde kompassen – geen bewijs van kompasafwijking;
- Helikopter radar en communicatiesystemen – Brown (2005) geeft de resultaten van helikopter zoektocht en reddingsoefeningen bij windpark 'North-Hoyle' in de UK. Deze studie demonstreerde dat radiocommunicatie van zee naar een helikopter (en vice versa), tussen schepen en VHF communicatie correct werkten. In droge weersomstandigheden waren turbines, schepen en mensen duidelijk herkenbaar door het thermische beeldsysteem van de helikopter, echter is dit in mist wel beperkt. De radardetectie neemt af wanneer schepen binnen 100 meter van een turbine komen. Daar dient rekening mee gehouden te worden tijdens SAR operaties. Reddingsacties vanuit de lucht binnen een windpark bij beperkt zicht is aangetoond als moeilijk. Het traceren van een helikopter rond het windpark is moeilijk vanaf zowel schepen alsook vanaf de radar aan wal;

- Het automatische Identificatiesysteem (AIS) – geconstateerd werd dat dit systeem geheel operationeel blijft op de schepen binnen het windpark;
- Het bereik van kleine en grote scheeps- en walradars wordt beperkt en de turbines produceren schaduwgebieden waardoor andere turbines en schepen niet ontdekt kunnen worden. Slechte weersomstandigheden versterken deze resultaten waarschijnlijk.

Uit deze resultaten blijkt dat met name aandacht aan radarstraalpaden geschonken moet worden. Echter voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn radarzichtbeperkingen beperkt, daar het windpark zich ver uit de kust bevindt (en dus ver van havens, aanloopgebieden en –routes inclusief VTS-gebieden).

Voor windpark OWEZ is onderzocht dat “Het schaduweffect verminderd zou kunnen worden als de waarnemingen van de sensoren te IJmuiden en te Zandvoort worden gecombineerd (…). Dit geldt tevens indien er een extra sensor geplaatst zou worden achter de windturbines” (TNO-FEL, 1999). Deze sensor zou mogelijk echter ook op land kunnen worden geplaatst. Om dubbele schijndoelen te onderdrukken is de meest voor de hand liggende oplossing een vergroting van de afstand tussen schip en windturbine. “Bij een minimale afstand van 1.400 meter is dit het geval. Indien schepen op grotere afstand blijven zal het ontvangend vermogen als gevolg van het optreden van een dubbel schijndoel lager zijn dan dat als gevolg van een gewoon schijndoel” (TNO-FEL, 1999). Daardoor is de gewone zijlusonderdrukking voldoende om de dubbele schijndoelen te onderdrukken. De afstand tussen windparken en de scheepvaartroutes (routegebonden scheepvaart) is conform de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 minimaal 1,24 nautische mijl.

In het onderzoek van Howard en Brown[2] komt naar voren dat de hoogte van turbines radarresponsies veroorzaakt en zijluseffecten en dubbele of meervoudige reflecties kunnen veroorzaken. Turbines kunnen van zijlussen worden onderscheiden, door bijvoorbeeld met een verlaagde ontvangstversterking (gain) de resolutie te vergroten. Een bijkomend effect hierbij is echter dat ontvangstsignalen van kleine schepen en boeien ook gereduceerd worden en wellicht niet meer te detecteren zijn binnen of nabij het windpark. Dit is een gebruikelijk verschijnsel. Reddingsboten die binnen of nabij het windpark varen kunnen met een radar van 9 GHz probleemloos een klein object (boot) binnen het windpark detecteren. Met een digitaal radarsysteem is dit afregelen echter niet mogelijk.

Op basis van 5 experimenten door Radio Holland bij de bestaande windparken Prinses Amalia en OWEZ[3] kan gesteld worden dat de aanwezigheid van deze windparken niet of nauwelijks leidt tot nadelige effecten op de detectie van schepen in de buurt van die windparken vanaf de wal.

De veiligheidszone van 500 m rondom windparken zorgt ervoor dat schepen elkaar bij het naderen van het hoekpunt eerder visueel zien, omdat in de veiligheidszone geen obstakels staan. Daarnaast liggen de (internationale) scheepvaartroutes op 1,24 NM afstand van de

[2] Howard, M. en C. Brown, Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by QinetiQ and the Maritime and Coastguard Agency, 2004.
[3] Radio Holland, Onderzoek naar radarverstoring door Prinses Amaliawindpark en Offshore Windpark Egmond aan Zee, Resultaten van de veldexperimenten in 2010 bij kalme zee, 2012

windparken waardoor er nabij hoekpunten voldoende ruimte is om naderende schepen tijdig te signaleren.

Kavel I ligt op een dermate grote afstand van platformen op zee die zijn uitgerust met een radarsysteem, dat de functie van deze systemen (veiligheid ten behoeve van het platform) gewaarborgd kan blijven.

Openstelling van windparken brengt risico's met zich mee. Het Rijk is van mening dat met maatregelen de veiligheid voldoende geborgd is en de risico's acceptabel zijn.[4] Eén van die maatregelen is een AIS B- en marifoonverplichting.

De effecten van kavel I op de luchtvaart-, wal- en scheepsradar zijn dan ook beperkt en worden als neutraal (0) beoordeeld.

10.10 Kabels en leidingen

10.10.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (exclusief de aanvullende zone) loopt een aantal kabels en leidingen (zie figuur 10.10):

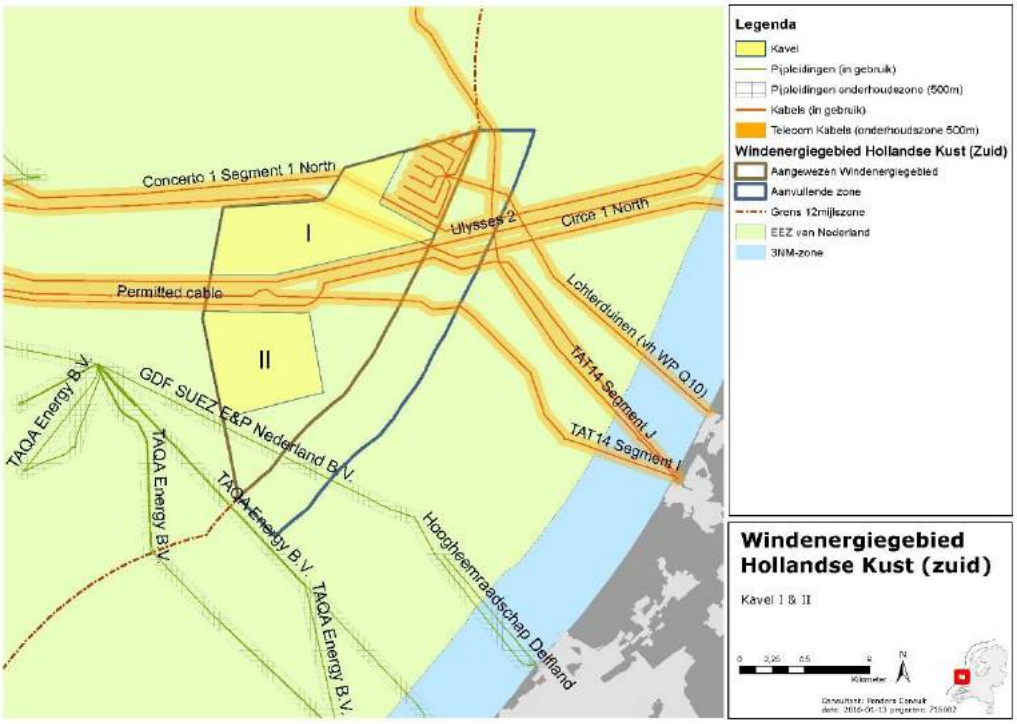
- TAT 14 Segment J (Kabel)
- Concerto 1 Segment 1 North (Kabel)
- Circe 1 North (Kabel)
- Ulysses 2 (Kabel)
- Permitted, not yet constructed (Kabel)
- Luchterduinen (voorheen Q10) (kabel)
- GDF Suez E&P Nederland B.V. (Buisleiding)
- TAQA Energy B.V. (Buisleiding)

Daarnaast lopen er kabels door het gebied die verlaten zijn, zoals die van KPN Qwest.

In kavel I liggen twee telecomkabels (datakabels) waarlangs een onderhoudszone wordt gehanteerd van 500 meter. Daarnaast ligt ten zuiden van kavel I een kabel op een afstand van 500 meter (zie figuur 10.10).

[4] Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Uitwerking besluit doorvaart en medegebruik van windparken op zee in het kader van Nationaal Waterplan 2016 – 2021, december 2015

Figuur 10.10 ligging kabels en leidingen in omgeving Hollandse Kust (zuid)



In de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) is opgenomen dat bij de aanleg van windparken ten opzichte van leidingen en elektriciteitskabels in principe een zone van 500 meter moet worden aangehouden en ten opzichte van telecomkabels een zone van 750 meter.Met het oog op efficiënt ruimtegebruik kan de veiligheids- en onderhoudszone worden verkleind. In figuur 10.10 is rekening gehouden met een onderhoudszone van 500 meter aan weerszijde van de kabels.

10.10.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Realisatie van het windpark kan van invloed zijn op de onderhoudsmogelijkheden van bestaande kabels en leidingen. De vaartuigen voor onderhoud en reparatie hebben een zekere manoeuvreerruimte nodig. Bij onderwaterwerkzaamheden gaan vaartuigen voor anker, de ankerdraden kunnen hierbij enkele honderden meters naar voor en achter worden uitgezet. Om te voorkomen dat nieuwe windparken het onderhoud aan bestaande kabels en leidingen belemmeren wordt een onderhoudszone aangehouden rondom in gebruik zijnde kabels (Beleidsnota Noordzee 2016-2021). In deze zone mogen geen windturbines staan en bij werkzaamheden dient hier rekening mee te worden gehouden.

Doordat langs de in gebruik zijnde kabels en leidingen in kavel I een onderhoudszone wordt gehanteerd van 500 meter, heeft het windpark mogelijk een gering effect op de aanwezige kabels en leidingen. De effecten worden als licht negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Ook zullen kabels en leidingen gekruist worden door de bekabeling die nodig van de windturbines naar het platform van TenneT. Bij kruisingen sluiten de kabel- of leidingeigenaren veelal onderling overeenkomsten over de voorwaarden waaronder deze kruising gerealiseerd kunnen worden.

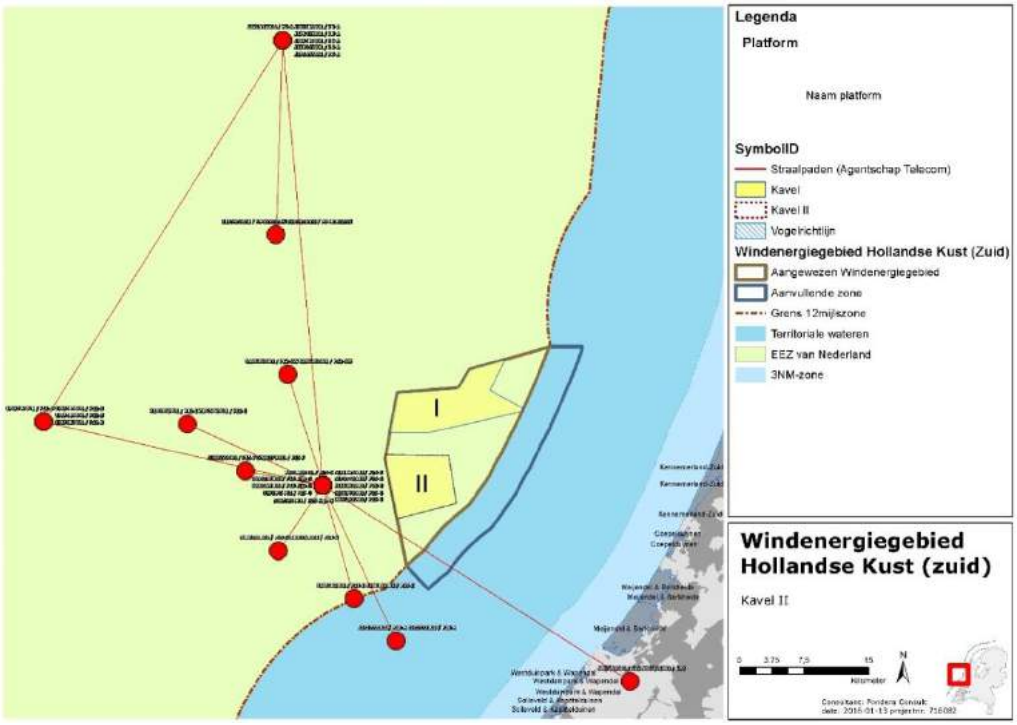
10.11 Telecommunicatie

10.11.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het transport van spraak, data en radio- en tv-signalen loopt via verschillende kanalen, zoals telecomkabels, glasvezelkabels en zogenaamde straalpaden. Op de bodem van de Noordzee liggen diverse telecomkabels. Een aantal hiervan kruist windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie figuur 10.10). Op de Noordzee liggen ook diverse straalpaden. Door middel van deze straalpaden vindt communicatie plaats tussen platforms onderling en tussen platforms en de kust. De routes van deze straalpaden worden dusdanig gekozen dat er zo min mogelijk installaties in of nabij een straalpad staan omdat die de signaaloverdracht kunnen verstoren of verzwakken.

Figuur 10.11 geeft de in de omgeving van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) aanwezige straalpaden weer.

Figuur 10.11 Aanwezige straalpaden



10.11.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Voor de effecten van Kavel I op telecomkabels, zie paragraaf 10.10.

Ten aanzien van straalpaden zijn er geen effecten voorzien bij de exploitatie, aanleg en onderhoud van Kavel I. De omliggende straalpaden liggen ruim ten zuiden van Kavel I.

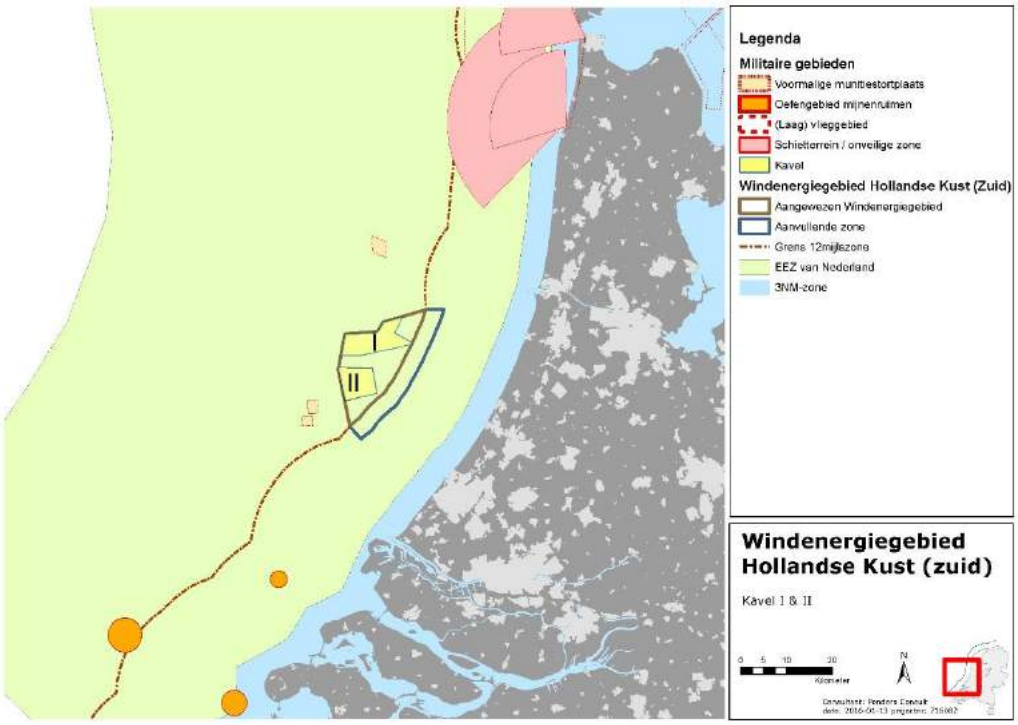
10.12 Munitiestortgebieden en militaire activiteiten

10.12.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Defensie maakt tevens gebruik van delen van de Noordzee, veelal voor trainingsdoeleinden. Zo zijn delen van de Noordzee gereserveerd als (laag)vlieggebied, schietterrein / onveilige zone, of als oefengebied voor het ruimen van mijnen. Daarnaast zijn er ook voormalige munitiestortgebieden in de Noordzee. Al deze gebieden zijn weergegeven in figuur 10.12. Deze liggen buiten windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Er is een bureaustudie naar niet gesprongen explosieven (NGE) in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) uitgevoerd[5]. Daaruit blijkt dat het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en het omliggende gebied het toneel was van vele oorlog gerelateerde gebeurtenissen gedurende zowel de Eerste, als de Tweede Wereldoorlog. Het volledige windenergiegebied, en dus ook kavel I, moet als NGE-risicogebied worden aangemerkt.

Figuur 10.12 Ligging munitiestort- en militaire gebieden



10.12.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

De mogelijke aanwezigheid van NGE in het windenergiegebied zorgt voor een risico voor de werkzaamheden die gepaard gaan met de aanleg, onderhoud en verwijdering van een windpark. De mogelijke aanwezigheid van NGE vormt echter geen belemmering voor de realisatie van het windgebied (zie de bureaustudie van REASeuro, 2016). Met goed NGE-

[5] REASeuro, Site data Hollandse Kust (zuid) wind farm zone, Unexploded Ordnance (UXO) – Desk Study, 12 februari 2016

risicomanagement kan het risiconiveau tot een aanvaardbaar niveau worden teruggebracht. In de voorbereidingsfase wordt aanbevolen om een uitgebreid geofysisch (bathymetrisch) onderzoek uit te voeren ter voorbereiding op een specifiek op NGE gerichte detectie. In de uitvoeringsfase wordt aanbevolen de NGE-risicoanalyse te herijken op basis van het ontwerp van het windenergiegebied. Mogelijk kunnen aanpassingen in het ontwerp worden doorgevoerd om een deel van de risico's te mitigeren. Voor de overige risico's dient een gedetailleerde risicoanalyse te worden uitgevoerd. Op basis hiervan dient een NGE onderzoeksstrategie te worden ontwikkeld. Rekening moet worden gehouden met het opsporen en ruimen van NGE in een nader te bepalen deel van het windenergiegebied. NGE dient doorgegeven te worden aan de Kustwacht en zij laat het opruimen door de Explosieven Opruimingsdienst Defensie.

De effecten op munitiestortplaatsen en militaire activiteiten worden als neutraal beoordeeld, evenals het effect van niet-gesprongen explosieven (effectbeoordeling: 0). De mogelijke inrichting van het windpark heeft daar geen invloed op.

10.13 Recreatie en toerisme

10.13.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

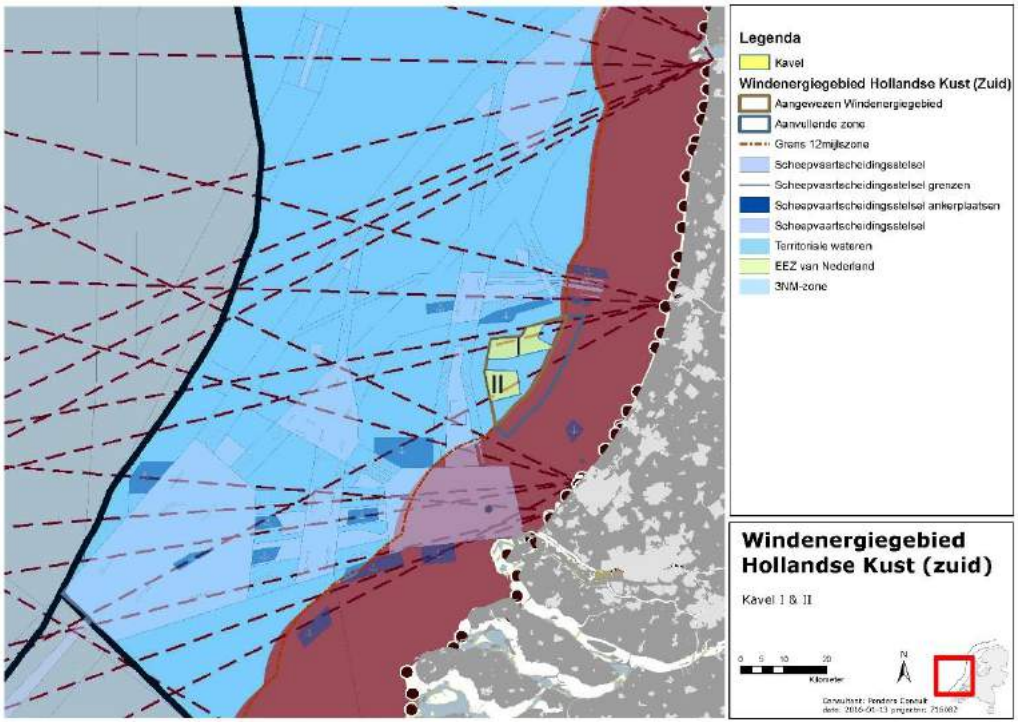
Langs de kust vinden diverse vormen van recreatie plaats. Bezoekers van het strand maken gebruik van de zone rondom de laagwaterlijn. Vormen van watersport als surfen, kite-surfen en deltavliegen maken gebruik van de zone vlak onder de kust.

In Nederland is het toerisme de afgelopen jaren flink toegenomen. De Noordzeebadplaatsen zijn zowel voor binnenlandse als buitenlandse toeristen zeer populaire bestemmingen. Het gaat daarbij om dagrecreatie en verblijfsrecreatie. Er bestaan uiteenlopende cijfers over aantallen en bestemmingen van toeristen, zie het onderzoek dat is uitgevoerd door Decisio (2015).

De sportvisserij vindt plaats vanaf strand, zeedijk en vanaf boten. De recreatievaart, maar ook de grotere chartervaart, maakt voornamelijk gebruik van de 10 à 20 km brede zone langs de kust, maar komt ook op grotere afstand van de kust voor. Recreatievaart langs de kust met als bestemming de Belgische en Franse kust vaart veelal binnen de 12 nautische mijlszone (=22,2 km) richting het zuiden.

Vanuit onder andere de havens bij Den Helder, IJmuiden, Scheveningen en Hoek van Holland worden er ook oversteken gemaakt naar Engeland. Ook het gebied ter plaatse van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt gebruikt om de oversteek naar Engeland (Thamesmonding) te maken (zie figuur 10.13).

Figuur 10.13 indicatieve routes recreatievaart Noordzee (de exacte vaarbewegingen zijn veelal niet in één rechte lijn, bijvoorbeeld doordat scheepvaartroutes haaks gekruist dienen te worden).



10.13.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens exploitatie, aanleg, verwijdering en onderhoud

Recreatievaart

Voor schepen van 24 meter of meer is het verboden om het windpark in te varen, inclusief een veiligheidszone van 500 meter rondom het windpark (met uitzondering van vaartuigen bestemd voor onderhoud van het windpark en schepen van de overheid).

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt op de indicatieve route van recreatievaart, vertrekkende vanuit het Noordzeekanaalgebied. De aanwezigheid van kavel I (en ook de andere kavels) zal dan ook resulteren in de verplichting tot omvaren voor de recreatievaart die groter is dan 24 meter. Echter ligt het windenergiegebied dusdanig ver van de kust, dat door de aanwezigheid van kavel I de om te varen afstand voor het merendeel gering zal zijn. Voor de meeste recreatievaart geldt dat zij het windpark kunnen invaren (want kleiner dan 24 meter) en er dus geen sprake is van omvaren. De effecten op recreatievaart worden dan ook als neutraal (0) beoordeeld.

Omdat er meer obstakels op zee worden geplaatst waar recreatievaartuigen tegenaan kunnen varen, zal de kans op aanvaringen van recreatievaart en sportvissers licht toenemen. Dat effect wordt verder in hoofdstuk 8 over scheepvaartveiligheid beschreven.

Het windpark kan een aantrekkende werking hebben op recreanten met boten. Dit kan gevaar opleveren wanneer recreanten te dicht bij de windturbines komen en in aanvaring komen met een windturbine. Dit risico is ten opzichte van het veel grotere vrachttransport (zie hoofdstuk

scheepvaartveiligheid) beperkt van omvang, gezien de lagere massa en de grotere wendbaarheid van recreatievaartuigen. Om de kans op aanvaring te beperken wordt het verboden om binnen 50 meter van een windturbine te komen.

Kustrecreatie

In het plan-MER voor uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust is beschreven welk onderzoek er is uitgevoerd naar de effecten van windparken op de kustrecreatie- en toerisme. Het betreft onderzoek van Decisio, ZKA onderzoek en GFK onderzoek. De minister van Economische Zaken heeft in zijn brief aan de Tweede Kamer van 12 februari 2016 (Kamerstukken II, 2015/16, 33 561, nr. 24) aangegeven extra belevingsonderzoek te laten uitvoeren teneinde de onderzoeksresultaten van Decisio te verifiëren. Dit onderzoek kwam te laat voor dit milieueffectrapport, maar wordt wel meegenomen in de afwegingen bij het kavelbesluit.

Decisio uit 2015

Het onderzoek van Decisio (2015) trekt de volgende conclusie:

"Wat betreft het kustbezoek en de mogelijke gevolgen op toeristische activiteiten geldt dat er onderzoeken zijn waarin respondenten vooraf aangeven minder te komen, maar er is geen onderzoek gevonden waarin daadwerkelijk een afname van toeristisch bezoek is gemeten na realisatie van windparken. De exacte omvang van de te verwachten effecten is onzeker. Daarom is een bandbreedte geschetst van 'geen effect' tot een afname van maximaal 5 – 10% van het aantal bezoeken, afhankelijk van het type recreant. Het tijdelijke effect op de toeristisch recreatieve industrie is dus eveneens onzeker: van 'geen effect' tot maximaal een afname van 1.250 banen (fte) bij de plaatsing vanaf 10 mijl. Daar staat tegenover dat met de aanleg en het onderhoud van windmolens ook werkgelegenheid gecreëerd wordt. Dit is naar schatting tijdelijk 1.600 banen (fte) en structureel 475 banen (fte). Dit is onafhankelijk van de locatie van de windmolenparken.

Uiteindelijk is er hooguit een beperkt en tijdelijk effect op de werkgelegenheid dat zowel negatief als positief kan zijn. Lokaal kan dit voor de badplaatsen verschillen en is het afhankelijk van het daadwerkelijke gedrag van de kusttoeristen en lokale impact van werkgelegenheid in de off shore. Het effect op de werkgelegenheid is tijdelijk omdat op de lange termijn de arbeidsmarkt naar evenwicht tendeert. Per saldo is vooral door de grote kostenverschillen het welvaartseffect voor heel Nederland negatief wanneer de windmolens verder uit de kust worden geplaatst."

Resultaten ZKA onderzoek in 2013 (uit het plan-MER voor uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust):

"Het ex-ante onderzoek van ZKA in 2013 onder 2.150 verblijfstoeristen en dagrecreanten toonde veelal negatieve resultaten voor het toerisme. Zowel Nederlandse bezoekers, als Duitse verblijfstoeristen gaven aan een windpark op zee storend te vinden. Vrij uitzicht over zee is voor toeristen en recreanten een belangrijk bezoekmotief; zowel toeristen als recreanten geven aan dat een windpark op zee dit uitzicht zal belemmeren. Het ZKA onderzoek ging uit van een geclusterd windpark op 6, 13 en 22 kilometer (3, 7 en 12 NM) afstand uit de kust. Uit het onderzoek blijkt dat:

- *10 procent van de Nederlandse respondenten een windpark op zee op 22km (12NM) afstand storend of zeer storend, 19 procent van de respondenten vindt een windpark*

op zee op 13 km (7NM) afstand (zeer) storend. De conclusie is dus dat hoe verder een windpark van de kust ligt, hoe minder bezoekers het windpark storend vinden.

- *Kijkend naar beleving en gedrag, dan geeft 62 procent van de respondenten in het ZKA onderzoek aan geen verminderde beleving of ander gedrag (zoals wegblijven van de kust) te vertonen zodra windparken op 6 kilometer van de kust worden geplaatst. Dit percentage is hoger wanneer gevraagd wordt naar beleving en gedrag zodra windparken op 22 kilometer van de kust geplaatst worden, namelijk 81 procent van de respondenten.*
- *Een windpark voor de kust heeft op een klein deel van de respondenten echter wel een negatieve invloed op de kustbeleving en het gedrag. 28 procent van de Nederlandse respondenten en 35 procent van de Duitse respondenten geeft aan dat dit de beleving en het gedrag (enigszins) negatief zal beïnvloeden bij een windpark op 13 km (7 NM) van de kust. Dit aandeel neemt af bij een windpark op 22 km (12 NM) van de kust, namelijk 19 procent voor Nederlandse toeristen en 25 procent voor Duitse toeristen.*
- *De plaatsing van een windpark heeft effect op de bezoekintentie van zowel Duitse als Nederlandse respondenten. Dit wordt aangegeven door respondenten in het ZKA onderzoek die de kustplaats reeds eerder bezochten. Bij een windpark op 13 km (7 NM) afstand daalt de bezoekintentie met 2 procent voor Nederlandse toeristen, 13 procent zou omrijden naar een ander strand en 8 procent van de Duitse verblijfstoeristen zou minder vaak komen. Bij een windpark op 22 km (12 NM) is de verminderde interesse een stuk lager. De bezoekintentie daalt met 1 procent en 7 procent zou omrijden naar een ander strand na plaatsing van een windpark op die afstand.*
- *Daarnaast geeft een klein deel van de Nederlandse respondenten aan het strand vaker te bezoeken bij het plaatsen van een windpark voor de kust (1-2 procent). Van de Duitse verblijfstoeristen geeft 2 tot 8 procent (bij respectievelijk 13 km tot 22 km) aan het strand vaker te bezoeken."*

Resultaten GFK onderzoek in 2015 in opdracht van Stichting Natuur en Milieu[6] (uit het plan-MER voor uitbreiding van het windenergiegebied Hollandse Kust):

"Gfk heeft in 2015 onderzoek gedaan naar de verandering van de perceptie van de aanwezigheid van het windpark in Egmond aan Zee. Dit onderzoek is een herhaling van een online onderzoek dat van 2005 t/m 2008 plaatsvond en die de beleving van het windpark vastlegde. Vergelijking van de resultaten uit de achtereenvolgende jaren laat zien dat men over het algemeen positief tegenover windenergie staat. Een meerderheid van de betrokkenen (65 tot 72 procent) meent ook dat de zee een goede plek is om windparken aan te leggen. Ook komt naar voren dat de weerstand tegen windparken op zee met de jaren afneemt.

Het ex-post onderzoek van GfK (2015) geeft zowel positieve als negatieve resultaten voor het toerisme. De meerderheid van de respondenten zegt dat een zichtbaar windpark op zee went en dat ze op het strand geen last hebben van een zichtbaar windpark. Een opvallende uitkomst

[6] Natuur & Milieu en GFK, 2015. Houding & perceptie van duitse toeristen t.a.v. windmolens aan de Nederlandse kust

van dit onderzoek is dat een meerderheid van de respondenten (65 tot 72 procent) de zee een goede plek vindt om windparken te bouwen."

Op basis van het hiervoor gepresenteerde onderzoek kan worden geconcludeerd dat een bandbreedte van effecten mogelijk is; er kunnen zowel positieve als negatieve effecten optreden. Echter, vanwege de mogelijkheid dat beperkt negatieve effecten optreden en uitgaande van een worst-case benadering, worden de effecten ook als zodanig beoordeeld (effectbeoordeling 0/-).

De minister van Economische Zaken heeft in zijn brief aan de Tweede Kamer van 12 februari 2016 (Kamerstukken II, 2015/16, 33 561, nr. 24) aangegeven aanvullend belevingsonderzoek te laten uitvoeren teneinde de onderzoeksresultaten van Decisio te verifiëren. Dit onderzoek kwam te laat voor dit milieueffectrapport, maar wordt wel meegenomen in de afwegingen bij het kavelbesluit.

Invloed van windparken op weer en klimaat en daarmee op recreatie en toerisme

Windturbines zetten wind om in elektriciteit. Daardoor wordt energie uit luchtstromen onttrokken en derhalve kunnen in potentie effecten optreden op windpatronen. Doordat de atmosfeer altijd in beweging is en luchtlagen mengen, worden dit soort effecten op relatief korte afstand (hooguit enkele kilometers) van een windpark weer ongedaan gemaakt. Effecten op windpatronen zijn dus erg lokaal en significante effecten aan de kust zijn, van de windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), niet te verwachten. Ook eventuele effecten die windpatronen op verstuivingen en zeestromen hebben zullen zeer lokaal van aard zijn als gevolg van windturbines in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Uit studies blijkt dat een windpark lokaal effect kan hebben op het weer[7]. De gemiddelde windsnelheid binnen grote windparken neemt iets af, omdat windturbines energie uit de wind halen. De turbulentie (of menging) van de atmosfeer neemt binnen het windpark toe. Afhankelijk van de gesteldheid van de atmosfeer kan dit een lokaal effect hebben. In enkele gevallen kan dit betekenen dat er lokaal (in de directe omgeving van het windpark) extra wolkenvorming kan ontstaan. Veel mensen kennen de volgende foto, waarin goed te zien is dat door windturbines wolkenvorming kan ontstaan.

Figuur 10.14: Windpark Horns Rev 1 voor de kust van Denemarken. Foto Vattenfall

[7] Zie bijvoorbeeld de volgende bronnen:
1.Wiser R, et al. (2007) Annual Report on US Wind Power Installation, Costs and Performance Trends: 2006 (US Dept of Energy), pp 9–10.
2.Keith DW, et al. (2004) The influence of large-scale wind power on global climate. Proc Natl Acad Sci USA 101:16115–16120.
3.Kirk-Davidoff DB, Keith DW (2008) On the climate impact of surface roughness anomalies. J Atmos Sci 65:2215–2234.
4.Sta. Maria MRV, Jacobson MZ (2009) Investigating the effect of large wind farms on energy in the atmosphere. Energies 2:816–838.
5.Wang C, Prinn RJ (2010) Potential climatic impacts and reliability of very large-scale wind farms. Atmos Chem Phys 10:2053–2061.
6.Baidya Roy S, Pacala SW, Walko RL (2004) Can large wind farms affect local meteorology? J Geophys Res 109:D19101.
7.Adams AS, Keith DW (2007) Wind energy and climate: Modeling the atmospheric impacts of wind energy turbines. EOS Trans AGU 88:Fall Meeting Suppl.

Uit een analyse van het Institute of Technology van Karlsruhe[8] blijkt dat dit effect slechts zeer incidenteel voorkomt, omdat het zich alleen bij zeer specifieke meteorologische omstandigheden kan voordoen. Wolken als te zien in de figuur in het zog (In het Engels: ‘wake’) van windturbines worden omschreven als ‘mixing fog’, en worden gevormd wanneer twee bijna verzadigde luchtlagen mixen. Het mixen wordt in dit geval veroorzaakt door de windturbines. Deze situatie kan voorkomen wanneer een koude bijna verzadigde luchtlaag wordt geadvecteerd over warmer zeewater. Dit leidt tot de zeerook (tot 5 m boven het zeewater), die ook te zien is op de foto tussen de turbines. De turbines zelf zorgen ervoor dat de koude lucht die passeert gemixt wordt met de warme lucht aan het zeewater. Hierdoor koelt die lucht in het zog af. De temperatuur in het zog gaat daardoor voorbij het verzadigingspunt van 100 % en condenseert. Dit proces volgt het zog en de wolk wordt dus groter op grotere afstand van de windturbine. Eén van de conclusies van het onderzoek is dat het vóórkomen van deze meteorologische situatie zeldzaam is. Dit omdat er twee luchtlagen voor nodig zijn met een uiteenlopende temperatuur, maar allebei nabij het punt van verzadiging. Daarnaast moet de scheiding van deze luchtlagen zich op de hoogte van de windturbinebladen bevinden en mag het niet te zacht (de windturbines staan dan uit) of te hard (teveel turbulentie) waaien. Het effect kan daarnaast alleen optreden bij situaties wanneer er vaak al sprake is van zeerook, dus niet bij mooie heldere omstandigheden. Derhalve kan dit effect ook nooit leiden tot een significant effect op recreatie en toerisme.

[8] 1.S. Emeis (2010), Meteorological Explanation of Wake Clouds at Horns Rev Wind Farm,Institute for Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology, DEWI Magazin No. 37

10.14 Cultuurhistorie en archeologie

10.14.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

PeriplusArcheomare heeft een bureaustudie gedaan naar de archeologische waarden van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)[9].

Voor het windenergiegebied (en daarmee ook voor kavel I) bestaat een hoge verwachting voor de aanwezigheid van (resten van) scheepswrakken en vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog. Daarnaast is het aannemelijk dat vanwege de post-glaciale zeespiegelstijging *in situ* resten van kampementen van jagers/verzamelaars uit het Late-Paleolithicum en het Vroege-Mesolithicum kunnen worden aangetroffen.

Delen van het windenergiegebied zijn in het verleden al vlakdekkend onderzocht met geofysische technieken. Tijdens de geofysische survey voor windgebied Luchterduinen, wat ongeveer 5 procent van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) beslaat, is aan drie objecten een mogelijke archeologische waarde toegekend. Tijdens de geofysische survey voor Delta Hydrocarbons, wat ongeveer 2 procent van het windgebied Hollandse Kust (zuid) beslaat, zijn geen objecten met mogelijke archeologische waarde gerapporteerd. Meer dan 90 % van het windenergiegebied is nog niet in detail onderzocht door middel van een geofysische survey. Het is mogelijk dat onbekende (resten van) wrakken aanwezig zijn.

Scheepswrakken

Binnen het windenergiegebied zijn in totaal 19 scheepswrakken bekend (zie figuur 10.15). Ook in kavel I zijn deze te verwachten. De exacte locatie en verdere details als scheepsnamen, scheepstypes zijn niet bekend. Aanvullend onderzoek is nodig om de cultuurhistorische waarde van deze wrakken vast te stellen.

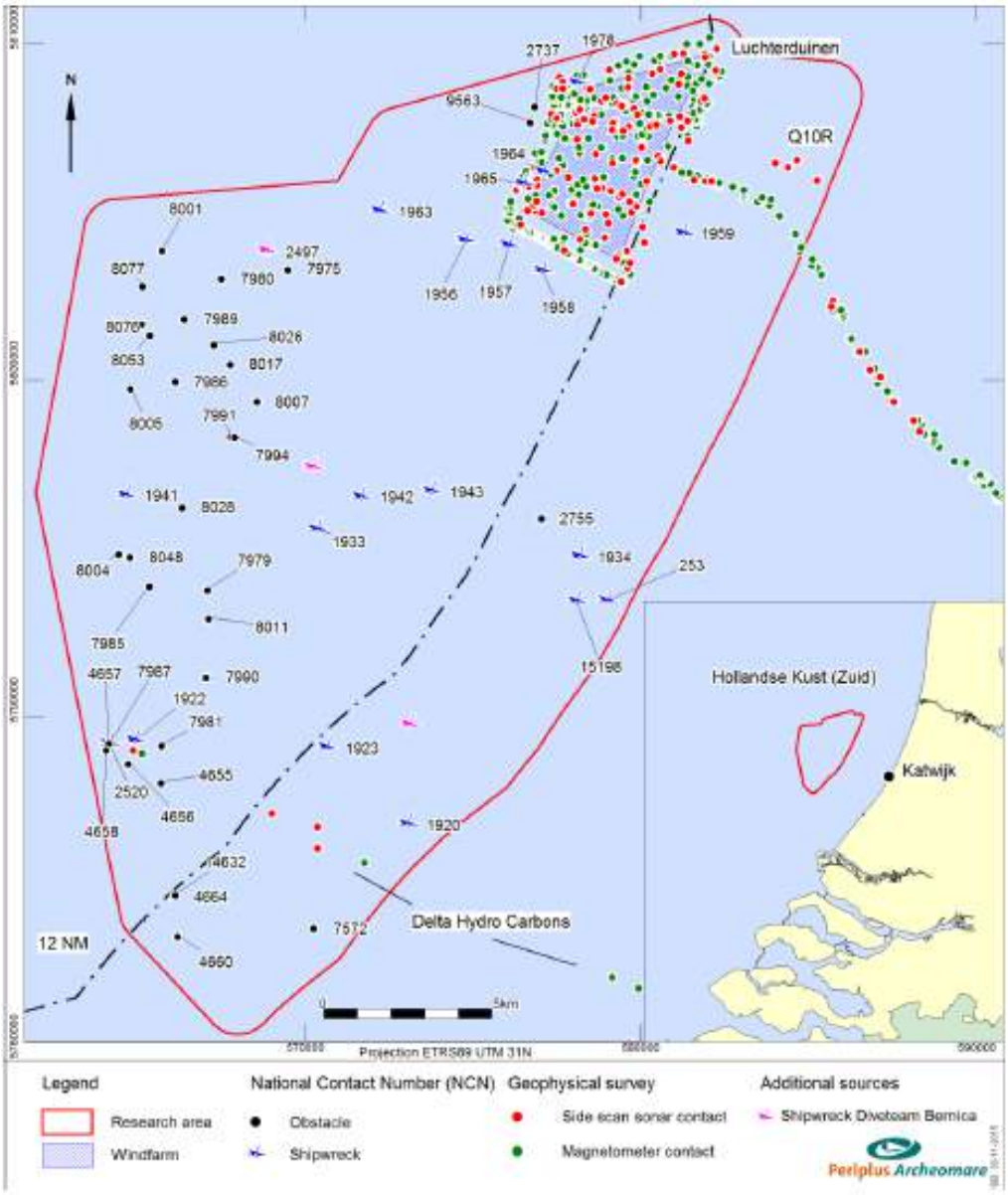
Vliegtuigwrakken

Gedurende de Tweede Wereldoorlog zijn veel vliegtuigen neergestort in de Noordzee. Verschillende bronnen zijn onduidelijk over het aantal vliegtuigen dat nog vermist wordt, maar het moeten er honderden zijn. Zowel tijdens zandwinning en kustbeschermingsprojecten als door vissers worden regelmatig resten van vliegtuigen aangetroffen. In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn vier locaties bekend met vliegtuigresten.

De aanwezigheid van Paleolithische en Mesolithische nederzettingsresten is op basis van het onderzoek van PeriplusArcheomare niet met volledige zekerheid vast te stellen.

Figuur 10.15 Overzicht van bekende objecten, waaronder scheepswrakken (Periplus, 2016)

[9] PeriplusArcheomare Desk Study Archeological Assessment Hollandse Kust (Zuid), 29-1-2016



10.14.2 Effectbeschrijving

In het windenergiegebied zijn scheepswrakken, vliegtuigwrakken en mogelijk andere waardevolle archeologische resten te verwachten (zie figuur 10.13). De exacte ligging en de waarde is veelal niet bekend. Aanbevolen wordt om voorafgaand aan de aanleg van het windpark een Inventariserend veldonderzoek opwaterfase uit te voeren om:

- De locaties van bekende wrakken in meer detail te karteren;
- De delen van het gebied waar nog geen survey opnames zijn uitgevoerd te inventariseren.

Wanneer dit bekend is kan ook meer rekening gehouden met archeologische waarden bij de aanleg van het windpark. De kans bestaat namelijk dat tijdens de aanleg van het windpark archeologische resten worden aangetast. Deze kans is, naast de mate van aanwezigheid van

archeologische waarden, afhankelijk van de diepte van de funderingen en het oppervlak van de funderingen en erosiebescherming. Uit tabel 10.1 blijkt dat het oppervlak van de funderingen in het windpark zeer klein is ten opzichte van het oppervlak van kavel I. Het totaal oppervlak van de funderingen die diep de bodem ingaan varieert van circa 6.000 m^2 (jacket en monopile 10 MW) tot circa 12.000 m^2 (suction bucket 10 MW). De kans dat tijdens het aanbrengen van de funderingen archeologische resten worden aangetast is hierdoor zeer gering. Bij de gravity based fundatie is er geen kans op aantasting van diepe archeologische resten omdat bij een gravity based fundatie alleen in de bovenste bodemlaag verstoring plaatsvindt (egalisatie en uitgraven ondiepe put).

Ondiepe archeologische resten kunnen naast aantasting door de funderingen ook worden aangetast door erosiebescherming en het ingraven van de parkbekabeling. Gezien de oppervlakten aan funderingen en erosiebescherming (zie tabel 10.1) kan worden gesteld dat de kans op aantasting van ondiepe archeologische resten het grootst is bij een gravity based fundatie (circa 500.000 m^2 bij een 10 MW gravity based fundatie). Maar ook hier geldt dat als de oppervlakten worden gerelateerd aan het totaal oppervlak van kavel I, de kans op aantasting zeer gering is. Hoewel er verschillen zijn in effecten tussen alternatieven met veel en weinig turbines (en veel en weinig erosiebescherming), worden de alternatieven gezien de geringe absolute omvang van de effecten als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Indien tijdens nader onderzoek archeologische resten worden aangetroffen, dan zal dit worden gemeld aan het bevoegd gezag en de RCE. Ook kunnen tijdens de bouw onverwacht archeologische waarden worden aangetroffen. In overleg met het bevoegd gezag wordt dan bekeken hoe de archeologische resten zo goed mogelijk kunnen worden behouden. Een mogelijkheid is bijvoorbeeld om de locatie van een windturbine (of de ligging van een kabel) te wijzigen om zo een archeologisch object te ontwijken.

10.15 Mosselzaadinvanginstallaties

10.15.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In de kustwateren wordt gebruik gemaakt van mosselzaadinvanginstallaties (MZI's). Dit zijn installaties van touwen, netten en boeien waar mosselzaad zich op kan vestigen. Op basis van het nieuw vastgestelde MZI beleid (2015-2018) wordt in de Nederlandse kustwateren ruimte gereserveerd voor de commerciële toepassing van MZI's. Het uiteindelijke doel, opgenomen in het in 2008 afgesloten mosselconvenant, is om de mosselsector minder afhankelijk te maken van de natuurlijke dynamiek en om de bodemberoerende mosselzaadvisserij in de Waddenzee terug te dringen.

De kweek van schelpdieren op de ruwere gedeelten van de Noordzee is een nieuwe, maar nog ongewisse ontwikkeling. Met name de technische en economische haalbaarheid zijn onderwerp van onderzoek. Als uit onderzoek blijkt dat de kweek van schelpdieren technisch en economisch haalbaar is, dan zal de schelpdierkweek op de Noordzee naar verwachting toenemen. Het nieuwe Europese Fonds voor Maritieme Zaken en Visserij speelt hierop in door o.a. het bieden van financiële ondersteuning om de uitvoering van voorbeeldprojecten te bevorderen op het gebied van schelpdierkweek/maricultuur (waaronder kweek van zeewier/macro-algen).

Een mogelijke innovatie is de realisatie van zeecultuurparken, waar maricultuur en natuurrecreatie kunnen worden gecombineerd. Concrete interesse bestaat op dit moment alleen voor mosselkweek waaronder mosselzaadinvang en kweek van zeewieren. Vooral de ondiepe kustzee (tot 8 à 10 meter diep) komt in aanmerking voor mosselkweek. Daarnaast lijkt mosselkweek gecombineerd te kunnen worden met vaste objecten, zoals windturbines. Gezien de diepte waarop mzi's geplaatst worden ligt combinatie met windparken op zee niet voor de hand.

Als aquacultuur op de Noordzee succesvol kan zijn, zou dit deel van de sector in de toekomst sterk kunnen groeien. De mogelijke combinaties van teelten op zee met windparken levert het voordeel van efficiënt ruimtegebruik op.

10.15.2 Effectbeschrijving

Effecten tijdens aanleg, exploitatie, onderhoud en verwijdering

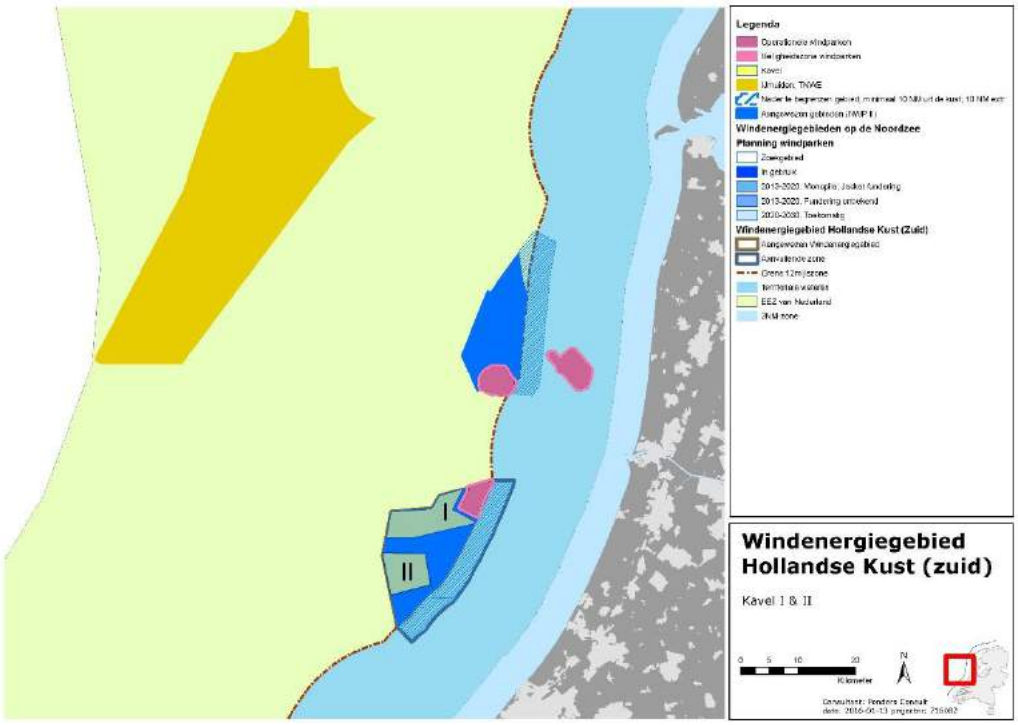
In windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn geen mosselzaadinvanginstallaties (MZI's) aanwezig, hierdoor treden geen effecten op (effectbeoordeling: 0). Een windpark biedt mogelijk wel kansen voor MZI's door ruimte te bieden aan MZI's.

10.16 Bestaande windparken

10.16.1 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt circa 15 kilometer ten zuiden van het aangewezen windenergiegebied Hollandse Kust (noord) en circa 45 kilometer ten oosten van het in het Nationaal Waterplan aangewezen windenergiegebied IJmuiden-Ver (zie figuur 10.16). Op enige afstand liggen de overige aangewezen gebieden, te weten Borssele (op 77 kilometer) en Ten Noorden van de Waddeneilanden (op 190 kilometer).

Figuur 10.16 Windenergiegebieden in omgeving Hollandse Kust (zuid)



Naast de windenergiegebieden zijn er in de directe omgeving van het gebied Hollandse Kust (zuid) drie bestaande windparken aanwezig. Eén hiervan ligt binnen de grenzen van het windenergiegebied; Luchterduinen. Daarnaast liggen de windparken Prinses Amalia en OWEZ op redelijke afstand (respectievelijk 15 en 21 kilometer).

10.16.2 Effectbeschrijving

Binnen de grenzen van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt het reeds operationele windpark Luchterduinen. Ten (zuid) westen van dit windpark is kavel I voorzien. De realisatie van een windpark in kavel I zal dan ook voor windafvang zorgen voor het reeds operationele windpark. Daarnaast zal ook het windpark Luchterduinen voor windafvang zorgen voor de turbines in kavel I, alleen zal dit minder groot zijn vanwege de overheersende windrichting (zuidwest).

Daarnaast liggen de windparken Prinses Amalia en OWEZ op redelijke afstand (respectievelijk 15 en 21 kilometer) ten noorden van kavel I. Over deze afstanden zijn de effecten van windafvang naar alle waarschijnlijkheid verwaarloosbaar. Echter worden de effecten op windparken wel als beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van het windpark Luchterduinen (en mogelijk ook voor windpark OWEZ en het Prinses Amalia Windpark)..

De effecten op reeds operationele windparken worden als beperkt negatief (0/-) beoordeeld.

10.17 Effectbeoordeling

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat er nauwelijks effecten optreden ten aanzien van reeds aanwezige gebruiksfuncties. De meeste effecten worden gezien de geringe omvang als neutraal beoordeeld. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Bij de gebruiksfuncties zandwinning, scheeps- en luchtvaartradar, en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van ruimteverlies (zandwinning, recreatie), aantasting (archeologie) of beïnvloeding (scheepsradar). De effecten worden gezien de geringe omvang neutraal beoordeeld, de alternatieven zijn niet onderscheidend.

De effecten op de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (90 km^2) en de waarde van dat gebied voor de visserij, beperkt negatief beoordeeld. Daarnaast worden de effecten op windparken ook beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van het windpark Luchterduinen (en mogelijk op OWEZ en Prinses Amalia). Ook is er een beperkt negatief effect op de aanwezige kabels in Kavel I. De effecten op recreatie en toerisme worden, gelet op de mogelijke bandbreedte en de gehanteerde worst-case benadering, tevens beoordeeld als beperkt negatief. Ten aanzien van olie- en gaswinning wordt tevens een beperkt negatieve score gegeven, aangezien er een winningsvergunning is verleend voor het mijnblok P12 dat deels overlapt met Kavel I. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

Tabel 10.4 Effectbeoordeling overige gebruiksfuncties

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	0/-	0/-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-
	Interferentie helikopterverkeer	-	-
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen	0	0
	Verstoring straalpaden	0	0
Munitiestortgebieden en militaire gebieden	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden	0	0
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven	0	0

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0/-	0/-
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0	0
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

10.18 Cumulatie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de meeste effecten gering tot verwaarloosbaar zijn. Alleen op de visserij, helikopterverkeer, kabels en leidingen, olie- en gaswinning, mogelijkheden voor de Kustwacht bij SAR-operaties en windafvang voor bestaande windparken zijn (beperkt) negatieve effecten te verwachten.

Bij de komst van meer windparken op zee in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de bodemberoerende visserij. In totaal gaat circa 0,4% van het bevisbare oppervlak van het NCP dan verloren. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft gemiddeld gunstige visgronden, waardoor in cumulatie sprake is van beperkte negatieve effecten voor de visserij.

De realisatie van kavels I t/m IV zal in toenemende mate invloed hebben op de walradarketen.

Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast.

Voor de recreatievaart heeft de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) beperkte gevolgen omdat de recreatievaart tot 24 meter wordt toegelaten en de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Voor vaartuigen die vanuit het Noordzeekanaalgebied de oversteek naar Engeland willen maken en groter zijn dan 24 meter betekent de realisatie van kavel II extra omvaren, afhankelijk van het instellen van een corridor waardoorheen de scheepvaart tussen kavel I en II kan doorvaren. Kavel III en IV leiden ook tot een (beperkte) toename in het omvaren, omdat deze kavels ten oosten van kavel I en II liggen, maar ook nog wat zuidelijker en noordelijker. Aan de noordoostzijde van kavel I ligt windpark Luchterduinen en derhalve dient daardoor al omgevaren te worden. Wat betreft kustrecreatie zal de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust, conform de MKBA van Decisio (2014) mogelijk beperkt negatieve gevolgen hebben.

10.19 Mitigerende maatregelen

Het windenergiegebied is een risicogebied voor niet-gesprongen explosieven. Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen. Zie voor de aanbevelingen het uitgevoerde bureauonderzoek van REASeuro (2016).

Ten aanzien van de invloed in cumulatie op de walraderketen kunnen mitigerende maatregelen noodzakelijk zijn. Niet alleen vanwege de impact van de windturbines op de walradarketen maar ook door de toename van (visserij)scheepvaart in de gebieden tussen de scheepvaartroutes en de windparken. Concreet komt dit neer op toepassing van radar op de te realiseren Tennet-platforms of tussen de windparken en de scheepvaartroutes. Samenwerking voor realisatie tussen overheid, Kustwacht en windparkeigenaren/Tennet verdient de sterke voorkeur. Een verplichting om op elk platform een radar met bijbehorende infrastructuur te plaatsen bevordert de scheepvaartveiligheid in relatie tot radar. Hieronder valt ook de kabel voor dataverkeer naar de wal en de data beschikbaar stellen voor alle gebruik door het havenbedrijf van Amsterdam en Kustwacht. Ook een extra AIS receiver/transponder verhoogd de veiligheid, met name voor kleine vaart.

De kabels, gelegen op een afstand minder dan 750 meter, kunnen de effectieve ruimte van het kavel enigszins beperken. Echter, door middel van het afstemmen met de eigenaar van de kabel is deze beperking te voorkomen.

Er treden, naast helikopterverkeer, bij geen van de beoordelingscriteria wezenlijke effecten op. De toezichthouder (Inspectie Leefomgeving en Transport) dient de aanwijzing van KZ60 te heroverwegen, aangezien een geringe overlap van Kavel I met de obstakelvrije zone zal ontstaan. Als mitigerende maatregel kan de HMR worden verhoogd of verlegd. Door het punt NEKAS naar het westen te verplaatsen, kan de gebruiksruimte van 2 nautische mijlen aan weerszijden van de HMR worden gewaarborgd.

Alle overige effecten zijn zeer lokaal, tijdelijk en gering. De noodzaak van mitigerende maatregelen is dan ook niet aanwezig. Wel kunnen er maatregelen getroffen worden om de geringe effecten verder te mitigeren. Daarbij kan gedacht worden aan het wijzigen van de locatie van een windturbine of kabel om zo een (mogelijk) archeologische object te ontwijken.

10.20 Leemten in kennis

Voor het aspect recreatie en toerisme is sprake van een leemte in kennis. Daadwerkelijk optredende economische effecten op kustrecreatie na de aanleg van zichtbare windparken zijn in Nederland niet eerder onderzocht. In andere landen is beperkt ex post onderzoek gedaan. Daaruit zijn geen significant negatieve effecten op recreatie en toerisme naar voren gekomen.

Voor overige aspecten binnen de overige gebruiksfuncties zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de effectbeschrijving.

11 ELEKTRICITEITSOPBRENGST EN VERMEDEN EMISSIES

11.1 Te beschouwen bandbreedte/alternatieven

Om de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies in beeld te brengen zijn voor respectievelijk de kleinste (6 MW) en grootste (8 MW) momenteel beschikbare windturbine de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies uitgerekend. Bij de grootste windturbine is uitgegaan van een 8 MW turbine, omdat dit de grootste windturbine is waarvan de technische gegevens beschikbaar zijn die nodig zijn om de elektriciteitsopbrengst uit te rekenen.

Om de bandbreedte te beschouwen hanteert dit hoofdstuk twee alternatieven: een minimum alternatief met 63 turbines van 6 MW (Siemens SWT-6.0-154) en een maximum alternatief met 47 turbines van 8 MW (Vestas V164) turbines. Het aantal windturbines wordt bepaald door de omvang van kavel I (380 MW) te delen door het vermogen van de windturbine. De kenmerken van de turbines zijn weergegeven in tabel 11.1. Er kunnen ook andere type windturbines gebouwd worden en ook een minder aantal (bijvoorbeeld tot een totaal van 350 MW in plaats van 380 MW). De cijfers in dit hoofdstuk betreffen dus een indicatie.

Tabel 11.11.1 Kenmerken van de te onderscheiden alternatieven voor elektriciteitsopbrengst

Kenmerken	Minimum alternatief	Maximum alternatief
Aantal turbines	63	47
Vermogen turbine	6 MW	8 MW
Rotordiameter	154	164
Ashoogte*	102	112

* De ashoogte wordt bepaald door de tiplaagte (30 m boven zeeniveau (maximum alternatief) of 25 m boven zeeniveau (minimum alternatief) + de halve rotordiameter

De trend bij de ontwikkeling van windturbines leidt momenteel tot turbines met een relatief groot vermogen en een grote rotordiameter. Het aantal watt per m^2 neemt de laatste jaren af en ligt nu tussen circa 380 W/m^2 en 260 W/m^2 (uitkomsten werksessie ECN, september 2014). Uitgaande van een ondergrens van 6 MW en bovengrens van 10 MW aan opgesteld vermogen, resulteert dit in de rotordiameters zoals weergegeven in de onderstaande tabel. De rij bij 260 W/m^2 geeft de maximale rotordiameter weer per MW opgesteld vermogen, de rij bij 380 W/m^2 geeft de minimale rotordiameter weer per MW opgesteld vermogen.

Tabel 11.2 Rotordiameters

Power Density Rotor (W/m²)	**Opgesteld vermogen (MW)**				
	6	**7**	**8**	**9**	**10**
260	171	185	198	210	221
280	165	178	191	202	213
300	160	172	184	195	206
320	155	167	178	189	199
340	150	162	173	184	194
360	146	157	168	178	188
380	142	153	164	174	183

Doordat bij het alternatief met 6 MW turbines is gerekend met een relatief grote rotordiameter (154 m, ca. 320 W/m^2) en bij het alternatief met 8 MW turbines met een relatief kleine rotordiameter (164 m, 380 W/m^2) produceren beide alternatieven ongeveer evenveel energie (zie tabel 11.4). Er is voor een turbine op zee geen combinatie mogelijk waarbij voor beide alternatieven het aantal Watt/m^2 (power density) ongeveer even groot is, in dat geval had er wel een verschil in energieopbrengst geweest.

11.2 Beoordelingskader

In de onderstaande tabel zijn voor de elektriciteitsopbrengst en de vermeden emissies een aantal beoordelingscriteria weergegeven. Op basis van deze criteria zijn de effecten beschreven.

Tabel 11.3 Beoordelingscriteria elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Aspecten	**Beoordelingscriteria**	**Effectbeoordeling**
Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies	Elektriciteitsopbrengst CO_2-emissie reductie SO_2-emissie reductie NO_x-emissie reductie	Kwantitatief in MWh/jaar en ton/jaar

11.3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het Prinses Amalia Windpark en Windpark Egmond Aan Zee (OWEZ) produceren jaarlijks circa 315[1] en 435[2] GWh, een equivalent van het jaarlijkse elektriciteitsverbruik van circa 214.000 huishoudens.

Ook zullen de windparken Luchterduinen, Gemini I en II (ZeeEnergie en Buitengaats) elektriciteit gaan produceren, evenals de windparken in windenergiegebied Borssele.

[1] http://www.noordzeewind.nl/wp-content/uploads/2012/02/OWEZ_R_000_20101112_Operations_2009.pdf
[2] http://www.prinsesamaliawindpark.eu/nl/windpark.asp

11.4 Effectbeschrijving

Het vermogen van een windturbine wordt uitgedrukt in MegaWatt (MW). De netto elektriciteitsopbrengst van een windturbine wordt uitgedrukt in MWh of kWh en hangt hoofdzakelijk af van een aantal factoren:

- de locatie van de turbine: bijvoorbeeld boven open zee waait het harder dan in de stad;
- het rotoroppervlak: hoe langer de bladen, des te groter het rotoroppervlak en hoe meer wind wordt omgezet in elektriciteit;
- oriëntatie opstelling ten opzichte van de overheersende windrichting (zuidwesten) en onderlinge afstand tussen de windturbines in relatie tot onderlinge beïnvloeding;
- de hoogte van de turbine: op grotere hoogte waait het harder en is de windstroom minder turbulent.

De afstand tussen de turbines en de oriëntatie van het windpark zijn bepalende factoren voor het zogenaamde zogeffect (of wake-effect). Dit is het effect waarbij het windveld van een turbine wordt verstoord door de aanwezigheid van andere turbines. Door zogeffecten neemt de opbrengst van een windpark af. Zogeffecten worden kleiner naarmate de afstand tussen windturbines groter wordt. Om de effecten te verkleinen is de onderlinge afstand van de windturbines in de noordwest-zuidoost richting kleiner dan loodrecht op de overheersende windrichting. De te verwachten energieopbrengst is tevens afhankelijk van de bedrijfszekerheid van de windturbines en hangt mede af van weersomstandigheden en seizoen.

Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

In tabel 11.4 is per alternatief de opbrengst van het windpark weergegeven, evenals de emissiereductie van CO_2, NO_x en SO_2. De jaarlijkse CO_2-, NO_x- en SO_2-reductie is uitgedrukt in ton per jaar. De opbrengstgegevens zijn berekend met WindPro en zijn hier opgenomen ter indicatie. De opbrengst is namelijk erg afhankelijk van het type windturbine en de uitgangspunten als parkeffecten en windsnelheid. In bijlage 12 zijn de uitgangspunten van WindPro opgenomen. Er is geen rekening gehouden met windafvang door het windpark Luchterduinen. Ook is geen rekening gehouden met de realisatie van kavel II (en andere kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)).

Tabel 11.4 Elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies kavel I

Alternatief	Netto elektriciteitsopbrengst (MWh/jaar)	CO_2-reductie (ton/jaar)	NO_x-reductie (ton/jaar)	$S0_2$-reductie (ton/jaar)
Minimum alternatief (6 MW)	1.441.736	897.937,5	731,0	243,7
Maximum alternatief (8 MW)	1.416.733	882.365,3	718,3	239,4

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat er weinig verschil zit in de energieopbrengst. De energieopbrengst van het minimumalternatief (63 turbines van 6 MW) is circa 1,8% hoger dan het maximumalternatief (47 turbines van 8 MW). Wel wordt deze energieopbrengst in het alternatief met 8 MW turbines met een aanzienlijk minder aantal turbines gerealiseerd. De bijdrage van het windpark aan de reductie van CO_2, NO_x en SO_2 is rechtevenredig met de netto energieopbrengst. De reductie is berekend aan de hand van het gemiddelde gebruik van brandstoffen bij elektriciteitscentrales (voornamelijk gas). Hierbij zijn de volgende kengetallen gehanteerd: 73,7

kg CO_2/GJ (Agentschap NL, Protocol monitoring hernieuwbare energie 2015), 0,06 kg NO_x/GJ en 0,02 kg SO_2/GJ (ECN-C--05-090). Voor het rendement van elektriciteitscentrales is uitgegaan van 42,6% (CBS, Hernieuwbare energie 2014, 2015).

Benodigde energie voor productie, bouw, onderhoud en verwijdering

Het produceren, bouwen, onderhouden en verwijderen van een windturbine kost energie. Uit onderzoek van Oregon State University[3] blijkt een energetische terugverdientijd van 5,2 en 6,4 maanden. Florida Atlantic University[4] geeft een energetische terugverdientijd van 6 tot 9 maanden. Voor de uitstoot van CO_2, NO_x en SO_2 is de terugverdientijd ongeveer tussen de 4 en 9 maanden (Das Grűne Emissionshaus, augustus 2003).

De Siemens-divisie Wind Power and Renewables heeft vier milieuproductverklaringen (Environmental Product Declarations - EPD's) gepubliceerd voor vier van haar productplatformen[5]. De waarden zijn gebaseerd op levenscyclusbeoordelingen (Life Cycle Assessments - LCA's) van vier specifieke windenergieprojecten: twee windparken op zee met 80 windturbines (4 MW en 6 MW turbines) en twee windparken op land met 20 windturbines (2,3 MW en 3,2 MW turbines). Daaruit blijkt dat de twee windparken op land in 4,5 en 5,5 maand energetisch zijn terugverdiend. Voor de twee windparken op zee is een energetische terugverdientijd berekend van 9,5 en 10,5 maanden.

Bijdrage aan Nederlandse doelstelling voor duurzame energie

Het aandeel hernieuwbare energie in het totale energieverbruik bedroeg in 2014 5,6%[6]. De Rijksoverheid wil het percentage duurzame energie laten groeien. De doelstelling voor 2020 bedraagt 14% duurzame energie, voor 2023 bedraagt deze 16%.

Voor het berekenen van de bijdrage van het windpark aan een duurzame energieproductie is uitgegaan van het verbruik in 2014. Toen bedroeg het landelijke energieverbruik 550.000 GWh (1.980 PJ, totaal bruto energetisch eindverbruik, bron: CBS, Hernieuwbare energie in Nederland 2014, 2015). Kavel I levert met een energieproductie van 1.441,7 GWh (6 MW turbine) een bijdrage van 0,26% aan een duurzame energieproductie (van 2014).

Het gemiddelde huishouden heeft een elektriciteitsverbruik van 3.500 kWh per jaar. Kavel I kan met een energieproductie van 1.441,7 GWh per jaar, circa 412.000 huishoudens van elektriciteit voorzien.

[3] Karl R. Haapala and Preedanood Prempreeda, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. In: Int. J. Sustainable Manufacturing, Vol. 3, No. 2, 2014, http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/06/turbines.pdf

[4] Chaouki Ghenai (2012). Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Sustainable Development - Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment, Prof. Chaouki Ghenai (Ed.), ISBN: 978-953-51-0165-9, InTech, Available from: http://www.intechopen.com/books/sustainable-development-energy-engineering-andtechnologies-manufacturing-and-environment/life-cycle-analysis-of-wind-turbine

[5] http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/wind-power/epd.htm

[6] http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/artikelen/archief/2015/sterke-groei-aandeel-hernieuwbare-energie.htm

11.5 Effectbeoordeling

Zowel het minimum als maximum alternatief dragen goed bij aan de doelstelling voor duurzame energie in Nederland. Omdat beide alternatieven ongeveer dezelfde energieopbrengst genereren worden ze beide positief beoordeeld.

Tabel 11.4 Samenvatting effectbeoordeling elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies

Aspecten	Beoordeling	
	6 MW	10 MW (hier 8 MW)
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

11.6 Cumulatie

Bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel II, III en IV), maar ook bij de bouw van windparken in de windenergiegebieden van Hollandse Kust (noord), zal de productie van duurzame energie verder toenemen. De doelstelling voor deze gebieden bedraagt in totaal 3.500 MW aan windenergie. De positieve effecten van een duurzame energieproductie (minder emissies) nemen bij realisatie van deze doelstelling verder toe.
De realisatie van kavels II, III en IV zal leiden tot meer windafvang voor kavel I. De mate van windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van deze kavels.

Bij het berekenen van de energieopbrengst is ervan uitgegaan dat alleen kavel I wordt gebouwd. De elektriciteitsopbrengst zal naar verwachting wat lager zijn, indien ook kavel II. III en IV worden gerealiseerd vanwege windafvang.

11.7 Mitigerende maatregelen

Er zijn alleen positieve effecten te verwachten op elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies. De noodzaak van mitigerende maatregelen zijn dan ook niet aanwezig. De initiatiefnemers zullen in het kader van de subsidietender een minimaal aantal MW's moeten realiseren. Daarbij zullen ze de elektriciteitsopbrengst maximeren in relatie tot de kosten, om zo de kosten per MWh zo laag mogelijk te houden en daarmee de kans op het winnen van de tender te vergroten. Hierdoor wordt het maximeren van de elektriciteitsopbrengst (en daarmee de vermeden emissies) gestimuleerd.

11.8 Leemten in kennis

De windafvang vanuit Luchterduinen en de overige kavels binnen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan exact berekend worden nadat de exacte opstellingen van de windparken bekend zijn. Verwacht wordt echter dat de berekeningen in dit hoofdstuk een goede indicatie geven. Voor het aspect elektriciteitsopbrengst en vermeden emissies zijn verder geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

12 AFWEGING

12.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de afweging beschreven. In paragraaf 12.2 worden kort het wettelijk kader aangegeven waaraan de bevindingen van de effectbeoordeling in de voorgaande hoofdstukken getoetst zijn. Paragraaf 12.3 geeft een overzicht van de milieubeoordeling. In paragraaf 12.4 wordt ingegaan op cumulatie van effecten, paragraaf 12.5 geeft mogelijke mitigerende maatregelen weer. In paragraaf 12.6 wordt het voorkeursalternatief beschreven. Het voorkeursalternatief bestaat in dit MER uit een bandbreedte die gehanteerd wordt in het kavelbesluit en te nemen mitigerende maatregelen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met een paragraaf over leemten in kennis en informatie (12.7) en een paragraaf over monitoring en evaluatie (12.8).

12.2 Toetsing aan wettelijk kader

Enige sterfte van vogels en vissen en afname van populaties zeezoogdieren zijn niet op voorhand uit te sluiten. Door middel van de Wet windenergie op zee wordt de toets die ingevolge de Natuurbeschermingswet 1998 en Flora- en faunawet dient te worden uitgevoerd, geïntegreerd in het kavelbesluit. Het bevoegd gezag beschikt middels artikel 7 Wet windenergie op zee over een vrijstellingsbevoegdheid in het kader van de Flora en faunawet. Ten behoeve van de toetsing aan de Natuurbeschermingswet 1998 is een Passende Beoordeling uitgevoerd. Uit deze Passende Beoordeling blijkt dat significante effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden als gevolg van het voorkeursalternatief uitgesloten kunnen worden.

Overige wet- en regelgeving is waar relevant besproken in de diverse aspectenhoofdstukken en waar nodig vertaald naar concrete normen. Bijvoorbeeld in het hoofdstuk onderwaterleven is de normstelling beschreven die binnen ASCOBANS als basis gebruikt om een maat voor aanvaardbare populatiereductie te bepalen voor bruinvissen. Het planologische beschermingsregime ten aanzien van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), nu genaamd Natuurnetwerk Nederland, is van toepassing op de gehele Noordzee (EEZ). In paragraaf 1.3.1 van bijlage 5 is aangegeven hoe de werking van het beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het Nederlandse Noordzeegebied eruit ziet.

12.3 Effecten binnen de bandbreedte

In voorgaande hoofdstukken zijn de alternatieven ten opzichte van de referentiesituatie beschouwd en beoordeeld. In deze paragraaf worden de effecten binnen de alternatieven samengevat zonder uitvoering van mitigerende maatregelen. De alternatieven bestaan in dit MER uit de uitersten per aspect die binnen de bandbreedte mogelijk zijn. Het gaat er in dit MER niet om een keuze voor één van beide alternatieven te maken, maar om na te gaan wat de effecten zijn die kunnen optreden bij windparken die binnen de bandbreedte aangelegd worden.

De volgende tabellen geven de beoordelingen van de alternatieven per aspect naar de verschillende beoordelingscriteria weer. Hierbij is uitgegaan van een 7 puntenschaal (inclusies marginale effecten: 0/- en 0/+) zoals gehanteerd in de hoofdstukken met de effectbeschrijving en -beoordeling. De tabellen worden vervolgens per aspect besproken. Het betreft een

samenvatting van de effectbeoordeling, de omschrijving van de beoordelingscriteria is hiervoor vereenvoudigd.

In dit MER is een bandbreedte beoordeeld op milieueffecten. Voor zover mogelijk in het kader van het MER is onderzocht wat de maximale bandbreedte is, waarbinnen de effecten zich kunnen voordoen. In dit licht is per aspect onderzocht wat de worst case en de best case situatie is. Deze kunnen per aspect verschillend zijn.

12.3.1 Vogels en vleermuizen

Tabel 13.1 Beoordeling effecten vogels en vleermuizen zonder mitigerende maatregelen

Effecten windpark	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**
	63 * 6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
Aanlegfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Gebruiksfase vogels		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Kolonievogels		
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Verwijderingsfase vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0

Effecten windpark	Alternatief 1	Alternatief 2
	63 * 6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
- indirecte effecten	+/-	+/-
OVERALL BEOORDELING	--	-

Het alternatief met 38 x 10 MW turbines en een rotordiameter van 221 meter is het meest milieuvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, vanwege het geringere aantal aanvaringsslachtoffers in vergelijking met de andere alternatieven. De worst case situatie is het alternatief met 63 x 6 MW turbines en een rotordiameter van 142 meter.

12.3.2 Onderwaterleven

Tabel 13.2 Beoordeling effecten onderwaterleven zonder mitigerende maatregelen

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	**Alternatief 2**
		63 * 6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
Effecten bij aanleg, gebruik en verwijdering op: Biodiversiteit Recruitment Dichtheden/biomassa Bijzondere soorten	*Bodemdieren* Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies *Vissen* Geluid/trillingen Bodemberoerende werkzaamheden Habitatverlies	 0/- 0 0/- 0/- 0	 0/- 0 0/- 0/- 0
Zeezoogdieren Aanleg Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen Fysieke aantasting Gebruik Verstoring door geluid en trillingen turbines Verstoring door geluid en trillingen scheepvaart (onderhoud) Verwijdering	 Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren Dierverstoringsdagen Aantal aangetaste dieren Populatie-effecten (Noordzee) Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren	 - - -- -- -- 0 0 0 0	 - -- -- -- -- 0 0 0 0

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1	Alternatief 2
		63 * 6 MW ø 142 m	38 * 10 MW ø 221 m
Verstoring, barrièrewerking, habitatverlies, verandering foerageermogelijkheden door geluid en trillingen bij aanleg funderingen	Verstoord oppervlak (km^2) Aantal verstoorde dieren	0/- 0/-	0/- 0/-

Voor wat betreft de effecten als gevolg van onderwatergeluid, blijkt voor zeezoogdieren alternatief 1 (63 x 6 MW turbines) de *best case* te zijn. Dit vanwege het kleinere verstoorde oppervlak (afname hei-energie) en ondanks de toename in verstoringsduur in vergelijking met alternatief 2 (38 x 10 MW turbines). Het verschil in verstoord oppervlak is echter dermate gering dat dit niet zichtbaar is in de effectbeoordeling op dit criterium an sich (beide alternatieven een -). De effecten voor bruinvissen kunnen, indien toepassing wordt gegeven aan beide alternatieven, sterk negatief zijn. In dit scenario zal populatiereductie van bruinvissen groter zijn dan toelaatbaar wordt geacht in het Kader Ecologie en Cumulatie en aanvullende studies (Heinis, 2015). Afgesproken is dat de populatie als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt (in plaats van de eerdere 20%). Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark niet meer dan **255** dieren mag bedragen. Door toepassing van mitigerende maatregelen is dit effect te beperken tot onder deze drempelwaarde (zie paragraaf 12.5 en 12.6). Voor wat betreft bodemdieren en vissen zijn de effecten zeer gering van omvang.

12.3.3 Scheepvaart en veiligheid

Tabel 13.3 Beoordeling effecten scheepvaart en veiligheid zonder mitigerende maatregelen

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alternatief 1 met 6 MW turbines	Alternatief 2 met 10 MW turbines
Veiligheid	Kans op aanvaring en aandrijving	0/-	0
	Gevolgschade van aanvaring of aandrijving	0	0
Scheepvaart	Uitwijkmogelijkheden voor kruisende scheepvaart	0	0
	Effecten van doorvaart voor schepen <24 meter	0	0

Voor twee alternatieven van kavel I zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Voor de variant met 6 MW turbines zijn de kansen hoger dan voor de variant met 10 MW turbines. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door schepen groter dan 24 meter is 0,03489 per jaar voor het alternatief met 6 MW turbines, of te wel eens per 28,7 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door schepen groter dan 24 meter is 0,01808 per jaar voor het alternatief met 10 MW turbines, of te wel eens per 55,3 jaar treedt een aanvaring/aandrijving op. Voor schepen

kleiner dan 24 meter is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0,01072 voor de 6 MW variant en 0,00364 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 93,3 jaar en 274,7 jaar.

Als gevolg van het alternatief met 6 MW turbines wordt eens per 716 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor het alternatief met 10 MW turbines eens per 1259 jaar is. De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van kavel I met 0,28% toe voor het alternatief met 6 MW turbines. Voor het alternatief met 10 MW turbines is dit lager (0,16%).

Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0,000169 ($1.69x10^{-4}$). Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is 0,000094 ($9,4x10^{-5}$).

12.3.4 Geologie en hydrologie

Tabel 13.4 Beoordeling effecten geologie en hydrologie zonder mitigerende maatregelen

Aspect (gedurende aanleg, onderhoud en exploitatie)	Alternatief 1	Alternatief 2
	een 6 MW turbine op een suction bucket fundering met een doorsnede van 15 meter. Erosiebescherming (stortstenen): geen.	een 10 MW turbine op een gravity based fundering met een doorsnede van 40 meter ter plaatse van de zeebodem. Erosiebescherming (stortstenen): drie maal de diameter van de voet.
Golven	0	0
Waterbeweging (waterstand en stroming)	0	0
Waterdiepte en bodemvormen	0	0
Bodemsamenstelling	0	0
Troebelheid en waterkwaliteit	0	0
Sedimenttransport	0	0
Kustveiligheid	0	0

Alle morfologische en hydrologische veranderingen die het gevolg zijn van de aanleg, het gebruik, de verwijdering en het onderhoud van het windpark en de kabels zijn zeer beperkt van omvang en tijdelijk van aard. De veranderingen, voor zover deze optreden, zijn zeer gering in vergelijking met de natuurlijke dynamiek van het gebied. Door de relatief geringe afmetingen van de funderingspalen, de relatief grote onderlinge afstand tussen de windturbines en het aantal windturbines gaat het om zeer lokale veranderingen. De invloed beperkt zich tot de directe omgeving van de funderingspalen en het kabeltracé en is van tijdelijke aard. Beide alternatieven verschillen hierin nauwelijks en zijn derhalve nagenoeg gelijk.

12.3.5 Landschap

Tabel 13.5 Beoordeling effecten landschap zonder mitigerende maatregelen

Beoordelingscriteria	Beoordeling	
	Alternatief 1	**Alternatief 2**
	63 x 6 MW turbines Max. tiphoogte 167 m	**38 x 10 MW turbines Max. tiphoogte 251 m**
- Zichtbaarheid in percentage van de tijd - Interpretatie zichtbaarheid aan de hand van visualisaties	-	0/-

De zichtbaarheid van een windpark in kavel I is kwantitatief weergegeven door het percentage van de tijd dat de meteorologische omstandigheden zodanig zijn, dat het windpark is te zien. Dat is 18,8% van de tijd gedurende de zomermaanden (1 mei- 30 september) in de dagperiode, vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (Noordwijk). Buiten deze periode is het zichtbaarheidspercentage lager. Ook is dit percentage lager op andere zichtlocaties, die verder van de kavel zijn gelegen.

Verder geven fotovisualisaties aan dat het windpark, als de meteorologische omstandigheden goed zijn, zichtbaar is. Onderscheid tussen de alternatieven is gering. De grote turbines zijn op een afstand van 44 kilometer of meer nog wel (theoretisch) zichtbaar, de kleine turbines niet meer (vanwege kimduiking). Dit verschil in effect is echter klein.

Op basis van met name De Vries et al. (2008) wordt geconcludeerd dat de beleving subjectief is en afhankelijk van de achtergrond van de waarnemer zoals opleidingsniveau, inkomen en houding ten opzichte van duurzame energie. De grote gemene deler uit het belevingsonderzoek laat zien dat verstoring van het zeelandschap met vaste objecten, zoals windparken of boorplatforms, licht negatief beoordeeld wordt, dat daarbij het eerste verstorende object het meest negatief wordt beoordeeld en dat daarna volgende objecten steeds relatief minder negatief beoordeeld worden, en dat een grotere afstand leidt tot een minder negatieve beoordeling. Ook zijn er groepen mensen die met windturbines in het algemeen en met wind op zee positieve associaties blijken te hebben.

De verlichting die wordt toegepast op de gondel van de windturbines zorgt ervoor dat het windpark onder goede meteorologische omstandigheden ook ’s nachts zichtbaar kan zijn vanaf de kust. Hoe meer windturbines, hoe zichtbaarder in de nacht. Het alternatief met de meeste turbines scoort dan ook minder goed op zichtbaarheid in de nacht dan het alternatief met de minste turbines. Dit effect wordt kleiner als alleen de buitenste turbines verlicht worden (zie de nieuwe circulaire (concept informatiecirculaire aanduiding offshore windturbines en offshore windparken, in relatie tot luchtvaart, nr. 2.2, 4 april 2016) waarin het effect van verlichting mogelijk gemitigeerd kan worden, zie ook paragraaf 9.8 over mitigerende maatregelen).

12.3.6 Overige gebruiksfuncties

Tabel 13.6 Beoordeling effecten overige gebruiksfuncties zonder mitigerende maatregelen

Beoordelingscriteria	Effectbeoordeling	Beoordeling	
		Alt 1 (63 x 6 MW op suction bucket)	Alt 2 (38 x 10 MW op gravity base)
Visserij	Beperkingen visserij	0/-	0/-
Olie- en gaswinning	Beperkingen olie- en gaswinning	0/-	0/-
Luchtvaart	Interferentie burgerluchtvaart	0	0
	Interferentie militaire luchtvaart	0	0
	Interferentie Kustwacht	0/-	0/-
	Interferentie helikopterverkeer	-	-
Zand-, grind- en schelpenwinning	Beperkingen ondiepe delfstoffenwinning	0	0
Baggerstort	Beperkingen baggerstortgebieden	0	0
Scheeps-, wal- en luchtvaartradar	Interferentie radar	0	0
Kabels en leidingen	Interferentie kabels en leidingen	0/-	0/-
Telecommunicatie	Verstoring kabelverbindingen	0	0
	Verstoring straalpaden	0	0
Munitiestortgebieden en militaire gebieden	Aanwezigheid munitiestortgebieden en militaire gebieden	0	0
	Aanwezigheid niet-gesprongen explosieven	0	0
Recreatie en toerisme	Beperkingen recreatievaart	0	0
	Beperkingen kustrecreatie	0	0
Cultuurhistorie en archeologie	Aantasting archeologische resten	0	0
Mosselzaadinvanginstallaties	Beperkingen mosselzaadinvanginstallaties	0	0
Bestaande windparken	Beïnvloeding elektriciteitsopbrengst bestaande windparken	0/-	0/-

Er blijken slechts geringe effecten op te treden ten aanzien van reeds aanwezige gebruiksfuncties. Dit komt deels doordat bij de locatiekeuze rekening is gehouden met de aanwezige gebruiksfuncties. Wel is een negatief effect op helikopterverkeer voorzien. Bij de gebruiksfuncties zandwinning, scheeps- en luchtvaartradar, recreatie en toerisme en cultuurhistorie & archeologie is sprake van geringe effecten in de vorm van ruimteverlies (zandwinning, recreatie), aantasting (archeologie) of beïnvloeding (scheepsradar). De effecten worden gezien de geringe omvang neutraal beoordeeld, de alternatieven zijn niet onderscheidend.

De effecten op de visserij als geheel worden, gezien het oppervlak dat verloren gaat (90 km^2) en de waarde van dat gebied voor de visserij, beperkt negatief beoordeeld. Daarnaast worden de effecten op windparken ook beperkt negatief beoordeeld, doordat windafvang een negatieve invloed heeft op de energieopbrengst van het windpark Eneco Luchterduinen (en mogelijk ook voor windpark OWEZ en het Prinses Amalia Windpark). Voor kabels en leidingen zal een onderhoudszone van 500m aan weerszijde van de kabel of leiding worden vastgelegd in de kavelbesluiten. Dit is smaller dan de 750 meter die doorgaans wordt gehanteerd. De Beleidsnota Noordzee (2016-2021) stelt dat in het kader van efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee het toegestaan is de onderhoudszone te versmallen. Ten aanzien van olie- en gaswinning wordt tevens een beperkt negatieve score gegeven, aangezien er een winningsvergunning is verleend voor het mijnblok P12 dat deels overlapt met kavel I. Tenslotte wordt een negatieve score gegeven aan de effecten op helikopterverkeer. De Helicopter Main Route KZ60 is op minder dan 2 nautische mijl afstand gelegen. De alternatieven zijn hierin niet onderscheidend.

12.3.7 Elektriciteitsopbrengst

Tabel 13.7 Beoordeling effecten elektriciteitsopbrengst zonder mitigerende maatregelen

Aspecten	Beoordeling	
	Alternatief 1	**Alternatief 2**
	63 x 6 MW turbines	**48 x 8 MW turbines (er zijn nog geen 10 MW turbines op de markt)**
Elektriciteitsopbrengst	++	++
Vermeden emissies	++	++

Voor het bepalen van de elektriciteitsopbrengst zijn berekeningen uitgevoerd met een tweetal turbines waarvoor gegevens beschikbaar zijn en die wat betreft grootte zo ver mogelijk uit elkaar liggen. Uit deze berekeningen komt vrijwel geen verschil in opbrengst naar voren. Beide alternatieven verschillen nauwelijks qua elektriciteitsproductie en vermeden emissies. Hierbij kan aangetekend worden dat dit niet wil zeggen dat alle turbinetypes gelijk zullen scoren, ook al is het opgestelde vermogen telkens 380 MW (uitgangspunt inrichting kavel). Turbines die relatief grote rotoren hebben (dus een laag aantal W/m^2) zullen meer energie opwekken dan turbines met een relatief kleine rotor. Daarbij speelt ook de onderlinge windafvang en de windafvang van Luchterduinen een rol. Waarschijnlijk zullen turbines met een hoog vermogen én een relatief grote rotor het beste scoren. De toekomstige windparkontwikkelaar is vrij om een optimum te bepalen waarbij uiteraard ook de kostprijs een rol zal spelen.

12.4 Cumulatie

In de volgende tabel is kort aangegeven welke cumulatieve effecten optreden en welke gevolgen dit heeft voor het te nemen kavelbesluit.

Tabel 13.8 Overzicht cumulatieve effecten kavel I Hollandse Kust (zuid)

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
Vogels en Vleermuizen	Overschrijding van de PBR in het onderzochte internationale worst case scenario met 3 MW-turbines in het KEC voor kleine	Als er in de berekeningen realistische windturbinetypes worden gebruikt voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee (Borssele I/II: 4 MW, Borssele III-V: 6

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en zilvermeeuw is niet uit te sluiten. In een worst case scenario in cumulatie met alle ontwikkelingen van windparken op de Noordzee zoals in het KEC beschouwd, wordt de voorlopig berekende PBR waarde voor de ruige dwergvleermuis (Nathusius' Pipistrelles) overschreden	MW, Hollandse Kust (zuid) I – IV: 6 MW en Hollandse Kust (noord): 8 MW), blijft alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (Gyimesi & Fijn 2015b). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm[1] dan blijven de gecumuleerde aantallen slachtoffers onder of op de PBR-norm van de grote meeuwensoorten, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om deze additionele sterfte op te vangen. Bovendien liet eerdere populatiemodellering van de kleine mantelmeeuw ook zien dat de Nederlandse populatie kleine mantelmeeuwen niet in gevaar komt (Poot et al. 2011). Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 12.5 en 12.6).
Zeezoog-dieren	Effecten op de GSI kunnen niet worden uitgesloten	Mitigerende maatregelen zijn te treffen om wel acceptabele effecten te bereiken (zie paragraaf 12.5 en 12.6).
Scheepvaart en veiligheid	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen leiden tot andere effecten op scheepvaart en veiligheid	Geen gevolgen kavelbesluit. Het cumulatieve effect van andere windparken op de verkeersveiligheid is, in tegenstelling tot eerdere veiligheidsstudies, niet apart inzichtelijk gemaakt, maar is als basissituatie beschouwd. In het ontwerpcriterium afstand tussen scheepvaartroutes en windparken uit de Beleidsnota Noordzee (2016-2021) zijn de afstanden tussen het scheepvaartscheidingstelsel en de toekomstige windparken vastgelegd en deze zijn geeffectueerd in de nieuwe routestructuur die vanaf augustus 2013 van kracht is geworden. Tevens is in de berekeningen voor kavel I gecumuleerd over kavels II, III en IV; de routestructuur voor kavel I verandert niet als kavels II, III en IV ook worden meegenomen..

[1] Voor het NCP is meer betrouwbare en gedetailleerde data beschikbaar dan voor de gehele Zuidelijke Noordzee. Bovendien is voor het NCP ook meer zekerheid over de tot en met 2023 op te richten windparken. De onzekerheidsmarge in resultaten is bij deze analyse daarom kleiner. Bij deze analyses zijn tevens de effecten van het gebruik van de 10-12 mijlszone bij windenergiegebied Hollandse Kust meegenomen . Daarom is ervoor gekozen om een analyse te doen waarin het aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
Morfologie en hydrologie	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen ook leiden tot effecten op geologie en hydrologie	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel II, III en IV) zullen nagenoeg dezelfde lokale, tijdelijke en verwaarloosbare effecten optreden. Dat betekent dat er geen sprake is van cumulatie, ook niet met andere activiteiten en andere verder weg gelegen windparken.
Landschap	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op de zichtbaarheid van windturbines vanaf het strand.	Geen, de inbeslagname van de horizontale beeldhoek door windturbines in de kavels in Hollandse Kust (zuid) zal toenemen bij de ontwikkeling van deze windturbines ten opzichte van de huidige situatie. De afstand tot de kust van deze windturbines is over het algemeen dermate groot, dat de meteorologische omstandigheden de zichtbaarheid van de windturbines sterk beperken. De kortste afstand tussen de windturbines op zee in kavel I en het strand bedraagt 22,2 kilometer (Noordwijk). Op deze afstand is een windpark in de zomerperiode gemiddeld overdag 18,8% van de tijd zichtbaar. De mogelijk te ontwikkelen windparken in Hollandse Kust (zuid) liggen wat dichter bij de kust, waardoor deze een hoger percentage van de tijd zichtbaar zijn.
Overige gebruiks-functies	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben tevens invloed op overige gebruiksfuncties.	Geen, bij de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (kavel II, III en IV) wordt het totale ruimtebeslag groter waardoor een groter gebied verloren gaat voor de visserij. Het gebied dat verloren gaat voor de visserij betreft relatief goede visgronden. In totaal gaat circa 0,16% van het bevisbare oppervlak van het NCP verloren. Daardoor is in cumulatie sprake van beperkte negatieve effecten voor de visserij. Door het grotere aantal turbines wordt ook de kans groter dat archeologisch resten worden aangetast. Voor recreatie en toerisme heeft de verdere invulling van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) beperkte gevolgen omdat de recreatievaart met name gebruik maakt van de 10 à 20 km brede zone langs de kust. Daarnaast heeft dit (conform de MKBA van Decisio (2014) beperkt negatieve effecten op de kustrecreatie. Dit heeft geen directe gevolgen voor het kavelbesluit. De realisatie van de overige kavels in het Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), heeft in toenemende mate invloed op de walradar. Dit heeft geen directe gevolgen voor het kavelbesluit.
Elektriciteits-opbrengst	Windparken in de overige kavels in windenergiegebied Hollandse	Geen, de realisatie van kavels II, III en IV zal leiden tot meer windafvang voor kavel I. De mate van

Aspect	Relevante cumulatieve effecten	Gevolgen voor kavelbesluit
	Kust (zuid) en Luchterduinen kunnen wind van elkaar afvangen	windafvang is afhankelijk van de exacte invulling van deze kavels.

12.5 Mitigerende maatregelen

Na toetsing blijkt dat vrijwel bij elk aspect voldaan kan worden aan de voorwaarden uit het wettelijk kader. Voor het beperken van cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen en bruinvissen zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk. Het optreden van (resterende) negatieve effecten door aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark kan echter niet worden uitgesloten. Deze mogelijke resterende effecten kunnen worden gemitigeerd door middel van de volgende maatregelen. Ten behoeve van het voorkeursalternatief zullen uit deze mogelijke mitigerende maatregelen een aantal geselecteerd worden.

Tabel 13.9 Mogelijke mitigerende maatregelen

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
Vogels en vleermuizen	Aanleg- en verwijderingsfase	Bouw vanaf juni tot en met september omdat er dan nauwelijks verstoringsgevoelige zeevogelsoorten aanwezig zijn. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting. Reductie van hei-geluid, echter effect van geluid van heien op vogels is onbekend en dus de noodzaak van deze maatregel ook.
	Operationele fase	Installeer zo min mogelijk grote turbines in plaats van meer kleinere. Hollandse Kust (zuid) zoveel mogelijk laten aansluiten op windpark Luchterduinen om verstoringsgebied zo klein mogelijk te houden. Installeer tweebladige in plaats van driebladige turbines. Creëer een corridor in het windpark waar vogels gebruik van kunnen maken. Vergroot detectiekans van het windpark voor vogels door reflectors, lasers en geluid (afhankelijk van vogelsoorten en daarmee gebonden aan diverse beperkingen). Vermijd onderhoudswerkzaamheden gedurende de nacht, zeker in trekseizoen. Minimaliseer verlichting op schepen en/of gebruik vogelvriendelijke kleur van verlichting. Stilzetten bij bepaalde weersomstandigheden in combinatie met gesignaleerde trekpieken. Cut-in windspeed verhogen (t.b.v. vleermuizen) in relevant seizoen en tijdstip van de dag (schemering). Maximale tiplaagte verhogen. Zo klein mogelijk oppervlak windpark (minste habitatverlies).

Aspect	Effect	Mitigerende maatregel
Zeezoog-dieren	Verstoring en daarmee gepaard gaande populatiereductie, PTS	Beperken van de aanlegperiode. Gebruik maken van 'Slow start' en 'Acoustic Deterrent Devices' (ADD's). Maximaal toelaatbaar geluidniveau vastleggen.
Scheepvaart en veiligheid	Aandrijving	Gebruik maken van het Automatic Identification System (AIS). Inzetten van een Emergency Towing Vessel.
Morfologie en hydrologie	-	-
Landschap	Zichtbaarheid overdag	Aanbrengen van verticale kleurbanen op de turbines Geven van informatie over het wat, hoe en waarom van de windparken, zodat de waarnemer begrip heeft van de noodzaak van het windpark. Kiezen voor zo groot mogelijke turbines, zodat een kleiner aantal kan worden geplaatst. Dat geeft een rustiger beeld aan de horizon.
	Zichtbaarheid 's nachts	Met behulp van radardetectie kan de verlichting worden ingeschakeld wanneer luchtvaartverkeer zich binnen een bepaalde zone van het windpark begeeft. Met behulp van zichtbaarheidsmeters kan de verlichting gedimd worden wanneer de zichtomstandigheden goed zijn, dan behoeft de verlichting niet altijd voluit te branden.
Overige gebruiks-functies	Dichter dan 750 meter op actieve kabels	Afstemming zoeken met kabeleigenaren.
	Aantasting archeologische waarden	De locatie van een windturbine of kabel wijzigen om zo een (mogelijk) archeologische object te ontwijken.
	Risico van niet-gesprongen explosieven	Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.
	Invloed van windturbines op walradarketen	Toepassing van radar op de te realiseren Tennet-platforms of tussen de windparken en de scheepvaartroutes.
	Interferentie helikopterverkeer	De HMR kan worden verhoogd of verlegd. Door het punt NEKAS naar het westen te verplaatsen, kan de gebruiksruimte van 2 nautische mijlen aan weerszijden van de HMR worden gewaarborgd.
Elektriciteitsopbrengst	-	-

Een aantal maatregelen zal in ieder geval uitgevoerd worden, zoals het gebruik maken van een ‘slow start’ en ADD’s. Voor de overige mitigerende maatregelen is nog niet bepaald of en in welke mate deze worden toegepast. In het kavelbesluit wordt opgenomen welke maatregelen genomen worden.

12.6 Voorkeursalternatief

12.6.1 Keuze voorkeursbandbreedte

Er zijn geen aspecten in dit MER die de beschouwde bandbreedte inperken. Als uitgangspunt voor de gehanteerde bandbreedte is namelijk al rekening gehouden met het onderzoek naar (cumulatieve) effecten voor vogels. Dat aspect beperkte de bandbreedte namelijk voor de kavels in windenergiegebied Borssele. Wel zijn op basis van dit MER mitigerende maatregelen te nemen die de effecten teniet doen of verminderen. De keuze welke maatregelen genomen dienen te worden volgt nu..

12.6.2 Te nemen mitigerende maatregelen

Maatregelen die getroffen worden om tot een benodigde vermindering van effecten te komen zijn:

Vogels en vleermuizen

- Gedurende nachten (tussen zonsondergang en zonsopkomst) met massale vogeltrek wordt het aantal rotaties per minuut per windturbine tot minder dan 1 gebracht;
- de cut-in windspeed van de turbines bedraagt gedurende de periode van 15 augustus tot en met 30 september tussen 1 uur na zonsondergang tot 2 uur voor zonsopkomst 5,0 m/s op ashoogte.

Onderwaterleven

Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vast te stellen. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode . De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

Tabel 13.11 Normstelling voor windparken in gebied Hollandse Kust (zuid), met verwerking van de opstart ‘toeslag van 1 dB’

Hollandse Kust (zuid)	**Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)***		
380 MW per kavel	**Periode**		
# turbines	**jan – mei**	**jun – aug**	**sep – dec**
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	172	175

Naast de geluidsnormering dient gebruik gemaakt te worden van zogenaamde ‘Acoustic Deterrent Devices’, ‘soft start’ procedures ter voorkoming van permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*).

Overige gebruiksfuncties

In de nabijheid en binnen kavel I liggen verschillende kabels. Voor kabels en leidingen zal een onderhoudszone van 500m aan weerszijde van de kabel of leiding worden vastgelegd in de kavelbesluiten. Dit is smaller dan de 750 meter die doorgaans wordt gehanteerd. De Beleidsnota Noordzee (2016-2021) stelt dat in het kader van efficiënt ruimtegebruik op de Noordzee het toegestaan is de onderhoudszone te versmallen.

Er is nader onderzoek benodigd om niet-gesprongen explosieven op te sporen en deze vervolgens op te ruimen.

Daarnaast kunnen aanwezige archeologische waarden de plaatsing van windturbines in kavel I beïnvloeden.

12.6.3 Conclusie

Het kavelbesluit dient de voorkeursbandbreedte mogelijk te maken en noodzakelijke mitigerende maatregelen te borgen; voorkeursbandbreedte en maatregelen vormen samen het voorkeursalternatief.

12.7 Leemten in kennis

12.7.1 Inleiding

De ontwikkeling van windparken op zee heeft een relatief korte geschiedenis. Inmiddels zijn de eerste monitoringsevaluaties bekend van onder andere parken op zee in Engeland, Denemarken, Duitsland en Nederland. Het betreft resultaten van relatief korte monitoringsperiodes. Zekerheid over de effecten op lange termijn kan hiermee nog niet geboden worden. Wel bieden huidige ontwikkeling en onderzoeksprogramma’s handvatten voor een effectvoorspelling, zoals in dit MER gepresenteerd wordt. Tijdens (het vooronderzoek van) de effectvoorspelling voor het voorliggende MER zijn verschillende leemten in kennis geconstateerd die het inzicht in de aard en omvang van de effecten van een windpark in kavel I beperken. Er blijven onzekerheden bestaan over de effecten, onder meer over de cumulatieve effecten van meerdere windparken onderling en in cumulatie met andere activiteiten op de Noordzee.

De leemten in kennis die bestaan, zijn niet alleen toe te schrijven aan het recente verleden van windenergie op zee; in brede zin dient veel kennis over diersoorten en hun dichtheden, diversiteit en gedrag nog aangevuld te worden. In deze paragraaf worden leemten in kennis toegelicht die relevant zijn in het kader van dit MER. Achtereenvolgens worden de leemten in kennis beschreven ten aanzien van de effectinschatting op vogels, onderwaterleven, morfologie en hydrologie, scheepvaart en overige gebruiksfuncties.

12.7.2 Vogels en vleermuizen

Lokale vogels

In het algemeen is de kennis van de verspreiding van zeevogels op zee in ruimte en tijd nog onvolledig.

Trekvogels

Algemeen is de kennis van het tijdsbeslag en de ruimtelijke omvang van de vogeltrek nog onvolledig. Het gebrek aan representatieve gegevens hangt samen met het vaak moeilijk toegankelijke leefgebied en het ontbreken van gestandaardiseerde telmethodes. Er bestaan aanwijzingen voor verschillende trekroutes in het Noordzeegebied. Kwantitatieve data hierover, hoe groot het aandeel van deze trekroutes is op de trek in zijn geheel ontbreken, evenals data over trekdichtheden in de verschillende gedeeltes van de Noordzee.

Vleermuizen

Kennisleemten bestaan ten aanzien van het voorkomen van vleermuizen op zee en het gedrag in windparken alsmede de aantallen aanvaringsslachtoffers.

12.7.3 Onderwaterleven

Benthos

Kennisleemten bestaan ten aanzien van het kunnen voorspellen van de gevolgen van de abiotische veranderingen (vooral sedimentverandering in de omgeving van het windpark) op benthos. Ook de gevolgen van elektromagnetische velden langs de kabels zijn nog niet goed bekend.

Zeezoogdieren

Leemten in kennis doen zich voor ten aanzien van aspecten als verspreiding en voorkomen van zeezoogdieren, migratiepatronen, drempelwaarden voor TTS, PTS en vermijding, gedragsreacties als gevolg van onderwatergeluid en foerageergedrag. Modelberekeningen van de verspreiding van onderwatergeluid in combinatie met drempelwaarden die afgeleid zijn uit verschillende studies voorspellen het optreden van vermijding, TTS en PTS bij zeezoogdieren. Nader onderzoek in de vorm van monitoring in het veld, aanvullend laboratoriumonderzoek en verdere modelontwikkeling is nodig om de leemten in kennis aan te vullen.

Vissen

Voor vissen is al het nodige onderzoek uitgevoerd naar de effecten van onderwatergeluid op vissen. Hieruit blijkt dat vissen veel minder gevoelig zijn voor onderwatergeluid dan zeezoogdieren en dat sommige soorten (met zwemblaas) gevoeliger zijn dan andere soorten. De omvang van de effecten is daarnaast dusdanig klein dat het effect van heigeluid niet als wezenlijke kennisleemte wordt aangeduid.

Er is een algemeen beeld over het voorkomen van vissen op het NCP. Gezien het beperkte effect op vissen is nadere inzicht in het voorkomen van vissen op het NCP niet noodzakelijk. Er is daarom over het voorkomen van vissen geen wezenlijke leemten in kennis gesignaleerd .

Specifieke kennisleemten met betrekking tot windparken bestaan vooral ten aanzien van soort en omvang van veranderingen van de visfauna op de langere termijn als gevolg van het instellen van beperkingen voor de visserij en het aanbrengen van hardsubstraat.

12.7.4 Scheepvaart en veiligheid

Voor het aspect scheepvaart en veiligheid zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

12.7.5 Morfologie en hydrologie

Voor het aspect morfologie en hydrologie zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

12.7.6 Landschap

Voor het aspect landschap zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

12.7.7 Overige gebruiksfuncties

Voor het aspect recreatie en toerisme is sprake van een leemte in kennis. Daadwerkelijk optredende economische effecten op kustrecreatie na de aanleg van zichtbare windparken zijn in Nederland niet eerder onderzocht. In andere landen is beperkt ex post onderzoek gedaan. Daaruit zijn geen significant negatieve effecten op recreatie en toerisme naar voren gekomen.

Voor overige aspecten binnen overige gebruiksfuncties zijn geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

12.7.8 Elektriciteitsopbrengst

De windafvang vanuit Luchterduinen en vanuit de overige kavels binnen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan vrij goed berekend worden nadat de exacte opstellingen van die windparken in Hollandse Kust (zuid) bekend zijn. Verwacht wordt dat de berekeningen in dit MER een goede indicatie geven. Voor het aspect energieopbrengst en vermeden emissies zijn verder geen wezenlijke leemten in kennis en informatie geconstateerd die van invloed zijn op de besluitvorming.

12.7.9 Conclusie

De leemten in kennis leiden er niet toe dat geen goed beeld verkregen is van de effecten van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Een kavelbesluit kan genomen worden, ondanks de bestaande leemten in kennis en onzekerheden. Wel is het bij de besluitvorming van belang inzicht te hebben in de onzekerheden die bij de effectvoorspellingen een rol hebben gespeeld. Dit inzicht is verstrekt door middel van dit MER.

12.8 Monitoring en evaluatie

In het Energieakkoord voor Duurzame Groei (SER akkoord, september 2013) is afgesproken een versnelling van de realisatie van doelstellingen en een 40% kostenreductie voor windenergie op zee te realiseren (Kamerstukken II 2012/13, 30 196, nr. 202). Om deze redenen is in 2015 door het ministerie van Economische Zaken en het ministerie van Infrastructuur en Milieu besloten een integraal monitoringprogramma in te zetten om de kennisleemtes met betrekking tot de effecten van windmolenparken op zee op het Noordzee ecosysteem te onderzoeken en om een verdere kostenreductie te realiseren binnen ecologische grenzen.

Dit monitorings-en evaluatieprogramma Wozep (windenergie op zee ecologisch programma) richt zich op belangrijke ecologische vragen rond bouw en exploitatie van windparken op zee die vooral een generiek karakter hebben en niet zozeer windpark specifiek zijn.

Onder het Wozep valt zowel de dóór-ontwikkeling van het instrument KEC (update en implementatie van kennis) als het MEP (het monitoring en onderzoeksprogramma). Onder het MEP valt monitoring en onderzoek zoals dat verplicht is gesteld vanuit de Wet Milieubeheer.

Het Wozep vervangt daarmee de monitoringsverplichting per windpark. Zo wordt ook een efficiëntieslag gemaakt die bovendien bijdraagt aan een kosten efficiënte realisatie van de doelstellingen voor windenergie op zee.

Bij de evaluatie van het Wozep wordt aandacht besteedt aan de doorvertaling van de nieuwe kennis enerzijds in het instrument KEC (dit kan ook betekenen het checken van aannames en/of effectberekeningen); anderzijds als doorvertaling naar beleid- en beheerconsequenties. Voorbeeld van dat laatste is het opleggen of aanpassen van mitigerende maatregelen. In het Wozep richt het onderzoek met name op die onderdelen die kostprijsverhogend kunnen werken en brengt dit in beeld en adviseert de bevoegde gezagen hierover. Het Wozep zal starten in 2016 en zal vijf jaar duren.

BIJLAGE 1

LITERATUURLIJST



LITERATUURLIJST

Hoofdstuk 1-4

ECN, Quick scan of energy production and wake losses of the Borssele Wind Farm Zone including losses for nearby Belgian Wind Farms', april 2015

EU, Stappenplan Energie 2050, december 2011.

IMARES, vogelgevoeligheids- of vogelrisicokaart, 2010/2015.

Kamerstukken II, 2013–14, 31 510, nr. 49

Kamerstukken II, 2013/14, 33 450, nr. 22

Kamerstukken II, 2014/15, 21 501-20, nr. 922.

Kamerstukken II, 2014/15, 34 058.

Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 (herdruk).

Kamerstukken II, 2014/15, 33 561, nr. 12.

Kamerstukken II, 2014–15, 33 561, nr. 19

Kamerstukken I/II, 2015-16, 34.401

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Beleidsnota Noordzee 2016-2021, 2015

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2011), Integraal Beheerplan Noordzee 2015.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Nationaal Waterplan (2016-2021), NWP2, 2015

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, partiële herziening van het NWP1, 26 september 2014 (Kamerstukken I/II, 2014/15, 33 561, A/nr. 11 (herdruk) Kamerstukken II 2013/14, 31 510, nr. 49.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012), Structuurvisie Infrastructuur en Milieu, Nederland, concurrerend, bereikbaar, leefbaar en veilig.
Ministerie van V&W, VROM en LNV, Beleidsnota Noordzee, 2009.

Ministerie van V&W, VROM en LNV (2009), Nationaal Waterplan 2009-2015, NWP1, 22 december.

Richtlijn 2009/28/EG (PbEG 2009, L140/16)

RVO, Handboek Risicozonering windturbines, 2014

SER, Energieakkoord voor duurzame groei, 2013.

Vanosmael, C., K.A. Willems, D. Claeys, M. Vincx & C. Heip 1982. Macrobenthos of a sublittoral sandbank in the South-ern Bight of the North Sea. J. mar. biol. Ass. U.K. 62: 521-534

www.internetconsultatie.nl/scenario_windenergie_op_zee

Hoofdstuk 5 Morfologie en hydrologie

Chakrabarti, S.K. (1987) Hydronamics of offshore structures, WitPress, Billerica USA

Danish Hydraulic Institute (1999) Horns Rev Wind Power Plant, Environmental impact assessment of hydrography.

Hoffman, C.J.C.M. en H.J. Verheij, Scour Manual, A.A. Balkema Publications
Korevaar, 1990

Lorenz J.C, Teufel, L.W. Warpinski, N.R. (1991) Regional fractures I: a mechanism for the formation of regional fractures at depth in flat laying reservoirs.

Niessen, A.C.H.M. en Schüttenhelm, R.T.L, 1986 - Oppervlaktedelfstoffen/Raw materials at or near the surface. Rijks Geologische Dienst, Haarlem, map.

Rijkswaterstaat (2013) Kustlijnkaarten; Geplande suppleties 2013 ten behoeve van de Kustlijnzorg (50000)

Roelvink, J.A., T. van der Kaaij, B. G. Ruessink, 2001. Calibration and verification of largescale 2D/3D flow models. Phase 1, Parcel 2, Subproduct 2, ONL FLYLAND report

Royal Haskoning (2005) EIS, SEA and Habitat Assessment for BritNed Interconnector

Salden, R.M., 1998. Een model voor het transport van slib in de Nederlandse kustzone. Een hulpmiddel naar scenario studies naar kustuitbreidingsplannen. Rapportage van SILTMAN deelprojecten 11 & 14. OS-98.119X, RIKZ

Schuttenhelm, R. T. E. (2002). Grain-size variability ¨ and crest stability of a North Sea sandwave in space and time. TNO Report 02-219-B, Netherlands Institute of Applied Geosciences, Utrecht, The Netherlands.

Segeren, M.L.A. 2011. Influence of a Boatlanding and J-tubes on Wave Loads and Wall Thickness of the Monopile Support Structure Design. Offshore Wind, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology. Delft, The Netherlands.

Suijlen, J.M. and R.N.M. Duin. Variability of near-surface total suspended matter concentration in the Dutch Coastal Zone. Rijkswaterstaat, RIKZ, Report RIKZ/OS/2001.150X: 33 p. + appendix

Veen, van der. H.H. (2008) Natural and human induced seabed evolution : the occurrence of large-scale bad patterns and the effects of human activities on the North Sea seabed, Enschede

Van Heteren, S., Characterization of sediment composition at sand-mining locations for Flyland, MARE Marine Ecology and Morphology Sub-product 2.1. TNO-report NITG 02-148-B, 12 p.

Weerst, A.H. & F.L.M. Diermanse. Golfstatistiek op relatief diep water 1979-2002. WL|Delft. Rapport Q3770, december 2004

Wijnberg, K.M. Morphological behaviour of a barred coast over a period of decades. Ph. D. thesis Utrecht University.

Stroomatlas Zuidelijke Noordzee, 1999 Versie 3

Hoofdstuk 6 Vogels

Arts, F.A. 2013. Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2012. RWS-Centrale Informatievoorziening BM 13.28, Lelystad.

Baerwald, E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay, 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Current Biology 18: R695-696.

Boshamer, J.P.C., & J.P. Bekker, 2008. Nathusius' pipistrelles (Pipistrellus nathusii) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. Lutra 51: 17-36.

Bouma S., & W. Lengkeek 2009. Development of underwater flora- and fauna communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Report OWEZ_R_266_T1_20090126.

Bouma S. & W. Lengkeek 2012. Benthic communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Including results of samples collected in scour holes. Report OWEZ_R_266_T1_20120206_hard_substrate.

Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A.N., Caldow, R.W.G., Hume, D. 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PLoS ONE 9(9): e106366. doi:10.1371/journal. pone.0106366

Bruynzeel, L.W., J. van Belle, L. Davids m.m.v F. van de Laar 2009. The impact of conventional illumination of offshore platforms in the North Sea on migratory bird populations. A&W report 1227, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Veenwouden, 38 p.

Collier, M.P., S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, 2011. A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines. Part 1: Review. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-03A. Rapport 11-078. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Collier, M.P., S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, 2012. A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines: Part 2: Feasibility study of systems to monitor collisions. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-03A. Rapport 11-215. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Cryan P.M. & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Journal of Mammalogy 90: 1330–1340.

Cryan, P.M., P. M. Gorresen, C. D. Hein, M. R. Schirmacher, R.H. Diehl, M.M. Huso, D.T.S. Hayman, P.D. Fricker, F.J. Bonaccorso, D.H. Johnson, K. Heist & D.C. Dalton, 2014. Behavior of bats at wind turbines. PNAS 111(42): 15126-15131.

Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill 2011. Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noord-west Afrika. Originele titel: Handbuch der Fledermause Europas und Nordwestafrikas. De Fontein / Tirion Natuur, Utrecht.

Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148: 29-42.

Everaert, J. & E. Stienen, 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. Biodiversity and Conservation 16: 3345-3359.

Exo, K.M., O. Hüppop & S. Garthe. 2002. Offshore-Windenergieanlagen und Vogelschutz, Seevögel, Zeitschr, Verein Jordsand, Hamburg. 23: 83-95.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, M.J.M. Poot & S. Dirksen, 2015. Bird fluxes at risk altitudes in a Dutch offshore wind farm continuously meaured with vertical radar. Ibis 157: 558-566.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015a. Slachtofferberekeningen voor een windpark met een totaalvermogen van 380 MW in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 15.03297.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande en geplande turbinetypes. Bureau Waardenburg notitie 15.03620.

Haan, D. de, D. Burggraaf, S. Ybema & R. HilleRisLambers 2007. Underwater sound emissions and effects of the pile driving of the OWEZ windfarm facility near Egmond aan Zee (Tconstruct). Report OWEZ_R_251_TC 20071029, Imares Wageningen UR.

Hal, R. van, B. Couperus, S. Fassler, S. Gastauer, B. Griffioen, N. Hintzen, L. Teal, O. van

Keeken & E. Winter 2012. Monitoring- and Evaluation Program Near Shore Wind farm (MEPNSW). Fish community. IMARES Report C059/12. OWEZ_R_264_T1_20121215_final_report_fish. Imeres Wageningen UR.

Hill, R., K. Hill, R. Aumuller, A. Schulz, T. Dittman, C. Kulekmeyer & T. Coppack 2014. Of birds, blades an barriers: Detecting and analysing mass migration events at alpha ventus. In: BSH & BMU 2014. Ecological Research at the Offshore Windfarm alpha ventus. Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum.

Jain, A.A., R.R. Koford, A.W. Hancock & G.G. Zenner, 2011. Bat mortality and activity at a northern Iowa wind resource area. American Midland Naturalist 165: 185-200.

Jansen, H.W. & C.A.F. de Jong 2014. Underwater noise measurements in the North Sea in and near the Princess Amalia Wind Farm in operation. TNO report - TNO 2013 R11916. Den Haag, the Netherlands.

Johnston, A., A.S.C.P. Cook, L.J. Wright, E.M. Humphreys & N.H.K. Burton 2014, Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. Journal of Applied Ecology 51: 31–41. doi: 10.1111/1365-2664.12191

Jonge Poerink, B., Lagerveld, S. & H. Verdaat, 2013. Pilot study Bat activity in the Dutch offshore wind farm OWEZ and PAWP. IMARES report number C026/13. The Fieldwork Company report number 20120402. IMARES Wageningen UR.

Krijgsveld, K.L., R.C. Fijn & R. Lensink, 2015. Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights of offshore wind farms in the southern North Sea. Report nr 15-119. Bureau Waardenburg, Culemborg

Krijgsveld K.L. 2014. Avoidance behaviour of birds around offshore wind farms. Overview of knowledge including effects of configuration. Report Bureau Waardenburg 13-268, 30p., Bureau Waardenburg, Culemborg, Netherlands.

Krijgsveld K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D.Beuker & S. Dirksen 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. NoordzeeWind report nr OWEZ_R_231_T1_20111114_flux&flight. Report nr 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Larsen, J.K. & M. Guillemette, 2007. Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk. Journal of Applied Ecology 44: 516-522.

Lensink R. & J. van der Winden 1997. Trek van niet-zeevogels langs en over de Noordzee: een verkenning. Rapport 97-023, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Leopold, M.F. & C.J. Camphuysen. 2007. Did the pile driving during the construction of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee, the Netherlands, impact local seabirds. Rapport Wageningen.IMARES Nr. C062/07 - NoordzeeWind Rapport OWEZ_R_221_Tc_20070525 aan Nuon Energy Sourcing.

Leopold M.F., E.M. Dijkman, L. Teal & the OWEZ-team 2010. Local birds in and around the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee (OWEZ). NoordzeeWind rapport OWEZ_R_221_T1_20100731_local_birds. Imares / NoordzeeWind, Wageningen / IJmuiden.

Leopold, M.F., R. van Bemmelen, A. Zuur. 2012. Responses of Local Birds to the Offshore Wind Farms PAWP and OWEZ off the Dutch mainland coast. IMARES Report nr. C151/12. IMARES, IJmuiden.

Leopold M.F., E.M. Dijkman, E. Winter, R. Lensink & M.M. Scholl. 2013. “Windenergie binnen 12 mijl” in relatie tot ecologie. Rapport C034b/13. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Leopold, M.F., M.P. Collier, A. Gyimesi, R. Jongbloed, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl, 2015. Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Additional note to IMARES report number C166/14. Imares Wageningen UR / Bureau Waardenburg Culemborg.

Leopold, M.F., M. Booman, M.P. Collier, N. Davaasuren, R.C. Fijn, A. Gyimesi, J. de Jong, R. Jongbloed, B. Jonge Poerink, J.C. Kleyheeg-Hartman, K.L. Krijgsveld, S. Lagerveld, R. Lensink, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl. 2015. A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Report number C166/14. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands – Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.

Lindeboom, H.J., Kouwenhoven, H.J., Bergman, M.J.N, Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., Fijn, R.C., de Haan, D., Dirksen, S., van Hal, R., Hille Ris Lambers, R., ter Hofstede, R., Krijgsveld, K.L., Leopold M. & Scheidat M. 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. Environmental Research Letters 6 035101 doi: 10.1088/1748-9326/6/3/035101.

LWVT/SOVON 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem.

Maclean, I.M.D., Wright, L.J., Showler, D.A. & M.M. Rehfisch, 2009. A review of assessment methodologies for offshore windfarms. BTO Report commissioned by COWRIE Ltd.
Marquenie, J., van der Laar, F., Poot, H. 2009. Groen Licht voor Vogels. De Levende Natuur 110(6): 290-291.

Marquenie, J., van der Laar, F., Poot, H. 2009. Groen Licht voor Vogels. De Levende Natuur 110(6): 290-291.

Masden, E. A., Haydon, D. T., Fox, A. D., Furness, R. W., Bullman, R., and Desholm, M. 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. – ICES Journal of Marine Science, 66: 746–753.

Masden, E.A. & A. Cook, 2016. Avian collision risk models for wind energy impact assessments. Environmental Impact Assessment Review 56: 43-49.

Masden, E.A., Reeve, R., Desholm, M., Fox, A. D., Furness, R.W., Haydon, D.T. 2012. Assessing the impact of marine wind farms on birds through movement modelling. Journal of The Royal Society Interface 9: 2120-2130.

May, R, O. Reitan, K. Bevanger, S.-H. Lorentsen & T. Nygård 2015. Mitigating wind-turbine induced avian mortality: Sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. Renewable and Sustainable Energy Reviews 42: 170-181.

Mitchell, P.I., Newton, S.F., Ratcliffe, N. & Dunn, T.E. 2004. Seabird populations of Britain and Ireland: results of the Seabird 2000 census (1998-2002). T. and A.D. Poyser, London.Nelson, J.B. 1978. The gannet. T & AD Poyser, Berkhamsted, Herts.

Morris S. 2014.http://www.theguardian.com/environment/2014/jan/20/thumb-sized-bat-crosses-english-channel.

Nagy S., Petkov N., Rees E., Solokha A., Hilton G., Beekman J. & Nolet B. 2012. International Single Species Action Plan for the Conservation of the Northwest European Population of Bewick's Swan (Cygnus columbianus bewickii). AEWA Technical Series No. 44. Bonn, Germany.

Niermann, I., R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt & O. Behr, 2011. Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In Brinkmann et al. 2011.

Petersen I.K. & Fox A.D. 2007. Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular reference on Common Scoter. NERI Report. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Rønde, Denmark.

Petersen, I.K., T.K. Christensen, J. Kahlert, M. Desholm & A.D. Fox, 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Rønde, Denmark.

Plonczkier P. & I.C. Simms 2012. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. Journal of Applied Ecology 49: 1187-1194. doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02181.x.

Poot, H., B.J. Ens, H. de Vries, M.A.H. Donners, M.R. Wernand & J.M. Marquenie 2008. Green light for nocturnally migrating birds. Ecology and Society 13(2): 47.

Poot M.J.M., R.C. Fijn R.J. Jonkvorst C. Heunks M.P. Collier, J. de Jong & P.W. van Horssen. 2011. Aerial surveys of seabirds and marine mammals in the Dutch North Sea May 2010 – April 2011. Distribution in relation to future offshore wind farms. Report 10-235. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Reid, J.B. & C.J. Camphuysen 1998. The European Seabirds at Sea database. Biol. Cons. Fauna 102: 291.

Rijkswaterstaat 2015. Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee Deelrapport B - Bijlage Imares onderzoek Cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen. Ministerie van Economische Zaken en ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Rodgers, J. A. and Schwikert, S. T. (2002) Buffer-zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by personal watercraft and outboard-powered boats. Conserv. Biol.16: 216–224.

Rydell, J., L. Bach, M.-J. Bubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues, & A. Hedenström, 2010a. Bat mortality at wind turbines in Northwestern Europe. Acta Chiropterologica 12: 261–274.

Rydell, J., L. Bach, M.-J. Bubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues, & A. Hedenström, 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal of Wildlife Research 56: 823-827.

Rydell, J., L. Bach, P. Bach, L. Guia Diaz, J. Furmankiewicz, N. Hagner-Wahlsten, E.-M. Kyheröinen, T. Lilley, M. Masing, M. Max Meyer , G. Pētersons, J. Šuba, V. Vasko, V. Vintulis, & A. Hedenström, 2014. Phenology of Migratory Bat Activity Across the Baltic Sea and the South-Eastern North Sea. Acta Chiropterologica 16(1): 139-147.

Schwemmer, P., Mendel, B., Sonntag, N., Dierschke, V. and Garthe, S. (2011) Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. Ecol. Appl. 21: 1851–1860.

Skov, H., S. Heinänen & M. Lazcny, 2015a. Offshore Wind Farm Eneco Luchterduinen Ecological monitoring of seabirds TConstr report. ENECO

Skov, H., S. Heinänen, L. Nyborg & M. Lazcny, 2015b. Offshore Wind Farm Eneco Luchterduinen Ecological monitoring of seabirds T0 report. ENECO

Tasker, M.L., Jones, P.H., Dixon, T.J. & Blake, B.F. 1984 Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. Auk 101, 567-577.

Van der Laar, F. 2007. Green light to birds: investigation into the effect of bird-friendly lighting. Report NAM location L15-FA-1. NAM, Assen, The Netherlands.
Van der Wal, J.T., A. Gyimesi, R.C. Fijn & M. Scholl, 2015. 2nd Iteration: Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species, based on revised density data, when

assessing cumulative effects of offshore wind farms on birds in the Southern North Sea. Additional note to IMARES report number C166/14.

Vanermen N., E.W.M. Stienen, W. Courtens, T. Onkelinx, M. Van de Walle & H. Verstraete 2013. Bird monitoring at offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Assessing seabird displacement effects. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.755887). INBO, Brussel.

Vanermen N., T. Onkelinx, W. Courtens, M. Van de Walle, H. Verstraete & E.W.M. Stienen, 2014. Seabird avoidance and attraction at an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. Hydrobiologia doi: 10.1007/s10750-014-2088-x.

Walls, R., S. Canning, G. Lye, L. Givens, C. Garrett & J. Lancaster 2013. Analysis of Marine Environmental Monitoring Plan Data from the Robin Rigg Offshore Wind Farm, Scotland. (Operational Year 1). E.ON Climate & Renewables & Natural Power publication 1022038.

Winter, H.V., G. Aarts & O.A. van Keeken 2010. Residence time and behaviour of sole and cod in the Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Report number OWEZ_R_265_T1_20100916. Imares Wageningen UR.

http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012

Hoofdstuk 7 Onderwaterleven

ASCOBANS, 2011. Summary Record of the 18th Meeting of the Advisory Committee. UN Campus, Bonn, Germany, 4-6 May 2011.

BELLMANN, M. (2012): Die technische Entwicklung von Schallminderungstechnologien: Stand der For-schung (?). Presentation „Minimierung von Unterwasserschall bei der Gründung von Offsho-re-Windenergieanlagen: Anforderungen und Möglichkeiten“, IHK Rostock, 28 March 2012. http://www.offshore-stiftung.com/60005/Uploaded/OffshoreStiftung|20120328HROSOWSchallschutz2Bellmann.pdf (15.11.2012)

Bergman M., G. Duineveld, R. Daan, M. Mulder & S. Ubels, 2012. Impact of OWEZ wind farm on the local macrobenthos community macrobenthos. Final report OWEZ_R_261_T2_20121010. NoordzeeWind – Wageningen Imares.

Booman C, Dalen J, Leivestad H, Levsen A, van der Meeren T et al (1996) Effekter av luftkanonskyting pa egg, larver og yngel. Undersokelser ved Havforskningsinstituttet og Zoologisk Laboratorium UIB. Rapport Fisken og Havet Nr. 3-1996. Bergen: Havforskningsinstituttet.

Boon, A.R., S. Dirksen, M.F. Leopold & A. Brenninkmeier. 2012. A methodological update of the Framework for the Appropriate Assessment of the ecological effects of Offshore Windfarms at the Dutch Continental Shelf. Deltares.

Bolle LJ, de Jong CAF, Bierman SM, van Beek PJG, van Keeken OA, Wessels PW et al. (2012) Common Sole Larvae Survive High Levels of Pile-Driving Sound in Controlled Exposure Experiments. PLoS ONE 7(3): e33052. doi:10.1371/journal.pone.0033052

Bolle, L.J., E. Blom, C.A.F. de Jong, M.B. Halvorsen, R. Hoek , C.J.G van Damme, P.W. Wessels, H.V. Winter, C.M. Woodley, C. Hinrichs, T. Huijer, M. Lohman, I. Pennock, 2014. Sub-lethal effects of pile-driving sounds on juvenile sea bass. Imares WageningenUR report number C111.14, IJmuiden, Nederland.

Bos O.G., R. Witbaard, M. Lavaleye, G. van Moorsel, L.R. Teal, R. van Hal, T. van der Hammen, R. ter Hofstede, R. van Bemmelen, R.H. Witte, S. Geelhoed & E.M. Dijkman, 2011. Biodiversity hotspots on the Dutch Continental Shelf. IMARES Wageningen UR. Report number C071/11.

Bouma S., & W. Lengkeek 2009. Development of underwater flora- and fauna communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Report OWEZ_R_266_T1_20090126

Brasseur, S. Aarts, G. Meersters, E. Polanen Petel, t. van, Dijkman, E. Cremer, J. & Reijnders, P. Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms (2012). Rapport: OWEZ R 252 T1 20120130, 30-01-2012.

Camphuysen & Siemensma, Conservation plan for the Harbour Porpoise Phocoena phocoena in The Netherlands, 2011.

Casper, B.M., Popper, A.N., Matthews, F., Carlson, T.J., Halvorsen, M.B. 2012. Recovery of Barotrauma Injuries in Chinook Salmon from Exposure to Pile Driving Sound. PLoS ONE 7: e39593

Casper BM, Halvorsen MB, Matthews F, Carlson TJ, Popper AN 2013. Recovery of Barotrauma Injuries Resulting from Exposure to Pile Driving Sound in Two Sizes of Hybrid Striped Bass. PLoS ONE 8: e73844. doi:10.1371/journal.pone.0073844De Robertis et al., 2003

Couperus, B., E. Winter, O. van Keeken, T. van Kooten, S. Tribuhl & D. Burggraaf, 2010. Use of high resolution sonar for near_turbine fish observations (DIDSON) – We@Sea 2007_002. IJmuiden, IMARES

Craeymeersch J.A., Witbaard R., Dijkman E., Meesters H.W.G., 2008. Ruimtelijke en temporele patronen in de diversiteit van macrobenthische infauna op het Nederlands Continentaal Plat. Report number C070/80 IMARES.

Daan N., 2005. Aanzet tot een systeembeschrijving Noordzee: de visgemeenschap. RIVO rapport C012/05.

Daan R., Mulder M & Bergman M.J.N., 2009. Impact of windfarm OWEZ on the local macrobenthos community. Report OWEZ_R_261_T1_20091216.

Debusschere E, De Coensel B, Bajek A, Botteldooren D, Hostens K, Vanaverbeke J et al. (2014) In Situ Mortality Experiments with Juvenile Sea Bass (Dicentrarchus labrax) in Relation to Impulsive Sound Levels Caused by Pile Driving of Windmill Foundations. PLoS ONE 9(10): e109280. doi:10.1371/journal.pone.0109280

ELMER, K.-H., BETKE, K. & NEUMANN, T. (2007a): Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch die Schallimmission von Offshore-Windenergieanlagen: SCHALL2. - Project 0329947 final report. The German Federal Environment Ministry.
NEUBER & UHL 2012

FRÜHLING, I., NEUBER, M., OVERDICK, E., ROLFS, M. SCHMUGLER, J., SCHÖNHERR, J. & TSAKONAKIS, A. (2011): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben “Konzeptstudie zur Entwicklung einer neuartigen Gründungstechnologie unter Einbeziehung von Errichtungslogistik (Teilprojekt 1) und Schall-schutz (Teilprojekt2)”. FKZ 0325142. 71 pp.
LEE et al. 2012

Geelhoed, S., Scheidat, M., Aarts, G., van Bemmelen, R., Janinhoff, N., Verdaat, H. & Witte, R., 2011. Shortlist masterplan wind aerial surveys of harbour porpoises on the Dutch Continental Shelf. IMARES, Wageningen Report number C103/11.

Geelhoed, S.C.V., Scheidat, M., van Bemmelen, R.S.A. & Aarts, G., 2013. Abundance of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch Continental Shelf, aerial surveys in July 2010- March 2011. Lutra 56(1): 45-57.

Geelhoed, S.C.V., Scheidat, M., van Bemmelen, 2014, Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013, Report number C027/14.

GERKE, P. & BELLMANN, M. (2012): Offshore Windpark „Riffgat“. Messung der Bauschallimmissionen. Itap Projekt Nr.: 1924-12-e-pg, 40 S, commissioned by Offshore-Windpark Riffgat GmbH & Co KG

Govoni JJ, West MA, Settle LR, Lynch RT, Greene MD (2008) Effects of underwater explosions on larval fish: Implications for a coastal engineering project. J Coast Res 24: 228–233

GRIEßMANN, T. RUSTEMEIER, J. & ROLFES, R. (2010): Research on mitigation measures at alpha ventus. 24. Conference of the European Cetacean Society. Pile driving in offshore windfarms. Stralsund, 21 March 2010.
http://www.bsh.de/de/DasBSH/Veranstaltungen/CetaceanSociety/Griessmann.pdf (15.11.2012)

GRIEßMANN, T. (2009): Forschungsplattform FINO 3 - Einsatz des großen Blasenschleiers. Presentation at BSH “Meeresumweltsymposium” 2009.
http://www.bsh.de/de/DasBSH/Veranstaltungen/MUS/2009/Dokumente/GriessmannP.pdf

Grontmij, 2008. Offshore Windpark Q10. Documentnummer 13/99088008/CvD.

Grontmij, 2013. The macrobenthic fauna monitoring in the Dutch Sector of the North.

Sea, MWTL 2012. Year report MWTL North Sea – 2012. Reference number 31019631.0006 – Year report.

Haelters, J., Kerckhof, F., Jauniaux, T. & Degraer, S. (2012b). The Grey Seal (Halichoerus grypus) as a Predator of Harbour Porpoises (Phocoena phocoena)? Aquatic Mammals 38(4): 343-353.

Haelters, J., Van Roy, W., Vigin, L. & Degraer, S., 2012. The effect of pile driving on harbour porpoises in Belgian waters. In: S. Degraer, R. Brabant & B. Rumes (Eds.). Offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: heading for an understanding of environmental impacts. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Department MUMM, Chapter 9: 127-143.

Haelters, J., Vigin, L. & Degraer, S., 2013a. Attraction of harbour porpoises to operational offshore wind farms: what can be expected? In: S. Degraer, R. Brabant & B. Rumes (Eds.). Environmental impacts of the construction of offshore windfarms in the Belgian part of the North Sea: learning from the past to optimise future monitoring programmes. Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels, Chapter 16: 166-171.

Haelters, J., 2013. Opmerkelijke aantallen bruinvissen in de eerste helft van 2013. De Strandvlo 33(2): 55-58.

Hal, R. van, B. Couperus, S. Fassler, S. Gastauer, B. Griffioen, N. Hintzen, L. Teal, O. van Keeken & E. Winter 2012. Monitoring- and Evaluation Program Near Shore Wind farm (MEP-NSW). Fish community. IMARES Report C059/12. OWEZ_R_264_T1_20121215_final_report_fish. Imeres Wageningen UR.

Halvorsen, M.B., Casper, B.M., Woodley, C.M., Carlson, T.J., Popper, A.N., 2012a. Threshold for Onset of Injury in Chinook Salmon from Exposure to Impulsive Pile Driving Sounds. PLoS ONE 7: e38968

Halvorsen, M.B., Casper, B.M., Matthews, F., Carlson, T.J., Popper, A.N. 2012b. Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. Proc. R. Soc. B 279: 4705-4714

HEPPER, J. (2012): Ist der Große Blasenschleier nun Stand der Technik? Presentation DUH-Conference “Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks”, 25.-26 September 2012, Berlin.

Holtmann, S.E., A. Groenewold, K.H.M. Schrader, J. Asjes, J.A. Craeymeersch, G.C.A. Duineveld, A.J. van Bostelen en J. van der Meer, 1996. Atlas of the zoobenthos of the Dutch Continental Shelf, Ministry of transport, Public Works and Water Management, North Sea Directorate, Rijswijk, pp 244.

IJsseldijk, L.L. & Begeman, L., 2013. Increase in strandings of harbour porpoises (Phocoena phocoena) on the Dutch coast in April and May 2013. Rapport van de Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit van Utrecht.

Jansen, H.W. & C.A.F. de Jong 2014. Underwater noise measurements in the North Sea in and near the Princess Amalia Wind Farm in operation. TNO report - TNO 2013 R11916. Den Haag, the Netherlands.

Kamermans, P. & M. Dedert, 2012. Effect of variations in concentration of algae and silt on filtration and growth of the razor clam (Ensis directus, Conrad). IMARES Report C017/12. IMARES, Wageningen.

LAUGHLIN, J. (2006): Underwater sound levels associated with pile driving at the Cape Disappointment boat launch facility, wave barrier project, Washington State Department of Transportation, Seattle, USA. 42 pp.

Lengkeek, W., K. Didderen, M. Dorenbosch, S. Bouma, H. W. Waardenburg, 2013. Biodiversiteit van kunstmatige substraten. Een inventarisatie van 10 scheepswrakken op het NCP. Rapport 13-226, Bureau Waardenburg, Culemborg

Lindeboom, H., J. Geurts van Kessel & L. Berkenbosch, 2005. Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ/2005.008.

Meager, J.J., T. Solbakken, A.C. Utne-Palm, T. Oen, 2005. Effects of turbidity on the reactive distance, search time, and foraging success of juvenile Atlantic cod (Gadus morhua). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 62: 1978-1984

Popper, A. N., and Hawkins, A. D. (eds) (2014). “The effects of noise on aquatic life II,” Springer Science+Business Media, LLC, New York.

Reubens J., 2011. Windmolens in de Noordzee: een kraamkamer voor de schaarse kabeljauw. Energienieuws 27 juli 2012.

Scheidat M, Verdaat H, Aarts G (2012) Using aerial surveys to estimate density and distribution of harbour porpoises in Dutch waters. Journal of Sea Research 69:1-7.

STEINHAGEN, U. (2012): Kleiner Blasenschleier, Presentation Conference of „Deutschen Umwelthilfe e. V.“ “Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks”, 25.-26. September, Berlin

THOMSEN, K.E. (2012): Cofferdam-State of the art noise mitigation, Presentation Conference of “Deutsche Umwelthilfe e. V.” “Herausforderung Schallschutz beim Bau von Offshore-Windparks”, 25.-26 September 2012, Berlin.

Thomson 2015. MaRVEN – Environmental Impacts of Noise, Vibrations and Electromagnetic Emissions from Marine Renewable Energy.

Tricas, T. & A. Gill, 2011. Effects of EMFs from undersea power cables on elasmobranchs and other marine species. Normandeau Associates, Inc report. U.S. Dept. of the Interior, Bureau of

Ocean Energy Management, Regulation, and Enforcement, Pacific OCS Region, Camarillo, CA. OCS Study BOEMRE 2011-09.

Van Duin C.F., Jaspers C.J., Kreft M., 2011. Offshore Windpark Q10. Milieueffectrapport. Grontmij, 2011.

Van Moorsel, G.W.N.M., 2003. Ecologie van de Klaverbank, Biota Survey 2002. Ecosub, Doorn, 154p.

Van Scheppingen Y. & A. Groenewold, 1990. De ruimtelijke verspreiding van het benthos in de zuidelijke Noordzee. De Nederlandse kustzone overzicht 1988-1989. Rijkswaterstaat Directie Noordzee/Dienst getijdenwateren. MILZON-BENTHOS rapport 90-03.

WILKE, F., KLOSKE, K. & BELLMANN, M. (2012): ESRa-Evaluierung von Systemen zur Ramsmchallminde-rung an einem Offshore-Testpfahl. Förderkennzeichen 0325307. Technical Report Mai 2012. http://www.offshore-stiftung.com/60005/Uploaded/Offshore_Stiftung|ESRa_TechnischerAbschlussbericht.pdf (15.11.2012)

Witbaard, R. & P. Kamermans, 2009. De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zand winning gerelateerde effecten. NIOZ rapport 2009-10. NIOZ, Texel.

Witbaard R., Lavaleye M.S.S., Duineveld G.C.A., Bergman M.J.N., 2013. Atlas of the megabenthos (incl. small fish) on the Dutch Continental Shelf of the North Sea. NIOZ Royal Netherlands Institute for Sea Research. Report, 2013-4.

ZERBST, S. & RUSTEMEIER, J. (2011): Bericht über Messungen des Hydroschalls im Rahmen der Pro-berammungen für den zukünftigen Offshore-Windpark Baltic II. ISD-A-04/2011, March 2011, 18 pp.

Hoofdstuk 8 Scheepvaartveiligheid

Barentse, J. Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie. Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000.

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. Abschlussberichts der Unterarbeitsgruppe "Parameter für Risikoanalysen". BSH 2005.

Koldenhof, Y. & C. van der Tak. Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee. MARIN, 19287.630/4, juli 2004.

Van Schaijk, I. Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel. MARIN, 27918-1-MSCN-rev.2, 7 november 2014.

Van der Tak, C. Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied Hollandse Kust. MARIN, 26455-2-MSCN-rev.4, 19 september 2013.

Verdrag inzake de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (COLREGs). Londen, 1972.

Hoofdstuk 9 Landschap

H+N+S in opdracht van Agentschap NL, Handreiking waardering landschappelijke effecten van windenergie, 2013

IALA Recommendation O-139 On The Marking of Man-Made Offshore Structures Edition 1 December 2008. Revised: 13/12/2013

International Civil Aviation Organization, International Standards and recommended practices aerodrome design and operations, Annex 14, Vol. 1, Chapter 6, Visual aids for denoting abstacles

Nierman et al, 2010, Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee.

Vries, S. de, Boer, T.A. de, Goossen, C.M., Wulp, N. Y. van der, m.m.v. Dijkstra, H. (2008). De beleving van grote wateren. De invloed van een aantal man-made elementen onderzocht. WOT rapport 64

http://windmolensopzee.noordzeeloket.nl/

Hoofdstuk 10 Overige gebruiksfuncties

Adams AS, Keith DW (2007) Wind energy and climate: Modeling the atmospheric impacts of wind energy turbines. EOS Trans AGU 88:Fall Meeting Suppl.

Baidya Roy S, Pacala SW, Walko RL (2004) Can large wind farms affect local meteorology? J Geophys Res 109:D19101.

Brown, C. Offshore Wind Farm Helicopter Search and Rescue Trials Undertaken at the North Hoyle Wind Farm; Report of helicopter SAR trials undertaken with Royal Air Force 'C' Flight 22 Squadron on March 22nd 2005. Maritime and Coastguard Agency, 2005.

Decisio, 2015, MKBA Windenergie binnen de 12-mijlszone. Maatschappelijke afweging van windenergie op zee binnen en buiten de 12-mijlszone.
Emeis, S. (2010), Meteorological Explanation of Wake Clouds at Horns Rev Wind Farm,Institute for Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology, DEWI Magazin No. 37

Howard, M. & C. Brown. Results of the electromagnetic investigations and assessments of marine radar, communications and positioning systems undertaken at the North Hoyle wind farm by QinetiQ and the Maritime and Coastguard Agency, 2004.

IALA, Recommendation O-139 – The Marking of Man-made Offshore Structures December 2008.

Keith DW, et al. (2004) The influence of large-scale wind power on global climate. Proc Natl Acad Sci USA 101:16115–16120.

Kirk-Davidoff DB, Keith DW (2008) On the climate impact of surface roughness anomalies. J Atmos Sci 65:2215–2234.

Koninklijke Marine, Dienst der Hydrografie. Officiële zeekaart voor kust- en binnenwateren, 1801 Noordzeekust De Panne tot Den Helder.

Maria MRV Sta., Jacobson MZ (2009) Investigating the effect of large wind farms on energy in the atmosphere. Energies 2:816–838.

Natuur & Milieu en GFK, 2015. Houding & perceptie van duitse toeristen t.a.v. windmolens aan de Nederlandse kust

PeriplusArcheomare Desk Study Archeological Assessment Hollandse Kust (Zuid), 29-1-2016

Taal, C., H. Bartelings, R. Beukers, A.J. Klok, W.J. Strietman. Visserij in Cijfers 2010. Landbouw Economisch Instituut. Wageningen UR. Den Haag, 2010.

Spaven consulting. Wind turbines and radar: operational experience and mitigation measures. Report to a consortium of wind energy companies, december 2001.

Wang C, Prinn RJ (2010) Potential climatic impacts and reliability of very large-scale wind farms. Atmos Chem Phys 10:2053–2061.

Wiser R, et al. (2007) Annual Report on US Wind Power Installation, Costs and Performance Trends: 2006 (US Dept of Energy), pp 9–10.

Witte, E. Ursum, K. GfK, 2015, Houding en perceptive van Duitse toeristen ten aanzien van windmolens aan de Nederlandse Kust.

ZKA Consultants & Planners, 2013, Onderzoek effecten Wind op Zee op recreatie en toerisme

Hoofdstuk 11 Elektriciteitsopbrengst

Agentschap NL, Protocol monitoring hernieuwbare energie 2015

Centraal Bureau voor de Statistiek. Hernieuwbare energie in Nederland 2014. Den Haag/Heerlen, 2015.

Chaouki Ghenai (2012). Life Cycle Analysis of Wind Turbine, Sustainable Development - Energy, Engineering and Technologies - Manufacturing and Environment, Prof. Chaouki Ghenai (Ed.), ISBN: 978-953-51-0165-9, InTech, Available from: http://www.intechopen.com/books/sustainable-development-energy-engineering-andtechnologies-manufacturing-and-environment/life-cycle-analysis-of-wind-turbine

Das Grűne Emissionshaus, augustus 2003

Karl R. Haapala and Preedanood Prempreeda, Comparative life cycle assessment of 2.0 MW wind Turbines. In: Int. J. Sustainable Manufacturing, Vol. 3, No. 2, 2014, http://www.ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2014/06/turbines.pdf

http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/artikelen/archief/2015/sterke-groei-aandeel-hernieuwbare-energie.htm

http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/wind-power/epd.htm

http://www.noordzeewind.nl/wp-content/uploads/2012/02/OWEZ_R_000_20101112_Operations_2009.pdf

http://www.prinsesamaliawindpark.eu/nl/windpark.asp

Hoofdstuk 12 Afweging

-

BIJLAGE 2

VERGELIJKING WINDENERGIEGEBIEDEN OP HOOFDLIJNEN



2 VERGELIJKING WINDENERGIEGEBIEDEN OP HOOFDLIJNEN

Leeswijzer

De tekst van deze bijlage komt grotendeels overeen met de tekst van de vergelijking van de windenergiegebieden die in de MER-en voor de kavels in het windenergiegebied Borssele zijn opgenomen. Waar relevant is beperkt informatie uit de MER-en voor de kavels in Borssele of het planMER voor de Rijksstructuurvisie voor het aanwijzen van de 10-12 zeemijl bij het windenergiegebied Hollandse Kust toegevoegd.

2.1 Beoordelingskader windenergiegebieden

2.1.1 Beoordelingskader

Voor de beoordeling van de windenergiegebieden wordt gebruik gemaakt van de milieu-informatie uit het (planMER voor het) NWP1 (Borssele en IJmuiden Ver) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee (Hollandse Kust Zuid, Hollandse Kust Noord en Ten Noorden van de Waddeneilanden). Deze informatie is aangevuld met een deskundigenoordeel voor die aspecten die niet of minder uitvoerig zijn beschouwd in de genoemde stukken. Waar aanvullend andere bronnen zijn gebruikt, is dit aangegeven.

In de onderstaande tabel staat het beoordelingskader. Ook de kosten van windenergie in een gebied zijn verkend. Kosten zijn weliswaar geen milieuaspect, maar het kostenaspect is wel van belang bij de aanwijzing en volgorde van uitrol van windenergiegebieden.

Tabel 2.1 Beoordelingskader

Thema	Aspect	Beoordelingscriteria
Ecologie	Vogels (zeevogels, broedvogels, trekvogels)	- Optreden van mogelijk significant negatieve effecten - Risico van windturbines voor vogels ('Vogelrisico-/gevoeligheidskaart')
	Zeezoogdieren (bruinvis, zeehond)	- Optreden van mogelijk significant negatieve effecten - Dichtheden van bruinvissen en zeehonden
Landschap	Zichtbaarheid	- Zichtbaarheid vanaf de kust
Andere functies	Scheepvaartveiligheid	- Scheepvaartintensiteit: routegebonden en niet-routegebonden (recreatie/visserij) scheepvaart
	Olie- en gas	- Aanwezigheid olie- en gasplatforms, bemand en onbemand - Aanwezigheid concessiegebieden olie- en gaswinning
	Visserij	- Visserijintensiteit
Kosten		- Relatieve kosten per kWh per gebied

Recreatie is beschouwd onder de criteria 'zichtbaarheid' en 'niet-routegebonden scheepvaart' (waaronder recreatievaart) en is daarom niet als apart beoordelingscriterium opgenomen.

2.1.2 Niet onderscheidende thema's

De windenergiegebieden zijn zo gekozen, dat al rekening is gehouden met een aantal effecten van windparken op andere gebruikers van de Noordzee, bijvoorbeeld Natura 2000-gebieden en scheepvaartroutes. Hieronder is voor een aantal aspecten vooraf aangegeven waarom deze niet onderscheidend zijn voor de beoordeling van de verschillende windenergiegebieden en daarom niet in de beoordeling zijn betrokken.

Bodemleven, vissen, vislarven en vleermuizen

Voor ecologie wordt het effect op vogels en zeezoogdieren beoordeeld. Effecten op bodemleven, vissen en vislarven worden niet per windenergiegebied beoordeeld, aangezien de effecten naar verwachting beperkt en veelal lokaal (bodemleven) zijn en de windenergiegebieden niet wezenlijk anders zijn op dit aspect.

De effecten op vleermuizen worden ook niet beschouwd omdat geen informatie voorhanden is die onderscheidend is voor de verschillende gebieden.

Cultuurhistorie

Er zijn verspreid over de Noordzee veel locaties met scheepswrakken en prehistorische resten. Tijdens de bouw van een windpark kan hier voldoende rekening mee worden gehouden door zo nodig enige afstand aan te houden. Bij de ontwikkeling van windparken wordt ter plaatse van de fundering en kabels nader onderzoek uitgevoerd. Het is voorgeschreven dat mogelijke archeologische objecten vermeden dienen te worden. Dat betekent geen of verwaarloosbare effecten en dit geldt voor alle windenergiegebieden.

Scheepvaartroutes

Bij de aanwijzing van gebieden voor windenergie is reeds rekening gehouden met scheepvaartroutes en daarmee is het geen onderscheidend criterium tussen de locaties. Bij windenergiegebieden Borssele en IJmuiden Ver is uitgegaan van een afstand van 2 NM (Beleidsnota Noordzee 2009-2015).

In het ‘Afwegingskader voor veilige afstanden tussen scheepvaartroutes en windparken op zee’ (zie bijlage 6 van de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee) is uitgegaan van de volgende benodigde afstanden:

- bij schepen van 400m lengte: 1,87 NM aan stuurboord en 1,57 NM aan bakboord;
- bij schepen van 300m lengte: 1,54 NM aan stuurboord en 1,24 NM aan bakboord.

Bij de aanwijzing van de gebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden is uitgegaan van deze afstanden.

Defensiegebieden

Defensiegebieden zijn niet als beoordelingscriterium meegenomen omdat alle windenergiegebieden daarbuiten liggen. Alleen IJmuiden Ver overlapt voor een klein gedeelte met EHD 41B[1].

[1] De positionering van dit defensiegebied wordt aangepast zodat het niet langer met het windenergiegebied overlapt.

Bodem en water

Voor alle gebieden geldt dat de invloed van windturbines op de natuurlijke bodemprocessen en waterkwaliteit gering tot verwaarloosbaar wordt geacht en niet onderscheidend is per gebied. De windturbines hebben geen meetbare invloed op de getijdebewegingen en de golfbewegingen. Ook zal de invloed op de zeebodem (graven van kabelgeulen, erosie en sedimentatie rond funderingen) lokaal en klein zijn ten opzichte van de normale bodemprocessen als gevolg van getijdebewegingen en stormen. Bodem en water vormen dan ook geen onderscheidend beoordelingscriterium.

Schelp- en zandwinning

Schelp- en zandwinning vindt plaats binnen de 12-mijlszone. De windenergiegebieden liggen daarbuiten en hebben dus alleen met hun kabels een (beperkt) effect op de mogelijkheden voor de winning. De windenergiegebieden zijn hierdoor niet onderscheidend.

Omdat de beoordeling op hoofdlijnen is uitgevoerd, is er gescoord met behulp van een viertal kleuren in plaats van gedetailleerdere scores in de vorm van plussen en minnen. De kleuren hebben de volgende betekenis:

Kleur	Uitleg
Rood	negatieve effecten verwacht, grote belemmering/veel mitigerende maatregelen nodig; relatief hoge kosten
Oranje	beperkt negatieve effecten verwacht, mogelijke belemmering/weinig mitigerende maatregelen nodig; relatief matige kosten
Geel	beperkt negatieve effecten verwacht, geen belemmering/geen mitigerende maatregelen nodig; relatief beperkte kosten
Groen	weinig tot geen negatieve effecten verwacht; relatief lage kosten

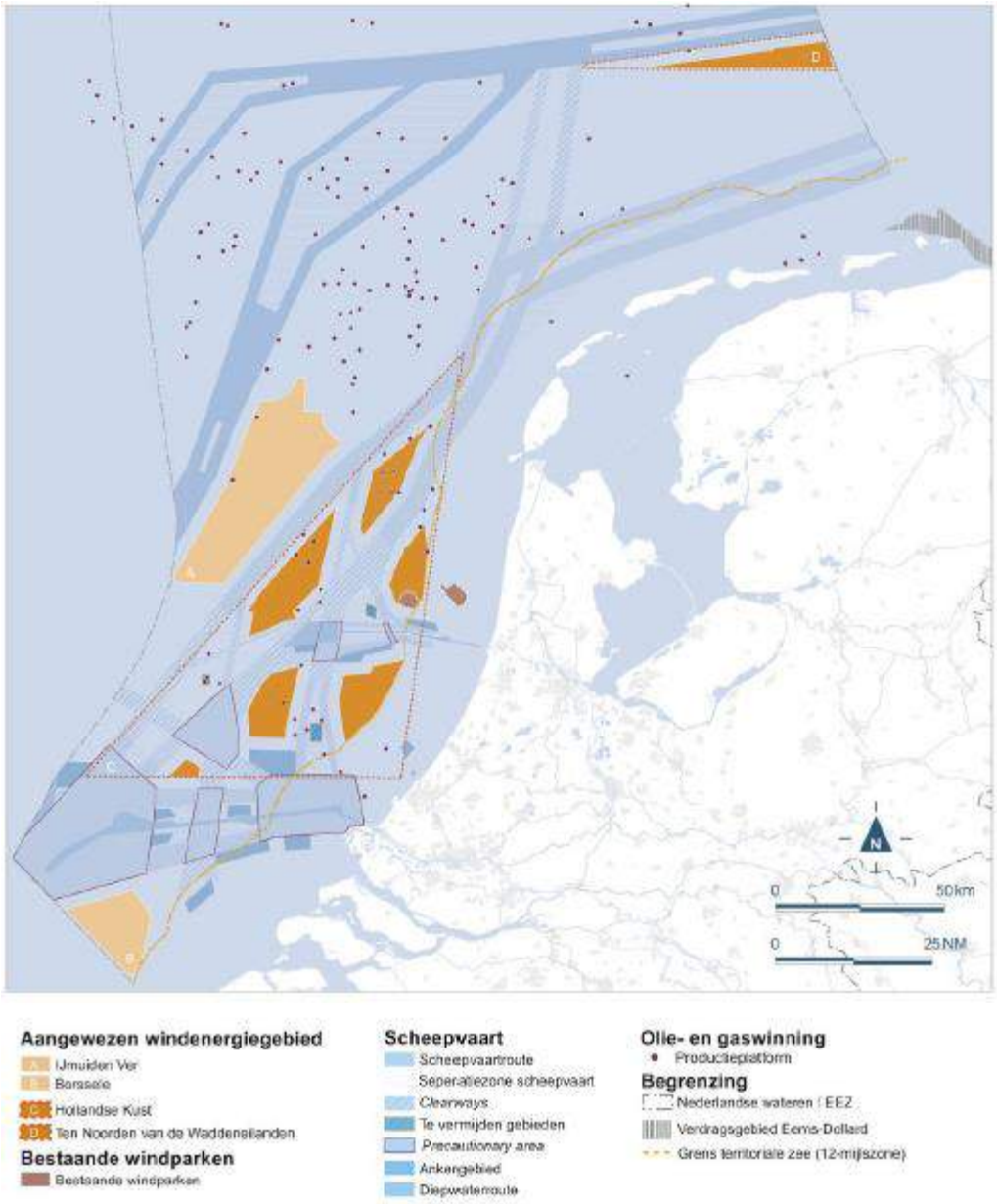
2.1.3 Te beoordelen gebieden

De volgende vier windenergiegebieden zijn achtereenvolgens beoordeeld (zie figuur 2.1):

- Borssele;
- Hollandse Kust;
- IJmuiden Ver;
- Ten Noorden van de Waddeneilanden.

De gebieden IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden komen pas na 2020 voor realisatie in aanmerking.

Figuur 2.1 Te beoordelen gebieden voor windenergie (uit: Rijksstructuurvisie Windenergie op zee, 2014)



Borssele

Windenergiegebied Borssele is een gebied van circa 344 km^2, net buiten de 12-mijlszone voor de kust van Zeeland. Aansluiting op het landelijke hoogspanningsnetwerk van de elektriciteitskabel voor de windenergie vindt plaats bij transformatorstation Borssele in Zeeland. In het gebied komt geen olie- en gaswinning voor, wel liggen er relatief veel kabels en leidingen in het gebied. Het gebied grenst aan de Belgische grens (ten zuiden), waar diverse windparken operationeel zijn of in voorbereiding. Verder liggen in de nabijheid scheepvaartroutes en grenst het gebied aan een beloodsingsgebied.

Hollandse Kust

Dit is een gebied van circa 1.195 km^2 bestaande uit zes deelgebieden (van noord naar zuid respectievelijk 174, 189, 349, 236, 217 en 30 km^2) gelegen op minimaal 12 NM (22,2 kilometer) van de kust. Een strook tussen 10 en 12 zeemijl wordt mogelijk aan het windenergiegebied toegevoegd. Binnen het windenergiegebied Hollandse Kust liggen de windparken Luchterduinen en Prinses Amalia. Aansluiting van nieuwe windparken kan plaatsvinden op diverse punten in het hoogspanningsnet, zoals in Beverwijk, Vijfhuizen, Wateringen en Maasvlakte. In het gebied komt relatief veel olie- en gaswinning voor en er is ook veel scheepvaartverkeer. Het windenergiegebied is begrensd door scheepvaartroutes.

IJmuiden Ver

Dit is een gebied van circa 1.170 km^2. Aansluiting op het hoogspanningsnet kan plaatsvinden op diverse punten, bijvoorbeeld Maasvlakte, Beverwijk en Vijfhuizen. Het gebied ligt op minimaal 50 kilometer afstand van de kust en is relatief diep. In het gebied komt relatief weinig scheepvaartverkeer voor. Het windenergiegebied is begrensd door scheepvaartroutes.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

Dit is een gebied van circa 200 km^2, gelegen op meer dan 55 kilometer vanaf de Waddeneilanden. Binnen het aangewezen gebied ligt het in aanbouw zijnde windpark Gemini. Aanlanding van de elektriciteitskabel bij Eemshaven ligt voor de hand. Er is beperkt scheep-vaartverkeer in het gebied. De gemiddelde windsnelheid in het gebied is relatief hoog. Oostelijk is het gebied begrensd door de grens met Duitsland. De noordelijke begrenzing van het gebied wordt gevormd door een scheepvaartroute. De zuidelijke begrenzing van het gebied wordt gevormd door een defensieoefengebied.

In de volgende paragrafen zijn de gebieden achtereenvolgens beoordeeld op:

- Ecologie: vogels en zeezoogdieren;
- Landschap: zichtbaarheid;
- Andere functies: scheepvaartveiligheid, olie- en gas en visserij;
- Kosten.

2.2 Ecologie

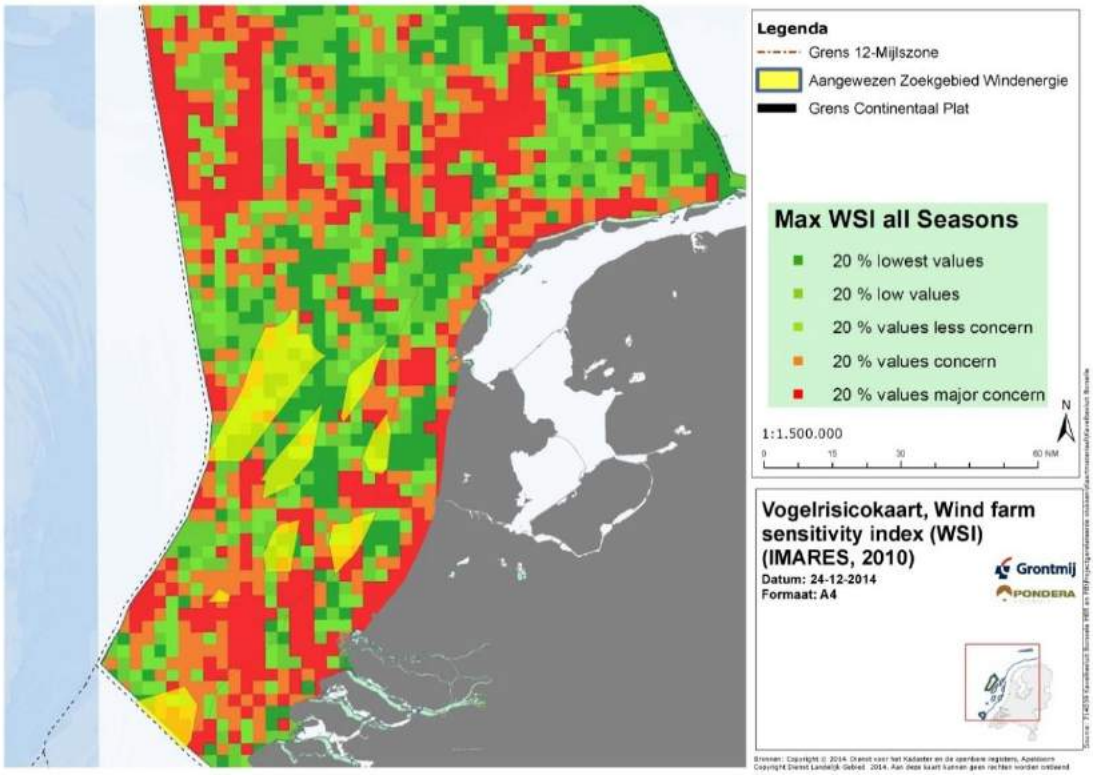
2.2.1 Vogels

Algemeen

Voor de beoordeling van de effecten op vogels is gebruik gemaakt van de informatie uit het (planMER voor het) NWP1 (gebieden Borssele en IJmuiden Ver) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee (gebieden Hollandse Kust en Ten Noorden van de Waddeneilanden) en de 'vogelgevoeligheids- of vogelrisicokaart'[2] van IMARES (2010, 2015). Figuren 2.2 en 2.3 geven de ligging van de windenergiegebieden op deze vogelrisicokaarten weer.

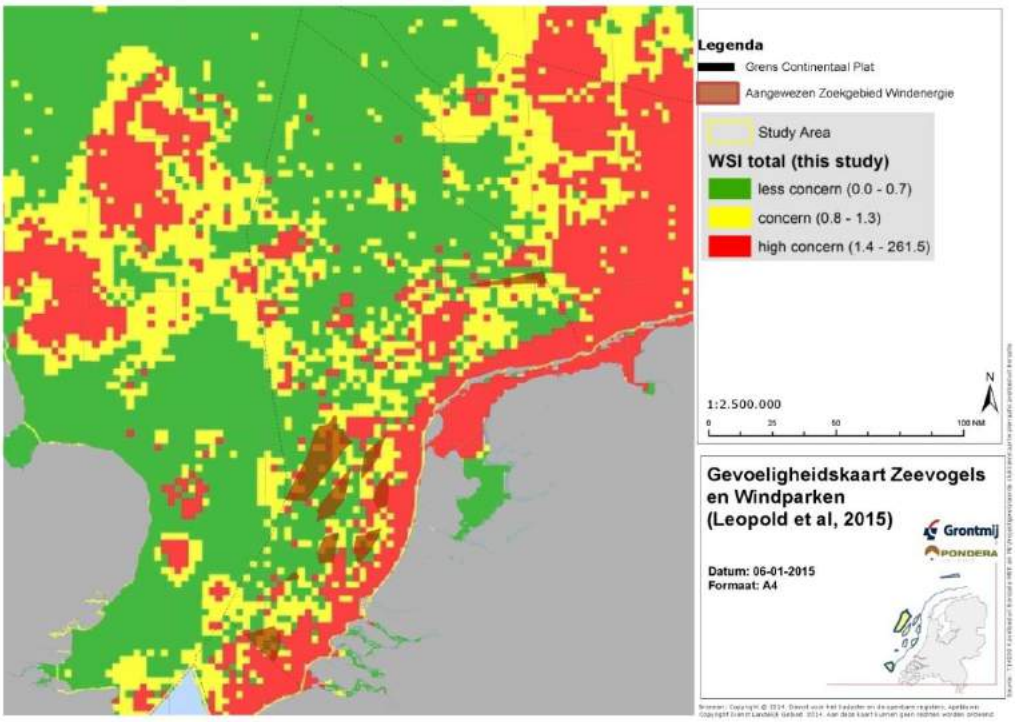
[2] De vogelrisicokaart geeft de gevoeligheid van zeevogels ten aanzien van offshore windparken weer, door middel van een Wind farm Sensitivity Index (WSI). De WSI neemt negen factoren in beschouwing, op basis waarvan de kwetsbaarheid van een vogelsoort ten aanzien van offshore windparken wordt bepaald: 1) manoeuvreerbaarheid, vlieghoogte, percentage van de tijd waarin de soort vliegt, nachtelijke vliegactiviteit, gevoeligheid in verstoring door scheepvaart-/ helikopteractiviteit, flexibiliteit in habitat, omvang van de populatie, overlevingskans volwassen exemplaren, en de Europees juridische status van de soort. Op basis hiervan wordt een score per soort toegekend en geaggregeerd en weergegeven in de risicokaart.

Figuur 2.2 Vogelrisicokaart, Maximaal WSI over de seizoenen (IMARES, 2010)[3]



[3] Bewerking Pondera Consult: aanduiding aangewezen windenergie zoekgebieden

Figuur 2.3 Gevoeligheidskaart Zeevogels en Windparken, Maximaal WSI over de seizoenen (IMARES, 2015)[4]



Zeevogels

Uit de figuren 2.2 en 2.3 blijkt dat de gebieden dichtbij de kust en ten noorden van de Waddeneilanden een hogere score hebben in de gevoeligheidsindex. Beide kaartbeelden geven ook een hogere gevoeligheid bij het Friese Front en de Klaver Bank. Enkele delen van windenergiegebied Hollandse Kust zijn relatief dichtbij de kust gelegen en liggen daardoor in een gebied van ‘grote zorg’. Dit geldt ook voor delen van het gebied Borssele. Het gebied Ten Noorden van de Waddeneilanden wordt omringd door zeer gevoelige gebieden en is zelf gelegen in een gebied van zorg. IJmuiden Ver ligt relatief gunstiger.

Kolonievogels (broedvogels)

De afstand tot de Natura 2000-gebieden geeft een eerste indicatie tot mogelijke negatieve invloed op beschermde kolonievogels. Hieronder worden relevante kolonies voor de gebieden behandeld.

Hollandse Kust

Specifiek voor het gebied Hollandse Kust geldt dat significant negatieve effecten op kolonies kleine mantelmeeuwen (met name de kolonie op Texel) naar verwachting zijn te voorkomen, als hiermee rekening gehouden wordt bij de invulling van de parken. Bijvoorbeeld door niet veel relatief kleine turbines te plaatsen maar een minder aantal grotere turbines. Het windenergiegebied scoort daarmee rood.

[4] Bewerking Pondera Consult: aanduiding aangewezen windenergie zoekgebieden

IJmuiden Ver

Invloed op de kleine mantelmeeuwen in kolonies, bijvoorbeeld op Texel, zullen naar verwachting beperkt zijn gezien de grote afstand. In de vogelrisicokaart is voor dit gebied een lager risico aangegeven. Het windenergiegebied scoort daarmee oranje.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

Voor het gebied Ten Noorden van Waddeneilanden geldt dat zonder mitigerende maatregelen significante negatieve effecten in cumulatie niet op voorhand zijn uit te sluiten voor kolonies kleine mantelmeeuwen op de Waddeneilanden. Deze mogelijk significant negatieve effecten zijn naar verwachting te voorkomen als hiermee rekening gehouden wordt bij de invulling van het gebied. Bijvoorbeeld door niet veel relatief kleine turbines te plaatsen maar een minder aantal grotere turbines. Het windenergiegebied scoort daarmee rood.

Borssele

Enkele Natura 2000-gebieden liggen in de nabijheid van windenergiegebied Borssele. Het gaat daarbij om Veerse Meer, Zeebrugge en een enkel gebied in de UK. Significant negatieve effecten zijn naar verwachting te voorkomen, als hiermee rekening gehouden wordt bij de invulling van de parken. Bijvoorbeeld door niet veel relatief kleine turbines te plaatsen maar een minder aantal grotere turbines. Dit is inmiddels voorgeschreven in de kavelbesluiten. Het windenergiegebied scoort daarmee rood.

Trekvogels

In het algemeen kan voor alle gebieden worden opgemerkt dat de verschillende grote gebieden voor windenergie in de zone van het Verenigd Koninkrijk en in de Duitse Bocht, de kans op aanvaringen voor trekvogels vergroten. Deze vernauwing van de zone (trechter vorm) resulteert in hogere gevoeligheid in relatie tot windparken in deze zone. Er is verstoring mogelijk van migratiepatronen van trekvogels. Vooral in cumulatie met andere parken zijn belangrijke negatieve effecten op trekvogels niet met zekerheid op voorhand uit te sluiten. Inzetten van mitigerende maatregelen kan deze effecten mogelijk voorkomen. Hierbij kan gedacht worden aan het aanpassen van de vergunningvoorschriften (of toegestane te benutten bandbreedte aan invullingsmogelijkheden van kavels) voor opeenvolgende parken op basis van uitkomsten van onderzoek aan al gerealiseerde parken (‘hand-aan-de-kraan’ bij de vergunningverlening). De vergunningvoorschriften en bandbreedtebeperkingen kunnen grenzen stellen aan bijvoorbeeld het aantal en omvang van de windturbines en daarmee de effecten binnen acceptabele grenzen houden.

Per gebied zijn enige verschillen te benoemen.

Borssele

Gebied Borssele ligt in bovengenoemde trechter. Vooral in cumulatie met andere parken zijn significant negatieve effecten op trekvogels en visetende vogels niet met zekerheid op voorhand uit te sluiten. Inzetten van mitigerende maatregelen kunnen deze effecten mogelijk voorkomen. Het windenergiegebied scoort daarmee rood.

IJmuiden Ver, Ten Noorden van de Wadden, Hollandse Kust

In deze gebieden zijn geen verdichte trekstromen aanwezig vanwege de grote afstand van de kust (IJmuiden Ver, Ten Noorden van de Wadden) en/of omdat de gebieden niet in een trechter liggen (Hollandse Kust). Deze gebieden scoren daarom oranje.

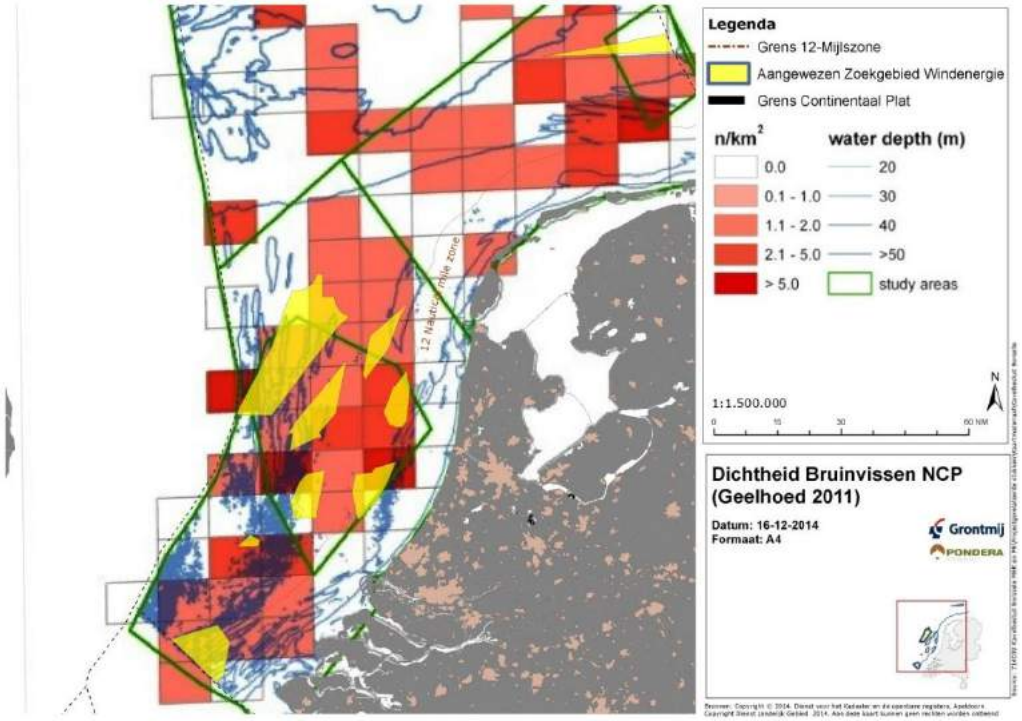
Samenvattend

De scores voor de gebieden zijn samengevat voor zeevogels, kolonievogels en trekvogels als volgt: Hollandse kust: rood; Ten Noorden van de Waddeneilanden: rood; IJmuiden Ver: oranje; Borssele: rood.

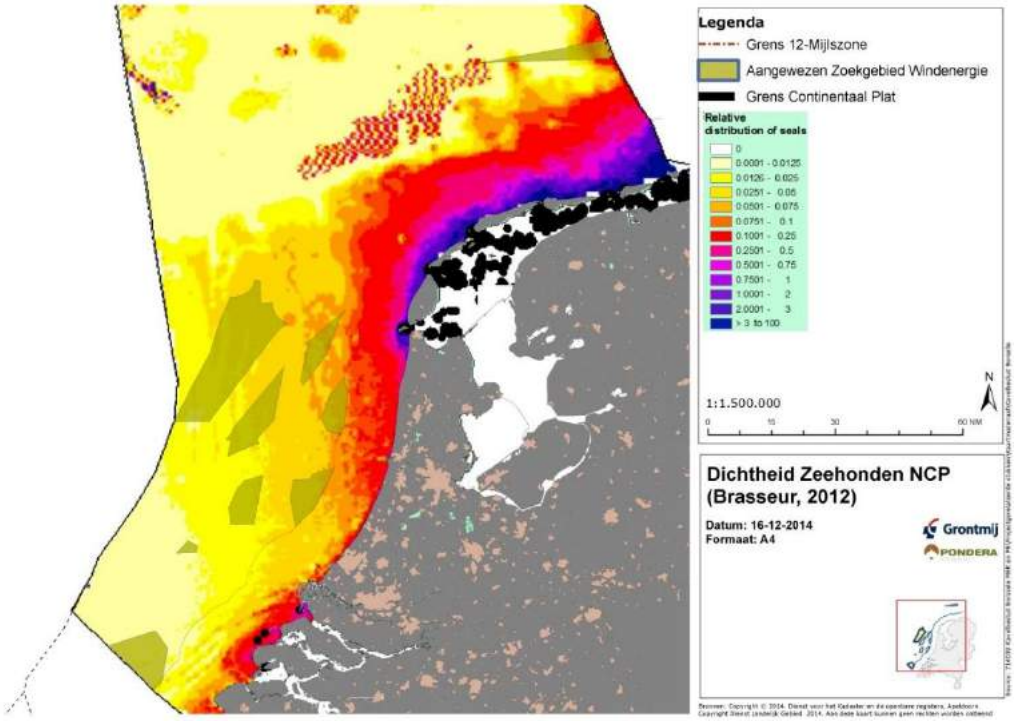
2.2.2 Zeezoogdieren

Voor de beoordeling van zeezoogdieren is gebruik gemaakt van de informatie uit het (planMER voor het) NWP1 (Borssele en IJmuiden Ver) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee (Hollandse Kust Zuid, Hollandse Kust Noord en Ten Noorden van de Waddeneilanden). Ook is gekeken naar de mate van voorkomen van zeezoogdieren. Hiertoe geven figuur 2.4 en 2.5 de verspreiding van respectievelijk bruinvissen en zeehonden weer met de ligging van de windenergiegebieden. Daarnaast is gekeken naar de afstand tot Nederlandse Natura 2000-gebieden waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen voor zeezoogdieren. De afstand is tevens een indicator voor het mogelijk kunnen optreden van negatieve effecten.

Figuur 2.4 Dichtheid bruinvissen in oktober / november (Geelhoed, 2013)



Figuur 2.5 Dichtheid zeehonden (Brasseur, 2012)



Algemeen (alle gebieden)

De meest gangbare manier voor fundering van windturbines is het heien van monopiles. Op basis van expert judgement en eerdere Passende Beoordelingen voor windparken op zee kan gesteld worden dat er zonder mitigerende maatregelen significant negatieve effecten te verwachten zijn op zeezoogdieren, als gevolg van langdurig en veelvuldig heien in een windenergiegebied. Dit betreft vooral de bruinvis (*Phocoena phocoena*) en mogelijk ook de gewone (*Phoca vitulina*) en grijze zeehond (*Halichoerus grypus*).

Om de effecten van de aanleg van funderingen, ook in cumulatie, terug te brengen kunnen geluidsarmere funderingstechnieken zoals *gravity-based foundations* toegepast worden of kan een combinatie van mitigerende maatregelen worden genomen om heigeluid te beperken. Daarbij kan gedacht worden aan beperkingen in de tijd (alleen heien in bepaalde periodes waarin dichtheden minder zijn), beperkingen in de ruimte (beperken van de effectcirkels via het uitgiftebeleid), toepassen van geluidwerende technieken (bijvoorbeeld bellenschermen) en toepassen van afschrikmiddelen. Met het toepassen van een combinatie van deze maatregelen kunnen significante effecten op zeezoogdieren bij de aanleg van windparken naar verwachting voorkomen worden.

De verwachting is dat de aanwezigheid van windparken geen significant negatieve effecten heeft op zeezoogdieren (exploitatiefase).

Onderstaande tabel geeft de afstanden van de windenergiegebieden tot relevante Natura 2000-gebeiden weer. Voor de effecten van de aanleg van windparken speelt deze afstand en de dichtheden van zeezoogdieren in de gebieden een rol. Op deze twee aspecten wordt achtereenvolgens per gebied ingegaan en een score toegekend.

Afstand tot N2000 gebieden met instandhoudingsdoelstellingen Bruinvis en/of zeehond

Gebied	N2000 gebied	Afstand	Zeehond / bruinvis
Ten Noorden van de Waddeneilanden	Waddenzee Noordzeekustzone	58 48	Zeehond (gewone en grijze) Zeehond (gewone en grijze)
Hollandse Kust	Noordzeekustzone	17 km	Zeehond (gewone en grijze)
IJmuiden Ver	Noordzeekustzone	44 km	Zeehond (gewone en grijze)
Borssele	Vlakte van de Raan Voordelta	9 km 10 km	Bruinvis Zeehond (gewone en grijze)

Ten Noorden van de Waddeneilanden

In de figuren 2.4 en 2.5 is te zien dat de dichtheid van bruinvissen gemiddeld tot laag is en van zeehonden verschillend is van laag tot aan de hoge kant in de westzijde van het gebied. Het windenergiegebied scoort daarmee oranje tot rood. Natura 2000 gebieden in Nederland liggen op relatief grote afstand, in Duitsland ligt het aangemelde gebied Borkum Riffgrund echter in de nabijheid. Samenvattend scoort dit gebied rood.

Hollandse Kust

In de figuren 2.4 en 2.5 is te zien dat de dichtheid van bruinvissen en zeehonden in (delen van) het gebied gemiddeld tot aan de hoge kant is. Het gebied scoort hiermee rood. Ook ligt het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone relatief in de nabijheid. Samenvattend scoort dit gebied rood.

IJmuiden Ver

Windenergiegebied IJmuiden Ver heeft wat lagere dichtheden zeezoogdieren dan bijvoorbeeld de gebieden voor de Hollandse Kust, waardoor naar verwachting de effecten wat minder negatief zijn. Zie hiervoor figuren 2.4 en 2.5, de dichtheid van bruinvissen en zeehonden in het gebied zijn grotendeels gemiddeld. Het gebied scoort hiermee oranje. IJmuiden Ver ligt relatief ver van Natura 2000-gebieden. Samenvattend scoort dit gebied oranje.

Borssele

Windenergiegebied Borssele heeft wat lagere dichtheden zeezoogdieren dan bijvoorbeeld de gebieden voor de Hollandse Kust, waardoor naar verwachting de effecten minder negatief zijn (score oranje). De figuren 2.4 en 2.5 laten zien dat de dichtheid van bruinvissen en zeehonden in (delen van) het gebied respectievelijk gemiddeld tot laag is. De afstand tot de Natura 2000-gebieden Vlakte van de Raan en de Voordelta zijn respectievelijk ca. 9 en 10 kilometer. Dit is een relatief nabije afstand tot Natura 2000-gebieden. Het gebied scoort hiermee rood.

2.3 Landschap: zichtbaarheid

Borssele

De maximale theoretische zichtgrens vanaf de kust van een windturbine met een tiphoogte van 250 meter is 61 km, van een windturbine van 100 meter is dat 30 km. Voor de Nederlandse kust geldt dat vanwege weersomstandigheden windturbines op 12 NM (circa 22 km) vanaf de kust overdag circa 19% van de tijd zichtbaar zijn gedurende het gehele jaar. Gedurende de zomer betreft dit circa 31% van de dagen (Rijksstructuurvisie Windenergie op zee).
Windenergiegebied Borssele ligt op circa minimaal 24 km afstand en zal dus (deels) zichtbaar kunnen zijn vanaf de kust. Daardoor scoort de locatie op zichtbaarheid geel.

Hollandse Kust

Delen van windenergiegebied Hollandse Kust liggen minimaal op circa 18,5 kilometer vanaf de kust en andere delen verder. Het gebied zal dus deels zichtbaar kunnen zijn vanaf de kust. Daardoor scoort de locatie op zichtbaarheid geel.

IJmuiden Ver

IJmuiden Ver ligt op meer dan 50 kilometer vanaf de kust en zal dus niet of nauwelijks zichtbaar zijn vanaf de kust (afhankelijk van de hoogte van de te plaatsen windturbines). De meteorologische omstandigheden zijn veelal dusdanig, dat de maximale theoretische zichtbaarheid beperkt wordt. Daardoor scoort de locatie op zichtbaarheid groen.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

Ten Noorden van de Waddeneilanden ligt op meer dan 55 kilometer vanaf de kust van de Waddeneilanden en zal dus niet of nauwelijks zichtbaar zijn (afhankelijk van de hoogte van de te plaatsen windturbines). De meteorologische omstandigheden zijn veelal dusdanig, dat de maximale theoretische zichtbaarheid beperkt wordt. Daardoor scoort de locatie op zichtbaarheid groen.

2.4 Andere functies

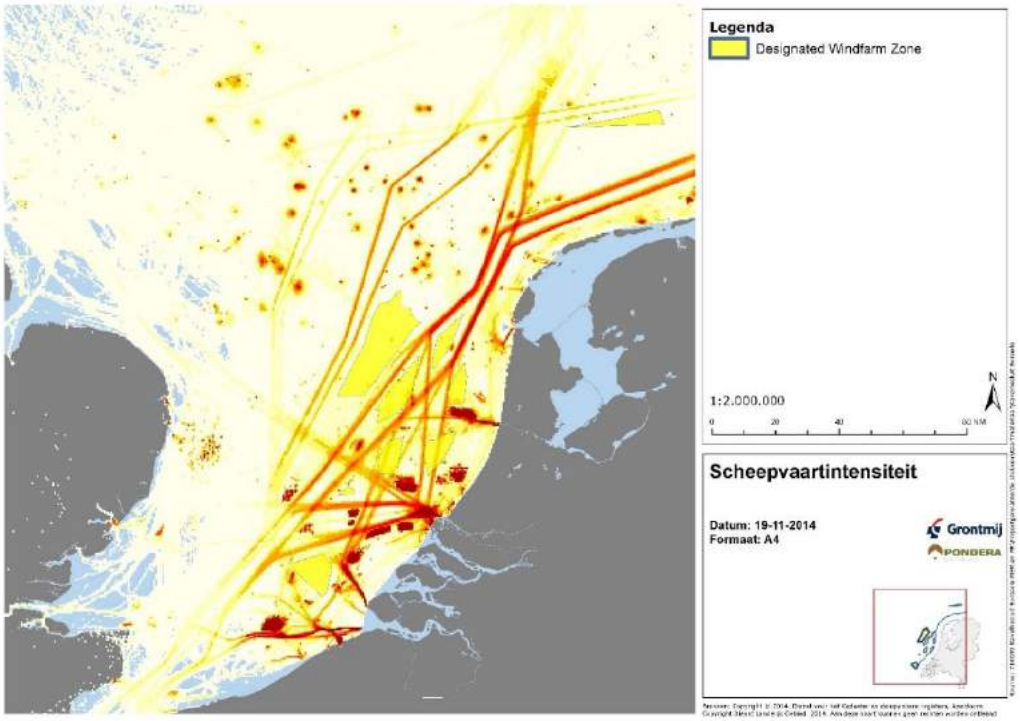
2.4.1 Scheepvaartveiligheid

Door de komst van windparken neemt de kans op aanvaringen toe. Het aantal aanvaringen tussen schepen onderling verandert niet of nauwelijks met de komst van windparken, wel neemt de kans op aanvaring en aandrijving met windturbines toe. Bij de aanwijzing van de gebieden is het ‘Afwegingskader voor veilige afstanden tussen scheepvaartroutes en windparken op zee’ toegepast of is 2 NM afstand aangehouden.

De windenergiegebieden Borssele, IJmuiden Ver en Ten Noorden van de Waddeneilanden liggen niet in een gebied met een verhoogd aantal scheepvaartbewegingen (zie figuur 2.6). Deze gebieden scoren groen.

Het windenergiegebied Hollandse Kust ligt wel in de nabijheid van gebieden met een verhoogd aantal scheepvaartbewegingen. Tevens is de intensiteit van de recreatievaart, die zich vooral dichter langs de kust bevindt, hier hoger dan in de andere gebieden. Windenergiegebied Hollandse Kust scoort hierdoor geel.

Figuur 2.6 Scheepvaartintensiteit (Rijkswaterstaat, 2014)

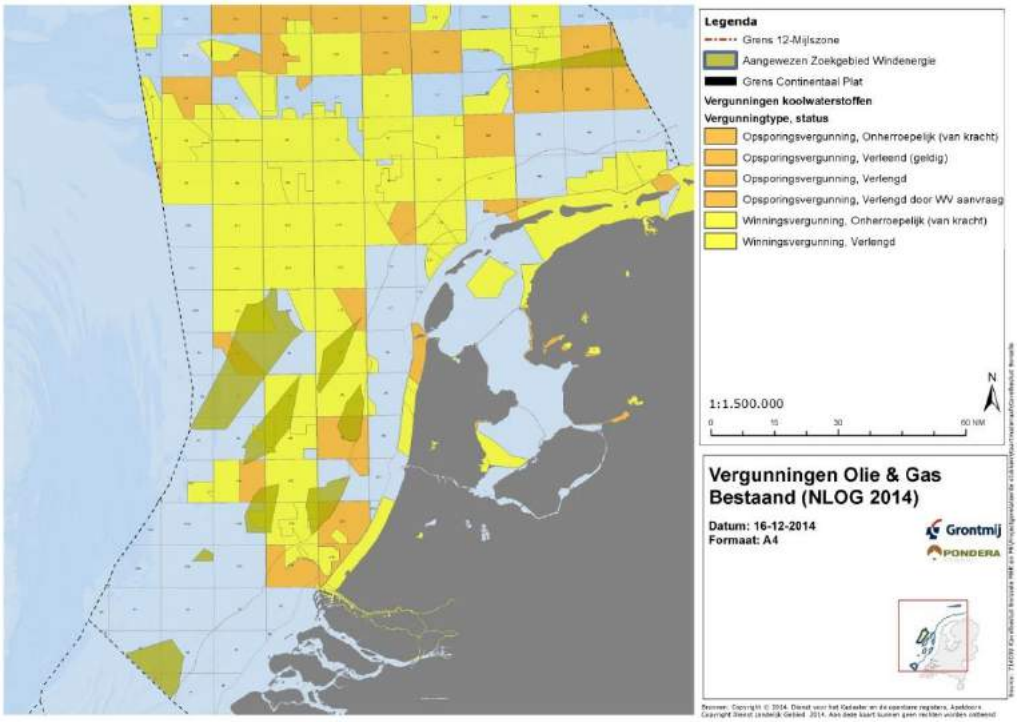


2.4.2 Olie- en gas

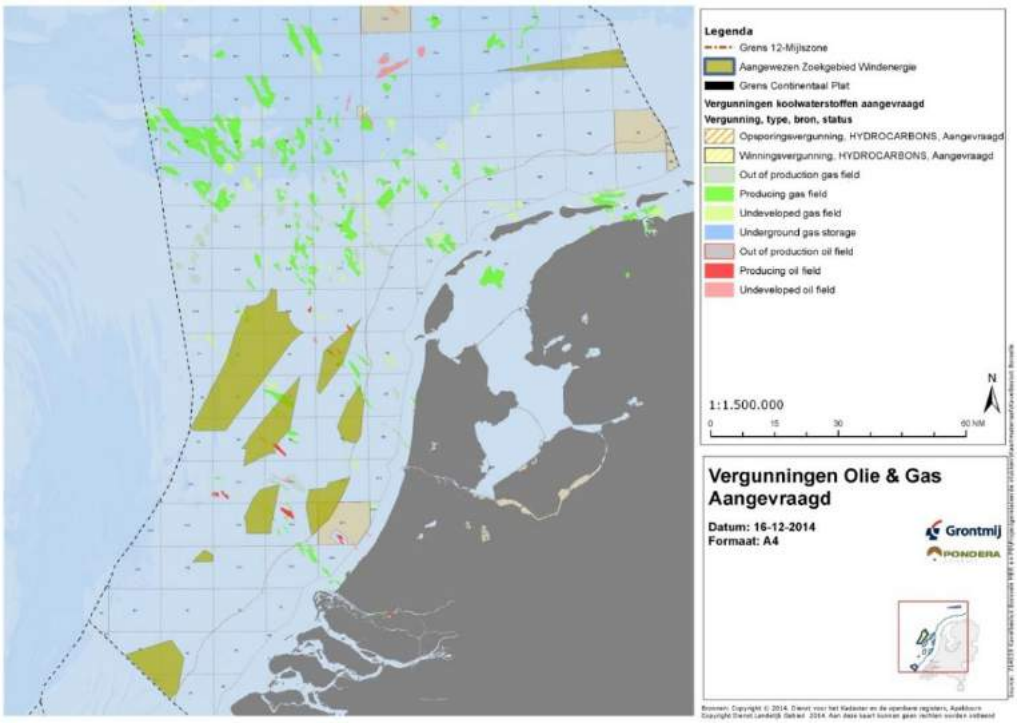
Voor de beoordeling van eventuele ruimtelijke knelpunten in relatie tot olie- en gaswinning en de helikopterbereikbaarheid van mijnbouwwerken, is gebruik gemaakt van de informatie uit het (planMER voor het) NWP1 (Borssele en IJmuiden Ver) en de Rijksstructuurvisie Windenergie op zee (Hollandse Kust Zuid, Hollandse Kust Noord en Ten Noorden van de Waddeneilanden).

Er zijn negatieve ruimtelijke effecten op de helikopterbereikbaarheidszones rond de bestaande olie- en gasplatforms die zich her en der in de windenergiegebieden (of daar vlak buiten) bevinden. Hetzelfde geldt voor de veiligheidszones van de aanwezige helikopterroutes, afhankelijk van de hoogte van de turbines. De komst van windparken in de nabijheid kan negatieve invloed hebben op de ruimte voor olie- en gaswinning. Met de aanwezigheid van windturbines in de nabijheid is het aanboren van een gasveld veelal wel mogelijk. Bij de inrichting of exploitatie van het windpark en/of het gas-/olieveld moet wel rekening met elkaars aanwezigheid gehouden worden.

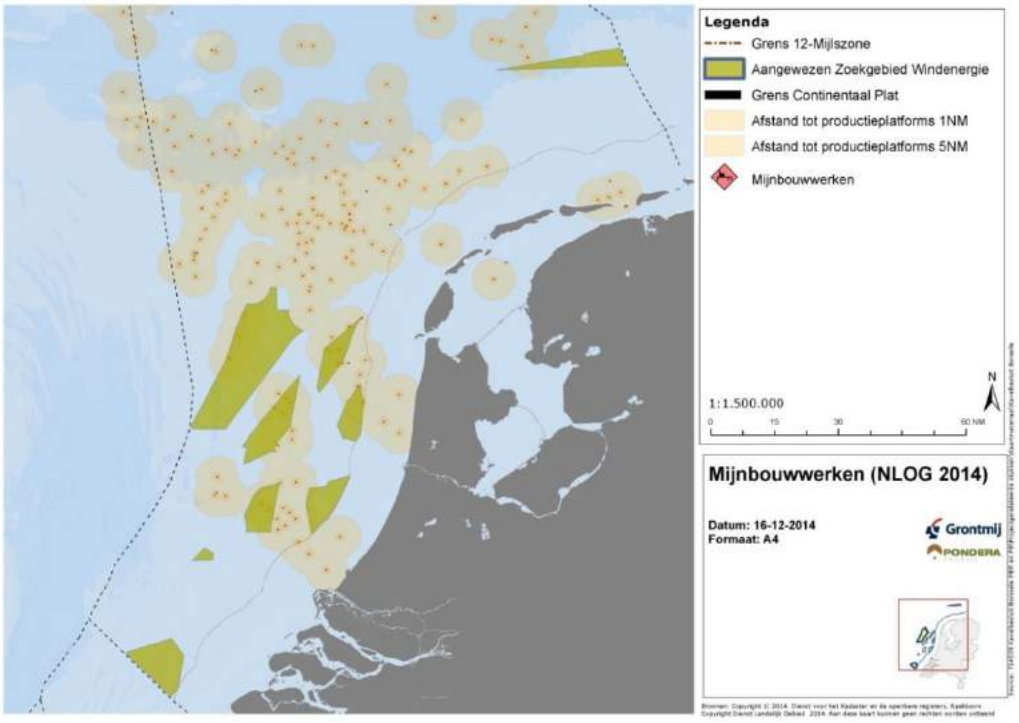
Figuur 2.7 Concessiegebieden NCP (NLOG, 2014)



Figuur 2.8 Aangevraagde vergunningen en olie- en gasvelden NCP (NLOG, 2014)



Figuur 2.9 Mijnbouwwerken op het NCP (NLOG, 2014) inclusief indicatieve afstanden helikopterveiligheid.



Borssele

In het gebied bevinden zich geen olie- en gasplatforms en geen productieplatforms. Ook zijn er geen winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven ter hoogte van en in de omgeving van het windenergiegebied (zie figuren 2.7, 2.8 en 2.9). Het windenergiegebied Borssele heeft hierdoor geen effecten op de olie- en gaswinning en scoort groen.

Hollandse Kust

Er zijn winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven voor het gebied ter hoogte van het windenergiegebied Hollandse Kust. Ook zijn er meerdere productieplatforms aanwezig en is er een opsporingsvergunning aangevraagd die deels overlapt met het windenergiegebied. Bij de komst van windparken kunnen zich belemmeringen voor het helikopterverkeer en enige negatieve effecten op de olie- en gaswinningsmogelijkheden voordoen. Het scoort daardoor oranje.

IJmuiden Ver

In het gebied bevinden zich enkele olie- en gasplatforms. De komst van windparken heeft een negatieve invloed op de ruimteclaims voor olie- en gaswinning. Zo zijn er winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven voor het gebied ter hoogte van een deel van het windenergiegebied. Mogelijk liggen er nu nog onbekende gasreserves in het windenergiegebied IJmuiden Ver. Belemmeringen voor het heliverkeer doen zich naar verwachting minder voor dan bij de gebieden voor de Hollandse Kust. Het windenergiegebied IJmuiden Ver heeft mogelijk beperkt negatieve effecten voor de olie- en gaswinning en scoort daardoor geel.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

In het gebied bevinden zich geen olie- en gasplatforms, deze zijn wel in de nabijheid aanwezig. De komst van windparken heeft invloed op de ruimteclaims voor olie- en gaswinning. Zo zijn er winnings- en opsporingsvergunningen afgegeven voor het gebied ter hoogte van het windenergiegebied. Het windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden heeft mogelijk beperkt negatieve effecten voor de olie- en gaswinning en scoort daardoor geel.

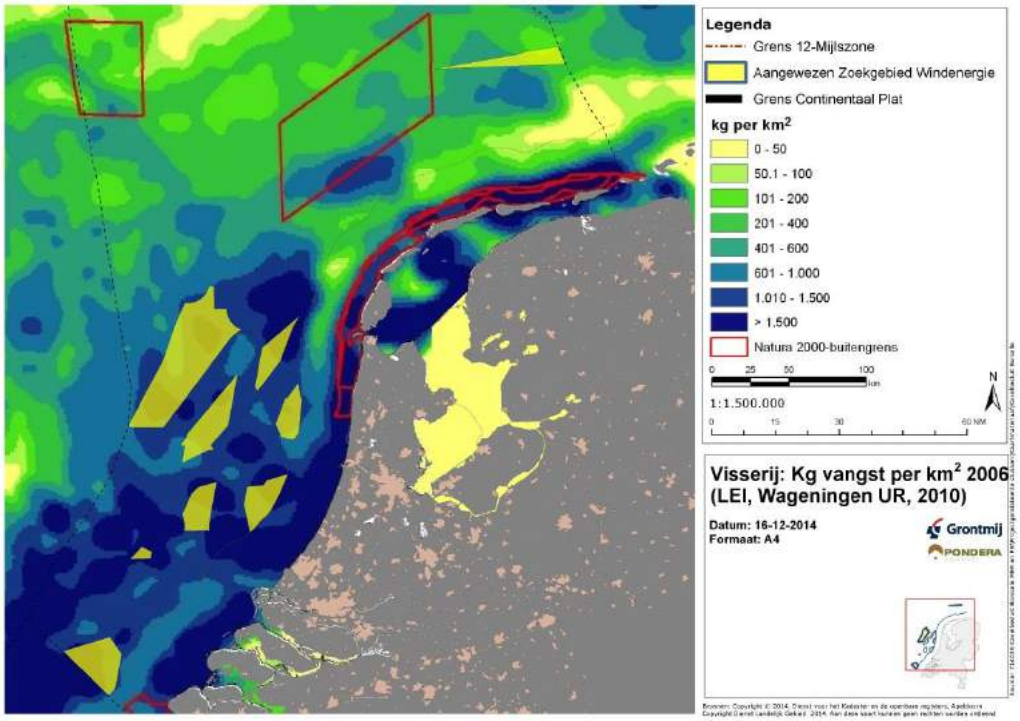
2.4.3 Visserij

Voor visserij die dichterbij de kust (binnen de 12 NM) plaatsvindt (zoals de boomkorvisserij met motorvermogens kleiner dan 300 PK en voor de bordenvisserij[5]) zijn er zeer beperkt effecten te verwachten (in de strook 10-12 zeemijl Hollandse Kust en de veiligheidszone rondom windparken binnen 12 zeemijl). Voor andere visserijmethoden (zoals de boomkorvisserij met motorvermogens groter dan 300 PK, pulskorvisserij, garnalenvisserij en flyshooters) kunnen effecten optreden door het verlies aan bevisbare gronden. Ook kunnen effecten optreden doordat omgevaren moet worden en door het verplaatsen van visserij naar andere gebieden wat leidt tot een hogere visserij-intensiteit in die gebieden. Het verlies van bevisbare gronden is gedeeltelijk te compenseren door de windenergiegebieden open te stellen voor visserij. Dit zal evenwel voor een beperkt aantal visserijmethoden mogelijk zijn, namelijk visserijmethoden zonder bodemberoering. Medegebruik en doorvaart van windparken wordt op grond van de Beleidsnota Noordzee 2016-2021 vanaf 2017 in principe in alle operationele windparken op zee mogelijk gemaakt onder voorwaarden.

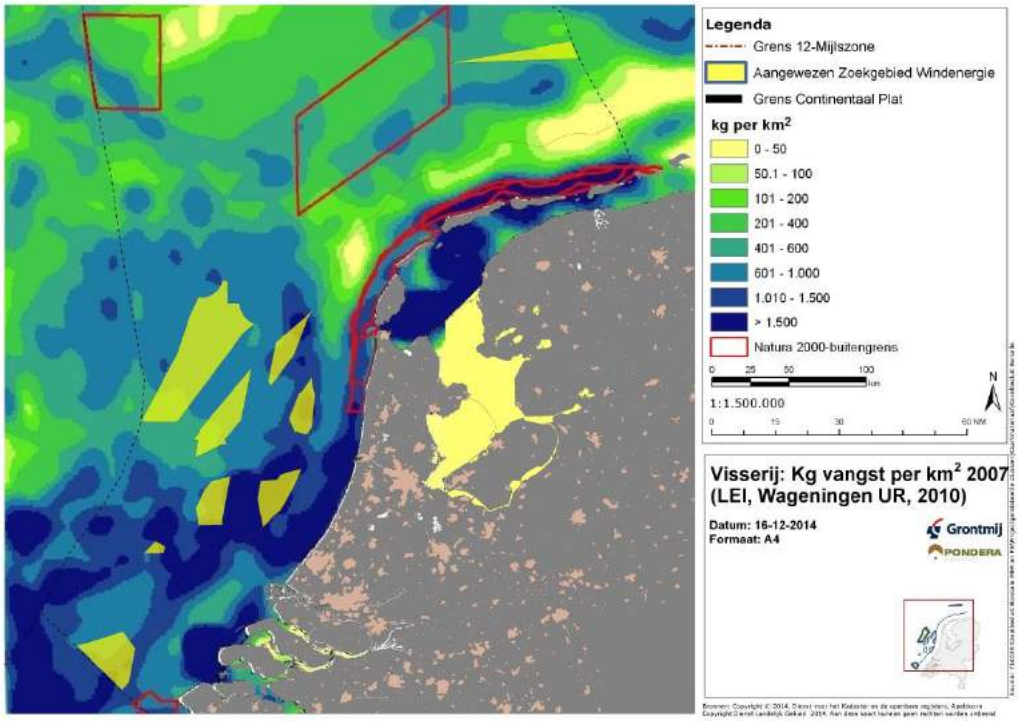
De figuren 2.10, 2.11 en 2.12 geven de visvangst in aantal kilogram per km^2 over een drietal jaren weer. Op basis van deze gegevens is ingeschat welke locaties van groter dan wel ondergeschikt belang zijn voor de visserij.

[5] Visserij met netten waarbij aan de zijkanten scheerborden zijn bevestigd. Bij verplaatsing door het water scheren de borden naar buiten waardoor het net in de breedte wordt opengetrokken.

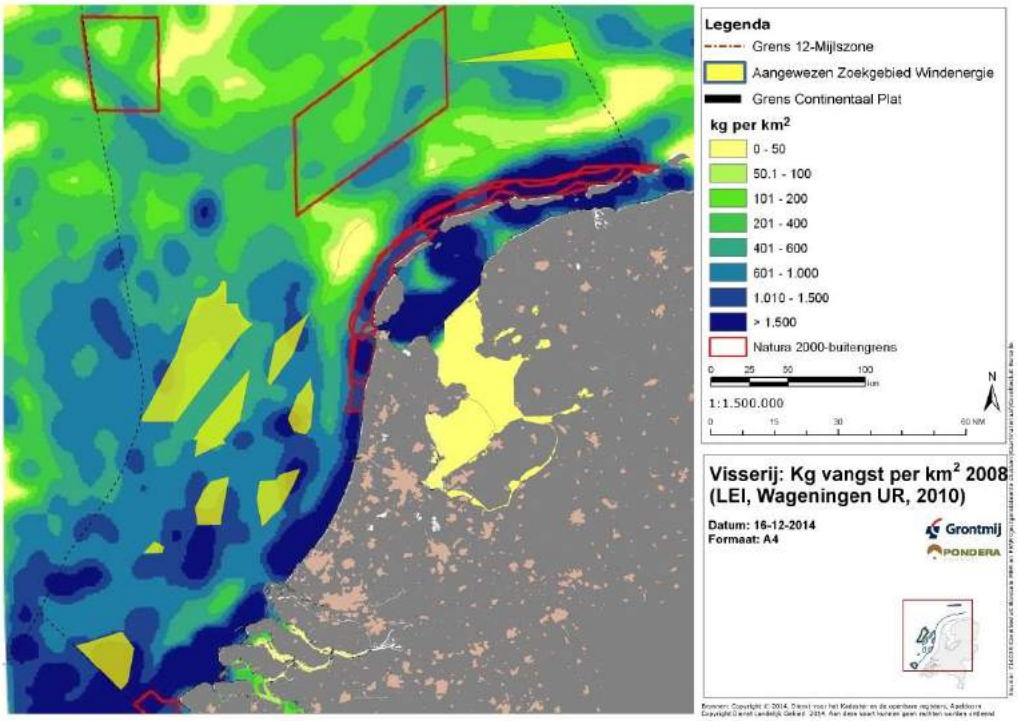
Figuur 2.10 Visserij; kg vangst per km^2 in 2006 (LEI, 2010)



Figuur 2.11 Visserij; kg vangst per km^2 in 2007 (LEI, 2010)



Figuur 2.12 Visserij; kg vangst per km^2 in 2008 (LEI, 2010)



De visvangst in windenergiegebied Borssele is hoog geweest in de drie onderzoeksjaren. In iets mindere mate is dit ook het geval voor de vangst in het windenergiegebied Hollandse Kust. In het windenergiegebied IJmuiden Ver en met name het windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden is de visvangst laag. De windenergiegebieden Borssele en Hollandse Kust scoren daarmee oranje. Het windenergiegebied IJmuiden Ver scoort geel en het windenergiegebied Ten Noorden van de Waddeneilanden scoort groen.

2.5 Kosten

Op verzoek van het ministerie van Economische Zaken heeft ECN een inschatting gegeven van de kosten voor windenergie op zee voor een aantal gebieden in de Nederlandse Noordzee (ECN-N—15-014, 24 april 2015). De primaire verslaglegging van die berekeningen bevat vertrouwelijke data, een samenvatting is wel publiekelijk beschikbaar. Gerekend wordt met door het ministerie opgegeven windcapaciteiten (MW) per deelgebied. De deelgebieden zijn door ECN opgesplitst in denkbeeldige parken van 300 à 400 MW, waarbij de locaties van deze parken indicatief zijn.

Uit het genoemde ECN-rapport komt de volgende tabel met basisbedragen voor de verschillende windenergiegebieden, waarbij aansluiting op het hoogspanningsnet op land en op zee worden onderscheiden.

Tabel Basisbedrag per gebied met tussen haakjes het gemiddeld aantal vollasturen (vlu, P50)

Gebied	Basisbedrag met aansluiting op het hoogspanningsnet op land	Basisbedrag met aansluiting op een hoogspanningsstation op zee

Borssele	0,151 €/kWh (3950 vlu)	0,124 €/kWh (3950 vlu)
Zuid-Hollandse kust	0,133 €/kWh (3950 vlu)	0,116 €/kWh (3950 vlu)
Noord-Hollandse kust	0,136 €/kWh (3950 vlu)	0,117 €/kWh (3950 vlu)
IJmuiden-ver	0,157 €/kWh (3950 vlu)	0,124 €/kWh (3950 vlu)
Boven de Wadden	0,155 €/kWh (3950 vlu)	0,123 €/kWh (3950 vlu)

De kleurscores die vervolgens aan de gebieden zijn toebedeeld geven een indicatie welk gebied het best en het minst goed scoren op het aspect ‘kosten’.

Borssele

De basisbedragen zijn in deelgebied Borssele 0,151 €/kWh (3950 vlu) of 0,124 €/kWh (4100 vlu) met aansluiting op het hoogspanningsnet op land respectievelijk op een hoogspanningsstation op zee. De locatie scoort daarmee geel want de kosten zijn gemiddeld.

Hollandse Kust

De basisbedragen zijn in deelgebied Hollandse Kust (zuid) 0,133 €/kWh (4100 vlu) of 0,116 €/kWh (4200 vlu) met aansluiting op het hoogspanningsnet op land respectievelijk op een hoogspanningsstation op zee. De basisbedragen zijn in deelgebied Hollandse Kust (noord) 0,136 €/kWh (4200 vlu) of 0,117 €/kWh (4300 vlu) met aansluiting op het hoogspanningsnet op land respectievelijk op een hoogspanningsstation op zee. De locatie scoort daarmee groen want de kosten zijn relatief het laagste per kWh.

IJmuiden Ver

De basisbedragen zijn in deelgebied IJmuiden Ver 0,157 €/kWh (4200 vlu) of 0,124 €/kWh (4400 vlu) met aansluiting op het hoogspanningsnet op land respectievelijk op een hoogspanningsstation op zee. De locatie scoort oranje want het gebied heeft relatief de hoogste kosten per kWh.

Ten Noorden van de Waddeneilanden

De basisbedragen zijn in deelgebied Ten Noorden van de Waddeneilanden 0,155 €/kWh (4400 vlu) of 0,123 €/kWh (4550 vlu met aansluiting op het hoogspanningsnet op land respectievelijk op een hoogspanningsstation op zee. De locatie scoort daarmee oranje want de kosten zijn bijna gelijk aan IJmuiden Ver.

BIJLAGE 3

Voornemen



3 NADERE OMSCHRIJVING VOORNEMEN

De volgende paragrafen beschrijven de onderdelen van het voornemen in meer detail:

- Individuele turbines;
- Turbineopstellingen;
- Type funderingen;
- Aanlegwijzen funderingen;
- Elektrische infrastructuur.

De afmetingen van de te onderzoeken turbines uit het voornemen en de verschillende funderingsvormen, hei-energieën, aanlegwijzen en kenmerken van de elektrische infrastructuur zijn in onderstaande tabel 3.1 samengevat. Het gaat om minimale en maximale afmetingen etc. en betreffen dan ook een bandbreedte.

Tabel 3.1 Bandbreedte turbines, funderingswijzen en elektrische infrastructuur

Onderwerp	Bandbreedte
Vermogen individuele windturbines	6 – 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	167 – 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	142 – 221 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 – 3
Type funderingen (substructures)	Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure
Type fundering (foundation)	Paalfunderingen, suction buckets, gravity based structures
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
In geval van heien van fundering: hei-energie gerelateerd aan turbinetype / heipaal	1.000 – 3.000 kJ, afhankelijk van bodemcondities en diameter fundering
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Jacket	4 palen van 1,5 – 3,5 meter
Monopile	1 paal van 6 tot 10 meter
Tripod	3 palen van 2 tot 4 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot maximaal 40 x 40 meter
Suction Bucket	Diameter bucket: n.t.b.
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66kV

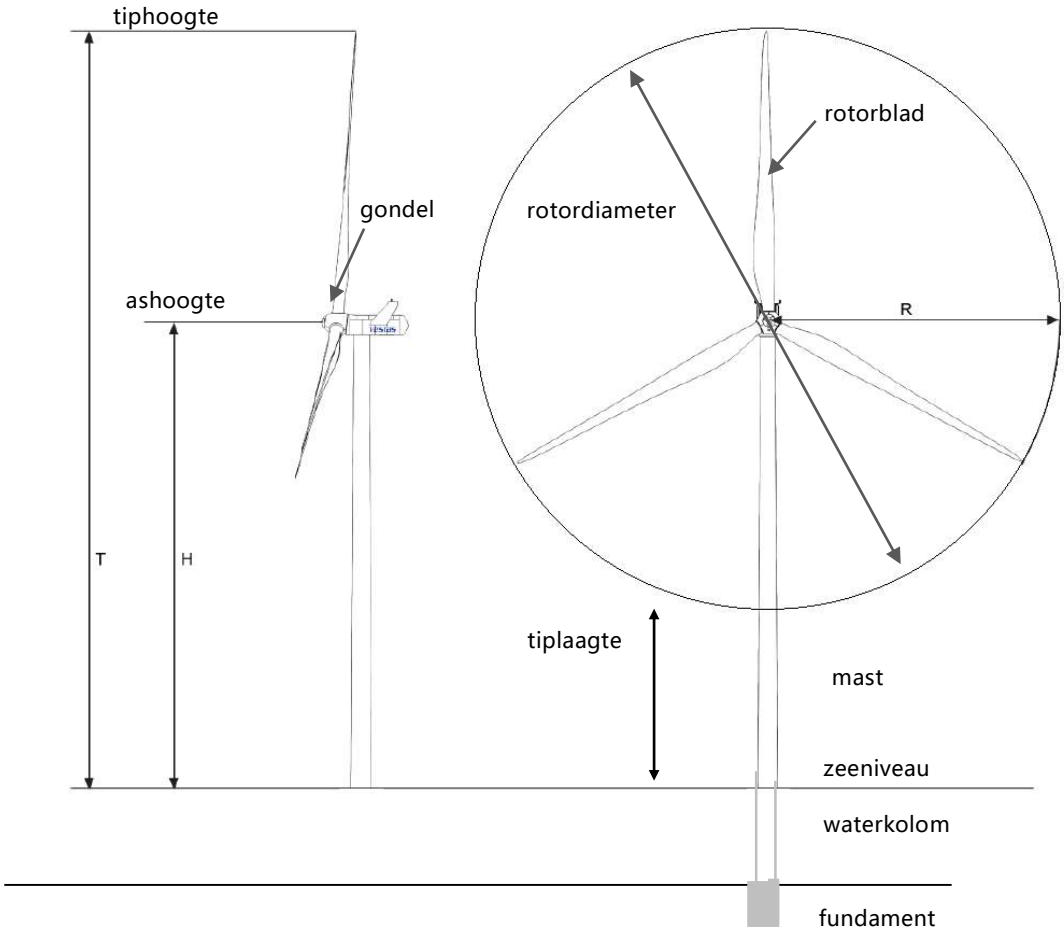
3.1 Individuele turbines

Het voornemen bestaat uit turbines met een vermogen van 6 tot en met 10 MW. De belangrijkste onderdelen van een windturbine zijn, ongeacht het type;

- de rotorbladen;
- de gondel waarin de generator zich bevindt, en;
- de mast;
- het fundament.

Deze onderdelen worden in figuur 3.1 weergegeven.

Figuur 3.1 Onderdelen windturbine (Bron: Vestas, 2011)

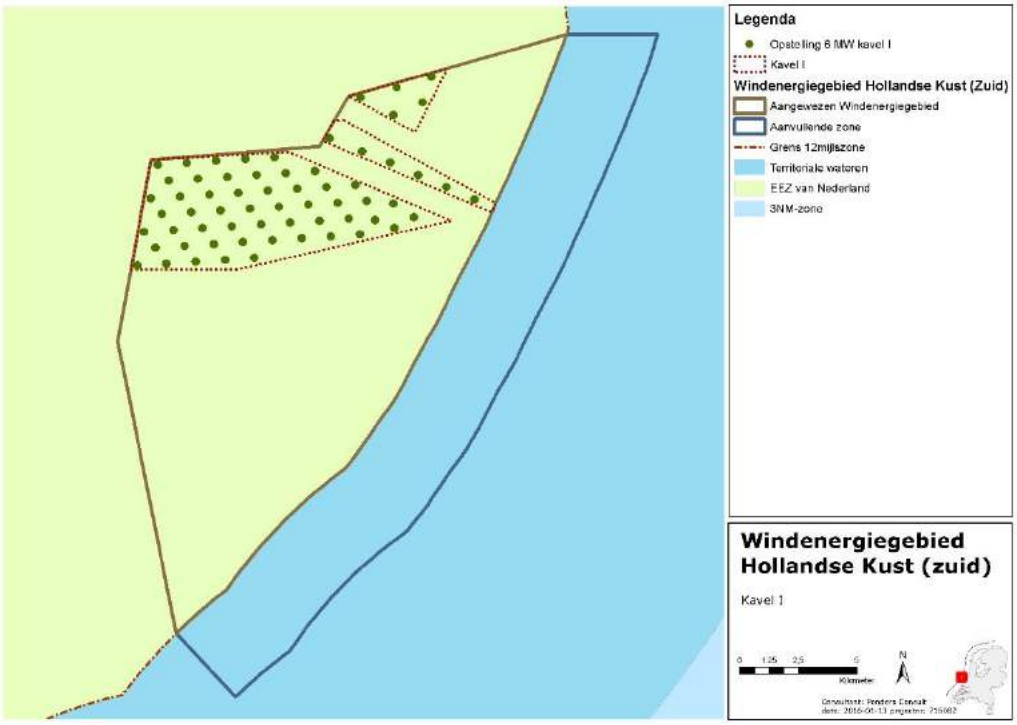


De afmetingen van de te onderzoeken turbines zijn in tabel 3.1 samengevat. Het gaat om minimale en maximale afmetingen en betreffen dan ook een bandbreedte.

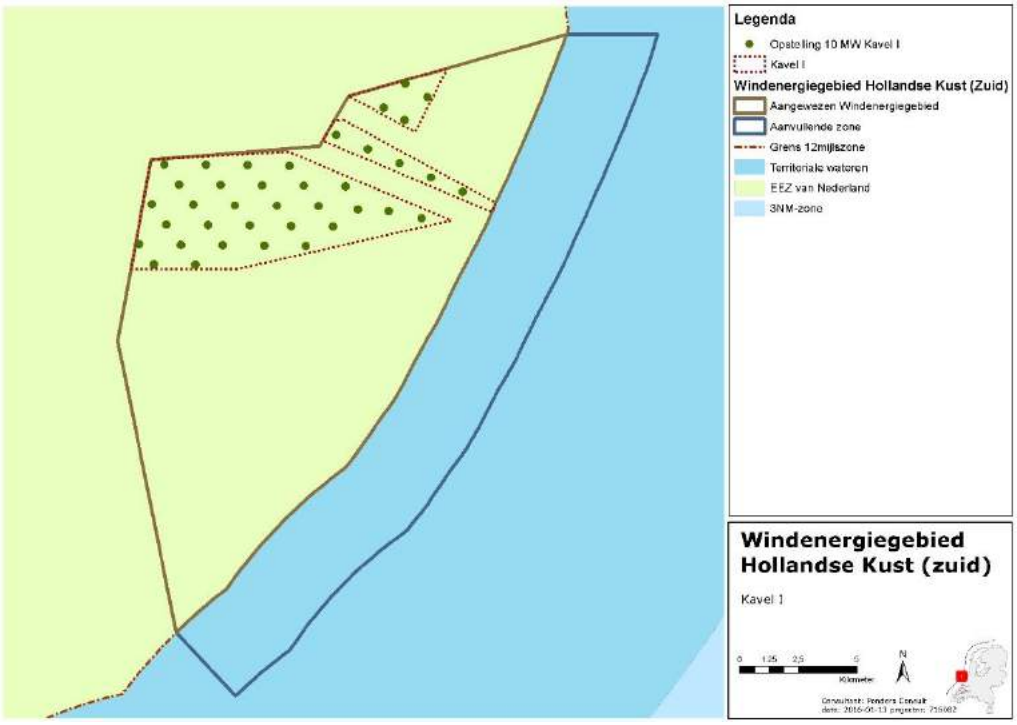
3.2 Turbineopstellingen

Voor een aantal effecthoofdstukken is het relevant om concrete opstellingen van windturbines te bepalen, alvorens de effecten te kunnen beschrijven. Dit geldt bijvoorbeeld voor het hoofdstuk voor scheepvaartveiligheid. Er wordt een opstelling onderscheiden met 63 turbines van 6 MW en een opstelling van 38 turbines van 10 MW. Het uitgangspunt is namelijk 380 MW per kavel en deel je 380 door 6 of 10 MW, dan resulteert dat in een aantal turbines. Ten behoeve van het MER zijn opstellingen bepaald waarbij primair is uitgegaan van een gelijkmatige verdeling van turbines over de kavel. In de volgende figuren zijn de opstellingen weergegeven. Niet-gelijkmatige opstellingen zijn vanwege het negatieve effect op de elektriciteitsopbrengst (windturbines staan dan soms dichterbij elkaar) en belasting op de turbines (windaanbod is minder constant) minder wenselijk en hebben geen grote milieu-voordelen. Derhalve zijn niet-gelijkmatige opstellingen verder niet beschouwd.

Figuur 3.2 Opstelling met 63 turbines van 6 MW



Figuur 3.3 Opstelling met 38 turbines van 10 MW

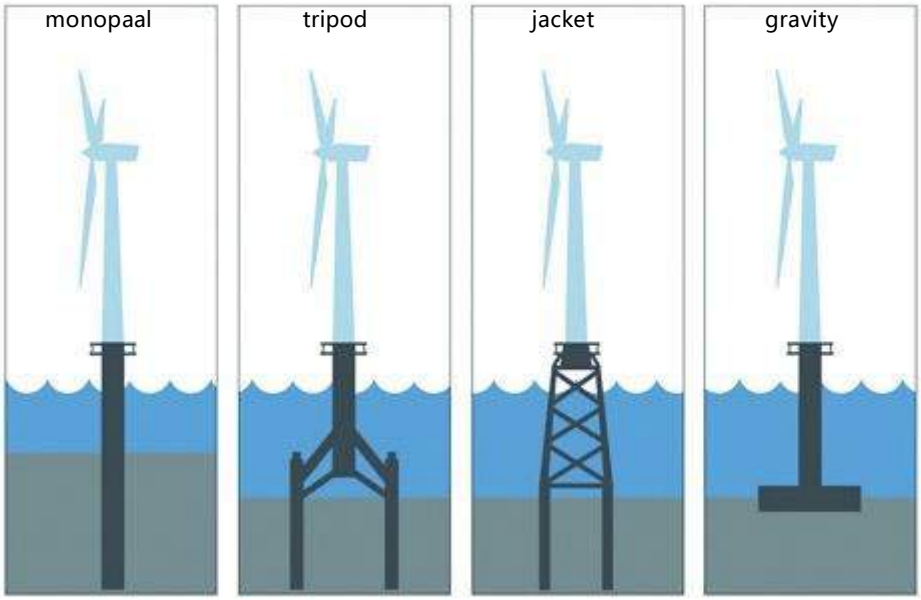


3.3 Type funderingen

De volgende type funderingen kunnen gebruikt worden voor de te plaatsen turbines (zie figuur 3.4, 3.5 en 3.6):

- Monopaal;
- Tripile;
- Tripod;
- Jacket;
- Gravity based;
- Suction bucket.

Figuur 3.4 Type funderingen[1]. Suction bucket en tripile worden later verbeeld.



De diepte van de funderingen is afhankelijk van onder meer het turbinetype, de waterdiepte en de bodemgesteldheid. Bij de monopaal, tripile, tripod en jacket ligt de diepte van de funderingen tussen de 30 en 50 meter.

3.3.1 Monopaal

Dit fundatietype is over het algemeen geschikt voor ondiep water tot middelgrote waterdiepten (tot ongeveer 40 meter diepte). Het bestaat uit één enkele stalen paal die met een hydraulische hamer in de grond wordt gedreven. De dikte en de diameter van de paal zullen in het algemeen toenemen met de waterdiepte waarin deze geplaatst wordt en met de grootte van de windturbine. De monopaal is de meest gebruikte fundatietechniek voor offshore windturbines.

3.3.2 Jacket

Het jacket is een constructie die de windturbine draagt, welke veelal gebruikt wordt voor offshore platforms. Het bestaat uit meerdere palen die in de zeebodem staan en die met een aantal verbindingen met elkaar zijn verbonden, waar bovenop de windturbine wordt geplaatst. De grootte van het jacket is afhankelijk van de waterdiepte en de turbine.

3.3.3 Tripod

Een tripod kan het best vergeleken worden met het driepotige statief van een fotocamera. De centrale koker (turbinepaal) vormt de basis voor de turbine en deze paal wordt ondersteund door drie fundatiepalen die de turbinepaal dragen. De constructie bevindt zich onder het wateroppervlak. Dit type fundatie is vooral geschikt voor diep water.

[1] http://www.theengineer.co.uk/in-depth/the-big-story/wind-energy-gets-serial/1012449.article)

3.3.4 Tripile

De tripile is vergelijkbaar met de tripod, met het verschil dat de constructie van de 3 fundatiepalen zich boven water bevindt.

Figuur 3.5 Voorbeeld van een tripile fundatie[2]



3.3.5 Gravity Based

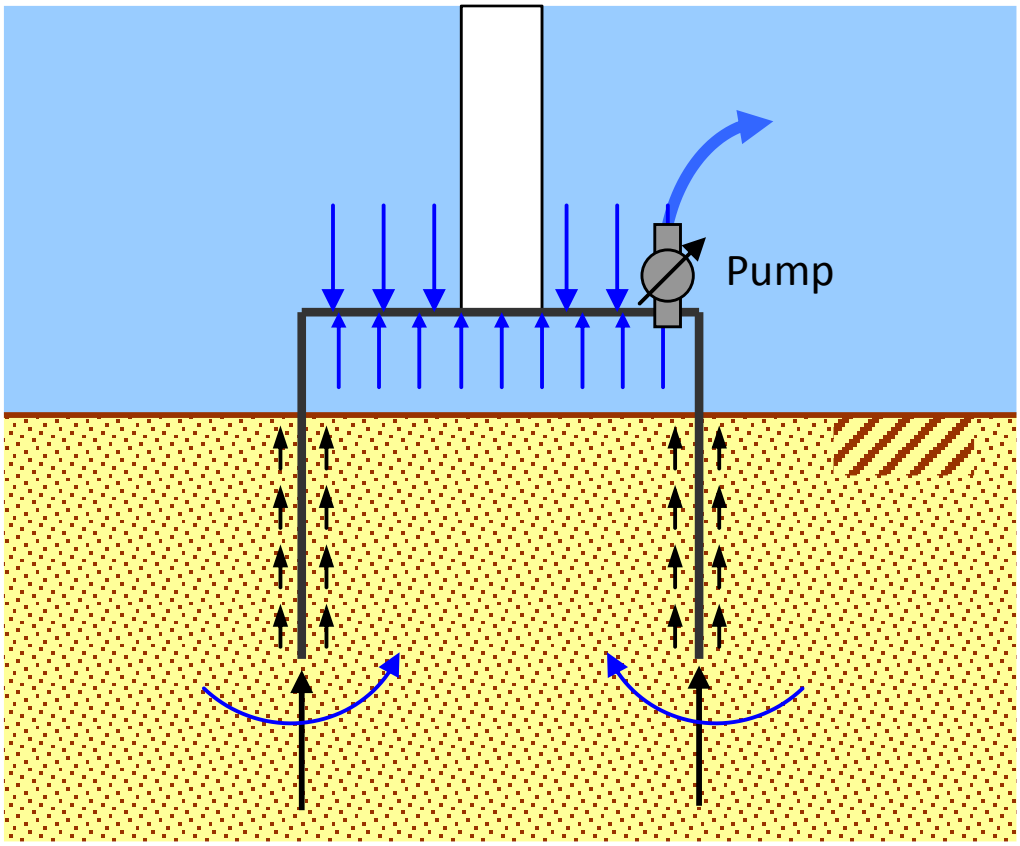
Dit fundatietype is geschikt voor plaatsen met een stabiel zeebed en vaste grondmaterialen. De fundatie heeft een basis van beton of van een staalconstructie die met stenen, zand of water wordt gevuld. Voorafgaand aan de plaatsing van de basis op de zeebodem kan een laag van rotsen/stenen worden aangebracht, waarop deze basis geplaatst wordt. Waar de waterdiepte of de geologie monopiles ongeschikt maken, zijn “gravity based” fundaties een goed alternatief. De diameter van de gravity based is afhankelijk van het turbinetype dat geplaatst wordt.

3.3.6 Suction bucket

Een suction bucket is een cilindrische constructie waarvan de bovenkant is afgesloten (omgekeerde emmer, zie figuur 3.6). Een suction bucket wordt geïnstalleerd door het op de zeebodem te plaatsen en vervolgens een pomp te activeren die water uit de bucket verwijderd waardoor de bucket zich vastzuigt en in de bodem dringt. Bovenop de suction bucket wordt de turbinepaal gemonteerd.

[2] http://www.bard-offshore.de/en/projects/nearshore/hooksiel.html

Figuur 3.6 Suction bucket[3]



Er zijn ook drijvende turbinefundaties, die met ankers op hun plek worden gehouden. Deze verkeren echter anno 2016 nog in een testfase en zijn geschikt voor diepere wateren en daardoor voor Hollandse Kust (zuid) minder reëel.

3.4 Aanlegwijze paalfunderingen

De beschreven funderingen die gebruik maken van palen, te weten monopaal, jacket, tripile, tripod of suction bucket, kunnen op verschillende wijzen worden aangelegd:

- Intrillen;
- Heien;
- Boren;
- Suction.

3.4.1 Intrillen

Door trilapparaten te bevestigen bovenop de funderingspaal, die aan een kraan hangt, kan door middel van trillingen de funderingspaal de grond in worden gebracht. Terwijl de paal langzaam neergelaten wordt zorgen de trillingen ervoor dat de paal onder zijn eigen gewicht in de bodem zakt. Specifieke combinaties van trillingsfrequentie en energie zijn nodig voor verschillende paalafmetingen en grondcondities. Voor palen met grote diameter kunnen in plaats van één

[3] Aanvraag wijzigingsvergunning windpark Q10/Luchterduinen, Pondera Consult, 29 februari 2012

groot trilapparaat enkele kleinere apparaten gezamenlijk worden toegepast. Trillen is een gebruikelijke methode om damwanden te installeren in een stedelijke omgeving.

3.4.2 Heien

Afhankelijk van de bodemcondities en de diameter van de fundering wordt de benodigde energie voor het heien bepaald. Deze ligt tussen maximaal 1.000 tot 3.000 kJ per paal. Deze hei-energie is relevant als het gaat om het in beeld brengen van de gevolgen van onderwatergeluid.

3.4.3 Boren

Twee varianten zijn te onderscheiden bij het boren, namelijk variant 1 waarbij eerst een gat wordt geboord waarna de fundatiepaal wordt geplaatst, en variant 2 waarbij van binnenuit een monopile wordt geboord. Een voordeel van boren is dat minder geluid wordt gegeneerd dan bij heien.

3.4.4 Suction

Een suction bucket wordt geïnstalleerd door het op de zeebodem te plaatsen en vervolgens een pomp te activeren die water uit de bucket verwijderd. Hierdoor wordt een drukverschil opgewekt wat resulteert in een neerwaartse kracht. Hierdoor wordt de suction bucket in de zeebodem gedrukt. Wanneer de pomp is uitgeschakeld wordt de fundering ondersteund door wandwrijving en draagkracht op de onderrand van de bucket, waardoor samen voldoende draagkracht wordt gemobiliseerd. De offshore olie- en gasindustrie heeft uitgebreide ervaring met suction buckets. Een voordeel van suction is dat er minder geluid wordt gegenereerd dan bij heien. Monopalen, tripods, tripiles en jackets kunnen door middel van suction buckets geïnstalleerd worden.

3.5 Elektrische infrastructuur

De inter-array bekabeling, dat wil zeggen de kabels binnen het windpark tussen de turbines en het nabijgelegen transformatorstation van TenneT op zee wordt uitgevoerd op een spanningsniveau van 66 kV.

BIJLAGE 4

COÖRDINATEN KAVEL I HOLLANDSE KUST (ZUID)



De hoekpunten van kavel I in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn weergegeven in de volgende tabel (conform coördinatenstelsel ETRS 1989 UTM Zone N31):

Hoekpunten kavel I Hollandse Kust (zuid)		
Punt	**X**	**Y**
1	563545	5799743
2	564404	5804398
3	570241	5804750
4	571284	5804865
5	571707	5805216
6	572198	5806063
7	572804	5807112
8	576949	5808275
9	576953	5808158
10	575648	5805574
11	575214	5804671
12	579090	5802564
13	578937	5802215
14	578854	5802196
15	577183	5801816
16	568076	5799744

Coördinaten turbines alternatief met 63 x 6 MW kavel I Hollandse Kust (zuid)		
Punt	**X**	**Y**
1	572018	5805304
2	576355	5807933
3	573959	5801836
4	574729	5802537
5	574775	5801503
6	575610	5801955
7	573333	5807065
8	574727	5806305
9	574875	5807488
10	575975	5806847
11	564693	5804192
12	565938	5804272
13	567184	5804353
14	568430	5804433
15	569675	5804514
16	573404	5804759
17	565171	5803518
18	566417	5803598

Coördinaten turbines alternatief met 63 x 6 MW kavel I Hollandse Kust (zuid)		
Punt	**X**	**Y**
19	567662	5803679
20	568908	5803760
21	570154	5803841
22	571399	5803922
23	564405	5802764
24	565651	5802844
25	566896	5802924
26	568142	5803005
27	569387	5803086
28	570633	5803167
29	571879	5803249
30	573124	5803331
31	564883	5802090
32	566129	5802170
33	567375	5802251
34	568620	5802331
35	569866	5802412
36	571111	5802494
37	572357	5802576
38	573603	5802658
39	564117	5801336
40	565363	5801416
41	566608	5801496
42	567854	5801577
43	569100	5801658
44	570345	5801739
45	571591	5801820
46	572836	5801902
47	564595	5800662
48	565841	5800742
49	567087	5800822
50	568332	5800903
51	569578	5800984
52	570824	5801065
53	572069	5801147
54	573315	5801229
55	563829	5799908
56	565075	5799988
57	566321	5800068

Coördinaten turbines alternatief met 63 x 6 MW kavel I Hollandse Kust (zuid)		
Punt	**X**	**Y**
58	567566	5800149
59	568812	5800229
60	574588	5804287
61	575791	5803763
62	576994	5803239
63	578197	5802715

Coördinaten turbines alternatief met 38 x 10 MW kavel I Hollandse Kust (zuid)		
Punt	**X**	**Y**
1	573220	5802271
2	574531	5802197
3	575939	5801904
4	564980	5804195
5	566755	5804176
6	568529	5804158
7	570304	5804140
8	565599	5803336
9	567374	5803317
10	569148	5803299
11	570923	5803281
12	572697	5803264
13	564445	5802495
14	566219	5802476
15	567994	5802457
16	569769	5802439
17	571543	5802422
18	565064	5801635
19	566838	5801616
20	568613	5801598
21	570388	5801580
22	572162	5801563
23	563910	5800795
24	565684	5800776
25	567459	5800757
26	569233	5800739
27	571008	5800721
28	564528	5799935
29	566303	5799916
30	572299	5805447

Coördinaten turbines alternatief met 38 x 10 MW kavel I Hollandse Kust (zuid)		
Punt	**X**	**Y**
31	573646	5804843
32	574993	5804240
33	576340	5803637
34	577688	5803034
35	574323	5806604
36	575213	5806077
37	575251	5807636
38	576190	5807062

BIJLAGE 5

ACHTERGRONDDOCUMENT TBV MER EN PB



Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Hollandse Kust A (zuid)

Kavel I en II:

vogels, vleermuizen, vissen en benthos









A. Gyimesi
M. Dorenbosch
J.W. de Jong
M. Boonman
M. Teunis
R.C. Fijn

Bureau Waardenburg
Ecologie & landschap

Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)

Kavel I en II: vogels, vleermuizen, vissen en benthos

dr. A. Gyimesi, dr. M. Dorenbosch, ir. J.W. de Jong, drs. M. Boonman, M. Teunis MSc, R.C. Fijn MSc

Status uitgave: definitief

Rapportnummer:	16-007
Projectnummer:	15-656
Datum uitgave:	31 maart 2016
Foto's omslag:	Ruben Fijn / Karin Didderen
Projectleider:	R.C. Fijn, MSc
Naam en adres opdrachtgever:	Pondera Consult Postbus 579, 7550 AN Hengelo (OV)
Referentie opdrachtgever:	telefonische gunning 20 okt 2015

Akkoord voor uitgave:
drs. H.A.M. Prinsen

Paraaf:

Graag citeren als: Gyimesi, A., M. Dorenbosch, J.W. de Jong, M. Boonman M. Teunis & R.C. Fijn 2015. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Hollandse Kust. Kavel I en II: vogels, vleermuizen, vissen en benthos. Bureau Waardenburg Rapportnr. 16-007. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: Milieu Effect Rapportage, Passende Beoordeling, windenergie op zee, windturbines, aanvaringsslachtoffers, verstoring, habitatverlies, barrièrewerking, zeevogels, trekvogels, vleermuizen, vissen, benthos

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Pondera Consult
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.

Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

Voor de stimulering van de ontwikkeling van hernieuwbare energie op zee is op 23 juni 2015 het wetsvoorstel ‘Windenergie op Zee’ door de Eerste Kamer aangenomen. Hierin is het zogeheten ‘kavelbesluit’ geïntroduceerd, waarin wordt beschreven dat voortaan milieu effect rapportages (MER’s) en Passende Beoordelingen (PB’s) zullen worden opgesteld voor zogeheten kavels, waarbinnen vervolgens ontwikkelaars hun initiatieven verder kunnen uitwerken. Het is dus de bedoeling dat binnen deze kavels effecten op o.a. ecologie worden bepaald voor een bandbreedte van verschillende lay-outs en turbine-types.

Een van de eerste windenergiegebieden die op deze manier zal worden beoordeeld is Hollandse Kust. Bureau Waardenburg is door de combinatie van Pondera Consult en Aveco de Bondt benaderd om een bijdrage te leveren aan de onderdelen ‘Vogels’ (lokaal verblijvende zeevogels (zowel broed- als niet-broedvogels) en vogels tijdens seizoenstrek), ‘Vleermuizen’, ‘Vissen’ en ‘Benthos’ in deze procedures.

Onderhavig document is een achtergrondrapport dat door Pondera/Aveco de Bondt kan worden gebruikt bij het opstellen van het MER Hollandse Kust (zuid). Deze teksten hebben betrekking op de onderdelen vogels, vleermuizen, vissen en benthos. De bijlages ten behoeve van de Flora- en faunawet beoordeling en de Passende Beoordeling zijn niet ingevuld. Deze bijlages zijn los aan Pondera opgeleverd.

Het project is binnen Bureau Waardenburg uitgevoerd door Abel Gyimesi (modellering aanvaringsslachtoffers, rapportage), Ruben Fijn (projectleiding, rapportage), Martijn Dorenbosch (rapportage), Job de Jong (database werk en GIS berekeningen) en Martijn Boonman (rapportage). Hein Prinsen, Rob Lensink en Malenthe Teunis waren verantwoordelijk voor de kwaliteitscontrole.

Begeleiding vanuit de opdrachtgever werd verzorgd door Eric Arends en Sergej van de Bilt (Pondera Consult). Daarnaast worden Thomas Collette, Suzanne Lubbe (Rijkswaterstaat Zee en Delta) en Bert Wilbrink (ministerie van Economische Zaken) bedankt voor hun bijdragen tijdens het schrijfproces.

Inhoud

Voorwoord 3

1 Voorgenomen ingreep 7

1.1 Studiegebied 7

1.2 Ontwikkeling windenergie 8

1.3 Beoordelingskader 8

2 Huidige situatie 15

2.1 Inleiding en brongegevens 15

2.2 Vogels 22

2.5 Vleermuizen 64

2.6 Vissen 68

2.7 Benthos 70

3 Effectbeschrijving 75

3.1 Vogels - Aanvaringen 77

3.2 Vogels – Barrièrewerking 78

3.3 Vogels – Habitatverlies 81

3.4 Vogels – Indirecte effecten 86

3.5 Vleermuizen 87

3.6 Vissen 89

3.7 Benthos 96

4 Effectbepaling en beoordeling 99

4.1 Effecten op vogels tijdens aanleg en verwijdering 99

4.2 Effecten tijdens gebruiksfase – vogelslachtoffers door aanvaringen 101

4.3 Effecten tijdens gebruiksfase – lokaal verblijvende niet-broedvogels 106

4.4 Effecten tijdens gebruiksfase – kolonievogels 110

4.5 Effecten tijdens gebruiksfase – vogels tijdens seizoenstrek 115

4.6 Effecten op vleermuizen 117

4.7 Effecten op vissen 120

4.8 Effecten op benthos 122

4.9 Samenvattende effectbeoordeling 124

5 Mitigatie 129

5.1 Constructiefase 129

5.2 Operationele fase 129

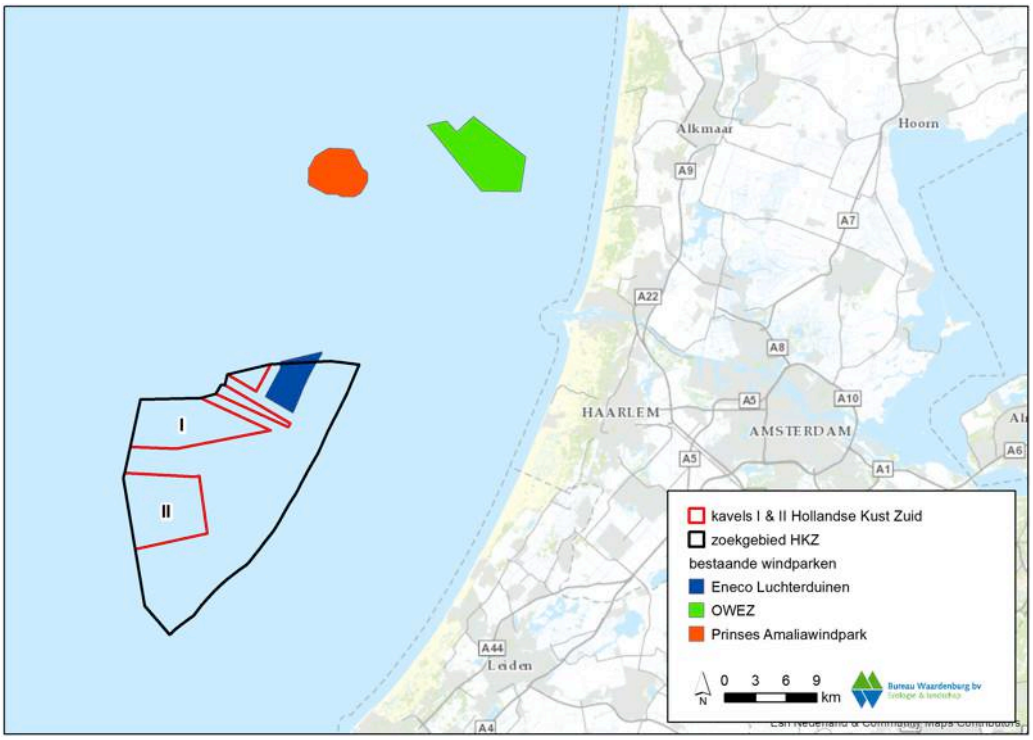
5.3 Verwijderingsfase 132

6 Cumulatieve effecten 135
6.1 Vogels 137
6.2 Vleermuizen 142
6.3 Vissen en benthos 143
7 Literatuur 145
Bijlage I: Wettelijk Kader Natuurwetgeving 163
Bijlage II: Trekroutes van vogels over de Noordzee 179
Bijlage III: Windturbines en vleermuizen 203
Bijlage IV: Het Extended Band Model 209
Bijlage V: Aanvaringen met twee-bladige turbines 215
Bijlage VI: Aanvaringen met 12 MW turbines 217

1 Voorgenomen ingreep

1.1 Studiegebied

Het aangewezen windenergiegebied 'Hollandse Kust' ligt ter hoogte van Noordwijk en Zandvoort, deels binnen de 12-mijlszone van de Nederlandse kust (figuur 1.1). Het totale gebied is 350 km^2 groot en opgedeeld in vier kavels (zie voor indeling Notitie Reikwijdte en Detailniveau (ministerie van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu 2015). Kavel I vormt de noordwestenhoek van windenergiegebied Hollandse Kust A (zuid) (figuur 1.1) en is 57 km^2 groot. De langste afstand van dit kavel naar de Nederlandse kust is ca. 35 km (westpunt) en de kortste is 22 km (oostpunt). Kavel II ligt in het midden, aan de westkant van windenergiegebied 'Hollandse Kust' (zuid) (figuur 1.1) en is 48 km^2 groot. Het meest oostelijke punt van dit kavel ligt op 23 km en het meest westelijke op 33 km uit de kust. De kavels liggen ca. 150 km van de kust van Oost-Engeland.



Figuur 1.1 Locatie van Kavel I en II in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) in de zuidelijk Noordzee met aangegeven de locaties van bestaande windparken. Voor het windenergiegebied Hollandse Kust is nog niet het hele gebied aangewezen waar windparken kunnen komen. De procedure om extra stroken aan te wijzen in dit windenergiegebied loopt enkele maanden achter de procedure voor de kavelbesluiten in de gebieden die al wél zijn aangewezen.

In de nabijheid van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) liggen de windparken OWEZ (108 MW 36 turbines), Prinses Amalia (120 MW 60 turbines) en het in september 2015 operationeel geworden Luchterduinen (129 MW 43 turbines).

Daarnaast liggen op grotere afstand de Engelse parken Greater Gabbard, Thanet, Londen Array I en nog enkele vergunde initiatieven, evenals de in ontwikkeling zijnde kavels in windenergiegebied Borssele.

1.2 Ontwikkeling windenergie

Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (fig. 1.1) is opgedeeld in vier kavels waarbinnen windparken ontwikkeld kunnen worden tot een maximale capaciteit van 380 MW per kavel. Ontwikkelaars kunnen in een later stadium bepalen welke turbines gebouwd gaan worden en in welke configuratie. Om op voorhand (zonder concrete configuraties) tot een goede inschatting te komen van de effecten van mogelijke initiatieven binnen de kavels worden de effecten op ecologie bepaald voor een bandbreedte tussen een minimale en een maximale variant van lay-outs en turbinetypes. Een windpark gevuld met 6 MW windturbines met een minimale rotordiameter wordt hierbij als de variant met het maximum aantal turbines (maximum variant) beschouwd en een windpark gevuld met 10 MW turbines met een maximale rotordiameter als de variant met het minimum aantal turbines (minimum variant; tabel 1.1). De specificaties van de twee varianten zijn afgesproken tijdens verschillende werksessies van experts van het projectteam van Bureau Waardenburg, Pondera Consult en Rijkswaterstaat Zee en Delta, voorafgaand aan het opstellen van onderhavig rapport en vastgelegd in de NRD. Volgens recent onderzoek in het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) (Rijkswaterstaat 2015) zijn de kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en de zilvermeeuw de meest kritische soorten bij windparkontwikkelingen op zee. Voor deze soorten kan de variant met 6 MW turbines met een minimale rotordiameter als een worst-case benadering van effecten beschouwd worden en de 10 MW met maximale rotordiameter als ‘best case’.

Tabel 1.1 Parameters aangenomen voor de verschillende alternatieven.

Alternatief	Turbine vermogen (MW)	Aantal turbines	Indicatief aantal MW	Turbine tiplaagte (m)	Ashoogte (m)	Rotordiameter (m)	Opp. Kavel I (km^2)	Opp. Kavel II (km^2)
1	6	63	380	25	96	142	57	48
2	10	38	380	30	140,5	221	57	48

1.3 Beoordelingskader

De beoordeling van effecten is erop gericht om op een gestructureerde manier inzicht te geven in de effecten van de installatie, het gebruik en het verwijderen van windparken volgens de voorgestelde configuraties (exclusief kabeltracé’s) in Kavel I en II. De uitgangspunten voor het beoordelingskader zijn:

- goede aansluiting bij nationaal en internationaal natuurbeleid;
- goede aansluiting bij nationale en internationale wet- en regelgeving;

- eenduidige en herkenbare eenheden, waar mogelijk gekwantificeerd;
- heldere plaatsing van de effecten van voorgenomen park in cumulatie met effecten van andere parken en ontwikkelingen.

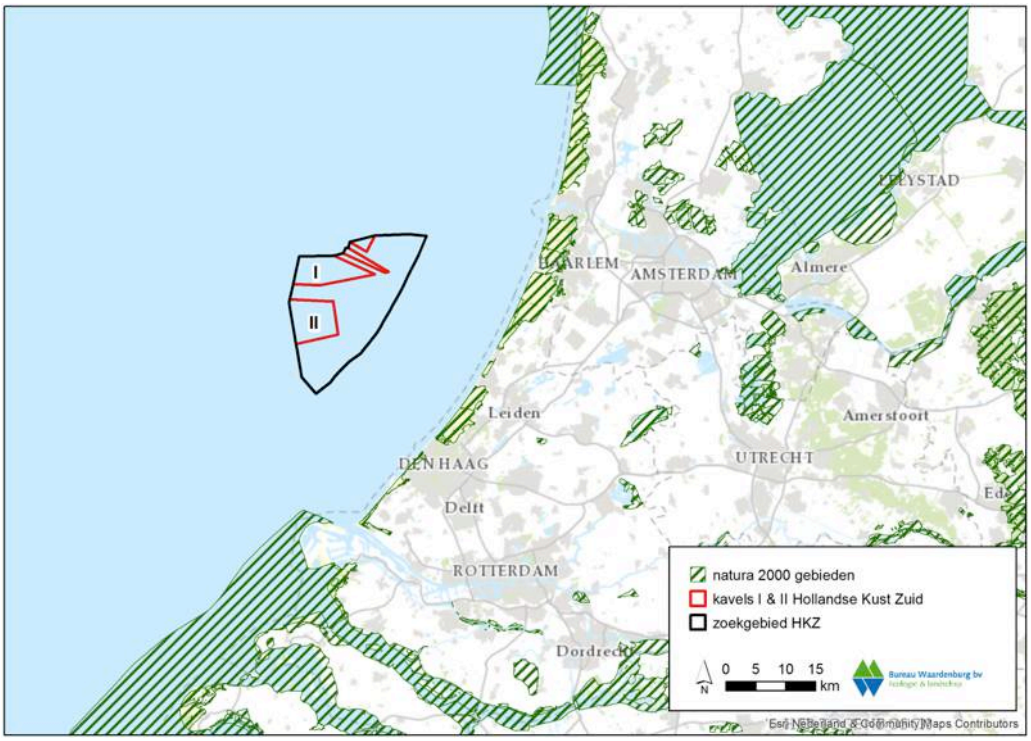
1.3.1 Wet- en regelgeving ten aanzien van natuur en milieu

In de Wet windenergie op zee (Wwoz) wordt het zogeheten kavelbesluit geïntroduceerd om de uitrol van het zogeheten Energie-akkoord vorm te kunnen geven. Hierin worden ook de wettelijke kaders met betrekking tot natuur geschetst die moeten worden getoetst binnen een dergelijk kavelbesluit. De basis van deze kaders met betrekking tot natuur vormen de Europese habitat- en vogelrichtlijn en daarmee aangepaste delen van de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet.

De belangrijkste Europese regelgeving ten aanzien van de bescherming van natuurwaarden is gebaseerd op de EU-Habitatrichtlijn ('*Habitat Directive*' (92/43/EEC)), de Vogelrichtlijn ('*Birds Directive*' (1009/147/EC)) en de Ramsar Convention. De gebiedsbescherming uit de EU-Habitatrichtlijn en Vogelrichtlijn zijn in Nederland geïmplementeerd in de **Natuurbeschermingswet 1998 (NB-wet)** en vormen daarbij de basis voor het Natura 2000-netwerk van beschermde gebieden en soorten. De 'Ramsar Convention' is een verdrag voor de bescherming van internationaal belangrijke wetlands en daaraan gelieerde vogelsoorten. Hieronder valt de bescherming van lange afstand trekvogels die in aanraking komen met windturbines langs de trekroutes. Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt buiten de begrenzing van gebieden die deel uitmaken van Natura 2000-gebieden. De dichtstbijzijnde Natura 2000-gebieden liggen op de kust van Zuid-Holland en Noord-Holland, bijvoorbeeld Kennmerland-Zuid en Coepelduynen, op circa 30 km afstand. Het dichtstbijzijnde mariene Natura 2000-gebied is de Voordelta, op circa 40 km afstand (fig. 1.2). Diverse andere mariene Natura 2000-gebieden liggen op grotere afstand in de Nederlandse Noordzee. Door de grote actieradius van (zee)vogels kunnen diverse soorten uit nabij of verder gelegen terrestrische Natura 2000-gebieden het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bereiken om te foerageren. Daarnaast kan ook menig trekvogel waarvoor in één of meer Natura 2000-gebieden instandhoudingsdoelen gelden, door de ligging van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de route van vele soorten, tijdelijk gebruik maken van het plangebied, of het plangebied doorkruisen tijdens de seizoenstrek. Hierdoor kan er sprake zijn van 'externe werking (zie Bijlage I), omdat deze vogelsoorten effecten kunnen ondervinden van het voorgenomen windpark. Deze effecten worden in onderhavig rapport beoordeeld.

In Europees verband wordt de soortbescherming van vogels gedefinieerd in de Vogelrichtlijn op basis van status en gevoeligheid van individuele soorten. In Nederland is de soortbescherming uit de EU-Habitatrichtlijn en Vogelrichtlijn van individuele in Nederland voorkomende dier- en plantensoorten geïmplementeerd in de **Flora- en faunawet (Ff-wet)**, en dus ook van de soorten die voorkomen in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). De Ff-wet is op land van kracht, maar sinds 1 januari 2014 ook van kracht op het gehele Nederlands Continentaal Plat (NCP). In

dit MER wordt onderzocht of er door de aanleg en/of exploitatie van het windpark sprake is van mogelijke overtreding van verbodsbepalingen uit de Ff-wet en daarmee die uit de Wet windenergie op zee (Wwoz).



Figuur 1.2 Locatie Kavel I en II in de zuidelijk Noordzee met aangegeven de ligging van Natura 2000-gebieden in de omgeving.

Naast deze bescherming is in Nederland de **Ecologische Hoofd Structuur (EHS, nieuwe naam Natuur Netwerk Nederland (NNN))** ontwikkeld, een samenhangend netwerk van bestaande en toekomstige natuurgebieden in Nederland bestaande uit kerngebieden, natuurontwikkelingsgebieden en verbindingszones. De gehele Noordzee, en dus ook het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), maakt onderdeel uit van de EHS/NNN. De kern van de bescherming van het NNN is dat de kernwaarden van het gebied niet mogen worden aangetast door een ingreep zoals beschreven in de Nota Ruimte (2005). Echter in de Structuurvisie Wind op Zee (vervolg op de Nota Ruimte) is de doelstelling opgenomen voor windparken op de Noordzee in de Nederlandse exclusieve economische zone (EEZ). Realisatie van deze windparken geschiedt om dwingende redenen van groot openbaar belang. Hiermee wordt aangegeven dat windparken op zee in NNN gebied Noordzee toegestaan worden. Daarnaast is het basisprincipe van het NNN dat een ononderbroken netwerk van natuurgebieden op land en water wordt gecreëerd dat aansluit aan het Europees netwerk. De aanleg van een windpark zal geen belemmering vormen voor dit doel. Als gevolg van beide redenen zal de NNN dan ook niet verder beschouwd worden in onderhavig rapport.

De Europese Marine Strategy Framework Directive (2008/56/EC) wordt in Nederland geïmplementeerd via de **Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM).** De KRM verplicht de lidstaten te bepalen wat in hun mariene wateren een goede milieutoestand is en de nodige maatregelen te treffen om deze per 2020 te bereiken en/of te behouden. Hiervoor is een lijst gemaakt van “quality descriptors” waaraan moet worden voldaan (tabel 1.2).

Table 1.2 De 11 “qualitative descriptors” uit de KRM zoals geformuleerd in Europees verband.

No.	Qualitative descriptors
1	Biological diversity is maintained
2	Non-indigenous species introduced by human activities are at levels that do not adversely alter the ecosystem
3	Populations of all commercially exploited fish and shellfish are within safe biological limits, exhibiting features of a healthy stock
4	All elements of the marine food webs occur at normal abundance and diversity
5	Human-induced eutrophication is minimized
6	Sea-floor integrity is at a level that safeguards a healthy (benthic) ecosystem
7	Permanent alteration of hydrographical conditions does not adversely affect marine ecosystems
8	Concentrations of contaminants are at levels not giving rise to pollution effects
9	Contaminants in fish and other seafood do not exceed standards for human consumption
10	Properties and quantities of marine litter do not cause harm to the coastal and marine environment
11	Introduction of energy, including underwater noise, is at levels that do not adversely affect the marine environment

Momenteel is er nog geen wetgeving binnen deze kaders. Door de Rijksoverheid wordt met name met betrekking tot het kwaliteitselement zeebodem-integriteit gezocht naar een protocol om menselijke ingrepen te boordelen aan deze richtlijn. Het is nog niet bekend in hoeverre bepaalde indicatorsoorten meegenomen worden bij het beoordelen van menselijke ingrepen op de doelstellingen van KRM zeebodem-integriteit. Vogels en vleermuizen worden in dit kader ook nog niet specifiek benoemd, maar alleen generiek dat de doelen voor de KRM overeenkomen met de NB-wet doelen. Wel is het zo dat een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geen afbreuk zal mogen doen aan de eisen die worden gesteld in de 11 qualitative descriptors. Een verdere kwantitatieve uitwerking van de KRM doelen komt dan ook tot uiting in de beoordeling ten op zichte van de landelijke NB-wet doelen en daarom wordt de KRM ook niet los beschouwd in onderhavig rapport.

Nederland heeft sinds 1998 ook het **OSPAR verdrag** (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic) geratificeerd. Het OSPAR-verdrag heeft als doel door internationale samenwerking het mariene milieu in de noordoostelijke Atlantische Oceaan (inclusief de Noordzee) te beschermen. De kern hiervan is dat het zeegebied beschermd dient te worden tegen de nadelige effecten van menselijk activiteiten teneinde de gezondheid van de mens te beschermen en het mariene ecosysteem in stand te houden en waar mogelijk aangetaste gebieden te herstellen. Bij de beoordeling van activiteiten wordt het voorzorgsbeginsel toegepast.

In de Nederlandse wetgeving wordt dit verdrag ten uitvoering gebracht via diverse wetten, waaronder de Ff-wet en daarom wordt het OSPAR-verdrag ook niet los beschouwd in onderhavig rapport.
Voor meer achtergrond informatie ten aanzien van het toegepaste wettelijk kader in onderhavig rapport wordt verwezen naar Bijlage I.

1.3.2 Beoordelingsnormering

Behalve dat windparken effecten op vogels sorteren in de gebruiksfase, kunnen ook tijdens de aanleg en verwijdering van turbines effecten optreden. In onderhavig rapport worden de effecten van diverse windparkalternatieven in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) behandeld tijdens deze drie verschillende stadia. Uit hoofdstuk 2 blijkt dat er drie verschillende 'groepen' vogels zijn waarvoor verschillende effecten kunnen optreden. Ook deze groepen worden apart behandeld en omvatten:

- niet-broedende lokale zeevogels;
- broedende (kolonie)vogels;
- vogels op seizoenstrek.

Waar een kwantitatieve beoordeling van effecten mogelijk is (bv. aantallen aanvaringsslachtoffers ten opzichte van een 'populatie') worden twee verschillende criteria aangehouden:

1% ORNIS criterium
Volgens dit criterium, opgesteld door het ORNIS-comité, mag, bij gebrek aan overlegging van enig wetenschappelijk tegenbewijs, iedere additionele sterfte van minder dan één procent van de jaarlijkse natuurlijke sterfte aan de betrokken populatie (gemiddelde waarde) als niet significant worden beschouwd. Het Hof van Justitie gebruikt dit criterium als maatstaf om te beoordelen of sprake kan zijn van significantie (o.a. zaak C 79/03 (Commissie/Spanje)).

Belangrijk hierbij is zich te realiseren dat op het moment dat er een betere methode is om de effecten te toetsen deze, ook vanuit het juridische perspectief, dient te worden gebruikt.

In de praktijk kan dit criterium, bij voldoende gegevens over de omvang van de natuurlijke jaarlijkse sterfte, worden gebruikt om te bepalen of significante effecten uitgesloten worden. Blijven soorten onder deze grens, dan worden ze niet verder in beschouwing genomen. Overschrijden ze de 1%-norm, dan kan er eventueel wel sprake zijn van een significant effect en zal er in meer detail moeten worden gekeken naar mogelijke populatie-effecten.

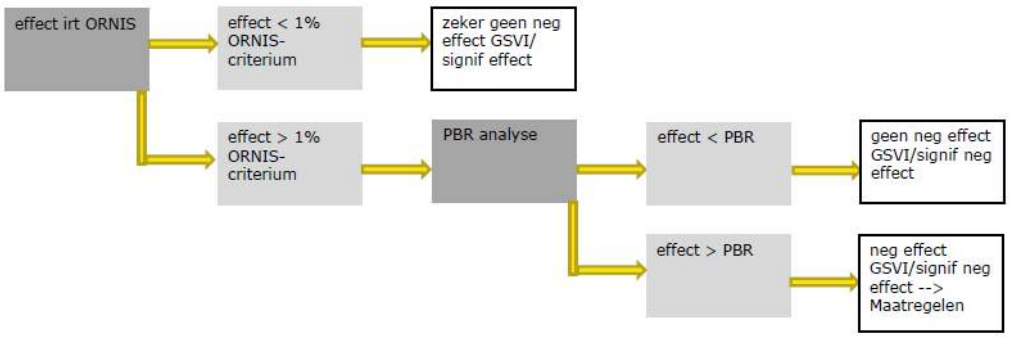
De 1% norm wordt in dit achtergronddocument met name gehanteerd om de effecten op broedkolonies (in het kader van Natura 2000-gebieden) te beoordelen. Temeer omdat een PBR van een individuele kolonie moeilijk te bepalen is (zie volgende onderdeel).

Potential Biological Removal criterium

De PBR methode maakt gebruik van wetenschappelijke achtergrondinformatie over de populaties van de relevante soorten. Het is daarmee een algemeen toepasbare methode, die toch voldoende zekerheid voor het behouden van actuele populatieniveaus weet te combineren met meer gebruiksruimte voor initiatieven. Voor de soorten waarvoor voldoende informatie over populatieparameters bekend is, heeft het gebruik van de PBR als grenswaarde ook juridisch gezien de voorkeur boven het gebruik van het ORNIS-criterium, dat gebruikt wordt indien wetenschappelijk onderbouwing van een grenswaarde ontbreekt.

De redeneerlijn die door de overheid wordt aangehouden in het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat 2015) is dat indien (cumulatieve) effecten onder de PBR blijven, significant negatieve effecten zijn uit te sluiten en er geen nadelige gevolgen zijn voor de gunstige staat van instandhouding.

In figuur 1.3 wordt voor de beoordeling van effecten op populaties een 'stroomschema' doorlopen:



Figuur 1.3 Stroomschema effectbeoordeling Wind op Zee.

De PBR-norm wordt in dit achtergronddocument gehanteerd om de effecten op biogeografische populaties (in dit geval die van de zuidelijke Noordzee of van de Nederlandse Noordzee) te beoordelen.

Om de effecten van de verschillende alternatieven per aspect te kunnen vergelijken, worden deze op basis van een + / - score beoordeeld. Hiervoor wordt de beoordelingsschaal uit tabel 1.3 gehanteerd.

Tabel 1.3 Scoringstabel voor effecten.

score	effect	gevolgen
++	sterk positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (Ff-wet) of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden (NB-wet)
+	positief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare positieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (Ff-wet) of negatieve effecten (mogelijk wel positieve) op doelen van beschermde gebieden (NB-wet).
0	neutraal effect	Voorgenomen ingreep onderscheidt zich niet wezenlijk van de referentiesituatie. Geen overtreding van verbodsbepalingen (Ff-wet) of effecten op doelen van beschermde gebieden (Nb-wet).
-	negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Overtreding van verbodsbepalingen (Ff-wet) en effecten op doelen van beschermde gebieden (Nb-wet) zijn mogelijk.
--	sterk negatief effect	Voorgenomen ingreep leidt tot een sterk merkbare negatieve verandering ten opzichte van referentiesituatie. Overtreding van verbodsbepalingen (Ff-wet) en effecten op doelen van beschermde gebieden (Nb-wet) zijn waarschijnlijk.

Indien de effecten marginaal zijn, wordt dit in de voorkomende gevallen aangeduid met 0/+ (marginaal positief) of 0/- (marginaal negatief).

2 Huidige situatie

2.1 Inleiding en brongegevens

Op de Noordzee komen tientallen soorten zeevogels voor die de zee het hele jaar door als hun leefgebied hebben en die ter plaatse foerageren, rusten, ruien en slapen. Velen daarvan zijn te vinden in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee ter hoogte van Nederland (b.v. Baptist & Wolf 1993, Camphuysen & Leopold 1994, Arts 2013). Een complete lijst van voorkomende (zee)vogelsoorten in de Noordzee wordt gegeven in tabel 2.1.

Op volle zee zijn slechts weinig vogels werkelijk stationair aanwezig op een bepaalde locatie. Eerder gaat het voorkomen van zeevogels op volle zee gepaard met allerlei grootschalige en kleinschalige bewegingen, die in relatie kunnen staan met het getij, het al dan niet plotseling optreden van een goede mogelijkheid om te foerageren, de tijd van de dag, en de tijd van het jaar (seizoenstrek). Daarnaast heeft het gebied ook niet dezelfde functie voor alle vogels. Kleine mantelmeeuwen die broeden in de Nederlandse kustkolonies gebruiken de Noordzee om voedsel te zoeken voor hun jongen (zie §2.3). Dit in tegenstelling tot kleine mantelmeeuwen van elders die uitsluitend door de Nederlandse Noordzee heen trekken op weg tussen hun broedgebied en de zuidelijker gelegen overwinteringsgebieden (zie §2.4). Daarnaast zijn er ook soorten die het NCP gebruiken om te overwinteren, zoals zeekoeten en roodkeelduikers (zie §2.2). Indien delen van dit gebied veranderen, bijvoorbeeld door de aanleg van een windpark op zee, zal dit gevolgen hebben voor het gebruik van dit deel van hun leefgebied.

Om te begrijpen hoe een toekomstig windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zou kunnen ingrijpen op vogelwaarden, is het nodig om te weten welke soorten vogels er gedurende de verschillende seizoenen voorkomen, in welke dichtheden en hoe ze het gebied gebruiken. Om hier een overzicht van te geven zijn in §2.2 – 2.4 soort(groep)beschrijvingen opgesteld voor alle vastgestelde soorten in het windenergiegebied.

In de volgende deelparagrafen worden beschrijvingen gegeven van vogelsoorten, uit verschillende ‘vogelgroepen’ (niet-broedvogels, broedvogels, trekvogels) waarvan bekend is dat zij op of nabij het studiegebied foerageren, rusten of om andere redenen verblijven. Met **‘niet-broedvogels’** worden met name pleisterende niet-broedvogels bedoeld die in het studiegebied verblijven, met name in de herfst en winter. Broedende vogels komen in het studiegebied niet voor, echter er zijn **broedvogels** uit Noord- en Zuid-Holland die het plangebied tijdens hun foerageertochten kunnen bereiken. Onder de **‘trekvogels’** in het studiegebied vallen zeevogels, bijvoorbeeld soorten uit kolonies in Noord-Europa die via de Noordzee naar West-Afrika trekken om daar te overwinteren. De grootste aantallen trekvogels boven de Noordzee zijn echter landvogels (vooral zangvogels), die vanuit Noord-Europese broedgebieden, doorgaans op grote hoogten (enkele honderden meters), via het luchtruim boven de

*Tabel 2.1 Complete lijst van relevante (zee)vogelsoorten in de Noordzee waar het plangebied is gelegen. Met een * worden de soorten aangegeven die onder de EU Vogelrichtlijn Annex 1 vallen (BirdLife International website) én die op het NCP voorkomen (Camphuysen & van Dijk 1983, Platteeuw et al. 1994, van den Berg & Bosman 2001, Bijlsma et al. 2001). In de laatste kolom wordt een indicatie van de talrijkheid op het NCP gegeven, naar van den Berg & Bosman (2001) en Bijlsma et al. (2001). br: broedvogel in Nederland; n-br: niet-broedvogel; migr: trekvogel.*

	Soort	Wetenschappelijke naam	Status op het NCP
*	roodkeelduiker	*Gavia stellata*	Algemeen in kustzone (n-br)
*	parelduiker	*Gavia arctica*	Vrij schaars (n-br)
*	ijsduiker	*Gavia immer*	Schaarse gast (n-br)
*	geelsnavelduiker	*Gavia adamsii*	zeldzaam (n-br)
	geoorde fuut	*Podiceps nigricollis*	Schaars in kustzone (n-br)
*	kuifduiker	*Podiceps auritus*	Vrij schaars in kustzone (n-br)
	dodaars	*Tachybaptus ruficollis*	Schaarse doortrekker in kustzone (n-br)
	fuut	*Podiceps cristatus*	Talrijk in kustzone (n-br)
	roodhalsfuut	*Podiceps grisegena*	Schaars in kustzone (n-br)
	noordse stormvogel	*Fulmarus glacialis*	Talrijk op open zee (n-br)
*	kuhls pijlstormvogel	*Calonectris diomedea/borealis*	Zeldzame doortrekker (migr)
	grote pijlstormvogel	*Puffinus gravis*	Dwaalgast
*	gon-gon/freira	*Pterodroma madeira/feae*	Dwaalgast
*	bulwers stormvogel	*Bulweria bulwerii*	Dwaalgast
	noordse pijlstormvogel	*Puffinus puffinus*	Schaarse doortrekker (migr)
	grauwe pijlstormvogel	*Puffinus griseus*	Schaarse doortrekker (migr)
*	vale pijlstormvogel	*Puffinus mauretanicus*	Vrij schaarse doortrekker (migr)
*	kleine pijlstormvogel	*Puffinus assimilis*	Dwaalgast
*	bont stormvogeltje	*Pelagodroma marina*	Dwaalgast
*	stormvogeltje	*Hydrobates pelagicus*	Vrij schaarse doortrekker (migr)
*	vaal stormvogeltje	*Oceanodroma leucorhoa*	Vrij schaarse doortrekker (migr)
	jan-van-gent	*Morus bassanus*	Talrijk op open zee (n-br & migr)
	aalscholver	*Phalacrocorax carbo*	Talrijk in kustzone (br & n-br)
	kuifaalscholver	*Phalacrocorax aristoteles*	Schaarse wintergast (n-br)
	eider	*Somateria mollisima*	Talrijk, vooral in kustzone (br & n-br)
	koningseider	*Somateria spectabilis*	Dwaalgast
*	stellers eidereend	*Polysticta stelleri*	Dwaalgast
	zwarte zee-eend	*Melanitta nigra*	Talrijk. vooral in kustzone (n-br & migr)
	grote zee-eend	*Melanitta fusca*	Talrijk, vooral in kustzone (n-br & migr)
	bril zee-eend	*Melanitta perspicillata*	Dwaalgast
	ijseend	*Clangula hyemalis*	Schaarse wintergast in kustzone (n-br)
	harlekijneend	*Histrionicus histrionicus*	Dwaalgast
	brilduiker	*Bucephala clangula*	Talrijk in kustzone (n-br)
	middelste zaagbek	*Mergus serrator*	Talrijk in kustzone (n-br)
	rosse franjepoot	*Phalaropus fulicarius*	Schaarse doortrekker (migr)
*	grauwe franjepoot	*Phalaropus lobatus*	Schaarse doortrekker (migr)
	grote jager	*Stercorarius skua*	Vrij schaarse gast (n-br & migr)
	middelste jager	*Stercorarius pomarinus*	Schaarse doortrekker (migr)
	kleine jager	*Stercorarius parasiticus*	Algemene doortrekker (migr)

Vervolg tabel 2.1

	kleinste jager	*Stercorarius longicauda*	Schaarse doortrekker (migr)
	kokmeeuw	*Larus ridibundus*	Talrijk in kustzone (br & n-br)
	stormmeeuw	*Larus canus*	Talrijk (br & n-br)
*	zwartkopmeeuw	*Larus melanocephalus*	Schaars in kustzone (br & n-br)
	zilvermeeuw	*Larus argentatus*	Talrijk (br & n-br)
*	audouins meeuw	*Larus audouinii*	Dwaalgast
	pontische meeuw	*Larus cachinnans*	Zeer schaarse gast (n-br)
	geelpootmeeuw	*Larus michahellis*	Zeer schaarse gast (n-br)
	kleine mantelmeeuw	*Larus fuscus graellsii*	Talrijk (br & migr)
*	baltische kleine mantelmeeuw	*Larus fuscus fuscus*	Mogelijk schaarse doortrekker (migr)
	grote mantelmeeuw	*Larus marinus*	Talrijk (br & n-br)
*	dwergmeeuw	*Larus minutus*	Talrijk, vooral in kustzone (migr)
	drieteenmeeuw	*Rissa tridactyla*	Talrijk (n-br)
	vorkstaartmeeuw	*Larus sabini*	Schaarse doortrekker (migr)
	grote burgemeester	*Larus hyperboreus*	Schaarse wintergast (n-br)
	kleine burgemeester	*Larus glaucoides*	Zeldzaam (n-br)
*	lachstern	*Gelochelidon nilotica*	Schaarse doortrekker (migr)
*	reuzenstern	*Hydroprogne caspia*	Schaarse doortrekker (migr)
*	grote stern	*Thallaseus sandvicensis*	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
*	dougalls stern	*Sterna dougallii*	Schaarse doortrekker (migr)
*	visdief	*Sterna hirundo*	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
*	noordse stern	*Sterna paradisaea*	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
*	dwergstern	*Sterna albifrons*	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
*	zwarte stern	*Chlidonias niger*	Talrijk, vooral in kustzone (br, migr)
	kleine alk	*Alle alle*	Schaarse wintergast (n-br)
	papegaaiduiker	*Fratercula arctica*	Zeer schaarse wintergast (n-br)
	zwarte zeekoet	*Cepphus grylle*	Zeer schaarse wintergast (n-br)
	zeekoet	*Uria aalge*	Talrijk (n-br)
	kortbekzeekoet	*Uria lomvia*	Dwaalgast (n-br)
	alk	*Alca torda*	Talrijk (n-br)

Soorten die slechts in zeer geringe aantallen of als dwaalgast op het NCP voorkomen, of soorten die eigenlijk zoetwatervogels zijn, waarvan enkelingen ook wel eens op zee worden gezien (zoals bijvoorbeeld het nonnetje (*Mergellus albellus*)) worden verder gezien als niet relevant voor deze studie. De meeste "schaarse doortrekkers" worden alleen dicht onder de kust gezien, waar stuwing langs het land optreedt van deze trekvogels en waar bovendien relatief intensief wordt waargenomen.

Noordzee doortrekken naar meer zuidelijk gelegen overwinteringsgebieden. Het kan dus voorkomen dat een soort in meerdere (zelfs alle drie) de groepen voorkomt.

Voor een kwantitatieve inschatting van effecten is gebruik gemaakt van de meest recente beschikbare telgegevens van zeevogels op het Nederlandse deel van de Noordzee inclusief windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), zoals die ook gebruikt zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat 2015) en aanvullende studies (referenties).

In het kader van het MWTL-programma (Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands) wordt de Nederlandse Noordzee vanaf 1991 jaarlijks meerdere keren geteld (b.v. Arts 2013). Daarnaast zijn diverse Europese tellingen samengebracht in de European Seabirds At Sea (ESAS) Database (Tasker *et al.* 1984, Reid & Camphuysen 1998). De MWTL tellingen worden uitgevoerd vanuit een vliegtuig, terwijl de ESAS data merendeel gebaseerd is op scheepstellingen langs vaste transecten. Voor de precieze ligging van deze transecten wordt verwezen naar Leopold *et al.* (2015). Op basis van deze monitoringsprogramma's zijn tweemaandelijkse geïnterpoleerde dichtheden bepaald voor een aantal soorten door Imares Wageningen UR (zie tabel 2.5a en b). Deze gegevens zijn in het Kader Ecologie en Cumulatie project door Rijkswaterstaat (2015) en aanvullende opdrachten (Leopold *et al.* 2015, Van der Wal *et al.* 2015) gebruikt om de effecten van bestaande en toekomstige windparken in de zuidelijke Noordzee te berekenen.

Tijdens voorgenoemde tellingen van zeevogels in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn in totaal 18 soorten vastgesteld (tabel 2.2), 1 soortgroep (duikers) en 1 samengestelde soortgroep (visdief/noordse stern). Van deze soorten zijn eiders en duikers uitsluitend in het gebied van Kavel II waargenomen. Ter vergelijking, in windenergiegebied Borssele zijn tijdens dezelfde tellingen 29 soorten en 1 soortgroep vastgesteld (Fijn *et al.* 2015), 11 soorten meer dan in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Soorten als fuut, noordse pijlstormvogel, stormvogeltje, vaal stormvogeltje, kuifaalscholver, zwarte zee-eend, grote zee-eend, kleine jager, dwergstern en papegaaiduiker, die in windenergiegebied Borssele waargenomen zijn, ontbreken in de tellingen kavels I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Op basis van historische gegevens is echter wel te verwachten dat deze soorten (incidenteel) in de kavels I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) aanwezig zijn (Camphuysen & van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994, van den Berg & Bosman 2001, Bijlsma *et al.* 2001). Verder zijn de dichtheden van de meeste soorten lager in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) dan in Borssele (zie §2.2.1).

Tabel 2.2 Vastgestelde soorten tijdens MWTL vliegtuigtellingen en ESAS scheepstellingen in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

duikers	dwergmeeuw	grote stern
noordse stormvogel	kokmeeuw	*visdief/noordse stern*
grauwe pijlstormvogel	stormmeeuw	zeekoet
jan-van-gent	kleine mantelmeeuw	alk
aalscholver	zilvermeeuw	kleine alk
eider	grote mantelmeeuw	
grote jager	drieteenmeeuw	

Op basis van de MWTL en ESAS tellingen zijn dichtheden bepaald voor het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In de huidige studie zijn alle dichtheden explicitiet voor de kavels berekend zoals die zijn weergegeven in figuur 1.1 en voor Kavel III en IV van Hollandse Kust (zuid) zoals ze op dit moment bekend zijn (zie

figuur 2.1). Voor het windenergiegebied Hollandse Kust is nog niet het hele gebied aangewezen waar windparken kunnen komen. De procedure om extra stroken aan te wijzen in dit windenergiegebied loopt enkele maanden achter de procedure voor de kavelbesluiten in de gebieden die al wél zijn aangewezen.Deze dichtheden zijn gebruikt om de aantallen aanvaringsslachtoffers te berekenen met het Band-model (Band 2012). Dit is momenteel het meest gebruikte model voor berekeningen van aanvaringslachtoffers bij windparken op zee (Masden & Cook 2016). Voor dit model zijn dichtheden van grote mantelmeeuwen, kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen conform de 2de iteratie van de KEC studie gebruikt. Dat wil zeggen op basis van MWTL data van grote meeuwsoorten, gecorrigeerd voor grote dichtheden achter viskotters (Van der Wal *et al.* 2015). Voor jan-van-gent, drieteenmeeuw en stormmeeuw zijn dichtheden gebruikt conform de 1ste iteratie van de KEC studie. Dat wil zeggen op basis van MWTL en ESAS data gecorrigeerd voor grote dichtheden achter viskotters (Leopold *et al.* 2015). Voor alle andere soorten zijn ongecorrigeerde MWTL/ESAS gegevens gebruikt (cf. Rijkswaterstaat 2015). Normaliter wordt er voor slachtofferberekeningen gekozen om uitsluitend de vliegende vogels te gebruiken, echter door een aantal afspraken binnen de ESAS methodologie worden tijdens deze telmethode de aantallen vliegende vogels onderschat. Daarom is er voor gekozen om uit te gaan van de totale dichtheid (zittende en vliegende) vogels per vierkante kilometer en deze te vermenigvuldigen met een correctiefactor. Deze factor is de fractie van het totale tijdsbudget waarvan de vogel in de lucht is zoals werd bepaald door Bradbury *et al.* (2013). Deze benadering is in lijn met de methodiek zoals gehanteerd door Rijkswaterstaat (2015). De totale aantallen aanvaringsslachtoffers zijn berekend voor soortspecifieke waarden voor macro-avoidance (uitwijking). Deze uitwijkings-getallen komen uit de review van Maclean *et al.* (2009) en ook deze methodologie is conform Rijkswaterstaat (2015).

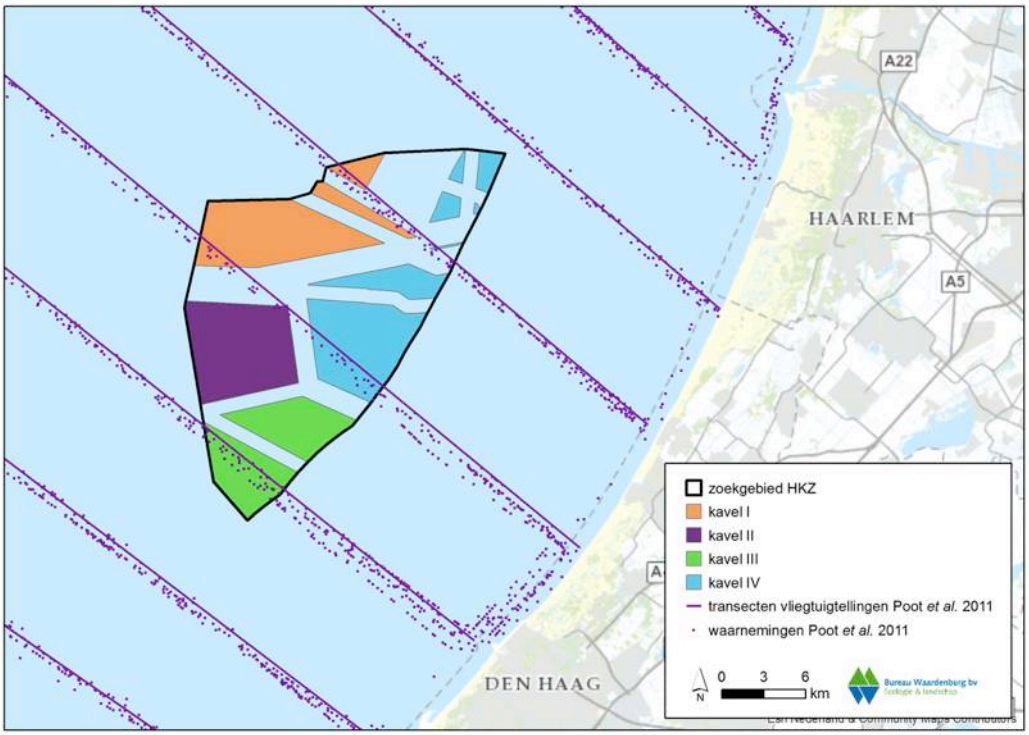
De tweede bron die in dit MER wordt gebruikt, zijn negen vliegtuigtellingen op zee die in 2010-2011 zijn uitgevoerd en ook het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) doorkruisten (Poot *et al.* 2011). Op basis van deze tellingen konden dichtheden van vogelsoorten worden bepaald voor het totale studiegebied. Daarnaast leverden deze tellingen populatieschattingen op van diverse soorten zeevogels op de Nederlandse Noordzee (Poot *et al.* 2013a). Voor de exacte ligging van de transecten tijdens deze tellingen wordt verwezen naar figuur 2.1. Tijdens deze vliegtuigtellingen in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) werden in totaal 12 soorten vastgesteld en 1 soortgroep (duikers; tabel 2.3). Op basis van deze tellingen zijn geïnterpoleerde dichtheden bepaald voor een aantal soorten (Poot *et al.* 2011), echter door de geringe spreiding in ruimte en tijd, en de lage aantallen is het niet mogelijk om realistische dichtheden voor alle soorten te bepalen. De waarden die wel zijn berekend, zijn in §2.2 – 2.4 per soort(groep) gepresenteerd.

De dichtheden gevonden tijdens scheepstellingen en vliegtuigtellingen verschillen van elkaar. Dit komt voornamelijk voort uit methodologische verschillen die leiden tot verschillen in detectie. Voorbeelden hiervan zijn dat sommige soorten al op grote afstand opvliegen voor een onderzoeksschip en daardoor gemist worden tijdens

boottellingen, terwijl dat bij een vliegtuigtelling minder makkelijk gebeurt door de hoge snelheid van het onderzoeksplatform. Daarentegen worden duikende vogels vaak eerder gemist vanuit een vliegtuig dan vanaf een boot, omdat deze al weer boven komen alvorens een boot voorbij gevaren is, terwijl door de hoge snelheid van het vliegtuig de waarnemer allang gepasseerd is. En ook voor vliegende vogels is de detectie vanuit het vliegtuig vaak beter, doordat vogels op grotere hoogte makkelijker gemist worden vanaf een schip, en doordat vliegende vogels vaak te laat worden opgepikt waardoor ze al snel het predikaat 'scheeps-geassocieerd' meekrijgen en daardoor niet meetellen in de dichtheidsbepalingen.

Tabel 2.3 Vastgestelde soorten tijdens vliegtuigtellingen in 2010/2011 in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Poot et al. 2011).

roodkeelduiker	stormmeeuw	grote stern
duikers	kleine mantelmeeuw	alk
jan-van-gent	grote mantelmeeuw	zeekoet
dwergmeeuw	zilvermeeuw	
kokmeeuw	drieteenmeeuw	



Figuur 2.1 Ligging van transecten van vliegtuigtellingen (paarse lijnen) waarop vogeltellingen zijn gedaan in 2010 en 2011 in en om windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Poot et al. 2011). Voor het windenergiegebied Hollandse Kust is nog niet het hele gebied aangewezen waar windparken kunnen komen. De procedure om extra stroken aan te wijzen in dit windenergiegebied loopt enkele maanden achter de procedure voor de kavelbesluiten in de gebieden die al wél zijn aangewezen.

Naast deze genoemde tellingen die expliciete gegevens over windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) opleveren, zijn data beschikbaar van vogeltellingen uitgevoerd in bestaande windparken in de nabijheid. Zo ligt windpark Luchterduinen, dat in 2015

operationeel is geworden, direct grenzend aan windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie figuur 1.1). In en om windpark Luchterduinen heen (dus ook in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn in de winter van 2013/14 drie tellingen uitgevoerd voor aanvang van de bouw van het windpark (Skov *et al.* 2015b). De waargenomen 14 soorten en 1 soortgroep in windpark Luchterduinen en in gebieden op zee eromheen zijn in tabel 2.4 weergegeven. Vervolgens zijn in de winter van 2014/15 hier twee tellingen uitgevoerd tijdens de bouw van het windpark (Skov *et al.* 2015a). In dit rapport is geen onderscheid gemaakt in de soorten waargenomen in windpark Luchterduinen en eromheen. Naast deze tellingen van windpark Luchterduinen zijn ook oudere gegevens beschikbaar van OWEZ en PAWP (Krijgsveld *et al.* 2011; Leopold *et al.* 2013) die ook relatief dichtbij liggen (zie figuur 1.1).

Alle eerder genoemde tellingen zijn overdag uitgevoerd. Bovendien vertellen waarnemingen van menselijke tellers vooral iets over vogelactiviteit in de onderste luchtlagen. Daarom worden op basis van deze tellingen de aantallen (nachtelijke) trekvogels (met name zangvogels) onderschat. Met radaronderzoek is wel een orde-grootte bepaling te doen van deze aantallen. Daarom is specifiek voor trekkende zangvogels, ganzen/zwanen, eenden, reigers, steltlopers en roofvogels ook gebruik gemaakt van fluxmetingen en hoogteverdelingen in OWEZ (Krijgsveld *et al.* 2011, Fijn *et al.* 2015). Uit deze data zijn fluxen bepaald op rotorhoogtes voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Op basis van enkele aannames en de percentages van soortgroepen zijn hiervoor worst-case aantallen aanvaringsslachtoffers voor een windpark in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) berekend.

Tabel 2.4 Vastgestelde soorten tijdens scheepstellingen in de winter van 2013/2014 (T0) in het windenergiegebied Luchterduinen en in gebieden op zee eromheen, buiten de 20 m dieptelijn (Skov et al. 2015b).

Soorten	***Luchterduinen T0***	***gebieden op zee rondom***
duikers	-	+
fuut	+	+
noordse stormvogel	-	+
jan-van-gent	+	+
aalscholver	-	+
zwarte zee-eend	-	+
dwergmeeuw	+	+
kokmeeuw	-	+
stormmeeuw	-	+
kleine mantelmeeuw	+	+
zilvermeeuw	+	+
grote mantelmeeuw	+	+
drieteenmeeuw	+	+
alk	+	+
zeekoet	+	+

Verder wordt een overzicht gegeven van de bestaande kennis van het voorkomen, de herkomst en het gedrag (bijvoorbeeld seizoenstrek) van vleermuizen boven het

windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Op basis van deze gegevens is een inschatting gedaan van de effecten op de populaties van deze soortgroep. In vergelijking met vogels is er weinig bekend over de populatiegroottes van vleermuizen. Het European Topic Centre on Biological Diversity geeft een overzicht van schattingen en trends van vleermuispopulaties in landen van de Europese Unie (http://bd.eionet.europa.eu/article17/reports2012/). Gegevens van deze databank zijn gebruikt om populatiegroottes te bepalen. Verder zijn de gegevens over vleermuizen van de KEC studie (Rijkswaterstaat 2015) ook in voorliggend rapport verwerkt. Hier zijn alle beschikbare waarnemingen van vleermuizen boven het zuidelijke Noordzeegebied gepresenteerd. Oorsprong van deze vleermuizen boven zee is niet bekend (Rijkswaterstaat 2015).

De totale populatiegroottes liggen in werkelijkheid hoger dan gepresenteerd in de desbetreffende tabellen. Dit komt voornamelijk omdat data van (grote) niet-Europese landen, zoals Rusland en Wit-Rusland, ontbreken. Vooral Rusland herbergt een groot deel van de Europese populaties van trekkende vleermuizen die in Nederland en omgeving in de trekperiode aangetroffen worden. Bovendien ontbreken populatieschattingen ook voor een aantal EU landen, zoals voor Denemarken, Duitsland en Estland, of zijn deze gebaseerd op '*expert judgement*' (Rijkswaterstaat 2015). Ondanks het ontbreken van exacte gegevens, is wel bekend dat in Estland grote aantallen ruige dwergvleermuizen leven, net zoals dat in Duitsland geldt voor rosse vleermuizen. Data op een kleinere schaal dan land-niveau zijn niet voorhanden.

Als laatste wordt een overzicht gepresenteerd van het voorkomen van vissen en benthos organismen op basis van bestaande monitoringsprogramma's in de nabijheid van het plangebied.

2.2 Vogels

2.2.1 Lokaal verblijvende vogels

Binnen de begrenzing van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) verblijven diverse soorten vogels die daar buiten het broedseizoen in meer of mindere mate permanent verblijven. Sommige soorten overwinteren vanaf het najaar in het gebied en keren in het vroege voorjaar weer terug naar hun (meestal noordelijker gelegen) broedgebieden. Andere soorten maken maar enkele dagen tot meerdere weken gebruik van het gebied. Op basis van de gegevens uit verschillende scheeps- en vliegtuigtellingen in en nabij het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden hieronder de diverse soorten of soortgroepen besproken (Krijgsveld *et al.* 2011; Poot *et al.* 2011; Leopold *et al.* 2013) aangevuld met de NCP-vogelatlassen van Baptist & Wolf (1993) en Camphuysen & Leopold (1994) en enkele recentere rapporten op soortniveau (Berrevoets & Arts 2001, 2002, 2003, Arts 2013). Verder worden de meest recente gegevens, verzameld in het kader van de monitoring voor windpark Luchterduinen, gepresenteerd (Skov *et al.* 2015a; Skov *et al.* 2015b). Deze zijn gebaseerd op drie tellingen voor de bouw van het windpark in de winter van 2013/14 en twee tellingen in de constructiefase in de winter van 2014/15.

Deze paragraaf wordt afgesloten met een tabel waarin de maandelijks getelde dichtheden worden weergegeven voor de verschillende soorten en soortgroepen en de verschillende bronnen: in tabel 2.5a en 2.5b de MWTL/ESAS vliegtuig- en scheepstellingen voor respectievelijk kavel I en II en in tabel 2.6 de vliegtuigtellingen van Poot *et al.* (2011). In dit rapport wordt verder aangenomen dat de dichtheden gepresenteerd in de rapporten over windpark Luchterduinen (Skov *et al.* 2015a; Skov *et al.* 2015b), dat grenst aan windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), ook representatief zijn voor de dichtheden in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Duikers

In de Zuidelijke Bocht van de Noordzee overwinteren enkele duizenden duikers, waarvan de roodkeelduiker verreweg de meest talrijke soort is die in internationaal kwalificerende aantallen aanwezig is. Parelduikers zijn het meest talrijk aanwezig tijdens de voorjaarstrek (april/mei) maar blijven ook dan in de minderheid. IJsduiker en geelsnavelduiker zijn in ons land dermate schaars dat ze op het NCP geen rol van betekenis spelen. De kern van het verspreidingsgebied van alle duikers in Nederland ligt in de kustzone, doorgaans binnen de doorgaande NAP -20 m dieptelijn. Tijdens de voorjaarstrek kan deze verspreiding iets breder zijn (Leopold *et al.* 2004). Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt dermate ver op zee dat het hoofdzakelijk buiten het reguliere winterverspreidingsgebied van de duikers valt. Aanvullend onderzoek naar de verspreiding van duikers in de Voordelta (Poot *et al.* 2006) onderschrijft dat duikers soms verder op zee kunnen voorkomen met name in de trektijd. Scheepstellingen nabij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) laten zien dat duikers windparkgebieden mogelijk vermijden (Skov *et al.* 2015b). Tijdens deze tellingen zijn roodkeelduikers en parelduikers waargenomen. Andere duikersoorten kwamen in het gebied niet voor. De maximale maandelijkse dichtheid van duikers in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) was 0,18 vogels per km^2 tijdens vliegtuigtellingen (Poot *et al.* 2011) op basis van geïnterpoleerde dichtheden. De langjarige MWTL/ESAS tellingen laten een gemiddelde dichtheid van <0,001 duikers/km^2 in kavel I en II zien. Ook in een gebied 3 km rondom OWEZ is een lage gemiddelde dichtheid van <0,005 duikers/km^2 bepaald tijdens panoramascans vanaf een meetmast (Krijgsveld *et al.* 2011). In latere surveys rondom PAWP en OWEZ is de hoogste gemiddelde dichtheid van duikers in januari bereikt met ca. 0,6 vogels/km^2 (Leopold *et al.* 2013).

Futen

Op het NCP komen vijf soorten futen voor: fuut, roodhalsfuut, geoorde fuut, kuifduiker en dodaars. Zo'n 20% van de Europese futen kan zich in de Nederlandse kustzone bevinden, voor de andere soorten ligt dit percentage veel lager (Poot *et al.* 2012, Leopold *et al.* 2012). Alle futen zijn vogels van de kustzone, die nooit verder dan een paar kilometer de zee opgaan. Scheepstellingen nabij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) laten zien dat er heel weinig futen in het gebied voorkomen (Skov *et al.* 2015b). Ook de langjarige MWTL/ESAS tellingen laten een gemiddelde dichtheid van

<0,0001 futen/km^2 in kavel I en II zien. Daardoor zijn ze geen van alle relevant voor windparken op zee buiten de 20 meter dieptelijn.

Noordse stormvogel
De noordse stormvogel is een zeer talrijke soort op het NCP, maar komt voornamelijk in de noordelijke helft voor. Zijn gedrag is echter tamelijk onvoorspelbaar en op allerlei momenten in het jaar, en onder zeer diverse weersomstandigheden zijn omvangrijke invasies gezien in de Zuidelijke Bocht. Deze worden vooral opgemerkt langs de kust, maar aangezien deze soort een vogel van open zee is, kunnen bij dergelijke invasies ook aanzienlijke aantallen iedere willekeurige locatie verder op zee in de Zuidelijke Bocht invliegen. Scheepstellingen nabij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) laten zien dat er heel weinig noordse stormvogels in het gebied voorkomen (Skov *et al.* 2015b). De langjarige MWTL/ESAS tellingen laten een gemiddelde dichtheid van 0,1 noordse stormvogels/km^2 in kavel I en II zien. Ook in een gebied 3 km rondom OWEZ is een lage gemiddelde dichtheid van <0,005 noordse stormvogels/km^2 bepaald tijdens panoramascans vanaf een meetmast (Krijgsveld *et al.* 2011). In latere surveys rondom PAWP en OWEZ was de hoogste gemiddelde dichtheid aan noordse stormvogels in april bereikt met ca. 0,025 vogels/km^2 (Leopold *et al.* 2013).

Overige stormvogels, pijlstormvogels en stormvogeltjes
Twee soorten pijlstormvogels komen min of meer regulier voor in de Zuidelijke Bocht: de noordse en grauwe pijlstormvogel. Ze worden hier echter nooit in grote aantallen gezien en enig effect op hun (zeer omvangrijke) populaties vallen van geen enkele menselijke activiteit in de Zuidelijke Bocht te verwachten. Vale pijlstormvogels worden jaarlijks vanaf de kust langsvliegend gezien, maar nooit in grote aantallen en waarnemingen op zee zijn uitermate schaars. De aantallen kuhls- pijlstormvogels en grote pijlstormvogels zijn nog lager en deze soorten worden minder dan jaarlijks waargenomen vanaf de kust. Dit laatste geldt ook voor de beide stormvogeltjes die jaarlijks door de Nederlandse kustzone trekken (stormvogeltje en vaal stormvogeltje). Alle andere soorten komen alleen als dwaalgast in Nederlandse wateren voor. In de database van de langjarige MWTL/ESAS tellingen komen andere stormvogels, pijlstormvogels en stormvogeltjes niet in kavel I en II voor. Tijdens de boottellingen in een gebied 3 km rondom OWEZ zijn pijlstormvogels waargenomen, maar in zeer lage aantallen (Leopold *et al.* 2011). Daardoor zijn ze geen van alle relevante soorten voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Jan-van-gent
Met name in het voor- en najaar trekken grote aantallen jan-van-genten door de Nederlandse Noordzee via het Kanaal naar het zuiden. Maar ook in de winter verblijven er vele jan-van-genten in de Nederlandse Noordzee. Het is een vogel van de open zee die het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) als regulier verspreidingsgebied heeft. De maximale maandelijkse dichtheid van jan-van-genten in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) was 0,5 vogels per km^2 tijdens vliegtuigtellingen (Poot *et al.* 2011) op basis van geïnterpoleerde dichtheden. De langjarige MWTL/ESAS tellingen laten een gemiddelde dichtheid van 0,1 jan-van-

genten/km^2 in kavel I en 0,3 jan-van-genten/km^2 in kavel II zien. Tellingen nabij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) laten zien dat jan-van-genten windparkgebieden vermijden (Leopold *et al.* 2013; Skov *et al.* 2015b). In een gebied 3 km rondom het bestaande windpark OWEZ is een gemiddelde dichtheid van 0,1 jan-van-genten/km^2 in kavel I en 0,3 in kavel II bepaald tijdens panoramascans vanaf een meetmast (Krijgsveld *et al.* 2011). In latere surveys rondom PAWP en OWEZ werd de hoogste gemiddelde dichtheid van jan-van-genten in januari bereikt met ca. 0,3 vogels/km^2 (Leopold *et al.* 2013).

Aalscholvers

De aalscholver krijgt steeds meer broedkolonies in de Noord-Hollandse duinen en wordt daardoor ook in steeds grotere aantallen op de Noordzee waargenomen. Op zee maken ze het gehele jaar door gebruik van structuren op zee, zoals (gas)platforms en windparken op zee zoals het PAWP en OWEZ om hun veren te drogen tijdens het foerageren. Op open zee, waar dit soort structuren ontbreken, worden ze minder vaak waargenomen. Zo zijn ze tijdens vliegtuigtellingen (Poot *et al.* 2011) in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) niet waargenomen. Ook de langjarige MWTL/ESAS tellingen laten een gemiddelde dichtheid van <0,0001 aalscholvers/km^2 in kavel I en II zien.

Tellingen nabij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) laten zien dat aalscholvers aangetrokken worden door windparkgebieden (Leopold *et al.* 2013; Skov *et al.* 2015b). In een gebied 3 km rondom het bestaande windpark OWEZ is een gemiddelde dichtheid van 0,09 aalscholvers/km^2 bepaald tijdens panoramascans vanaf een meetmast (Krijgsveld *et al.* 2011). In latere surveys rondom PAWP en OWEZ is de hoogste gemiddelde dichtheid van aalscholvers in oktober bereikt met ca. 0,5 vogels/km^2 (Leopold *et al.* 2013). In de broedperiode waren de dichtheden lager (Leopold *et al.* 2013). Vanwege de periode van het jaar en de afstand tot de kust betreft dit waarschijnlijk overwegend niet-broedvogels. Omdat het PAWP en OWEZ al door aalscholvers in gebruik is genomen kan een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ook gekoloniseerd worden door niet-broedvogels.

Kuifaalscholvers broeden niet in Nederland maar vooral jonge vogels van de Britse Eilanden steken over om hier te overwinteren en maken dan vaak gebruik van platforms op zee. Ook in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is deze soort in lage dichtheden te verwachten. Zo is tijdens OWEZ tellingen een gemiddelde dichtheid van <0,005 vogels/km^2 bepaald (Krijgsveld *et al.* 2011). Tijdens MWTL/ESAS tellingen werden geen kuifaalscholvers gezien in het gebied.

Zee-eenden

Diverse soorten zee-eenden en eenden hebben de zee als habitat en overwinteren in grote aantallen in de Nederlandse Noordzee. Met name zwarte en grote zee-eenden en de eider overwinteren met een ordegrootte van honderdduizend vogels op het NCP. Ze zijn echter gebonden aan relatief ondiep water met een rijke voedselvoorziening in de vorm van schelpdierbanken. Deze omstandigheden doen

zich niet voor in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), zodat hier alleen vogels op doortrek langs zullen komen. Hetzelfde geldt in nog sterkere mate voor soorten als brilduiker, middelste zaagbek en ijseend. Zij zijn nog sterker gebonden aan ondiep kustwater en zullen ook in de trektijd uitsluitend als dwaalgast in het windenergiegebied voorkomen. Scheepstellingen nabij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) laten zien dat er geen zee-eenden in het gebied voorkomen (Skov *et al.* 2015b). Ook zijn tijdens MWTL/ESAS tellingen of vliegtuigtellingen (Poot *et al.* 2011) geen zee-eenden hier gezien.

Jagers

Alle vier de Europese jagersoorten (grote, middelste, kleine en kleinste jager) trekken over het NCP, van hun broedgebieden in Schotland en verder noordelijk naar de Golf van Biskaje en West-Afrika. Schotse, en mogelijk ook IJslandse, grote en kleine jagers volgen hier een brede “trekroute” die ten zuiden van de Doggersbank, diagonaal over de Noordzee richting Nederlandse kust voert. Daarna vliegen ze het kanaal door naar de zuidelijk gelegen overwinteringsgebieden en gezien hun verspreidings-patroon op zee volgt een groot deel van deze vogels een route op zee waarbij het waarschijnlijk is dat deze soorten door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) trekken. Daarnaast foerageren jagers ook tijdens de trek waardoor ze soms voor langere tijd in bepaalde gebieden kunnen blijven hangen als de voedselsituatie daar gunstig is. Omdat de populaties grote en kleine jagers relatief klein zijn (enkele tienduizenden broedparen elk), steekt jaarlijks een relatief belangrijk deel van deze populaties de Noordzee over en deze vogels kunnen op hun route te maken krijgen met een eventueel windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). De huidig beschikbare tellingen laten echter zeer lage aantallen jagers in het gebied zien. Zo zijn tijdens panoramascans in een gebied 3 km rondom OWEZ zowel grote, middelste en kleine jagers waargenomen, maar in zeer lage aantallen, en slechts voor grote jager kon een gemiddelde dichtheid van <0,005 vogels/km^2 worden bepaald (Krijgsveld *et al.* 2011). In de database van de langjarige MWTL/ESAS tellingen komt alleen de grote jager voor met een gemiddelde dichtheid van 0,03 vogels/km^2.

Meeuwen

Meeuwen zijn numeriek meestal de dominante vogels in de Zuidelijke Bocht. De hoogste dichtheden worden in de kustzone bereikt, maar ze komen ook altijd en overal op zee voor, en soms in grote concentraties. Dit laatste vooral achter viskotters, waardoor de locaties met dergelijke concentraties (tot vele duizenden vogels) tamelijk onvoorspelbaar zijn. Op zee zijn de kleine mantelmeeuw (zomer), en zilvermeeuw en grote mantelmeeuw (winter) de belangrijkste soorten. Veel van deze vogels die ver op zee opereren vertonen ochtend- en slaaptrek. Er is echter niet één nauwe baan voor deze ochtend- en avondtrek, naar één vaste aanlandingsplaats of slaapplaats. Rustende meeuwen kunnen op ieder verlaten strand of duinmeer gaan zitten, inclusief de locaties waar zich in de zomer kolonies bevinden. Ook op en in de nabijheid van platforms op zee slapen vele soorten meeuwen.

Zilvermeeuwen die op zee op het NCP overwinteren zijn zowel eigen broedvogels als vogels die veel noordelijker of op de Britse Eilanden broeden, dus dit zijn echte trekvogels. Voor de grote mantelmeeuw is de Zuidelijke Bocht een zeer belangrijk overwinteringsgebied van internationaal belang. Van beide soorten komt maximaal ruim 10% van de totale populatie op het NCP voor, maar een groot aandeel hiervan zit in de kustzone. In het voorjaar en de nazomer verblijven de grootste aantallen kleine mantelmeeuwen op het NCP. Op basis van de MWTL/ESAS tellingen bedroeg de gemiddelde dichtheid van kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw respectievelijk 2,9, 0,24 en 0,06 vogels per km^2 in kavel I en 3,46, 0,43, 0,05 vogels per km^2 in kavel II. De maximale maandelijkse dichtheid van grote meeuwen op basis van geïnterpoleerde dichtheden uit de vliegtuigtellingen bedroeg 6,07 vogels per km^2 (Poot *et al.* 2011). Vanwege het verbod op visserij in windparken op zee kan de dichtheid aan meeuwen binnen windparken lager uitvallen dan in gebieden eromheen (Leopold *et al.* 2011; Skov *et al.* 2015a). Zo zijn in windpark OWEZ, inclusief een zone van 3 km eromheen, gemiddelde dichtheden van 0,13, 0,1 en 0,05 vogels/km^2 bepaald tijdens panoramascans vanaf een meetmast voor respectievelijk kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en grote mantelmeeuw (Krijgsveld *et al.* 2011). In latere surveys rondom PAWP en OWEZ is de hoogste gemiddelde dichtheid van kleine mantelmeeuwen ca. 2,5 vogels/km^2 bereikt in april, ca. 2 zilvermeeuwen/km^2 bereikt in november en ca. 1,4 grote mantelmeeuwen/km^2 bereikt in september (Leopold *et al.* 2013).

Drieteenmeeuwen komen voornamelijk boven open zee voor, en zijn de dominante kleine meeuwensoort in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Vooral tijdens de trek komen soms aanzienlijke aantallen verder op zee voor. Van de kleinere soorten meeuwen, zitten de meeste kok-, storm- en dwergmeeuwen in de kustzone. Kokmeeuwen steken jaarlijks in grote aantallen over naar Engeland. Stormmeeuwen komen in een brede band voor de Nederlandse kust voor (vooral in de winter) en het plangebied ligt buiten hun kerngebied. Dwergmeeuwen komen in Nederland vooral voor als trekvogel. Jaarlijks trekt een zeer groot deel van de gehele populatie over het Nederlandse deel van de Noordzee. Deze trek kan tamelijk ver op zee plaatsvinden, tot op de hoogte van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Leopold *et al.* 2004, Poot *et al.* 2011, Leopold *et al.* 2012), en is in het najaar voornamelijk van noordoost naar zuidwest en in het voorjaar de andere kant op (Camphuysen 2009). Tijdens de scheepstellingen zijn nabij het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) drieteenmeeuwen, kokmeeuwen, stormmeeuwen en dwergmeeuwen vastgesteld (Skov *et al.* 2015b). Op basis van de MWTL/ESAS tellingen bedroeg de gemiddelde dichtheid van deze soorten respectievelijk 1,14, 0,001, 0,46 en 0,05 vogels per km^2 in kavel I en 1,27, 0,006, 0,32 en 0,53 vogels per km^2 in kavel II. Geïnterpoleerde dichtheden uit de vliegtuigtellingen (Poot *et al.* 2011) zijn alleen beschikbaar voor drieteenmeeuwen en dwergmeeuwen. De maximale maandelijkse dichtheid van deze soorten bedroeg respectievelijk 0,33 en 3,6 vogels per km^2 in het windenergiegebied.

Sterns

Sterns komen met name in de trektijd voor langs de Nederlandse kust, vooral ten oosten van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). De aantallen kunnen groot zijn: tienduizenden visdieven, noordse sterns en grote sterns en ook grote aantallen zwarte sterns die ten (noord)oosten van Nederland broeden. Grote sterns komen tijdens de voorjaarstrek en in de nazomer in lage dichtheden voor in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Poot *et al.* 2011). Deze grote sterns zijn niet alleen afkomstig uit Nederland maar ook uit een groot deel van de NW Europese metapopulatie. Vogels die ten noordwesten en noordoosten van Nederland broeden, zoals visdieven en noordse sterns uit Schotland, IJsland en Scandinavië, en zwarte sterns uit Oost-Europa trekken ook ver over zee en kunnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kruisen. Deze vogels kunnen op hun voorjaarstrek ook ver op zee in groepen voorkomen, die al volop bezig zijn met de balts (Camphuysen 1991) of kunnen hier na het broedseizoen enige tijd in groepsverband verblijven (Camphuysen & Winter 1996). Dwergsterns zijn in hun voorkomen en trek op de Noordzee beperkt tot estuaria en de kustzone. Tijdens de scheepstellingen zijn nabij het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geen visdieven, noordse sterns, grote sterns en zwarte sterns vastgesteld (Skov *et al.* 2015b). Noch zijn tijdens de MWTL/ESAS tellingen visdieven, noordse sterns en zwarte sterns gezien. Op basis van deze tellingen bedroeg de gemiddelde dichtheid van de grote stern 0,06 vogels per km^2 in kavel I en II. De maximale maandelijkse dichtheid van deze soort bedroeg 2,12 vogels per km^2 in het windenergiegebied op basis van geïnterpoleerde dichtheden uit de vliegtuigtellingen (Poot *et al.* 2011).

Alkachtigen

Vier soorten alkachtigen komen op zee op het NCP regulier voor. Alk en zeekoet kunnen in de Zuidelijke Bocht in internationaal belangrijke aantallen overwinteren (1 tot 2% van de populaties). Vooral aan het eind van de winter kunnen de aantallen in de Zuidelijke Bocht sterk oplopen. De papegaaiduiker en de kleine alk verkiezen meestal helderder water verder noordwestelijk op het NCP en komen in de Zuidelijke Bocht alleen tijdens invasies in vrij grote aantallen voor (Camphuysen & Leopold 1996, Camphuysen 2008). De zeekoet is rondom windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) de meest talrijke soort (Skov *et al.* 2015b). Op basis van de MWTL/ESAS tellingen bedroeg de gemiddelde dichtheid van zeekoeten en alken soorten respectievelijk 0,72 en 0,22 vogels per km^2 in kavel I en 0,4 en 0,16 vogels per km^2 in kavel II. Geïnterpoleerde dichtheden uit de vliegtuigtellingen (Poot *et al.* 2011) zijn alleen beschikbaar voor de alk en voor de soortgroep (alk/zeekoet) samen. De maximale maandelijkse dichtheid van deze soorten bedroeg respectievelijk 1,14 en 1,75 vogels per km^2 in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Tellingen in bestaande windparken lieten zien dat alkachtigen windparkgebieden vermijden (Leopold *et al.* 2013). Zo is in een gebied 3 km rondom het bestaande windpark OWEZ een gemiddelde dichtheid van <0,005 vogels/km^2 bepaald voor deze soorten tijdens panoramascans vanaf een meetmast (Krijgsveld *et al.* 2011).

Tabel 2.5a *Geïnterpoleerde dichtheden van vogels in Kavel I (a) en Kavel II (b) van Hollandse Kust (zuid) op basis van tweemaandelijkse tellingen vanuit vliegtuigen (MWTL) en schepen (ESAS). Dichtheden zijn bepaald op basis van MWTL tellingen voor kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, zilvermeeuw (cf. 2de iteratie KEC (van der Wal et al. 2015), jan-van-gent, noordse stormvogel, drieteenmeeuw en stormmeeuw (cf. 1ste iteratie KEC (Leopold et al. 2015) en ESAS en MWTL tellingen voor de andere soorten (cf. Rijkswaterstaat 2015).*

Soort/soortgroep	feb	apr	jun	aug	okt	dec
aalscholver	0	0	0	0	0	0
alk	0,47	0,02	0	0	0,76	0,08
drieteenmeeuw	0,46	0,30	0	0	0,48	5,63
duikers	0	0	0	0	0	0
dwergmeeuw	0,20	0,08	0	0	0,01	0,04
fuut	0	0	0	0	0	0
grauwe pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
grote jager	0	0	0	0,04	0	0
grote mantelmeeuw	0,04	0,02	0	0	0,03	0,28
grote stern	0	0,64	0	0,01	0	0
jan-van-gent	0,01	0	0,10	0,02	0,27	0,18
kleine jager	0	0	0	0	0	0
kleine mantelmeeuw	0,29	7,50	9,36	0,27	0,01	0
kokmeeuw	0	0	0	0	0	0
kuifaalscholver	0	0	0	0	0	0
noordse pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
noordse stormvogel	0,08	0,40	0	0,04	0	0,13
papegaaiduiker	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	0,39	0	0	0	0,16	2,23
stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
vaal stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
zeekoet	0,26	0,35	0	0	2,19	1,53
zilvermeeuw	0,28	0,78	0,03	0,01	0,05	0,32
zwarte zee-eend	0	0	0	0	0	0

Tabel 2.5b *Zie boven*

Soort/soortgroep	feb	apr	jun	aug	okt	dec
aalscholver	0	0	0	0	0	0
alk	0,48	0,26	0	0	0,12	0,11
drieteenmeeuw	0,46	1,60	0	0	0,13	5,42
duikers	0	0	0	0	0	0
dwergmeeuw	0,21	2,87	0	0	0,07	0,04
fuut	0	0	0	0	0	0
grauwe pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
grote jager	0	0	0	0,34	0	0
grote mantelmeeuw	0,03	0,01	0,01	0	0,08	0,16
grote stern	0	0,02	0	0,01	0	0
jan-van-gent	0,15	0,78	0,01	0,21	0,50	0,18
kleine jager	0	0	0	0	0	0
kleine mantelmeeuw	0,29	9,71	10,2	0,51	0,05	0
kokmeeuw	0	0	0	0	0	0
kuifaalscholver	0	0	0	0	0	0
noordse pijlstormvogel	0	0	0	0	0	0
noordse stormvogel	0,02	0,38	0	0,04	0	0,14
papegaaiduiker	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	0,38	0	0	0	0,14	1,43
stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
vaal stormvogeltje	0	0	0	0	0	0
zeekoet	0,27	0,50	0	0,02	0,62	0,97
zilvermeeuw	0,15	1,81	0,07	0,04	0,13	0,36
zwarte zee-eend	0	0	0	0	0	0

Tabel 2.6 Gemiddelde dichtheden in Hollandse Kust (zuid) op basis van geïnterpoleerde gegevens van vogels geteld vanuit vliegtuigen (Poot et al. 2011).

	2010					2011			
Soort/soortgroep	**1-5**	**1-7**	**1-8**	**1-9**	**1-10**	**1-11**	**1-1**	**1-2**	**1-4**
duikers						0,16	0,18	0,18	
jan-van-gent		0,50	0,25	0,16	0,08	0,16		0,08	
dwergmeeuw						0,15		0,42	3,06
drieteenmeeuw			0,00	0,03	0,33	0,19	0,13	0,16	
grote meeuwen	2,74	6,07	0,87	0,90	1,30	0,99	1,02	2,34	5,00
grote stern	0,10	0,08	0,67						2,12
alk						0,41	1,14	0,09	
alkachtigen		0,00	0,01	-0,01	0,43	0,68	1,75	0,45	0,24

2.2.2 Kolonievogels

Binnen de begrenzing van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) broeden geen vogels, echter diverse soorten die broeden aan de kust komen tijdens (dagelijkse) foerageervluchten op zee in het gebied tijdens het broedseizoen. Broedvogels van de Nederlandse kusten die *tijdens foerageervluchten* hun voedsel op zee verzamelen zijn aalscholvers, diverse soorten meeuwen (grote & kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, stormmeeuw en kokmeeuw) en verschillende soorten sterns (dwergstern, noordse stern, visdief en grote stern). In het buitenland broeden daarnaast een aantal soorten die (zeer) lange foerageertochten maken en daarmee in Nederlandse wateren kunnen voorkomen zoals jan-van-gent, noordse stormvogel, drieteenmeeuw, alk en zeekoet. Ook de eider broedt aan de Nederlandse kust en foerageert op de Noordzee, echter deze soort maakt geen foerageervluchten en is daarom niet behandeld in deze paragraaf. In tabel 2.8 wordt een overzicht gegeven van de beschikbare informatie over foerageerrange per soort die vervolgens in meer detail wordt uitgewerkt in het resterende deel van deze paragraaf.

Jan-van-gent

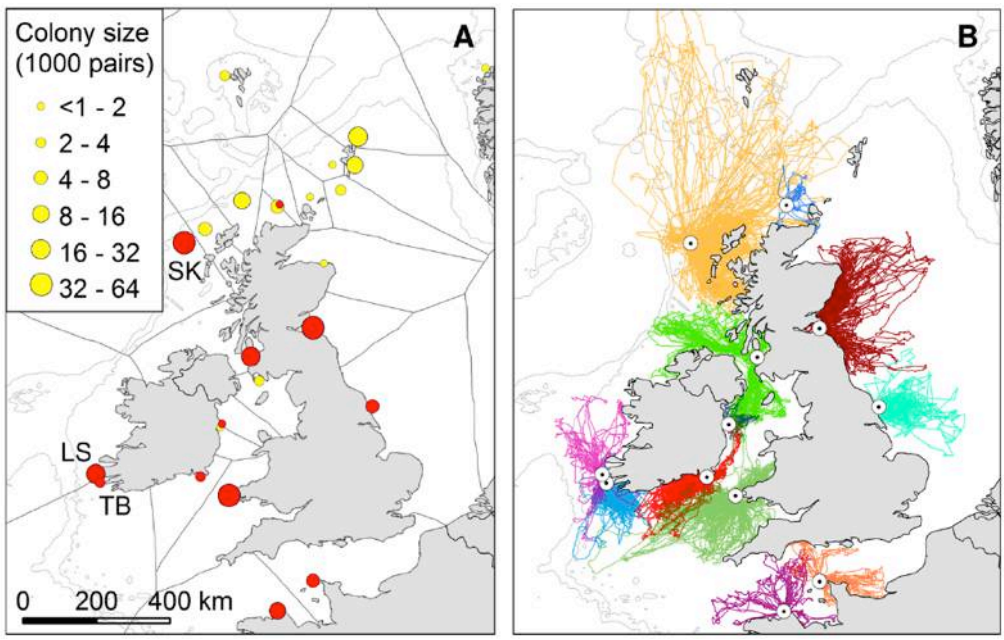
De dichtsbijzijnde kolonies jan-van-genten ten opzichte van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) liggen in het Verenigd Koninkrijk (Bempton Cliffs, Bass Rock), Frankrijk (Rouzic - Sept-Îles), Guernsey (Alderney) en Duitsland (Helgoland). De jan-van-gent is een zeevogel die tijdens het broedseizoen lange foerageervluchten maakt op zee om voedsel te zoeken voor hun jongen. Foerageertochten van meer dan 1.000 km per tocht en een maximale foerageerrange van 640 km zijn vastgesteld in het verleden (e.g. Garthe *et al.* 2007a en 2007b, Hamer *et al.* 2007, Votier *et al.* 2010, Wanless 1984), echter dit zijn waarschijnlijk uitzonderingen. Recent onderzoek met behulp van telemetrie-methodes (o.a. Wakefield *et al.* 2013) heeft er namelijk voor gezorgd dat er momenteel een veel nauwkeurigere schatting kan worden gemaakt van de gemiddelde en maximale foerageerafstand van broedende jan-van-genten (figuur 2.2).

Tabel 2.8 Samenvattende tabel van beschikbare informatie over foerageerrange van kolonievogels broedend rond de Zuidelijke Noordzee op basis van de reviews van Thaxter et al. (2012a), Lascelles et al. (2012), en diverse directe bronnen (zie tekst).

soort	Gemiddelde afstand tot kolonie	Gemiddeld maximale afstand tot kolonie per tocht	Maximale afstand tot kolonie
jan-van-gent	93	229	590
aalscholver	5	28	35
noordse stormvogel	48	400	800
drieteenmeeuw	25	66	200
kokmeeuw*	11	26	40
stormmeeuw*^	25	50	50
kleine mantelmeeuw	80	141	181
zilvermeeuw^	11	61	92
grote mantelmeeuw*	80	141	181
dwergstern	2	6	11
noordse stern	7	24	30
visdief	5	15	30
grote stern	12	49	54
zeekoet	38	84	200
alk	24	49	95

* geen bewijs op basis van tracking data met radiozenders of GPS-dataloggers

^ Vogels uit Nederlandse kolonies veel meer kustgebonden verspreiding.



Figuur 2.2 Ligging van kolonies (A) en foerageervluchten (B) van jan-van-genten in de nabijheid van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Let op dat de kolonie op Helgoland niet is afgebeeld. Afbeelding overgenomen uit Wakefield et al. (2013).

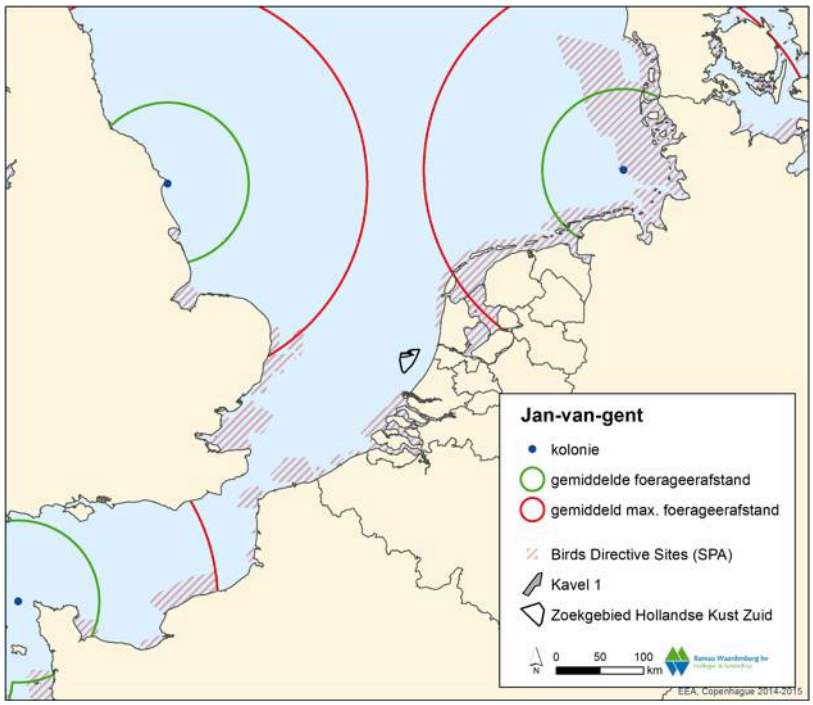
Tijdens een foerageertocht kunnen jan-van-genten zeer lange afstanden afleggen door hun hoge vliegsnelheid, energie-zuinige vliegwijze en lange tripduur. Wel is het zo dat de maximale afstand tot de kolonie daarmee niet automatisch ook erg groot is. Gebaseerd op de maximale vliegsnelheid en de duur van foerageertrips suggereerde Nelson (1978) een foerageerrange van 320 – 480 km voor broedende jan-van-genten, echter door Hamer *et al.* (2000, 2001, 2006) werd aangetoond dat de gemiddelde vliegsnelheid van jan-van-genten tijdens een foerageervlucht veel lager is dan wat ze potentieel kunnen behalen. Als gevolg hiervan zijn ook hun foerageerranges een stuk kleiner. Gebaseerd op de gemiddelde vliegsnelheid van jan-van-genten en de gemiddelde tripduur werden gemiddelde foerageerranges berekend door Lascelles *et al.* (2012) voor Bempton Cliffs (40 km met 90% binnen de 91 km, gebaseerd op gegevens van Nelson 1978), Bass Rock (70 km met 95% binnen de 135 km, gebaseerd op gegevens van Nelson 1978), Ailsa Craig (87,5 km met 85% binnen de 135 km), St. Kilda (148 km met een maximum van 170 km, gebaseerd op Wanless 1981) and Hermaness (92 km met een maximum van 190 km; Garthe *et al.* 1999).

In enkele meer recente studies is in detail gekeken naar foerageerranges van jan-van-genten met behulp van satellietzenders en GPS loggers. Op Bass Rock bleken jan-van-genten een foerageerrange van 155 ± 65.3 km (range 68-276 km) te hebben (Hamer *et al.* 2009), terwijl in een andere studie op Bass Rock de gemiddelde foerageerrange van jan-van-genten 232 ± 95 km (range 39 – 540 km) bedroeg (Hamer *et al.* 2000, 2001, 2006). Vogels uit de Ierse kolonie van Great Saltee foerageerden zelfs nog veel dichter bij de kolonie met een gemiddelde foerageerrange van 89 ± 49 km (14 – 293 km; Hamer *et al.* 2001, 2006). Jan-van-genten uit de kolonie van Rouzic, Frankrijk hadden een gemiddelde foerageerrange van 100 km (range: 40 – 176) buiten de kolonie (Grémillet *et al.* 2006). Eén jan-van-gent uit de kolonies op Alderney (7.500 paar) maakte een tocht van 340 km, echter de meeste tochten waren (veel) korter. Uit een studie met GPS loggers op 14 jan-van-genten uit de kolonie van Bempton Cliffs bleek dat de gemiddelde foerageerrange 63,6 ± 8,9 km (range 8 – 308 km) bedroeg (Langston & Boggio 2011).

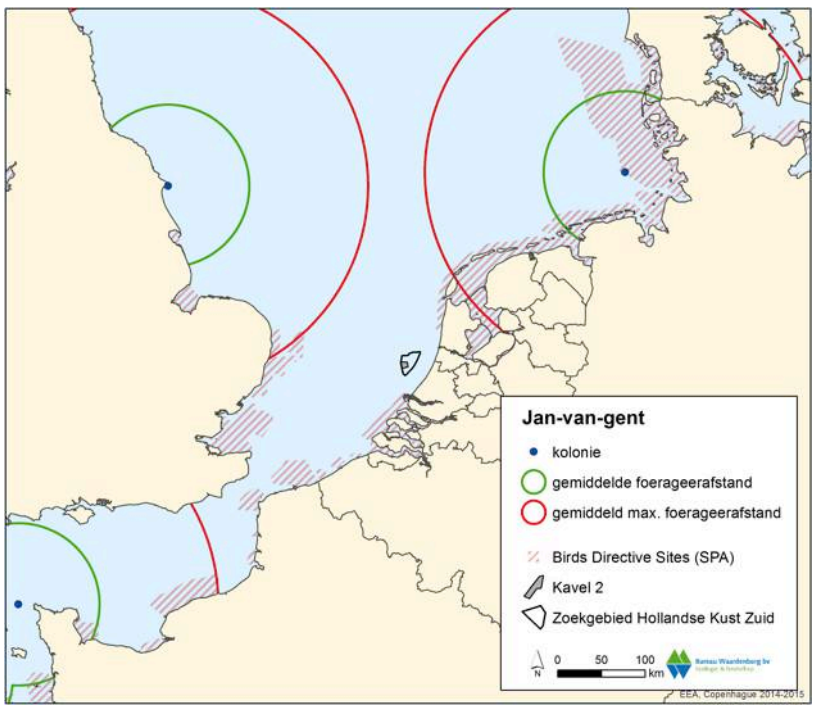
Naast deze nieuwe gegevens over de foerageerrange is het ook zo dat de foerageerafstand van jan-van-genten evenredig is met de grootte van een kolonie (Lewis *et al.* 2001). Aangezien zowel Bempton Cliffs (2.552 paar) als Helgoland (222 paar) relatief kleine kolonies zijn worden ook geen grote foerageerafstanden verwacht voor deze vogels en zullen tochten tot aan de Nederlandse kust een uitzondering vormen. Op basis van deze theorie is dus ook te verwachten dat de foerageerrange van de vogels uit de kolonie op Helgoland nog lager zal zijn dan die van Bempton Cliffs door de kleinere koloniegrootte.

Naar aanleiding van een review van verschillende GPS studies wordt momenteel een gemiddelde maximum foerageerafstand van 229 km (95% van de vogels binnen deze afstand) aangehouden en een gemiddelde foerageerafstand van 93 km van de kolonie (Thaxter *et al.* 2012a). Dit zijn waarden die werden gemeten in de kolonie van Bempton Cliffs. Uitgezet op een kaart (fig. 2.3a en b) blijkt dat windenergiegebied

Hollandse Kust (zuid) daarmee buiten bereik van de kolonie van Bempton Cliffs (~350 km), Helgoland (~320 km), Alderney (~520 km) en Rouzic (~600 km). Aanvaringsslachtoffers jan-van-genten als broedvogels tijdens worden daarom **niet** behandeld in dit MER.



Figuur 2.3a Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (93 en 229 km) vanuit jan-van-genten kolonies rond Kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



Figuur 2.3b Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (93 en 229 km) vanuit jan-van-genten kolonies rond Kavel II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

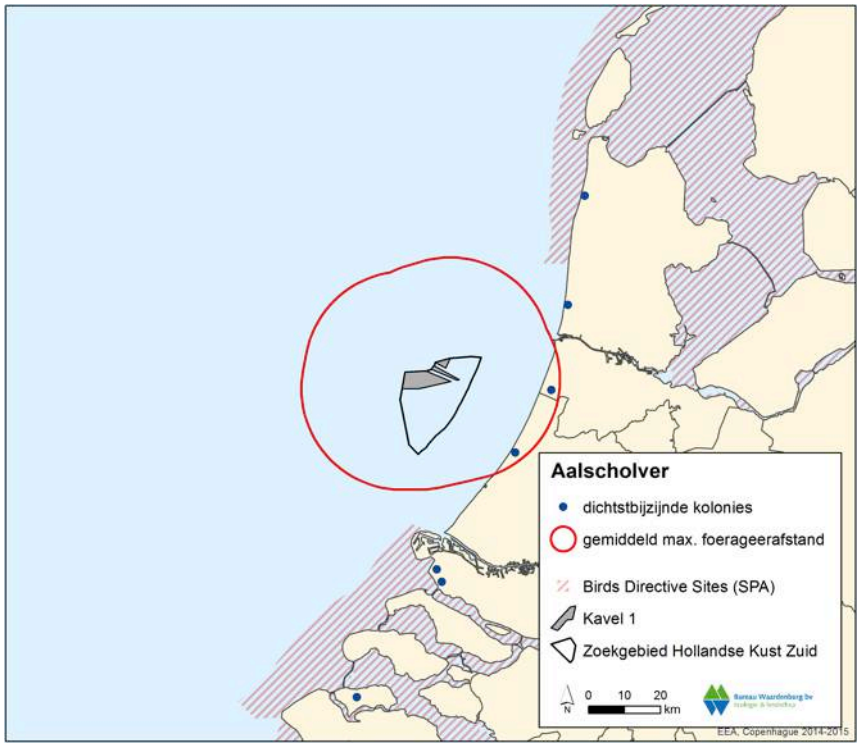
Aalscholvers

De aalscholver broedt in toenemende mate in de Nederlandse duinen en wordt daardoor ook in steeds grotere aantallen op de Noordzee waargenomen. Temeer omdat op zee structuren zoals windturbines, goede mogelijkheden bieden voor de soort om tijdens het foerageren op te rusten. Aalscholvers kunnen niet lang op zee verblijven omdat hun verenkleed water opneemt. De aanwezigheid op zee kan worden verlengd door gebruik te maken van geschikte plaatsen om de veren te drogen zoals platforms en ook windturbines op zee. Uit recent onderzoek blijkt dat in OWEZ en PAWP aalscholvers foerageren (Leopold *et al.* 2013), echter in welke mate dit broedende vogels zijn uit Noord-Hollandse kolonies is onbekend.

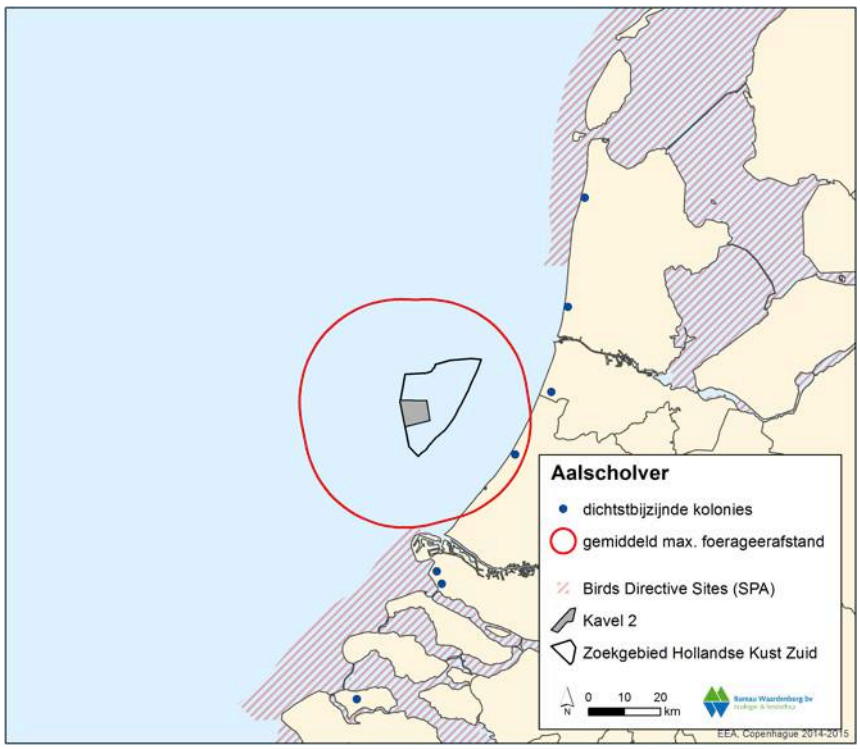
Op basis van meerdere studies naar de foerageerrange van aalscholvers kan worden samengevat dat deze gemiddeld zo'n 5 km (max 35 km) en een gemiddeld maximum van 25 km heeft (Thaxter *et al.* 2012a). In Nederland zijn echter veel grotere foerageerafstanden bekend uit het IJsselmeer (20-30 km; Voslamber 1988, Van Eerden & Voslamber 1995). Deze afstanden zijn gebaseerd op visuele waarnemingen, vliegsnelheid/tripduur, en studies met radiozenders. Met name op basis van deze laatste methode is een foerageerrange van enkele tientallen kilometers vanaf de kolonie vastgesteld. Ook in het Nederlandse Deltagebied zijn enkele kolonies aalscholvers waar onderzoek is gedaan naar de foerageerafstand van deze vogels. De meesten hiervan foerageren op de Noordzee (Fijn *et al.* 2014b).

Recent onderzoek met GPS-loggers in een kolonie in de Voordelta heeft een maximale foerageerafstand van 28 km van de broedkolonie aangetoond voor aalscholvers (Fijn *et al.* 2014b). Op basis van deze afstand kunnen broedende aalscholvers van kolonies in Noord-Holland en Zuid-Holland in principe in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) foerageren (fig. 2.4a en b). Tijdens ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015), gedetailleerde vliegtuigtellingen in 2010/2011 (Poot *et al.* 2011) en scheepstellingen in het windenergiegebied Luchterduinen (Skov *et al.* 2015a; Skov *et al.* 2015b) zijn echter geen aalscholvers waargenomen in Kavel I en II van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Naar verwachting zal daarom de foerageeractiviteit van broedende aalscholvers in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) momenteel te verwaarlozen zijn.

Na constructie van de windturbines kan dit echter wezenlijk veranderen, zoals dit in OWEZ en PAWP ook al gebeurd is (Leopold *et al.* 2011; Skov *et al.* 2015a; Skov *et al.* 2015b). In welke mate broedende aalscholvers in deze bestaande windparken foerageren is onbekend. Echter de kolonies waarvan vogels Kavel I en II van Hollandse Kust (zuid) in theorie kunnen bereiken, zijn niet in gebieden die aangewezen zijn voor aalscholvers onder de Natuurbeschermingswet 1998 en zodoende hebben deze kolonies geen bijzonder beschermde status. Aanvaringsslachtoffers uit kolonies aalscholvers worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.



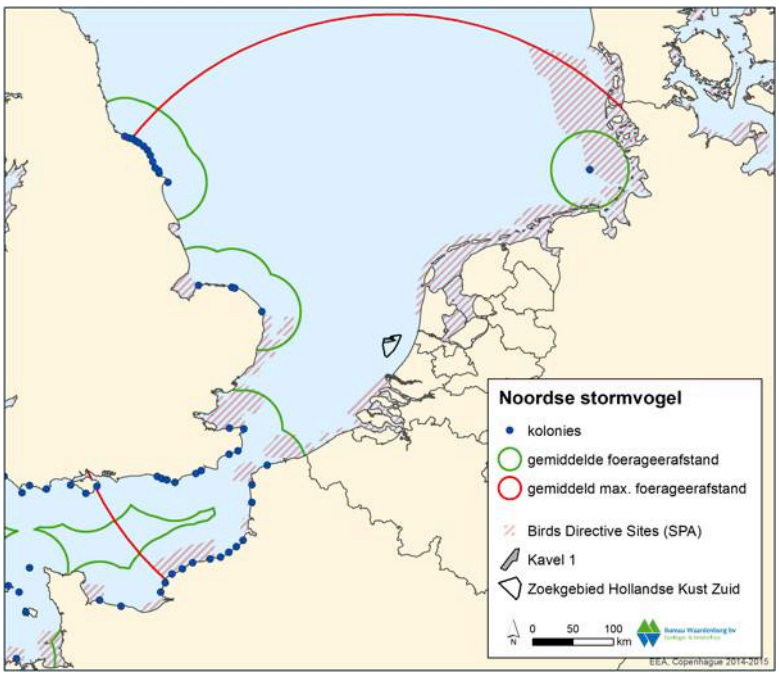
Figuur 2.4a Buffer met gemiddeld maximale foerageerafstand (28 km) van aalscholver rond Kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel I ligt binnen het bereik van één van de kolonies.



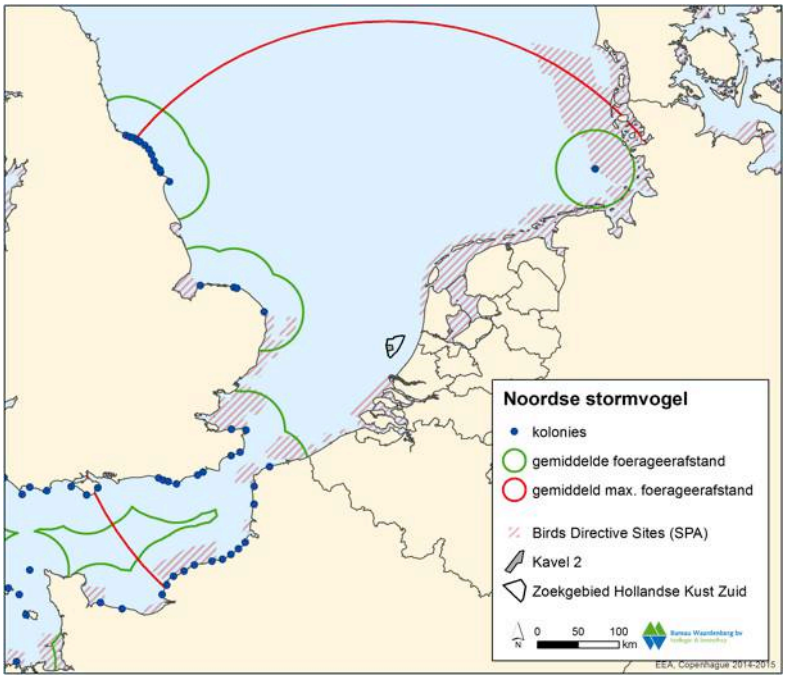
Figuur 2.4b Buffer met gemiddeld maximale foerageerafstand (28 km) van aalscholver rond Kavel II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel II ligt binnen het bereik van één van de kolonies.

Noordse stormvogel

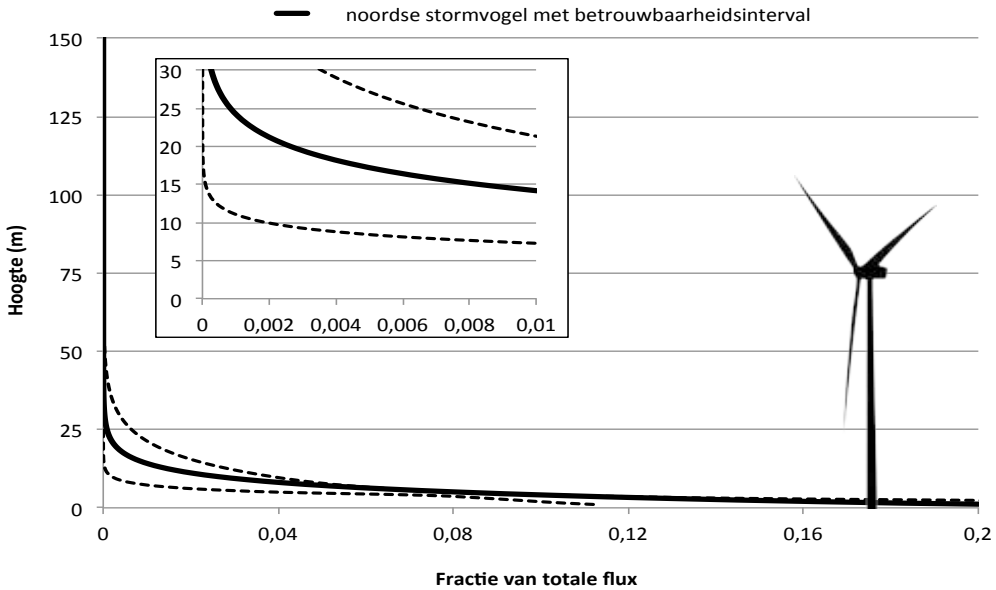
De noordse stormvogel heeft potentieel een grote foerageerrange vanuit de kolonie doordat ze meerdaagse trips kunnen maken. Maximale tripranges van enkele honderden tot meer dan duizend kilometer van de kolonie zijn in het verleden vastgesteld (b.v. Dunnet & Ollason 1982, Falk & Møller 1995). De meeste van deze informatie is gebaseerd op tripduur en vliegsnelheden, echter ook ringterugmeldingen tijdens een broedseizoen en moderne trackingtechnieken worden als bron gebruikt voor deze afstanden. De meeste recente gegevens bestaan uit metingen met behulp van GPS-loggers waarbij gemiddeld de foerageerrange kleiner is dan 100 km, met enkele uitschieters tot ongeveer 800 km van de kolonie (Edwards *et al.* 2013). Over het algemeen worden voor noordse stormvogels foerageerafstanden aangehouden van gemiddeld 48 km, met een gemiddeld maximum van 400 km (maximaal 664 km) (Thaxter *et al.* 2012a, Lascelles *et al.* 2012). Op basis van deze gegevens kunnen noordse stormvogels uit de kolonies in Noord-Frankrijk en de zuid- en oostkust van Engeland (Mitchell *et al.* 2004, Kerbiriou *et al.* 2012) het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bereiken tijdens foerageervluchten in het broedseizoen (figuur 2.5a en b). Noordse stormvogels vliegen bijna uitsluitend vlak boven het wateroppervlak (Johnston *et al.* 2014). De fractie die op rotorhoogte vliegt is maximaal 0,0033 van de totale flux (figuur 2.6). De aantallen aanvaringsslachtoffers zullen hierdoor te verwaarlozen zijn. Aanvaringsslachtoffers in kolonies noordse stormvogels worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.



Figuur 2.5a Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (48 en 400 km) vanuit noordse stormvogel kolonies rond Kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



Figuur 2.5b Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (48 en 400 km) vanuit noordse stormvogel kolonies rond Kavel II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



Figuur 2.6 Hoogteverdeling van noordse stormvogels op basis van Johnston et al. (2014).

Drieteenmeeuw

Drieteenmeeuwen hebben potentieel de grootste foerageerrange van alle meeuwensoorten, echter de grootste afstanden worden voor deze soorten gevonden in gebieden grenzend aan grote oceanen. De meest recente studies aan de foerageerrange van drieteenmeeuwen zijn alle gedaan met behulp van GPS-loggers (b.v. Kotzerka *et al.* 2010). Over het algemeen worden voor drieteenmeeuwen

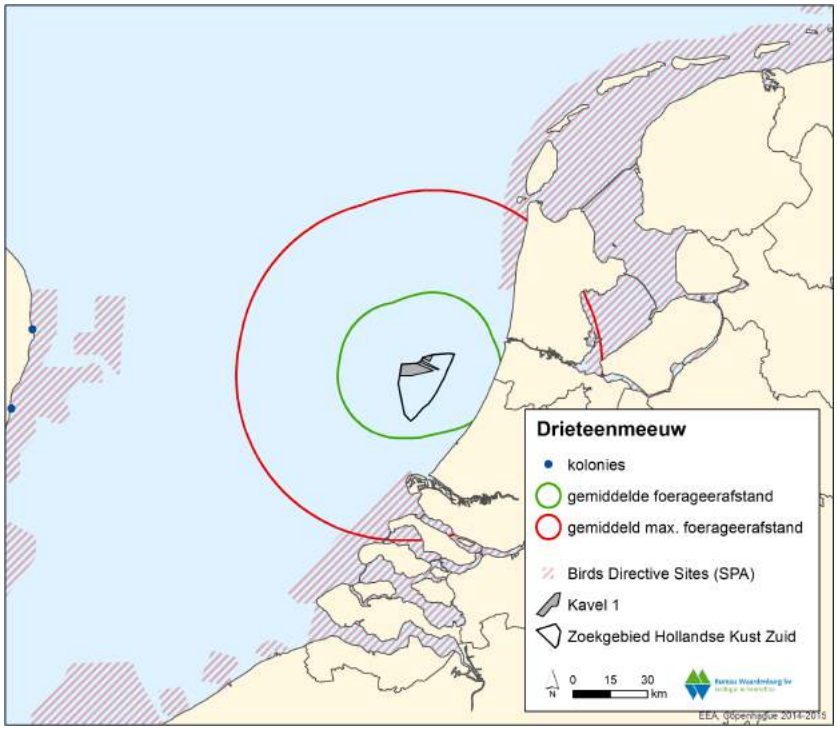
foerageerafstanden aangehouden van gemiddeld 25 km (max 200 km), met een gemiddeld maximum van 66 km (Thaxter *et al.* 2012a, Lascelles *et al.* 2012). Op basis van deze gegevens kunnen drieteenmeeuwen uit de meest nabije kolonies (aan de zuidoostkust van Engeland (Mitchell *et al.* 2004)) het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) niet bereiken (fig. 2.7a en b), en zijn reguliere vliegbewegingen van broedvogels door het gebied niet te verwachten. Aanvaringsslachtoffers in kolonies drieteenmeeuwen worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.

Kokmeeuw

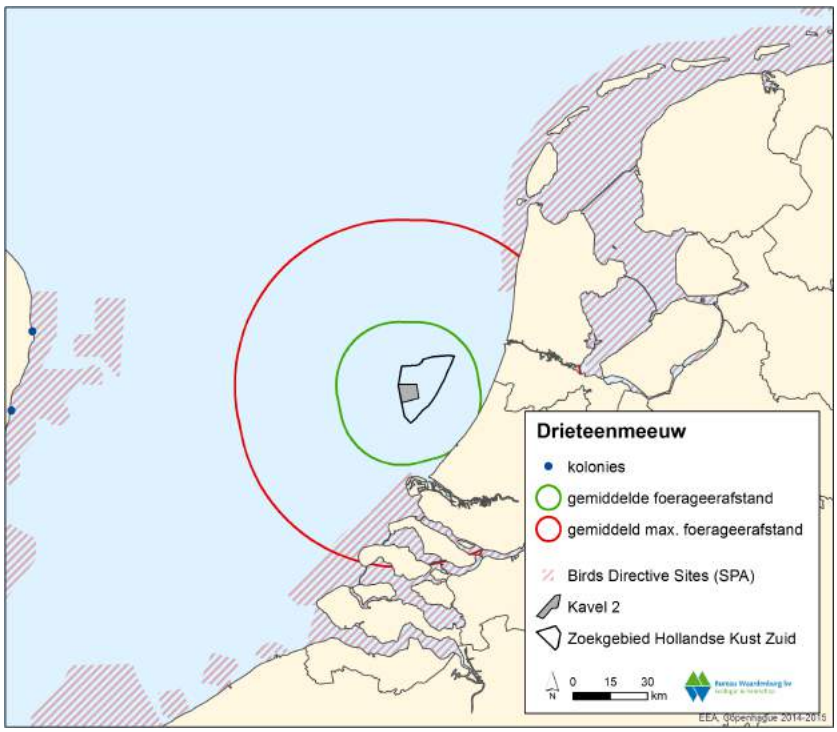
Kokmeeuwen foerageren uitsluitend in de kustzone. Foerageerranges kunnen meer dan tien kilometer buiten de kolonie zijn (Van der Hut *et al.* 2007), echter de range op zee is beperkt. Op basis van surveygegevens is een gemiddelde afstand van 11 km (max 40 km) vastgesteld met een gemiddeld maximum van 26 km. In OWEZ werden ook in het voorjaar en zomer foeragerende kokmeeuwen vastgesteld (Krijgsveld *et al.* 2011), waarvan alleen niet bekend is of dit broedende exemplaren waren, maar het meest waarschijnlijk is dat dit (sub-adulte) niet broedende vogels zijn. Gezien de grote afstand van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de dichtstbijzijnde broedkolonies van kokmeeuwen in de Nederlandse Delta is uitgesloten dat broedende kokmeeuwen foerageervluchten maken door dit gebied. Aanvaringsslachtoffers in kolonies kokmeeuwen worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.

Stormmeeuw

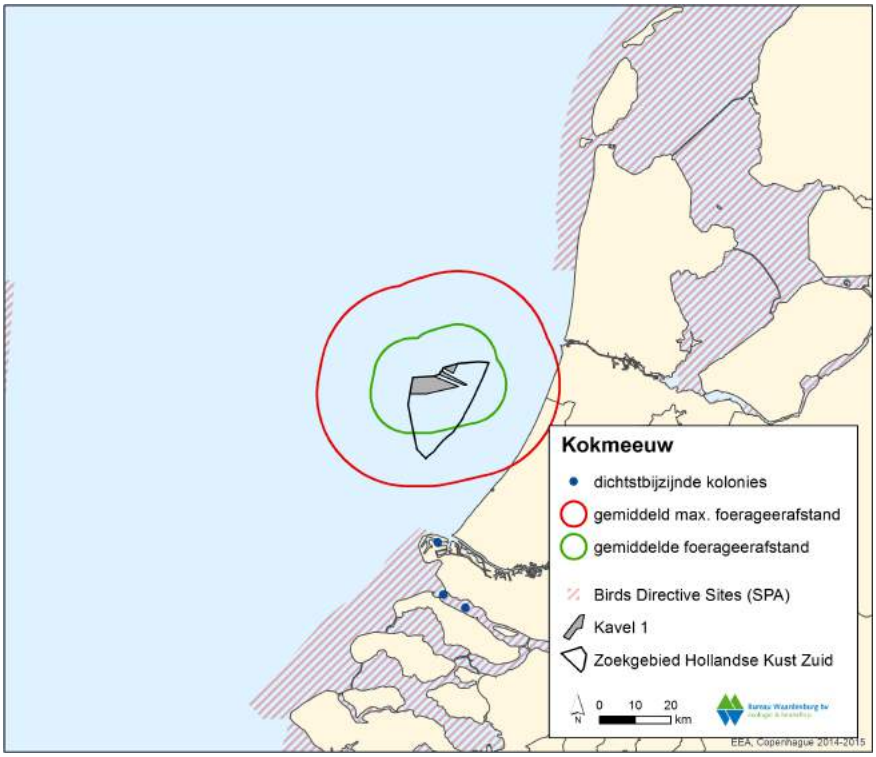
Stormmeeuwen foerageren voornamelijk in de kustzone en hun range buiten de kolonie bedraagt 10 tot 20 km (Van der Hut *et al.* 2007). Op basis van surveygegevens is een gemiddelde afstand van 25 km (max 50 km) vastgesteld met een gemiddeld maximum van 50 km. Binnen deze afstand bevinden zich meerdere kolonies in Noord-Holland en Zuid-Holland. In OWEZ, dat noordelijker ligt dan Hollandse Kust (zuid), zijn in het voorjaar en zomer foeragerende stormmeeuwen vastgesteld (Krijgsveld *et al.* 2011). Van deze vogels is het echter onbekend of dit broedende exemplaren waren, en net als bij kokmeeuwen zijn dit waarschijnlijk (sub-adulte) niet-broedende vogels. Bovendien zijn de kolonies waarvan vogels Kavel I en II van Hollandse Kust (zuid) in theorie kunnen bereiken niet in gebieden die onder de Natuurbeschermingswet 1998 aangewezen zijn voor stormmeeuwen. Aanvaringsslachtoffers uit kolonies stormmeeuwen worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.



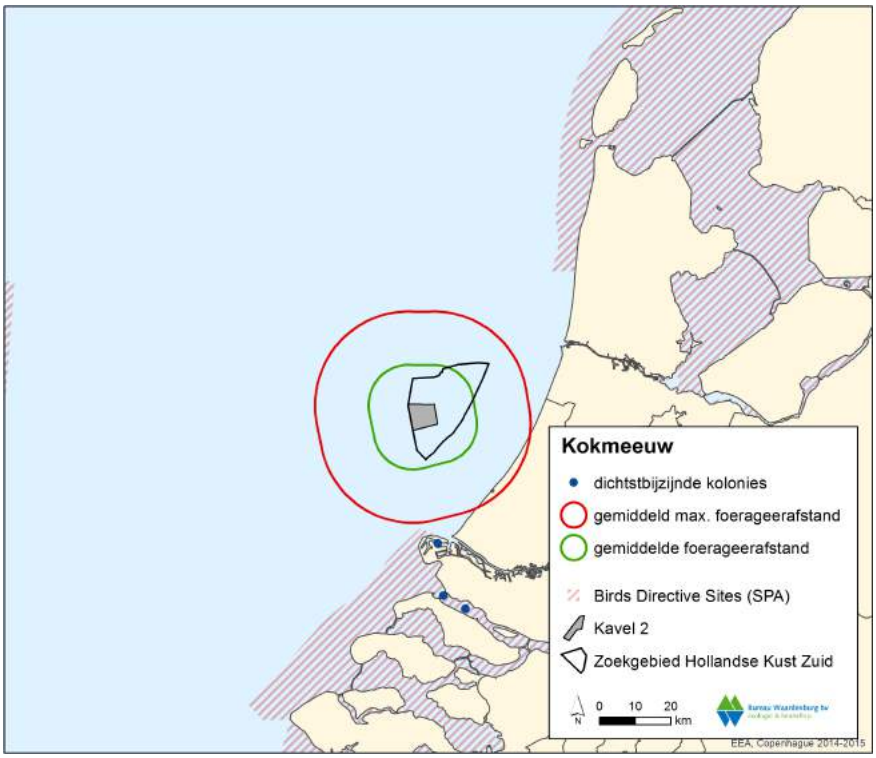
*Figuur 2.7a Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand van de drieteenmeeuw (25 en 66 km) rond Kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Hollandse Kust (zuid) A (zuid) ligt **niet** binnen het bereik van de kolonies.*



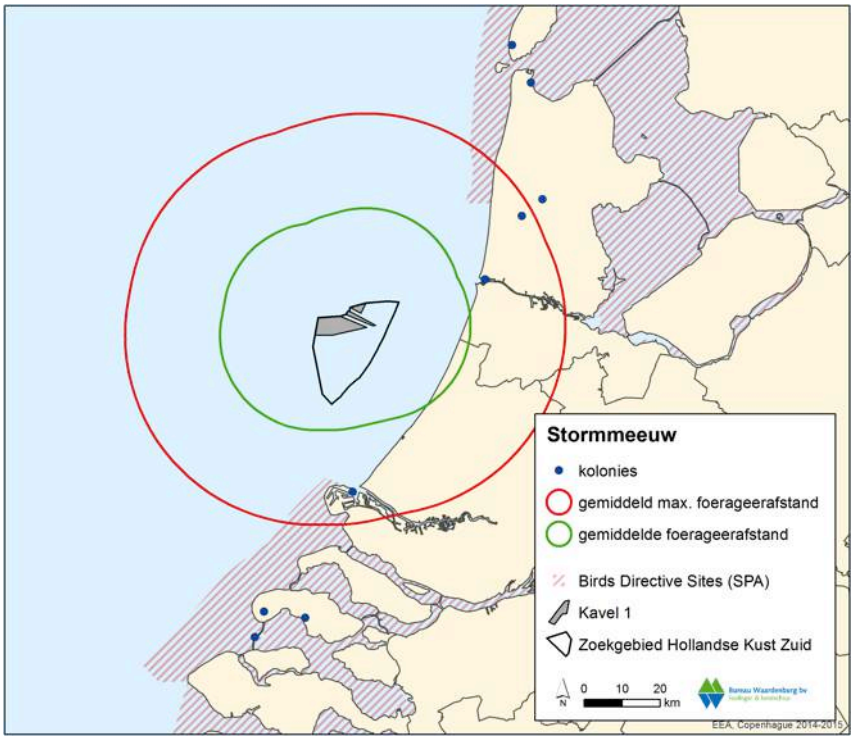
*Figuur 2.7b Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand van de drieteenmeeuw (25 en 66 km) rond Kavel II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Hollandse Kust (zuid) ligt **niet** binnen het bereik van de kolonies.*



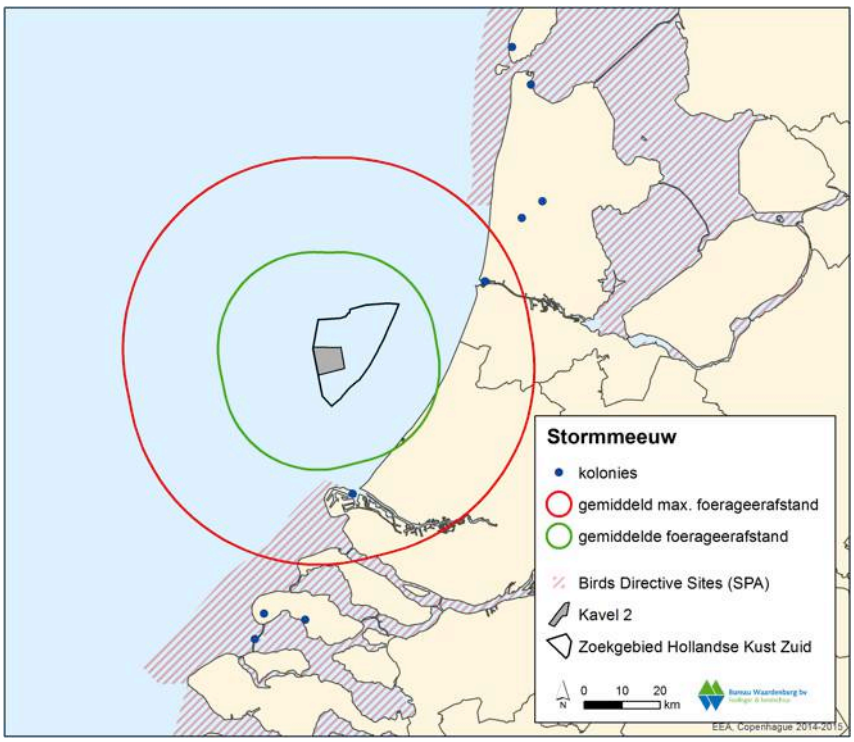
*Figuur 2.8a Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (25 en 50 km) vanuit kokmeeuw kolonies rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel I ligt **niet** in het bereik van kolonies in Nederland.*



*Figuur 2.8b Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (25 en 50 km) vanuit kokmeeuw kolonies rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel II ligt **niet** in het bereik van kolonies in Nederland.*



Figuur 2.9a Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (25 en 50 km) vanuit stormmeeuw kolonies rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel I ligt binnen het bereik van kolonies in Nederland.



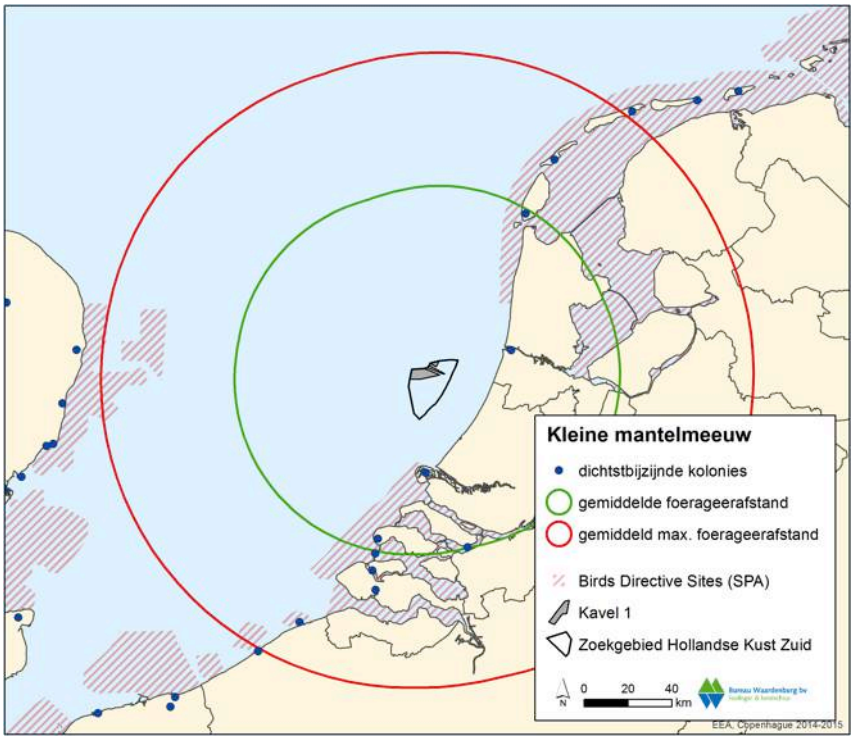
*Figuur 2.9b Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (25 en 50 km) vanuit stormmeeuw kolonies rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel II ligt **niet** in het bereik van kolonies in Nederland.*

Kleine mantelmeeuw

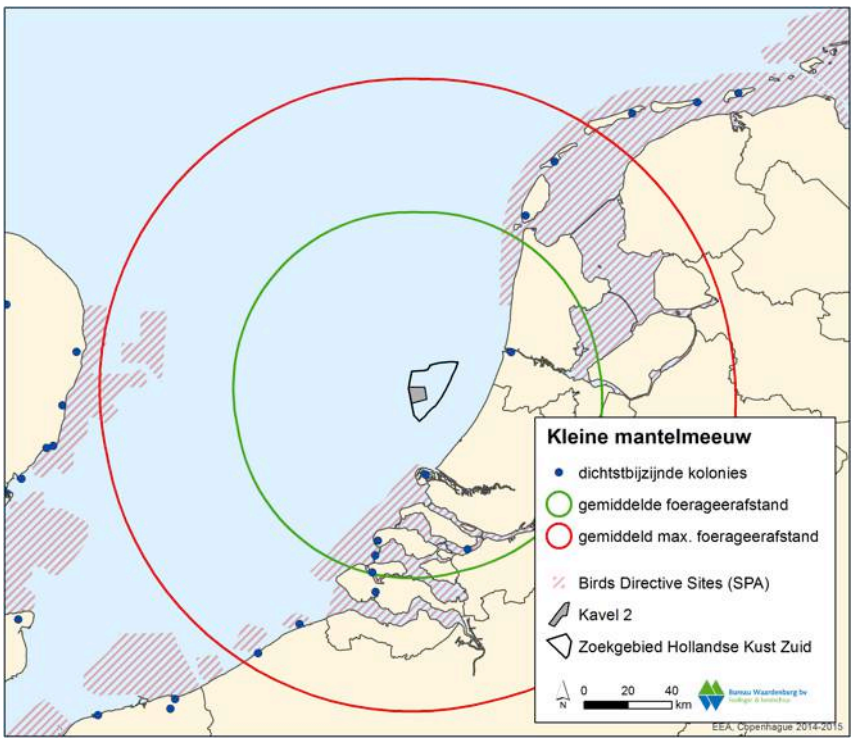
Kleine mantelmeeuwen zijn zeer goede vliegers (Camphuyen 1995, Ens 2007, Ens *et al.* 2009) en foerageren als enige van de Nederlandse meeuwen ver buiten de kustzone. Op basis van GPS-logger onderzoek is een gemiddelde range van 72 km (max 181 km) vastgesteld met een gemiddeld maximum van 141 km (Thaxter *et al.* 2012a&b, 2015, fig. 2.10). Uit GPS-logger onderzoek aan foeragerende kleine mantelmeeuwen op Texel (Camphuysen 2011) is gebleken dat de soort een gemiddelde maximale foerageerafstand van 80 km buiten de kolonie heeft. Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt daarmee binnen de foerageerafstand van kleine mantelmeeuwen uit diverse kolonies in Nederland en België (fig. 2.10a en b).

Op basis van GPS-logger onderzoek in het Volkerak bleek dat vogels in meer landinwaarts gelegen kolonies zich bijna volledig op binnenlandse foerageergebieden richten (Gyimesi *et al.* 2011, fig. 2.11). Vlaamse vogels bleken wel gebruik te maken van het zeegebied, alhoewel ook deze veelvuldig in het binnenland foerageren (gegevens INBO). Hetzelfde geldt ook voor vogels uit het Verenigd Koninkrijk (Thaxter *et al.* 2015; fig. 2.12a en b). In hoeverre dat ook geldt voor de vogels uit het Veerse Meer is onbekend. Omdat Kavel II in het bereik ligt voor kleine mantelmeeuwen vanuit het Veerse Meer, worden de effecten voor deze vogels verderop in dit rapport behandeld.

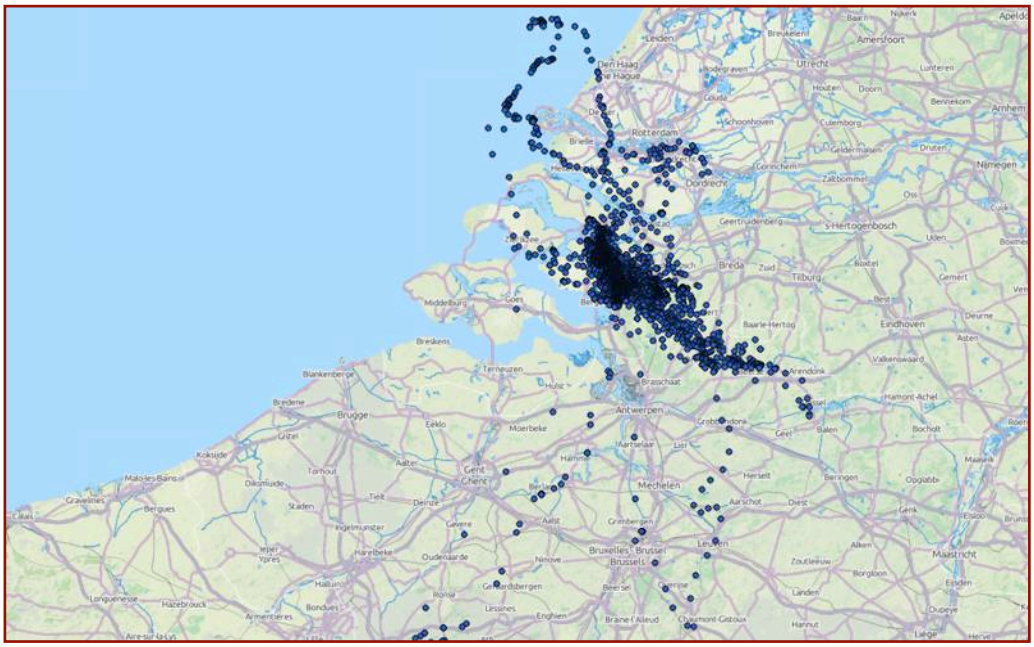
Van het GPS-logger onderzoek aan foeragerende kleine mantelmeeuwen bleek dat de vogels van kolonies op Texel voornamelijk richting het westen vliegen en in mindere mate richting het zuiden (Camphuysen 2011, Dirksen *et al.* 2012). Op basis van alle vluchten vastgelegd met GPS loggers, vliegen kleine mantelmeeuwen uit Texel richting het zuiden boven zee maximaal tot de hoogte van Haarlem/IJmuiden (figuur 2.13). Het aantal broedende kleine mantelmeeuwen van de kolonie op Texel dat windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) passeert tijdens foerageervluchten is te verwaarlozen. Op basis van deze metingen zijn slachtoffers in windenergiegebied vanuit de kolonie op Texel niet te verwachten (Collier *et al.* 2015). Aanvaringsslachtoffers van kleine mantelmeeuwen uit de kolonie op Texel en Volkerak worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER en vanuit het Veerse Meer voor Kavel II **wel**.



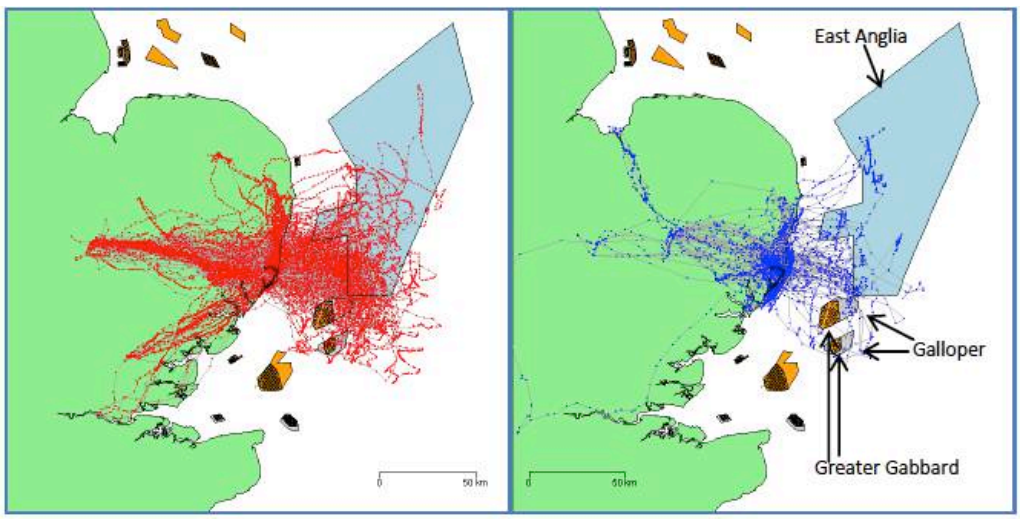
Figuur 2.10a Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand van kleine mantelmeeuw (80 en 141 km) rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel I ligt binnen het bereik van kolonies in het België en Nederland.



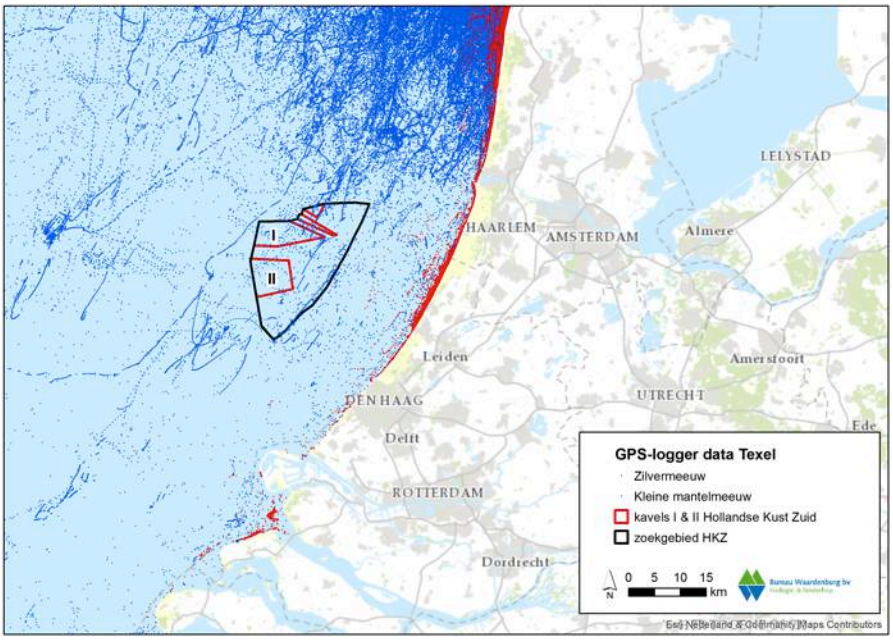
Figuur 2.10b Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand van kleine mantelmeeuw (80 en 141 km) rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel II ligt binnen het bereik van kolonies in het België en Nederland.



Figuur 2.11 Vluchten van kleine mantelmeeuwen vanuit kolonies in het Volkerrak (Gyimesi et al. 2011).



Figuur 2.12 Vluchten van kleine mantelmeeuwen in 2011 vanuit de kolonie in Orford Ness. De lijnen geven vliegpaden van de vogels weer (rood: gezenderd in 2011; blauw: gezenderd in 2010. Afbeelding overgenomen uit Thaxter et al. 2012b.

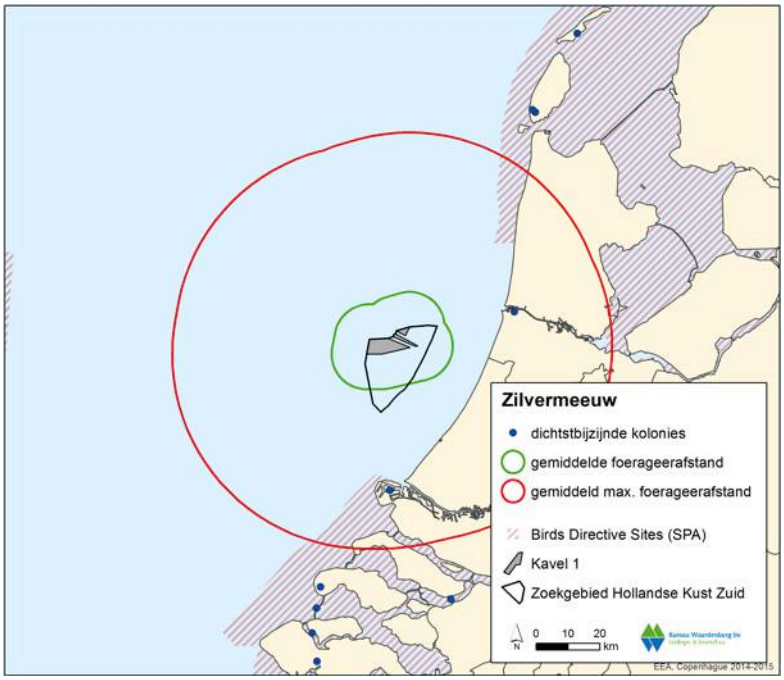


Figuur 2.13 Vluchten van kleine mantelmeeuwen en zilvermeeuwen vanuit kolonies op Texel door windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op basis van GPS-metingen (blauwe stippen kleine mantelmeeuw; rode stippen zilvermeeuw; bron: Gyimesi et al. in prep.).

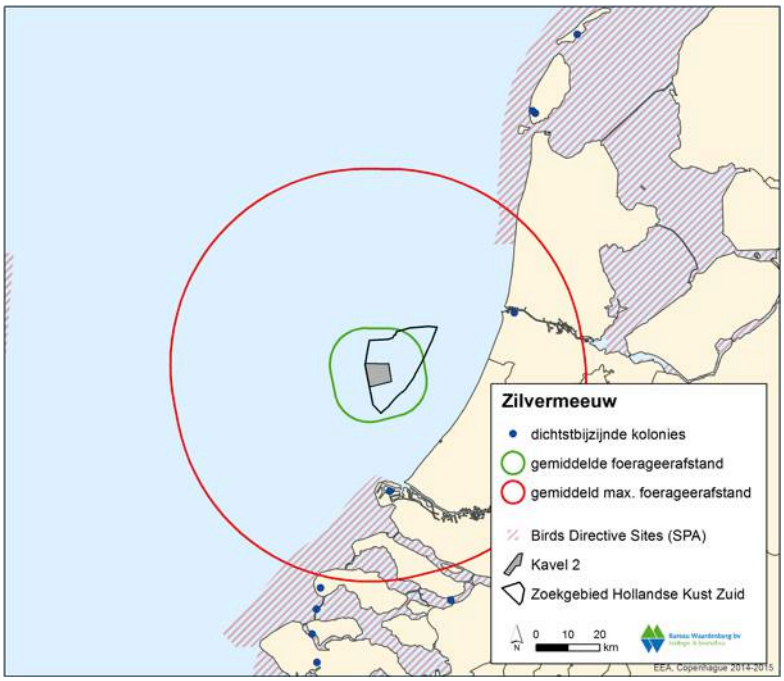
Zilvermeeuw

De dichtstbijzijnde kolonies zilvermeeuwen bij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) liggen in de Nederlandse Delta, België en aan de zuidkust van het Verenigd Koninkrijk. Zilvermeeuwen foerageren voornamelijk in de kustzone en hun range buiten de kolonie bedraagt 10 tot 20 km (Van der Hut *et al.* 2007). Uit GPS-logger onderzoek in het Verenigd Koninkrijk is een gemiddelde range van 11 km (max 92 km) vastgesteld met een gemiddeld maximum van 61 km. In 2013 is voor het eerst gestart om zilvermeeuwen uit te rusten met GPS-loggers. Mede hieruit bleek dat de soort een kustgebonden verspreiding heeft tijdens het broedseizoen en daarnaast voornamelijk in het binnenland foerageert (Camphuysen *et al.* 2008, zie ook figuur 2.13). De maximale foerageerafstand is echter groot. Vogels vanuit Texel bleken tot in Amsterdam te foerageren (figuur 2.13). In België werden voor de zilvermeeuw vergelijkbare afstanden gevonden (fig. 2.14a en b), echter wel iets verder op zee. In OWEZ werden in het voorjaar en zomer foeragerende zilvermeeuwen vastgesteld (Krijgsveld *et al.* 2011). Het is voor deze vogels echter onbekend of dit broedende exemplaren waren. Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt in potentie binnen de foerageerafstand van zilvermeeuwen uit diverse kolonies in Nederland (fig. 2.14a en b). Echter, zenderonderzoek in Nederland en België gaf aan dat zilvermeeuwen hier een kustgebonden verspreiding hebben en dus naar waarschijnlijkheid geen regelmatige vluchten door windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) hebben (zie ook figuur 2.13). Bovendien zijn de kolonies waarvan vogels Kavel I en II van Hollandse Kust (zuid) in theorie kunnen bereiken niet in gebieden die aangewezen zijn voor zilvermeeuwen onder de Natuurbeschermingswet 1998.

Aanvaringsslachtoffers in kolonies zilvermeeuwen worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.



Figuur 2.14a Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand van zilvermeeuw (11 en 61 km) rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel I ligt binnen het bereik van kolonies in Nederland.



Figuur 2.14b Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand van zilvermeeuw (11 en 61 km) rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel II ligt binnen het bereik van kolonies in Nederland.

Grote mantelmeeuw

Aan de Nederlandse en Zuid Engelse kust broeden zeer kleine aantallen grote mantelmeeuwen. Van deze soort is onbekend welke foerageerrange ze hebben, maar waarschijnlijk is die vergelijkbaar met die van kleine mantelmeeuwen (~80 km). Het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt daarmee binnen de foerageerafstand van grote mantelmeeuwen uit diverse gemengde meeuwenkolonies in Nederland. De aantallen grote mantelmeeuwen zijn echter in die kolonies zeer klein en daarmee ook is het voorkomen op zee van foeragerende broedvogels ook minimaal. Ook zijn deze kolonies niet beschermd via de Nbwet. Aanvaringsslachtoffers in kolonies grote mantelmeeuwen worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.

Dwergstern

Dwergsterns foerageren uitsluitend in de nabijheid van hun broedkolonies en daarmee uitsluitend in de kustzone tot gemiddeld 1 km op zee (max 3 km). Foerageerranges van dwergsterns werden op basis van waarnemingen en radiozenders vastgesteld in Engeland, Nederland, Italië en Portugal. Deze range was gemiddeld ongeveer 2 km van de kolonie (max 11 km) met een gemiddeld maximum van zo'n 6 km (Thaxter *et al.* 2012a). Gezien de grote afstand van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de dichtstbijzijnde kolonies van dwergsterns (in de Westerschelde) is uitgesloten dat broedende dwergsterns vluchten maken door dit gebied. Aanvaringsslachtoffers in kolonies dwergsterns worden **niet** behandeld in dit MER.

Noordse stern

Aan de Nederlandse kusten broeden kleine aantallen noordse sterns en het hoofdverspreidingsgebied binnen Nederland ligt in en rond de Waddenzee, echter ook in de Delta broedt een kleine populatie. Noordse sterns foerageren relatief dichtbij hun broedkolonies en daarmee voornamelijk in de kustzone. Foerageerranges van noordse sterns zijn maar beperkt onderzocht en op basis van waarnemingen en radiozenders vastgesteld in Schotland, Engeland en Duitsland. Deze range was gemiddeld 7 km van de kolonie (max 30 km) met een gemiddeld maximum van zo'n 24 km (Thaxter *et al.* 2012a). Gezien de grote afstand van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de dichtstbijzijnde kolonies van noordse sterns is uitgesloten dat broedende noordse sterns foerageervluchten maken door dit gebied. Aanvaringsslachtoffers in kolonies noordse sterns worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.

Visdief

Visdieven foerageren relatief dichtbij hun broedkolonies en daarmee voornamelijk in de kustzone. Foerageerranges van visdieven zijn onderzocht op diverse plaatsen in Europa en Amerika, en op basis van waarnemingen en gegevens uit radiozenders kon de range worden bepaald op 5 km van de kolonie (max 30 km) met een gemiddeld maximum van zo'n 15 km (Thaxter *et al.* 2012a). Uit onderzoek met radiozenders in de Voordelta is gebleken dat visdieven hier voornamelijk in de zeer nabije kustzone foerageren, en dan met name in de uitstroomopeningen van de verschillende dammen in de Nederlandse delta (Poot *et al.* 2013b). Gezien de grote afstand van het

windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de dichtstbijzijnde kolonies van visdieven is uitgesloten dat broedende visdieven foerageervluchten maken door dit gebied. Aanvaringsslachtoffers in kolonies visdieven worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.

Grote stern

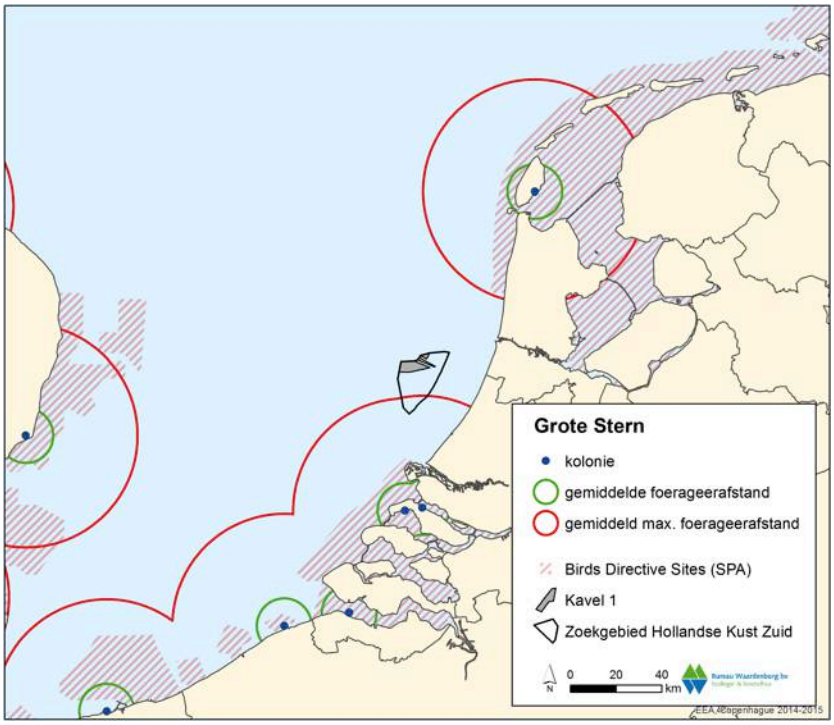
De grote stern broedt in enkele grote kolonies langs de Nederlandse kust en in recente jaren waren grote aantallen aanwezig in de Nederlandse Delta (Haringvliet, Grevelingen, Westerschelde). Grote sterns foerageren op zee, zowel in de kustzone als ver op zee. Op basis van zichtwaarnemingen tijdens onderzoek in het Verenigd Koninkrijk, België, Denemarken en Nederland werden foerageerranges van grote sterns vastgesteld op gemiddeld 12 km van de kolonie (max 54 km) met een gemiddeld maximum van zo'n 49 km (Thaxter *et al.* 2012a). Recent onderzoek met GPS-loggers naar grote sterns in de Voordelta wijst uit dat de grens van reguliere foerageervluchten op 35 kilometer ligt van de kolonie (Poot *et al.* 2013b, Fijn *et al.* 2014a, fig. 2.16a en b). Op basis van deze gegevens samen ligt windenergiegebied Kavel II van Hollandse Kust (zuid) net buiten het gebied waar grote sterns uit de kolonies in de Nederlandse Delta kunnen komen (fig. 2.15a en b). Voor sterns uit andere kolonies in Nederland en België ligt windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ver buiten bereik. Aanvaringsslachtoffers in kolonies grote sterns worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.

Zeekoet

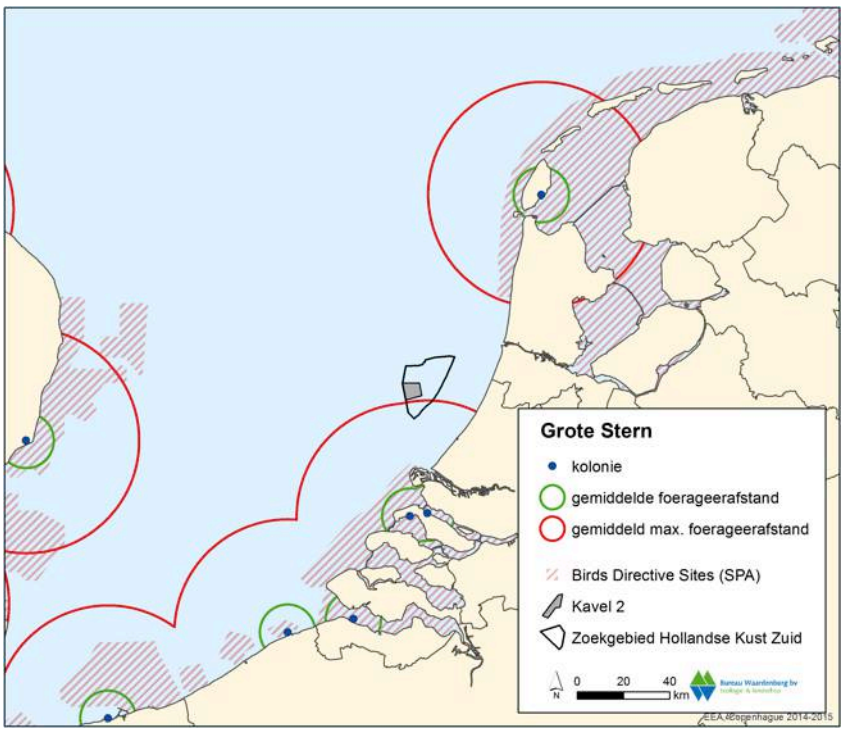
Ten opzichte van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt de dichtsbijzijnde kolonie zeekoeten aan de Engelse zuidkust. Zeekoeten hebben relatief grote foerageerranges en op basis van waarnemingen en radiozenders onderzoek in het Verenigd Koninkrijk is berekend dat de gemiddelde foerageerafstand ongeveer 38 km (max. 135 km) van de kolonie is met een gemiddeld maximum van zo'n 84 km (Thaxter *et al.* 2012a). Echter ook werd incidenteel een foerageerafstand van 200 km gemeten (Lascelles *et al.* 2012). Gezien de grote afstand van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de dichtstbijzijnde kolonies van zeekoeten is uitgesloten dat broedvogels van deze soort foerageervluchten maken door dit gebied. Aanvaringsslachtoffers in kolonies zeekoeten worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.

Alk

Ten opzichte van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt de dichtsbijzijnde kolonie alken aan de Engelse zuidkust. Op basis van waarnemingen en onderzoek met radiozenders is in het Verenigd Koninkrijk vastgesteld dat de gemiddelde foerageerafstand ongeveer 24 km van de kolonie is (max 95 km) met een gemiddeld maximum van zo'n 49 km (Thaxter *et al.* 2012a). Gezien de grote afstand van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de dichtstbijzijnde kolonies van alken is uitgesloten dat broedvogels van deze soort foerageervluchten maken door dit gebied. Aanvaringsslachtoffers in kolonies alken worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.



*Figuur 2.15a Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (12 en 49 km) vanuit grote stern kolonies rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel I ligt **niet** binnen het bereik van sterns in Nederland of België.*



*Figuur 2.15b Gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand (12 en 49 km) vanuit grote stern kolonies rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel II ligt **niet** binnen het bereik van sterns in Nederland of België.*

2.2.3 Vogels tijdens seizoenstrek

Over de Noordzee trekken jaarlijks vele miljoenen vogels, waaronder typische zeevogels maar ook landvogels onderweg van broedgebieden naar overwinteringsgebieden en vice versa (o.a. Lensink & Van der Winden 1997, LWVT/SOVON 2002, Exo *et al.* 2002, Krijgsveld *et al.* 2011, Hill *et al.* 2014). Een aantal soorten passeert het plangebied in zeer grote aantallen, dan wel een substantieel deel van de biogeografische populatie kan het plangebied aandoen. Voor trekvogels is dit, met het oog op uitwijkgedrag, het gebied binnen een straal van enkele kilometers rondom het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Uitgaande van een buffer rond het park van 2 km op basis van onderzoek naar de verstoringsafstanden van zeevogels en watervogels rond windparken op zee (e.g. Petersen *et al.* 2006), is de totale breedte van het gebied ten opzichte van de noord-zuid lijn (max.) 8,5 km en ten opzichte van de oost-west lijn 16,2 km voor Kavel I. Voor Kavel II is dit respectievelijk 7,4 en 8,6 km. Onder een 'zeer groot aantal' en 'substantieel deel van de biogeografische populatie' wordt in eerste instantie uitgegaan van een aantal van minimaal 10.000 vogels. De 1%-norm uit de Ramsar-conventie biedt het beste houvast om aan te geven of het een substantieel deel van de populatie betreft.

Er zijn grote verschillen in gedrag, vlieghoogtes en intensiteit tussen de verschillende soortgroepen. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van welke soorten trekvogels, met welke intensiteit, op welke hoogte en in welke richtingen door windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vliegen. Hiervoor is gebruik gemaakt van de meest recente bronnen over vogeltrek over de Noordzee. Het gaat hierbij om rapporten die voortkomen uit het monitoringsprogramma rond OWEZ (Krijgsveld *et al.* 2005, 2011, Leopold *et al.* 2004, 2010), vliegtuigtellingen uit het Shortlist Masterplan (Poot *et al.* 2011), monitoringsrapporten van boottellingen in de Belgische EEZ (Vanermen *et al.* 2013) en enkele notities over vogeltrek over de Noordzee en kansen voor nearshore windenergie (Leopold *et al.* 2013, Jaspers Faijer & van Dam 2013, Poot 2013, Fijn & Poot 2014). Daarnaast is ook teruggegrepen op oudere bronnen zoals Camphuysen & van Dijk (1983), Platteeuw (1991), Platteeuw *et al.* (1994), Lensink & van der Winden (1997), Bijlsma *et al.* 2001 en LWVT/SOVON (2002).

Soortenspectrum

Boven windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) trekken jaarlijks tientallen miljoenen vogels waarin grofweg drie hoofdgroepen trekvogels zijn te onderscheiden: zeevogels, kustvogels en landvogels. In tabel 2.9 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste soorten binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Tabel 2.9 Overzicht van meest voorkomende soorten in drie trekgroepen boven windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Soort	Voorkomen*	Vliegrichting**	Vlieghoogte***
zeevogels			
noordse stormvogel	2	1	-^
jan-van-gent	2	1	+
grote jager	3	1	+/-
kleine jager	3	1	+/-
grote mantelmeeuw	3	1	+
kleine mantelmeeuw	3	1	+
dwergmeeuw	3	1/3	+/-
drieteenmeeuw	2	1	+
noordse stern	1	1	+
zeekoet	3	1	-^
alk	3	1	-^
kustvogels			
roodkeelduiker	2	2	+/-
parelduiker	1	2	+/-
aalscholver	1	2/3	+
fuut	1	2	-^
zwarte zee-eend	2	2	+/-
grote zee-eend	2	2	+/-
eider	1	2	+/-
kokmeeuw	1	2	+
zilvermeeuw	1	2	+
stormmeeuw	1	2	+
grote stern	3	2	+
visdief	2	2	+
zwarte stern	1	2	+
steltlopers	1	2	-
bv. rosse grutto, bonte strandloper, tureluur, zilverplevier			

* 1 = in lage aantallen..., 2 = middelhoge aantallen..., 3 hoge aantallen t.o.v. totale trekstroom

** 1 = Noord >> Zuidwest v.v., 2 = Noordoost >> Zuidwest v.v., 3 = West >> Oost v.v.

*** - = kleine fractie van totale trek op rotorhoogte, +/- = gemiddelde fractie, + = grote fractie op rotorhoogte, '-^ = meest vlak boven zee onder rotorhoogte

Vervolg tabel 2.9

'land'vogels (zang- en watervogels)			
kleine zwaan	1	3	+/-
rotgans	1	2/3	+/-
bergeend	1	2/3	+/-
kuifeend	1	2/3	+/-
topper	1	2/3	+/-
smient	1	2/3	+/-
kanoet	1	2/3	- / -^
rosse grutto	1	2/3	- / -^
tureluur	1	2/3	- / -^
bonte strandloper	1	2/3	- / -^
zilverplevier	1	2/3	- / -^
kievit	1	2/3	- / -^
watersnip	1	3	- / -^
houtsnip	1	3	- / -^
koperwiek	1	2/3	-
merel	1	2/3	-
zanglijster	1	2/3	-
spreeuw	1	2/3	-
veldleeuwerik	1	2/3	-
graspieper	1	2/3	-
roodborst	1	2/3	-
vink	1	2/3	-

* 1 = in lage aantallen..., 2 = middelhoge aantallen..., 3 hoge aantallen t.o.v. totale trekstroom

** 1 = Noord >> Zuidwest v.v., 2 = Noordoost >> Zuidwest v.v., 3 = West >> Oost v.v.

*** - = kleine fractie van totale trek op rotorhoogte, +/- = gemiddelde fractie, + = grote fractie op rotorhoogte, '-^ = meest vlak boven zee onder rotorhoogte

Zeevogels

Boven windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn zeevogels door hun relevantie in relatie tot de natuurwetgeving de belangrijkste groep. Op basis van bovenstaande bronnen en expert judgement is kwalitatief aan te geven welke soorten in deze categorie vallen. Met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid trekken de volgende soorten in substantiële aantallen door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid): noordse stormvogel, jan-van-gent, grote jager, kleine jager, dwergmeeuw, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, drieteenmeeuw, grote stern, noordse stern, zeekoet en alk. Met name grote jager en dwergmeeuw zijn interessant binnen deze kaders omdat deze soorten in vooral in het voorjaar (dwergmeeuw) en najaar (grote jager) tot ver uit de kust doortrekken en relatief kleine biogeografische populaties kennen.

Kustvogels

Naast de zeevogels die voornamelijk boven open zee trekken en uitsluitend met harde aanlandige wind dichter langs de kust vliegen, is er ook een aantal soorten die

uitsluitend in een zone van een tiental kilometers gerelateerd aan de kust vliegen. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om soorten als roodkeel- en parelduiker, zwarte- en grote zee-eend, kokmeeuw, zilvermeeuw, stormmeeuw, visdief en in mindere mate soorten als zwarte stern en diverse soorten steltlopers.

Zang- en watervogels van het land
Naast de soorten die gebonden zijn aan zoutwater zijn er ook grote aantallen landvogels (zang- en watervogels) die over de Noordzee trekken. De grootste aantallen landvogels zijn zangvogels die trekken tussen het vaste land van Europa en het Verenigd Koninkrijk. Het gaat hier met name om zangvogelsoorten als spreeuwen, vinken, merels, koperwieken, (gras)piepers en in mindere mate om soorten als roodborst en zwartkop e.d. Daarnaast trekken ook diverse soorten watervogels over de Noordzee. Het gaat hierbij met name om ganzen (grauwe -, kleine riet-, brand- en rotgans), zwanen (kleine – en wilde zwaan), eenden (bv. smient, topper en kuifeend) en wederom om diverse soorten steltlopers (bv. rosse grutto, tureluur, bonte strandloper, zilverplevier uit het zoute milieu en uit het zoete/land milieu bv. kievit, watersnip en houtsnip). Door de kleine populatieomvang van kleine zwanen en de belangrijke functie die Nederland en het oosten van Engeland hebben voor deze soort is een goede beoordeling van belang. Onderzoek met GPS-loggers aan kleine zwanen (Griffin *et al.* 2015) laat echter zien dat de oversteek tussen Engeland en Nederland langs de hele Noordzeekust plaats kan vinden (zie verder en figuur 2.16) en daarmee het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geen verhoogd risico vormt voor deze soort. Lopend onderzoek moet uitwijzen of een bepaald hoofdtrekbaan van deze soort is te onderscheiden (E. Rees pers. comm.).

Vliegintensiteit
Zee- en kustvogels
De totale ordegrootte van de vogeltrek boven de Noordzee ligt rond de 65 miljoen vogels, waarvan naar schatting slechts ongeveer 1 miljoen onder de ‘echte zeevogels’ vallen (Lensink & van der Winden 1997). Boven Hollandse Kust (zuid) zal mogelijk langs de oostgrens van het windenergiegebied de hoogste trekintensiteit voorkomen, omdat daar ook nog een deel van de meer kustgebonden soorten zoals duikers, zee-eenden, meeuwen en sterns langs trekt (Poot *et al.* 2011, Jaspers Faijer & van Dam 2013, Leopold *et al.* 2013, Vanermen *et al.* 2013). In totaal trekt een ordegrootte van tienduizenden tot miljoenen vogels per soort door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Het is daarnaast niet ondenkbaar dat ook een zeer groot deel van de totale biogeografische populatie van sommige soorten door het gebied heen trekt, zoals bijvoorbeeld van roodkeelduiker, grote jager, kleine jager en dwergmeeuw.

Specifieke trekbanen of zogeheten ‘migration corridors’ met hogere trekdichtheden dan andere stukken zijn niet bekend uit het gebied. Naar verwachting vertonen dus alle zeevogels hier breed-front trek vanuit het Kanaal de Noordzee op (bijvoorbeeld noordse stormvogels, jan-van-genten, meeuwen, sterns, jagers en alkachtigen in het voorjaar, en kleine aantallen pijlstormvogels in de nazomer) en *vice versa* vanuit de Noordzee het Kanaal in (alle noordelijk broedende zeevogels in het najaar). Het is in

theorie mogelijk dat de bestaande windparken rondom windenergiegebieden Hollandse Kust (zuid) (OWEZ, PAWP, Luchterduinen) zorgen voor verdichting van trekbanen door macro-vermijdingsgedrag (e.g. Krijgsveld *et al.* 2011, Plonckzier & Simms 2012), maar op dit moment is hier niets over bekend.

Radarstudies in de afgelopen decennia hebben laten zien dat de dichtheid aan vliegende vogels direct onder de kust hoger is en dat deze dichtheid met toenemende afstand tot de kust afneemt (Van Gasteren *et al.* 2002, Krijgsveld *et al.* 2005, 2011, Fijn *et al.* 2012). In een studie van de luchtmacht bij IJmuiden is de verhouding tussen de vliegintensiteit boven de kustlijn, op 3 km en op 10 km ongeveer 10 : 4-6 : 0,5-2. Hierin zijn alle vliegbewegingen van vogels meegenomen, echter deze afstanden staan nog niet in verhouding van de afstand van Hollandse Kust (zuid) tot de kust. De afnemende gradiënt van vliegintensiteit met toenemende afstand tot de kust komt voor een deel op het conto van lokale vliegbewegingen, laag en dicht onder de kust, maar ook doordat kustvogels (met name steltlopers en watervogels) bijna uitsluitend door de kustzone trekken. Worden de bewegingen in de onderste luchtlaag niet meegenomen (daarmee concentrerend op uitsluitend trekvogels), dan is de verhouding tussen de uitersten minder uitgesproken. Ook de studies binnen het monitoringsprogramma rond OWEZ komen tot de conclusie dat de dichtheid aan vogels 10 km uit de kust lager is dan direct onder de kust (Krijgsveld *et al.* 2011), en nog lager wordt 80 km op zee (Fijn *et al.* 2012). De radarstudie op de Pier van IJmuiden heeft laten zien dat de stroom watervogels die evenwijdig aan de kust trekt tot ongeveer 7 km reikt (Van Gasteren *et al.* 2002). Steltlopers kunnen daarbij ook op grote hoogte vliegen. Voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) betekent dit specifiek dat het waarschijnlijk dermate ver op zee ligt dat de grootste aantallen kustvogels sterk verminderd zijn, en dat voornamelijk zeevogels en breedfronttrek van landvogels relevant zijn (zie tabel 2.9).

In het verleden is de vliegactiviteit overdag bepaald op diverse plaatsen langs de kust en vanaf enkele platforms op zee (NZG/CvZ, Krijgsveld *et al.* 2005, Krijgsveld *et al.* 2011, Fijn *et al.* 2012). De vliegactiviteit van vogels, ofwel "flux" (vogels die per uur een denkbeeldige lijn van een kilometer haaks op de vliegrichting passeert), varieert in de loop van het jaar voor de meeste soorten. Gemiddelde fluxen per maand variëren van 0 tot meer dan honderd vogels per uur per strekkende km.

De meest recente inschatting van vliegactiviteit van trekvogels op rotorhoogte is een studie, waarin vanuit de radar en visuele gegevens verzameld in OWEZ een inschatting is gemaakt van de aantallen vogels op rotorhoogte nabij OWEZ (Fijn *et al.* 2015). Hieruit blijkt dat gemiddeld 35 vogels per kilometer per uur op rotorhoogte door het park heen vliegen (maximaal meting van 733 per km per uur op een nacht in oktober). Hieruit kon worden geconcludeerd dat in totaal ongeveer 230.000 vogels per km per jaar door OWEZ heenvlogen, waarvan ongeveer de helft in de nacht langsvliegt.

Om een kwantitatieve inschatting te maken van aantallen aanvaringsslachtoffers onder niet-zeevogels (watervogels, steltlopers, zangvogels) moet een aantal aannames worden gedaan. Allereerst zijn de schattingen van fracties van de totale trekstroom van trekkende 'land'vogels die op rotorhoogte vliegt gebruikt zoals die worden vermeld in de review van Wright *et al.* (2012). Daarnaast is voor de flux-berekening gebruik gemaakt van de procentuele soortgroepverdeling zoals vastgesteld tijdens de panorama scans door Krijgsveld *et al.* (2011). Dit houdt in dat voor watervogels, uilen, en steltlopers wordt aangenomen dat deze zowel overdag als 's nachts trekken. En dus dat de fracties van deze groepen wordt vermenigvuldigd met de totale gemeten flux (dag en nacht). Voor zangvogels wordt verondersteld dat de door Krijgsveld *et al.* (2011) vastgestelde fractie voor overdag geldt en dat 's nachts alle nachtelijke vliegbewegingen zangvogels betreffen. Dus de dagflux wordt vermenigvuldigd met de zangvogel-fractie, en de nachtflux in het geheel. Dit is een worst-case benadering omdat uit observaties bleek dat ook duikers, jagers, sterns en meeuwen 's nachts kunnen trekken (zie Krijgsveld *et al.* 2011 en referenties hierin) en dus ook deel uitmaakt van de nachtflux, echter als worst-case voor zangvogels is het een goede benadering. Op basis van deze gegevens is per soortgroep een inschatting gemaakt van de trekintensiteit die gebruikt is in het Extended Band Model (Zie Bijlage II).

'Land'vogels: ganzen en zwanen

Tijdens de scheepstellingen werden rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) uitsluitend rotganzen waargenomen (Vanermen *et al.* 2013). Rond OWEZ werden daarnaast ook nog grauwe gans, kolgans, brandgans, grote canadese gans, toendrarietgans, kleine rietgans, nijlgans en kleine zwaan gezien (Krijgsveld *et al.* 2011, Leopold *et al.* 2012). Op basis van vlieghoogte data (40% op rotorhoogte (Wright *et al.* 2012)), de totale gemeten flux (dag en nacht, Krijgsveld *et al.* 2011) en het percentage waargenomen ganzen en zwanen ten opzichte van de totale flux (Krijgsveld *et al.* 2011) werd voor OWEZ na extrapolatie een jaarlijkse flux (heen- en terugreis) van afgerond 2.000 ganzen en zwanen per strekkende kilometer op rotorhoogte door het gebied gemeten. Aangezien geen specifieke hoogteprofielen voor ganzen en zwanen bestaan en ook geen lokale fluxmetingen zijn gedaan, is dit ook de best mogelijke, kwantitatieve schatting voor fluxen in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (tabel 2.10).

'Land'vogels: eenden

Tijdens de scheepstellingen werden rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bergeenden, krakeenden en meerkoet waargenomen (Vanermen *et al.* 2013). Rond OWEZ werden daarnaast ook nog grote zaagbek, middelste zaagbek, topper, kuifeend, tafeleend, smient, pijlstaart, wintertaling, zomertaling, wilde eend en slobeend gezien (Krijgsveld *et al.* 2011, Leopold *et al.* 2012). Op basis van hoogteprofiel data (15% op rotorhoogte (Wright *et al.* 2012)), de totale gemeten flux (dag en nacht, Krijgsveld *et al.* 2011) en het percentage waargenomen eenden ten opzichte van de totale flux (Krijgsveld *et al.* 2011) werd voor OWEZ na extrapolatie een jaarlijkse flux (heen- en terugreis) van afgerond 400 eenden per strekkende

kilometer op rotorhoogte door het gebied gemeten. Aangezien geen specifieke hoogteprofielen voor eenden bestaan en ook geen lokale fluxmetingen zijn gedaan, is dit ook de best mogelijke, kwantitatieve schatting voor fluxen in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (tabel 2.10).

'Land'vogels: reigers
Tijdens de scheepstellingen werden rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geen reigers waargenomen (Vanermen *et al.* 2013). Rond OWEZ werden blauwe reiger en lepelaar vastgesteld (Krijgsveld *et al.* 2011, Leopold *et al.* 2012). Op basis van hoogteprofiel data (50% op rotorhoogte (Wright *et al.* 2012)), de totale gemeten flux (dag en nacht, Krijgsveld *et al.* 2011) en het percentage waargenomen reigers ten opzichte van de totale flux (Krijgsveld *et al.* 2011) werd voor OWEZ na extrapolatie een jaarlijkse flux (heen- en terugreis) van afgerond 400 reigers per strekkende kilometer op rotorhoogte door het gebied gemeten. Aangezien geen specifieke hoogteprofielen voor reigers bestaan en ook geen lokale fluxmetingen zijn gedaan, is dit ook de best mogelijke, kwantitatieve schatting voor fluxen in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (tabel 2.10).

'Land'vogels: roofvogels en uilen
Tijdens de scheepstellingen werden rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geen roofvogels en uilen waargenomen (Vanermen *et al.* 2013). Rond OWEZ werden havik, sperwer, torenvalk, bruine kiekendief, blauwe kiekendief, smelleken, slechtvalk, ransuil en velduil vastgesteld (Krijgsveld *et al.* 2011, Leopold *et al.* 2012). Roofvogels en uilen vliegen boven zee voornamelijk op lage hoogtes, en zullen dus geen slachtoffer worden. Uitzondering in dit verband is de velduil die mogelijk wel op turbine hoogte vliegt. Echter de aantallen van deze soort zijn dermate laag dat de aantallen slachtoffers in Kavel I en II verwaarloosbaar zijn. Op basis van hoogteprofiel data (50% op rotorhoogte (Wright *et al.* 2012)), de totale gemeten flux (dag en nacht, Krijgsveld *et al.* 2011) en het percentage waargenomen roofvogels en uilen ten opzichte van de totale flux (Krijgsveld *et al.* 2011) werd voor OWEZ na extrapolatie een jaarlijkse flux (heen- en terugreis) van afgerond 200 roofvogels en uilen per strekkende kilometer op rotorhoogte door het gebied gemeten. Aangezien geen specifieke hoogteprofielen voor roofvogels en uilen bestaan en ook geen lokale fluxmetingen zijn gedaan, is dit ook de best mogelijke, kwantitatieve schatting voor fluxen in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (tabel 2.10).

'Land'vogels: steltlopers
Tijdens de scheepstellingen werden rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) goudplevier, wulp en regenwulp waargenomen (Vanermen *et al.* 2013). Rond OWEZ werden daarnaast ook nog kanoet, bonte strandloper, kleine strandloper, paarse strandloper, drieteenstrandloper, zilverplevier, kievit, bontbekplevier, strandplevier, morinelplevier, scholekster, grutto, rosse grutto, steenloper, oeverloper, tureluur, groenpootruiter, kemphaan, watersnip, houtsnip, bokje en rosse franjepoot gezien (Krijgsveld *et al.* 2011, Leopold *et al.* 2012). Veruit de meerderheid van de steltlopers vliegt op (zeer) grote hoogte, of juist vlak boven het wateroppervlak, in beide

omstandigheden ver buiten het bereik van rotoren. De aantallen slachtoffers zullen derhalve verwaarloosbaar zijn. Op basis van hoogteprofiel data (25% op rotorhoogte (Wright *et al.* 2012)), de totale gemeten flux (dag en nacht, Krijgsveld *et al.* 2011) en het percentage waargenomen steltlopers ten opzichte van de totale flux (Krijgsveld *et al.* 2011) werd voor OWEZ na extrapolatie een jaarlijkse flux (heen en terugreis) van afgerond 500 steltlopers per strekkende kilometer op rotorhoogte door het gebied gemeten. Aangezien geen specifieke hoogteprofielen voor steltlopers bestaan en ook geen lokale fluxmetingen zijn gedaan, is dit ook de best mogelijke, kwantitatieve schatting voor fluxen in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (tabel 2.10).

'Land'vogels: zangvogels

Tijdens de scheepstellingen werden rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) graspieper, witte kwikstaart, merel, koperwiek, kramsvogel, zanglijster, spreeuw, kneu en vink waargenomen (Vanermen *et al.* 2013). Rond OWEZ werden daarnaast ook nog pestvogel, grote barmsijs, huiszwaluw, boerenzwaluw, gierzwaluw, gele kwikstaart, grote gele kwikstaart, rouwkwikstaart, oeverpieper, veldleeuwerik, boomleeuwerik, winterkoning, roodborst, grote lijster, zwarte roodstaart, bonte vliegenvanger, tjiftjaf, fitis, zwartkop, goudhaan, keep, sijs, tapuit, paapje, turkse tortel, houtduif, zwarte kraai, roek, kauw en rietgors vastgesteld (Krijgsveld *et al.* 2011, Leopold *et al.* 2012). Op basis van hoogteprofiel data in OWEZ (figuur 2.17), de totale gemeten flux (dag en nacht, Krijgsveld *et al.* 2011) en het percentage waargenomen zangvogels ten opzichte van de dag flux en de aanname dat alle nachtelijke bewegingen zangvogels zijn (Krijgsveld *et al.* 2011) werd voor OWEZ na extrapolatie een jaarlijkse flux (heen en terugreis) van afgerond 107.000 zangvogels per strekkende kilometer op rotorhoogte door het gebied gemeten. Aangezien geen lokale fluxmetingen voor zangvogels zijn gedaan is dit ook de best mogelijke kwantitatieve schatting voor fluxen in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (tabel 2.10). Echter door de hoogteprofiel benadering is voor deze soortgroep wel onderscheid te maken tussen de verschillende alternatieven in Hollandse Kust (zuid). Hiervoor zijn de turbine-afmetingen van 6 MW en 10 MW turbines genomen. In tegenstelling tot zeevogels is bij zangvogels de maximale turbinegrootte de wost-case scenario (Gyimesi *et al.* 2015). Daarom zijn bij de fluxbepalingen van zangvogels afwijkende turbine-afmetingen (110,5 m ashoogte en 171 m rotordiameter) gebruikt ten opzichte van de fluxbepalingen van zeevogels.

Tabel 2.10 Schatting van de flux van niet-zeevogels per strekkende km die door windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op rotorhoogte trekken, op basis van radarfluxen en procentuele soortgroepverdeling vastgesteld met behulp van visuele waarnemingen door Krijgsveld et al. (2011) rond OWEZ. Hiervoor is uitgegaan van de rotorgrootte van OWEZ en voor zangvogels twee rotorgrootte varianten van Hollandse Kust (zuid) (V1 = 96 m ashoogte en 142 m rotordiameter; V2 = 140,5 m ashoogte en 221 m rotordiameter).

		Aantalsschattingen per strekkende km		
Soortgroep	**Fractie van totale flux op OWEZ**	**OWEZ**	**Hollandse Kust V1**	**Hollandse Kust V2**
ganzen en zwanen	0,07	~2.000	idem	Idem
eenden	0,04	~400	idem	Idem
reigers	0,01	~400	idem	Idem
roofvogels en uilen	0,04	~200	idem	Idem
steltlopers	0,03	~500	idem	Idem
zangvogels overdag	0,15	~17.000	~25.000	~29.000
zangvogels nacht	1	~90.000	~134.000	~151.000
zangvogels totaal		~107.000	~159.000	~180.000

Vliegrichtingen

De Noordzee is de scheiding tussen het Europese vaste land, de Britse Eilanden, en Scandinavië, waarbij Nederland deel uitmaakt van het vaste land. Daardoor komen boven de Noordzee twee dominante vliegrichtingen voor. In het najaar vliegen trekvogels van het vaste land de Britse Eilanden in het westen, terwijl in het voorjaar de trekstroom de andere kant op gaat. Daarnaast vliegen grote aantallen trekvogels in het najaar naar het zuiden vanuit de Noordelijke Noordzee en Scandinavië respectievelijk het Kanaal in of naar Zuid(west) Europa. In het voorjaar gaan deze de andere kant op. Voor de verschillende groepen trekvogels boven het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn de volgende vliegrichtingen te onderscheiden (zie ook verzamelde kaartbeelden in Bijlage II).

Zeevogels

Vooral in het voor- en najaar trekt een groot aantal zeevogels evenwijdig aan de kust van en naar broed- en overwinteringsgebieden (o.a. Camphuysen & Van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). Dit geldt dagelijks voor vele honderden tot maximaal vele duizenden vogels. Lensink & van der Winden (1997) schatten op grond van de beschikbare bronnen dat van een groot aantal zeevogelsoorten internationaal belangrijke aantallen langs de Nederlandse kust trekken. Deze groep vogels vliegt na het broedseizoen boven windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) grofweg van noord en noordoost naar zuidwest het Kanaal in en gaat in het voorjaar weer terug de Noordzee op richting de kolonies.

Kustvogels

Deze groep vliegt overwegend van noordoost naar zuidwest in het najaar, en omgekeerd in het voorjaar. Deze bewegingen vinden evenwijdig aan de kust plaats. Mogelijk steken veel soorten de kust van (Noord-)Nederland af, door grofweg

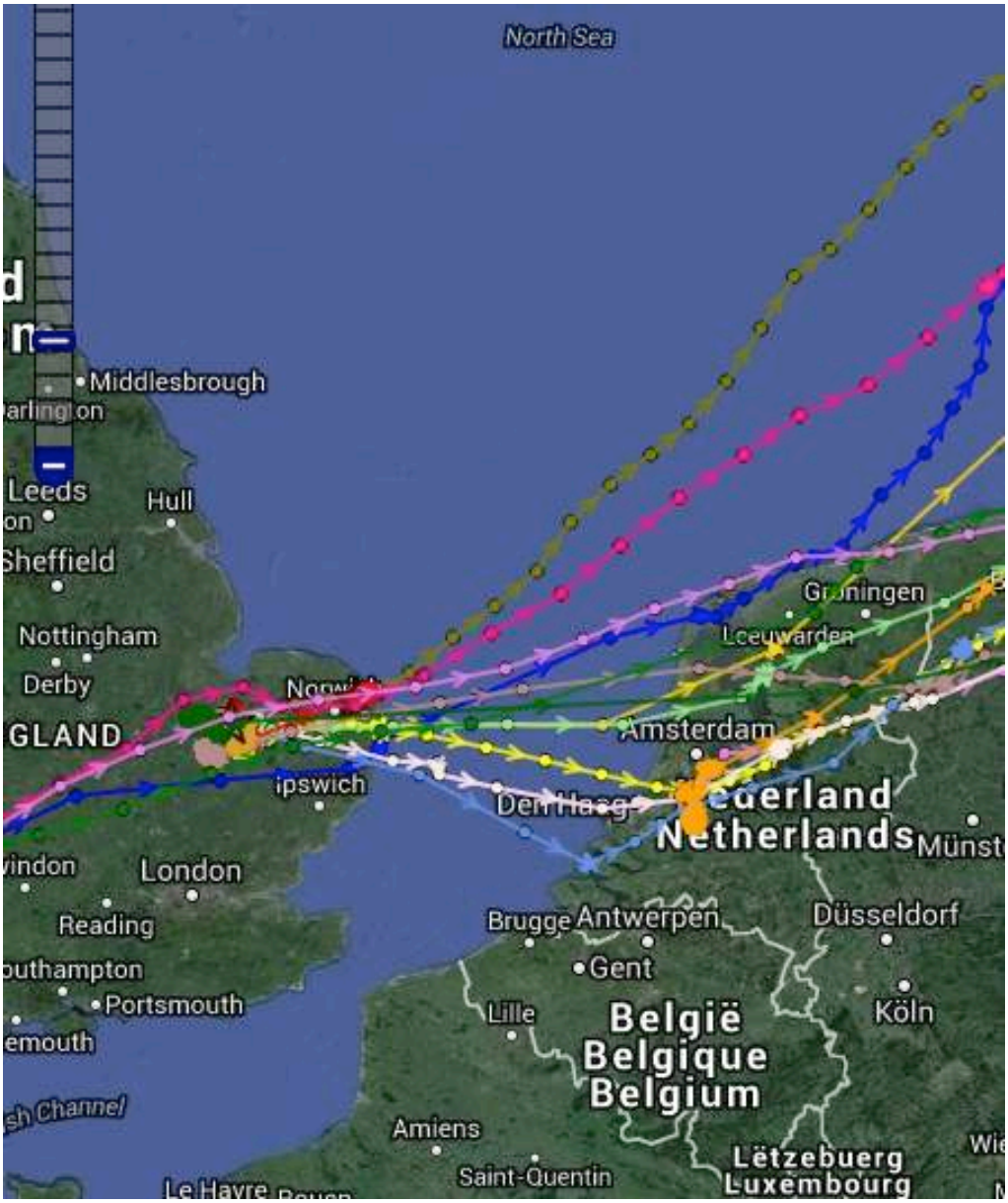
rechtstreeks van de Waddeneilanden naar België te vliegen om dan langs de kust van Frankrijk verder te gaan.

Een substantieel deel van de vogeltrekbewegingen van kustvogels over de Noordzee bestaat uit steltlopers en watervogels die een relatie hebben met de Waddenzee. Dit gaat om vliegbewegingen parallel aan de kust, van en naar gebieden ten zuiden van Nederland, en om uitwisseling met gebieden in het Verenigd Koninkrijk. De Waddenzee is een van de rijkste watervogelgebieden in de wereld. Gedurende het gehele jaar trekken grote aantallen vogels van en naar de Waddenzee. De Waddenzee is zowel een belangrijk broedgebied als een belangrijk tussen- en eindstation voor vele soorten watervogels. Aan dit gebied gerelateerde vliegbewegingen zijn daardoor van bijzondere betekenis. Gezien de ligging van de Waddenzee wordt verondersteld dat vogels uit de Waddenzee meer noordelijk dan zuidelijk de oversteek naar Engeland maken. In het zuiden van Nederland trekken vogels vanuit het Deltagebied naar Engeland, maar die aantallen zijn kleiner dan in het Waddengebied.

Er zijn meer soorten watervogels die van of via Nederland naar Engeland vliegen, zoals rotgans en kleine zwaan. De verspreiding van de rotgans heeft een zwaartepunt in het Wadden- en Deltagebied. De kleine zwaan is tegenwoordig het meest talrijk langs de Friese IJsselmeerkust en in het Randmerengebied. Kleine zwanen die vanuit Engeland naar Nederland oversteken volgen de korste route over de Noordzee. Onderzoek met GPS-loggers aan kleine zwanen (Griffin *et al.* 2015) laat zien dat de oversteek van Engeland naar Nederland langs de hele Noordzeekust plaats vinden (figuur 2.16). Naar verwachting zal de oversteek van rotganzen een vergelijkbaar beeld vertonen. Een ander opmerkelijk fenomeen is de trek van bergeenden waarbij Engelse vogels in de Waddenzee ruien en daarna weer terug keren. Daarnaast zijn er ook ‘reguliere’ noord-zuid bewegingen van bergeenden.

‘Land’vogels
Deze groep gebruikt twee hoofdroutes boven Hollandse Kust (zuid). Een deel gaat west – oost tussen de Britse Eilanden en het vasteland van Europa, en een ander deel (met name steltlopers die in Afrika overwinteren) vliegen noordoost – zuidwest, evenwijdig aan de kust.

In voor- en najaar treedt in de kustzone sterke trek op van zangvogels (LWVT/SOVON 2002, Lensink & Van der Winden 1997). Boven land stuwt de trek overdag geregeld, waarbij in een smalle strook achter en boven de zeereep vele tienduizenden vogels per dag kunnen passeren (o.a. Buurma 1987). Ook in de nacht kan de trekstroom langs de kust verdichten, maar minder sterk dan overdag (Buurma & Van Gasteren 1989). Overdag trekkende kleinere zangvogels die naar Engeland willen, kennen in sommige najaren een gradiënt met toenemende aantallen aan de kust naar het zuiden toe. Indien gunstige rugwinden optreden, zullen deze vogels overdag vanaf de Nederlandse kust de oversteek naar Engeland maken.



Figuur 2.16 Oversteek van gezenderde kleine zwanen van Engeland naar Nederland (bron: Griffin et al. *2015).*

Indien tegenwinden overheersen, vliegen deze vogels zoveel mogelijk over land door naar het zuiden, waar de afstand naar Engeland bij Calais het kleinst is. In sommige najaren maken daar de grootste aantallen de oversteek. Vooral onder gunstige weersomstandigheden waarbij meewind een belangrijke factor is, trekken 's nachts grote aantallen vogels over de Noordzee (Richardson 1978, Buurma 1987, Lensink & van der Winden 1997,LWVT/SOVON 2002). Bij gunstige wind vliegen de vogels over het algemeen hoger dan 200 m en in een zeer breed front (o.a. Buurma 1987, Gruber & Nehls 2003). In de ochtend en bij slecht weer vliegen deze nachttrekkers vooral op minder dan 150 m hoogte (o.a. Deelder & Tinbergen 1947, Buurma 1987, Buurma & van Gasteren 1989, Gruber & Nehls 2003). Bij sterke tegenwind of slecht zicht kunnen

grote aantallen zangvogels gedesoriënteerd raken en in zee terecht komen (Lensink *et al.* 1999). Tot de meest talrijke zangvogels in de trekstroom over de Noordzee behoren merel, koperwiek, kramsvogel, zanglijster, spreeuw en vink (Lensink & van der Winden 1997). Naar verwachting is er een gradiënt in de dichtheid van overstekende nachttrekkende zangvogels als lijsters. Deze vogels pogen in een zo'n kort mogelijke route naar de Britse eilanden te gaan, waarbij in het zeegebied van noord naar zuid een afnemende gradiënt bestaat. Een deel van deze vogels betreft vogels die vanuit Noorwegen in één keer de oversteek pogen te maken, maar halverwege via een zuidoostelijke trekrichting naar de Nederlandse kust komen vliegen en later een tweede poging doen (Buurma 1987). Ook gedurende de dag kunnen landvogels over zee trekken. Over het algemeen gebeurt dit in een breed front, ook op hoogtes van minder dan 200 m en derhalve dus in de zone waar de rotoren draaien (Buurma & Van Gasteren 1989, Van Gasteren *et al.* 2002).

Gedetailleerde informatie over vliegrichtingen voor de Noord-Hollandse kust is verzameld door Krijgsveld *et al.* (2011) met behulp van radar. In die rapportage wordt voor de verschillende seizoenen en momenten van de dag een overzicht gegeven van vliegrichtingen van verschillende groepen vogels. Voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ontbreken deze gegevens echter, maar naar alle waarschijnlijk kunnen deels de bevindingen bij OWEZ geëxtrapoleerd worden naar Hollandse Kust (zuid), omdat het dezelfde trekstromen betreft die over en breed front plaatsvinden, zoals ook eerder beschreven door Lensink & van der Winden (1997). Om deze inschattingen te staven is een aanvullende analyse mogelijk en aanbevelingswaardig op basis van data van scheepstellingen (Vanermen *et al.* 2013) en vliegtuigtellingen in het gebied. Deze analyse zou extra informatie kunnen verschaffen over specifieke vliegrichtingen ter plaatse. Vooralsnog blijft de informatie beperkt tot de drie hoofdgroepen zoals hierboven beschreven. Deze zijn gebaseerd op diverse kaarten uit eerdere rapportages van Fijn & Poot (2014).

Vlieghoogtes

Zee- en kustvogels

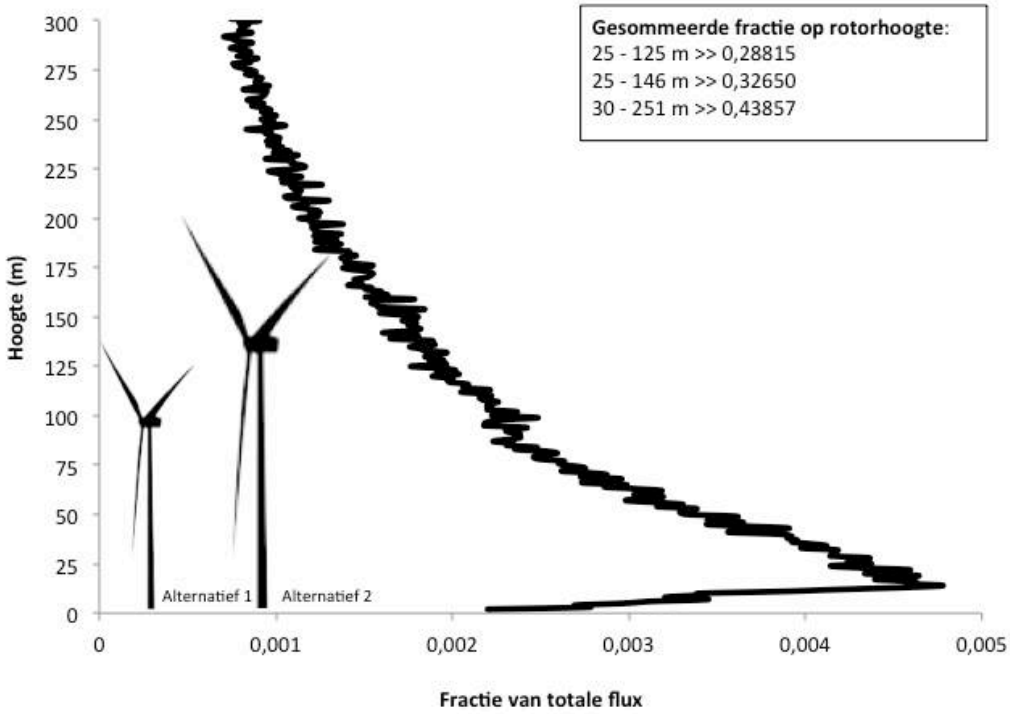
Zeevogels trekken eigenlijk onder bijna alle omstandigheden, echter een gunstige wind ten opzichte van de trekrichting is van invloed op de trekintensiteit van de meeste soorten. Van de soorten in deze groep is bekend dat ze in grote aantallen op lage hoogten vliegen (onder de 100 m, maar meestal veel lager), maar ook is bekend dat duikers, meeuwen, jagers en sterns op trek op honderden meters hoogte kunnen vliegen en daarmee buiten het bereik van rotoren van windturbines op zee blijven. Deze hoge trek vindt met name plaats bij gunstige meewind situaties, maar in welke mate is onbekend.

Landvogels

Met name niet-zeevogels trekken bij voorkeur onder gunstige omstandigheden over voor hen gevaarlijke grote zee-oppervlakten, dat wil zeggen; gunstige wind (in de rug), geen neerslag en geen gesloten wolkendek. Vaak is de trek dan beperkt tot maar een aantal hoogtelagen; daaronder bewegen zich dan vooral de startende en landende

vogels. Op gunstige dagen en nachten vliegen zangvogels en steltlopers vaak op honderden meters hoogte tot meer dan 2 km hoogte waarbij de onderste lagen relatief leeg zijn. Onder minder gunstige omstandigheden (tegenwind) verplaatsen de vogels zich in de onderste luchtlagen en is het in de hogere luchtlagen rustig. Bij tegenwind is de bereidheid onder zangvogels om onveilige gebieden als een Noordzee over te steken kleiner dan onder gunstige omstandigheden. Dan blijft een relatief groot deel de kust volgen. Gemiddeld genomen vliegt ongeveer 20% van het totale volume aan trek op een hoogte van rond 100 m (rotorhoogte van een 3 MW turbine); dit zijn vooral zangvogels en dan vooral in de nacht (Krijgsveld *et al.* 2011). Radarstudies in het kustgebied van Nederland hebben laten zien dat in de nacht trekkende vogels gemiddeld hoger vliegen dan overdag; zowel boven land als boven zee (Buurma & van Gasteren 1989, Van Gasteren *et al.* 2002, Krijgsveld *et al.* 2011). Daarnaast vliegen ze in de nacht (in ieder geval zangvogels) vooral als eenlingen. Overdag voegen ze zich samen tot kleinere of grotere groepen.

De meest recente reviews van vlieghoogtes van vogels boven zee zijn geschreven door Cook *et al.* (2012) en Johnston *et al.* (2014). In deze publicaties en bijbehorende spreadsheets zijn voor bijna alle vogelsoorten vlieghoogtes te bepalen. Natuurlijk niet specifiek voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), maar er zijn geen aanwijzingen dat de vlieghoogtes in dit specifieke gebied af zullen wijken van algemeen waargenomen patronen. Deze vlieghoogtes zijn uitsluitend beschikbaar voor zeevogels. Voor ‘land’vogels zoals ganzen, zwanen, eenden, reigers, roofvogels, uilen en steltlopers moeten aannames worden gedaan over welke fractie op rotorhoogte vliegt op basis van diverse bronnen (observaties, telemetrie-gegevens, radar-gegevens). Zoals eerder vermeld wordt in de review van Wright *et al.* (2012) een standaard gegeven voor de meeste soortgroepen. Voor zangvogels moet geput worden uit andere data. Hiervoor zijn de radardata bij OWEZ (Krijgsveld *et al.* 2011) opnieuw geanalyseerd. Om een hoogteprofiel van nachtelijke trek te verkrijgen zijn uit de database alle nachten uit de maanden oktober 2007, 2008 en 2009 geselecteerd. Per meter vlieghoogte is bepaald hoeveel vogels op die hoogte vlogen, en daarmee ook welke fractie van de totale trekstroom dit representeert. Hiervoor is aangenomen dat geen detectieverlies als gevolg van radarbereik optreedt (zie voor uitleg Krijgsveld *et al.* 2011). Dit is mogelijk doordat detectieverlies voornamelijk optreedt onder de 25 meter en boven de 900 meter (Krijgsveld *et al.* 2011), en dus niet op rotorhoogte. Daarnaast is aangenomen dat alle zangvogeltrek beperkt blijft tot onder 1400 meter hoogte. Dit is niet het geval, omdat ook op grotere hoogten zangvogels vliegen, echter daar is niet gemeten met de radar. De totale fracties kunnen dus nog lager zijn, echter als worst-case is bovenstaande benadering correct. Hieruit volgt een hoogteprofiel voor zangvogels tijdens nachten in oktober waarmee fracties op rotorhoogte zijn te bepalen voor de verschillende alternatieven (figuur 2.17), waarmee fluxen kunnen worden berekend die worden gebruikt om aantallen aanvaringsslachtoffers te berekenen.



Figuur 2.17 Hoogteprofiel van zangvogeltrek tijdens oktobernachten in OWEZ en daarmee aangegeven de cumulatieve fracties op rotorhoogte voor de verschillende alternatieven in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Routes trekvogels over Noordzee

De afbakening van migratieroutes is niet eenvoudig. Zeer veel vogels trekken over de Noordzee en alleen hun herkomst (broedgebied) en bestemming (overwinteringsgebied) zijn over het algemeen bekend. Veelal is er echter geen sprake van vast omschreven "routes", zeker niet in een vorm waarin deze exact op een kaart kunnen worden gezet en waarvan dan zou kunnen worden aangegeven of deze over of juist langs het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) lopen. Bijvoorbeeld tijdens de herfsttrek van zangvogels over de Noordzee lijkt eerder sprake van een “breed front van doortrekkende vogels” dan van nauwe, goed definieerbare trekbanen. Er is enige kennis over patronen en dichtheidsgradiënten (bijv. ten opzichte van de kust, zie boven) die wordt weergegeven in twee publicaties waarin gepoogd is de beschikbare informatie zo goed en gecondenseerd mogelijk weer te geven: Lensink & van der Winden (1997) en Van de Laar & Bosma (1999). Hoewel de kaarten in beide publicaties er verschillend uitzien (brede pijlen vormen trekbanen in de eerste, een groot aantal individuele lijnen vormen trekbanen in de tweede) is het geschetste beeld vergelijkbaar. In bijlage II zijn de relevante kaarten omtrent hoofdmigratieroutes, uit Lensink & van der Winden (1997), overgenomen. Omwille van duidelijkheid zijn die uit Van de Laar & Bosma (1999) niet overgenomen, echter beide bronnen geven hetzelfde beeld.

Kort samengevat kunnen de volgende globale trekpatronen onderscheiden worden. Hieronder wordt per soortgroep ingegaan op de details omtrent trekgedrag:

1. Seizoenstrek van vogels (zangvogels, watervogels, zeevogels) die van noordelijke/oostelijke broedgebieden naar zuidelijke/zuidwestelijke overwinteringsgebieden vliegen en in het voorjaar *vice versa*. Als gevolg van stuwing langs de kust (in sommige omstandigheden en voor een deel van deze vogels) is er een netto dichtheidsgradiënt dwars op de Hollandse kust; hoe verder uit de kust hoe minder vogels. Overigens zou deze gradiënt 's nachts minder sterk kunnen zijn dan overdag.
2. Seizoenstrek van vogels die van noordelijke/oostelijke broedgebieden in Scandinavië en Siberië naar westelijke overwinteringsgebieden op de Britse eilanden vliegen een in het voorjaar weer terug. Op grond van de beschikbare informatie bestaat er een noord-zuid gradiënt van nachtelijke zangvogeltrek van vogels die in één keer vanaf Scandinavië naar Engeland of Nederland oversteken (gedomineerd door met name de soortgroep lijsters). Een deel van deze vogels haalt het niet in één keer en kan dan door middel van een correctievlucht weer terugvallen op de Nederlandse kust. Dat gebeurt voor het grootste deel in daglicht. Trek van watervogels en steltlopers uit de Waddenzee kent waarschijnlijk een van noord naar zuid aflopende dichtheidsgradiënt. De dagtrek van zangvogels gaat juist naar het zuiden in het najaar en de oversteek over het Kanaal vindt plaats op het smalste punt. Aangezien dit overdag gebeurt, heeft dit nauwelijks invloed op het aanvaringsrisico.
3. Seizoenstrek (najaarstrek) van zeevogels die van de Britse Eilanden naar de Continentale kustlijn oversteken om vervolgens langs die kustlijn naar het zuiden door te trekken. Er loopt een diffuse trekroute voor een aantal soorten van de belangrijke broedgebieden in noord en noordwest Schotland, schuin over de Noordzee naar de Continentale kust. Voor deze trekroute vormt een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wellicht wel een hindernis. De herfsttrek verloopt op open zee echter meestal diffuus, over een breed pad en duurt langer dan de voorjaarstrek, zoals ook waargenomen wordt langs de Nederlandse kust (Camphuysen & van Dijk 1983, Platteeuw *et al.* 1994). Deze factoren verminderen mogelijk de risico's van een windpark op open zee, maar meer informatie is nodig om de daadwerkelijke risico's van een windpark in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee te kunnen bepalen.

2.5 Vleermuizen

2.5.1 Lokale vleermuizen

Vleermuizen zijn relatief veel voorkomende kleine zoogdieren die hoofdzakelijk 's nachts in zeer uiteenlopende habitats in Nederland te vinden zijn (Limpens *et al.* 1997, Dietz *et al.* 2011). De zee is door de afwezigheid van verblijfplaatsen en in het algemeen schaarse voorkomen van insecten als voedsel, een relatief ongastvrij habitat voor vleermuizen. Met name op warme zomer- en vroege najaarsnachten met oostenwind kunnen echter insecten tijdens hun trek massaal boven de Noordzee van de Nederlandse kustzone terechtkomen (Krijgsveld *et al.* 2011). Tijdens rustige

windomstandigheden kan zo'n accumulatie aan insecten boven zee een goede foerageergelegenheid bieden aan lokale vleermuizen, zoals de rosse vleermuis (*Nyctalus noctula*), de watervleermuis (*Myotis daubentonii*) en de meervleermuis (*Myotis dasycneme)* (Ahlén *et al.* 2007). Echter, de maximale foerageerafstand vanaf de kust van deze soorten ligt onder de 10 km (Ahlén *et al.* 2007). Gezien de afstand van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de kust is uitgesloten dat lokale vleermuizen foerageervluchten maken door dit gebied. Aanvaringsslachtoffers van lokale vleermuizen worden daarom verder **niet** behandeld in dit MER.

2.5.2 Vleermuizen tijdens seizoenstrek

Over de ligging van migratieroutes van vleermuizen is nog maar weinig bekend. De meeste vleermuissoorten volgen tijdens de seizoenstrek rivieren (Furmankiewicz & Kucharska 2009) en de kust (Petersons 2004, McGuire *et al.* 2012). Gedurende de trektijd worden lage aantallen ruige dwergvleermuizen vrijwel overal waargenomen waardoor breedfront trek waarschijnlijk is. In het verleden zijn regelmatig vleermuizen aangetroffen op olieplatforms, windturbines en boten, soms tot ver buiten de kust (Boshamer & Bekker 2008, Ahlén *et al.* 2009, Russ *et al.* 2013, Petersen *et al.* 2014a). Naar alle waarschijnlijkheid zijn dit met name vleermuizen die daar landen tijdens de seizoenstrek. Van een aantal, voornamelijk boomwonende, soorten is het bekend dat tijdens migratie lange afstanden worden afgelegd. Lange-afstand migratie is goed gedocumenteerd voor de rosse vleermuis en de ruige dwergvleermuis. Deze soorten trekken in de herfst vanuit Scandinavië, de Baltische Staten en zelfs vanuit Rusland naar plaatsen in Europa met een zachter zeeklimaat (Rydell *et al.* 2014). Tijdens deze trek steken de dieren ook grote meren, de Oostzee en de Noordzee over. Zo is migratie tussen Nederland en Engeland in het voor- en najaar bewezen voor de ruige dwergvleermuis (Morris 2014).

In de periode tussen 1988 en 2007 zijn 34 vleermuizen geregistreerd op platforms op zee in de Noordzee. In 76% van de gevallen ging het daarbij om ruige dwergvleermuizen. Deze kwamen ook op afstanden van 60 – 80 km uit de kust voor (Boshamer & Bekker 2008). Vleermuisactiviteit is nog niet vaak gemeten in windparken in de Noordzee. In sommige windparken op zee in de Noordzee, zoals PAWP, zijn echter binnen een maand meer dan 100 vleermuisgeluiden opgenomen (ongepubliceerde gegevens IMARES/Field Company). In de Nederlandse windparken OWEZ en PAWP zijn met zekerheid ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen waargenomen (Jonge Poerink *et al.* 2013). Deze parken liggen op een vergelijkbare afstand uit de kust als het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en daarom is het voorkomen van deze soorten in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) te verwachten. De meest recente metingen van IMARES/Field Company geven aan dat 95,7% van de geregistreerde vleermuisactiviteit in de Noordzee bestond uit ruige dwergvleermuizen en 2,6% uit rosse vleermuizen. Het resterende kleine deel bestond uit tweekleurige vleermuizen (*Vespertilio murinus;* 1,2%) en gewone dwergvleermuizen (*Pipistrellus pipistrellus;* 0,5%). Rosse vleermuizen gebruiken echolocatie van een lagere frequentie dan ruige dwergvleermuizen. Lagere tonen worden minder gedempt door de atmosfeer en dragen dus verder. Als met dit

fenomeen rekening wordt gehouden in detectiekansberekeningen (EUROBATS), dan komt het percentage van rosse vleermuizen nog iets lager uit dan 2,6%.

Op basis hiervan kan de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) slachtoffers van de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis vallen en daarom wordt hieronder een populatieschatting van deze soorten gegeven. Andere soorten zijn slechts incidenteel en in zeer kleine aantallen boven de Noordzee waargenomen. Aanvaringslachtoffers van deze soorten in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn te beschouwen als incidenten (<1 slachtoffer per soort per jaar in het gehele windpark) en deze soorten worden daarom slechts kort behandeld in dit rapport.

Ruige dwergvleermuis *Pipistrellus nathusii*

De herkomst van ruige dwergvleermuizen over de Noordzee is nog nooit systematisch bestudeerd. Reproductie in Nederland en het Verenigd Koninkrijk is zeldzaam. Kraamkolonies zijn maar zeer zelden waargenomen (Kapteyn 1995; Bat Conservation Trust 2010). Ringterugmeldingen geven aan dat dieren uit de Baltische Staten, Scandinavië, Polen en Duitsland naar West-Europa kunnen trekken (Hutterer *et al.* 2005). Onlangs is met behulp van stabiele isotopen bepaald dat een tiental ruige dwergvleermuizen, die werden gedood in Duitse windparken, uit Estland en Rusland kwamen (Voigt *et al.* 2012).

Op basis van deze kennis worden in tabel 2.11 populatieschattingen en trends tot zover bekend voor deze landen weergegeven. Informatie is slechts beschikbaar voor EU landen. Voor vijf landen zijn trends voor ruige dwergvleermuizen beschikbaar. In Duitsland is de populatie stabiel, net zoals in Litouwen. In Zweden en de twee andere Baltische Staten neemt de populatie toe. Verder is het bekend dat de ruimtelijke verspreiding van deze soort ook toeneemt (Dietz *et al.* 2011).

Tabel 2.11 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van ruige dwergvleermuizen in Hollandse Kust (zuid) (source: European Topic Centre on Biological Diversity). N/A = niet bekend; + is toenemend; = is stabiel.

Herkomst	Populatieschatting	Trend
Duitsland	N/A	=
Polen	5.100	N/A
Estland	N/A	+
Letland	10.000 – 50.000	+
Litouwen	40.000 – 50.000	=
Denemarken	N/A	N/A
Finland	N/A	N/A
Zweden	3.000 – 6.500	+

Rosse Vleermuis *Nyctalus noctula*

Rosse vleermuizen hebben reproducerende populaties in de meeste landen rondom de Noordzee (e.g. Verenigd Koninkrijk, België, Nederland), maar in het Verenigd Koninkrijk lijkt de soort niet of nauwelijks te migreren (Jones *et al.* 2009). Hetzelfde

geldt voor de Nederlandse populatie waar de dieren relatief dichtbij hun kraamkolonies overwinteren (Bells 1952, Sluiter & van Heerdt 1966).

Alle waarnemingen van rosse vleermuizen boven zee en langs de kust zijn gedaan tijdens de trekperiode, met een piek in eind augustus. Daarom lijkt het waarschijnlijk dat rosse vleermuizen die ver uit de kust waargenomen zijn, niet afkomstig zijn uit Engelse of Nederlandse populaties. Vermoedelijk ligt hun herkomst in landen waar de winters strenger zijn, zoals Noordoost-Europese landen (Rydell *et al.* 2014). Dit wordt ook bevestigd door de voornamelijk zuidwest georiënteerde route van gemarkeerde rosse vleermuizen tijdens de herfsttrek in Europa (Hutterer *et al.* 2005) en door studies met stabiele isotopen (Voigt *et al.* 2012, Lehnert *et al.* 2014). Laatstgenoemde onderzoeken stelden vast dat dieren gedood in windparken in oost Duitsland zowel uit lokale populaties (Duitsland en Polen) afkomstig waren als bestanden van trekkende dieren (uit de Baltische Staten, Wit-Rusland en Rusland).

Samenvattend is de meest waarschijnlijke herkomst van trekkende rosse vleermuizen boven de Noordzee te vinden in de Baltische Staten, Wit-Rusland, Rusland, Polen, Duitsland en mogelijk Scandinavië. Op basis van deze kennis worden in tabel 2.12 populatieschattingen en trends voor zover bekend voor deze landen weergegeven. Informatie is slechts beschikbaar voor EU landen. Van de vijf landen waarvan populatietrends beschikbaar zijn, is de trend positief in Duitsland en Estland, terwijl in Polen, Litouwen en Zweden de populatie stabiel is.

Tabel 2.12 Populatieschattingen en trends in mogelijke EU herkomstlanden van rosse vleermuizen in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (source: European Topic Centre on Biological Diversity). N/A = niet bekend; + is toenemend; = is stabiel.

Herkomst	Populatieschatting	Trend
Duitsland	N/A	+
Polen	50.000	=
Estland	N/A	+
Letland	5.000 – 10.000	N/A
Litouwen	N/A	=
Denemarken	N/A	N/A
Finland	N/A	N/A
Zweden	55.000 – 95.000	=

Overige vleermuizen

De **gewone dwergvleermuis** is de meest algemene soort op land in het zuidelijke Noordzeegebied. Omdat de seizoensgebonden verplaatsingen meestal niet meer dan 20 kilometer bedragen, wordt de soort in het algemeen als niet-migrerend beschouwd (Dietz *et al.* 2007). Tijdens de meest recente metingen van IMARES/Field Company is slechts één keer een gewone dwergvleermuis waargenomen op OWEZ in augustus 2013. Op basis hiervan lijkt het waarschijnlijk dat de gewone dwergvleermuis slechts als dwaalgast of zeldzame bezoeker op de Noordzee waar te nemen is.

Tweekleurige vleermuizen komen niet in het Verenigd Koninkrijk voor en zijn zeldzaam in België, Nederland en Denemarken. De soort komt vooral in Midden- en Oost-Europa en in het zuiden van Scandinavië voor. De tweekleurige vleermuis is bekend als een langeafstand trekker, zeker de populaties meer in het oosten van Europa (Dietz *et al.* 2007). Tweekleurige vleermuizen zijn meerdere malen gevonden op platforms in de Noordzee, maar deze waarnemingen komen vanuit gebieden ten noorden van Nederland (Boshamer & Bekker 2008).

2.6 Vissen

Algemeen

Het deel van het Nederlands Continaal Plat (NCP) waar het windmolenpark komt te liggen valt onder het gebied: De Zuidelijk bocht. Dit gebied kenmerkt zich door een hoog-dynamisch karakter met een zandrijke bodem met grof en fijn zand. Het bodemleven is aangepast aan hoge turbiditeit. Noordelijke delen van het NCP zoals de Doggersbank en Oestergronden vallen onder een laagdynamisch ecotoop, waardoor dit vaak een groeigebied is voor verschillende vissoorten. Vislarven migreren vanuit zuidelijke delen van de Noordzee naar dit gebied om op te groeien (Noordzeeloket, Ecotopen 2004).

In de gehele Noordzee zijn 266 vissoorten waargenomen die potentieel deel uitmaken van de Noordzee-visgemeenschap, exclusief obligate zoetwatersoorten die incidenteel in estuaria aangetroffen worden (Daan, 2005). In de visgemeenschap van de Noordzee kan onderscheid gemaakt worden tussen soorten met een pelagische (in de waterkolom) levenswijze (bijv. haring en kabeljauw) en soorten met een bodemgebonden levenswijze (bijv. platvissen en grondels). Voor de verspreiding van bodemgebondenvissen geldt dat de hoogste aantallen gevonden worden gevonden in diep water, aan de rand van de oceaan en over bodems met grof sediment. Niet bodemgebonden vissen zijn talrijker langs de kust en in het noordelijke deel van het continentaal plat (Herman *et al.,* 2015). Daarnaast zijn de trekvissen in grotere dichtheden aanwezig nabij de riviermondingen.

In tabel 2.14 (ontleend aan Van Duin *et al.* 2011) geeft een indruk van de vissoorten zoals die gevangen zijn tijdens IBTS surveys op het NCP voor de Hollandse kust, buiten de -20 meter NAP dieptelijn, voor de jaren 1991-1996 en 1996-2005, per kwartaal weergegeven.

Soortengemeenschap van het plangebied

Er zijn geen specifieke onderzoeken naar de visgemeenschap in het plangebied uitgevoerd. Wel zijn de in de periode 2003 – 2011 verschillende vismonitoringen uitgevoerd in het relatief dichtbij gelegen offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd (zie ook paragraaf 2.6). Op basis van habitatovereenkomsten is de visgemeenschap in het plangebied waarschijnlijk vergelijkbaar zoals die aangetroffen zijn in de monitoring in OWEZ. Tijdens deze bemonsteringen in OWEZ zijn in totaal 57 vissoorten aangetroffen (van Hal *et al.*, 2012; tabel 2.15).

Tabel 2.14 Ontleend aan Van Duin et al. 2011. Gemiddelde dichtheden van de vissoorten, gevangen tijdens de IBTS surveys op het NCP voor de Hollandse kust, buiten de -20 m dieptelijn, voor de jaren 1991-1996 en 1996-2005, per kwartaal.

	Gemiddeld aantal per uur per kwartaal, 1991-1996				Idem, 1996-2005	
Soort / kwartaal	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**3**
Aal				0.07	0.01	0.08
Ansjovis	0.04	6.64	0.07	37.43	0.56	84.53
Bot	12.24	0.36	1.41	0.58	5.55	1.13
Diklipharder			0.2	0.16		0.06
Doornhaai	0.27	0.1	0.03		0.06	
Driedoornige stekelbaars	0.97				0.48	
Driedradige meun	0.12		0.03		0.02	
Dwergbolk	14.24	2.26	46.07	2.84	6.45	11.35
Dwergtong	3.19	0.2	2.62	3.02	17.14	11.86
Effen smelt			0.36		1.03	1.33
Elft						0.13
Engelse poon				0.03		0.03
Fint	0.04	0.18		0.09	0.12	3.58
Geep				0.03	0.01	
Gevlekte gladde haai				0.1		
Gevlekte griet						0.05
Gevlekte pitvis		0.04			0.08	
Gevlekte rog	0.05			0.11	0.72	
Gewone zeebrasem	0.02					
Gladde haai	0.03		0.03			0.1
Grauwe poon	2.04	38.26	9.06	5.57	2.77	3.08
Griet		0.08	0.11	0.38	0.02	0.03
Groene zeedonderpad					0.41	
Grondel sp.	47.57	0.34	0.95	0.13	11.46	2.27
Grote pieterman		0.08				
Haring	3150.69	1603.69	648.8	1091.83	2164.29	143.83
Harnasmannetje	0.43		0.57	0.16	0.5	0.57
Heek	0.03					
Hondshaai					0.09	0.03
Horsmakreel	0.39	1091.98	6721.69	13435.87	2.25	11569.67
Kabeljauw	5.6	10.58	6.59	11.57	3.83	2.11
Kleine pieterman	52.09	616.21	349.32	226.06	97.79	449.67
Koekoeksrog	0.07				0.02	
Lange schar					0.21	
Makreel	1.88	325.52	1178.87	1290.16	2.13	860.48
Mul		0.78	3.28	10.49	0.02	24.86
Pelser	0.35	5.22	17.69	174.5		830.94
Pitvis	1.99	3.51	17.37	3.39	1.65	5.3
Rasterpitvis	0.04		0.33		0.39	0.02
Rivierprik						0.02
Rode poon	0.04	1.78	2.6	2.93		1.41
Ruwe haai				0.8	0.02	0.17
Schar	487.12	381.2	475.93	376.07	512.01	359.48
Scharretong						0.08
Schelvis		0.08			0.78	0.02
Schol	36.42	20.58	69.53	45.32	68.14	17.52
Schurftvis			0.08		0.44	0.27
Slakdolf					0.03	
Smelt	13.94	40.32	36.72	246.16	4.75	69.28
Snotolf	0.03		0.08	0.07	0.05	
Spiering	0.08					
Sprot	1922.27	12264.41	2528.75	8332.19	6221.22	3361.43
Steenbolk	4.32	3.71	0.83	7.9	1.05	0.18
Stekelrog	0.05			0.07	0.17	0.01
Tarbot	0.19	0.28	0.2	0.97	0.09	0.28
Tong	0.57	0.16	0.41	0.42	0.89	0.12
Tongschar	0.04		0.28		0.42	0.03
Vierdradige meun	0.43		0.16		0.41	
Vijfdradige meun					0.03	
Wijting	756.08	2601.7	658.15	1959.96	1505.89	298.82
Witje						0.04
Zandspiering sp.	1.68	10669.19	12.66	0.13	0.63	84.85
Zeebaars	0.04	0.1	0.07	0.38		
Zeedonderpad	0.13				0.68	0.03
Zeekarper			0.1		0.01	

Tabel 2.15 Overzicht van waargenomen vissoorten gedurende meerdere monitoringsjaren (2003-2004, 2007-2008 en 2011) in offshore windpark Egmond aan Zee (tabel overgenomen uit van Hal et al., 2012). NB: er zijn in de tabel drie soorten opgenomen waarvan de determinatie waarschijnlijk niet correct is.

*Table 3-2: All fish species caught in the three sub-projects by period and season (W=winter, Sp=spring, S=summer, Au=autumn). NSWDEM=Sub-project 1 demersal survey; NSWPEL= Sub project 2 pelagic survey; NSWGILL= Sub-project 3 gillnets. T0=2003/2004; T1=2007/2008 and T5==2011. The species are order from those caught in all periods and season to those caught only in a single survey. Species in bold are exclusively caught in the T0, underlined species exclusively in the T1, and in grey the species exclusively caught in the T5. Species with * are most likely misidentified.*

				NSWDEM						NSWPEL				NSWGILL	
				T0		T1		T5		T0		T1	T5	T5	
	Dutch name	English name	Scientific name	S	W	S	W	W	S	Sp	Au	Sp	Sp	Sp	S
1	Pitvis	Common dragonet	Callionymus lyra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Haring	Herring	Clupea harengus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	Schar	Dab	Limanda limanda	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	Wijting	Whiting	Merlangius merlangus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Schol	Plaice	Pleuronectes platessa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Ammodytes	Sandeel species	Ammodytes sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
7	Smelt	Greater sandeel	Hyperoplus lanceolatus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
8	Zeedonderpad	Bull rout	Myoxocephalus scorpius	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
9	Sprot	Sprat	Sprattus sprattus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
10	Dwergtong	Solenette	Buglossidium luteum	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
11	Kleine pieterman	Lesser weever	Echiichthys vipera	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
12	Bot	Flounder	Platichthys flesus	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
13	Tong	Sole	Solea solea	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
14	Horsmakreel	Horse mackerel	Trachurus trachurus	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
15	Schurftvis	Scaldfish	Arnoglossus laterna	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
16	Kabeljauw	Cod	Gadus morhua	x	x	x	x	x		x		x		x	x
17	Grondel	Goby species	Pomatoschistus sp.	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
18	Harnasmannetje	Hooknose	Agonus cataphractus	x	x	x	x	x	x				x		x
19	Makreel	Mackerel	Scomber scombrus	x		x			x	x	x		x	x	x
20	Griet	Brill	Scophthalmus rhombus	x	x	x	x	x						x	x
21	Steenbolk	Bib	Trisopterus luscus	x	x		x	x		x			x	x	x
22	Grauwe poon	Grey gurnard	Eutrigla gurnardus	x	x				x	x	x		x	x	
23	Tarbot	Turbot	Psetta maxima	x	x	x	x		x					x	x
24	Syngnathus	Pipefish species	Syngnathus sp.		x	x	x	x	x			x	x		
25	Vijfdradige meun	Fivebeard rockling	Ciliata mustela		x		x	x	x				x	x	
26	Mul	Striped red mullet	Mullus surmuletus	x		x			x		x			x	x
27	Rode poon	Tub gurnard	Trigla lucerna	x		x			x	x		x			x
28	Glasgrondel	Transparent goby	Aphia minuta	x						x	x	x	x		
29	Rasterpitvis	Reticulated dragonet	Callionymus reticulatus	x	x		x		x	x					
30	Ansjovis	Anchovy	Engraulis encrasicolus							x	x	x	x	x	
31	Tongschar	Lemon sole	Microstomus kitt			x	x		x					x	x
32	Pelser	Pilchard	Sardina pilchardus							x	x	x	x	x	
33	Dwergbolk	Pour cod	Trisopterus minutus	x		x	x			x				x	
34	Fint	Twaite shad	Alosa fallax		x	x	x								x
35	Snotolf	Lumpsucker	Cyclopterus lumpus				x	x				x	x		
36	Driedoornige stekelbaars	Stickleback	Gasterosteus aculeatus					x	x			x	x		
37	Slakdolf	Sea-snail	Liparis liparis		x	x		x	x						
38	Geep	Garfish	Belone belone	x		x			x						
39	Adderzeenaald	Snake pipefish	Entelurus aequoraeus			x	x					x			
40	Groene zeedonderpad	Sea scorpion	Taurulus bubalis			x			x						x
41	**Elft ***	**Allis shad ***	**Alosa alosa ***		x					x					
42	Zeebaars	Sea bass	Dicentrarchus labrax				x								x
43	**Vierdradige meun**	**Four-bearded rockling**	**Enchelyopus cimbrius**		x					x					
44	Rivierprik	Lamprey	Lampetra fluviatilis							x		x			
45	Spiering	Smelt	Osmerus eperlanus		x			x							
46	Botervis	Butterfish	Pholis gunnellus						x						x
47	Stekelrog	Roker	Raja clavata			x									
48	Kleine koornaarvis *	Big-scale sand-smelt *	Atherina boyeri *				x								
49	Trekkervis	Grey triggerfish	Balistes carolinensis												x
50	**Gevlekte pitvis ***	**Spotted dragonet ***	**Callionymus maculatus ***	x											
51	Kliplipvis	Goldsinny wrasse	Ctenolabrus rupestris												x
52	Zwarte grondel	Black goby	Gobius niger					x							
53	Heilbot	Halibut	Hippoglossus hippoglossus										x		
54	Lichtend sprotje	Pearl side	Maurolicus muelleri			x									
55	Blauwe wijting	Blue whiting	Micromesistius poutassou					x							
56	**Gevlekte gladde haai**	**Starry smoothhound**	**Mustelus asterias**	x											
57	Zalm	Salmon	Salmo salar									x			

2.7 Benthos

Algemeen

Het benthos omvat de bodemfauna van de zee en bestaat uit een diverse gemeenschap van soorten met een mobiele (bijv. krabben, garnalen, wormen en zeesterren) of vastzittende (bijv. anemonen en zakpijpen) levenswijze. In de Noordzee wordt doorgaans onderscheid gemaakt tussen benthos gemeenschappen op hard substraat (zowel van nature voorkomende harde substraten zoals stenen, grind of schelpdierbanken als kunstmatige harde substraten zoals scheepswrakken, dijken, kunstwerken en platforms inclusief windturbines op zee) en zacht substraat (zachte bodems bestaande uit bijv. zand, slib, klei of veen). De soorten hebben uiteenlopende groottes en levensstrategieën zoals filter feeders, roofdieren en aaseters. Typerend in het benthos van de Noordzee is het voorkomen van ‘bio-engineers’, soorten die plaatselijk zeer talrijk aanwezig zijn, een habitat op zichzelf vormen en een belangrijke

schakel zijn in de voedselketen van de Noordzee, bijv. schelpdierbanken van mosselen en oesters en banken van schelpkokerwormen.

Het benthos van de Noordzee is soortenrijk en vertoont een zeer sterke regionale variatie. Voor Nederland wordt doorgaans gesproken over de benthos gemeenschap van het Nederlands Continentaal Plat (NCP). De meest soortenrijke benthos gemeenschappen van het NCP bevinden zich op de Doggersbank en Oestergronden (Craeymeersch *et al.*, 2008; Daan & Mulder, 2009). De Nederlandse Noordzeekustzone is aanzienlijk soortenarmer onder andere door een lagere saliniteit, hogere variabiliteit in klimatologische en hydrologische omstandigheden en verstoring door de mens, zoals vervuiling en eutrofiëring (Craeymeersch *et al.*, 2008). De biodiversiteit en dichtheden en biomassa's van macrobenthos en megabenthos zijn relatief laag ten opzichte van andere gebieden in de Noordzee (Bos *et al.*, 2011; Van Moorsel, 2003). Het plangebied windenergiepark Hollandse Kust (zuid) bevindt zich in deze relatief soortenarme kustzone

In de kustzone wordt de bodem voor het grootste gedeelte gedomineerd door zand en is onderhevig aan een hoge dynamiek. Het benthos wordt hier gedomineerd door bodemdieren met een gravende levenswijze geassocieerd aan zachte substraten (zoals wormen en schelpdieren). Plaatselijk zijn harde substraten aanwezig, zoals scheepswrakken en windparken. Hier bevindt zich ook benthos dat geassocieerd is met harde substraten.

Kustzone, overgangszone en gebied op zee
De Noordzee kustzone langs de Nederlandse kust kan onder worden verdeeld in verschillende zones:

- Kustzone
- Overgangszone
- Gebied op zee

Voor de Hollandse kust is de kustzone slechts 5 kilometer breed en reikt ongeveer tot de 15 meter dieptelijn (NAP) (Van Duin *et al.* 2011). Door het dynamische karakter van deze zone komen hier vooral bodemdieren voor die een relatieve korte levensduur hebben en hieraan aangepast zijn door een snelle reproductie en een groot aantal nakomelingen (zogenaamde r-strategen). Ondanks de relatief lage diversiteit in de kustzone, laten schelpdiersurveys zien, dat hier wel de hoogste biomassa's worden gevonden (Hal *et al.*, 2011). Dit komt door de aanwezigheid van schelpdierbanken. Ten aanzien van schelpdierbanken in de kustzone hebben in de afgelopen decennia duidelijke veranderingen plaats gevonden. Terwijl in de jaren negentig nog rijke *Spisula subtruncata* schelpdierbanken in de kustzone voorkwamen, is tegenwoordig de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis directus / Ensis americanus*) een van de dominante soorten en zijn de *Spisula*banken voor het grootste gedeelte verdwenen (Hal *et al.*, 2011).

Tussen de kustzone en het gebied op zee kan een overgangszone worden onderscheiden (Van Scheppingen & Groenewold, 1990 in Van Duin *et al.* 2011). Deze zone wordt begrensd van circa 5 kilometer tot 20 kilometer uit de kust. De bodemdiergemeenschappen in deze zone wordt gekarakteriseerd door een relatief hoge dichtheid en biomassa aan kreeftachtigen, maar verder zeewaarts wordt de bodemdiergemeenschap steeds meer gedomineerd door wormen. Schelpdieren komen hier veel minder voor dan in de kustzone.

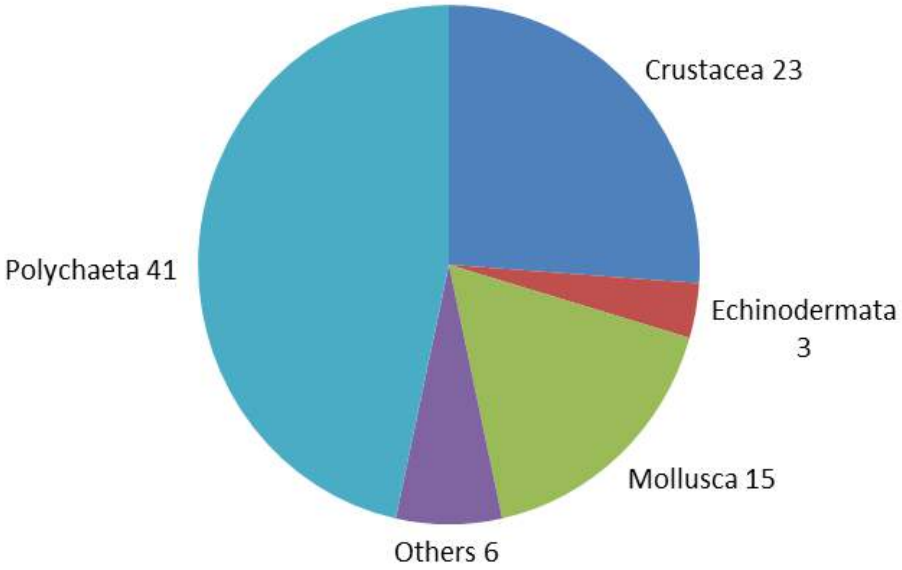
De gemeenschap op zee wordt qua dichtheid gedomineerd door polychaeten. Zij heeft als kenmerkende soorten de polychaete wormen *Nephtys cirrosa, Magelona papillicornis* en *Spiophanes bombyx*, de vlokreeftjes *Bathyporeia elegans, B. guilliamsoniana, Urothoe brevicornis* en *U. poseidonis* (Van Duin *et al.* 2011). Voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust neemt de biomassa in zeewaartse richting snel af. De gemiddelde biomassa van de gemeenschap op zee is met 13,6 gram AVDG/m² circa drie maal zo laag als de kustgemeenschap (Van Duin *et al.* 2011). Grote en dichte schelpenbanken ontbreken, de biomassa wordt meer bepaald door kreeftachtigen en stekelhuidigen. Alleen een soort als *Donax vittatus* (het zaagje) kan plaatselijk in tamelijk hoge dichtheden voorkomen (Holtmann *et al.*, 1996 in Van Duin *et al.* 2011).

Soortengemeenschap van het plangebied

Er zijn geen specifieke onderzoeken naar bodemdieren in het plangebied uitgevoerd. Wel zijn in de laatste twee decennia diverse inventarisatie- en monitoringonderzoeken in de Noordzee kustzone uitgevoerd die een beeld kunnen schetsen van het benthos zoals dat waarschijnlijk aanwezig is in het plangebied.

Benthos in offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ)

De meest representatieve bemonstering voor het huidige plangebied komt daarbij uit de monitoring van de benthos in het relatief dichtbij gelegen offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) dat in 2006 is gebouwd. In het OWEZ en aangrenzende referentiegebieden is in 2011 een uitgebreide bemonstering uitgevoerd op basis van box-core sampling (Bergman *et al.*, 2012). Hierbij zijn in totaal 88 benthos soorten aangetroffen waarbij de soortengemeenschap gedomineerd werd door wormen en kreeftachtigen (figuur 2.20).



Figuur 2.20 Verdeling van aangetroffen benthos soorten (n=88) over verschillende groepen in offshore windpark Egmond aan Zee in 2011 (uit Bergman et al., 2012).

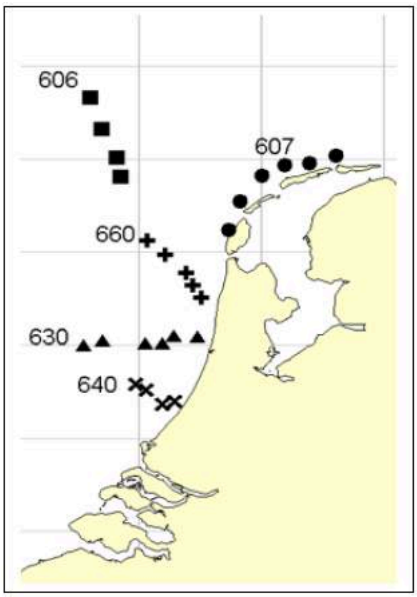
In 2003 werden in een eerdere monitoringsronde van het OWEZ in totaal 115 soorten bodemdieren aangetroffen (Jarvis *et al.*, 2004). Het benthos werd ook in 2003 gedomineerd door wormen, waarvan veel soorten een 'patchy' verspreiding vertoonden. Daarnaast waren kleine kreeftachtigen algemeen. Er werden in 2003 vijf soorten weekdieren aangetroffen (Glanzende tepelhoorn, (*Polinices pulchellus*), Ovale zeeklitschelp (*Tellimya ferruginosa*), strandschelp (*Spisula spp.),* rechtsgestreepte platschelp (*Fabulina fabula*) en zaagje (*Donnax vittatus*)) die in relatief lage dichtheden voorkwamen en een stekelhuidige (zeeklit (*Echinocardium cordatum*)).

Benthos data in Sole Net Surveys (SNS)
Tijdens platvis-surveys die worden uitgevoerd met een 6 meter boomkor worden ook bijvangsten van bodemdieren genoteerd. De gemiddelde vangsten van een van de raaien die in (de buurt van) het plangebied ligt (raai voor IJmuiden nummer 630) zijn gepresenteerd in Van Duin *et al.* 2011 en zijn in tabel 2.13 weergegeven.

Uit tabel 2.13 blijkt dat soorten als gewone zeester (*Asterias rubens*), gewone garnaal (*Crangon crangon*), mesheften (*Ensis spp.*), gewone zwemkrab (*Liocarcinus holsatus*), gewone slangster (*Ophiura ophiura*) en heremietkreeftjes (*Pagurus spp.*) het meest gevangen worden. Schelpdieren, anders dan mesheften (*Ensis spp.*), strandschelpen (*Spisula spp.*) en zaagjes (*Donax vittatus*) worden nauwelijks aangetroffen en zeeklitten (*Echinocardium cordatum*) komen in matige dichtheden voor (Van Duin *et al.* 2011).

Tabel 2.13 Ontleend aan Van Duin et al. 2011. De gemiddelde vangsten van macrobenthos (inclusief (pijl)inktvissen) tijdens de SNS surveys (1995 tot en met 2005), voor de IJmuiden raai (630), voor de stations op zee, gedefinieerd als de stations dieper dan 20 meter. Gegeven zijn de gemiddelde vangst (aantallen) per afgeviste hectare over alle stations dieper dan 20 meter en alle jaren.

Macrobenthos soort (SNS surveys)	IJmuiden raai
Aequipecten opercularis	0.05
Alloteuthis subulata	0.61
Anthozoa	5.24
Asterias rubens	498.71
Atelecyclus rotundatus	0.26
Buccinum undatum	0.02
Cancer pagurus	0.13
Carcinus maenas	0.03
Chamelea galina	0.03
Corystes cassivelaunus	0.26
Crangon crangon	59.87
Donax vittatus	1.53
Echinidae	0.31
Echinocardium cordatum	0.68
Echinocardium sp.	0.42
Ensis sp.	1.03
Hyas sp.	0.00
Liocarcinus depurator	0.07
Liocarcinus holsatus	284.85
Liocarcinus marmoreus	0.17
Loligo sp.	0.08
Lunatia alderi	0.02
Macoma balthica	0.00
Macropodia rostrata	0.03
Mytilus edulis	0.02
Necora puber	0.07
Ophiura albida	2.85
Ophiura ophiura	97.33
Ophiura sp.	480.81
Pagurus bernhardus	20.19
Pagurus sp.	61.65
Pirimela denticulata	0.07
Psammechinus miliaris	0.67
Sepia officinalis	0.03
Sepia sp.	0.02
Sepiola atlantica	0.09
Sepiola sp.	0.00
Spatangus purpureus	0.07
Spisula solida	0.01
Spisula sp.	0.91



Benthos in het plangebied

Op basis van habitatovereenkomsten is de benthos gemeenschap in het plangebied waarschijnlijk vergelijkbaar zoals die beschreven zijn in de surveys in het nabij gelegen OWEZ en in de IJmuiden raai in de platvis-survey.

Het benthos in het plangebied wordt daarbij waarschijnlijk gedomineerd door polychaete wormen, enkele soorten schelpdieren (met name strandschelpen, zaagjes, platschelpen en mesheften) en een stekelhuidige (zeeklit). Op de bodem zijn ook gewone zeester, gewone garnaal, gewone zwemkrab, gewone slangster en heremietkreeftjes naar verwachting algemeen.

In het plangebied komen geen voor Nederland relevante soorten voor die beschermd zijn krachtens de OSPAR lijst van bedreigde en/of afnemende soorten zoals Noordkromp (*Artica islandica*), purperslak (*Nucella lapillus*) en platte oester (*Ostrea edulis*).

3 Effectbeschrijving

De bouw van windparken in de Noordzee heeft uiteenlopende gevolgen voor zeevogels, trekkende landvogels en trekkende vleermuizen. In de nu volgende paragrafen volgt een overzicht van de beschikbare kennis omtrent de effecten van windparken op zee op vogels en vleermuizen. Hiervoor zijn onderzoeksresultaten uit zowel Nederland als elders uit West Europa geraadpleegd. In het algemeen kunnen er drie hoofdeffecten van windturbines op vogels (en vleermuizen) worden onderscheiden (b.v. Drewitt & Langston 2006):

1. **Aanvaringen** - effecten op passerende (lees vliegende) vogels, kortweg aanvaringsrisico's genoemd. Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is 's nachts het grootst, met name in donkere of mistige nachten.
2. **Barrièrewerking** – vogels moeten hun vliegpaden verleggen. Indien hierdoor stukken gebied niet meer gebruikt kunnen worden vormen de windturbines een barrière op een vliegroute of trekbaan met verlies aan habitat en verhoogde energetische uitgaven tot gevolg.
3. **Habitatverlies** - effecten op het gebruik van gebieden als foerageer- of rustplaats, kortweg ook wel "verstoring" genoemd. Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine een bepaald gebied rond de windturbine dan wel het windpark. De verstoringsafstand verschilt per soort. Dit leidt er toe dat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren gaat. Verstoring van broedgebieden wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat op zee geen vogels broeden.

Het voornaamste negatieve effect van windturbines op vleermuizen is additionele sterfte. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald *et al.* 2008). In tegenstelling tot vogels wordt bij vleermuizen vaak over aantrekking door windturbines gesproken in plaats van vermijding (Cryan *et al.* 2014). De reden voor deze aantrekking is nog niet met zekerheid vastgesteld, maar het meest waarschijnlijke verklaring is dat vleermuizen op insecten foerageren die tijdens de trekperiode in de late zomer – vroege herfst rond windturbines in verhoogde dichtheden voorkomen (Rydell *et al.* 2010b). Vanwege dit aantrekkingseffect speelt bij vleermuizen habitatverlies of barrièrewerking geen rol en worden deze aspecten niet in detail behandeld. Omdat locaties op zee geen deel vormen van het leefgebied van vleermuizen, komt het aspect van habitatverlies ook niet naar voren.

Alle bovengenoemde effecten doen zich voor tijdens de diverse fasen tijdens de ontwikkeling en het gebruik van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid):

- **Aanlegfase** - aanleg van funderingen, plaatsen turbines, aanleg kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- **Gebruiksfase** - aanwezigheid masten, draaien van windturbines en onderhoud en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen;
- **Verwijderingsfase -** verwijdering van funderingen, kabels en hieraan gerelateerde scheepvaartbewegingen.

Eén van de eerste monitoringsprogramma's naar de effecten van windturbines op zee op vogels werd vanaf ongeveer 2000 uitgevoerd in Denemarken naar aanleiding van de bouw van de parken Horns Rev I en Nysted. In de loop der jaren volgden onderzoeksprogramma's in Nederland, Duitsland, België, Zweden en de UK. Om tot een effectbeschrijving te komen voor een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn de resultaten van bovengenoemd onderzoek gebruikt in dit hoofdstuk. Aanvullend is soms ook gebruik gemaakt van onderzoek aan windturbines op land of in kustwateren om kennislacunes op zee te kunnen vullen. Een samenvatting van de belangrijkste resultaten wordt gegeven in tabel 3.1 Doordat elke windparklocatie anders is in de aanwezigheid en het gebruik van het gebied door vogels, zijn de onderstaande resultaten niet rechtstreeks te vertalen naar de situatie in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Echter de uitkomsten vormen de best beschikbare indicatie van de mogelijke effecten van een windpark aldaar op de verschillende soort(groep)en. Dit geldt met name voor de resultaten verkregen in de parken net over de grens in België gezien de nabije ligging en vergelijkbare avifauna.

Tabel 3.1 Samenvattende tabel van de belangrijkste resultaten van enkele grote onderzoeksprogramma's naar de effecten van windturbines op zee op vogels.

Land	Soort(en)	Resultaten
ZWE	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijkgedrag van eiders en een enkele waargenomen aanvaring. Geen verstoring van ijseenden.
DEN	zeevogels, met name zee-eenden	Uitwijking van zee-eenden en vliegbewegingen van meeuwen. Habitatverlies van duikers, zee-eenden, alkachtigen en sterns. Aantrekking van sterns aan de randen van parken. Gewenning van zee-eenden na enkele gebruiksjaren.
NLD	zeevogels en landvogels	Uitwijkgedrag door jan-van-gent, duikers, alkachtigen en zwarte zee-eend, ganzen, zwanen en eenden. Geen uitwijking door aalscholver, meeuwen, zangvogels en steltlopers. Habitatverlies van duikers, fuut, jan-van-genten, zwarte zee-eend, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw, dwergmeeuw, stormmeeuw, drieteenmeeuw, visdief/noordse stern, alkachtigen.
BEL	zeevogels	Habitatverlies van jan-van-gent, zeekoet, alk. Aantrekking van zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw, sterns, dwergmeeuwen drieteenmeeuw.
DUI	zeevogels en landvogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zeekoet. Uitwijkgedrag door dwergmeeuwen, geen uitwijking bij andere soorten meeuwen. Vliegbewegingen vastgesteld van zangvogels op rotorhoogte.
VK	zeevogels	Habitatverlies van duikers, jan-van-gent, aalscholvers, zwarte zee-eend, noordse stormvogel, zilvermeeuw en alkachtigen. Aantrekking van aalscholvers, grote meeuwen, duikers. Uitwijking bij kleine rietganzen. Zeer gedetailleerde verzameling van gegevens over foerageerranges in relatie tot windparken op zee. Gevoeligheidsanalyse van verschillende soorten.

3.1 Vogels - Aanvaringen

Boven zee vliegen zowel lokaal verblijvende zeevogels als trekkende zee- en landvogels. Een deel van deze vliegbewegingen vind plaats op rotorhoogte van windturbines, waardoor deze vogels kans hebben om in aanraking te komen met de rotorbladen wat over het algemeen de dood tot gevolg heeft. Kwantitatieve gegevens over aanvaringen op zee zijn niet voorhanden, echter in diverse landen om ons heen is geprobeerd om aantallen aanvaringsslachtoffers vooraf te berekenen, en een enkele studie aan de kust maakt een inschatting van de mogelijke effecten van aanvaringen.

3.1.1 Constructiefase

Met name in het donker komen aanvaringen van vogels met sedentaire objecten zoals turbines en stilliggende schepen voor. Exacte schattingen van aantallen slachtoffers zijn niet bekend. Echter zullen vergelijkbaar zijn met een willekeurige situatie op land waar vogels ook met gebouwen in aanraking komen (b.v. Drewitt & Langston 2008). Het gaat hierbij om incidenten en de totale aantallen slachtoffers zijn klein.

Veel belangrijker tijdens de constructiefase is de permanente aanwezigheid van schepen die verlichting voeren. Verlichting trekt namelijk allerlei dierensoorten, maar met name vogels, aan waardoor deze gedesoriënteerd raken (Barton & Pollock 2009, Bruinzeel *et al.* 2009). Dit komt met name voor bij nachtelijk vliegende (trek)vogels, maar ook sommige zeevogels zijn gevoelig voor aantrekking door licht. Gevolg is dat deze vogels in aanraking komen met het schip of gebouwde structuren op zee met vaak direct mortaliteit tot gevolg. Er zijn studies waarin geconcludeerd wordt dat effecten van aantrekking door licht op populatieniveau verwaarloosbaar zijn, echter anderen wijzen op overschrijdingen ver boven de 1% norm van de natuurlijke sterft als gevolg van , die in de regel wordt aangehouden als kritische waarde (Bruynzeel *et al.* 2009).

3.1.2 Operationele fase

Kwantitatieve empirische gegevens over aanvaringen van vogels met windturbines op zee zijn nog niet beschikbaar door de hoge kosten en twijfelachtige kwaliteit van de bestaande meetapparatuur (b.v. Collier *et al.* 2011, 2012). Diverse testprojecten zijn uitgevoerd in Nederland, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk maar bruikbare resultaten zijn nog niet gepubliceerd.

Aanvaringen komen waarschijnlijk voor onder kustbroedvogels die op zee foerageren en die van en naar de broedplek op en neer vliegen (b.v. Everaert & Stienen 2007, Gyimesi *et al.* 2012). Verder komen aanvaringen voor onder zeevogels die permanent in het gebied verblijven en onder trekvogels (b.v. Drewitt & Langston 2006). Er is momenteel maar één waarneming bekend van aanvaringen van zeevogels met een windturbine op zee en deze vond plaats in Zweden. Hier werd met behulp van radar en visuele observaties onderzoek gedaan naar het vlieggedrag van eiders. Uit een

groep met 310 vogels werden vier vogels geraakt en minstens één daarvan werd gedood (Petterson 2005). Verdere waarnemingen van aanvaringen op zee of waarnemingen van aanvaringsslachtoffers in het water ontbreken.

Volgens de huidige afspraken zullen de turbines die gebouwd gaan worden in kavel Hollandse Kust (zuid) uitsluitend worden uitgerust met een rood knipperend toplicht. Verlichting heeft een aantrekkende werking op vogels (o.a. Barton & Pollock 2009), echter de kleur en intensiteit van het licht is van groot belang (Poot *et al.* 2008). En hoewel uit deze studie naar voren kwam dat rood licht een aantrekkende werking heeft, zal een knipperend rood licht minder aantrekking veroorzaken dan een continue schijnend wit licht.

Schattingen van aantallen aanvaringsslachtoffers op zee worden gemaakt met behulp van verschillende rekenmodellen (b.v. Band 2000, 2012, Band *et al.* 2007, Troost 2008). Deze modellen geven een inschatting van de aantallen slachtoffers met als invoerparameters fluxen (aantallen vogels die door het park vliegen) al dan niet berekend vanuit een vogeldichtheid, macro- en micro-uitwijkingspercentages (zie onder barrièrewerking) en aanvaringsrisico's (vaak specifiek voor de verschillende soorten). In het verleden zijn diverse modellen ontwikkeld om slachtofferberekeningen te doen. De huidige stand van kennis is dat voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers gebruik wordt gemaakt van het Extended Band Model 2012 (Band 2012) waarbij vlieghoogtes worden bepaald met behulp van Johnston *et al.* (2014).

Voor diverse parken en potentiële parken in West-Europa zijn in het verleden slachtofferberekeningen gemaakt, waarbij de totale aantallen slachtoffers uiteenlopen tussen de tientallen en tienduizenden aanvaringen per windpark per jaar.

3.1.3 Verwijderingsfase

De kans op aanvaringen tijdens de verwijderingsfase zijn vergelijkbaar met die tijdens de aanlegfase. Niet zozeer de aanwezigheid van turbines vormt een risico op aanvaringen als wel de aanwezigheid van permanent verlichte schepen in het gebied.

3.2 Vogels – Barrièrewerking

Tijdens hun vluchten boven zee wijken diverse soorten vogels uit voor individuele windturbines en hele windparken (b.v. Krijgsveld 2014). Deze uitwijking kan dermate groot zijn dat vogels het windpark als een barrière ervaren op lang bestaande vliegroutes. Barrièrewerking, en dan met name de energetische gevolgen van omvliegen, is zeer moeilijk te onderzoeken, echter in het Verenigd Koninkrijk zijn recent hierover de eerste bevindingen gepubliceerd.

3.2.1 Constructiefase

Over barrièrewerking tijdens de aanlegfase is momenteel niks bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele verstoring van vliegpaden in de loop van de tijd toeneemt door het toenemende aantal gebouwde turbines.

3.2.2 Operationele fase

Zowel uit onderzoek op land als op zee blijkt dat veel soorten vogels uitwijken bij nadering van een windpark op zee om zo langs het park of individuele turbines te vliegen (b.v. Petersen *et al.* 2006, Krijgsveld *et al.* 2011, Masden *et al.* 2012, Krijgsveld 2014). Ze ervaren windparken als een barrière op hun vliegroute. Barrièrewerking kan dus zowel optreden voor seizoenstrek als voor lokale vliegbewegingen. Dit uitwijkgedrag is onder te verdelen in uitwijking rond het park (**macro-uitwijking**) en uitwijking rond individuele turbines (**micro-uitwijking**). Beide typen worden hieronder behandeld.

Eén van de eerste meldingen van barrièrewerking bij zeevogels kwam uit onderzoek aan visdieven in de haven van Zeebrugge (Everaert & Stienen 2007). Hier bleken verhoogde aantallen slachtoffers te vallen onder vogels die pendelden tussen de kolonie en de foerageergebieden op zee, waarbij de turbines een barrière vormde voor deze vogels.

In sommige studies werd aangetoond dat de tussenruimte tussen turbines van invloed was op de barrière ervaring van soorten (Larsen & Guillaumette 2007, Krijgsveld *et al.* 2011) en ook dat bij een grotere tussenruimte het optreden van barrièrewerking minder kan zijn (Masden *et al.* 2012), echter het onderzoek naar de gevolgen van barrièrewerking staat nog in de kinderschoenen. Verdere gegevens of richtlijnen over de minimaal benodigde tussenruimte tussen turbines om barrièrewerking te voorkomen zijn er niet. De omvang van het windpark bepaalt daarnaast natuurlijk ook de mate van barrièrewerking. De beoordeling hiervan dient onder andere te geschieden in relatie tot de dagelijks af te leggen vliegafstanden.

De gevolgen van uitwijkgedrag kunnen leiden tot hogere energetische uitgaven voor individuele vogels. Voor lokale (broed)vogels bleek dat deze gevolgen het grootst zijn voor sterns door hun manier van vliegen en voedselzoeken (Everaert & Stienen 2007) maar over het algemeen wordt aangenomen dat de energetische gevolgen van barrièrewerking relatief laag zijn (Masden 2010). In een modelstudie werd aangetoond dat in potentie barrièrewerking onder trekvogels kan optreden, maar dat de afstand van omvliegen minimaal is in verhouding tot de totale trekroute (Masden *et al.* 2009). Echter onbekend is wat de gevolgen van omvliegen zullen zijn in cumulatie met andere windparken. Uitwijking is wel van groot belang voor het berekenen van aantallen aanvaringsslachtoffers. Daarom wordt dit hieronder in meer detail behandeld.

Macro-uitwijking

Onder Macro-uitwijking wordt de reactie van vliegende vogels op het gehele windpark verstaan. Micro-uitwijking is de uitwijking van vliegende vogels voor individuele turbines. In Denemarken is voor bepaalde soorten een verschil vastgesteld tussen uitwijking overdag en uitwijking in de nacht. Nabij windpark Nysted vlogen gedurende de nacht ondermeer eiders en zwarte zee-eenden dichter tot het windpark (< 1 km) voor dat uitwijking plaatsvond dan overdag (1,5 – 3,5 km) (Petersen *et al.* 2006). Door de verminderde detectie van het windpark gedurende de nacht vloog een groter aandeel migrerende vogels door het windpark in vergelijking met overdag. Radargegevens wezen erop dat de meeste vogels boven turbinehoogte vlogen. Uitwijking rond de windparken vond plaats vanaf 5 kilometer afstand. Van de vogels die in de richting van het windpark vlogen week in totaal meer dan 50% uit. Overdag blijken trekkende vogels eveneens hun trekroute te verleggen om windparken te vermijden.

Na oprichting van een nearshore windpark in het zuiden van Zweden (Nogersund) verlegden trekvogels hun route zeewaarts om het windpark te ontwijken (Larsson, 1994). De nachtelijke effecten op vogels bij dit windpark zijn onbekend.

Onderzoek bij Tunø Knob (Kattegat, DK) (Tulp *et al.* 1999, Larsen & Guillaumet 2007) bevestigde ook dat lokaal verblijvende eiders in donkere nachten hun vlieggedrag aanpassen. 's Nachts werd in en om het windpark Tunø Knob en directe omgeving duidelijk minder gevlogen dan in de wijdere omgeving. Eiders die in het donker toch het windpark naderden vlogen er in de meeste gevallen uiteindelijk omheen, soms na een duidelijk afbuigende beweging. Er lijkt hierbij nog een verschil te zijn in gebruik. Een opening in de lengterichting (400 m) van het uit twee rijen windturbines bestaande windpark werd meer benut dan de openingen in de dwarsrichting (200 m).

Een vergelijk patroon is zichtbaar in windpark OWEZ (Krijgsveld *et al.* 2011). Uit dit onderzoek bleek dat uitwijking het grootst is bij zeevogels als jan-van-gent, duikers, alken en zeekoeten en zwarte zee-eend. Ganzen, zwanen en eenden waren trekkende landvogels die uitweken voor het windpark. Geen uitwijking werd vastgesteld voor aalscholver, de meeste meeuwensoorten en langstrekkende zangvogels en steltlopers. Het gemiddeld aantal vogels dat vastgesteld werd in het windpark lag 28 % lager dan buiten het windpark. Vliegpaden werden veelal aangepast op 1 – 2 kilometer voor het windpark tot 3 – 4 kilometer na het verlaten van het windpark. De vlieghoogte van lokale zeevogels lag met 70 meter rond turbinehoogte. Trekvogels als steltlopers en zangvogels vlogen tot 1,4 kilometer hoogte.

In een recente studie in Engeland werd uitwijking ook vastgesteld voor trekkende groepen ganzen (~95% van alle trekkende kleine rietganzen) veroorzaakt door een windpark op enkele kilometers uit de kust (Plonckzier & Simms 2012). Ook in Duitsland werd uitwijking geconstateerd voor bijvoorbeeld vliegende dwergmeeuwen

terwijl voor andere soorten (met name grote) meeuwen geen reactie werd vastgesteld (Hill *et al.* 2014).

Micro-uitwijking
Onder micro-uitwijking wordt de reactie van vliegende vogels op individuele turbines verstaan. Krijgsveld *et al.* (2011) hebben vastgesteld dat de meeste vogels binnen het OWEZ windpark op actieve wijze windturbines ontweken. Hierbij zijn geen vogels waargenomen die door het rotoroppervlak vlogen. In de nacht werd de directe omgeving van turbines veelal gemeden. Van de vogels die wel het windpark in vlogen, week 66% van de vogels uit op 50 meter van de turbine. In totaal is de gemeten vermijding van individuele turbines door vogels in het OWEZ windpark 97,6%.

Volgens de huidige stand van wetenschappelijke kennis uitwijking wordt voor de meeste soorten geschat op 98% en voor de meeste zeevogels op 99% (Cook *et al.* 2012). Het Schotse SNH schrijft voor om 98% als basisgetal te gebruiken voor duikers, meeuwen en sterns (SNH 2010), echter Cook *et al.* (2012) beschouwen 99.75% als een betere inschatting van de uitwijking van deze groepen. In dit rapport hebben wij er echter voor gekozen om de soort(groep)specifieke uitwijkingsgetallen te hanteren (gebaseerd op een groot aantal bronnen) zoals samengevat door Maclean *et al.* (2009). Zij concludeerden om uitwijkingspercentages van 99% te hanteren voor duikers, eenden, ganzen, futen, aalscholver, sterns en papegaaiduiker, 99,5% voor jan-van-gent, alkachtigen en meeuwen, en 99,9% vor noordse stormvogel en pijlstormvogels totdat betere informatie beschikbaar komt.

3.2.3 Verwijderingsfase

Over barrièrewerking tijdens de verwijderingsfase is momenteel niks bekend en er zijn ook geen kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat eventuele verstoring van vliegpaden als gevolg van barrièrewerking in de loop van de tijd afneemt door het afnemende aantal te verwijderen turbines.

3.3 Vogels – Habitatverlies

Zeevogels rusten en zoeken voedsel op zee en met name lokaal verblijvende soorten kunnen daardoor verstoord worden door windparken op zee. Eerder werd habitatverlies vastgesteld in en rond windparken op zee in Denemarken en ook in Nederland en België. Echter de beschikbare informatie over verstorende effecten van windparken op zee is nog altijd beperkt.

3.3.1 Constructiefase

Over verstoring tijdens uitsluitend de aanlegfase van een windpark op zee zijn momenteel geen aparte publicaties met kwantitatieve gegevens beschikbaar. De verwachting is echter dat de verstoring groter is dan tijdens de operationele fase door het effect van toegenomen scheepsverkeer in het gebied dat een verstorende werking heeft op vele soorten vogels (b.v. Rodgers & Schwickert 2002, Schwemmer *et al.*

2011). Het verstorende effect van boten voor zeevogels is echter wel tijdelijk en de duur van verstoring is soortspecifiek. Duikers en zee-eenden bijvoorbeeld blijven lang weg van hun originele zitplek nadat boten weer vertrokken zijn, meeuwen landen zeer snel weer op hun oorspronkelijke plek.

Onderzoek naar verstoring tijdens de bouw van OWEZ heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor significante verstoring (door geluid) van lokale zeevogels (Leopold & Camphuysen 2007). Dat kwam vooral omdat het heien voor OWEZ (de meest ingrijpende bouwactiviteit), plaatsvond in het zomerseizoen toen er geen gevoelige soorten als duikers of alkachtigen in het gebied aanwezig waren. De wel aanwezige vogels (meeuwen, sterns) vertoonden geen enkele reactie op het heien. Wel is het zo dat andere bouwactiviteiten gedurende een langer seizoen werden uitgevoerd. Het kan niet worden uitgesloten dat de bijbehorende scheepsbewegingen verstorend hebben gewerkt, bijvoorbeeld op alkachtigen in het voorjaar of in de herfst.

Onderzoek naar habitatverlies tijdens de bouw van Robin Rigg in het Verenigd Koninkrijk gaf aanwijzingen van verminderde dichtheden van zwarte zee-eend, duikers, zeekoeten, noordse pijlstormvogels, zilvermeeuwen en alken, terwijl aalscholvers en grote mantelmeeuwen toenamen (Walls *et al.* 2013).

3.3.2 Operationele fase

De verstorende effecten van windparken op zee kunnen variëren van een licht verstorende werking waardoor er minder vogels dan voorheen in het gebied zullen voorkomen, tot een totale verstoring (geen enkel individu komt het gebied meer binnen, afhankelijk van de soort). Verstoring kan verschillende oorzaken hebben zoals:

1. geluid;
2. aanwezigheid van turbines;
3. aanwezigheid van boten, mensen en materieel.

Geluid
Tijdens de operationele fase veroorzaakt de turbine geluid onderwater. Uit onderzoek naar onderwatergeluid in Nederlandse windparken bleek dat de geluidsniveau's onder water laag zijn tijdens de operationele fase in het vergelijking met het al aanwezige achtergrondgeluid (Haan *et al.* 2007, Jansen & de Jong 2014). De specifieke gevoeligheid van de verschillende soorten zeevogels voor onderwatergeluid zijn niet bekend. Indien onderwatergeluid de oorzaak zou zijn van verstoring van vogels, dan zullen tijdens de bouw vogels tot op een grotere afstand verstoord worden dan tijdens de operationele fase. Dit effect werd echter in OWEZ niet gevonden (Leopold & Camphysen 2007).

Voornamelijk duikende vogels zullen onderwatergeluid veroorzaakt door windturbines op zee kunnen horen. Wellicht worden ook rustende zeevogels op het water beïnvloed door geluid van de turbines. Over eventuele effecten van dat geluid op foeragerende of rustende zeevogels is geen informatie beschikbaar. Wel is inmiddels vastgesteld

dat een operationeel windpark bepaalde vogelsoorten afschrikt en andere juist aantrekt. De vogels die het sterkste vermijdingsgedrag vertonen zijn meestal soorten die zich relatief veel zwemmend over zee bewegen (in tegenstelling tot vliegend, zoals in het geval van meeuwen) en die onderwater duikend naar voedsel zoeken. Of deze verstoring het gevolg is van onderwatergeluid of juist veroorzaakt wordt door andere factoren is onbekend.

Aanwezigheid turbines
De meeste Noordzee-zeevogels waarvoor gegevens beschikbaar zijn, mijden in meer of mindere mate een windpark op zee. In onderzoek in Deense windparken werden dichtheden van vogels in het windpark vergeleken met de dichtheden op de locatie voor de bouw van het windpark, alsmede in zones van 2 en 4 km rond het windpark. Vrijwel alle zeevogels bleken na aanleg het windpark te mijden: dit gold voor duikers (roodkeel- en parelduiker), zwarte zee-eend, ijseend en alk/zeekoet (de laatste twee soorten konden tijdens de (vliegtuig)surveys niet van elkaar worden onderscheiden). De mate waarin vermijding optreedt is veelal soortspecifiek (Petersen & Fox 2007). Vooral soorten die vooral zwemmend op zee voorkomen en die duikend onder water foerageren (roodkeelduiker, alk, zeekoet) bleken sterk vermijdingsgedrag te vertonen. Echter inmiddels blijkt dat zwarte zee-eenden wel weer gebruik maken van Horns Rev (Danish Energy Agency 2013) alhoewel nog immer in lagere dichtheden dan voor de bouw van het park (Petersen *et al.* 2014b). In eerste instantie meden deze vogels het operationele windpark totaal, terwijl in de zone tot 4 km rond het windpark nog een vermijding met 50-86% werd vastgesteld. Voor de jan-van-gent was het vermijdingspercentage moeilijk vast te stellen omdat er maar weinig van deze vogels werden gezien in het gebied, maar de beste schatting was een vermijdingspercentage van 38% tot op 4 km rond het park. Sterns daarentegen meden het park totaal, maar foerageerden wel in hogere aantallen vlak langs de randen van het park, in het zog van de buitenste turbinepalen (Petersen & Fox 2007).

Er zijn indicaties dat de configuratie van een windpark van invloed kan zijn op de mate van habitatverlies van zeevogels (b.v. Krijgsveld 2014). In OWEZ bleek dat vogels makkelijker tussen turbines doorvliegen waar de openingen groot zijn, of waar turbines stilstaan (Krijgsveld *et al.* 2011). Ook in PAWP kwamen aanwijzingen naar voren dat bijvoorbeeld zeekoeten meer verstoord worden in PAWP, met veel turbines op een klein oppervlak, dan in OWEZ waar meer ruimte tussen de turbines is (Leopold *et al.* 2011 & 2012). Significant waren deze resultaten echter niet (A. Zuur (appendix C) in Rijkswaterstaat 2015).

Uit het radar en visueel onderzoek bij OWEZ (Krijgsveld *et al.* 2011) komt naar voren dat verstoring van vliegpaden en habitatverlies door het windpark veelal plaatsvindt bij duikers, jan-van-gent, alk, zeekoet en zwarte zee-eend. Van de trekkende landvogels gold de sterkste vermijding voor ganzen en zwanen. Uit de scheepstellingen bij OWEZ (Leopold *et al.* 2010 & 2012) blijkt dat er sterke aanwijzingen waren dat zeekoeten werden verstoord binnen het windpark en daardoor in lagere dichtheden daar voorkwamen. Voor de meeste overige soorten was dit patroon minder duidelijk, maar

statistisch significant habitatverlies werd ook vastgesteld voor duikers, fuut, zwarte zee-eend, kleine mantelmeeuw, grote mantelmeeuw en visdief/noordse stern (Leopold *et al.* 2012). Het gebied rond OWEZ bleek tamelijk vogelluw wat betreft de echte zeevogels, waardoor effecten van verstoring op deze groep moeilijk waren vast te stellen. In PAWP kwamen deze soorten in grotere aantallen voor, en hier werd habitatverlies door het windpark vastgesteld voor jan-van-gent, dwergmeeuw, stormmeeuw, drieteenmeeuw, zeekoet en alk (Leopold *et al.* 2012).

In recent onderzoek in twee windparken op zee in het Belgische deel van de Noordzee, nabij het windenergiegebied Borssele, werden enkele statistisch significante effecten gevonden van windturbines op de aantallen vogels. Zo meden jan-van-gent, zeekoet, en alk één van de parken, terwijl zilvermeeuw en kleine mantelmeeuw in hogere dichtheden werden aangetroffen (Vanermen *et al.* 2014). Echter in veel gevallen was de steekproefgrootte (dekking en hoeveelheid surveys) de limiterende factor voor het aantonen van significante relaties. Wel werden enkele aanvullende trends duidelijk. Zo werd aantrekking geconstateerd voor verschillende soorten sterns, dwergmeeuw en drieteenmeeuw (Vanermen *et al.* 2013).

Ook in Duitsland is intensief onderzoek gedaan naar de effecten van het Alpha Ventus windpark op zee (12 turbines) op de verspreiding en gedrag van vogels (BSH & BMU 2014). Ook hier werden na aanleg van het windpark hogere aantallen dwergmeeuwen geconstateerd in het studiegebied (ongeveer 17,5 bij 27 km), alhoewel dit niet gold binnen de grenzen van het park, maar voornamelijk tussen de 3 en 10 km afstand van het park. Vermijding werd hier geconstateerd voor duikers, mogelijk voor jan-van-gent (kleine steekproefgrootte), kleine mantelmeeuw, drieteenmeeuw en zeekoeten (Mendel *et al.* 2014). Kleine mantelmeeuwen bleken echter wel gebruik te maken van het windpark om te foerageren en vermeden in die zin het park niet, de aantallen waren echter lager ten op zichte van de situatie voor de bouw van het park.

In het Verenigd Koninkrijk werden bij het windpark Robin Rigg hogere dichtheden duikers, aalscholvers en grote meeuwen gevonden na aanleg van het windpark. Lagere dichtheden werden vastgesteld voor jan-van-gent, noordse pijlstormvogels, drieteenmeeuwen, alken en zeekoeten (Walls *et al.* 2013).

Aanwezigheid mensen en materieel

Verstoring kan potentieel optreden zo gauw er menselijke activiteit in het gebied plaatsvindt dus vanaf de eerste bouwactiviteiten. Voorlopig wordt aangenomen dat het habitatverlies een permanent karakter heeft, dus aanwezig blijft zolang het windpark operationeel is. Onderzoek in Denemarken heeft echter laten zien dat zee-eenden mogelijk wennen aan een windpark, dat wil zeggen het windpark wel binnengaan enkele jaren na de bouw (Petersen & Fox 2007). Of er ook verder op zee, bij andere soorten zeevogels gewenning zal optreden is nog onduidelijk, evenals om welke stimulus het gaat bij de verstoring door een windpark op zee. Als dit “onrust aan de horizon” zou zijn, lijkt gewenning op termijn in principe mogelijk. Echter, er zijn vermoedelijk zeer veel en snelle wisselingen tussen individuen op een bepaalde

locatie op zee. Zo werd ten tijde van de Tricolor olieramp vastgesteld, dat vrijwel de hele “populatie” aan alken/zeekoeten in Belgische wateren dood of stervend op het strand aanspoelde (Camphuysen & Leopold 2005). Toch was er op zee geen duidelijke daling van de dichtheden te zien (Eric Stienen, pers. comm.). Evenzo wijzen metingen aan koprui bij Zeekoeten in het vroege voorjaar erop, dat er voortdurend wegtrek plaatsvindt van individuen die klaar zijn met de rui (Camphuysen & Leopold, 1994). Dit wijst op een hoge turn-over van individuen op volle zee, waardoor rond een windpark voortdurend nieuwe individuen zouden arriveren, die nog geen gelegenheid hebben gehad om te wennen. Hierdoor zou gewenning dan ook sterk worden tegengewerkt. Indien de stimulus voor verstoring ligt in onderwatergeluid, lijkt de kans op gewenning geringer. Voorlopig moet daarom worden uitgegaan van een scenario, waarbij het habitatverlies even lang zal duren als de levensduur van het windpark, inclusief bouw en sloop. Echter de intensiteit van menselijke activiteit is wel verschillend tussen de onderlinge fases. Tijdens bouw en sloop zal er veel meer scheepvaart en beweging zijn dan bij een operationeel park.

Aantrekking in plaats van habitatverlies

Onderzoek aan windparken op zee heeft aangetoond dat voor verschillende vogelsoorten geldt dat er hogere dichtheden in of nabij gebieden met windparken aanwezig kunnen zijn. Onderzoek naar de windparken op zee in Denemarken (Petersen *et al.* 2006) toont aan dat in Nysted hogere dichtheden aan middelste zaagbekken bij een windpark aanwezig waren. In Horns Rev bleek dat zilvermeeuwen, dwergmeeuwen en noordse sterns/visdieven (niet van elkaar te onderscheiden tijdens vliegtuig surveys) in de omgeving van het windpark aanwezig waren, mogelijk als gevolg van het toegenomen scheepvaartverkeer ter plaatse (voor onderhoud) en als gevolg van het ontstaan van getijde-zogs achter de monopiles, waarin de vogels succesvol konden foerageren (Petersen & Fox 2007). Uit het OWEZ onderzoek (Krijgsveld *et al.* 2011, Leopold *et al.* 2012) bleek dat het windpark een aantrekkende werking heeft op aalscholvers, dwergmeeuw en stormmeeuw. Voor PAWP werd aantrekking gevonden voor aalscholver en kleine mantelmeeuw (Leopold *et al.* 2012).

Aanname voor gevolgen van habitatverlies

Het is momenteel onbekend hoe bovenstaand vermijding/verplaatsingsgedrag kwantitatief doorwerkt op de fitness van individuele exemplaren en de daaruit voortvloeiende populatie-effecten. In het KEC (Rijkswaterstaat 2015) wordt op basis van de bevindingen van Bradbury *et al.* (2014) de aanname gedaan dat er 10% sterfte optreedt als gevolg van vermijding. Dat wil zeggen dat 10% van het aantal individuen dat vermijding vertoont zal sterven. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat vermijdingsgevoelige soorten het gehele windparkgebied volledig zullen vermijden (100%). Ook de JNCC (advies orgaan voor de UK vergunningverleners) hanteert als worst case een sterfte van 10% van de individuen die het windpark zullen vermijden[1].

[1] ”Given the very great uncertainty concerning realistic levels of mortality of displaced birds, JNCC have previously advised, for certain specific project applications, that a 10% adult mortality rate could be used for

Hierbij adviseert de JNCC uit te gaan van een bepaald vermijdingspercentage, waar in het MER/PB Hollandse Kust (zuid) ervan uit wordt gegaan dat 100% van de dieren vermijding zal vertonen. De hoogte van de sterfte factor is één op één gerelateerd aan de aantallen slachtoffers. Een sterftefactor van 20% geeft dus dubbel zoveel slachtoffers als 10%.

Uit de internationale reviews van het KEC die de overheid heeft laten uitvoeren, blijkt dat deze aanname sterk wordt bediscussieerd/bevraagd, door gebrek aan bewijs omtrent dit onderwerp. Eén van de reviewers geeft aan dat deze aanname tot onrealistische worst-case aannames leidt, de ander geeft aan dat de effect-relatie mogelijk is (sterfte danwel populatie effecten als gevolg van vermijding), maar kwantitatieve onderbouwing hiervan moeilijk bij gebrek aan wetenschappelijk bewijs. In ieder geval zouden reviewers zien dat dit onderdeel in de ideale wereld soort-specifiek zou worden opgepakt, met inachtname van ecologisch relevante aspecten zoals windturbine gevoeligheid, voedselbeschikbaarheid en concurrentie.

3.3.3 Verwijderingsfase

Er zijn nog geen studies mogelijk geweest naar effecten van de sloop van een windpark op zee op vogels. In hoofdlijnen komen de duur en de intensiteit van de benodigde werkzaamheden overeen met de aanlegfase (zie aldaar). Het gaat om de verwijdering van funderingen, kabels en hieraan gerelateerde scheepvaart-bewegingen. Hierdoor zullen de effecten gedurende de verwijderingsfase min of meer van een vergelijkbare orde zijn zoals beschreven onder ‘aanlegfase’. Wel is het zo dat er bij de verwijdering niet geheid zal worden waardoor de piek-geluidsbelasting veel minder zal zijn.

3.4 Vogels – Indirecte effecten

De bouw en ingebruikname van een windpark op zee veroorzaakt diverse veranderingen van het lokale habitat. Dit heeft gevolgen voor de daar levende vogels. Empirische gegevens zijn (nog) niet beschikbaar, echter op basis van resultaten uit diverse onderzoekslijnen aan verschillende diergroepen zijn enkele effecten te verwachten.

3.4.1 Constructiefase

Tijdens de constructiefase zijn mogelijke indirecte effecten op vogels te verwachten via de effecten van heien op lokale vispopulaties waarvan vogels mogelijk afhankelijk zijn voor hun voedselvoorziening. Dit type effecten komt vaak pas op langere termijn tot uiting als de constructiefase al is afgelopen (zie §3.4.2).

---

some key species (e.g. guillemot, razorbill, kittiwake, gannet and Manx shearwater), while some developers argue that those values are overly precautionary.”

3.4.2 Operationele fase

Momenteel is in het gebied van windparken op zee het visserij beperkt mogelijk. Hierdoor neemt potentieel de visbeschikbaarheid in het gebied toe, temeer omdat de introductie van hard substraat en structuren mogelijk een positief effect heeft op het voorkomen en de diversiteit van benthos en vis in het gebied (Lindeboom *et al.* 2011, Bouma & Lengkeek 2009, 2011). Dit zou kunnen leiden tot aantrekking van vogels, als bijvoorbeeld vissen zich gaan ophouden rond de funderingspalen (conform de bevindingen van Winter *et al.* (2010) en Van Hal *et al.* 2012)), waardoor plaatselijk goede foerageermogelijkheden voor viseters ontstaan. Dit kan een toename van het aantal vliegbewegingen in het park veroorzaken waardoor aantallen aanvaringen mogelijk toe kunnen nemen.

Indien de visserij uit het windpark geweerd wordt, zoals gebruikelijk is in Nederlandse windparken op zee, zal ter plaatse geen bijvangst overboord gezet worden waardoor minder aaseters in het gebied zullen voorkomen. Echter in de onmiddellijke of ruimere omgeving zal per saldo juist meer gevist worden omdat de visserij intensiteit in het gebied niet zal afnemen. Het lokaal sluiten van de visserij is in feite slechts een verplaatsing van de visserij naar elders.

Andere mogelijke indirecte effecten van windturbines op zee op vogels kunnen veroorzaakt worden door veranderingen in stromingen en uitgestoten trillingen door turbines onderwater die de verspreiding van vis kunnen beïnvloeden. Echter dit is speculatief en kwantitatief onderzoek hiernaar ontbreekt.

3.4.3 Verwijderingsfase

Tijdens de verwijderingsfase zelf zijn geen aparte indirecte effecten op vogels te verwachten. Doordat waarschijnlijk de harde substraten onderwater blijven bestaan zullen dezelfde effecten te verwachten zijn als tijdens de operationele fase. Echter wereldwijd is nog nooit een windturbine op zee verwijderd, en is dus ook geen praktijk ervaring met de uitvoer en effecten van deze ingreep. Het opheffen van het visserijverbod zal het positief effect van de harde substraten op het visbestand (en dus op vogels) beperken.

3.5 Vleermuizen

Effecten van onshore windturbines op vleermuizen zijn goed gedocumenteerd (b.v. Kunz *et al.* 2007) en in Bijlage III wordt een overzicht gegeven van de bekende literatuur. Boven zee, verder dan 10 km uit de kust, komen uitsluitend trekkende vleermuizen voor en ook in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn trekkende vleermuizen te verwachten (zie §2.4). Kennis over het voorkomen en gedrag van vleermuizen op zee en de daarvan afgeleide kennis over effecten van windparken op zee is zeer beperkt, maar zal deels vergelijkbaar zijn met effecten op land. Bijvoorbeeld een deel van de trekbewegingen zal mogelijk op rotorhoogte van windturbines plaatsvinden, waardoor vleermuizen kans hebben om in aanraking te

komen met de rotorbladen, wat over het algemeen de dood tot gevolg heeft. Gemeten gegevens over aanvaringen op zee zijn echter niet voorhanden (Rijkswaterstaat 2015). Op basis van sterfte bij windturbines gemeten op land en expert judgement, zijn recentelijk schattingen van het aantal aanvaringslachtoffers gepubliceerd voor de zuidelijke Noordzee door Rijkswaterstaat (2015). Bij vleermuizen speelt habitatverlies of barrièrewerking geen rol (Cryan *et al.* 2014) en deze aspecten worden dan ook niet in detail behandeld. Omdat op zee locaties geen deel vormen van het leefgebied van vleermuizen, komt het aspect van habitatverlies ook niet naar voren.

3.5.1 Constructiefase

Habitatverlies door de constructie van windparken is niet bekend bij vleermuizen. Vleermuisactiviteit lijkt niet lager te liggen in windparken dan daarbuiten (Jain *et al.* 2011), wat suggereert dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring of habitatverlies leidt. Er wordt juist verondersteld dat vleermuizen aangetrokken worden door windturbines in plaats van verstoord (Cryan & Barclay 2009). In theorie zou verlichting op constructieschepen insecten aan kunnen trekken en vervolgens ook vleermuizen, maar deze mogelijkheid is nog niet onderzocht. Dit zal echter niet tot sterfte leiden, omdat aanvaringen van vleermuizen slechts met bewegende objecten (zoals rotorbladen) optreden en niet met stationaire objecten, zoals constructieschepen of torens. In tegendeel, foerageren op een verhoogde concentratie van insecten tijdens de trek kan de conditie en dus de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Dit indirecte effect van windparkontwikkelingen kan daarom als mogelijk positief effect beschouwd worden.

3.5.2 Operationele fase

Het voornaamste negatieve effect van windparken op vleermuizen is een verhoogde mortaliteit tijdens de operationele fase. Dit wordt veroorzaakt door aanvaringen met windturbines of door plotselinge luchtdrukveranderingen vlakbij turbines (Bearwald *et al.* 2008; Rydell *et al.* 2010a). Habitatverlies en barrièrewerking lijken geen rol te spelen (Cryan *et al.* 2014).

Omdat zelfs trekkende vleermuizen op gondelhoogte op insecten lijken te foerageren die tijdens de trekperiode rond windturbines in verhoogde concentraties voorkomen, kan het aanvaringsrisico van vleermuizen in bepaalde situaties hoog zijn. De meeste slachtoffers vallen dan ook in de trekperiode in de late zomer – vroege herfst.

Een recent overzicht van beschikbare literatuur geeft een divers beeld van de effecten van licht (veilighiedsverlichting voor het vliegverkeer) op vleermuizen (Stone *et al.* 2015). Zowel aantrekking als verstoring wordt gemeld. Er is geen eenduidige richting te voorspellen van wat de effecten van de voorgenomen turbine verlichting (knipperend rood toplicht) zal zijn op vleermuizen. Echter het is onwaarschijnlijk dat dit licht een grote aantrekkend effect zal hebben op insecten, en daarmee op vleermuizen.

De vleermuissoorten die behoren tot de geslachten *Pipistrellus*, *Nyctalus* en *Vespertilio* worden het vaakst gevonden als slachtoffers bij windparken. Deze vleermuizen jagen op vliegende insecten. Hun vleugelmorfologie en echolocatie karakteristieken maken hen specialisten voor open gebieden. Vleermuizen die in meer gesloten habitats of laag boven de grond of water foerageren (*Myotis* en *Plecotus* soorten) hebben een laag risico voor aanvaringen (Rydell *et al.* 2010a). Mortaliteit lijkt verder niet beïnvloed worden door leeftijd of geslacht. Een uitzondering hierop is de rosse vleermuis, waar juveniele dieren oververtegenwoordigd zijn onder de slachtoffers (Seiche *et al.* 2008, Lehnert *et al.* 2014). Vleermuisactiviteit op rotorhoogte is het hoogst tijdens rustige (windsnelheid <5 m/s), warme en droge nachten in augustus en september.

De twee vleermuissoorten die verwacht kunnen worden in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (ruige dwergvleermuizen en rosse vleermuizen), worden regelmatig als slachtoffers bij onshore windparken gevonden (Dürr 2013). Beide soorten worden daarom beschouwd als risicosoorten met betrekking tot windparkontwikkelingen. Vleermuisactiviteit is nog zelden gemeten op zee. Het beperkt aantal metingen met batdetectors laat een grote variatie in activiteitsniveaus zien. Ahlen *et al.* (2009) meldden bijvoorbeeld een hoge vleermuisactiviteit op zee, maar hun onderzoekslocaties bevonden zich in nauwe zeegaten tussen twee landlichamen, en zijn dus niet representatief voor windparken op meer dan 10 km uit de kust. Ook de resultaten van OWEZ en PAWP laten grote verschillen zien. Deze hoge mate van variatie maakt directe vergelijking met windparken op land (met gedocumenteerde sterftecijfers) moeilijk en gemeten gegevens over aanvaringen op zee zijn nog niet voorhanden (Rijkswaterstaat 2015). Op basis van sterfte bij windturbines gemeten op land en expert judgement, zijn recentelijk schattingen van het aantal aanvaringslachtoffers gepubliceerd voor de zuidelijke Noordzee door Rijkswaterstaat (2015). Het is echter duidelijk dat de gemiddelde vleermuisactiviteit bij windparken op zee enkele meters boven het wateroppervlak laag is in vergelijking met de activiteit bij onshore windparken net boven de grond.

3.5.3 Verwijderingsfase

Vergelijkbaar met de aanlegfase treedt naar verwachting ook tijdens de verwijderingsfase geen sterfte op. Zonder windturbines is er geen risico op aanvaringen en de verlichte schepen in het gebied leiden niet tot verstoring of habitatverlies. Foerageren op een verhoogde concentratie van insecten kan mogelijk ook hier als een indirect positief effect beschouwd worden.

3.6 Vissen

Het aanleggen van een windenergiepark op zee kan op verschillende wijze invloed hebben op de lokale visgemeenschap. Effecten kunnen ingedeeld worden in de volgende categorieën:

- Effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of ontmanteling.
- Effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling.
- Effect van straling
- Effect van de aanwezigheid van harde structuren.
- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

3.6.1 Constructiefase

Effecten van geluid en/of trillingen

Tijdens de constructiefase zullen heiwerkzaamheden plaatsvinden die gepaard gaan met het produceren van krachtige onderwatergeluidspulsen. Deze geluidspulsen kunnen mogelijk negatieve gevolgen hebben voor vissen variërend van tijdelijke of permanente gehoorschade, interne bloedingen, tot orgaanschade en/of ruptuur van de zwemblaas (direct dodelijk) (Van Duin *et al.* 2011).

In tegenstelling tot zoogdieren hebben vissen geen extern gehoororgaan. Geluid – in de vorm van drukverschillen onder water – kan door vissen op verschillende manieren worden waargenomen (Thomsen e.a., 2006):

- Het zijlijnsysteem, waarmee dichtbij de geluidsbron laag frequente geluiden (als langzame waterstromen langs het lichaam) worden gedetecteerd. In relatie tot het geluid waarom het in het windpark gaat, is deze vorm van 'horen' echter ondergeschikt aan die van het hierna genoemde (gevoeliger) binnenoor.
- Het binnenoor (met de zogenaamde gehoorsteentjes), dat in essentie op beweging reageert. Een vis neemt geluiden waar via het lichaam, dat beweegt door kleine veranderingen in de geluidsdruk en/of via drukveranderingen in de zwemblaas die al dan niet via speciale structuren worden doorgegeven aan het gehoororgaan.

Bij vissen wordt onderscheid gemaakt in soorten die geen zwemblaas hebben en soorten die dat wel hebben. Bij de meeste bodemvissen, waaronder bot (*Platichtys flesus*), schar (*Limanda limanda*), schol (*Pleuronectes platessa*) en tong (*Solea solea*) ontbreekt de zwemblaas. Bij soorten met een zwemblaas wordt onderscheid gemaakt in soorten waarbij speciale structuren aanwezig zijn voor een efficiënte geluidsoverdracht (ook wel *gehoorspecialisten* genoemd) en soorten waarbij dergelijke structuren ontbreken. Haringachtigen, zoals fint (*Alosa alosa*) en haring (*Clupea harengus*) behoren tot de eerste groep en soorten als zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) en zalm (*Salmo salar*) tot de tweede. Bij laatstgenoemde soorten is er een open verbinding tussen de zwemblaas en de omgeving, bij de gehoorspecialisten is dat niet het geval. Soorten die over een gesloten zwemblaas beschikken, kunnen beter horen, maar de keerzijde is dat ze, doordat de zwemblaas met lucht is gevuld die niet makkelijk weg kan, ook gevoeliger zijn voor eventuele schadelijke gevolgen van onderwatergeluid.

Net als bij andere horende organismen is de gevoeligheid van het gehoor van in het water levende dieren niet over het gehele audiofrequentiebereik gelijk. Vissen horen

het best bij relatief lage frequenties die liggen tussen ca. 50 en 1.000 Hz. Ter vergelijking: voor de gewone zeehond ligt het gehoorbereik tussen frequenties van ca. 1.000 en 30.000 Hz. In zijn algemeenheid zijn vissen minder gevoelig voor geluid dan zeehonden, ook in het deel van het geluid(sdruk)spectrum waar zij het beste horen. Als dieren geluid kunnen horen, betekent dat echter nog niet dat zij er hinder van ondervinden.

In het laatste decennia is uit onderzoek in de Verenigde Staten, Nederland en België veel meer bekend geworden over mogelijke effecten van impulsgeluid op vissen in verschillende ontwikkelingsstadia. De resultaten van die onderzoeken worden hierna kort samengevat, waarna een uitspraak wordt gedaan over het mogelijke risico dat substantiële effecten op de visgemeenschap van de Noordzee optreden bij de constructie van het windpark.

Effecten op vislarven
Recent experimenteel onderzoek naar effecten van geluidspulsen vergelijkbaar met die van heiwerkzaamheden op vislarven van enkele typische Noordzee vissoorten konden schadelijke effecten echter niet bevestigen. Laboratorium proeven waarbij larven van drie verschillende ontwikkelingsstadia van tong (*Solea solea*) bloot werden gesteld aan verschillende niveaus en duur van heigeluid toonden geen significante effecten aan ten opzichte van een controle situatie zonder geluid (Bolle *et al.*, 2012). Dit was zelfs het geval bij blootstelling aan cumulatieve geluidsniveaus van SEL_{CUM} = 206 dB re 1 μPa^2s , wat overeenkomt met 100 pulsen op een afstand van 100 m van een 'typische' Noordzee heilocatie.

Een recenter veldexperiment waarbij larven van zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) werden blootgesteld aan echte geluidspulsen bij heiwerkzaamheden ten behoeve van windturbines op zee, konden eveneens geen significante effecten op overleving van vislarven aantonen ten opzichte van een controle groep (Debusschere *et al.*, 2014). De proeven werden uitgevoerd op 45 m afstand van de heilocatie waarbij cumulatieve geluidsniveaus werden bereikt van SEL_{CUM} = 222 dB re 1 μPa^2s.

De onderzoeken van Bolle *et al.* (2012) en Debusschere *et al.*, (2014) omvatten een vissoort met een bodemgebonden leefwijze zonder zwemblaas (tong) en een soort met een pelagische leefwijze met een zwemblaas (zeebaars) en geven daarmee een beeld van vissoorten met twee uiteenlopende leefwijzen en fysiologie. De resultaten kunnen daardoor als representatief worden beschouwd voor een groot deel van de visgemeenschap in het plangebied. Op grond van deze resultaten is de conclusie dan ook dat geen noemenswaardige sterfte van vislarven als gevolg van de heiwerkzaamheden zal optreden. Popper *et al*. (2014) komen in hun recent gepubliceerde richtlijnen voor bloostelling van vissen tot een vergelijkbare conclusie.

Effecten op juveniele en oudere vissen
Uit studies van Caspar *et al.* (2012) en Halvorsen *et al.* (2012a, b) is gebleken dat niet is uit te sluiten dat juveniele en oudere vissen schade kunnen ondervinden als zij aan

heigeluid worden blootgesteld. Soorten met een zwemblaas blijken daarbij het gevoeligst. Zij bestudeerden een baars-achtige, een steursoort, een tilapia-achtige en een zalm en stelden fysieke schade aan de zwemblaas vast bij geluidsniveaus van SEL_{cum} = 204 tot 210 dB re 1 μPa^2s .

Halvorsen *et al.* (2012) toonden in een experiment met sub-adulte vissen aan dat vooral soorten met een zwemblaas verwondingen overhouden na blootstelling aan geluidspulsen door heiwerkzaamheden terwijl vissoorten zonder zwemblaas geen effect ondervonden. Casper *et al.* (2013) lieten daarnaast zien dat binnen dezelfde soort (een baars-achtige), de verwondingen ten gevolge van geluidspulsen vooral in grotere exemplaren ontstaan en minder in kleine exemplaren. In deze studie kwam echter ook naar voren dat het grootste deel van de dieren binnen 10 dagen herstelde van de opgelopen verwondingen.

In Nederland is inmiddels ook een experimenteel onderzoek uitgevoerd waarbij het effect van heiwerkzaamheden op juveniele vis (voorbij het larvale stadium) is onderzocht (Bolle *et al.,* 2014). Hierbij zijn effecten van geluidspulsen representatief voor heiwerkzaamheden op zee onderzocht bij juveniele zeebaars (*Dicentrarchus labrax*). Vissen in een laboratorium werden hierbij blootgesteld aan geluidspulsen waarna gezocht is naar verwondingen en mogelijk herstel daarvan in relatie tot verschillende geluidsniveaus. In het onderzoek zijn inderdaad verwondingen waargenomen bij vissen die blootgesteld werden aan heigeluid. De verwondingen bleken in het laboratorium niet tot mortaliteit te leiden op de korte termijn, na 13 dagen was al enig herstel van verwondingen te zien.

In Popper *et al.* (2014) zijn de meest recente resultaten van onderzoek naar de effecten van onderwatergeluid bij elkaar gebracht en gebruikt voor het afleiden van drempelwaarden voor het optreden van uiteenlopende effecten. Deze drempelwaarden zijn in onderstaande tabel 3.2 opgenomen.

Tabel 3.2 Drempelwaarden voor het optreden van effecten bij vissen, na cumulatieve blootstelling aan impulsgeluid (dB re 1 μPa^2s SEL_{CUM})

Visgroep	Sterfte en onherstelbare schade	Herstelbare schade	TTS*
Geen zwemblaas	> 219	> 216	>> 186
Open zwemblaas	210	203	> 186
Gesloten zwemblaas	207	203	186

* Temporary Threshold Shift = Tijdelijke verhoging van de gehoordrempel; er zijn geen TTS studies voor heigeluid. De hier opgenomen waarden zijn afkomstig van onderzoek naar effecten van airguns die worden gebruikt bij seismisch onderzoek (Popper *et al.* 2005).

Uit het overzicht in de tabel blijkt dat bij geluidsniveaus lager dan SELCUM van 203 dB re 1 µPa2s, eventuele door heigeluid toegebrachte schade zal herstellen. Dit is een zeer hoog blootstellingsniveau dat alleen door vissen die tijdens het heien op relatief korte afstand van de heilocatie verblijven (en niet wegzwemmen) zal worden

ondervonden. In een worst case schatting, waarbij is uitgegaan van een uniforme waterdiepte van 23 m (de maximale waterdiepte in het plangebied) en een bandbreedte in de hei-energie van 1.000 – 3.000 kJ, gaat het om een afstand van ca. 2 – 3 kilometer. De werkelijke afstanden en daarmee het oppervlak waarbinnen een effect kan optreden zullen op de meeste paalposities kleiner zijn.

De conclusie is dat vissen, als zij al een invloed van (ongemitigeerd) heigeluid ondervinden dit uitsluitend in een klein gebied rondom de heilocatie zal zijn. De tijdelijkheid van de geluidsverstoring mede in aanmerking genomen is het niet aannemelijk dat de visgemeenschap van de Noordzee negatief wordt beïnvloed.

Effecten van bodemberoering

Vissen kunnen tijdelijk het gebied mijden wanneer bodemberoerende activiteiten plaatsvinden, maar permanente effecten worden niet verwacht, omdat eventuele effecten (zoals bijvoorbeeld vertroebeling) tijdelijk en lokaal zijn. Tijdelijke vertroebeling van het zeewater treedt ook op natuurlijke wijze op, bijvoorbeeld tijdens stormen. Er zijn echter geen experimentele studies bekend waar de mogelijke effecten van vertroebeling op vissen ten gevolge van de aanleg van windturbines op zee gericht zijn onderzocht.

Studies die het effect van vertroebeling op vissen hebben onderzocht, geven aan dat vertroebeling kan leiden tot een licht verminderd foerageersucces van piscivore vissen (De Robertis *et al.*, 2003). Hoewel dit voor piscivore vissen nadelig is worden zooplanktivore vissen blootgesteld aan een lager predatieriscio terwijl tegelijkertijd de foerageerkansen van zooplanktivore vissen nauwelijks verminderen bij licht vertroebeling (De Robertis *et al.*, 2003). Ook Meager *et al.* (2005) vond geen grote verschillen in foerageerstrategie en -succes van kabeljauw (*Gadus morhua*) op aasgarnalen onder verhoogde turbiditeit. Veel vissoorten jagen immers ook op trilling en zijn gewent aan de hoge turbiditeit in het gebied.

Effecten op vissorten met een sterk bodemgebonden leefwijze

Vissen met een sterk bodemgebonden levenswijze die zich verschuilen in of op de bodem of onder structuren, zoals zeedonderpad, diverse soorten grondels, pitvis, harnasmannetje, puitaal en botervis zijn sterk aan een locatie gebonden. Deze vissoorten vertonen geen uitgesproken vluchtgedrag. Bodemberoerende activiteiten waarbij de bestaande bodem sterk wordt beïnvloedt, bijv. het plaatsen van een monopile van een windturbine of het aanbrengen van bestortingen, kan de schuilplaats inclusief levende exemplaren van de vernietigen. Het bodemoppervlak dat op deze wijze rechtsreeks beïnvloedt wordt is relatief beperkt ten opzichte van het totale beschikbare bodemoppervlak in het plangebied. Op populatieniveau zijn de gevolgen daarom waarschijnlijk beperkt, levende exemplaren van de betreffende soorten kunnen echter wel rechtsreeks beïnvloedt worden.

3.6.2 Operationele fase

Effecten van geluid en/of trillingen

Uit onderwatergeluidsmetingen van het in bedrijf zijnde Prinses Amalia Windpark (Jansen & de Jong, 2014), blijkt dat operationele geluidsniveaus gemeten worden van SPL = 107 tot 110 dB re 1µPa^2 op 100 m afstand en SPL = 105 tot 107 dB re1µPa^2 op 3800 m afstand. De toename van het onderwatergeluid wordt daarbij vooral bepaald door de golfbewegingen van het water en de aanwezigheid van scheepvaart. Over het algemeen is de toename van het onderwatergeluid door in bedrijf zijnde windturbines laag. Het geluidsniveau op grotere afstand van het park (3.800 m) blijkt zelfs niet boven de achtergrondruis uit te komen en is te laag om in bestaande geluidsmodellen te gebruiken. De effecten van deze geluiden hebben zeker geen significant effect op vissen.

Dit wordt ook gedeeltelijk bevestigd door vismonitoringen in het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ). De resultaten van demersale en pelagische visbemonsteringen uitgevoerd enkele jaren voor de aanleg van OWEZ (2003/2004), 1 jaar na de aanleg (2007) en vijf jaar na de aanleg (2011) vertoonden geen significante effecten op de aanwezigheid van vissen binnen het park en in omliggende referentiegebieden (Hal *et al.*, 2012). Hierbij kwamen rondom de windturbines vooral in de zomer grote hoeveelheden vis voor, voornamelijk horsmakreel. Daarnaast werden er op de stenen van de scour protection nabij de windturbines meer kabeljauw, steenbolk, (groene) zeedonderpadden en pitvissen aangetroffen. Voor deze soorten is verstoring ten gevolge van geluid geproduceerd door de windturbine niet aan de orde. De windturbines lijken juist een aantrekkend effect te hebben. Voor tong, schar, schol en wijting werden bij de windturbines minder hoge aantallen aangetroffen dan elders in het gebied. Hoewel niet eenduidig is vast te stellen of geluid – of andere factoren hieraan onderhevig zijn, zijn verstoring ten gevolge van geluidseffecten van de windturbines voor deze soorten niet uit te sluiten

Effect van straling

De parkbekabeling veroorzaakt (elektrische en magnetische) velden. Vissen kunnen elektrische en magnetische velden waarnemen en oriënteren zich hier deels op. Van de vissen in de Noordzee zijn haaien en roggen (kraakbeenvissen) het meest gevoelig voor elektrische en magnetische velden. Roggen en sommige soorten haaien, zoals de hondshaai, behoren tot de bodemvissen. Voor deze soorten is aangetoond dat deze een prooi met een elektrisch veld van 10-8 V/m kunnen waarnemen. Haaien worden zelfs aangetrokken door elektrische velden (CMACS, 2003). Haaien zijn daarnaast zeer gevoelig voor magnetische velden en kunnen de kabels tot op een afstand van enkele tientallen meters waarnemen.

Als bodemvissen een verandering van het magnetisch veld vermijden, dan zouden de kabels een mogelijke barrière kunnen vormen. Het is theoretisch mogelijk dat de oriëntatie en migratie van deze soorten door de beperkte verandering in het magnetische veld worden beïnvloed. Ook roggen kunnen (tijdelijk) loskomen van de zeebodem en zo de eventuele magnetische effecten ontwijken. Aangenomen kan

worden dat de beïnvloeding lokaal is en zich tot niet meer dan enkele meters uitstrekt. In relatie tot het totale beschikbare leefgebied van bodemdieren op het NCP is het mogelijke effectgebied verwaarloosbaar.

De effecten van de exportkabel naar het elektriciteitsnet op land worden in een separaat MER beoordeeld, behorende bij het besluit Net op Zee voor de Hollandse Kust (zuid).

Effect van de aanwezigheid van harde structuren

De windturbine staan op monopiles die harde structuren op de zeebodem vormen. Harde structuren op de zeebodem zoals scheepswrakken trekken scholen vis aan, zoals in 2013 aangetoond tijdens een biodiversiteisonderzoek naar tien scheepswrakken in de Noordzee (Lengkeek *et al.*, 2013). De monopiles van het windpark zullen zeer waarschijnlijk ook een aantrekkende werking hebben op bepaalde soorten vis.

Deze aantrekkende werking van de monopiles van windturbines is in ieder geval aangetoond bij de monitoring van het OWEZ. Op basis van sonar observaties in de zomer van 2010 bleek dat visdichtheden in een straal van 15-20 meter van de monopiles gemiddeld 37x hoger waren dan in de rest van het windpark (Couperus *et al.*, 2010). Hengelvangsten bestonden voornamelijk uit makreel en horsmakreel (lengtes 25-35 cm) en jonge kabeljauw (lengtes 30-55 cm), maar het is niet uit te sluiten dat ook haringachtigen rondom de monopiles aanwezig waren (Couperus *et al.*, 2010; Hal *et al.*, 2012).

Daarnaast wordt ook kabeljauw aangetrokken door de harde structuren. Dichtheden van kabeljauw waren aanzienlijk hoger in netten in de directe omgeving van monopiles in het OWEZ dan in de rest van het park (van Hal *et al.*, 2012). Naast genoemde soorten worden ook grote aantallen steenbolk aangetroffen rondom de monopiles in zowel OWEZ (Bouma *et al.*, 2009) als een Belgisch windpark (Reubens *et al.*, 2011). Mogelijk maken de vissen gebruik van de harde structuren als schuilplaats en benutten ze de nieuwe bodemdiergemeenschappen als voedselbron.

Hoewel de monopiles een duidelijk aantrekkende werking hebben voor vissen zijn er in het OWEZ ook soorten die niet profiteren van de aanwezigheid van de monopiles van de windturbines. Voor sommige soorten worden in de nabijheid van de monopiles zelfs lagere aantallen aangetroffen dan elders in het park. Dit betreffen vooral platvissen (tong, schar en schol) en wijting (van Hal *et al.*, 2012). Het is niet eenduidig vast te stellen of de aanwezigheid van de monopile als harde structuur of andere factoren zoals geluidsproductie door de windturbines hieraan onderhevig zijn.

Effect van verbod op bodemberoerende visserij

Na realisatie van windpark in het plangebied mogen er geen bodemberoerende visserijactiviteiten meer worden uitgevoerd binnen het park. Dit biedt in potentie bescherming voor vissen die in het park verblijven, met name voor soorten met een

bodemgebonden levenswijze zoals platvissen, zeedonderpadden, harnasmannetjes, pitvissen en grondels.

Het effect van het verbod op visserij op de ontwikkeling van visbestanden is onderzocht voor het OWEZ windpark. Na oplevering van het OWEZ windpark in 2006 zijn alle vormen van visserij uitgesloten. De vismonitoring uit 2011 liet echter geen verschil in totale visbestanden zien tussen transecten binnen het windpark en daarbuiten gelegen controles (van Hal *et al.* 2012). Er was is de periode 2006 – 2011 dus geen aantoonbaar positief effect van het verbod op visserij op de ontwikkeling van de visbestanden in het windpark.

Voor kabeljauw lijkt het OWEZ park wel een positief effect te hebben. In de vismonitoring van het OWEZ bleek dat een groot deel van gezenderde juveniele kabeljauwen zich gedurende lange tijd in het windpark ophield waarmee sprake was een kraamkamerfunctie van het park (van Hal *et al.*, 2012). Een vergelijkbare kraamkamerfunctie is ook aangetoond voor kabeljauw in een Belgisch windpark op zee (Reubens *et al.*, 2011). Voor gezenderde tong kon deze kraamkamerfunctie van het OWEZ park echter niet worden aangetoond (van Hal *et al.*, 2012).

Het uitsluiten van bodemberoerende visserij zal waarschijnlijk vooral bodemlevende vissen beïnvloeden. Omdat de vismonitoring van het OWEZ echter weinig effecten aantoont van het verbod van visserij (inclusief bodemberoerende visserij) op bodemvissen in het OWEZ (in het bijzonder platvissen), lijkt er vooraslnog niet echt duidelijk sprake te zijn van een positief effect van een verbod van bodemberoerende visserij in het plangebied op de vispopulatie.

3.6.3 Verwijderingsfase

Tijdens de verwijderingsfase zullen geen heiwerkzaamheden meer plaatsvinden. effecten van geluidspulsen zoals tijdens de constructiefase zijn niet aan de orde. Naar alle waarschijnlijkheid zullen de windturbines een aantrekkende werking hebben op bepaalde vissoorten. Bij het verwijderen van de windturbines zullen de deze vis-faciliterende functies van windturbines vervallen en daarmee zeer waarschijnlijk een negatief effect hebben op de vispopulatie zoals die zich ontwikkelt heeft in het windpark tijdens de operationele fase.

3.7 Benthos

Het aanleggen van een windenergiepark op zee kan op verschillende wijze invloed hebben op de lokale benthosgemeenschap. Effecten kunnen ingedeeld worden in de volgende categorieën:

- Effecten van geluid en/of trillingen tijdens de aanleg, de exploitatie en/of ontmanteling.
- Effecten van bodemberoering tijdens de aanleg, exploitatie en/of ontmanteling.

- Effect van de aanwezigheid van harde structuren.
- Effect van verbod op bodemberoerende visserijactiviteiten in windparken.

3.7.1 Constructiefase

Effecten van geluid en/of trillingen
Tijdens de constructiefase zullen heiwerkzaamheden plaatsvinden die gepaard gaan met het produceren van krachtige onderwatergeluidspulsen. Deze geluidspulsen kunnen mogelijk negatieve gevolgen hebben voor het benthos. Er is slechts in beperkte mate onderzoek uitgevoerd naar de effecten van geluidspulsen op bodemdieren, waardoor de effecten lastig te bepalen zijn.

Voor de bepaling van effecten van onderwatergeluid kan worden gekeken naar de staat van de bodemdieren voor en na de aanleg van een windpark. Uit de benthos monitoring van het OWEZ windpark zijn geen grote veranderingen aangetroffen in de benthos gemeenschap voor en na de aanleg van het windpark die op grote schade duiden en ten gevolge van de constructie van het park (Bergman *et al.*, 2012). Het is daarmee niet aannemelijk dat de onderwatergeluidspulsen ten gevolge van heiwerkzaamheden in het plangebied een negatief effect zal hebben de aanwezige benthospopulatie of recruitment processen van benthos.

Effecten van bodemberoering
Bodemberoerende activiteiten tijdens de constructiefase van het windpark zullen tijdelijk de benthosgemeenschap kunnen verstoren, bijvoorbeeld ten gevolge van vertroebeling. Tijdelijke vertroebeling van het zeewater treedt ook op natuurlijke wijze op, bijvoorbeeld tijdens stormen. Foeragerende schelpdieren kunnen hinder ondervinden van hoge concenraties sediment in het water. De schelpdieren die algemeen voorkomen in het plangbeid zijn echter relatief goed bestand tegem tijdelijke verhogingen van de slibconcentratie in het water, zoals Amerikaanse zwaardschede *Ensis* (Witbaard & Kamermans, 2009; Kamermans & Dedert, 2012). Omdat verhogingen van de turbiditeit ten gevolge van bodemberoerende activiteiten slechts tijdelijk zijn en schelpdieren in het gebied relatief robuust zijn tegen tijdelijke verhogingen van de slibconcentraties zijn geen substantiële effecten van de constructie van het windpark op schelpdierbanken in het plangebied te verwachten.

3.7.2 Operationele fase

Effecten van geluid en/of trillingen
De geluidsniveaus van een operationeel windpark zijn relatief laag vergeleken met de geluidspulsen zoals die geproduceerd worden tijdens heiwerkzaamheden in de constructiefase van het park. Omdat uit de benthos monitoring van het OWEZ windpark geen grote veranderingen zijn waargenomen in de benthos gemeenschap voor en na de aanleg van het windpark (Bergman et al., 2012), wordt er vanuit gegaan dat de effecten van geluid en/of trillingen van een operationeel windpark op benthos gemeenschappen verwaarloosbaar zijn.

Effect van de aanwezigheid van harde structuren
De windturbine staan op monopiles die harde structuren op de zeebodem vormen. Harde structuren op de zeebodem zoals scheepswrakken hebben doorgaans een soortenrijke hard substraat benthos gemeenschap. Tijdens een biodiversiteitsonderzoek naar tien scheepswrakken in de Noordzee werden 165 soorten op de wrakken aangetroffen (Lengkeek *et al.*, 2013). Op de monopiles van het windpark zal zich na verloop van tijd waarschijnlijk ook een rijke soortengemeenschap ontwikkelen.

Een dergelijke ontwikkeling is ook waargenomen op de monopiles van het OWEZ windpark (Bouma & Lengkeek, 2009; 2012) Hierbij werden in 2008 en 2011 55 soorten aangetroffen. Hierbij konden zones met groenalgen, zeepokken, oesters en jonge mosselen worden onderscheiden inclusief kenmerkende soorten zoals anemonen, gorgelpijpen, kleine kreeftachtigen, krabben, zeesterren, mosdierkolonies en diverse soorten wormen.

De bodemdiergemeenschappen die zich op deze harde structuren vestigen bestaan uit andere soorten dan de bodemdiergemeenschappen van de omringende zachte zandbodems, waardoor de biodiversiteit van bodemdieren in het plangebied toe zal nemen.

De monopiles herbergen hierbij waarschijnlijk ook exoten. Dit zal echter de vestiging van exoten niet anderes faciliteren dan de huidige scheepswrakken die talrijk aanwezig zijn in de Noordzee.

Effect van verbod op bodemberoerende visserij
Na realisatie van windpark in het plangebied mogen er geen bodemberoerende visserijactiviteiten meer worden uitgevoerd binnen het park.
Hierdoor wordt de bodem minder aangetast hetgeen op de lange termijn mogelijk een positief effect heeft op langlevende soorten in de bodem. Resultaten van benthos bemonsteringen in OWEZ en zes referentiegebieden, uitgevoerd vijf jaar na realisatie van het park (in 2011) konden een dergelijk effect echter (nog) niet aantonen (Bergman *et al.*, 2012).

3.7.3 Verwijderingsfase

Naar alle waarschijnlijkheid zullen de windturbines een faciliterende werking hebben op met name hard substraat geassocieerde benthos soorten. Daarnaast heeft het verbod op bodemberoerende visserij mogelijk een positief effect op lang levende benthos soorten in overig delen van het windpark.

Bij het verwijderen van de windturbines zullen de deze faciliterende functies van windturbines vervallen en daarmee zeer waarschijnlijk een negatief effect hebben op de totale benthos populatie zoals die zich ontwikkelt heeft in het windpark tijdens de operationele fase.

4 Effectbepaling en beoordeling

In dit hoofdstuk worden de effecten op vogels, vleermuizen, vissen en benthos van een windpark in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bepaald op basis van de meest recente, beschikbare kennis uit onderzoek naar effecten van Nederlandse en buitenlandse windparken op zee (H3) en de meest recente informatie omtrent de verspreiding en dichtheden van vogels, vleermuizen vissen en benthos in en nabij het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (H2). Vervolgens worden deze effecten beoordeeld in het kader van de Nederlandse en internationale natuurwetgeving (§1.3). De beoordeling voor vogels vindt plaats op basis van twee door te rekenen scenario's (zie §1.2). Elke paragraaf begint met een samenvattende tabel van de effectbeoordeling. Daarna volgt de toelichting in de tekst. Vanwege de beperkte hoeveelheid beschikbare data, is bij vleermuizen, vissen en benthos voor een andere benadering gekozen en wordt de effectbeoordeling in een apart hoofdstuk behandeld.

4.1 Effecten op vogels tijdens aanleg en verwijdering

Tabel 4.1 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de aanleg en verwijdering van de twee windparkalternatieven in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Effecten windpark	Alternatief 1 63 *6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Verwijderingsfase		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-

Afhankelijk van het gekozen alternatief zal habitatverlies voor vogels optreden door de toepassing van een monopile, jacket or tripod fundering, omdat deze fundering in de bodem wordt geheid. Alhoewel voor de alternatieven met 63 turbines ruim anderhalf keer zoveel geheid moet worden dan voor de alternatieven met 38 turbines, is de impact, gezien de omvang en tijdelijkheid van de effecten, niet wezenlijk verschillend tussen de alternatieven. Alleen de duur van verstoring is anders. Aan mitigatie kan worden gedaan door de activiteiten die met de hoogste geluidsniveaus gepaard gaan niet in de winter en het vroege voorjaar te laten plaatsvinden wanneer de meeste, mogelijk voor geluid gevoelige vogels rond het plangebied verblijven (Leopold & Camphuysen 2007). Overigens zijn effecten van het hei-geluid nooit aangetoond voor deze soorten, maar is het waarschijnlijker dat verstoring door de bijbehorende boten e.d. optreedt.

De omvang van de verstoring door de aanleg van funderingen varieert in de tijd met name door de variatie in het voorkomen van kwetsbare soorten. Bij een goede temporele planning zullen de effecten van aanleg van het windpark vanwege de

tijdelijkheid van de werkzaamheden en het beperkte aantal vogels als marginaal negatief beoordeeld worden (effectbeoordeling: 0/-). De alternatieven met de meeste turbines zorgen voor een grotere negatieve verandering ten opzichte van de referentiesituatie dan het alternatief met het kleinste aantal turbines. Beide alternatieven zijn echter niet onderscheidend beoordeeld, omdat de omvang van de negatieve effecten niet dermate groot zijn dat dit gevolgen heeft voor de kans op het overtreden van verbodsbepalingen of mogelijk effecten op doelen van beschermde gebieden.

Bij de aanleg van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zullen schepen van en naar het windpark varen. De frequentie van de vaarbewegingen is momenteel nog onduidelijk en afhankelijk van het uiteindelijk gekozen alternatief, maar in eerdere MER's voor windparken op zee werd een maximum van 10 schepen per dag aangehouden. De scheepvaartbewegingen voor aanvoer van materieel zullen leiden tot een toename van geluid/trillingen in het gebied. De duur van de werkzaamheden is momenteel nog onbekend en daarnaast ook weersafhankelijk, maar op basis van ervaringen uit het verleden bedraagt deze bij alle alternatieven waarschijnlijk 1 bouwseizoen van ca. 4 maanden (juli t/m oktober). Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt in een zeer druk bevaren deel van de Noordzee en de verwachte toename van scheepsbewegingen valt in het niet bij de hoeveelheid achtergrondgeluid en trillingen als gevolg van scheepvaart. De effecten worden dan ook als marginaal negatief ingeschaald (effectbeoordeling: 0/-).

De verwijdering van de funderingen zal waarschijnlijk bestaan uit het afsnijden (6 m onder de zeebodem) en afvoeren van de funderingen. Een mogelijk alternatief is om de funderingen in zijn geheel te verwijderen door een combinatie van trillen en trekken. Dit zal gepaard gaan met geluid/trillingen boven en onder water. De geluidbelasting is echter aanmerkelijk lager dan bij de aanleg. Daarnaast zal er sprake zijn van geluid/trillingen door scheepvaartbewegingen. De erosiebescherming wordt in principe niet verwijderd. Bij een goede temporele planning zullen de effecten van verwijdering van het windpark vanwege de tijdelijkheid van de werkzaamheden en het beperkte aantal vogels als marginaal negatief beoordeeld worden (effectbeoordeling: 0/-).

Er is wereldwijd nog geen enkel windpark op zee afgebroken. Verwacht wordt dat de activiteit ter plaatse, het geluid en de scheepsbewegingen verbonden aan sloopactiviteiten, zeevogels zal verstoren. De effecten van verwijdering van het windpark worden beperkt negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) vanwege het tijdelijke karakter van de verstoring. De duur van de werkzaamheden bedraagt bij alle alternatieven circa 4 maanden. Relatief hoge dichtheden van gevoelige soorten zeevogels voor geluid en verstoring door schepen worden alleen verwacht in de winter en het vroege voorjaar, daarna zullen de meeste van deze vogels naar de broedgebieden zijn vertrokken en voor oktober komen de meeste vogels ook niet terug. De omvang van de verstoring varieert dus sterk in de tijd en is eigenlijk alleen van belang voor een beperkt aantal vogels in april/mei. Windenergiegebied Hollandse

Kust (zuid) ligt in een zeer druk bevaren deel van de Noordzee en de verwachte toename van scheepsbewegingen valt in het niet bij de hoeveelheid achtergrondgeluid en trillingen als gevolg van scheepvaart. De effecten worden dan ook als marginaal negatief ingeschaald (effectbeoordeling: 0/-).

4.2 Effecten tijdens gebruiksfase – vogelslachtoffers door aanvaringen

In dit rapport is het Extended Band Model (Band 2012) gebruikt om aantallen aanvaringsslachtoffers te berekenen. In Bijlage II wordt de theorie achter dit model nader toegelicht en worden de verschillende rekenstappen verder behandeld. Let wel dat deze aantallen slachtoffers moeten worden geinterpreteerd als maxima van orde-grootte slachtoffers en geenzins als exacte aantallen. Zowel in de onderliggende verspreidingsdata, als in de verschillende modelstappen, als in de turbine karakteristieken worden dermate veel (worst-case) aannames gedaan dat de nauwkeurigheid van de schattingen op het niveau van tientallen ligt.

De aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de vogeldichtheden zoals bepaald tijdens de ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen. Deze tellingen zijn jaarrond uitgevoerd over een zeer lange periode en in de nabijheid van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Over het algemeen zijn de dichtheden volgens de scheepstellingen lager dan die volgens de vliegtuigtellingen van Poot *et al.* (2011). Dit kan te maken hebben met de timing van deze surveys die beperkt waren tot een jaar en slechts negen maanden data omvatten. Recentelijk zijn scheepstellingen in de aangrenzende Luchterduinen windpark uitgevoerd (Skov *et al*. 2015a en b). Deze beslaan vijf tellingen, uitgevoerd in twee achtereenvolgende winters. Gezien de hoge variabiliteit van zeevogeldichtheden en verspreiding tussen jaren is in dit MER gekozen om de gegevens van de gecombineerde ESAS/MWTL database (Rijkswaterstaat 2015) te gebruiken. De ESAS/MWTL data beslaan kleine delen van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en bestaan vooral uit geïnterpoleerde gegevens. Het zijn de meest volledige reeks gegevens die over een lange periode zijn verzameld. Op basis van de interpolaties zijn voor de verschillende kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) verschillende vogeldichtheden berekend.

Jaarlijkse aantallen aanvaringsslachtoffers voor de twee alternatieven voor Kavel I en II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn uitsluitend berekend voor soorten waarvan de gemiddelde jaarlijkse dichtheid boven de 0,5 vogels per vierkante kilometer bedroeg (tabel 4.2a en 4.2b). Voor ganzen/zwanen, eenden, roofvogels, uilen en zangvogels is een andere data bron aangehouden (OWEZ fluxen, Krijgsveld *et al.* 2011) en daar zijn direct fluxen bepaald in plaats van dichtheden. De standaard avoidance-rate (gecombineerde waarde voor micro- en macro-avoidance) is gebaseerd op de soortspecifieke avoidance rates gerapporteerd door Maclean *et al.* (2009). Dit is conform de methodiek gekozen door Rijkswaterstaat (2015).

Verder zijn in tabel 4. 3a en b en in tabel 4.4a en b de jaarlijkse aantallen verwachte aanvaringsslachtoffers uitgesplitst per maand voor de verschillende alternatieven in Kavel I en II. Deze gegevens worden verder gebruikt in §4.3 – 4.5. Bij de aanvaringsberekeningen is uitgegaan van driebladige turbines, terwijl het voor ontwikkelaars ook mogelijk moet zijn om te kiezen voor twee-bladige turbines. In Bijlage V wordt een voorbeeld gegeven van de verschillen in aanvaringsslachtoffers tussen een twee- of driebladige turbines. Een vermindering in het aantal turbineladen zorgen voor een evenredige vermindering van de aantallen slachtoffers.

*Tabel 4.2a Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor twee alternatieven van een windpark in Kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bepaald met het Extended Band Model (Band 2012) op basis van vogeldichtheden voor zeevogels (bovenste soorten) uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, tabel 2.7) en voor landvogels (onderste soorten) uit radaronderzoek (Krijgsveld et al. 2011, Fijn et al. 2015). *Aantal slachtoffers bij zangvogels is gebaseerd op maximale uitvoering van een 6MW turbine (171 m rotordiameter en 110,5 m ashoogte) ipv minimale uitvoering.*

Soort	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**
	63 *6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
noordse stormvogel	0	0
jan-van-gent	1	0
grote jager	0	0
stormmeeuw	9	3
kleine mantelmeeuw	88	33
zilvermeeuw	31	12
grote mantelmeeuw	12	5
dwergmeeuw	4	1
drieteenmeeuw	9	3
grote stern	0	0
alk	0	0
zeekoet	0	0
ganzen en zwanen	30	22
eenden	4	3
reigers	6	4
roofvogels en uilen	1	1
steltlopers	4	3
zangvogels	1028*	808
Totaal	**1228**	**898**

*Tabel 4.2b Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat jaarlijks verwacht wordt voor twee alternatieven van een windpark in Kavel II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bepaald met het Extended Band Model (Band 2012) op basis van vogeldichtheden voor zeevogels (bovenste soorten) uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaaat 2015, tabel 2.7) en voor landvogels (onderste soorten) uit radaronderzoek (Krijgsveld et al. 2011, Fijn et al. 2015). *Aantal slachtoffers bij zangvogels is gebaseerd op maximale uitvoering van een 6MW turbine (171 m rotordiameter en 110,5 m ashoogte) ipv minimale uitvoering.*

Soort	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**
	63 *6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
noordse stormvogel	0	0
jan-van-gent	1	0
grote jager	0	0
stormmeeuw	11	4
kleine mantelmeeuw	158	58
zilvermeeuw	18	7
grote mantelmeeuw	6	2
dwergmeeuw	1	0
drieteenmeeuw	13	4
grote stern	1	0
alk	0	0
zeekoet	0	0
ganzen en zwanen	30	22
eenden	4	3
reigers	6	4
roofvogels en uilen	1	1
steltlopers	4	3
zangvogels	1028	808
Totaal	**1282**	**917**

*Tabel 4.3a Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat maandelijks verwacht wordt voor Alternatief 1 (63 * 6MW ø 142 m) van Kavel I, bepaald met het Extended Band Model (Band 2012) met soortspecifieke avoidance-rates (Maclean et al. 2009) op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaaat 2015, tabel 2.7). Voor het onderscheid zijn maanden met slachtoffers van een soort dik gedrukt.*

soort	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	Som
noordse stormvogel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jan-van-gent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
grote jager	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	**3**	0	0	**1**	**1**	0	0	0	0	0	0	**3**	**9**
kleine mantelmeeuw	0	**2**	**2**	**23**	**25**	**16**	**16**	**2**	**2**	**1**	0	0	**88**
zilvermeeuw	**3**	**1**	**1**	**5**	**5**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**4**	**3**	**31**
grote mantelmeeuw	**2**	0	**1**	0	0	**1**	**1**	0	0	**3**	**3**	**2**	**12**
dwergmeeuw	0	0	0	**2**	**2**	0	0	0	0	0	0	0	**4**
drieteenmeeuw	**4**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**4**	**9**
grote stern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
alk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zeekoet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Tabel 4.3b Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat maandelijks verwacht wordt voor Alternatief 2 (38 * 10MW ø 221 m) van Kavel I, bepaald met het Extended Band Model (Band 2012) met soortspecifieke avoidance-rates (Maclean et al. 2009) op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaaat 2015, tabel 2.7). Voor het onderscheid zijn maanden met slachtoffers van een soort dik gedrukt.*

soort	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	Som
noordse stormvogel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jan-van-gent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grote jager	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**3**
kleine mantelmeeuw	0	**1**	**1**	**8**	**9**	**6**	**6**	**1**	**1**	0	0	0	**33**
zilvermeeuw	**1**	0	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	0	0	**2**	**2**	**1**	**12**
grote mantelmeeuw	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**	**1**	**5**
dwergmeeuw	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	**1**
drieteenmeeuw	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**3**
grote stern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
alk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zeekoet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Tabel 4.4a Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat maandelijks verwacht wordt voor Alternatief 1 (63 * 6MW ø 142 m) van Kavel II, bepaald met het Extended Band Model (Band 2012) met soortspecifieke avoidance-rates (Maclean et al. 2009) op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaaat 2015, tabel 2.7). Voor het onderscheid zijn maanden met slachtoffers van een soort dik gedrukt.*

soort	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	Som
noordse stormvogel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jan-van-gent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
grote jager	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	**5**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**5**	**11**
kleine mantelmeeuw	0	**1**	**1**	**32**	**35**	**4**0	**41**	**3**	**2**	**1**	**1**	0	**158**
zilvermeeuw	**1**	**2**	**2**	**5**	**5**	**1**	**1**	0	0	**1**	**1**	**1**	**18**
grote mantelmeeuw	**1**	**1**	**1**	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**	**1**	**6**
dwergmeeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
drieteenmeeuw	**6**	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	**5**	**13**
grote stern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
alk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zeekoet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Tabel 4.4b Maximaal aantal aanvaringsslachtoffers dat maandelijks verwacht wordt voor Alternatief 2 (38 * 10MW ø 221 m) van Kavel II, bepaald met het Extended Band Model (Band 2012) met soortspecifieke avoidance-rates (Maclean et al. 2009) op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaaat 2015, tabel 2.7). Voor het onderscheid zijn maanden met slachtoffers van een soort dik gedrukt.*

soort	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	Som
noordse stormvogel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jan-van-gent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
grote jager	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stormmeeuw	**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**4**
kleine mantelmeeuw	0	0	0	**12**	**13**	**15**	**15**	**1**	**1**	0	0	0	**58**
zilvermeeuw	0	**1**	**1**	**2**	**2**	0	0	0	0	0	0	0	**7**
grote mantelmeeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
dwergmeeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
drieteenmeeuw	**2**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**4**
grote stern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
alk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zeekoet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3 Effecten tijdens gebruiksfase – lokaal verblijvende niet-broedvogels

Tabel 4.5 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windparkalternatieven in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op lokaal verblijvende vogels.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 *6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-

4.3.1 Aanvaringen

Op basis van de MWTL en ESAS-tellingen zijn dichtheden bepaald voor het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (tabel 2.5a en b). Deze dichtheden zijn gebruikt om de aantallen aanvaringsslachtoffers te berekenen met het Band-model (Band 2012). Dit is momenteel het meest gebruikte model voor berekeningen van aanvaringslachtoffers bij windparken op zee (Masden & Cook 2016). Het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers voor zeevogels is gepresenteerd in tabel 4.2a en b.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat van de twee alternatieven in kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) enkele tientallen tot ruim honderd zeevogels per jaar slachtoffer zullen worden. Het hoogste aantal slachtoffers per jaar als gevolg van aanvaringen zal onder kleine mantelmeeuwen vallen (88 vogels per jaar bij Alternatief 1). Bij grote mantelmeeuwen en zilvermeeuwen zullen meer dan tien slachtoffers per jaar vallen bij Alternatief 1. Bij Alternatief 2 zullen alleen bij zilvermeeuwen meer dan tien slachtoffers vallen. Van jan-van-genten, stormmeeuwen, drieteenmeeuwen, dwergmeeuwen bij beide alternatieven zullen jaarlijks enkele slachtoffers vallen. Bij andere soorten zullen geen jaarlijkse slachtoffers vallen.

In Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zullen bij Alternatief 1 jaarlijks enkele tientallen tot ruim tweehonderd zeevogels per jaar slachtoffer worden. Bij Alternatief 2 gaat het om enkele tientallen slachtoffers per jaar. Het hoogste aantal slachtoffers zal bij kleine mantelmeeuwen vallen als gevolg van aanvaringen (158 slachtoffers per jaar bij Alternatief 1). Bij stormmeeuwen, zilvermeeuwen en drieteenmeeuwen zullen hooguit enkele tientallen slachtoffers per jaar vallen bij Alternatief 1 en enkele per jaar bij Alternatief 2. Bij jan-van-genten, grote mantelmeeuwen, dwergmeeuwen en grote sterns zullen bij Alternatief 1 enkele slachtoffers per jaar vallen. Van deze soorten zal bij Alternatief 2 slechts bij grote mantelmeeuwen enkele slachtoffers per jaar vallen. Bij andere soorten zullen geen jaarlijkse slachtoffers vallen.

In beide kavels wordt Alternatief 1 met de meeste turbines als negatief beoordeeld (-). Alternatief 2 met de minste turbines wordt volgens ons kader ook als negatief

beoordeeld (-), echter de effecten zijn wel substantieel kleiner dan de 6MW alternatieven. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta (Bijlage in het KEC; Rijkswaterstaat 2015) over significantie met betrekking tot de Natuurbeschermingswet 1998, in combinatie met de grote afstand die er is tussen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en de meest nabij gelegen Natura 2000-gebieden, zijn significant negatieve effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 als gevolg van aanvaringen op lokale zeevogels uit te sluiten. In de Passende Beoordeling wordt hier verder op in gegaan.

Wel kan het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet. In de bijlage 'Flora- en faunawet' van het MER is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Flora- en faunawet worden overtreden. Hier is vervolgens ook onderbouwd of de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

4.3.2 Barrièrewerking

Lokale zeevogels zullen geen barrièrewerking ondervinden, omdat er voor deze soorten in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) geen sprake is van gerichte bewegingen op zee waarvoor een windpark aldaar een belemmering op de vliegroute kan vormen. Er wordt dan ook ingeschat dat barrièrewerking voor lokaal verblijvende soorten niet optreedt. De effecten worden als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0) en significante negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op lokale zeevogels zijn in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 uit te sluiten.

4.3.3 Habitatverlies

Van sommige vogelsoorten die in dit rapport onder lokale zeevogels worden geschaard is bekend dat ze door windparken op zee worden verstoord. Soorten zoals duikers en zwarte zee-eenden komen niet of nauwelijks voor in en rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Andere soorten, zoals jan-van-genten, alken en zeekoeten komen vooral gedurende het winterhalfjaar voor in het gebied.

In het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vormen meeuwen een grote groep binnen de lokale niet-broedvogels. Als meeuwen rusten op zee doen ze dat vaak in de buurt van een groot object zoals een platform op zee of een geankerd schip. Op het werkplatform van windturbines zouden drieteenmeeuwen kunnen gaan rusten of zelfs gaan broeden, zoals is gebeurd op verschillende (onbemande) platforms op zee elders in de Noordzee. De aantrekkingskracht van windparken voor meeuwen en sterns kan ook liggen aan de aanwezigheid van onderhoudsschepen in het windpark of van een veranderende (micro)stroming rond de palen. Dergelijke aantrekking werd ook door Vanermen *et al.* (2014) vastgesteld in Vlaamse windparken.

Daarnaast worden op de Nederlandse Noordzee de grootste aantallen meeuwen rond vissersschepen gevonden. In ieder geval de bodemberoerende visserij mag niet meer binnen het windpark komen, maar nog altijd zullen er vliegbewegingen door het windpark optreden van meeuwen die vliegen tussen de verschillende visserschepen, waarbij ze geen uitwijkend gedrag zullen vertonen. Dit effect kan versterkt optreden doordat er concentratie van kotters kan optreden langs de randen van het windpark, delen van de zee waar vissers graag vissen.

Binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat 2015) is afgesproken om het effect van habitatverlies te kwantificeren door een sterfte van 10% van de verstoorde vogels als gevolg van habitatverlies aan te houden (Bradbury *et al.* 2014). Op basis van de berekende dichtheden vanuit de scheepstellingen kan hiermee de sterfte door habitatverlies worden doorgerekend (tabel 4.6 en 4.7).

De effecten van habitatverlies worden als negatief beoordeeld (-) en voor alle alternatieven gelijk, omdat het ruimtebeslag even groot is. Mocht er voor gekozen worden om het alternatief met minder turbines op een kleiner oppervlak te maken, dan is dit een beter alternatief bezien vanuit de ecologie. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta over significantie met betrekking tot de Nbwet 1998 (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2015), zijn significant negatieve effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 als gevolg van habitatverlies op lokale zeevogels uit te sluiten (zie ook de bijlage ‘Flora- en faunawet’ van het MER). In de Passende Beoordeling wordt hier verder op in gegaan.

Tabel 4.6 Maximaal aantal slachtoffers dat verwacht wordt als gevolg van habitatverlies (op basis van Bradbury et al. 2014) op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaaat 2015, tabel 2.5a) en een windpark oppervlak van 57 km^2 voor Kavel I.

soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km^2)	Berekende sterfte door habitatverlies Kavel I
noordse stormvogel	0,1	1
jan-van-gent	0,31	2
zwarte zee-eend	0	0
grote jager	0,06	0
kleine jager	0	0
kokmeeuw	0	0
stormmeeuw	0,32	2
kleine mantelmeeuw	3,46	20
zilvermeeuw	0,43	2
grote mantelmeeuw	0,05	0
dwergmeeuw	0,53	3
drieteenmeeuw	1,27	7
grote stern	0,01	0
alk	0,16	1
zeekoet	0,40	2

Tabel 4.7 Maximaal aantal slachtoffers dat verwacht wordt als gevolg van habitatverlies (op basis van Bradbury et al. 2014) op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015, tabel 2.5a) en een windpark oppervlak van 48 km^2 voor Kavel II.

soort	gem. jaarlijkse dichtheid (#/km^2)	Berekende sterfte door habitatverlies Kavel II
noordse stormvogel	0,11	1
jan-van-gent	0,1	0
zwarte zee-eend	0	0
grote jager	0,01	0
kleine jager	0	0
kokmeeuw	0	0
stormmeeuw	0,46	2
kleine mantelmeeuw	2,91	14
zilvermeeuw	0,24	1
grote mantelmeeuw	0,06	0
dwergmeeuw	0,05	0
drieteenmeeuw	1,14	5
grote stern	0,11	1
alk	0,22	1
zeekoet	0,72	3

4.3.4 Indirecte effecten

Effecten van onderhoud van het windpark

Onderhoudswerkzaamheden aan windturbines op zee vergen de inzet van schepen. Dit kan zeevogels verstoren. Het zal afhangen van zowel de aard als de frequentie van de werkzaamheden hoe zwaar deze verstoring is. Onderzoeksgegevens suggereren een afstotende werking van (onderhouds)schepen ten aanzien van duikers, jan-van-gent en alkachtigen, maar een aantrekkende werking voor meeuwen en sterns. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillende aantallen en typen turbines) wordt hier, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. Verstoring door onderhoud vindt in beginsel plaats binnen het windpark, waar gevoelige zeevogelsoorten toch al zijn verstoord. De (extra) effecten van onderhoud worden daarom in alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark

Op de funderingen zal aangroei komen, ook in de vorm van potentieel voedsel voor zeevogels (Bouma & Lengkeek 2012). Aangroeiende mosselen zouden als voedsel kunnen dienen voor zee- en eidereenden. Hoewel incidenteel een enkele eider zich enige tijd bij een installatie ver op zee kan ophouden (Thorpe 2005), zal buiten de kustwateren van een aantrekkende werking op grote groepen zee- en eidereenden, door een verbeterd aanbod schelpdieren, waarschijnlijk geen sprake zijn. Wel zijn de

eerste aanwijzingen gevonden dat door het onstaan van benthische leefgemeenschappen ook een toename van vis rond de funderingspalen plaatsvindt (Lindeboom *et al.* 2011). Vissen die zich rond en tussen de stortstenen rond de funderingen vestigen kunnen dienen als voedsel voor visetende zeevogels. De windturbines zelf, en een eventuele meetmast of transformatorplatform zouden zit- en zelfs broedplaatsen kunnen bieden aan sommige zeevogels, zoals meeuwen en aalscholvers. Onderzoek naar de korte termijn effecten van windpark OWEZ wijzen op een toename van benthos en vis in de directe omgeving van de palen. Hierdoor zouden goede foerageermogelijkheden voor viseters kunnen ontstaan, waardoor aantrekking van sommige soorten zou kunnen plaatsvinden. Van de vogelsoorten meeuwen, aalscholvers en sterns werd geen vermijdingsgedrag geconstateerd en dit zijn alle soorten die potentieel gebruik kunnen maken van de toename van vis, via een toename van het benthos en een afname van de visserij (Lindeboom *et al.* 2011, Krijgsveld *et al.* 2011). De effecten van habitatverandering worden als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve gevolgen van indirecte effecten, waardoor worst-case moet worden uitgegaan van de marginaal negatieve effecten. Significant negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op lokaal verblijvende vogels zijn in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 dan ook op voorhand uit te sluiten.

4.4 Effecten tijdens gebruiksfase – kolonievogels

Tabel 4.8a Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in Kavel I op kolonievogels.

Effecten windpark	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**
	63 *6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0

Tabel 4.8b Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windpark alternatieven in Kavel II op kolonievogels.

Effecten windpark	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**
	63 *6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
- aanvaringen	0/-	0/-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0/-	0/-
- indirecte effecten	0/-	0/-

4.4.1 Aanvaringen

Aanvaringslachtoffers van kolonievogels die tijdens het broedseizoen het het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) binnen bereik hebben, zijn in de bijlage 'Flora- en faunawet' van het MER beschreven. Verder blijkt op basis van foerageerranges die zijn bepaald met GPS-logger-onderzoek in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk dat Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bereikt kan worden door broedende kleine mantelmeeuwen uit de kolonie die in het Natura 2000-gebied Veerse Meer ligt. Voor deze soort is een instandhoudingsdoelstelling als broedvogel geformuleerd. Voor de kleine mantelmeeuw worden daarom hieronder de effecten van Kavel II behandeld en beoordeeld. Kavel I zal slechts incidenteel tot slachtoffers onder kleine mantelmeeuwen leiden en scoort derhalve (0).

Kleine mantelmeeuw
Vanuit de Nederlandse Natura 2000-gebieden Veerse Meer, Texel en Volkerak kunnen broedende vogels in potentie het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bereiken. Andere kolonies in Nederland van waaruit broedende kleine mantelmeeuwen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen bereiken, zijn niet beschermd in het kader van Natura 2000. Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt buiten de foerageerrange van kleine mantelmeeuwen vanuit Engelse en Belgische kolonies.

Van vogels uit de Nederlandse kolonie in het Volkerrak is bekend dat deze maar incidenteel op zee foerageren (Gyimesi *et al.* 2011), en dus zal de procentuele flux van broedende kleine mantelmeeuwen vanuit deze kolonies in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) verwaarloosbaar zijn. Van het GPS-logger-onderzoek aan foeragerende kleine mantelmeeuwen bleek dat de vogels van kolonies op Texel voornamelijk richting het westen vliegen en in mindere mate richting het zuiden (Camphuysen 2011). Het aantal broedende kleine mantelmeeuwen van de kolonie op Texel dat windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) passeert tijdens foerageervluchten is te verwaarlozen. Op basis van deze metingen zijn slachtoffers in windenergiegebied vanuit de kolonie op Texel niet te verwachten (Collier *et al.* 2015).

Voor kleine mantelmeeuwen uit het Veerse Meer is onbekend in hoeverre deze op zee foerageren. In potentie kunnen vogels uit deze kolonie Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bereiken. Uit de slachtofferberekeningen (§4.2) blijkt dat tijdens het broedseizoen (mei – jul) 117 individuen (alternatief 1) en 43 individuen (alternatief 2) per jaar slachtoffer worden (tabellen 4.4a en b). Dit zijn echter niet allemaal broedende adulten. Een deel van een populatie kleine mantelmeeuwen bestaat uit zogenaamde 'floaters' (niet-broedende vogels). Schattingen van de grootte van dit deel van niet-broedende vogels zijn zeer divers (Gyimesi & Lensink 2012, Camphuysen 2013), maar een reële en veilige schatting van 40% van de populatie is beargumenteerd door Lensink & van Horssen (2012). Dit betekent dat volgens de rekensommen in Kavel II 117*0,6 = 70 (a1) en 26 (a2) slachtoffers broedende adulten zijn te verwachten. Daarnaast is het zo dat niet al deze slachtoffers afkomstig zijn uit de beschermde kolonie in het Veerse Meer. Op basis van hun foerageerrange (80 km,

figuur 2.10a en b) kunnen in totaal circa 86.000 broedende kleine mantelmeeuw individuen (Scharringa *et al.* 2010; Boele *et al.* 2015; Lensink *et al.* 2015; Strucker *et al.* 2015) tijdens foerageervluchten tot in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) komen. Veruit de meeste hiervan (>95%) komen niet uit Natura 2000-kolonies. Het Veerse Meer is de enige kolonie die gelegen is binnen Natura 2000-gebieden en die binnen bereik van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt. Op basis van het habitatgebruik van kleine mantelmeeuwen in het Volerakmeer (Gyimesi *et al.* 2011) wordt aangenomen dat niet alle kleine mantelmeeuwen vanuit het Veerse Meer, dat niet direct aan kust ligt, op zee foerageren, maar deels in het binnenland. Vanuit de kolonie in het Volkerakmeer dat 25 km van de kust lag, vond slechts 2% van vluchten richting zee plaats (Gyimesi *et al.* 2011). Op basis hiervan kunnen we een conservatieve aanname maken dat 50% van de kleine mantelmeeuwen uit het Veerse Meer in het binnenland foerageert (Fijn & Collier 2014). Het aandeel broedvogels uit het Veerse Meer bedraagt dan in het windenergiegebied 1.770*0,5/86.000 = 1%. Dit impliceert dat in Kavel II 70*0.01 = 0,7 (a1) en 26*0,01 = 0,26 (a2) slachtoffer uit het Veerse Meer afkomstig is (tabel 4.9). Daarom wordt voor Kavel II alternatief 1 als marginaal negatief (0/-) beoordeeld (tabel 4.8b). Het alternatief met de minste turbines wordt volgens het gebruikte beoordelingssysteem ook als marginaal negatief (0/-) beoordeeld (tabel 4.8b), echter de effecten zijn wel kleiner dan bij het 6MW alternatief.

De berekende sterfte onder vogels van deze populatie als gevolg van aanvaringen met turbines van een windpark kan worden vergeleken met de natuurlijke sterfte van die vogelsoort, in dit geval de kleine mantelmeeuw (jaarlijkse overleving: 0,91 (Camphuysen & Gronert 2012)) op een huidige populatie van 885 broedparen in het Veerse Meer (tabel 4.9). Wanneer de additionele sterfte door een windpark kleiner is aan 1% van de natuurlijke mortaliteit van de betreffende populatie van de onderzochte soort (in dit geval dus 1,6 kleine mantelmeeuwen), kan met zekerheid gesteld worden dat dit geen invloed heeft op het behalen van de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden en wordt het effect van een windpark als verwaarloosbaar klein ofwel ‘niet significant’ geclassificeerd.

Voor de kolonies kleine mantelmeeuwen van het Natura 2000-gebied Veerse Meer, wordt met maximaal 0,6% van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines in Kavel II bij Alternatief 1 minder dan 1% van de jaarlijkse sterfte verwacht als gevolg van aanvaringen met windturbines. Bij Alternatief 2 is dit 0,2%. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende kleine mantelmeeuwen in het Natura 2000-gebied Veerse Meer zijn uit te sluiten.

Tabel 4.9 Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers in Kavel II van kleine mantelmeeuwen afkomstig uit de kolonie in het Veerse Meer (Natura 2000-gebied Veerse Meer), die werd gecorigeerd voor de aantallen meeuwen uit niet-Natura 2000-kolonies en het deel floaters in de populatie. Weergegeven zijn berekeningen voor 2 alternatieven met behulp van het Extended Band Model (Band 2012).

Kolonie		Indicatief aantal broedpaar		
Nederlandse kust		43.000		
Kolonie	instandhoudingsdoel	Huidige aantal broedpaar		
Veerse Meer	590	885 (2010 – 2014)		
		Kavel II	Alternatief 1	Alternatief 2
Aantal slachtoffers tijdens broedseizoen (broeders en floaters)			*117*	*43*
Totaal aantal broedende adulten als slachtoffer			*70*	*26*
Totaal aantal slachtoffers uit kolonie in Veerse Meer (885) paar)			*0,7*	*0,26*

4.4.2 Barrièrewerking

Broedvogels die foerageren op zee en broeden in kolonies aan de kust zouden in potentie de aanwezigheid van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen ervaren als barrière tijdens vluchten tussen foerageer- en broedgebieden. Hierdoor zouden ze extra afstanden moeten vliegen. Echter de meest nabij gelegen kolonies van meeuwen en sterns liggen op een dusdanige afstand dat windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wel bereikbaar is, maar in zeer beperkte mate. Hierdoor zal een windpark aldaar geen barrière vormen voor vogels die vanaf land naar open zee vliegen om te gaan foerageren, of vice versa, temeer omdat uit de literatuur blijkt dat deze soorten geen uitwijking vertonen voor windparken op zee en dus ook weinig extra afstand zullen afleggen. Hierdoor kan het effect van barrièrewerking op broedvogels als neutraal worden beoordeeld (effectbeoordeling: 0). Significant negatieve effecten als gevolg van barrièrewerking op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

4.4.3 Habitatverlies

Verstoring en habitatverlies van kolonievogels door een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zou in potentie kunnen optreden voor broedende aalscholvers, noordse stormvogels (niet afkomstig van Nederlandse broedplaatsen), stormmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, grote mantelmeeuwen (niet uit Nederland), en zilvermeeuwen. Van deze soorten ligt alleen een enkele kolonie van kleine mantelmeeuwen in Natura 2000-gebieden.

Uit de literatuur blijkt dat habitatverlies niet optreedt voor meeuwen en dat sterns vaak aan de randen van de windparken te vinden zijn (Krijgsveld *et al.* 2011; Leopold *et al.* 2011). In Belgisch onderzoek werden zelfs significant hogere dichtheden van meeuwen (o.a. kleine mantelmeeuw) en sterns (o.a. grote stern) gevonden (Vanermen *et al.* 2013, 2014) binnen de aangelegde windparken wat duidt op een aantrekkende werking. Significante negatieve effecten van habitatverlies en daarmee aanvullende

sterfte door een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden dan ook niet verwacht.

Daarnaast beslaat het aandeel dat Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) uitmaakt van het totale foerageergebied van kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Natura 2000-gebied Veerse Meer een dermate klein oppervlak, dat ook op basis hiervan geen significante effecten worden verwacht. Het effect van verstoring op broedvogels van Kavel II wordt dan ook als marginaal negatief beoordeeld (0/-). Significante negatieve effecten door habitatverlies op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn daarmee uit te sluiten (zie ook de bijlage 'Flora- en faunawet' van het MER).

4.4.4 Indirecte effecten

Omdat er slechts incidenteel broedende kleine mantelmeeuwen in kavel I zijn te verwachten (zie §2.2.2), zijn indirecte effecten (effecten van onderhoud en aanwezigheid van het windpark) niet aan de orde. Het effect van indirecte effecten op broedvogels is dan ook als neutraal beoordeeld (0). Significant negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten van Kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

Effecten van onderhoud van het windpark
De extra inzet van schepen voor het onderhoud van Kavel II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan enige verstoring van zeevogels, waaronder broedvogels, opleveren. De duur en omvang van onderhoudswerkzaamheden bij Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn van (veel) beperktere omvang dan de werkzaamheden tijdens aanleg en verwijdering. Hoewel er verschil is tussen de alternatieven (verschillende aantallen en typen turbines) wordt hier, gezien de beperkte omvang van de effecten, in de beoordeling geen onderscheid tussen gemaakt. De (extra) effecten van onderhoud van Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden in alle alternatieven als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-).

Effecten van aanwezigheid windpark
De verwachte toename in benthos en vissen (Lindeboom *et al.* 2011) in Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zorgt mogelijk voor een verbetering van de foerageeromstandigheden, ook van broedvogels zoals kleine mantelmeeuw. De effecten van habitatverandering door Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden daarom als marginaal positief beoordeeld (0/+).

Samenvattend zijn er zowel marginaal positieve als marginaal negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten, waardoor in de worst-case situatie moet worden uitgegaan van de marginaal negatieve effecten. Significant negatieve effecten als gevolg van indirecte effecten op broedende kolonievogels binnen Natura 2000-gebieden zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

4.5 Effecten tijdens gebruiksfase – vogels tijdens seizoenstrek

Tabel 4.11 Samenvattende beoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windparkalternatieven in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op vogels tijdens seizoenstrek.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 *6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0

4.5.1 Aanvaringen

Tijdens de seizoenstrek vliegen vele vogelsoorten door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Hierdoor lopen zij de kans in aanraking te komen met de turbines. Het onderscheid tussen een lokale zeevogel en trekkende zeevogels is in het veld niet goed te maken, vandaar dat de aanvaringsslachtoffers die vallen onder langstrekkende zeevogels zijn behandeld in §4.3. In deze paragraaf worden de aantallen slachtoffers onder niet-zeevogels behandeld, die per definitie onder de trekvogels vallen.

De resultaten van het rekenmodel laten zien dat tot meer dan duizend trekvogels per jaar slachtoffer zullen worden van de verschillende alternatieven van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Veruit de meeste hiervan zijn zangvogels (honderden tot meer dan duizend) gevolgd door enkele tientallen ganzen en zwanen. Verder zullen nog enkele eenden, reigers, roofvogels, uilen en steltlopers jaarlijks slachtoffer worden. Alternatief 1 (6MW turbine minimale uitvoeringsgrootte van 142 m rotordiameter en 96 m ashoogte) is gekozen als worst-case scenario voor zeevogels, omdat het aantal aanvaringslachtoffers het grootste is bij een lagere ashoogte. Zangvogels op seizoenstrek vliegen in het algemeen hoger (zie figuur 2.17) dan lokale zeevogels en zouden meer slachtoffers vallen bij een alternatief met een hogere ashoogte. Daarom bestaaat het worst-case alternatief voor zangvogels van 6 MW met een maximale uitvoering (171 m rotordiameter en 110,5 m ashoogte). Bij dit alternatief zullen onder zangvogels 1.028 slachtoffers vallen door aanvaring met een windturbine (tabel 4.2).

Alternatief 1 met de meeste turbines wordt als negatief beoordeeld (-). Alternatief 2 met de minste turbines wordt volgens het gebruikte beoordelingssysteem ook als negatief beoordeeld (-), echter de effecten zijn wel substantieel kleiner dan bij het 6MW alternatief. In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta over significantie binnen de Natuurbeschermingswet 1998 (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2015), zijn door de combinatie van de ongewisse herkomst van trekvogels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), en de relatief lage aantallen slachtoffers ten opzichte van bronpopulaties significant negatieve effecten in het kader van de

Natuurbeschermingswet 1998 als gevolg van aanvaringen op trekvogels niet uit te sluiten. In de Passende Beoordeling wordt hier verder op ingegaan.

Het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet. In bijlage 'Flora- en faunawet' van het MER is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Flora- en faunawet worden overtreden. Hier is vervolgens ook onderbouwd of de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

4.5.2 Barrièrewerking

Op basis van literatuur en een beoordeling van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is het uitgesloten dat voor trekvogels die door het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) vliegen het windpark een belemmering zou zijn voor het bereiken van een voor hen op dat moment "achter" het park gelegen bestemming. In de herfst zou dat op weg naar het zuiden of naar de Britse eilanden zijn, in het voorjaar naar de noordelijker gelegen broedgebieden. Daarnaast ligt het park, ook niet "voor de ingang van de Waddenzee" (gezien vanuit Engeland) maar op een dusdanig grote afstand van het Kanaal dat het voor noord-zuid (en zuid-noord) vliegende vogels geen barrière van betekenis kan zijn. Een groot deel van de vogels zal het windpark niet eens op het vliegpad tegenkomen.

Uit de studie van Masden (2009) blijkt dat de energetische gevolgen voor trekvogels verwaarloosbaar klein zijn. Ook voor de locatie van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zal dit het geval zijn. Sommige vogels zullen tijdens de trek hun route aanpassen om het windpark te ontwijken. Dat leidt dan tot het vermijden van aanvaringsrisico's, maar ook tot extra te vliegen kilometers. In vergelijking met de totale route die trekvogels afleggen, zijn de extra kilometers of de extra tijd van geen betekenis.

Op basis van de bovenstaande beschrijving wordt geconcludeerd dat de barrièrewerking van het windpark vermoedelijk beperkt is. De effecten worden als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Er is geen onderscheid tussen de alternatieven, omdat we er bij een barrière vanuit gaan dat het hele windpark omvlogen zal worden, waardoor alleen oppervlakte, oriëntatie en ligging van het windpark van belang zijn en deze factoren zijn voor de diverse alternatieven globaal gelijk. Significant negatieve effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 als gevolg van barrièrewerking op trekvogels zijn dan ook op voorhand uit te sluiten.

4.5.3 Habitatverlies

Trekvogels kenmerken zich door het feit dat ze niet langere tijd in het gebied van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) verblijven. Van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zal dus geen sprake zijn. Het effect wordt als neutraal

beoordeeld (0). Significant negatieve effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 als gevolg van habitatverlies op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten (zie ook de bijlage 'Flora- en faunawet' van het MER).

4.5.4 Indirecte effecten

Indirecte effecten van windparken zullen niet optreden voor trekvogels, omdat ze uitsluitend door het plangebied heen vliegen en er niet foerageren of langere tijd in het gebied verblijven (effectbeoordeling: 0). Significant negatieve effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 als gevolg van indirecte effecten op trekvogels zijn dan ook uit te sluiten.

4.6 Effecten op vleermuizen

In tegenstelling tot vogels zijn er zeer weinig gegevens over verspreiding en dichtheden van vleermuizen boven de Noordzee beschikbaar. Op basis van de bestaande kennis wordt echter verondersteld dat effecten van windparken op zee op vleermuispopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In tabel 4.12 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling. Effecten in het kader van de FF-wet worden weergegeven in de bijlage 'Flora- en faunawet' van het MER.

Tabel 4.12 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windparkalternatieven in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op vleermuizen.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 *6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-

4.6.1 Aanvaringen

Er zijn tot op heden geen metingen uitgevoerd van het aantal gedode vleermuizen bij windparken op zee. Het is ook vrijwel onmogelijk om naar slachtoffers te zoeken op zee. Karkassen kunnen zinken of worden verplaatst door stroming. Brinkmann *et al.* (2011) hebben een methode ontwikkeld om het aantal vleermuisslachtoffers bij windparken te schatten op basis van het aantal opnamen van vleermuisgeluiden op gondelhoogte. Ze hebben vleermuisactiviteit en bijhorende aantal slachtoffers gemeten in meer dan 30 Duitse onshore windparken. De onderzochte windparken lagen meestal dichtbij potentiële verblijfplaatsen (gebouwen, bomen) van vleermuizen.

In theorie zou met behulp van dit model (BMU/Oikostat model) van Brinkmann *et al.* (2011) het aantal vleermuisslachtoffers ook in windparken op zee kunnen worden

voorspeld. Om de volgende redenen wordt het schatten van het aantal slachtoffers in de Noordzee op basis van akoestische gegevens volgens het BMU/Oikostat model niet verantwoord geacht:

1. Het model is gebaseerd op onshore metingen en het is onzeker of die toepasbaar zijn voor situaties op zee. Een ander uitgebreid onderzoek, gebaseerd op een grote dataset van voornamelijk trekkende vleermuissoorten langs Noordwest-Duitsland, suggereert dat er geen correlatie bestaat tussen akoestisch gemeten vleermuisactiviteit en vleermuissterfte in vlakke, open en winderige gebieden langs de Noordzee (Bach *et al.* 2014). Er bestaat de mogelijkheid dat dieren op trek of boven zee afwijkend gedrag vertonen ten opzichte van lokale dieren (bijvoorbeeld minder gebruik van echolocatie of vlieghoogte boven de gondel maar wel in bereik van de rotors). Hierdoor zou mogelijk een deel van de trekkende vleermuizen niet opgemerkt worden met batdetectors in de gondel, waardoor het model minder goed toepasbaar wordt voor windparken op zee.
2. Metingen in windparken in de Noordzee zijn op 15 m boven waterniveau uitgevoerd. Het BMU/Oikostat model vereist metingen vanuit de gondel van de windturbine. Activiteit op lage hoogtes heeft een zeer zwakke correlatie met het aantal slachtoffers, en is niet toepasbaar voor nauwkeurige schattingen.

Op grond van deze argumenten wordt hier een voorlopige schatting gemaakt op basis van expert opinion, in plaats van het BMU/Oikostat model.

De vastgestelde vleermuisactiviteit ligt in windparken op zee in de Noordzee lager dan in windparken in intensief gebruikte landbouwgebieden op het Nederlandse vasteland. Zoals eerder vermeld, bestaat de mogelijkheid dat vleermuisactiviteit systematisch onderschat wordt in windparken op zee. Niettemin, het aantal slachtoffers op zee zal lager liggen dan op het vasteland om de volgende redenen:

- Lokaal verblijvende vleermuizen, zoals de gewone dwergvleermuis, zijn op zee vrijwel afwezig. Onshore vallen in de meeste Nederlandse windparken de meeste slachtoffers onder gewone dwergvleermuizen.
- Van de rosse vleermuizen die in onshore windparken voorkomen, is slechts een klein deel lange afstand trekker (Lehnert *et al.* 2014). In windparken op zee komen alleen lange-afstand trekkers voor.
- Op zee beperkt vleermuisactiviteit zich tot uitermate kalme weersomstandigheden die gunstig zijn voor seizoenstrek. Boven land vliegen vleermuizen onder een veel breder scala aan weersomstandigheden (bijvoorbeeld bij hogere windsnelheden en meerdere windrichtingen).
- In onshore windparken vallen ook buiten de trekperiode vleermuisslachtoffers, zij het in relatief kleine aantallen. Bij windparken op zee beperkt vleermuisactiviteit zich uitsluitend tot de trekperiode.

Op land vallen de minste slachtoffers bij windparken in grote, open en intensief gebruikte landbouwgebieden. Het gemiddelde aantal slachtoffers varieert hier meestal rond de 1 slachtoffer per turbine per jaar (Rydell *et al.* 2010a;. Limpens *et al.* 2013.).

Op basis van de huidige kennis kan voor windparken op zee slechts een ruwe schatting worden gegeven: het aantal slachtoffers ligt ergens tussen 0 en 1 slachtoffers per turbine per jaar. Verder is er geen duidelijk effect van ashoogte van de turbines gevonden in een grote studie in Duitsland, waarbij alle windparken volgens hetzelfde protocol werden onderzocht (Niermann *et al.* 2011). Ook vonden Barclay *et al.* (2007) en Rydell *et al.* (2010a) geen verband tussen het aantal slachtoffers en de onderste rotortiphoogte.

Uitgaande van bovenstaande bevindingen, kan een *worst-case* scenario van 1 slachtoffer per turbine per jaar aangehouden worden, en de aanname gehanteerd worden dat het aantal slachtoffers bij grotere turbines niet afwijkt van het aantal bij kleinere turbines. Op basis hiervan worden in een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) maximaal 63 slachtoffers per jaar verwacht bij Alternatief 1 en 38 slachtoffers per jaar bij Alternatief 2. Dit slachtofferaantal zou in een worst-case scenario voor elke soort afzonderlijk gebruikt kunnen worden. Gezien de beschikbare gegevens over vleermuisactiviteit boven de Noordzee is het echter realistischer om deze getallen te verdelen op basis van het relatieve voorkomen van ruige dwergvleermuizen (95,7%), rosse vleermuizen (2,6%), tweekleurige vleermuizen (1,2%) en gewone dwergvleermuizen (0,5%). Met deze benadering wordt de worst-case schatting voor de ruige dwergvleermuis 60 slachtoffers per jaar bij Alternatief 1 en 36 slachtoffers per jaar bij Alternatief 2. Voor de rosse vleermuis worden de schattingen 2 slachtoffers per jaar bij Alternatief 1 en 1 jaarlijkse slachtoffer bij Alternatief 2. Bij Alternatief 1 zal naar verwachting jaarlijks maximaal 1 tweekleurige vleermuis als slachtoffer vallen en minder dan 1 jaarlijkse slachtoffer bij Alternatief 2. Van gewone dwergvleermuizen zullen bij geen van de alternatieven jaarlijks slachtoffers vallen. Hiermee vallen de effecten voor Alternatief 1 met de meeste turbines negatiever beoordeeld (--/-) dan Alternatief 2 met de minste turbines (-).

4.6.2 Overige effecten

Uit onderzoek blijkt dat vleermuisactiviteit in windparken niet lager ligt dan daarbuiten (Jain *et al.* 2011). Op basis hiervan kan het geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van windturbines niet tot verstoring, barrièrewerking of habitatverlies leidt (Cryan *et al.* 2014). Het effect van het windpark wat betreft barrièrewerking en habitatverlies wordt als neutraal beoordeeld (0).

Een indirect effect van windparken wordt veroorzaakt door de verhoogde concentratie van insecten rondom windturbines. Dit trekt vleermuizen juist aan (Cryan & Barclay 2009), wat eventueel tot een verhoogde aanvaringskans en sterfte kan leiden. Een verhoogde concentratie aan insecten rondom verlichte constructieschepen in de aanleg- en verwijderingsfase creëert daarentegen een gunstige foerageermogelijkheid voor trekkende vleermuizen, zonder dat aanvaringsrisico optreedt. Daarnaast geven windturbines en constructieschepen vleermuizen de mogelijkheid hun lange vlucht te onderbreken om uit te rusten. Dit kan de overlevingskansen van vleermuizen verhogen. Op basis hiervan worden indirecte effecten als positief tijdens de aanleg- en

verwijderingsfase en negatief tijdens de gebruiksfase (+/-) beoordeeld (zie ook de bijlage ‘Flora- en faunawet’ van het MER).

4.7 Effecten op vissen

Op basis van de bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op vispopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In tabel 4.13 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling. Echter geen van de vissoorten die hier behandeld worden heeft instandhoudingsdoelstellingen in nabijgelegen Natura 2000-gebieden die in de invloedsfeer van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) liggen. Effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn daarmee uitgesloten. Effecten in het kader van de FF-wet worden weergegeven in de bijlage ‘Flora- en faunawet’ van het MER.

Tabel 4.13 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windparkalternatieven in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op vleermuizen.

Effecten windpark	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**
	63 *6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
- geluidstrillingen door heien	0/-	0/-
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0

4.7.1 Effecten tijdens de constructie fase

Effecten op vissen kunnen onderverdeeld worden in effecten van geluidstrillingen ten gevolge van heiwerkzaamheden, effecten ten gevolge van bodemberoerende werkzaamheden en effecten ten gevolge van verlies aan bodemareaal door het plaatsen van de windturbines en beschermende bestorting op de zeebodem.

Hoewel onderbouwde meetreeksen waarbij effecten op de visgemeenschap ten gevolge van de aanleg van een windpark op zee zeer schaars zijn, lijken de effecten op vis tijdens de constructiefase zeer beperkt te zijn. Experimentele studies naar geluidseffecten van heiwerkzaamheden op vissen en vislarven tonen geen duidelijke (blijvende) schade aan vissen aan, uitsluitend als het geluid op zeer korte afstand plaatsvind. Negatieve effecten van trillingen die tijdens heiwerkzaamheden worden geproduceerd op vis(populaties) in het plangebied zijn daarmee niet aannemelijk en de effecten worden dan ook als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Daar de effecten marginaal zijn is er geen onderscheid tussen de alternatieven, echter de effecten van Alternatief 2 zullen nog minder zijn, omdat het totale oppervlak en het aantal turbines veel kleiner is en daarmee het beïnvloede oppervlak.

Bodemberoerende activiteiten tijden de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Er zijn echter geen studies die duidelijk aantonen

dat een dergelijke vertroebeling een nadelig effect heeft op vissen die in het plangebied voorkomen. Vissen in de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt in de Noordzee (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). De effecten van vertroebeling worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Het plaatsen van de windturbines en het aanbrengen van bestorting gaat gepaard met het verlies aan de nu aanwezige (zand)bodemstructuur. De zachte bodemstructuur wordt hierbij vervangen door een harde bodemstructuur. Vissen met een mobiele levenswijze worden waarschijnlijk nauwelijks beïnvloedt dor deze verstoring. De vissen vluchten weg bij aanvang van de werkzaamheden en het verlies aan bodemareaal is zeer klein ten opzichte van het totale aanwezig bodemareaal in dit deel van de Noordzee.

Vissen met een sterk bodemgebonden levenswijze hebben doorgaans een minder mobiele levenswijze en verschuilen zich in of tussen ruimtelijke structuren op de zeebodem. In het geval deze structuren aanwezig zijn op de locaties waar de windturbines en bestortingen worden geplaatst, kunnen de individuen geschaad of vernietigd worden. Het aandeel van de populatie van de relevante soorten dat op deze wijze beïnvloedt kan worden is echter zeer beperkt ten opzichte van de totale populatie in dit deel van de Noordzee. Daarnaast ontwikkelt het nieuwe (harde) substraat zich waarschijnlijk snel als geschikt als habitattype voor vissen met een bodemgebonden levenswijze en zal de populatie zich herstellen tot het oorspronkelijke niveau of zelfs toenemen ten opzichte van het oorspronkelijke niveau.

De demersale en pelagische vismonitoringen in het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden bevestigen dat het effect van de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar is. Er zijn geen significante verschillen aantoonbaar tussen vispopulaties voor, één en vijf jaar na de aanleg van OWEZ ((Hal *et al.*, 2012).

De effecten van habitatverlies worden als marginaal negatief beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-). Daar de effecten marginaal zijn is er geen onderscheid tussen de alternatieven, echter de effecten van Alternatief 2 zullen nog minder zijn, omdat het totale oppervlak en het aantal turbines veel kleiner is. Daarnaast zal het marginaal negatieve effect van habitatverlies voor structuur-bewonende soorten op de bodem ruimschoots worden gecompenseerd tijdens de operationele fase.

4.7.2 Effecten tijdens de operationele fase

Tijdens de operationele fase zijn geen negatieve effecten op vissen te verwachten. Bodemberoerende visserij in het plangebied wordt uitgesloten, dit zal mogelijk een positief effect hebben op de vispopulatie in het gebied. De onderwaterstructuren van de windturbines en de bestorting hebben waarschijnlijk ook een positief effect op vissen (als schuil- en foerageerhabitat).

4.7.3 Effecten tijdens de verwijderings fase

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal dit harde substraat zich tijdens de operationele fase van het park als habitattype hebben ontwikkelt voor vissen. Soorten die het habitattype als schuilplaats en/of leefgebied gebruiken (soorten met een bodemgebonden levenswijze) kunnen hierbij direct geschaad en/of vernietigd worden. Daarnaast zullen andere vissoorten (met een pelagische levenswijze) die foerageren rondom de windturbines blootgesteld worden aan een lager voedselaanbod en verhoogde predatiedruk. Geluidseffecten en effecten van vertroebeling tijdens de verwijderingsfase zullen niet anders van aard zijn dan beschreven tijdens de constructiefase. De effecten van het verlies van het nieuw ontstane habitat worden als zeer negatief beoordeeld (effectbeoordeling: --) indien vergeleken wordt met de tijdens de exploitatiefase ontstane situatie. Refererend aan de nulsituatie worden de effecten als neutraal beoordeeld (0).

4.8 Effecten op benthos

Op basis van de bestaande kennis wordt verondersteld dat effecten van (de aanleg van) windparken op zee op benthospopulaties niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de effecten van de windparkontwikkeling in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In tabel 4.13 wordt een samenvatting gegeven van effectbeoordeling. Echter geen van de soorten die hier behandeld worden heeft instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden. Effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 zijn daarmee uitgesloten. Effecten in het kader van de FF-wet worden weergegeven in de bijlage ‘Flora- en faunawet’ van het MER.

Tabel 4.13 Effectbeoordeling van effecten tijdens de gebruiksfase van de twee windparkalternatieven in Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op vleermuizen.

Effecten windpark	**Alternatief 1**	**Alternatief 2**
	63 *6 MW ø 142 m	**38 * 10 MW ø 221 m**
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0

4.8.1 Effecten tijdens de constructie fase

Er zijn weinig onderbouwde meetreeksen waarbij effecten van de aanleg van een windpark op zee op het benthos is gekwantificeerd. Tijdens de constructiefase wordt een beperkt areaal zachte (zand)bodem vervangen door een harde bodemstructuur van de windturbinezuilen en beschermende bestorting. De bodemfauna die op deze locaties aanwezig is zal hierbij vernietigd worden. Het areaal aan bodem dat beïnvloedt zal worden is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale bodemareaal in dit deel van de Noordzee. Daarnaast zijn de betreffende soorten relatief algemeen en hebben een hoge populatiegroei. Het vervangende harde

substraat zal waarschijnlijk snel gekoloniseerd worden door een nieuwe bodemgemeenschap die gedeeltelijk uit dezelfde soorten bestaat die nu in het plangebied aanwezig zijn maar ook uit nieuwe soorten die typerend zijn voor hard substraat. De totale soortdiversiteit van het benthos zal hier waarschijnlijk door toenemen. De effecten van habitatverlies worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0).

Negatieve effecten ten gevolgen van geluidseffecten van heiwerkzaamheden op benthos zijn tot op heden nooit aangetoond en niet aannemelijk.

Bodemberoerende activiteiten tijden de constructiefase kunnen tijdelijk leiden tot vertroebeling van de waterkolom. Verschillende studies tonen echter aan dat typerende bodem soorten zoals zwaardschede robuust zijn tegen deze verstoring. Schelpdieren in dit deel van de Noordzee zijn waarschijnlijk relatief bestand tegen tijdelijke periodes van plotselinge vertroebeling omdat dit van nature ook regelmatig voorkomt in de Noordzee (bijv. tijdens herfst- en winterstormen). De effecten van vertroebeling worden dan ook als neutraal beoordeeld (effectbeoordeling: 0/-) en zijn voor beide alternatieven gelijk.

De benthosmonitoringen in het windpark op zee Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden bevestigen dat het effect van de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar is. Er zijn geen grote veranderingen aangetroffen tussen voor en na aanleg van OWEZ (Bergman *et al.,* 2012).

4.8.2 Effecten tijdens de operationele fase

Tijdens de operationele fase van het park zullen windturbine zuilen en beschermende bestortingen gekoloniseerd worden door een nieuwe bodemlevensgemeenschap. Deze nieuwe bodemgemeenschap zal voor een deel uit inheemse soorten bestaan. Sommige soorten komen nu al voor in het plangebied, ander soorten zijn typerend voor hard substraat.

Een ander deel van de nieuwe substraatgemeenschap zal echter uit exotische soorten bestaan. Exotische soorten kunnen inheemse soorten negatief beïnvloeden. Er zijn echter geen specifieke studies bekend die aantonen dat de vestiging van (nieuwe) exoten gefacilieerd worden door een windpark. Over het algemeen is er sprake van verrijking van de lokale biodiversiteit van de bodemgemeenschap die positieve effecten heeft op andere delen van het ecosysteem (nieuw habitattype, voedsel etc.). Er wordt er vanuit gegaan dat er tijdens de operationele fase van het park geen negatieve effecten zullen optreden op het benthos. De effecten worden dan ook als licht positief beoordeeld (+/0).

4.8.3 Effecten tijdens de verwijderings fase

Tijdens de verwijderingsfase worden de windturbines en bestortingen verwijderd. Naar verwachting zal zich een biodiverse harde substraatgemeenschap op deze structuren

hebben ontwikkeld. Deze gemeenschap zal grotendeel verloren gaan als de structuren worden verwijderd. Geluidseffecten en effecten van vertroebeling tijdens de verwijderingsfase zullen niet anders van aard zijn dan beschreven tijdens de constructiefase. De effecten van het verlies van het nieuw ontstane habitat worden daarmee als negatief beoordeeld (effectbeoordeling: --) indien vergeleken wordt met de tijdens de exploitatiefase ontstane situatie. Refererend aan de nulsituatie worden de effecten als neutraal beoordeeld (0).

4.9 Samenvattende effectbeoordeling

4.9.1 Vogels en vleermuizen

De mariene avifauna in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is niet specifiek voor die locatie, maar wordt aangetroffen in een groot zeegebied (vele tienduizenden vierkante kilometers). Effecten die zich beperken tot een zeegebied ter grootte van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn daarom relatief beperkt.

Buiten het broedseizoen komen de hoogste dichtheden aan zeevogels voor in de Zuidelijke Bocht van de Noordzee en daarmee ook in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Een piek in de gezamenlijke vogelwaarden wordt bereikt tijdens de najaarstrek (oktober/november), maar ook in de winter en het vroege voorjaar is het gebied belangrijk, wanneer grote aantallen grote mantelmeeuwen en zeekoeten in het gebied verblijven. De aanwezige vogels hebben kans om aanvaringsslachtoffer te worden. Door de grote afstand tussen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en de meest nabij gelegen Natura 2000-gebieden zijn, in samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta ten aanzien van significantie binnen de Natuurbeschermingswet 1998 (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2015), significant negatieve effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 als gevolg van aanvaringen op lokale zeevogels uit te sluiten. In de Passende Beoordeling wordt hier verder op in gegaan. De kans op barrièrewerking is nihil omdat gerichte vliegbewegingen van lokaal verblijvende zeevogels uitsluitend incidenteel (bijvoorbeeld tijdens slaaptrek) optreden. Diverse lokale zeevogels worden verstoord door windturbines op zee en habitatverlies en de daarmee gepaard gaande sterfte is daarmee niet uit te sluiten.

De locatie ligt buiten het bereik van de meeste broedkolonies. Van de broedvogels hebben alleen aalscholvers, noordse stormvogels (niet afkomstig uit Nederlandse broedplaatsen), stormmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, grote mantelmeeuwen (niet uit Nederland), en zilvermeeuwen de locatie binnen bereik. Van de broedvogels in Natura 2000-gebieden hebben alleen kleine mantelmeeuwen (vanuit het Veerse Meer) het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) binnen bereik, maar de aantallen vogels die windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bereiken zijn beperkt en daarmee ook het aantal aanvaringsslachtoffers afkomstige uit dit beschermde gebied. De locatie ligt op een zodanige afstand en richting tot de kolonies dat er geen barrièrewerking van uit kan gaan. Meeuwen en sterns worden niet verstoord door windparken op zee en dus zal habitatverlies op broedvogels uit Natura 2000-gebieden niet optreden.

Tijdens de trektijd (voorjaar en herfst) zullen zowel land- als zeevogels over zee ter hoogte van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) trekken. Naast aanzienlijke aantallen jan-van-genten, grote jagers, kleine jagers, grote mantelmeeuwen, kleine mantelmeeuwen, drieteenmeeuwen, dwergmeeuwen, grote -en noordse sterns, alken en zeekoeten, trekken ook grote aantallen landvogels (met name zangvogels) ter hoogte van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Tijdens deze trek kunnen zij slachtoffer worden als gevolg van aanvaringen. De combinatie van een ongewisse afkomst van trekvogels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), en de relatief lage aantallen slachtoffers zijn, in samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta ten aanzien van significantie binnen de Natuurbeschermingswet 1998 kaders (Bijlage in KEC, Rijkswaterstaat 2015), significant negatieve effecten in het kader van de Natuurbeschermingswet 1998 als gevolg van aanvaringen op trekvogels uit te sluiten. In de Passende Beoordeling wordt hier verder op in gegaan. Op basis van onderzoek naar de effecten van barrièrewerking zijn deze als nihil in te schatten voor trekvogels. Habitatverlies treedt niet op in het geval van trekvogels.

Een windpark in Kavel I of II in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zal, op grond van de hier gehanteerde berekeningsmethode (incl. toegelichte aannames) leiden tot maximaal ruim duizend vogelaanvaringsslachtoffers per jaar bij alternatief 1 en veel minder dan duizend bij alternatief 2 per kavel. De verschillen tussen de alternatieven zijn relatief groot. Het alternatief met 38x10 MW turbines (Alternatief 2) geeft beduidend minder slachtoffers dan het alternatief met meer turbines. Daarnaast vallen hogere aantallen slachtoffers bij driebladige turbines dan bij tweebladige turbines.

Het doden van vogels als gevolg van de exploitatie van een windpark (aanvaringen) kan wel door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 9 van de Flora- en faunawet die is opgenomen in de wet Wind op Zee. In bijlage ‘Flora- en faunawet’ van het MER is beschreven voor welke soorten verbodsbepalingen in het kader van de Flora- en faunawet worden overtreden. Hier is vervolgens ook onderbouwd of de gunstige staat van instandhouding van de betreffende soorten door de voorspelde additionele sterfte in het geding kan komen.

De onderlinge afstand tussen turbines heeft geen effect op de aantallen aanvaringsslachtoffers die worden gevonden in de modelberekeningen, echter een grotere onderlinge afstand zorgt wel mogelijk voor een vermindering van barrièrewerking en verstoring. Op grond hiervan zou een configuratie die het hele oppervlak bedekt met 38 x 10 MW turbines, zorgen voor de minste effecten op vogels. Aan de andere kant kan een groter oppervlak er juist ook voor zorgen dat er meer vogels verstoord worden, omdat ze überhaupt niet tussen individuele turbines zullen komen. Ook kan een groter oppervlak als een grotere barrière worden ervaren. Het onderzoek naar de invloed van configuratie van windparken op gebiedsgebruik van door vogels en bijvoorbeeld het effect van corridors daarin staat echter nog in de kinderschoenen.

Gezien de afstand van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) tot de kust is uitgesloten dat lokale vleermuizen foerageervluchten maken door dit gebied. Tijdens seizoenstrek kunnen voornamelijk ruige dwergvleermuizen en in kleinere aantallen rosse vleermuizen het gebied passeren. Tweekleurige vleermuizen en gewone dwergvleermuizen worden slechts incidenteel verwacht. Tijdens de gebruiksfase van het windpark hebben deze dieren kans op aanvaring met windturbines. Op basis van de huidige kennis wordt verwacht dat het alternatief met meerdere kleine turbines een groter aantal slachtoffers oplevert (ca. 60) dan het alternatief met minder turbines (ca. 40). Barrièrewerking en habitatverlies door windturbines spelen bij vleermuizen geen rol.

Samenvattend is Alternatief 2 (38 x 10 MW turbines) het meest natuurvriendelijke alternatief bezien vanuit vogels en vleermuizen, voornamelijk door het veel geringere aantal aanvaringsslachtoffers in vergelijking tot de andere alternatieven. De volledige effectbeoordeling is samengevat in tabel 4.13a en b.

4.9.2 Onderwaterlevensgemeenschap

Algemeen
De effecten op benthos en vissen zijn over algemeen zodanig klein dat er weinig verschil is in overall effecten van de verschillende alternatieven en/of windparken. Het totale areaal aan bodemoppervlak dat beïnvloedt wordt is verwaarloosbaar ten opzichte van het totale beschikbare bodemareaal in het betreffende deel van de Noordzee. Daarnaast komen in dit deel van de Noordzee geen soorten benthos of vissen voor met een zeer beperkte verspreiding of kleine populatieomvang waardoor verlies aan individuen of leefgebied een significante invloed op de totale populatie kan hebben. De komst van windturbines zal waarschijnlijk een positief effect op de biodiversiteit van de benthos- en visgemeenschap resulteren omdat nieuwe (hard substraat) habitattypes worden aangebracht.

Faciliteren vestiging exoten
Een uitzondering vormt de mogelijke effecten van de komst van windturbines op zee op de vestiging van exoten. Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak ten gevolge van turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie faciliteren/versnellen van dit deel van de Noordzee door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten. De windparken kunnen hierbij fungeren als ‘stepping stone’ terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transport vector. De vestiging van nieuwe exotische soorten kan mogelijk leiden tot economische en ecologische schade. In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt is tot op heden nooit onderzocht.

De volledige effectbeoordeling is samengevat in tabel 4.13a en b.

Tabel 4.13a Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven van Kavel I op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels, vleermuizen, vissen en benthos.

Effecten windpark	**Alternatief 1 63 *6 MW ø 142 m**	**Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m**
Aanlegfase		
Vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vissen		
- geluidstrillingen door heien	0/-	0/-
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
Benthos		
- habitatverlies	0	0
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
Gebruiksfase		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Kolonievogels		
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-
Verwijderingsfase		
Vogels	0/-	0/-
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vissen		
- verlies ontstaan habitat	--	--
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
Benthos		
- verlies ontstaan habitat	--	--
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
OVERALL BEOORDELING	**--**	**-**

Tabel 4.13b Effectbeoordeling van de verschillende alternatieven van Kavel II op kolonievogels, lokale zeevogels, trekvogels, vleermuizen, vissen en benthos.

Effecten windpark	Alternatief 1 63 *6 MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10 MW ø 221 m
Aanlegfase		
Vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vissen		
- geluidstrillingen door heien	0/-	0/-
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
Benthos		
- habitatverlies	0	0
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
Gebruiksfase		
Lokale zeevogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	-	-
- indirecte effecten	0/-	0/-
Kolonievogels		
- aanvaringen	0	0
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Trekvogels		
- aanvaringen	-	-
- barrièrewerking	0/-	0/-
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	0	0
Vleermuizen		
- aanvaringen	--/-	-
- barrièrewerking	0	0
- habitatverlies	0	0
- indirecte effecten	+/-	+/-
Verwijderingsfase		
Vogels		
- aanleg funderingen	0/-	0/-
- toegenomen scheepvaart	0/-	0/-
Vissen		
- verlies ontstaan habitat	--	0/-
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
Benthos		
- verlies ontstaan habitat	--	--
- bodemberoerende werkzaamheden	0/-	0/-
OVERALL BEOORDELING	**--**	**-**

5 Mitigatie

5.1 Constructiefase

Mochten er effecten zijn van de aanleg en verwijdering van windturbines op zee dan vinden die alleen plaats in de maanden dat er relatief grote aantallen verstoringsgevoelige zeevogelsoorten in het gebied aanwezig zijn. Hoe vroeger in het jaar gebouwd wordt, hoe groter de verstoring zal zijn. Vanaf juni tot en met september is nauwelijks een effect op zeevogels te verwachten, omdat de meest verstoringsgevoelige soorten (alk en zeekoet, en eventueel ook duikers en zee-eenden) dan elders verblijven.

Om het effect van verlichting op vogels te minimaliseren zouden 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting moeten worden toegepast, en dan idealiter ook gebruik worden gemaakt van verlichting met een 'vogelvriendelijke' kleur (zie §5.2 en Poot *et al.* 2008).

Een mogelijkheid om onderwatergeluid tijdens de aanleg te reduceren kan bereikt worden door de inzet van geluiddempende systemen tijdens het heien. Echter de effecten van geluid op vogels zijn onbekend en dus ook de noodzaak van deze maatregel.

5.2 Operationele fase

Uit hoofdstuk 4 blijkt dat Alternatief 2 de minste impact of vogels en vleermuizen heeft. Effecten van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden dus geminimaliseerd door zo weinig mogelijk grote turbines (minste aantal slachtoffers) op een zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) neer te zetten. Daarnaast blijkt uit Bijlage V ook dat bij tweebladige turbines minder aanvaringsslachtoffers vallen dan bij driebladige turbines, indien dezelfde optimale rotorsnelheid en rotordiameter wordt gehanteerd. Tweebladige turbines hebben daarom de voorkeur als er gestreefd wordt om de aantallen aanvaringsslachtoffers te minimaliseren.

Onduidelijk is of verdere inrichtingsmaatregelen nog effect sorteren op zeevogels, omdat de mate van habitatverlies van verschillende configuraties van windturbines, de stimulus voor habitatverlies, alsook de mate waarin vogels uiteindelijk zullen wennen aan windturbines, nog niet goed bekend zijn. Eerder onderzoek suggereert wel dat de configuratie van het park, en dan met name de aanwezigheid van corridors, gunstig kan uitpakken voor sommige soorten. Aan de oostkust van Engeland bleken groepen ganzen bijvoorbeeld gebruik te maken van een corridor tussen twee opstellingen van windparken (Plonczkier & Simms 2012) en ook in OWEZ leken vogels liever het windpark te kruisen op plaatsen waar er alleen een enkele rij turbines stond en ook leken vogels een voorkeur te hebben om langs stilstaande turbines te vliegen in tegenstelling tot langs draaiende turbines (Krijgsveld *et al.* 2011). Het is echter onbekend wat de minimale breedte van een 'corridor' zou moeten zijn.

Het effect van een alternatieve vorm van het windpark (bijv. langgerekt, vierkant, ruitvormig etc.) op risico's voor vogels is nauwelijks bekend. In theorie zou een langwerpige opstelling of een ruitvorm, waarvan de korte zijden c.q. de punten in de overwegende vliegrichting wijzen, het aanvaringsrisico beperken. Langs de kust overheerst de noord-zuid trek, maar hoe verder je uit de kust komt (zoals bij windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) het geval is), hoe belangrijker relatief gezien de oost-west trek (naar de Britse eilanden) wordt. De noord-zuid oriëntatie speelt dan een minder grote rol. Daarnaast ziet een ruitvorm er van boven uit alsof vogels die er op af vliegen hierlangs geleid zouden worden. Of dat zo werkt is niet bekend. Er is dus onvoldoende bekend om een bepaalde voor vogels gunstiger vorm van het windpark te adviseren. De onderlinge afstand tussen turbines lijkt uit eerder onderzoek wel van belang voor vermijdingsgedrag van vogels. Uit een vergelijkend onderzoek tussen OWEZ en PAWP lijkt naar voren te komen dat in parken met een hoge dichtheid aan turbines een grotere verstorende werking wordt gevonden dan in parken waar de turbines verder uit elkaar staan, echter ook andere factoren zoals turbinegrootte en minimale tiphoogte spelen mogelijk een rol (Leopold *et al.* 2010 & 2012).

Op grond van de resultaten van de Deense studies in Horns Rev en Nederlandse studies in OWEZ moet worden aangenomen dat het windpark, inclusief een zone van in ieder geval enkele honderden meters eromheen, gemeden zal worden door duikers, jan-van-gent en deels door alkachtigen, maar dat meeuwen en sterns er zullen blijven komen. Dit beperkte effect sluit een nadere fijnstelling aan de hand van verschillende inrichtingsalternatieven binnen het windpark uit; alleen op grotere afstand van het windpark kunnen inrichtingsalternatieven wellicht effect sorteren. Effecten van inrichtingsalternatieven als ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de windturbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines op verstoring van zeevogels, zijn onbekend. Op dit moment kan daarom alleen gesteld worden dat een groter habitatverlies vermoedelijk een navenant groter effect op de ter plaatse verblijvende zeevogels zal hebben. Configuraties die dus tot een groter habitatverlies leiden (gemeten als de omtrek rond de buitenste windturbines) zijn dus relatief ongunstig. Daarentegen is een groot oppervlak met weinig (grote) turbines mogelijk weer gunstiger doordat verstoring tussen turbines kleiner is en er mogelijk corridors ontstaan waar vogels wel tussendoor durven.

Wel is het aannemelijk, alhoewel dat (nog) niet direct ondersteund wordt door empirisch onderzoek, dat het vergroten van de detectiekans van turbines een vermindering van het aantal aanvaringsslachtoffers kan genereren. Echter deze zijn vogelsoort-specifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen (May *et al.* 2015). Er zijn aanwijzingen dat de grootste kans op mogelijk succes wordt geboden door maatregelen zoals het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen. Direct licht is waarschijnlijk niet geschikt omdat dit ’s nachts, en dan met name tijdens mist, juist aantrekking tot gevolg heeft.

Voor passerende trekvogels kunnen verschillende inrichtingsalternatieven (ashoogte, rotorlengte, draaisnelheid, kleur van de turbines, verlichting aan of rond de windturbines of configuratie van de windturbines) wel een effect hebben, indien deze de detectiekans verhogen. Er zijn echter geen onderzoeksgegevens beschikbaar waaruit zou kunnen blijken welke van deze maatregelen een reële verbetering ten opzichte van een basisalternatief zou kunnen betekenen, echter aan diverse maatregelen zoals verlichting kleven weer andere nadelen zoals met betrekking tot aantrekking.

Onderzoek naar de verlichting van boorplatforms en het effect daarvan op (trek) vogels heeft aangetoond dat vogels worden aangetrokken door rood, geel en wit licht (Marquenie *et al.* 2009). Blauw licht werkt nauwelijks verstorend op de trek evenals groen licht; 80% van de vogels vliegt ongestoord verder (Poot *et al.* 2008, Van der Laar 2007). In tegenstelling tot blauw licht is groen licht ook geschikt om bij te werken en ook voor een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan worden overwogen om dergelijke verlichting toe te passen. Hierbij gaat het echter, in tegenstelling tot de situatie op een gasplatform op zee, alleen om navigatieverlichting en niet (ook) om werkverlichting. Omdat de werkverlichting veel sterker is dan de navigatieverlichting, valt nog te bezien in hoeverre hier duidelijk winst te behalen valt. Er dient bovendien te worden nagegaan in hoeverre dit past binnen de IALA-richtlijnen (IALA 2008) en de wensen van het bevoegd gezag. De grootste winst is echter te behalen door de verlichting op de turbines tot een minimum te beperken. Het lijkt op voorhand zeker geen goed idee om de masten te verlichten (flood lights), tenzij met aangepaste lichtkleuren gewerkt kan worden. Wel kan de verlichting op (grote) werkschepen een probleem vormen als deze vogels aantrekt gedurende donkere nachten terwijl de windturbines draaien. Onderhoudswerkzaamheden dienen daarom ’s nachts vermeden te worden, zeker gedurende de trekseizoenen.

Verder wordt tegenwoordig op land geexperimenteerd met een stilstandvoorziening tijdens piekmomenten van vogelactiviteit. Op momenten dat er veel vogels langskomen (gedetecteerd door visuele waarnemers, radar of camera’s) worden automatisch turbines uitgeschakeld om aanvaringen te verminderen. Deze techniek wordt in enkele bestaande vergunning al voorgeschreven, echter staat nog in de kinderschoenen en wordt vooralsnog uitsluitend in testprojecten toegepast. Door Krijgsveld *et al.* 2015 is wel een overzicht gemaakt van het voorkomen van trekpieken boven de Noordzee en is een eerste inschatting gedaan van welk mitigerend effect een goedwerkende stilstand voorziening zou kunnen hebben. Uit deze analyse bleek dat trekpieken op rotorhoogte tijdens relatief weinig nachten per jaar voorkomen (gem. 10 nachten per jaar waarop meer dan 1,5% van de jaarlijkse flux doortrekt). Tijdens deze tien nachten komen gemiddeld 7 vogels per turbine per jaar in aanraking met turbines. Daarnaast hebben Krijgsveld *et al.* 2015 bepaald dat het gericht uitzetten van turbines tijdens trekpieken op 1,3% van de tijd (alle uren met meer dan 250 doortrekkende vogels per km per uur ~ een totaal van 109 uur per jaar) een 11% reductie in het totaal aantal aanvaringsslachtoffers kan opleveren.

De hoogste vleermuisactiviteit wordt tijdens lage windsnelheden (< 5 m/s) gemeten. Om aanvaringen van trekkende vleermuizen met windturbines te verminderen is het verhogen van de startwindsnelheid (de laagste windsnelheid waarbij de rotorbladen van een turbine beginnen te draaien) de beste mitigatietechniek. Gedurende vrijloop kunnen de rotoren nog altijd snel draaien. Door de hoek van de bladen te veranderen ('pitching') kan de snelheid beinvloedt worden die de bladen tijdens vrijloop hebben. Samenvattend komt de mitigatie erop neer dat bladen beneden een bepaalde windsnelheid niet sneller mogen draaien dan 1 rpm. Het is aangetoond dat deze veranderingen de vleermuissterfte met 44 - 93% kunnen verminderen (Baerwald *et al.* 2009).

Samenvattend zijn er diverse mogelijkheden om effecten van windturbine(parken) op vogels te beperken, met name in het geval van het beperken van aantallen aanvaringsslachtoffers (aantallen en grootte turbines, aantal bladen, vergroten detectiekans, stilstandvoorziening). Van grootste invloed op de aantallen slachtoffers onder alle vogelgroepen (lokale vogels (broedend en niet-broedend) en vogels op seizoenstrek) is de grootte en snelheid van de rotoren. Grotere, en daarmee minder turbines, veroorzaken in totaal minder slachtoffers. Aanpassingen aan de werkingstijd van turbines ("temporary shutdown") in combinatie met een detectie-systeem van verhoogde vogelactiviteit op rotor-hoogte ("early-warning stopping mechanism") biedt mogelijk ook kansen voor mitigatie van aanvaringseffecten tijdens piekmomenten van trek (Krijgsveld *et al.* 2015, May *et al.* 2015). Verder zijn er nog diverse maatregelen mogelijk om de detectiekans te vergroten, echter deze zijn vogelsoort-specifiek en daarmee gebonden aan diverse beperkingen (May *et al.* 2015). Hierbij kan worden gedacht aan verschillende typen stimuli die een reactie te weeg kunnen brengen bij vogels, echter de frequentie en intensiteit moet dermate onderscheidend zijn dat geen gewenning optreedt. De grootste kans op succes bieden maatregelen als het aanbrengen van reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen.

5.3 Verwijderingsfase

5.3.1 Vogels en vleermuizen

Mitigatie tijdens de uiteindelijke sloop ligt vooral in de timing van de sloop: niet slopen wanneer de dichtheden van verstoringsgevoelige soorten zeevogels hoog zijn, dus in najaar, winter en vroege voorjaar. Daarnaast kan wellicht een methode van slopen gevonden worden die relatief weinig geluid produceert of waarmee snel de klus geklaard kan worden.

Tevens is het ook van belang om net als tijdens de aanlegfase het effect van verlichting op vogels te minimaliseren door 's nachts aan boord van schepen minimale verlichting toe te passen en van een 'vogelvriendelijke' kleur (zie §5.2).

5.3.2 Onderwaterleven

Op de windturbinezuilen en bestortingen zal zich waarschijnlijk een biodiverse gemeenschap ontwikkelen die uit een hoog aantal en dichtheid benthos- en vissoorten bestaat. Deze gemeenschap gaat verloren indien de windturbinezuilen en bestortingen worden verwijderd.

Voor het verwijderen van de windturbinezuilen zullen waarschijnlijk geen alternatieve bestaan. Voor de bestortingen kunnen mogelijk wel alternatieve materialen worden gebruikt die voldoende sterk zijn voor een beschermende functie tijdens de operationele fase van het windpark maar op termijn op natuurlijke wijze afbreken. Er zijn bijvoorbeeld recentelijk innovaties ontwikkeld in biologische afbreekbare betonstructuren. Dergelijke materialen kunnen na de operationele fase worden achtergelaten en kunnen een langdurige functie hebben boor de benthos- en visgemeenschap op de het substraat. De afbraak en integratie van het materiaal zal geleidelijk gaan waardoor de aanwezige gemeenschap zich kan aanpassen of kan herstellen (bijv. meegroeiende schelpdierbanken).

6 Cumulatieve effecten

De effecten van een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), die worden beschreven in hoofdstuk 4, moeten worden gezien in samenhang met effecten van andere initiatieven en gebruiksvormen in de Noordzee. Deze effecten kunnen namelijk cumuleren tot een omvangrijker effect dan uitsluitend de invloed van het beoordeelde windpark. In dit hoofdstuk worden deze cumulatieve effecten besproken.

In het verleden werden op basis van het werkdocument 'Wat telt mee voor Cumulatie' (Bugter *et al.* 2007) een inventarisatie gemaakt van de relevante activiteiten op de Noordzee die volgens de handreiking in ieder geval in de beoordeling van cumulatieve effecten moesten worden meegenomen. Hieronder vielen bijvoorbeeld bestaande windparken, vergunde windparken, aanleg van de Tweede Maasvlakte, mosselzaadvanginstallaties, mijnbouw op zee (olie- en gaswinning, CO_2 opslag), kabels en pijpleidingen, zand-, grind- en schelpenwinning, baggerstort, militaire activiteiten en oefeningen en munitiestortgebieden, scheepvaart (recreatievaart, bestemmingsverkeer, ankergebieden, clearways, scheepvaartroutes), beroeps- en sportvisserij, luchtverkeer inclusief helikopteroperaties, telecommunicatie en recreatie & toerisme op zee. Uitdrukkelijk maken ontwikkelingen op land geen deel uit van de bepaling van cumulatieve effecten in geval van infrastructurele ingrepen op de Noordzee.

Een heel aantal van bovenstaande activiteiten zijn niet MER-plichtig en effecten zijn niet eerder gekwantificeerd. Echter van een heel aantal activiteiten is van tevoren al vast te stellen dat de effecten te verwaarlozen zijn als het gaat om cumulatie met windparken op zee. Door uiteenlopende oorzaken (vermijding door zichtbaarheid, klein ruimtebeslag) zijn effecten op vogels en vleermuizen door aanvaringen en barrierewerking voor de meeste bovenstaande activiteiten uit te sluiten, uitgezonderd natuurlijk voor de bestaande, vergunde en geplande windparken. Daarnaast zorgen enkele activiteiten voor verstoring van vogels, echter in de meeste gevallen is deze verstoring tijdelijk van aard en is het habitatverlies verwaarloosbaar. Intensieve scheepvaart langs vaste routes zorgt wel voor habitatverlies van relevante mate van bepaalde gebieden.

In het zogeheten Energie-akkoord heeft de Nederlandse overheid bepaald dat in 2023 windparken op zee met een capaciteit van 4450 MW moet zijn geïnstalleerd. Om dit te behalen is in 2015 afgesproken om een totaal van 3450 MW aan wind op zee te plannen in 10 nieuwe parken op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Daarnaast zijn er ook in de omringende landen uitgebreide en vergevorderde plannen voor de installatie van vele windparken op zee. Al deze parken hebben effecten op (zee)vogels en vleermuizen in de zuidelijke Noordzee.

In het Kader Ecologie en Cumulatie hebben Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) in detail gekeken naar de cumulatieve effecten

van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). De afbakening van dit gebied is afgesproken in overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta, en omvat dus niet uitsluitend het NCP maar ook de delen van de zuidelijke Noordzee die binnen de territoriale grenzen vallen van de ons omringende landen. Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) hebben primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken. Daarnaast is ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen. De effecten van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zijn veel moeilijker te kwalificeren, echter met toenemende aantallen turbines neemt ook de 'vrije' ruimte voor verstoringsgevoelige soorten af. Daarnaast zijn ook de effecten van scheepvaart, die meer geconcentreerd wordt door de aanwezigheid van grote aantallen windturbines, moeilijk in te schatten. Met name in het Belgische en Nederlandse deel van de Noordzee zal de verstoringsdruk van schepen buiten de windparken sterk toenemen. Het is echter wel zo dat minder windparken gebouwd worden in de gebieden die in sterke mate belangrijk zijn voor scheepvaartgevoelige soorten zoals duikers, futen en zee-eenden. Barrièrewerking als potentieel derde effect wordt in de Nederlandse situatie als verwaarloosbaar veronderstelt (zie ook Rijkswaterstaat 2015). Overige activiteiten worden als bestaand gebruik beschouwd en zijn niet verder in de analyse meegenomen (zie ook Rijkswaterstaat 2015).

Ook in het MER voor Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) moet worden gekeken naar de effecten van dit initiatief in cumulatie met andere initiatieven en plannen in de zuidelijke Noordzee. Dit komt dus sterk overeen met het werk van Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015). Dit zijn de gecumuleerde effecten van ongeveer 106 initiatieven die momenteel in de internationale zuidelijke Noordzee (NCP plus België, Duitsland, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk) aanwezig of gepland zijn voor 2023. Net zoals in voorliggend document, zijn als input data voor deze berekeningen over aantallen aanvaringsslachtoffers *gemodelleerde* dichtheidsgegevens op basis van ESAS-tellingen vanaf schepen en vliegtuigen en het MWTL-programma vanuit vliegtuigen gebruikt. Ten opzichte van de berekeningen van Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015)en Van der Wal *et al.* (2015) is in voorliggend document gerekend met grotere turbines (6 en 10 MW in plaats van 3 MW) en het totale vermogen per kavel is ook verhoogd van 350 MW naar 380 MW. Ook is in de tussentijd een realistischer scenario berekend voor buitenlandse windparken, en de input parameters van de Borssele kavels zijn geüpdatet naar de laatste inzichten (Gyimesi & Fijn 2015b). Deze nieuwe inzichten zijn nu bij de berekeningen voor soorten in tabel 6.1, 6.2 en 6.3 ook verwerkt.

Deze effecten worden vervolgens afgewogen met de Potential Biological Removal (PBR) van een bepaalde soort. In dit achtergrondrapport worden zowel de cumulatieve slachtoffers in de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR van de populatie van de zuidelijke Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015) als de cumulatieve

slachtoffers in de Nederlandse Noordzee afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populatie. Dit laatste kan de Nederlandse broedpopulatie zijn (bijvoorbeeld in het geval van kleine mantelmeeuw) of de overwinterende Nederlandse Noordzee populatie (bijvoorbeeld in het geval van grote mantelmeeuw; data afkomstig uit Poot *et al.* 2013a, of in het geval van de dwergmeeuw, dwergstern, grote jager en zilvermeeuw de data afkomstig van Netwerk Ecologische Monitoring 2015).

6.1 Vogels

6.1.1 Lokaal verblijvende vogels

Door Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) zijn met behulp van het extended Band-model (Band 2012, zie Bijlage IV) aanvaringsslachtoffers bepaald voor alle 106 windparken in de Zuidelijke Noordzee samen. Daarnaast zijn binnen de windparken dichtheden bepaald van soorten om de sterfte door habitatverlies te berekenen (10% van de verstoorde (=aanwezige) vogels sterfte conform Bradbury *et al.* (2014), zie ook Rijkswaterstaat 2015). Deze twee mortaliteitsbronnen zijn meegenomen in de bepaling van cumulatieve aantallen slachtoffers.

De totale aantallen slachtoffers als gevolg van windenergie worden afgewogen tegen de Potential Biological Removal (PBR) van een individuele soort. Dit is het aantal vogels dat door sterfte uit een populatie (in deze analyse de populatie van de Nederlandse Noordzee of die van de zuidelijke Noordzee) kan worden weggenomen om deze populatie niet te laten uitsterven.

Uit Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) blijkt dat, met uitzondering van de grote meeuwen (grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw), voor alle zeevogelsoorten die regelmatig voorkomen in de zuidelijke Noordzee de cumulatieve aantallen slachtoffers voor de gehele zuidelijke Noordzee onder de soortspecifieke PBR waarden voor de zuidelijke Noordzee blijven. Een correctie voor realistische windturbinegroottes in de bestaande en geplande windparken liet een aanzienlijke daling in het aantal slachtoffers onder de drie grote meeuwensoorten zien (Gyimesi & Fijn 2015b). Echter voor één soort, de kleine mantelmeeuw, bleken de berekende aantallen slachtoffers in de zuidelijke Noordzee nog steeds de PBR-norm te overstijgen (119%) (tabel 6.1).

Tabel 6.1 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de zuidelijke Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015 en variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de zuidelijke Noordzee populatie voor zeevogels (lokaal en trekkend), waarvan deze fractie boven de 0,01 ligt (Rijkswaterstaat 2015). Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij Alternatief 1 van Kavel I en II (tabel 4.2a, b, 4.6 en 4.7) ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers Kavel I / Kavel II Hollandse Kust	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies	PBR	Fractie sterfte tov PBR
kleine mantelmeeuw	88 / 158	8.742	246	7.560[3]	1,19
grote mantelmeeuw	12 / 6	3.146	99	4.144[3]	0,78
zilvermeeuw	31 / 18	3.152	43	4.184[3]	0,76
jan-van-gent	1 / 1	1.117	105	5.245[4]	0,23
drieteenmeeuw	9 / 13	2.806	731	16.473[4]	0,21
duiker spec.	0 / 0	131	123	1.557[3]	0,16
grote jager	0 / 0	11	3	120[4]	0,12
stormmeeuw	9 / 11	1.054	66	22.534[3]	0,05
dwergmeeuw	4/ 1	159	18	3.971[2]	0,04
grote stern	0 / 1	79	11	2.378[3]	0,04
dwergstern	0 / 0	1	0	39[3]	0,03

[1] Poot *et al.* 2013a
[2] Netwerk Ecologische Monitoring 2015
[3] BirdLife International 2004
[4] Mitchell *et al.* 2004

Naast de zuidelijke Noordzee populatie worden in dit achtergronddocument ook de aantallen slachtoffers in de Nederlandse parken (OWEZ, PAWP, ENECO Luchterduinen, Gemini Oost, Gemini West en de SER parken (1-10)) afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populaties (broed- of overwinteringspopulatie; tabel 6.2). De keuze voor welke populatieschatting wordt bepaald door de betrouwbaarheid van de schatting conform de door Poot *et al.* 2013 geïdentificeerde kwaliteitsbeperking van meeuwen aan de kust. Uitsluitend kijkend naar het cumulatieve effect van de Nederlandse parken op de Nederlandse populatie blijven bij de meeste soorten het aantal slachtoffers ruim onder de PBR-norm, terwijl bij de zilvermeeuw net onder de PBR-norm (98%) (tabel 6.2). Voor deze soort wordt om de worst-case te waarborgen een strenge PBR-norm gehanteerd (zie Rijkswaterstaat 2015), vanwege de afnemende populatie van deze soort.

Tabel 6.2 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de Nederlandse Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015 en variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse populatie voor zeevogels waarvan deze fractie in het KEC boven de 0,01 ligt (Rijkswaterstaat 2015). Ter vergelijking zijn de maximale aantallen slachtoffers (door aanvaringen en habitatverlies) bij Alternatief 1 van Kavel I en II (tabel 4.2a, b 4.6 en 4.7) ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers Kavel I / Kavel II Hollandse Kust	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen NL parken	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies NL parken	NL-PBR	Fractie sterfte tov NL-PBR
zilvermeeuw	31 / 18	696	10	720[2]	0,98
kleine mantelmeeuw	88 / 158	1.185	26	2.802[1]	0,43
grote mantelmeeuw	12 / 6	325	5	813[1]	0,41
jan-van-gent	1 / 1	183	7	527[1]	0,36
stormmeeuw	9 / 11	190	12	1.305[1]	0,15
drieteenmeeuw	9 / 13	311	26	3.048[1]	0,11
dwergmeeuw	4/ 1	56	7	1.269[1]	0,05
duiker spec.	0 / 0	4	3	137[1]	0,05
grote stern	0 / 1	15	3	1.298[1]	0,01
grote jager	0 / 0	1	0	67[2]	0,01
dwergstern	0 / 0	0	0	9[2]	0

[1] Poot *et al.* 2013a
[2] Netwerk Ecologische Monitoring 2015

Conclusie

Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten zeevogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In de KEC documenten (Rijkswaterstaat 2015) kwam naar voren dat op basis van de worst-case scenario met 3 MW-turbines, de cumulatieve sterfte onder kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen als gevolg van aanvaringen met en habitatverlies door alle (toekomstige) windparken in de zuidelijke Noordzee in cumulatie met scheepvaart, niet binnen de PBR blijft, en dat daarmee nog niet met zekerheid kan worden gezegd dat de gecumuleerde effecten niet zullen leiden tot het uitsterven van deze soorten in de Zuidelijke Noordzee. Als er in de berekeningen realistische windturbinetypes worden gebruikt voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee, blijft alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (Gyimesi & Fijn 2015b). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm dan blijven de gecumuleerde aantallen slachtoffers onder of op de PBR-norm van de grote meeuwensoorten, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om deze additionele sterfte op te vangen. Bovendien liet eerdere populatiemodellering van de kleine mantelmeeuw ook zien dat bij een sterfte minder dan 1.790 individuen de Nederlandse populatie kleine mantelmeeuwen niet in gevaar komt (Poot *et al.* 2011).

6.1.2 Broedende kolonievogels

Kavel I en II liggen buiten bereik van de meeste broedkolonies, alleen broedende noordse stormvogels (niet uit Nederlandse broedgebieden), kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen, grote mantelmeeuwen (niet uit NL), stormmeeuwen en grote sterns kunnen de lokatie bereiken.

Van de broedvogels binnen Natura 2000-gebieden hebben alleen kleine mantelmeeuwen uit het Veerse Meer Kavel II van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) binnen bereik. Voor de vogels uit het Natura 2000-gebied Veerse Meer speelt cumulatie van kavels in windenergiegebied Borssele en Kavel II en IV van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel I en kavel III ligt niet in het bereik van kleine mantelmeeuwen uit het Veerse Meer.

Slachtofferschattingen kleine mantelmeeuwen
De maximale aantallen slachtoffers in Kavel II onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Natura 2000-gebied Veerse Meer zijn klein: 0,70 slachtoffer per jaar bij Alternatief 1 en 0,26 slachtoffer per jaar bij Alternatief 2. In cumulatie zouden vanuit de kolonie in het Veerse Meer maximaal ca. 4 slachtoffers per jaar.

Conclusie kleine mantelmeeuwen Veerse Meer
4 slachtoffers als cumulatief aantal slachtoffers per jaar in het Veerse Meer dat door windparken in de Zuidelijke Noordzee wordt veroorzaakt, betekent een 2,3% sterfte van de jaarlijkse natuurlijke sterfte (9% sterfte van 885 broedparen = 159 vogels).

Volgens het aangehouden significantie criterium leidt dit mogelijk tot significante effecten op de huidige populatie van het Natura 2000-gebied Veerse Meer. Echter de populatie in dit gebied zit ver boven het instandhoudingsdoel waardoor een additionele mortaliteit boven de 1% norm niet automatisch betekent dat er significant negatieve effecten zijn op de daar broedende populatie.

Dit is ook geillustreerd door door Lensink & van Horssen (2012) in een populatiemodel voor de kleine mantelmeeuw waarmee het effect van additionele sterfte ten gevolge van aanvaringen met windturbines op zee op de Nederlandse (broed)populatie(s) van de kleine mantelmeeuw is onderzocht. De uitkomsten uit dit model laten zien dat een jaarlijkse additionele sterfte die aanzienlijk hoger ligt dan de 1%-mortaliteitsnorm, leidt tot slechts een zeer beperkte afname in de populatiegrootte en niet tot een blijvend dalende trend. Voor de kleine mantelmeeuw lijkt een aandeel floaters in de populatie van 40% realistisch (Gyimesi & Lensink 2012; Lensink & van Horssen 2012). Dit betekent dat bij een additionele sterfte die ruim 10% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte bedraagt de broedpopulatie van de kleine mantelmeeuwen stabiliseert op een niveau dat minder dan 3% lager ligt dan het uitgangsniveau.

Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten door aanvaringen op broedende kleine mantelmeeuwen binnen Natura 2000-gebied Veerse Meer zijn uit te sluiten.

6.1.3 Vogels tijdens seizoenstrek

Naast (trekkende) zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en in cumulatie met andere windpark initiatieven in de zuidelijke Noordzee. Voor trekvogels zijn effecten als gevolg van habitatverlies en scheepvaart niet aan de orde en daarmee uit te sluiten. Barrièrewerking speelt evenmin een rol bij trekvogesl die grote afstanden afleggen tijdens de seizoenstrek (b.v. Masden *et al.* 2009).

In opdracht van Rijkswaterstaat (2015) is met behulp van het extended Band-model (Band 2012, zie Bijlage IV) bepaald dat voor alle soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers onder de PBR van de internationale populatie blijven. Deze slachtoffers worden allemaal ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in o.a. reproductie en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit. Voor 7 soorten is de voorspelde mortaliteit hoger dan 5% van de PBR (tabel 6.3).

Met name in het geval van kleine zwaan is een dergelijke sterfte substantieel aangezien dit een soort is met een zeer beperkte en afnemende biogeografische populatie. Een dergelijke additionele sterfte bovenop eventuele sterfte en habitatverlies in gebieden op land als gevolg van windparken maar ook andere bronnen van sterfte, kan potentieel de gunstige staat van instandhouding van deze soort in gevaar brengen. Echter met name bij de berekeningen van aantallen aanvaringslachtoffers bij trekvogels is uitgegaan van een conservatieve benadering (o.a. 50% van de flux op rotorhoogte).

Tabel 6.3 Mortaliteit als gevolg van windturbines, berekend met het extended Band model, als fractie van PBR voor de trekvogels waarvan deze fractie boven de 0,05 ligt.

Soort	Fractie van PBR
wulp	0,57
zwarte stern	0,50
kleine zwaan	0,42
drieteenstrandloper	0,20
spreeuw	0,12
kanoet	0,10
grutto	0,06

In tegenstelling tot lokaal verblijvende zeevogels (zie §6.1.1) wordt hier geen Nederlandse PBR voor trekvogels berekend omdat ‘de’ *Nederlandse* populatie van trekvogelsoorten niet te bepalen is. De meeste slachtoffers onder trekvogels (zoals de soorten uit tabel 6.3) vallen onder vogels die Nederland passeren in de trektijd (voorjaar en najaar) tijdens hun seizoenstrek tussen broed- en overwinteringsgebieden. Deze slachtoffers zijn dus afkomstig uit de hele flyway populatie. Er is geen onderscheid te maken welke van deze vogels afkomstig is uit

Nederland en welke uit het buitenland (bijvoorbeeld het noorden/noordoosten Scandinavië, Rusland, waar veel trekvogelsoorten vandaan komen). Daarom is ook besloten om te toetsen aan de flyway populatie en daarvoor een PBR te berekenen.

Een uitzondering vormen de trekvogelsoorten die Nederland als uiteindelijk overwinteringsgebied gebruiken, met een bekend aantal vogels van de fly-way populatie. Van de soorten in tabel 6.3 is dit alleen de kleine zwaan. In Nederland overwintert jaarlijks 48 – 82% van de flyway populatie die ongeveer 18.000 vogels bedraagt (Nagy *et al.* 2012). Op basis van het gemiddelde seizoensmaximum in de winter (9.440) in de laatst beschikbare vijf jaar periode (2007 – 2012; bron: SOVON) is in de afgelopen periode de fractie kleine zwanen van de flyway populatie in Nederland aan de lage kant. Mogelijk door klimaatverandering overwinteren steeds meer kleine zwanen dichterbij de broedgebieden, en dus ten oosten van Nederland. De kleinste Nederlandse populatie kan als worst-case scenario voor het aantal aanvaringslachtoffers ten opzichte van een Nederlandse PBR beschouwd worden. De PBR voor deze populatie komt uit op 69 vogels. In de Nederlandse windparken op zee zullen jaarlijks 6 kleine zwanen als slachtoffer vallen door aanvaring met een turbine. Dit is 9% van de PBR zoals berekend voor de in Nederland overwinterende kleine zwanen.

Conclusie
Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten trekvogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (Rijkswaterstaat 2015, Gyimesi & Fijn 2015a). Het is aannemelijk dat de cumulatieve sterfte onder trekvogels als gevolg aanvaringen met alle (toekomstige) windturbines in de zuidelijke Noordzee voor alle soorten binnen PBR blijft. Bij de kleine zwaan wordt 42% van de internationale PBR en 9% van de Nederlandse PBR behaald door windparken op zee op basis van de huidige conservatieve benadering.

6.2 Vleermuizen

Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, echter de aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn onbekend. Ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis zijn de drie soorten die door hun voorkomen op de Noordzee potentieel negatief beïnvloed kunnen worden door windparken op zee, echter een vergroting van de monitoringsinspanning is noodzakelijk om kwantitatieve uitspraken te doen over effecten. Op basis van enkele aannames zullen de effecten het kleinst zijn op de rosse vleermuis. Voor ruige dwergvleermuis en tweekleurige vleermuis is de informatie aangaande de grootte van bronpopulaties dermate ontoereikend dat een realistische inschatting van effecten niet mogelijk is.

In opdracht van Rijkswaterstaat (2015) zijn voor de verschillende soorten vleermuizen een inschatting gedaan in hoeverre de verwachte aantallen aanvaringslachtoffers de

PBR van populaties van deze soorten zullen overschrijden. Deze PBR waarden zijn gebaseerd op soortspecifieke populatiegroeicurves en minimum populatieschattingen per soort. Dit kon uitsluitend worden gedaan voor de ruige dwergvleermuis en de rosse vleermuis. Voor de andere soorten is er niet genoeg data beschikbaar om betekenisvolle uitspraken te doen. Dit leidde tot PBR waarden van 1905 ruige dwergvleermuizen voor de populaties uit Letland, Litouwen, Polen en Zweden, en 4089 rosse vleermuizen uit Letland, Polen en Zweden. De cumulatieve aantallen slachtoffers onder ruige dwergvleermuizen (7.700 volgens Rijkswaterstaat 2015) zouden daarmee ver boven de PBR liggen, terwijl die van rosse vleermuis (200 zie Rijkswaterstaat 2015) hieronder liggen. Echter de belangrijkste conclusie van Rijkswaterstaat (2015) is dat door een gebrek aan data voor beide soorten significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten.

Het is niet mogelijk om in het geval van vleermuizen de Nederlandse PBR te gebruiken conform de aanpak bij vogels. We hebben wel een schatting van het aantal ruige dwergvleermuizen dat in Nederland zit in de nazomer. Slechts een deel van deze dieren trekt echter daadwerkelijk weg, en maar een klein deel daarvan naar Engeland. Hoe groot deze delen zijn is onbekend. Voor de rosse vleermuis is het toetsen van slachtoffers aan de Nederlandse populatie onverstandig. De Nederlandse populatie overwintert grotendeels in Nederland. De trek die bij Nederlandse dieren is vastgesteld vond in zuidelijke (of ZW) richting plaats. Trek naar Engeland is nog nooit vastgesteld.

Conclusie
Op dit moment zijn cumulatieve effecten van een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en andere windparken in de zuidelijke Noordzee uitsluitend gebaseerd op sterftecijfers gemeten op land (Rijkswaterstaat 2015). Gebaseerd op de huidige kennis, en dan vooral het ontbreken van goede informatie over het voorkomen van vleermuizen op de Noordzee enerzijds en het ontbreken van betrouwbare schattingen van populatiegroottes anderzijds, is het niet uit te sluiten dat in het worst-case scenario negatieve effecten op de gunstige staat van instandhouding van sommige vleermuispopulaties zullen optreden.

6.3 Vissen en benthos

Algemeen
De effecten op benthos en vissen zijn over algemeen zodanig klein dat er weinig verschil is in overall effecten van de verschillende alternatieven en/of windparken. Het totale areaal aan bodemoppervlak dat beïnvloedt wordt is verwaarloosbaar ten opzichte van het totale beschikbare bodemareaal in het betreffende deel van de Noordzee. Daarnaast komen in dit deel van de Noordzee geen soorten benthos of vissen voor met een zeer beperkte verspreiding of kleine populatieomvang waardoor verlies aan individuen of leefgebied een significante invloed op de totale populatie kan hebben.

De komst van windturbines zal waarschijnlijk in een positief effect op de biodiversiteit van de benthos- en visgemeenschap resulteren omdat nieuwe (hard substraat) habitattypes worden aangebracht.

Een belangrijke opmerking bij deze conclusie is het feit dat er weinig praktijkstudies zijn die mogelijke effecten gekwantificeerd hebben. Uitgaande van de vis- en benthosmonitoringen van het offshore windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden lijkt de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar op de benthos- en visgemeenschap (Bergman *et al.,* 2012; Hal *et al.*, 2012). Cumulatieve effecten ten gevolgen van meerdere windparken en/of een hoger aantal turbines zullen hierin niet wezenlijk van verschillen.

Indien er onverhoopt ander soorten worden aangetroffen in een plangebied dan die in de huidige studie zijn beschouwd, bijv. soorten met een meer kritische verspreiding, ecologie of leefwijze, kunnen (cumulatieve) effecten wel een rol gaan spelen.

Faciliteren vestiging exoten
Een uitzondering vormt de mogelijke effecten van de komst van windturbines op zee op de vestiging van exoten. Naarmate er meer (of grotere) windparken op zee komen, zal dit resulteren in een groter areaal aan beschikbaar hard substraat oppervlak ten gevolge van turbinezuilen, beschermende bestortingen en verhoging van het aantal scheepvaartbewegingen. Dit kan de kolonisatie faciliteren/versnellen van dit deel van de Noordzee door exotische marine fauna die geassocieerd is met harde substraten. De windparken kunnen hierbij fungeren als ‘stepping stone’ terwijl het toegenomen aantal scheepvaartbewegingen kan fungeren als transport vector. Meer windparken en/of een hoger aantal turbines per windpark vergroot de kans op vestiging van nieuwe exoten geassocieerd met hard substraat. De vestiging van nieuwe exotische soorten kan mogelijk leiden tot economische en ecologische schade (bijv. Japanse oester). In hoeverre dit daadwerkelijk optreedt in windparken is tot op heden nooit onderzocht.

7 Literatuur

Ahlén, I., L. Bach, H.J. Baagøe & J. Pettersson, 2007. Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

Ahlén, I., H.J. Baagøe & L. Bach, 2009. Behavior of Scandinavian bats during migration and foraging at sea. Journal of Mammalogy 90(6): 1318-1323.

Arts, F.A. & C.M. Berrevoets, 2005. Monitoring van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991-2005. Rapport RIKZ/2005.032, Middelburg.

Arts, F.A. 2013. Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2012. RWS-Centrale Informatievoorziening BM 13.28, Lelystad.

Bach, P., L. Bach & K. Ekschmitt, 2014. "Bat activities and bat fatalities at different wind farms in North-west Germany." in XIIIth European Bat Reseach Symposium, Sibenik, Croatia.

Baerwald, E.F., G.H. D'Amours, B.J. Klug & R.M.R. Barclay, 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Current Biology 18: R695-696.

Band, W., 2000. Windfarm and birds: calculating a theoretical collision risk assuming no avoiding action. Scottish natural herritage Guidance Note.

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. Strategic Ornithological Support Services (SOSS).

Band, W., M. Madders & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer. Birds and Wind Farms: Risk Assessment and Mitigation. Blz. 259-275. Quercus. Madrid.

Baptist H.J.M. & P.A. Wolf, 1993. Atlas van de vogels van het Nederlands Continentaal Plat. Rapport DGW-93.013, Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren & Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Middelburg, Yerseke.

Barclay, R.M.R., E.F. Baerwald & J.C. Gruver, 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie 85(3): 381-387.

Barton, C. & C. Pollock 2009. Study to evaluate the significance of impact of UK offshore installations on migratory birds. Cork Ecology publication, Cork, Ireland.

Bat Conservation Trust, 2010. Nathusius pipistrelle *Pipistrellus nathusii*. .

Bells, L., 1952. Fifteen years of bat banding in the Netherlands. Publicaties van het Natuurhistorisch genootschap Limburg reeks V. Maastricht.

Bergman M., G. Duineveld, R. Daan, M. Mulder & S. Ubels, 2012. Impact of OWEZ wind farm on the local macrobenthos community macrobenthos. Final report OWEZ_R_261_T2_20121010. NoordzeeWind – Wageningen Imares.

Berrevoets, C.M. & F.A. Arts, 2001. Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van de Noordse stormvogel op het Nederlands Continentaal Plaat. Rapport RIKZ = Report RIKZ, 2001.024. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ): Middelburg. ISBN 90-369-3495-8. 54 pp.

Berrevoets, C.M. & F.A. Arts, 2002. Ruimtelijke analyses van zeevogels: verspreiding van Alk/Zeekoet op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ = Report RIKZ, 2002.039. Rijksinstituut voor Kust en Zee: Middelburg. 37 pp.

Berrevoets, C.M. & F.A. Arts, 2003. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2003. Rapport RIKZ = Report RIKZ, 2003(8). Rijksinstituut voor Kust en Zee: Middelburg. 21 pp.

Bijlsma R.G. F. Hustings & C.J. Camphuysen 2001. Algemene en Schaarse Vogels van Nederland (Avifauna van Nederland 2). GMB Uitgeverij/KNNV Uitgeverij, Haarlem/Utrecht.

BirdLife International 2004. Birds in Europe, population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conservtaion Series No. 12.

Boele, A., J. van Bruggen, F. Hustings, K. Koffijberg, J.W. Vergeer & T. van der Meij, 2015. Broedvogels in Nederland in 2013. Sovon-rapport 2015/14. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Bolle L.J., de Jong C.A.F., Bierman S., de Haan D., Huijer T., Kaptein D., Lohman M., Tribuhl S., van Beek P., van Damme C.J.G., van den Berg F., van der Heul J., van Keeken O., Wessels P. & Winter E., 2011. Shortlist Masterplan Wind. Effect of piling noise on the survival of fish larvae (pilot study). Report number C092/11 IMARES.

Bolle LJ, de Jong CAF, Bierman SM, van Beek PJG, van Keeken OA, Wessels PW *et al.* (2012) Common Sole Larvae Survive High Levels of Pile-Driving Sound in Controlled Exposure Experiments. PLoS ONE 7(3): e33052. doi:10.1371/journal.pone.0033052

Bolle, L.J., E. Blom, C.A.F. de Jong, M.B. Halvorsen, R. Hoek , C.J.G van Damme, P.W. Wessels, H.V. Winter, C.M. Woodley, C. Hinrichs, T. Huijer, M. Lohman, I. Pennock, 2014. Sub-lethal effects of pile-driving sounds on juvenile sea bass. Imares WageningenUR report number C111.14, IJmuiden, Nederland.

Booman C, Dalen J, Leivestad H, Levsen A, van der Meeren T et al (1996) Effekter av luftkanonskyting pa egg, larver og yngel. Undersokelser ved Havforskningsinstituttet og Zoologisk Laboratorium UIB. Rapport Fisken og Havet Nr. 3-1996. Bergen: Havforskningsinstituttet.

Boshamer, J.P.C., & J.P. Bekker, 2008. Nathusius' pipistrelles (*Pipistrellus nathusii*) and other species of bats on offshore platforms in the Dutch sector of the North Sea. Lutra 51: 17-36.

Bos O.G., Witbaard R., Lavaleye M., van Moorsel G., Teal L.R., van Hal R., ter Hofstede R., van Bemmelen R., Witte R.H., Geelhoed S. & Dijkman E.M., 2011. Biodiversity hotspots on the Dutch Continental Shelf. A Marine Strategy Framework Directive perspective. Report number C071/11 IMARES.

Bouma S., & W. Lengkeek 2009. Development of underwater flora- and fauna communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Report OWEZ_R_266_T1_20090126.

Bouma S. & W. Lengkeek 2012. Benthic communities on hard substrates of the offshore wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Including results of samples collected in scour holes. Report OWEZ_R_266_T1_20120206_hard_substrate.

Bradbury, G., M. Trinder,, B. Furness, A.N. Banks, R.W.G. Caldow & D. Hume, 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PLoS ONE 9(9): e106366. doi:10.1371/journal.pone.0106366

Brinkmann R., O. Behr, I. Niermann, & M. Reich, 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, volume 4. Umwelt und Raum. Cuvillier Verlag, Göttingen.

Bruinzeel, L.W., J. van Belle, L. Davids m.m.v F. van de Laar 2009. The impact of conventional illumination of offshore platforms in the North Sea on migratory bird populations. A&W report 1227, Altenburg & Wymenga Ecological Consultants, Veenwouden, 38 p.

BSH & BMU 2014. Ecological Research at the Offshore Windfarm Alpha ventus. Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum. 201 pp.

Bugter, R.J.F., M.J. Boogaardt & F.H. Kistenkas 2007. Wat telt mee voor cumulatie? Werkdocument met een voorlopige handreiking voor de inventarisatie van relevante activiteiten. Alterra werkdocument, Wageningen UR.

Buurma, L.S., 1987. Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober, Limosa 60:63-74.

Buurma L.S. & H. van Gasteren, 1989. Trekvogels en obstakels langs de Zuid-Hollandse kust. Rapport, Koninklijke Luchtmacht, Den Haag.

Camphuysen C.J., 1991. Baltsvluchten van Noordse Sterns *Sterna paradisaea* op open zee, Sula 5(2): 59-61.

Camphuysen, C.J., 1995. Herring Gull *Larus argentatus* and Lesser Black-backed Gulls *Larus fuscus* feeding at fishing vessels in the breeding season: competitive scavenging versus efficient flying. Ardea 83: 365-380.

Camphuysen, C.J., 2008. Het regent soms kleine alken in november. Natura 2: 52-54.

Camphuysen, C.J., 2009. Het gebruik van zeetrektellingen bij de analyse van populatie schommelingen (2). Dwergmeeuwen *Larus minutus* langs de kust. Sula 22: 49-66.

Camphuysen, C.J., 2011. Lesser Black-backed Gulls nesting at Texel. Foraging distribution, diet, survival, recruitment and breeding biology of birds carrying advanced GPS loggers. NIOZ-Report 2011-05. Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.

Camphuysen C.J., 2013. A historical ecology of two closely related gull species (Laridae): multiple adaptations to a man‐made environment. Ph.D.‐thesis, Univ. Groningen, Groningen.

Camphuysen C.J. & J. van Dijk, 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust, 1974-79. Limosa special issue 56(3)le : 81-230.

Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold. 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea, IBN Research report 94/6. NIOZ Report 1994-8. Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.

Camphuysen, C. J. and M. F. Leopold. 1996. Invasies van de Kleine Alk *Alle alle*: Voorkomen en achtergronden. Sula 10:169–182.

Camphuysen C.J & C.J.N. Winter, 1996. Arctic Terns *Sterna paradisaea* in the central northern North Sea in July: offshore staging area for failed breeders? Seabird 18: 20-25.

Camphuysen, C.J. & M.F. Leopold. 2005. The Tricolor oil spill: characteristics of seabirds found oiled in The Netherlands, Atlantic Seabirds (special issue) 6: 109-128.

Camphuysen C.J. & A. Gronert, 2012. Apparent survival and fecundity of sympatric Lesser Black-backed Gulls and Herring Gulls with contrasting population trends. Ardea 100: 113-122.

Camphuysen, C.J., J. van Dijk, H. Witte & N. Spaans, 2008. De voedselkeuze van Kleine Mantelmeeuwen en Zilvermeeuwen en andere indicaties die aanwijzingen geven over het ruimtegebruik van deze vogelsoorten in de Noord-Hollandse kustwateren. NIOZ-Report 2008-12. Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.

Casper, B.M., Popper, A.N., Matthews, F., Carlson, T.J., Halvorsen, M.B. 2012. Recovery of Barotrauma Injuries in Chinook Salmon from Exposure to Pile Driving Sound. PLoS ONE 7: e39593

Casper BM, Halvorsen MB, Matthews F, Carlson TJ, Popper AN 2013. Recovery of Barotrauma Injuries Resulting from Exposure to Pile Driving Sound in Two Sizes of Hybrid Striped Bass. PLoS ONE 8: e73844. doi:10.1371/journal.pone.0073844

Collier, M.P., S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, 2011. A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines. Part 1: Review. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-03A. Rapport 11-078. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Collier, M.P., S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, 2012. A review of methods to monitor collisions or micro-avoidance of birds with offshore wind turbines: Part 2: Feasibility study of systems to monitor collisions. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-03A. Rapport 11-215. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Collier, M.P., A. Gyimesi & S. Dirksen, 2013. Schattingen van aanvaringsslachtoffers onder kleine mantelmeeuwen uit de kolonies op Texel in nieuwe offshore windparken in Nederland. Rapport 12-238. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Collier, M.P., A. Gyimesi & R.C. Fijn, 2015. Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust voor kleine mantelmeeuwen vanuit de broedkolonie Texel. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Cook A.S.C.P., A. Johnston, L.J. Wright & N.H.K. Burtion 2012. A review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore wind farms. Strategic Ornithological Support Services Project SOSS-02, British Trust for Ornithology and The Crown Estate, UK.

Couperus, B., E. Winter, O. van Keeken, T. van Kooten, S. Tribuhl & D. Burggraaf, 2010. Use of high resolution sonar for near_turbine fish observations (DIDSON) – We@Sea 2007_002. IJmuiden, IMARES.

Craeymeersch J.A., Witbaard R., Dijkman E., Meesters H.W.G., 2008. Ruimtelijke en temporele patronen in de diversiteit van macrobenthische infauna op het Nederlands Continentaal Plat. Report number C070/80 IMARES.

Cryan P.M. & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Journal of Mammalogy 90: 1330–1340.

Cryan, P.M., P. M. Gorresen, C. D. Hein, M. R. Schirmacher, R.H. Diehl, M.M. Huso, D.T.S. Hayman, P.D. Fricker, F.J. Bonaccorso, D.H. Johnson, K. Heist & D.C. Dalton, 2014. Behavior of bats at wind turbines. PNAS 111(42): 15126-15131.

Daan N., 2005. Aanzet tot een systeembeschrijving Noordzee: de visgemeenschap. RIVO rapport C012/05.

Daan R., Mulder M & Bergman M.J.N., 2009. Impact of windfarm OWEZ on the local macrobenthos community. Report OWEZ_R_261_T1_20091216

Danish Energy Agency. 2013. Danish offshore wind. Key environmental issues – a Follow up. The Environmental Group: The danish energy agency, the danish nature agency, DONG Energy & Vattenfall.

Debusschere E, De Coensel B, Bajek A, Botteldooren D, Hostens K, Vanaverbeke J *et al.* (2014) In Situ Mortality Experiments with Juvenile Sea Bass (Dicentrarchus labrax) in Relation to Impulsive Sound Levels Caused by Pile Driving of Windmill Foundations. PLoS ONE 9(10): e109280. doi:10.1371/journal.pone.0109280

De Jong, J. De, P. Bach & A. Eriksson, 2013. Bat migration in the south Baltic Sea and consequences for wind power development. Book of Abstracts CWE, Stockholm.

De Jong, C.A.F. & M.A. Ainslie, 2012. Underwater sound due to piling activities for Prinses Amaliawindpark. TNO report TNO 2012 R10081, Den Haag, Nederland.

De Robertis, A., C.H. Ryer, A. Veloza, R.D. Brodeur, 2003. Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 60: 1517-1526

Deelder C.L. & L. Tinbergen 1947 Waarnemingen over de vlieghoogte van trekkende Vinken, Fringilla coelebs L. en Spreeuwen, Sturnus vulgaris L. Ardea 35: 45-78.

Dietz, C., O. von Helversen & D. Nill 2011. Vleermuizen. Alle soorten van Europa en Noord-west Afrika. Originele titel: Handbuch der Fledermause Europas und Nordwestafrikas. De Fontein / Tirion Natuur, Utrecht.

Dirksen, S., M. Japink & J.C. Hartman, 2012. Kleine mantelmeeuwen en offshore windparken: nieuwe informatie voor schatting aantal aanvaringsslachtoffers. Rapport 12-087. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148: 29-42.

Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1134: 233–266.

Dunnet, G.M. & J.C. Ollason, 1982. The feeding dispersal of fulmars *Fulmarus glacialis* in the breeding season. Ibis 124:359-361.

Dürr, T., 2013. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg. Stand 25.09.2013. www.mluv.brandenburg.de/cms/ media.php /.../wka_fmaus.xls.

Edwards, E.W.J., L.R. Quinn, E.D. Wakefield, P. Miller & P.M. Thompson, 2013. Tracking a northern fulmar from a Scottish nesting site to the Charlie-Gibbs Fracture Zone: Evidence of linkage between coastal breeding seabirds and Mid-Atlantic Ridge feeding sites. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 98: 438-444. doi: 10.1016/j.dsr2.2013.04.011

Ens, B., 2007. SOVON in de ruimte. SOVON Nieuws 20(3): 6-8.

Ens, B., F. Bairlein, C.J. Camphuysen, P. de Boer, K.M. Exo, N. Gallego, R.H.G. Klaassen, K. Oosterbeek & J. Shamoun-Baranes. 2009. Onderzoek aan meeuwen met satellietzenders. Limosa 82 : 33-42.

Everaert, J. & E. Stienen, 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. Biodiversity and Conservation 16: 3345-3359.

Exo, K.M., O. Huppop & S. Garthe, 2002. Offshore-Windenergieanlagen und Vogelschutz, Seevögel, Zeitschr, Verein Jordsand, Hamburg. 23: 83-95.

Falk, K. & S. Møller, 1995. Satellite tracking of high-arctic Northern Fulmars. Polar Biol. 15: 495-502.

Fijn, R.C. & M.P. Collier, 2014. Berekeningen aanvaringsslachtoffers onder vogels door windpark Beaufort. Tekst over modellen, cumulatie, tabellen en grafieken. Rapport 14-079. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Fijn, R.C. & M.J.M. Poot, 2014. Vliegintensiteit en vliegroutes van vogels boven kavel Borssele. Notitie 14-528/14.04045/RubFi, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Fijn R.C., A. Gyimesi, M.P. Collier, D. Beuker, S. Dirksen & K.L. Krijgsveld, 2012. Flight patterns of birds at offshore gas platform K14. Report 11-112, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Fijn, R.C., Wolf, P.A., Courtens, W., Verstraete, H., Stienen, E.W.M., Iliszko, L. & Poot, M.J.M. 2014a. Post-breeding prospecting flights of adult Sandwich Terns *Thalasseus sandvicensis*. Bird Study 61: online access. doi: 10.1080/00063657.2014.950942

Fijn, R.C., Poot, M.J.M., van Rijn, S., van Eerden, M.B. & Boudewijn, T.J. 2014b. Specialistisch gedrag door een generalist: een kustbroedende Aalscholver foerageert uitsluitend in het binnenland. Limosa 87: 129-134.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, M.J.M. Poot & S. Dirksen, 2015. Bird fluxes at risk altitudes in a Dutch offshore wind farm continuously meaured with vertical radar. Ibis 157: 558-566.

Fijn, R.C., A. Gyimesi, M.P. Collier, J.C. Kleyheeg-Hartman, M. Boonman, J.W. de Jong & M.J.M. Poot, 2015. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Borssele. Kavel I en II: vogels en vleermuizen. Rapportnr. 14-263. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Fleming T.H. & P. Eby, 2003. Ecology of bat migration. In: Kunz T.H. & Fenton M.B. (Eds). Bat ecology. University of Chicago Press, Chicago, IL.

Furmankiewicz J. & M. Kucharska, 2009. Migration of bats along a large river valley in southwestern Poland. Journal of Mammalogy 90: 1310-1317.

Garthe, S., D. Grémillet & R.W. Furness, 1999. At-sea-activity and foraging activity in chick-rearing nothern gannets *Sula bassana*: a case study in Shetland. Mar Ecol Prog Ser 185:93-99.

Garthe, S., W.A. Montevecchi, G. Chapdelaine, J.-F. Rail & A. Hedd, 2007a. Contrasting foraging tactics by Northern Gannets (*Sula bassana*) breeding in different oceanographic domains with different prey fields. Marine Biology 151:687-694.

Garthe S., W.A. Montevecchi & G.K. Davoren, 2007b. Flight destinations and foraging behaviour of Northern Gannets (*Sula bassana*) preying on a small forage fish in a low-Arctic ecosystem. Deep-Sea Research II 54:311–320.

Govoni JJ, West MA, Settle LR, Lynch RT, Greene MD (2008) Effects of underwater explosions on larval fish: Implications for a coastal engineering project. J Coast Res 24: 228–233

Grémillet, D., L. Pichegru, F. Siorat, & J. Georges, 2006. Conservation implications of the apparent mismatch between population dynamics and foraging effort in French Northern Gannets from the English Channel. Mar Ecol Prog Ser 319: 15–25.

Griffin, L., E.C. Rees & B. Hughes, 2015. Tracking Whooper and Bewick's Swan migration. SSG News 11: 16-17.

Gruber, S. en G. Nehls, 2003. Charakterisierung des offshore Vogelzuges vor Sylt mittels schiffsgestutzter Radaruntersuchungen, Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 35: 151-156.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015a. Slachtofferberekeningen voor een windpark met een totaalvermogen van 380 MW in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 15.03297.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande en geplande turbinetypes. Bureau Waardenburg notitie 15.03620.

Gyimesi, A. & R. Lensink, 2012. Non-breeding adults or 'floaters' in bird populations. Rapport 11-200. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A., T.J. Boudewijn, M.J.M. Poot & R.-J. Buijs, 2011. Habitat use, feeding ecology and breeding success of Lesser black-backed gulls in Lake Volkerak. Rapport 10-234. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Gyimesi, A., M.P. Collier & R.C. Fijn, 2015. Slachtofferberekeningen voor 14 windturbine varianten (4 MW - 10 MW) in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 15.01562.

Haan, D. de, D. Burggraaf, S. Ybema & R. HilleRisLambers 2007. Underwater sound emissions and effects of the pile driving of the OWEZ windfarm facility near Egmond aan Zee (Tconstruct). Report OWEZ_R_251_TC 20071029, Imares Wageningen UR.

Hal, R. van, B. Couperus, S. Fassler, S. Gastauer, B. Griffioen, N. Hintzen, L. Teal, O. van Keeken & E. Winter 2012. Monitoring- and Evaluation Program Near Shore Wind farm (MEP-NSW). Fish community. IMARES Report C059/12. OWEZ_R_264_T1_20121215_final_report_fish. Imeres Wageningen UR.

Halvorsen, M.B., Casper, B.M., Woodley, C.M., Carlson, T.J., Popper, A.N., 2012a. Threshold for Onset of Injury in Chinook Salmon from Exposure to Impulsive Pile Driving Sounds. PLoS ONE 7: e38968

Halvorsen, M.B., Casper, B.M., Matthews, F., Carlson, T.J., Popper, A.N. 2012b. Effects of exposure to pile-driving sounds on the lake sturgeon, Nile tilapia and hogchoker. Proc. R. Soc. B 279: 4705-4714

Hamer, K.C., R.A. Phillips, S. Wanless, M.P Harris & A.G. Wood, 2000. Foraging ranges, diets and feeding locations of Gannets *Morus bassanus* in the North Sea: evidence from radio tracking. Mar Ecol Prog Ser 200: 257-264.

Hamer, K.C., R.A. Phillips, J.K. Hill, S. Wanless & A.G. Wood, 2001. Contrasting foraging strategies of gannets *Morus bassanus* at two North Atlantic colonies: foraging trip duration and foraging area fidelity. Mar Ecol Prog Ser 224: 283-290.

Hamer, K.C., S. Lewis, S. Wanless, R.A. Phillips, T.N. Sherratt, E.M. Humphreys, J. Hennicke & S. Garthe, 2006. Use of gannets to monitor prey availability in the northeast Atlantic ocean: colony size, diet and foraging behavior. Pp. 236-248 in: Boyd, I.L., Wanless, S. and Camphuysen, C.J. (Eds). Top Predators in Marine Systems. Cambridge University Press.

Hamer, K.C., E.M. Humphreys, S. Garthe, J. Hennicke, G. Peters, D. Grémillet, R.A. Phillips, M.P. Harris & S. Wanless, 2007. Annual variation in diets, feeding locations and foraging behaviour of gannets in the North Sea: flexibility, consistency and constraint. Mar Ecol Prog Ser 338: 295–305.

Hamer, K.C., E.M. Humphreys, M.C. Magalhães, S. Garthe, J. Hennicke, G. Peters, D. Grémillet, H. Skov & S. Wanless, 2009. Fine-scale foraging behaviour of a medium-ranging marine predator. Journal of Animal Ecology 78: 880-889. doi: 10.1111/j.1365-2656.2009.01549.x

Hill, R., K. Hill, R. Aumuller, A. Schulz, T. Dittman, C. Kulekmeyer & T. Coppack, 2014. Of birds, blades an barriers: Detecting and analysing mass migration events at Alpha ventus. In: BSH & BMU 2014. Ecological Research at the Offshore Windfarm Alpha ventus. Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum.

Hutterer, R., T. Ivanova, C. Meyer-Cords & L. Rodrigues, 2005. Bat migrations in Europe, a review of banding data and literature. Naturschutz und Biologische Vielfalt 28: 1-62.

International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, 2008. Recommendation O-139 – The Marking of Man-made Offshore Structures December 2008.

Jain, A.A., R.R. Koford, A.W. Hancock & G.G. Zenner, 2011. Bat mortality and activity at a northern Iowa wind resource area. American Midland Naturalist 165: 185-200.

Jansen, H.W. & C.A.F. de Jong 2014. Underwater noise measurements in the North Sea in and near the Princess Amalia Wind Farm in operation. TNO report - TNO 2013 R11916. Den Haag, the Netherlands.

Jarvis S., Allen J., Proctor N., Crossfield A., Dawes O., Leighton A., McNeill L., Musk W., 2004. Dutch Wind Farms: NSW Lot 1 Benthic Fauna. Final Report 19 February 2004. Institute of Estuarine & Coastal Studies (IECS) The University of Hull. Reference No: ZBB607.2-F-2004.

Jaspers Faijer, M. & P. van Dam, 2013. Cumulative Effects of Offshore Wind Farms in the North Sea. – Discussion Report. Project number 712030. Pondera Consult, Hengelo.

Johnston, A., A.S.C.P. Cook, L.J. Wright, E.M. Humphreys & N.H.K. Burton, 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. Journal of Applied Ecology 51: 31–41. doi: 10.1111/1365-2664.12191

Jones, G., Cooper-Bohannon, R., Barlow, K. & K. Parsons, 2009. Determining the potential ecological impact of wind turbines on bat populations in Britain. Scoping and Method Development Report, Defra.

Jonge Poerink, B., Lagerveld, S. & H. Verdaat, 2013. Pilot study Bat activity in the Dutch offshore wind farm OWEZ and PAWP. IMARES report number C026/13. The Fieldwork Company report number 20120402. IMARES Wageningen UR.

Kamermans, P. & M. Dedert, 2012. Effect of variations in concentration of algae and silt on filtration and growth of the razor clam (Ensis directus, Conrad). IMARES Report C017/12. IMARES, Wageningen.

Kapteyn K. 1995. Vleermuizen in het landschap. Over hun ecologie, gedrag en verspreiding. Schuyt & Co, Haarlem.

Kerbiriou, C., I. Le Viol, X. Bonnet & A. Robert, 2012. Dynamics of a northern fulmar (*Fulmarus glacialis*) population at the southern limit of its range in Europe. Population Ecology 54: 295-304.

Korner-Nievergelt, F., O. Behr, I. Niermann & R. Brinkmann, 2011. Schätzung der Zahl verunglückter Fledermäuse an Windenergieanlagen mittels akustischer Aktivitätsmessungen und modifizierter N-mixture Modelle. – In: Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich (Hrsg.), 2011. Entwicklung von Methoden zur Unter-suchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Wind-energieanlagen. - Umwelt und Raum Bd. 4, 323-353, Cuvillier Verlag, Göttingen.

Kotzerka, J., S. Garthe & S.A. Hatch, 2010. GPS tracking devices reveal foraging strategies of Black-legged Kittiwakes. Journal of Ornithology 151: 459-467.

Krijgsveld K.L. 2014. Avoidance behaviour of birds around offshore wind farms. Overview of knowledge including effects of configuration. Report Bureau Waardenburg 13-268, 30p., Bureau Waardenburg, Culemborg, Netherlands.

Krijgsveld K.L., R. Lensink, H. Schekkerman, P. Wiersma, M.J.M. Poot, E.H.W.G. Meesters & S. Dirksen, 2005. Baseline studies North Sea wind farms: fluxes, flight paths and altitudes of flying birds 2003 - 2004. Report 05-041. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Krijgsveld K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen, 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. NoordzeeWind report nr OWEZ_R_231_T1_20111114_flux&flight. Report nr 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg

Krijgsveld, K.L., R.C. Fijn & R. Lensink, 2015. Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights of offshore wind farms in the southern North Sea. Report nr 15-119. Bureau Waardenburg, Culemborg

Kunz, T.H., E.B. Arnett, W.P. Erickson, A.R. Hoar, G.D. Johnson, R.P. Larkin, M.D. Strickland, R.W. Thresher, & M.D. Tuttle, 2007. Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. Frontiers in Ecology and the Environment 5: 315–324.

Langston, R.H.W. & S. Boggio, 2011. Foraging ranges of Northern Gannets *Morus bassanus* in relation to proposed offshore wind farms in the North Sea. RSPB report to DECC. Download via http://www.rspb.org.uk/Images/Langston_Boggio_2011_tcm9-273881.pdf

Larsen, J.K. & M. Guillemette, 2007. Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk. Journal of Applied Ecology 44: 516-522.

Larsson, A.K., 1994. The environmental impact from an offshore plant, Wind Engineering 18: 213-218.

Lascelles, B., N. Varty, K. Tanner & R. McCann, 2012. Northern Gannet. Overview of available information on http://seabird.wikispaces.com/Northern+Gannet.

Lehnert L.S., Kramer-Schadt S., Schönborn S., Lindecke O., Niermann I. & C.C. Voigt, 2014. Wind Farm Facilities in Germany Kill Noctule Bats from Near and Far. PLoS ONE 9(8): e103106.

Lengkeek, W., K. Didderen, M. Dorenbosch, S. Bouma, H. W. Waardenburg, 2013. Biodiversiteit van kunstmatige substraten. Een inventarisatie van 10 scheepswrakken op het NCP. Rapport 13-226, Bureau Waardenburg, Culemborg

Lensink R. & J. van der Winden, 1997. Trek van niet-zeevogels langs en over de Noordzee: een verkenning. Rapport 97-023, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink, R. & P.W. van Horssen, 2012. Een matrixmodel om effecten op een populatie te voorspellen van slachtoffers door windturbines. Rapport 11-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink R., C.J. Camphuysen, D.A. Jonkers, M.F. Leopold, H. Schekkerman, S. Dirksen, 1999. Falls of migrant birds, an analysis of current knowledge. Rapport 99.55, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink, R., J.W. de Jong & J.C. Kleyheeg-Hartman, 2015. Luchtfoto inventarisatie van op daken broedende meeuwen in Den Haag in 2010. Limosa 88: 114-124.

Leopold, M.F. & C.J. Camphuysen. 2007. Did the pile driving during the construction of the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee, the Netherlands, impact local seabirds? Rapport Wageningen. IMARES Nr. C062/07 - NoordzeeWind Rapport OWEZ_R_221_Tc_20070525 aan Nuon Energy Sourcing.

Leopold M.F., C.J. Camphuysen, C.J.F. ter Braak, E.M. Dijkman, K. Kersting & S.M.J. van Lieshout, 2004. Baseline studies North Sea Wind Farms: Lot 5 Marine Birds in and around the future sites Nearshore Windfarm (NSW) an Q7. Alterra-rapport 1048. Alterra, Texel.

Leopold M.F., E.M. Dijkman, L. Teal & the OWEZ-team, 2010. Local birds in and around the Offshore Wind Farm Egmond aan Zee (OWEZ). NoordzeeWind rapport OWEZ_R_221_T1_20100731_local_birds. Imares / NoordzeeWind, Wageningen / IJmuiden.

Leopold, M.F., R. van Bemmelen & A. Zuur, 2013. Responses of Local Birds to the Offshore Wind Farms PAWP and OWEZ off the Dutch mainland coast. IMARES Report nr. C151/12. IMARES, IJmuiden.

Leopold M.F., E.M. Dijkman, E. Winter, R. Lensink & M.M. Scholl, 2013. “Windenergie binnen 12 mijl” in relatie tot ecologie. Rapport C034b/13. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Leopold, M.F., M.P. Collier, A. Gyimesi, R. Jongbloed, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl, 2015. Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Additional note to IMARES report number C166/14. Imares Wageningen UR / Bureau Waardenburg Culemborg.

Lewis, S., T.N. Sherratt, K.C.Hamer & S. Wanless, 2001. Evidence of intraspecific competition for food in a pelagic seabird. Nature 412:816-819.

Limpens, H., K. Mostert & W. Bongers 1997. Atlas van de Nederlandse Vleermuizen. KNNV Uitgeverij, Utrecht. 260 blz.

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.

Lindeboom, H.J., Kouwenhoven, H.J., Bergman, M.J.N, Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., Fijn, R.C., de Haan, D., Dirksen, S., van Hal, R., Hille Ris Lambers, R., ter Hofstede, R., Krijgsveld, K.L., Leopold M. & Scheidat M., 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. Environmental Research Letters 6 035101 doi: 10.1088/1748-9326/6/3/035101.

LWVT/SOVON, 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Schuyt & Co, Haarlem.

Maclean, I.M.D., Wright, L.J., Showler, D.A. & M.M. Rehfisch, 2009. A review of assessment methodologies for offshore windfarms. BTO Report commissioned by COWRIE Ltd.

Marquenie, J., van der Laar, F., Poot, H. 2009. Groen Licht voor Vogels. De Levende Natuur 110(6): 290-291.

Masden, E.A. & A. Cook, 2016. Avian collision risk models for wind energy impact assessments. Environmental Impact Assessment Review 56: 43-49.

Masden, E. A., Haydon, D. T., Fox, A. D., Furness, R. W., Bullman, R., and Desholm, M., 2009. Barriers to movement: impacts of wind farms on migrating birds. – ICES Journal of Marine Science, 66: 746–753.

Masden, E.A., Reeve, R., Desholm, M., Fox, A. D., Furness, R.W., Haydon, D.T. 2012. Assessing the impact of marine wind farms on birds through movement modelling. Journal of The Royal Society Interface 9: 2120-2130.

Masden, E.A. & A. Cook, 2016. Avian collision risk models for wind energy impact assessments. Environmental Impact Assessment Review 56: 43-49.

May, R, O. Reitan, K. Bevanger, S.-H. Lorentsen & T. Nygård 2015. Mitigating wind-turbine induced avian mortality: Sensory, aerodynamic and cognitive constraints and options. Renewable and Sustainable Energy Reviews 42: 170-181.

McGuire, L.P, C. G. Guglielmo, S. A. Mackenzie & P.D. Taylor, 2012. Migratory stopover in the long-distance migrant silver-haired bat, Lasionycteris noctivagans. Journal of Animal Ecology 81(2): 377–385.

Meager, J.J., T. Solbakken, A.C. Utne-Palm, T. Oen, 2005. Effects of turbidity on the reactive distance, search time, and foraging success of juvenile Atlantic cod (Gadus morhua). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 62: 1978-1984

Mendel, B., J. Kotzerka, J. Sommerfeld, H. Schwemmer, N. Sonntag & S. Garthe 2014. Effects of the alpaha ventus offshore test site on distribution patterns, behaviour and flight heights of seabirds. In: BSH & BMU 2014. Ecological Research at the Offshore Windfarm Alpha ventus. Challenges, Results and Perspectives. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). Springer Spektrum.

Ministerie van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu. 2015. Vastgestelde notitie reikwijdte en detailniveau. Milieueffectrapport kavelbesluiten Borssele. Download via www.rvo.nl.

Mitchell, P.I., Newton, S.F., Ratcliffe, N. & Dunn, T.E. 2004. Seabird populations of Britain and Ireland: results of the Seabird 2000 census (1998-2002). T. and A.D. Poyser, London.

Morris S. 2014.http://www.theguardian.com/environment/2014/jan/20/thumb-sized-bat-crosses-english-channel.

Nagy S., Petkov N., Rees E., Solokha A., Hilton G., Beekman J. & Nolet B. 2012. International Single Species Action Plan for the Conservation of the Northwest European Population of Bewick's Swan (*Cygnus columbianus bewickii*). AEWA Technical Series No. 44. Bonn, Germany.

Natural England 2014. Site Improvement Plan – Alde / Ore Estuary. Download van http://publications.naturalengland.org.uk/publication/4884745984933888

Nelson, J.B. 1978. The gannet. T & AD Poyser, Berkhamsted, Herts.

Netwerk Ecologisch Monitoring (SOVON, RWS & CBS) 2015. Online soortenteksten dwergmeeuw, dwergstern, grote jager en zilvermeeuw. (download via https://www.sovon.nl/nl/content/vogelsoorten).

Niermann, I., R. Brinkmann, F. Korner-Nievergelt & O. Behr, 2011. Systematische Schlagopfersuche - Methodische Rahmenbedingungen, statistische Analyseverfahren und Ergebnisse. In Brinkmann *et al.* 2011.

Petersen I.K. & Fox A.D. 2007. Changes in bird habitat utilisation around the Horns Rev 1 offshore wind farm, with particular reference on Common Scoter. NERI Report. National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Rønde, Denmark.

Petersen, I.K., T.K. Christensen, J. Kahlert, M. Desholm & A.D. Fox, 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report National Environmental Research Institute, Ministry of the Environment, Rønde, Denmark.

Petersen, A., J.-K. Jensen, P. Jenkins, D. Bloch & F. Ingimarsson, 2014a. A review of the occurrence of bats (Chiroptera) on islands in the North East Atlantic and on North Sea installations. Acta Chiropterologica 16(1): 169-195.

Petersen, I.K., R.D. Nielsen, M.L. Mackenzie, 2014b. Post-construction evaluation of bird abundances and distributions in th eHorns Rev 2 offshore wind farm area, 2011 and 2012. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy. 51 pp.

Petersons G., 2004. Seasonal migrations of north-eastern populations of Nathusius' bat *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera). Myotis 41/42: 29-56.

Pettersson, J., 2005. The impact of offshore wind farms on bird life in Southern Kalmar Sound, Sweden. A final report based on studies 1999 – 2003. Swedish Energy Agency, Lund University.

Platteeuw M., 1991. Zeevogels langs de Nederlandse kust: wanneer, welke soorten en onder wat voor omstandigheden. Sula 5(1): 2-15.

Platteeuw M., N.F. van der Ham & J.E. den Ouden, 1994. Zeetrektellingen in Nederland in de jaren tachtig. Sula 8(1/2, special issue): 1-203.

Plonczkier P. & I.C. Simms, 2012. Radar monitoring of migrating pink-footed geese: behavioural responses to offshore wind farm development. Journal of Applied Ecology 49: 1187-1194. doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02181.x.

Poot, H., B.J. Ens, H. de Vries, M.A.H. Donners, M.R. Wernand & J.M. Marquenie 2008. Green light for nocturnally migrating birds. Ecology and Society 13(2): 47.

Poot M.J.M., 2013. Eerste gedachten over de haalbaarheid van nieuwe nearshore windparken in Nederland in relatie tot mogelijke effecten op vogels. Notitie 13.01476 in opdracht van Pondera Consult. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M.J.M., C. Heunks, H.A.M. Prinsen, P.W. van Horssen & T.J. Boudewijn, 2006. Zeevogels in de Voordelta in 2004/2005 en 2005/2006. Nulmeting in het kader van Monitoring en Evaluatie Programma, Project Mainport Rotterdam - MEP MV2, Perceel 4: Vogels. Rapport 06-244. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Poot M.J.M., R.C. Fijn R.J. Jonkvorst C. Heunks M.P. Collier, J. de Jong & P.W. van Horssen, 2011. Aerial surveys of seabirds and marine mammals in the Dutch North Sea May 2010 – April 2011. Distribution in relation to future offshore wind farms. Report 10-235. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot M.J.M., P.W. van Horssen, M.P. Collier, R. Lensink & S. Dirksen 2011. Effect studies Offshore Wind Egmond aan Zee: cumulative effects on seabirds. A modelling approach to estimate effects on population levels in seabirds. Report 11-026, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M.J.M., Fijn, R.C., Schoten, H. 2012. Aerial survey of Great Crested Grebes along the coast of Holland in February 2011 – how well can the thousands of Great Crested Grebes at sea be counted from the air? Sula 26: 49-70. [in Dutch, English summary and figure captions]

Poot, M.J.M., R.C. Fijn, J. de Jong & P.W. van Horssen, 2013a. Populatieschattingen zeevogels in de zone tot 80 km uit de Nederlandse kust met een extrapolatie naar de gehele Nederlandse EEZ. Resultaten Distance sampling en Distance analysis vliegtuigtellingen Shortlist Masterplan ‘Wind op Zee’ mei 2010 – april 2011. Rapport 13-243. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M.J.M., R.C. Fijn, C. Heunks, T.J. Boudewijn, J. de Jong, P.W. van Horssen, M. Japink, B. van den Boogaard, J. Bergsma, W. Lengkeek, S. Bouma, E.W.M. Stienen, W. Courtens, N. Vanermen, H. Verstraete, M.F. Leopold, P. Pruisscher, K. Buijtelaar, P.A. Wolf, M.S.J. Hoekstein, S.J. Lilipaly, S. van Rijn, J. Philipson, K. Hijne & M.R. van Eerden, 2013b. Hoofdstuk 4 Perceel Vogels. In: Kolff, G. van der & T. Prins. Jaarrapport 2012 PMR monitoring Natuurcompensatie Voordelta. Deel B. Deltares rapport 1200672-011.

Popper, A. N., and Hawkins, A. D. (eds) (2014). “The effects of noise on aquatic life II,” Springer Science+Business Media, LLC, New York.

Prins T.C., Twisk F., van den Heuvel-Greve M.J., Troost T.A., van Beek J.K.L., 2008. Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. Deltares, Report Z4513, june 2008.

Reid, J.B. & C.J. Camphuysen, 1998. The European Seabirds at Sea database. Biol. Cons. Fauna 102: 291.

Reubens J., 2011. Windmolens in de Noordzee: een kraamkamer voor de schaarse kabeljauw. Energienieuws 27 juli 2012.

Richardson, W.J., 1978. Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review. Oikos 30: 224-272.

Rijkswaterstaat 2015. Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee Deelrapport B - Bijlage Imares onderzoek Cumulatieve effecten op vogels en vleermuizen. Ministerie van Economische Zaken en ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Robinson, R.A., 2005 BirdFacts: profiles of birds occurring in Britain & Ireland – Sandwich Tern. BTO Research Report 407. BTO, Thetford (http://www.bto.org/birdfacts, accessed on 12/11/2014)

Rodgers, J. A. and Schwikert, S. T. (2002) Buffer-zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from disturbance by personal watercraft and outboard-powered boats. Conserv. Biol.16: 216–224.

Russ, J.M., Hutson, A.M., Montgomery, W.M., Racey, P.A., J.R. Speakman, 2001. The status of Nathusius' pipistrelle (Pipistrellus nathusii Keyserling & Blasius, 1839) in the British Isles. Journal of Zoology 254: 91-100.

Rydell, J., L. Bach, M.-J. Bubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues, & A. Hedenström, 2010a. Bat mortality at wind turbines in Northwestern Europe. Acta Chiropterologica 12: 261–274.

Rydell, J., L. Bach, M.-J. Bubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues, & A. Hedenström, 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal of Wildlife Research 56: 823-827.

Rydell, J., L. Bach, P. Bach, L. Guia Diaz, J. Furmankiewicz, N. Hagner-Wahlsten, E.-M. Kyheröinen, T. Lilley, M. Masing, M. Max Meyer , G. Pētersons, J. Šuba, V. Vasko, V. Vintulis, & A. Hedenström, 2014. Phenology of Migratory Bat Activity Across the Baltic Sea and the South- Eastern North Sea. Acta Chiropterologica 16(1): 139-147.

Scharringa, C.J.G., W. Ruitenbeek & P.J. Zomerdijk, 2010. Atlas van de Noord-Hollandse broedvogels 2005-2009. Samenwerkende Vogelwerkgroepen Noord-Holland (SVN) / Landschap Noord-Holland.

Schwemmer, P., Mendel, B., Sonntag, N., Dierschke, V. and Garthe, S. (2011) Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. Ecol. Appl. 21: 1851–1860.

Seiche, K. 2008. Fledermäuse uns Windenergieanlagen in Sachsen. Report to Freistaat Sachsen. Landesambt für Umwelt und Geologie.

Skov, H., S. Heinänen & M. Lazcny, 2015a. Offshore Wind Farm Eneco Luchterduinen Ecological monitoring of seabirds TConstr report. ENECO

Skov, H., S. Heinänen, L. Nyborg & M. Lazcny, 2015b. Offshore Wind Farm Eneco Luchterduinen Ecological monitoring of seabirds T0 report. ENECO

Sluiter J.W. & P.F. van Heerdt, 1966. Seasonal habits of the noctule bat (Nyctalus noctula). Arch. Neerlandaises de Zoologie 16: 423-439.

SNH 2010. Use of Avoidance Rates in the SNH Wind Farm Collision Risk Model.

Stone, E.L., S. Harris & G. Jones 2015. Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. Mammalian Biology 80: 213-219.

Strucker, R.C.W., M.S.J. Hoekstein & P.A. Wolf, 2014. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2013. RWS Waterdienst BM 14.12. Delta Project Management, Culemborg.

Strucker, R.C.W., F.A. Arts & M.S.J. Hoekstein, 2015. Kustbroedvogels in het Deltagebied in 2014. RWS Centrale Informatievoorziening BM 15.07. RWS Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Vlissingen.

Tasker, M.L., P.H. Jones, T.J. Dixon & B.F. Blake, 1984 Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. Auk 101, 567-577.

Thaxter, C.B., B. Lascelles, K. Sugar, A.S.C.P. Cook, S. Roos, M. Bolton, R.H.W. Langston & N.H.K. Burton, 2012a. Seabird Foraging Ranges as a Preliminary Tool for Identifying Candidate Marine Protected Areas. Biological Conservation 156: 53-61.

Thaxter, C.B., Ross-Smith, V.H., Clark, N.A., Conway, G.J., Wade, H., Masden, E.A., Rehfisch, M.M., Bouten, W. & Burton, N.H.K. 2012b. Measuring the interaction between marine features of Special Protection Areas with offshore wind farm development zones through telemetry: second year report. BTO Research Report No. 610. Report to UK Department of Energy and Climate Change.

Thaxter, C.B., V.H. Ross-Smith, W. Bouten, N.A. Clark, G.J. Conway, M.M. Rehfisch & N.H.K. Burton, 2015. Seabird–wind farm interactions during the breeding season vary within and between years: A case study of lesser black-backed gull *Larus fuscus* in the UK. Biological Conservation 186: 347-358.

Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guidelines for using the spreadsheet 'Bird collisions Deltares v.1-0.xls'. Deltares, 2008.

Tulp, I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P.W. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind park Tunø Knob in the Kattegat. Rapport 99.64. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Van den Berg, A.B. & C.A.W. Bosman 2001. Zeldzame vogels van Nederland. Avifauna van Nederland 1. Dutch Birding Association.

Van der Laar, F. 2007. Green light to birds: investigation into the effect of bird-friendly lighting. Report NAM location L15-FA-1. NAM, Assen, The Netherlands.

Van der Laar, F.J.T & W. Bosma. 1999. Vogeltrek boven de Noordzee. Stichting ter Bevordering van Natuurwetenschappelijk Onderzoek (SBNO).

Van der Hut, R.G.M., M. Kersten, F. Hoekema & A. Brenninkmeijer 2007. Kustvogels in het Wadden- en Deltagebied. Verspreidingskaarten van kustvogels voor het calamiteitensysteem CALAMARIS. A&W-rapport 907. Bureau Altenburg & Wymenga, Veenwouden.

Van der Wal, J.T., A. Gyimesi, R.C. Fijn & M. Scholl, 2015. 2nd Iteration: Effect of turbine capacity on collision numbers for three large gull species, based on revised density data, when assessing cumulative effects of offshore wind farms on birds in the Southern North Sea. Additional note to IMARES report number C166/14.

Van Eerden, M.R. & B. Voslamber, 1995. Mass fishing by Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Lake IJseelmeer, the Netherlands: a recent and succesfull adaptation to a turbid environment. Ardea 83: 199-212.

Van Duin C.F., Jaspers C.J., Kreft M., 2011. Offshore Windpark Q10. Milieueffectrapport. Grontmij, 2011.

Van Gasteren H., J. van Belle & L.S. Buurma, 2002. Kwantificering van vogelbewegingen langs de kust bij IJmuiden: en radarstudie. Rapport, Koninklijke Luchtmacht, Den Haag.

Van Hal R., Bos O.G., Jak R.G., 2011. Noordzee: systeemdynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011. Werkdocument 255 Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu Wageningen, september 2011.

Van Moorsel, G.W.N.M., 2003. Ecologie van de Klaverbank, Biota Survey 2002. Ecosub, Doorn, 154p.

Vanermen N. & E.W.M. Stienen, 2009. Seabirds & Offshore Wind Farms: Monitoring results 2008. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2009.8). INBO, Brussel.

Vanermen N., E.W.M. Stienen, W. Courtens & M. Van de Walle 2006. Referentiestudie van de avifauna van de Thorntonbank. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.A.2006.22). INBO, Brussel.

Vanermen N., E.W.M. Stienen, W. Courtens, T. Onkelinx, M. Van de Walle & H. Verstraete, 2013. Bird monitoring at offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Assessing seabird displacement effects. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.755887). INBO, Brussel.

Vanermen N., T. Onkelinx, W. Courtens, M. Van de Walle, H. Verstraete & E.W.M. Stienen, 2014. Seabird avoidance and attraction at an offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea. Hydrobiologia doi: 10.1007/s10750-014-2088-x

Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann & S. Kramer-Schadt, 2012. The catchment area of wind farms for European bats: A plea for international regulations. Biological Conservation 153: 80–86.

Voslamber, B., 1988. Visplaatskeuze, foerageerwijze en voedselkeuze van Aalscholvers *Phalacrocorax carbo* in het IJsselmeergebied in 1982. Flevobericht 286. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.

Votier, S.C., S. Bearhop, M.J. Witt, R. Inger, D. Thompson & J. Newton, 2010. Individual responses of seabirds to commercial fisheries revealed using GPS tracking, stable isotopes and vessel monitoring systems. Journal of Applied Ecology 47: 487-497.

Wakefield, Ewan D., Bodey, Thomas W., Bearhop, Stuart, Blackburn, Jez, Colhoun, Kendrew, Davies, Rachel, Dwyer, Ross G., Green, Jonathan A., Gremillet, David, Jackson, Andrew L., Jessopp, Mark J., Kane, Adam, Langston, Rowena H.W., Lescroel, Amélie, Murray, Stuart, Le Nuz, Mélanie, Patrick, Samantha C., Peron, Clara, Soanes, Louise M., Wanless, Sarah, Votier, Stephen C., Hamer, Keith C.. 2013 Space partitioning without territoriality in gannets. *Science*, 341 (6141). 68-70. 10.1126/science.1236077

Walls, R., S. Canning, G. Lye, L. Givens, C. Garrett & J. Lancaster 2013. Analysis of Marine Environmental Monitoring Plan Data from the Robin Rigg Offshore Wind Farm, Scotland. (Operational Year 1). E.ON Climate & Renewables & Natural Power publication 1022038.

Wanless, S., 1981. The Gannets of Boeray. Pp. 26-28 in: Duncan, N., Bullock, D. and Taylor, K. (Eds) The Boeray 1980 expedition - a report on the ecology and natural history of St Kilda. Unpublished University of Durham Expedition Report.

Wanless, S., 1984. The growth and food of young Gannets *Sula bassana* on Ailsa Craig. Seabird 7: 62–70.

Winter, H.V., G. Aarts & O.A. van Keeken 2010. Residence time and behaviour of sole and cod in the Offshore Wind farm Egmond aan Zee (OWEZ). Report number OWEZ_R_265_T1_20100916. Imares Wageningen UR.

Witbaard, R. & P. Kamermans, 2009. De bruikbaarheid van de klepstandmonitor op Ensis directus ten behoeve van de monitoring van aan zand winning gerelateerde effecten. NIOZ rapport 2009-10. NIOZ, Texel.

Wright, L.J., V.H. Ross-Smith, G.E. Austin, D. Massimino, D. Dadam, A.S.C.P. Cook, N.A. Calbrade & N.H.K. Burton, 2012. Assessing the risk of offshore wind farm development to migratory birds designated as features of UK Special Protection Areas (and other Annex 1 species). BTO Research Report No. 592, Strategic Ornithological Support Services - Project SOSS-05, Thetford, UK.

Bijlage I: Wettelijk Kader Natuurwetgeving

I.1 Inleiding

In deze bijlage worden de wettelijke kaders voor ecologische beoordelingen van ruimtelijke ingrepen en andere handelingen beschreven. In de wet 'Wind op Zee' (2014) wordt het zogeheten kavelbesluit geintroduceerd om de uitrol van het zogeheten SER-akkoord vorm te kunnen geven. Hierin worden ook de wettelijke kaders met betrekking tot natuur geschetst die moeten worden getoets binnen een dergelijk kavelbesluit, zoals bijvoorbeeld de Natuurbeschermingswet 1998 en de Flora- en faunawet. Hierin liggen ook de vergunningen (NBwet) en ontheffingen (Ffwet) verankerd dus waar in onderstaande tekst over vergunningen of ontheffingen wordt gesproken, moet dit worden bezien in het licht van het kavelbesluit. In de natuurbeschermingswetgeving wordt een onderscheid gemaakt tussen soortenbescherming en gebiedsbescherming. De soortenbescherming is in Nederland verankerd in de Flora- en faunawet (§ 1.2 van deze bijlage), de gebiedsbescherming in de Natuurbeschermingswet 1998 (§ 1.3). Met deze wetten geeft Nederland invulling aan de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen. De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) bepaalt de procedures bij ruimtelijke ingrepen (§ 1.4). De regels voor de Ecologische Hoofdstructuur zijn opgenomen in het Barro (§ 1.5). Ook wordt kort ingegaan op de betekenis van Rode lijsten (§ 1.6)

I.2 Flora- en faunawet

Het doel van de Flora- en faunawet is het instandhouden en beschermen van in het wild voorkomende planten- en diersoorten. De Flora- en faunawet kent zowel een zorgplicht als verbodsbepalingen. De zorgplicht geldt te allen tijde voor alle in het wild levende dieren en planten en hun leefomgeving, voor iedereen en in alle gevallen. De verbodsbepalingen zijn gebaseerd op het 'nee, tenzij' principe. Dat betekent dat alle schadelijke handelingen ten aanzien van beschermde planten- en diersoorten in principe verboden zijn (zie kader).

Verbodsbepalingen in de Flora- en faunawet (verkort)	
Artikel 8:	Het plukken, verzamelen, afsnijden, vernielen, beschadigen, ontwortelen of op een andere manier van de groeiplaats verwijderen van beschermde planten.
Artikel 9:	Het doden, verwonden, vangen of bemachtigen of met het oog daarop opsporen van beschermde dieren.
Artikel 10:	Het opzettelijk verontrusten van beschermde dieren.
Artikel 11:	Het beschadigen, vernielen, uithalen, wegnemen of verstoren van nesten, holen of andere voortplantings- of vaste rust- of verblijfsplaatsen van beschermde dieren.
Artikel 12:	Het zoeken, beschadigen of uit het nest halen van eieren van beschermde dieren.
Artikel 13:	Het vervoeren en onder zich hebben (in verband met verplaatsen) van beschermde planten en dieren.

Artikel 75 bepaalt dat vrijstellingen en en van deze verbodsbepalingen kunnen worden verleend. Het toetsingskader hiervoor is vastgelegd in het Vrijstellingenbesluit. Er gelden verschillende regels voor verschillende categorieën werkzaamheden. Er zijn vier beschermingsregimes corresponderend met vier groepen beschermde soorten (tabellen 1 t/m 3 en vogels, AmvB art. 75[2]).

Tabel 1. De algemene beschermde soorten
Voor deze soorten geldt een vrijstelling van verbodsbepalingen bij werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en bestendig gebruik en beheer. Ontheffing ten behoeve van andere activiteiten kan worden verleend, mits de gunstige staat van instandhouding niet in het geding is ('lichte toetsing').

Tabel 2. De overige beschermde soorten
Voor deze soorten geldt een vrijstelling van verbodsbepalingen bij werkzaamheden in het kader van ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en van bestendig gebruik en beheer, als op basis van een door de minister van EZ goedgekeurde gedragscode wordt gewerkt. Anders is ontheffing noodzakelijk, na lichte toetsing.

Tabel 3. De strikt beschermde soorten
Dit zijn de planten- en diersoorten vermeld in Bijlage 1 van het Vrijstellingenbesluit of in Bijlage IV van de EU-Habitatrichtlijn. Uit recente jurisprudentie blijkt dat de regels voor de Habitatrichtlijnsoorten nog strikter zijn[3]. Voor bestendig gebruik en beheer geldt voor de soorten van Bijlage 1 van het Vrijstellingenbesluit een vrijstelling van verbodsbepalingen, mits men werkt op basis van een door de minister van EZ goedgekeurde gedragscode. Voor ruimtelijke ingrepen is altijd een ontheffing op grond van artikel 75 van de Flora- en faunawet noodzakelijk. Deze kan worden verleend na een uitgebreide toetsing (zie onder). Voor de soorten van Bijlage IV van de EU-Habitatrichtlijn geldt hetzelfde regime, met één grote beperking. Ontheffing of vrijstelling kan alleen worden verleend op grond van dwingende redenen van groot openbaar belang, van het belang van het milieu, de openbare veiligheid, de volksgezondheid of de bescherming van wilde flora en fauna.

Vogels
Alle inheemse vogels zijn strikt beschermd. Ontheffing of vrijstelling kan alleen worden verkregen op grond van openbare veiligheid, volksgezondheid of bescherming van flora en fauna. De Vogelrichtlijn noemt zelfs 'dwingende redenen van groot openbaar belang' niet als grond[4]. Dat betekent dat alle activiteiten die leiden tot verstoring of vernietiging van in gebruik zijnde nesten buiten het broedseizoen moeten worden uitgevoerd. Het ministerie heeft een lijst gemaakt van soorten die hun nest doorgaans

[2] Voor soortenlijsten zie: *Besluit houdende wijziging van een aantal algemene maatregelen van bestuur in verband met wijziging van artikel 75 van de Flora- en faunawet en enkele andere wijzigingen*. 23 februari 2005.
[3] Zie uitspraken van de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State, 21 januari 2009 zaaknr. 200802863/1 en 13 mei 2009 nr. 200802624/1), en Rechtbank Arnhem, 27 oktober 2009 zaaknr. AWB 07/1013. Zie tevens de brief van het ministerie van LNV d.d. 26 augustus 2009 onder kenmerk ffw2009.corr.046 en de Uitleg aangepaste beoordeling ontheffing ruimtelijke ingrepen Flora- en faunawet.
[4] Zie vorige voetnoot.

het hele jaar door of telkens opnieuw gebruiken. Deze nesten zijn jaarrond beschermd[5].

De uitgebreide toetsing houdt in dat ontheffing alleen kan worden verleend als:
1. Er geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding van de soort;
2. Er geen andere bevredigende oplossing voorhanden is;
3. Er sprake is van een in of bij wet genoemd belang;
4. Er zorgvuldig wordt gehandeld.

Zorgvuldig handelen betekent het actief optreden om alle mogelijke schade aan een soort te voorkomen, zodanig dat geen wezenlijke negatieve invloed op de relevante populatie van de soort optreedt. In veel gevallen kan voorkomen worden dat een ontheffing nodig is, als mitigerende maatregelen er voor zorgen dat de verblijfplaatsen van dieren steeds kunnen blijven functioneren. Vooral voor soorten van Bijlage IV van de EU-Habitatrichtlijn en vogels is dit cruciaal (omdat er alleen ontheffing kan worden verkregen na zware toetsing).

I.3 Natuurbeschermingswet 1998

De Natuurbeschermingswet 1998 (kortweg: NB-wet) heeft tot doel het beschermen en instandhouden van bijzondere gebieden in Nederland. De belangrijkste zijn Natura 2000-gebieden en beschermde natuurmonumenten.

Beheerplan

Beheerplan van Natura 2000-gebieden

Artikel 19a lid 1: Gedeputeerde staten stellen voor een gebied een beheerplan vast waarin wordt beschreven welke instandhoudingsmaatregelen getroffen dienen te worden en op welke wijze. Tevens kan het beheerplan beschrijven welke handelingen en ontwikkelingen in het gebied en daarbuiten het bereiken van de instandhoudingsdoelstelling niet in gevaar brengen, mede gelet op de instandhoudingsmaatregelen die worden getroffen.

lid 3: Tot de inhoud van een beheerplan behoren ten minste
a. een beschrijving van de beoogde resultaten met het oog op het behoud of herstel van natuurlijke habitats en populaties van wilde dier- en plantensoorten in een gunstige staat van instandhouding in het aangewezen gebied mede in samenhang met het bestaande gebruik in dat gebied en, voor zover relevant voor het bereiken van de instandhoudingsdoelstelling, daarbuiten
b. een overzicht op hoofdlijnen van de noodzakelijke maatregelen met het oog op de onder a bedoelde resultaten.

lid 10: Voor zover er in een beheerplan projecten worden opgenomen die niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer van een Natura 2000-gebied maar die afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kunnen hebben voor het desbetreffende gebied, wordt het beheerplan eerst vastgesteld nadat gedeputeerde staten een Passende Beoordeling hebben gemaakt van de gevolgen voor het gebied, waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingsdoelstelling van dat gebied, en is voldaan aan de voorwaarden, genoemd in de artikelen 19g en 19h.

[5] Zie de Aangepaste lijst jaarrond beschermde vogelnesten ontheffing Flora- en faunawet ruimtelijke ingrepen, ministerie van LNV, augustus 2009.

Habitattoets voor activiteiten in of nabij Natura 2000-gebieden
In de habitattoets dient onderzocht te worden of een activiteit, gelet op de instandhoudingsdoelstellingen, negatieve effecten voor een Natura 2000-gebied kan hebben en zo ja of deze gevolgen significant kunnen zijn. In beginsel dient dit plaats te vinden door middel van een Passende Beoordeling. Om procedurele redenen kan er voor worden gekozen om een oriëntatiefase – soms ook wel 'voortoets' genoemd – te doorlopen. De inhoudelijke studie is in grote lijnen identiek. De oriëntatiefase kan leiden tot de conclusie dat een Passende Beoordeling noodzakelijk is als significante effecten niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. In de Passende Beoordeling kan aanvullend onderzoek uitgevoerd worden, er kunnen in de Passende Beoordeling ook mitigerende maatregelen opgenomen worden die er voor zorgen dat significante effecten met zekerheid zijn uit te sluiten.

In een 'oriëntatiefase' of 'Passende Beoordeling' worden de effecten apart en in samenhang met die van andere plannen en projecten ('cumulatieve effecten') beoordeeld. In de oriëntatiefase dient de beoordeling plaats te vinden zonder de mitigerende maatregelen mee te wegen, al kan het zinvol zijn de mitigatiemogelijkheden vast in beeld te brengen.

De toetsen kunnen de volgende uitkomsten hebben.
- Er treden met zekerheid *geen effecten* op; er is geen vergunning op grond van de NB-wet nodig en evenmin aanvullende maatregelen. Wel wordt aanbevolen de conclusies van dit onderzoek aan het bevoegd gezag voor te leggen.
- *Significant negatieve effecten kunnen niet worden uitgesloten*. Voor activiteiten die (mogelijk) een significant hebben is een vergunning nodig, die kan worden aangevraagd op basis van een "Passende Beoordeling" en na het doorlopen van de ADC-toets (zie Bijlage 1). Vooroverleg met het bevoegd gezag is noodzakelijk.
- Er zijn *(mogelijk) wel effecten, maar die zijn beperkt en zeker niet significant*, bepaalt het bevoegd gezag of er vergunning nodig is. In de vergunningsvoorschriften kunnen maatregelen worden opgelegd om negatieve effecten te verminderen of te voorkomen. Deze maatregelen zijn niet nodig om significante effecten te voorkomen.

Het verdient altijd aanbeveling de uitkomsten van de toets met het bevoegd gezag te bespreken.

Als significante effecten niet kunnen worden uitgesloten mag een vergunning alleen worden verleend als er voldaan is aan alle drie onderstaande ADC-criteria:
- Er zijn geen geschikte Alternatieven.
- Er is sprake van Dwingende redenen van groot openbaar belang, waaronder redenen van sociale en economische aard.
- Er is voorzien in exacte en tijdige Compensatie.

Habitattoets: de toetsing van projecten en plannen volgens de NB-wet (verkort)

Artikel 19d, lid1: Het is verboden zonder vergunning (...) projecten te realiseren of andere handelingen te verrichten die gelet op de instandhoudingsdoelstelling (...) de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen. Zodanige projecten of andere handelingen zijn in ieder geval projecten of handelingen die de natuurlijke kenmerken van het desbetreffende gebied kunnen aantasten.

Artikel 19e: [Het bevoegd gezag] houdt bij het verlenen van een vergunning rekening

a. met de gevolgen die een project of andere handeling, waarop de vergunningaanvraag betrekking heeft, gelet op de instandhoudingsdoelstelling, kan hebben voor een Natura 2000-gebied;

b. met een vastgesteld beheerplan, en

c. vereisten op economisch, sociaal en cultureel gebied, alsmede regionale en lokale bijzonderheden.

Artikel 19f, lid1: Voor projecten die niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer van een Natura 2000-gebied maar die afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen significante gevolgen kunnen hebben voor het desbetreffende gebied, maakt de initiatiefnemer een Passende Beoordeling van de gevolgen voor het gebied waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingsdoelstelling van dat gebied.

Artikel 19g, lid 1: Indien een Passende Beoordeling is voorgeschreven kan een vergunning slechts worden verleend indien [het bevoegd gezag] zich op grond van de Passende Beoordeling ervan heeft verzekerd dat de natuurlijke kenmerken van het gebied niet zullen worden aangetast.

lid 2: Bij ontstentenis van alternatieve oplossingen voor een project kan [het bevoegd gezag] ten aanzien van Natura 2000-gebieden waar geen prioritair type natuurlijke habitat of prioritaire soort voorkomt, een vergunning voor het realiseren van het desbetreffende project slechts verlenen om dwingende redenen van groot openbaar belang, met inbegrip van redenen van sociale of economische aard.

lid 3: Ten aanzien van Natura 2000-gebieden waar een prioritair type natuurlijke habitat of een prioritaire soort voorkomt, kan [het bevoegd gezag] bij ontstentenis van alternatieve oplossingen voor een project of andere handeling een vergunning slechts verlenen:

a. op argumenten die verband houden met de menselijke gezondheid, de openbare veiligheid of voor het milieu wezenlijke gunstige effecten of

b. na advies van de Commissie van de Europese Gemeenschappen om andere dwingende redenen van groot openbaar belang.

Artikel 19h, lid 1: Indien een vergunning om dwingende redenen van groot openbaar belang wordt verleend voor projecten, waarvan niet met zekerheid vaststaat dat die de natuurlijke kenmerken van het Natura 2000-gebied niet aantasten, verbindt [het bevoegd gezag] aan die vergunning in ieder geval het voorschrift inhoudende de verplichting compenserende maatregelen te treffen.

N.B. Het bevoegd gezag is meestal gedeputeerde staten van plaats waar het project plaatsvindt, maar soms is dat de minister van EZ.

Artikel 19j, lid1: Een bestuursorgaan houdt bij het nemen van een besluit tot het vaststellen van een plan dat, gelet op de instandhoudingsdoelstelling voor een Natura 2000-gebied, de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in dat gebied kan verslechteren of een significant verstorend effect kan hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen rekening

a. met de gevolgen die het plan kan hebben voor het gebied, en

b. met het voor dat gebied vastgestelde beheerplan.

lid 2: Voor plannen, die niet direct verband houden met of nodig zijn voor het beheer van een Natura 2000-gebied, maar die afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kunnen hebben voor het desbetreffende gebied, maakt het bestuursorgaan een Passende Beoordeling van de gevolgen voor het gebied waarbij rekening wordt gehouden met de instandhoudingsdoelstelling.

Cumulatieve effecten

In het onderzoek naar cumulatieve effecten, wordt het effect van het onderhavige plan of project in combinatie met andere ingrepen in beeld gebracht. Met andere woorden: in een studie naar de cumulatieve effecten dienen *alle* activiteiten (bestaand gebruik, nieuwe projecten) en plannen te worden betrokken, die op dezelfde instandhoudingsdoelstellingen negatieve effecten kunnen hebben als het eigen project/plan. Het doet daarbij in beginsel niet ter zake of er een verband is tussen het eigen project/plan en de andere projecten en plannen, of dat de effecten tijdelijk zijn of (naar verwachting) slechts beperkt van omvang zijn.

Significantie

Van significante effecten kan sprake zijn als ten gevolge van menselijk handelen het verwezenlijken van de instandhoudingsdoelen sterk wordt bemoeilijkt of onmogelijk wordt gemaakt. Dat is in ieder geval zo, als het oppervlak van een habitattype of een leefgebied of de kwaliteit van habitattype of leefgebied of de omvang van een populatie lager wordt dan genoemd in de instandhoudingsdoelen in het aanwijzingsbesluit. In de Leidraad bepaling Significantie wordt het begrip 'significante gevolgen' toegelicht.[6]

Externe werking

Ook activiteiten buiten het Natura 2000-gebied kunnen vergunningplichtig zijn als die activiteiten negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen voor het gebied (kunnen) veroorzaken. Dit wordt de 'externe werking' van de bescherming genoemd.

Bestaand gebruik

Bestaand gebruik volgens de NB-wet is gebruik dat op 31 maart 2010 bekend is, of redelijkerwijs bekend had kunnen zijn bij het bevoegd gezag. Bestaand gebruik dat zeker geen significante gevolgen voor een Natura 2000-gebied heeft, kan zonder vergunning worden voortgezet. Als significante effecten niet kunnen worden uitgesloten is een vergunning nodig, tenzij in het beheerplan maatregelen zijn voorzien om de effecten te beperken of te niet te doen.

Artikel 19d, lid 2:	Het verbod, bedoeld in het eerste lid, is niet van toepassing op het realiseren van projecten of het verrichten van andere handelingen, waaronder bestaand gebruik, alsmede de wijzigingen daarvan, overeenkomstig een beheerplan.
lid 4:	Het verbod, bedoeld in het eerste lid, is niet van toepassing op bestaand gebruik, behoudens indien dat gebruik een project is dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van een Natura 2000-gebied maar dat afzonderlijk of in combinatie met andere projecten of plannen significante gevolgen kan hebben voor het desbetreffende Natura 2000-gebied.

Beschermde natuurmonumenten

Het is niet toegestaan (zonder vergunning) handelingen te verrichten die het natuurschoon of de natuurwetenschappelijke waarde van beschermde natuurmonumenten aantasten. De toetsing voor beschermde natuurmonumenten is tamelijk licht. Er hoeft

[6] Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Publicatie Steunpunt Natura 2000, versie 27 mei 2010.

bijvoorbeeld geen sprake te zijn van een (dwingende) reden van groot openbaar belang, er is geen verplichte alternatievenafweging en geen compensatieplicht.
Dit lichte toetsingskader is ook van toepassing op de zogenaamde “oude doelen”, de doelen op het gebied van natuurschoon en natuurwetenschappelijke betekenis van (voormalige) staats- en beschermde natuurmonumenten, die zijn opgegaan in de nieuwe Natura 2000-gebieden.

Zorgplicht
Artikel 19l legt aan iedereen een zorgplicht voor beschermde natuurgebieden op. Deze zorg houdt in ieder geval in dat ieder die weet of redelijkerwijs kan vermoeden dat een handeling nadelige gevolgen heeft, verplicht is die handeling achterwege te laten of, als dat redelijkerwijs niet kan worden gevergd, eventuele gevolgen zoveel mogelijk te beperken of ongedaan te maken. De nadelige handelingen hebben betrekking op de instandhoudingsdoelen in het geval van een Natura 2000-gebied en op de wezenlijke kenmerken in het geval van een beschermd natuurmonument.

I.4 Natuurnetwerk Nederland en Barro

Natuurnetwerk Nederland (NNN, voorheen EHS) heeft als doel om van de bestaande en nieuwe natuur een goed functionerend netwerk te maken. Het ruimtelijk beleid voor de NNN is gericht op ‘behoud, herstel en ontwikkeling van de wezenlijke kenmerken en waarden’ van de NNN. Op plannen, projecten of handelingen binnen de NNN is het ’nee, tenzij’-regime van toepassing. Vanaf 1 oktober 2012 is het nee, tenzij-regime vastgelegd in het Besluit algemene regelingen ruimtelijke ordening, kortweg Barro.

Het Barro bepaalt dat provincies de (begrenzing van de) NNN moeten vastleggen in een provinciale verordening. In die verordening worden regels gesteld omtrent de inhoud van en de toelichting bij bestemmingsplannen in het belang van de realisatie, bescherming, instandhouding en verdere ontwikkeling van de beoogde natuurkwaliteit van de NNN
De provincies moeten de wezenlijke kenmerken en waarden van de NNN vastleggen. De wezenlijke kenmerken en waarden zijn de huidige en potentiële waarden, gebaseerd op de natuurdoelen voor het gebied. De natuurdoelen worden vaak per perceel in natuurdoeltypen of beheertypen vastgelegd.
Het Barro bepaalt in art. 2.10.4 de voorwaarden waaronder plannen kunnen worden toegestaan, die (per saldo) leiden tot een significante aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden, of een significante vermindering van de oppervlakte of de samenhang van de NNN:
- er is sprake van een groot openbaar belang (waaronder in ieder geval worden gerekend: de veiligheid, de hoofdinfrastructuur, de drinkwatervoorziening, de plaatsing van installaties voor de opwekking van elektriciteit met behulp van windenergie of de plaatsing van installaties voor de winning, opslag of transport van aardgas),
- er zijn geen reële andere mogelijkheden, en

- de negatieve effecten worden waar mogelijk beperkt en de overblijvende effecten worden gecompenseerd.

De begrenzing kan alleen worden gewijzigd voor zover op basis van een ecologische onderbouwing is vastgesteld dat:

1. de wijziging leidt tot een verbetering van de samenhang van de NNN of tot een betere inpassing van de NNN in de planologische omgeving, en
2. ten minste de kwalitatieve en kwantitatieve doelstellingen van de NNN in het desbetreffende gebied worden behouden; of
3. ten behoeve van een kleinschalige ontwikkeling voor zover:
    a. de aantasting van de wezenlijke kenmerken en waarden en van de samenhang van de NNN als gevolg van de ontwikkeling beperkt is;
    b. de voorgenomen wijziging leidt tot een kwalitatieve of kwantitatieve versterking van de NNN in het desbetreffende gebied;
    c. de voorgenomen wijziging ertoe niet leidt dat de oppervlakte van de NNN afneemt;
    d. de voorgenomen wijziging zorgvuldig is onderbouwd, waarbij blijkend uit de bij het bestemmingsplan behorende toelichting in ieder geval alternatieven zijn afgewogen, en
    e. maatregelen worden genomen die een goede landschappelijke en natuurlijke inpassing borgen.

In principe wordt de eventuele compensatieopgave buiten de NNN gerealiseerd. De compensatie hoeft niet in de nabijheid van de ingreep plaats te vinden en hoeft ook niet in hetzelfde natuurtype te worden uitgevoerd. Het gaat erom dat de positieve ecologische effecten van realisatie van de compensatie op de NNN (in natuurkwaliteit, oppervlakte of ruimtelijke samenhang) gelijkwaardig zijn aan de negatieve effecten van de ingreep in de NNN. Realisatie van de compensatie in de NNN is mogelijk, bijvoorbeeld als dat kan leiden tot een versnelling van de realisatie van de NNN. Voorwaarde daarbij is dat er door middel van een herbegrenzing tegelijkertijd voor wordt gezorgd dat de omvang van de NNN niet afneemt.

I.5 Rode lijsten

Rode lijsten zijn geen wettelijke instrumenten, maar zijn sturend voor beleid. Zij dienen om prioriteiten in middelen en maatregelen te kunnen bepalen. Bij het beoordelen van maatregelen en ingrepen kunnen de Rode lijsten echter wel een belangrijke rol spelen. Er zijn nu landelijke Rode lijsten vastgesteld voor paddestoelen, korstmossen, mossen, vaatplanten, platwormen, land- en zoetwaterweekdieren, bijen, dagvlinders, haften, kokerjuffers, libellen, sprinkhanen en krekels, steenvliegen, vissen, amfibieën, reptielen, zoogdieren en vogels (LNV 2004). Een aantal provincies heeft aanvullende provinciale Rode lijsten opgesteld.
Van soorten op de Rode lijst moet worden aangenomen dat negatieve effecten van ingrepen de gunstige staat van instandhouding relatief gemakkelijk in gevaar brengen.

Waar het beschermde soorten betreft zal er dus extra aandacht aan mitigatie en compensatie moeten worden besteed. Bij niet-beschermde soorten of soortgroepen kunnen op grond van de zorgplicht extra maatregelen worden gevergd. Bij een aantal soortgroepen gaat het echter om tientallen of honderden moeilijk vast te stellen soorten, waardoor de waarde voor praktische toepassingen vaak beperkt is.

I.6 Kaderrichtlijn Water (KRW) en Waterwet

Toetsingskader KRW

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft tot doel het bereiken van een goede ecologische en chemische toestand in alle wateren in Europa in 2015. De invoering van de KRW brengt voor waterbeheerders verschillende verplichtingen met zich mee zoals het bepalen van doelstellingen, het uitvoeren van herstelmaatregelen en het meten van de resultaten. De KRW gaat uit van een resultaatsverplichting.

Waterwet en Bkmw

De Nederlandse Waterwet voegt de volgende acht bestaande waterbeheerwetten samen:

- Wet op de waterhuishouding.
- Wet verontreiniging oppervlaktewateren.
- Wet verontreiniging zeewater.
- Grondwaterwet.
- Wet droogmakerijen en indijkingen.
- Wet op de waterkering.
- Wet beheer rijkswaterstaatswerken (de 'natte' delen daarvan).
- Waterstaatswet 1900 (het 'natte' gedeelte ervan).

Daarnaast wordt vanuit de Wet bodembescherming de regeling voor waterbodems ondergebracht bij de Waterwet. De Waterwet is per 22 december 2009 in werking getreden.

De Nederlandse voorschriften en doelstellingen uit de KRW, de Grondwaterrichtlijn en de Richtlijn Prioritaire Stoffen zijn geïmplementeerd in het Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water (Bkmw) 2009. De doelen voor de goede chemische en ecologische toestand van oppervlaktewaterlichamen worden wettelijk vastgelegd in de vorm van milieukwaliteitseisen. De chemische doelen zijn direct verwoord in het Besluit, de ecologische doelen zijn opgenomen via een verwijzing naar de referenties en maatlatten voor natuurlijke wateren (STOWA 2007-32) en omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen (STOWA 2007-32b).

Het Besluit en de Wet milieubeheer (Wm) geven daarnaast een nadere uitwerking van de KRW-doelstelling van geen achteruitgang. Het Besluit brengt uitdrukkelijk geen directe koppeling tot stand tussen individuele besluiten (bijvoorbeeld vergunningen) en de vastgelegde milieukwaliteitseisen. De milieukwaliteitseisen worden alleen

gekoppeld aan de bevoegdheid tot het vaststellen van plannen in het kader van de Waterwet. Dit betekent dat doorwerking van de eisen uit het Bkmw naar individuele besluiten indirect gebeurt via de water(beheer)plannen. In de water(beheer)plannen worden de doelstellingen specifiek uitgewerkt naar waterlichamen en wordt aangegeven hoe hierop voor nieuwe activiteiten wordt getoetst. Voor de rijkswateren vindt deze uitwerking plaats in het 'Toetsingskader waterkwaliteit'. Dit vormt een bijlage bij het Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 (BPRW)

Omdat het toetsingskader voorlopig alleen is opgesteld voor de Rijkswateren, worden alleen deze wateren hier besproken. Een toetsingskader voor regionale wateren is in voorbereiding.

Het Toetsingskader waterkwaliteit
Ter bescherming en verbetering van de waterkwaliteit voert Rijkswaterstaat de komende planperiode verschillende soorten maatregelen uit (zie BPRW). Zo wordt het huidige beschermingsniveau van de waterkwaliteit gehandhaafd, zoals de KRW vereist. Voor nieuwe activiteiten of ingrepen in een waterlichaam moet een toetsing worden uitgevoerd. De centrale vraag daarbij is of de KRW-doelstellingen voor het waterlichaam waarop de activiteit mogelijk effecten heeft, nog wel behaald kunnen worden als de activiteit daadwerkelijk plaatsvindt.
De begrenzing van oppervlaktewaterlichamen in de Waterwet is doorgaans ruimer dan die in het kader van de KRW. De KRW-waterlichamen zijn in de meeste gevallen beperkt tot het natte areaal, terwijl Rijkswaterstaat in het kader van de Waterwet ook het waterstaatkundig beheer voert over drogere gebieden in de uiterwaarden en de buitendijkse gebieden rond de grote meren. Initiatieven in gebieden die op grond van de Waterwet zijn aangewezen als de drogere oevergebieden, zullen alleen in aanmerking komen voor een toets vanuit KRW-perspectief als daar concreet externe effecten op een KRW-waterlichaam te verwachten zijn.

De begrenzing van de KRW-waterlichamen is te vinden op de gedetailleerde kaarten in de achterliggende brondocumenten voor de waterlichamen. De begrenzing van de oppervlaktewaterlichamen in de zin van de Waterwet voor zover in beheer bij Rijkswaterstaat is te vinden in de Waterregeling.

Bevoegd gezag
Rijkswaterstaat (regionale diensten) is bevoegd gezag voor nieuwe vergunningen op grond van de Ontgrondingenwet (OW) en Waterwet (WW). Bepaalde initiatieven zijn dusdanig groot van omvang dat daarvoor een milieueffectrapport (MER) nodig is als onderdeel van de besluitvorming. Ook daar geldt de rol als bevoegd gezag. De rol van bevoegd gezag geldt ook voor het geval van algemene regels (zoals Activiteitenbesluit) waarbij het toepassen van maatwerkvoorschriften mogelijk is.
Het Toetsingskader KRW bestaat analoog aan de richtlijn zelf, uit een onderdeel Chemie en een onderdeel Biologie met elk hun eigen beslisschema.

Chemie

Dit onderdeel van het toetsingskader geldt voor alle individuele besluiten waar lozingen of emissies van stoffen of warmte aan de orde zijn. Hiervoor zijn de volgende doelstellingen relevant:

- Chemische toestand: de normen voor prioritaire (gevaarlijke) stoffen.
- Ecologische toestand: BPRW 2010-2015: Toetsingskader KRW (zie hierna)
  - Algemene fysisch-chemische parameters (nutriënten, temperatuur etc)
  - Overige relevante stoffen.

De toetsing geschiedt voor al deze parameters op een vergelijkbare wijze. Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat voor de algemene fysisch-chemische parameters vijf toestandsklassen gelden (conform het STOWA-rapport waarin de ecologische doelen zijn vastgelegd) en voor de andere parameters niet. Voor de chemische toestand kent de KRW maar twee toestandsklassen. De overige relevante stoffen fungeren als indicatoren voor de ecologische toestand. Voor deze stoffen gelden de facto ook maar twee toestandsklassen: goed (voldoet wel aan de norm) en niet goed (voldoet niet aan de norm).

De toetsing gebeurt op basis van enerzijds inzicht in de belasting (aandeel verschillende bronnen en toename als gevolg van extra lozing) en de huidige toestand (hoeveel ruimte is er tot een volgende onderliggende klassegrens). Als de toestand slecht is of vlak bij een lagere klassegrens ligt, lijkt een restrictieve benadering noodzakelijk (>1% toename is significant). Is de toestand goed of ligt deze ver af van een lagere klassegrens, dan is een ruimere grens voor significantie te hanteren. Als een dergelijke toets leidt tot de conclusie dat er sprake is van een reëel risico op achteruitgang dan kan een lozing of activiteit niet zonder aanvullende randvoorwaarden plaatsvinden. Deze aanvullende maatregelen kunnen liggen in extra zuiveringsstappen, aanpassing van lozingslocatie bij lozingen of aanpassing van allocatie, ontwerp of inrichting van ruimtelijke ingrepen. Dit kan leiden tot een inperking of weigering ten opzichte van wat is aangevraagd.

Toetsingskader chemie

De werkwijze is samengevat in het beslisschema (fig. 1).

Als er sprake is van een achteruitgang van de chemische toestand of een indicatie voor achteruitgang van de ecologische toestand, kan de aanvraag niet zomaar gehonoreerd worden. In dat geval komt de vergunningverlener in het beslisschema op een omslagpunt van ‘ja, mits’ naar ‘nee, tenzij’ als leidend criterium voor de vraag of het aangevraagde vergund mag worden. In dat geval is een nadere afweging aan de orde waarbij het weigeren van de vergunning uiterste mogelijkheid is. Het stellen van aanvullende voorwaarden zodat wel voorkomen wordt dat er sprake is van achteruitgang is eveneens een optie. Het weigeren van een vergunning heeft grote rechtsgevolgen en een zorgvuldige afweging en motivering op maat. Ditzelfde geldt voor het stellen van aanvullende voorwaarden boven BBT. Hiervoor moeten geavanceerde modellen worden gebruikt, Hierbij kunnen de volgende elementen betrokken worden:

- Een achteruitgang van de zeer goede naar de goede ecologische toestand is toegestaan tengevolge van nieuwe duurzame ontwikkeling (artikel 4.7 KRW).
- De te vergunnen emissie wordt voldoende gereduceerd door aanvullende maatregelen binnen de aangevraagde activiteit in kwestie (BBT-plus).
- De te vergunnen emissie wordt binnen de planperiode met zekerheid gecompenseerd door maatregelen elders binnen of bovenstrooms van het waterlichaam.
- Het lozingspunt is te verplaatsen naar een andere locatie of een andere waterlichaam waar dit geen achteruitgang van de toestand oplevert.

Gelet op het hoge abstractieniveau van deze toetsing (waterlichaamniveau) in vergelijking met de emissie-immissietoets (niveau van de mengzone) is de verwachting dat in veruit de meeste gevallen waarin een lozing aanvaardbaar is op grond van de emissie-immissietoets geen sprake zal zijn van een (indicatie voor) achteruitgang van de toestand. In die gevallen waarin dit wel zo is, dient bijzondere aandacht te worden besteed aan motivering en interne toetsing van de vergunning of het besluit.

Biologie
Het Beslisschema voor Biologie bestaat uit twee delen: een toetsingskader algemeen (Deel 1) en een toetsingskader waterype afhankelijk (Deel 2). Afhankelijk van de antwoorden moeten 1 of 2 stroomschema's worden doorlopen (zie fig. 2 en 3):

Deel 1: toetsingskader algemeen
Hierin staan enkele algemene vragen die voor alle waterlichamen van belang zijn en niet of nauwelijks watertype afhankelijk zijn. Hierbij wordt gekeken naar:
1. De locatie van de ingreep.
2. Het voorkomen van de ingreep op lijsten van ingrepen zonder significante negatieve effecten op de ecologische kwaliteit.
3. Effecten op een geplande of reeds uitgevoerde KRW-maatregel. Dit is van belang omdat er een resultaatsverplichting zit op de omvang van de geplande KRW-maatregelen.

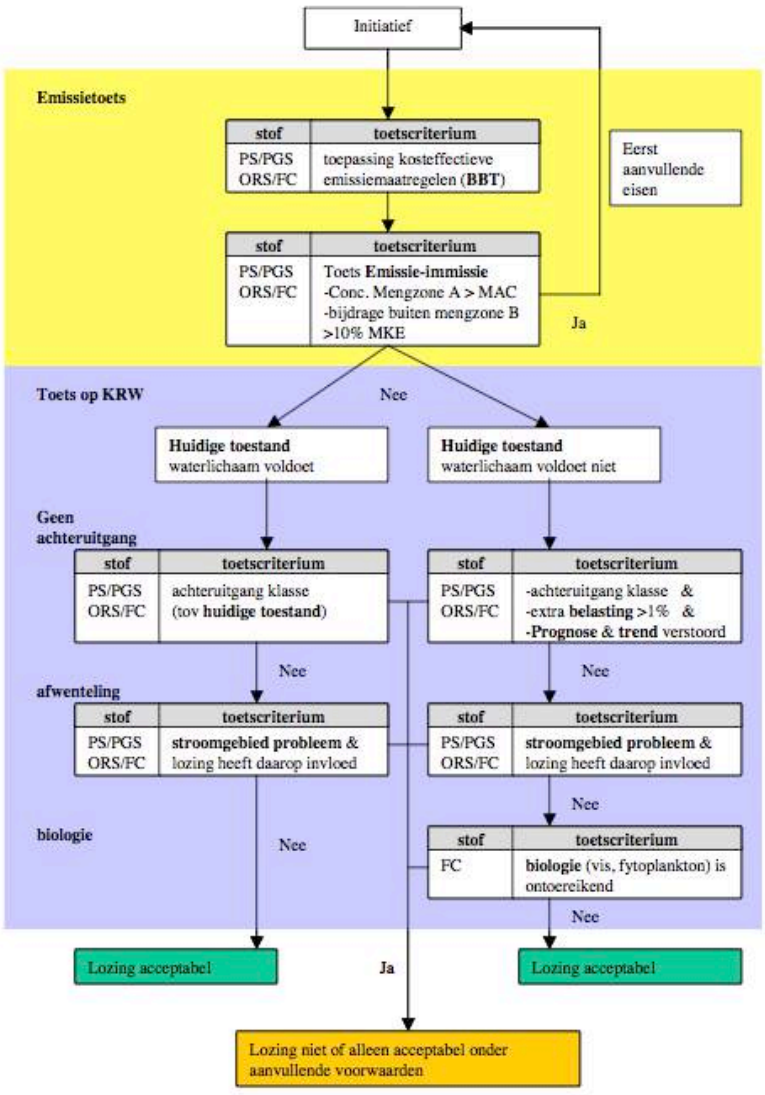
Denk hierbij ook aan de ruimteclaim van nog geplande KRW-maatregelen.
Indien dit stroomschema nog geen uitsluitsel biedt over eventuele effecten van een ingreep op de biologische kwaliteit dan wordt het volgende stroomschema doorlopen:

Deel 2: toetsingkader watertype afhankelijk
Het watertype waar het waterlichaam toe behoort (zie programma), bepaalt waar specifiek naar moet worden gekeken bij het doorlopen van deel 2 van het toetsingskader (Rivieren, Meren, Kanalen of Kustwateren en Overgangswateren). In deel 2 van het toetsingskader wordt onderzocht welke effecten van een nieuwe ingreep zijn te verwachten op de biologische kwaliteit. Dit stroomschema is opgesteld van grof naar fijn waarin achtereenvolgens wordt getoetst of:

I.) de biologische kwaliteit wordt beïnvloed door de ingreep en of deze invloed voldoende groot is om als significant te worden aangemerkt. De biologische kwaliteit wordt gemeten met maatlatten per biologische kwaliteitselement die per watertype verschillen (zie brondocumenten). De onderdelen van deze maatlatten spelen onder andere in op de grootte van het ecologisch relevant areaal, de kwaliteit hiervan en voor sommige watertypen de (vis)optrekbaarheid.

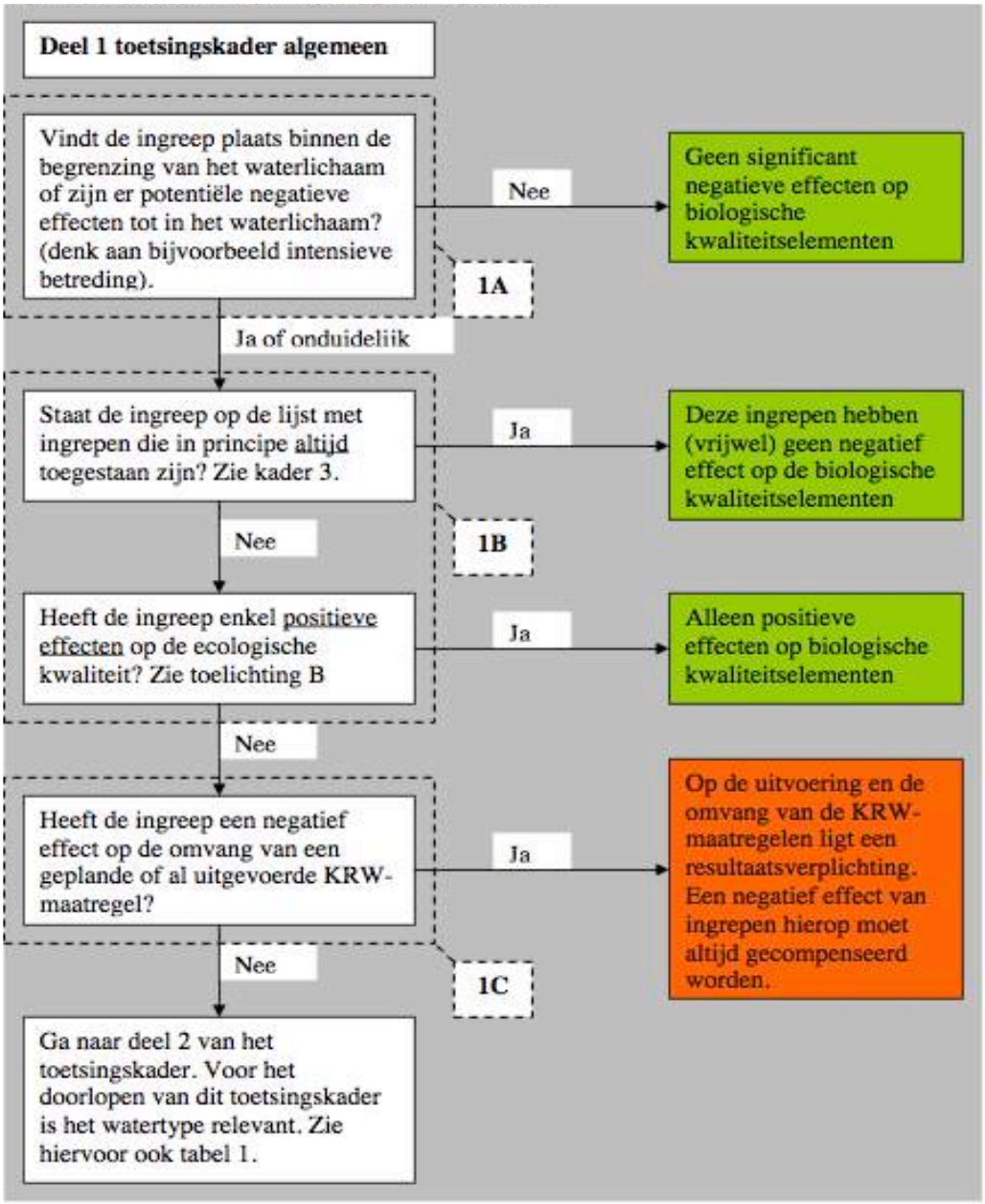
II.) de ingreep de sturende kenmerken van het watertype negatief beïnvloed;

III.) eventuele negatieve effecten voldoende worden gemitigeerd of gecompenseerd.

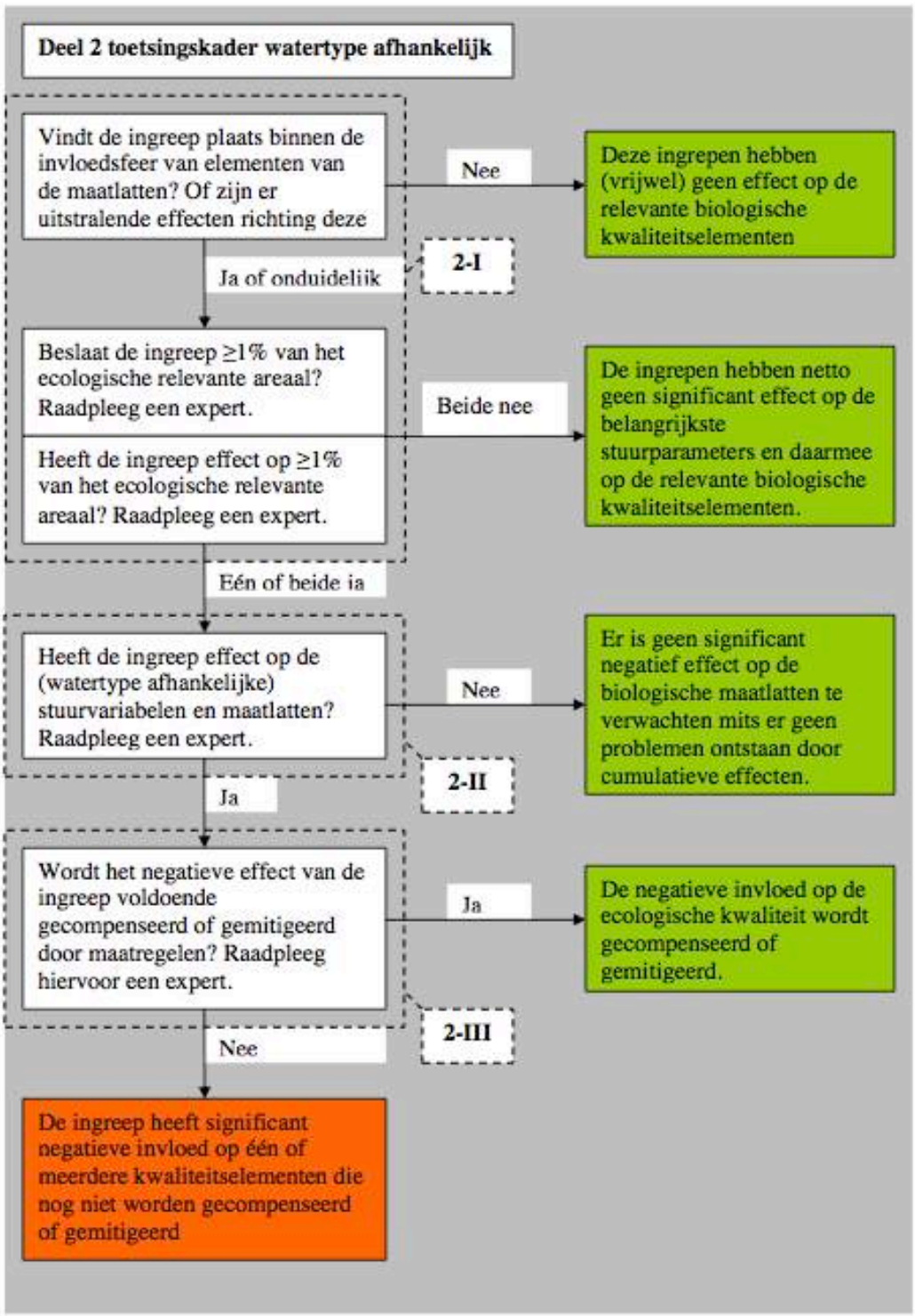


*NB. De mengzone kent verschillende zones en eisen. Mengzone A is de zone dicht bij het lozingspunt, deze grens ligt op 0,25 * breedte waterlichaam met een maximum afstand van 25 m. Daarbinnen mogen geen acute effecten optreden. Mengzone B is de grens waarbij er geen noemenswaardige toename meer zichtbaar mag zijn. Deze grens ligt op 4 * breedte met een maximum van 1000 m.*

Figuur 1 Beslisschema chemie



Figuur 2 Beslisschema ecologie: algemeen gedeelte



Figuur 3 Beslisschema ecologie: watertype specifiek

Eindresultaat van de stroomschema's

In de stroomschema's is met groen aangegeven wanneer de effecten niet aanwezig of niet significant zijn of dat ze voldoende worden gemitigeerd/gecompenseerd. In dat geval kan de vergunning voor de ingreep worden verleend. Met oranje is aangegeven wanneer de negatieve effecten als significant worden ingeschat. Om toch tot vergunningverlening over te kunnen gaan zullen dan aanvullende voorwaarden worden overwogen. Is het mitigeren of compenseren van de negatieve effecten van de ingreep hiermee ook niet mogelijk dan zal vergunning niet of slechts onder aanvullende voorwaarden mogelijk zijn. Dit toetsingskader is een richtlijn. Bij het doorlopen moet men blijven nadenken en het kader dus niet te stringent doorlopen. Wanneer de uitkomst van het schema 'groen' is dan moet daar altijd de gedachte 'ja, mits' bij geplaatst worden. Bij een 'oranje' uitkomst is het antwoord 'nee, tenzij'.

I.7 Literatuur

Ministerie van I&M, 2012. Besluit van 28 augustus 2012, houdende wijziging van het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening en van het Besluit ruimtelijke ordening in verband met de toevoeging van enkele onderwerpen van nationaal ruimtelijk belang, Stb 388 (2012).

Ministerie van LNV, 2009. Besluit van de minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 28 augustus 2009, nr. 25344, houdende vaststelling van geactualiseerde Rode lijsten flora en fauna.

Ministerie van LNV, 2005a. Algemene Handreiking Natuurbeschermingswet 1998. Ministerie van LNV, Den Haag.

Ministerie van LNV, 2005b. Buiten aan het werk? Houd tijdig rekening met beschermde dieren en planten! Ministerie van LNV, Den Haag.

Ministerie van LNV & IPO, 2007. Spelregels EHS. Ministerie van LNV/IPO, Den Haag.

www.wetten.nl.

omgevingsvergunning.vrom.nl/

www.vrom.nl/pagina.html?id=3410 (nota ruimte)

Steunpunt Natura 2000 (2010). Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. versie 27 mei 2010. RegieBureau Natura 2000, Utrecht.

Steunpunt Natura 2000 (2007). Toepassing begrippenkader Natuurbeschermingswet 1998. Intern werkdocument voor opstellers beheerplannen Natura 2000 en vergunningverleners Nb-wet. RegieBureau Natura 2000, Utrecht.

Steunpunt Natura 2000 (2008). Aanvulling op 'Toepassing begrippenkader Nb-wet '98' • Bestaand gebruik • Externe Werking. Intern werkdocument voor opstellers beheerplannen Natura 2000 en vergunningverleners Nb-wet. RegieBureau Natura 2000, Utrecht.

Bijlage II: Trekroutes van vogels over de Noordzee

Deze bijlage bevat kaarten met indicatieve vliegbanen van trekvogels op de Nederlandse Noordzee overgenomen uit Lensink & van der Winden (1997), Lensink (2013) in Leopold *et al.* (2013) en Jaspers Faijer & van Dam (2013) zoals ook samengevat in Fijn & Poot (2014).

Literatuur

Fijn, R.C. & M.J.M. Poot 2014. Vliegintensiteit en vliegroutes van vogels boven kavel Borssele. Notitie 14-528/14.04045/RubFi, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Jaspers Faijer, M. & P. van Dam 2013. Cumulative Effects of Offshore Wind Farms in the North Sea. – Discussion Report. Project number 712030. Pondera Consult, Hengelo.

Lensink R. & J. van der Winden 1997. Trek van niet-zeevogels langs en over de Noordzee: een verkenning. Rapport 97-023, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Leopold M.F., E.M. Dijkman, E. Winter, R. Lensink & M.M. Scholl. 2013. “Windenergie binnen 12 mijl” in relatie tot ecologie. Rapport C034b/13. Imares Wageningen UR, Wageningen.

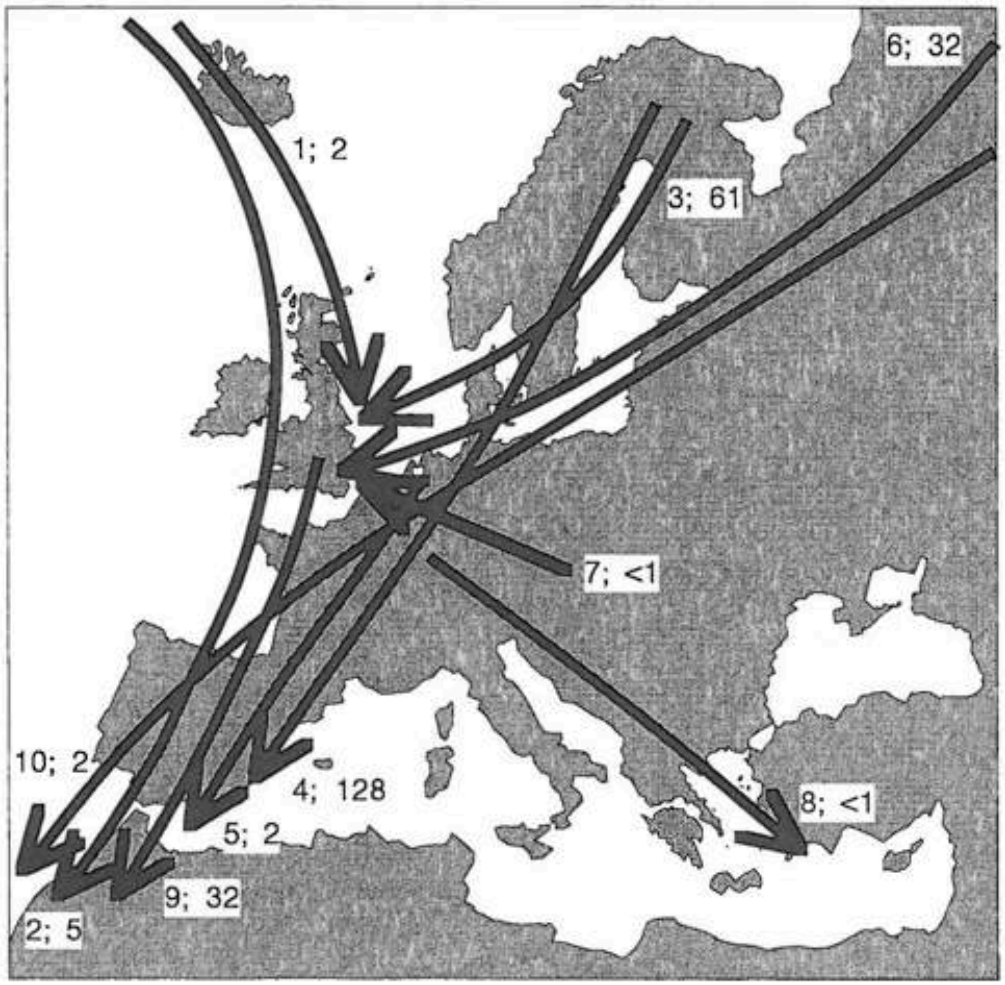


Figure II.1 De belangrijkste trekroutes van vogels die de Noordzee oversteken (naar Lensink & van der Winden 1997). Naast elke individuele pijl staan indicatieve aantallen trekvogels in miljoenen.

Figure II.I: Northern Gannet

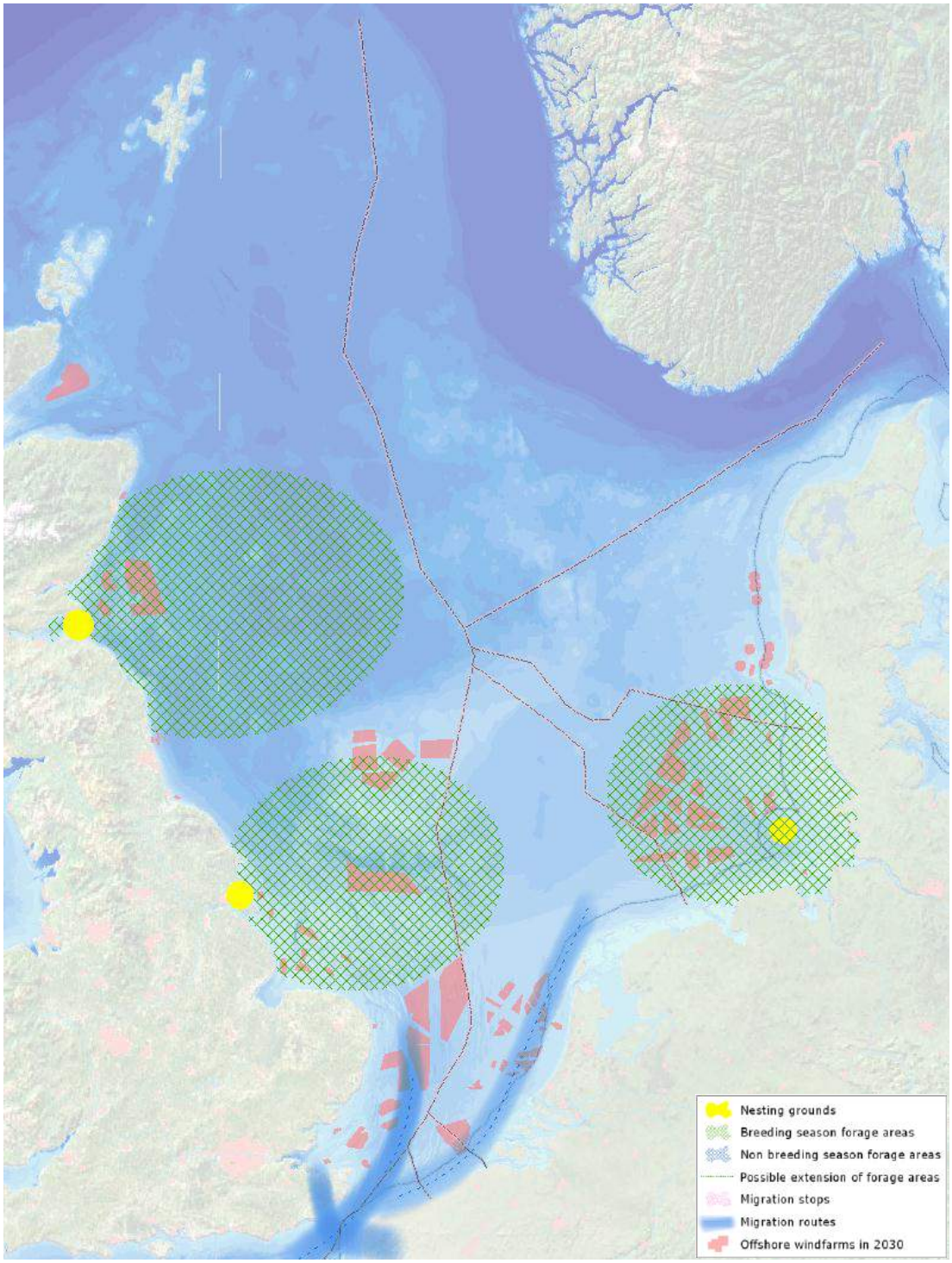


Figure II.II: Lesser Black-backed Gull (Texel colony)

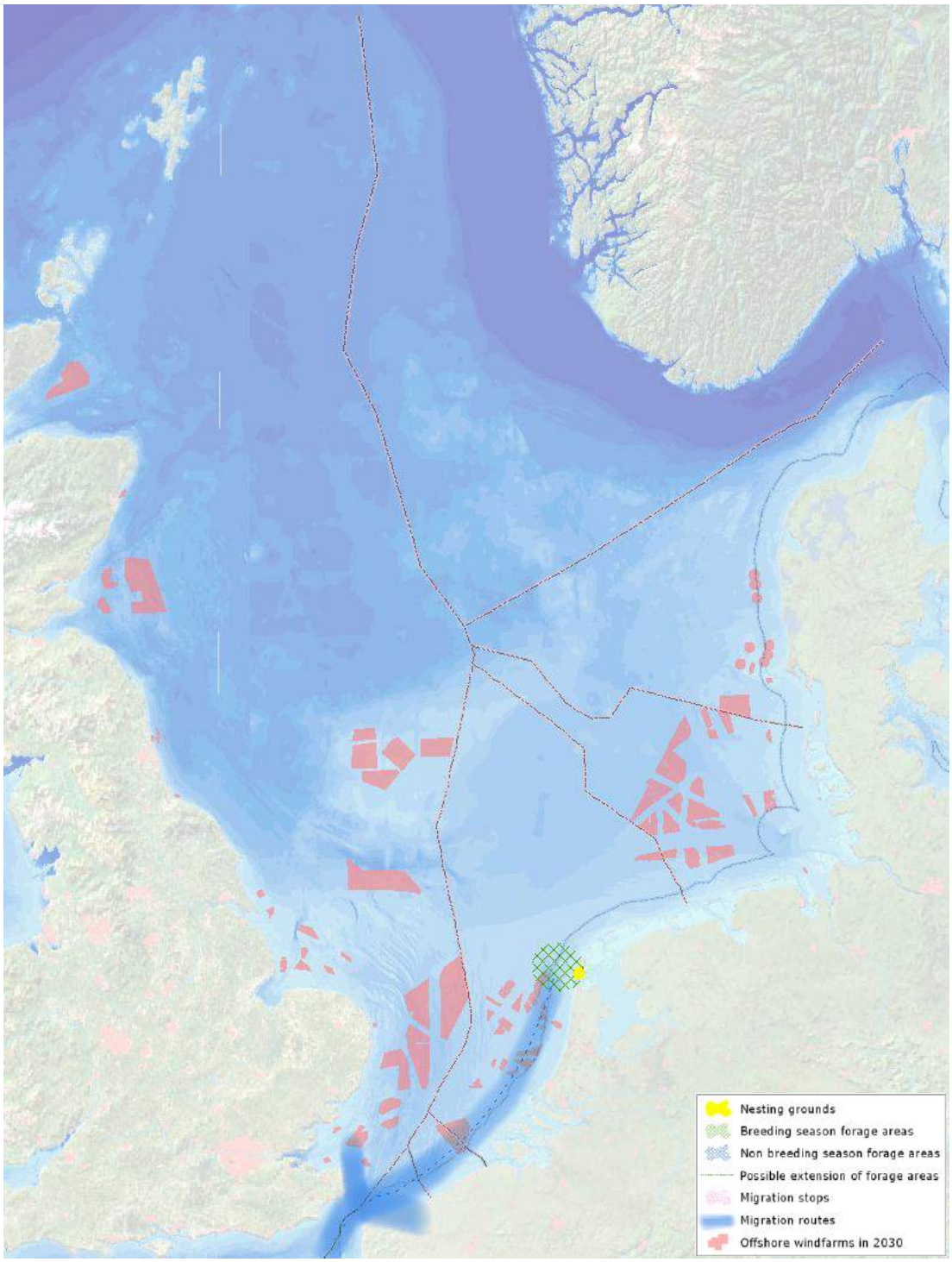


Figure II.III: Sandwich Tern (main Dutch breeding colonies)

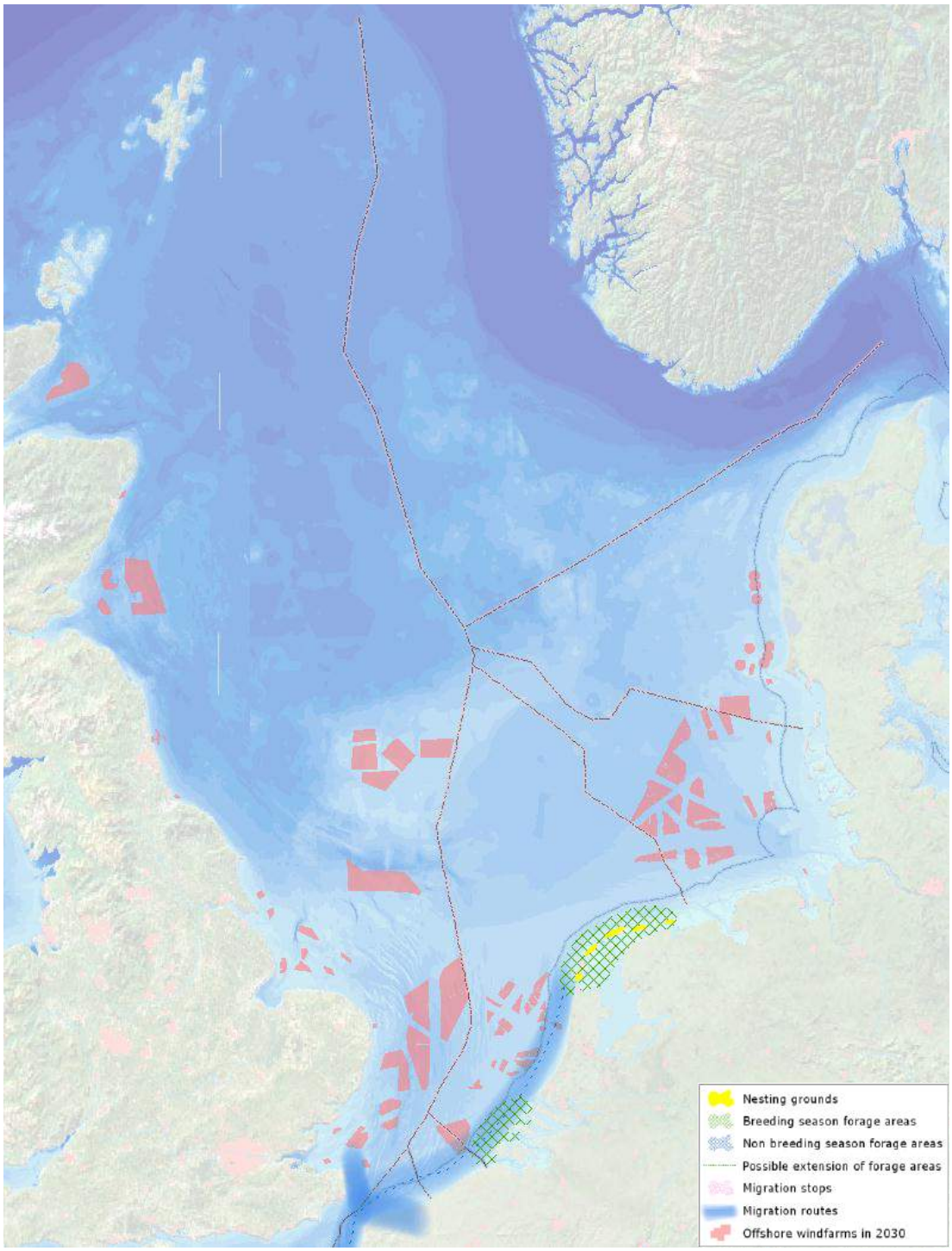


Figure II.IV: Razorbill & Common Guillemot

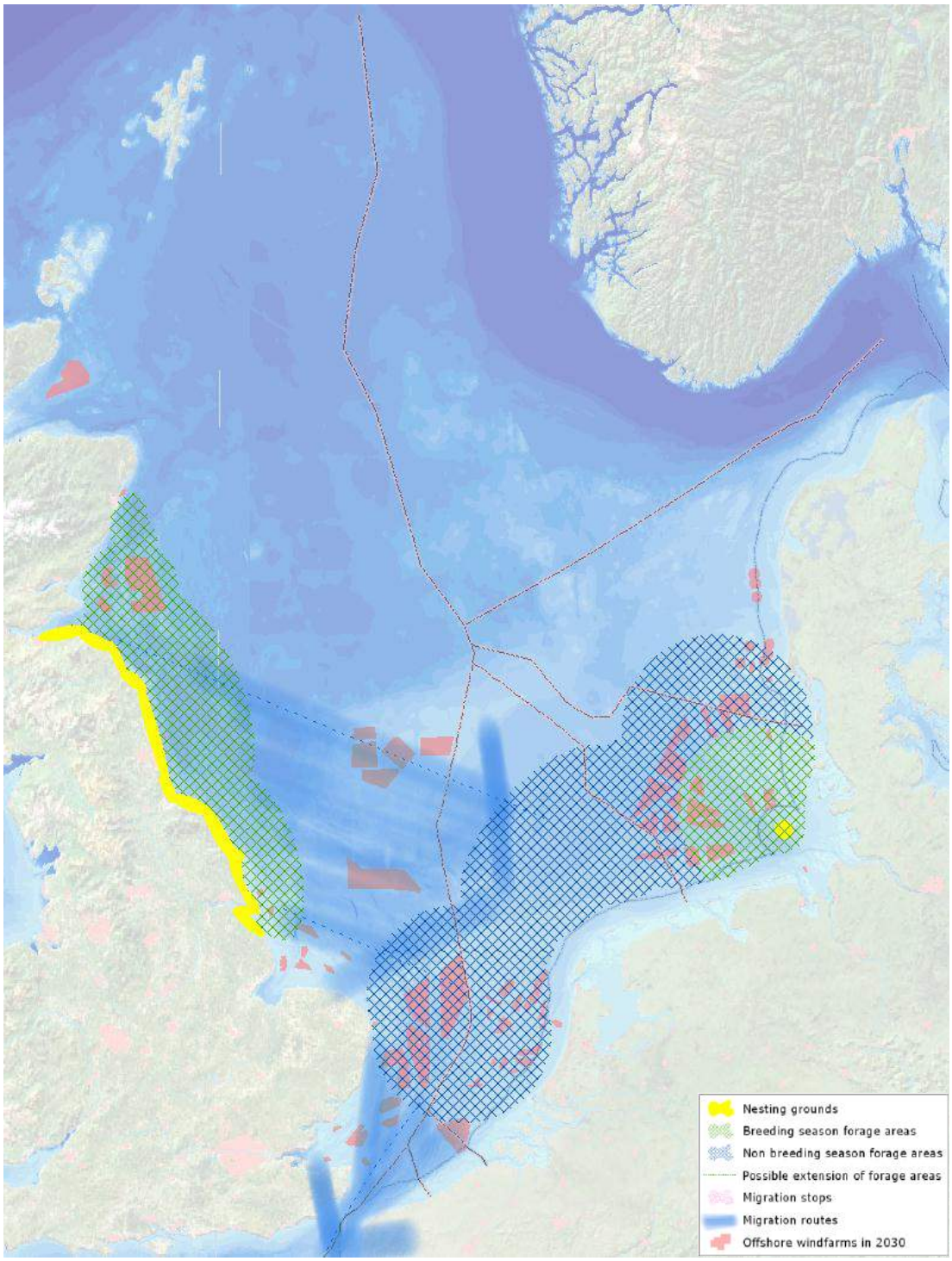


Figure II.V: Great Skua

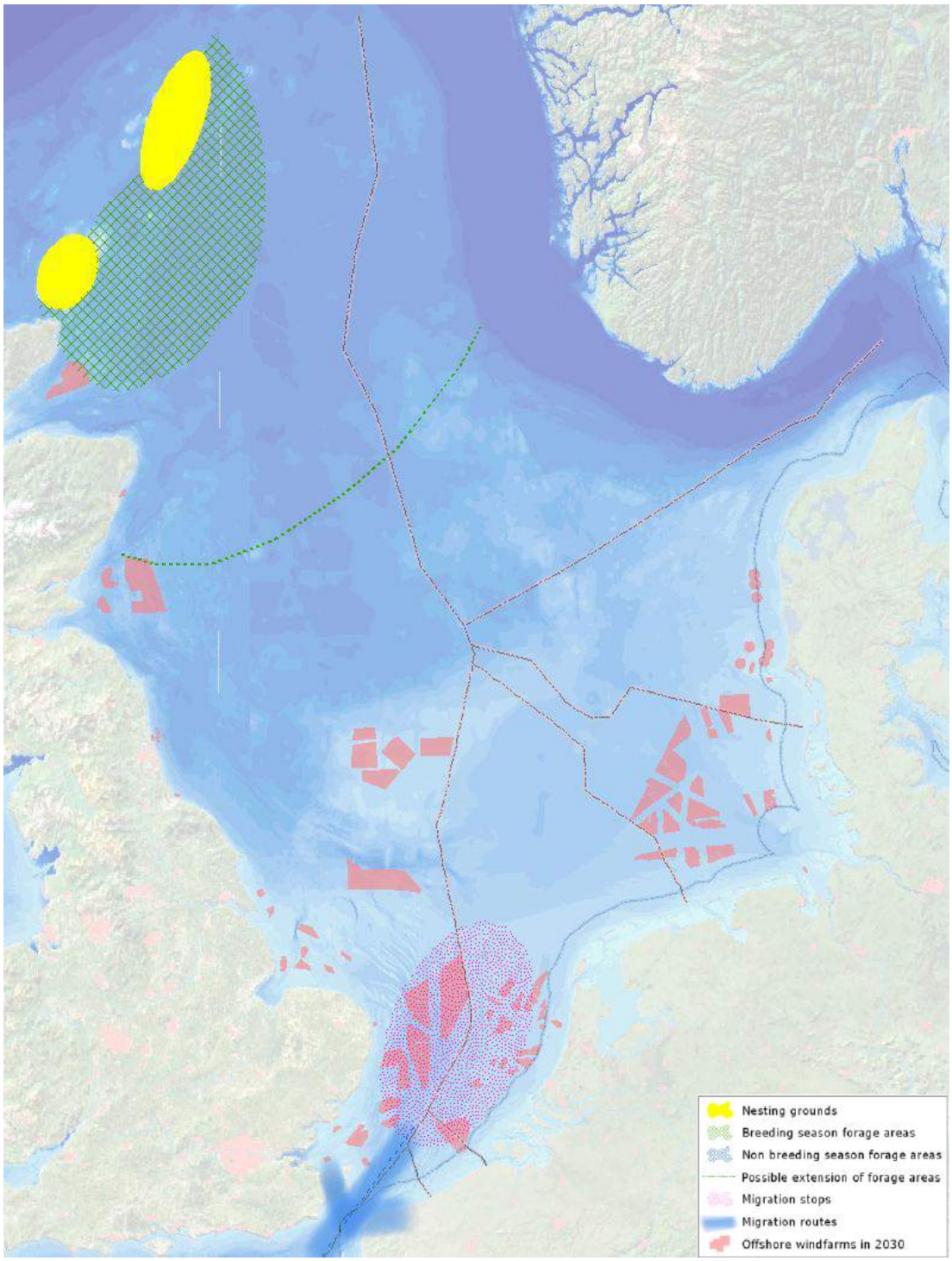


Figure II.VI: Black-legged Kittiwake

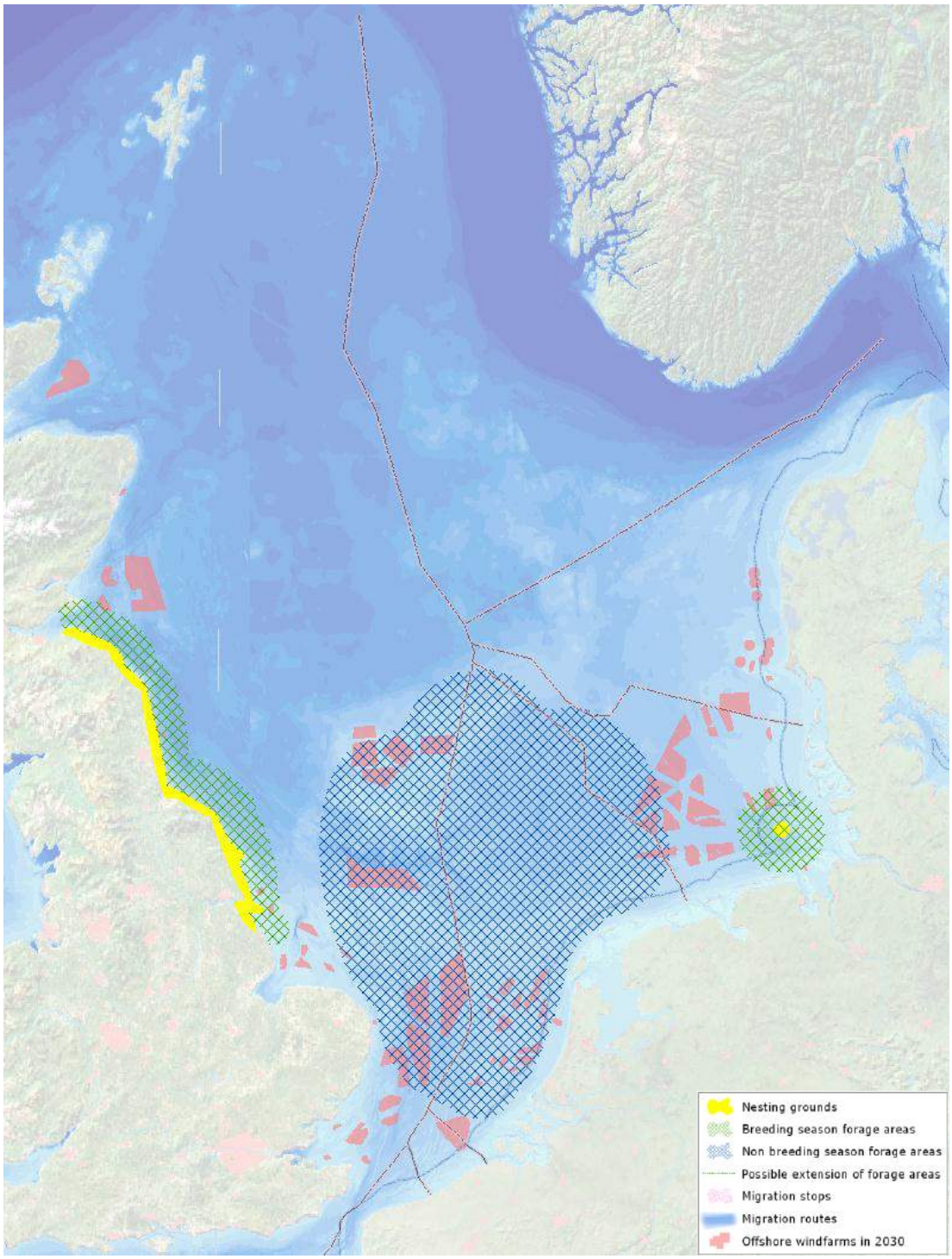


Figure II.VII: Common Scoter

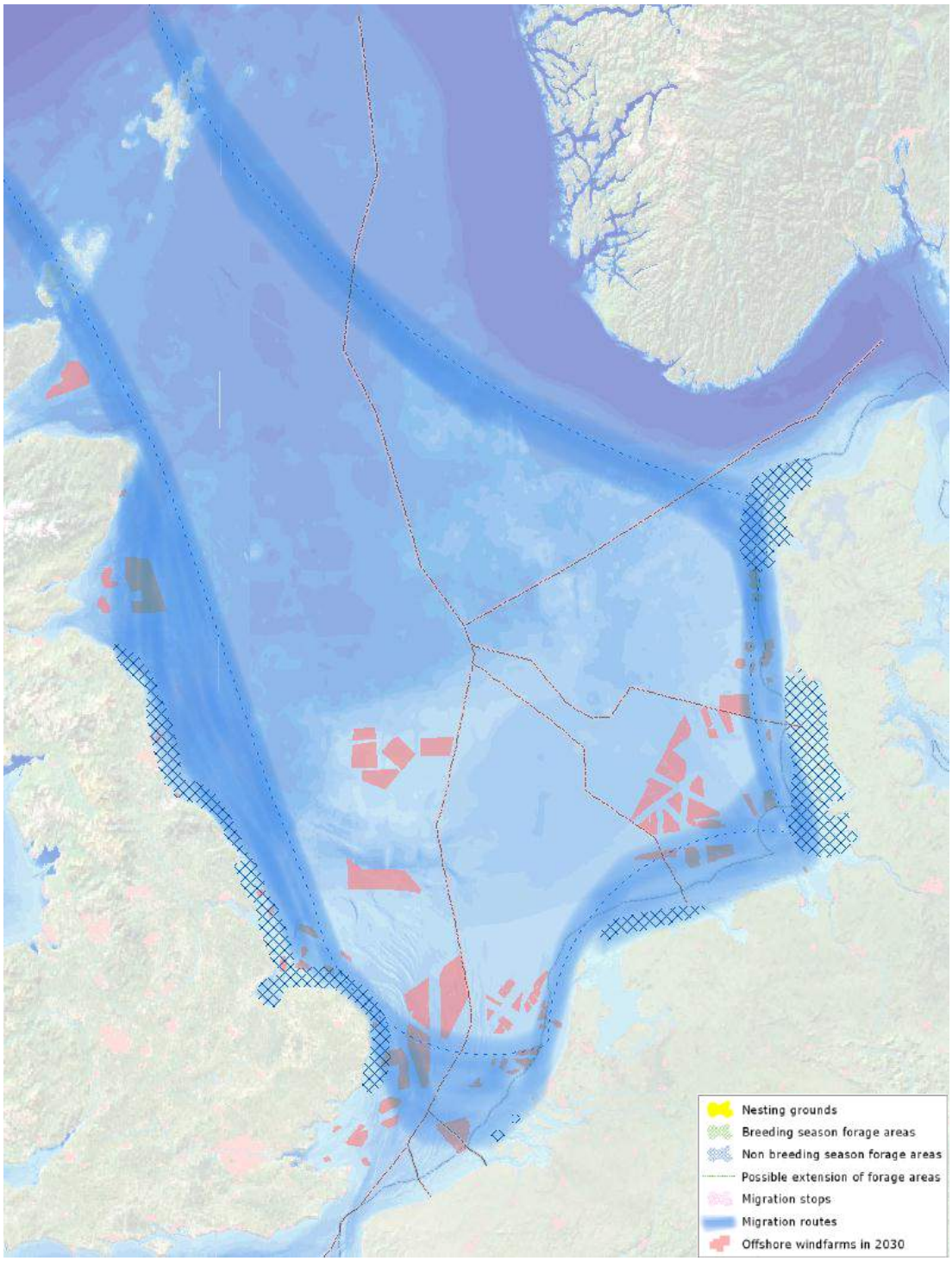


Figure II.VIII: Red-throated Diver

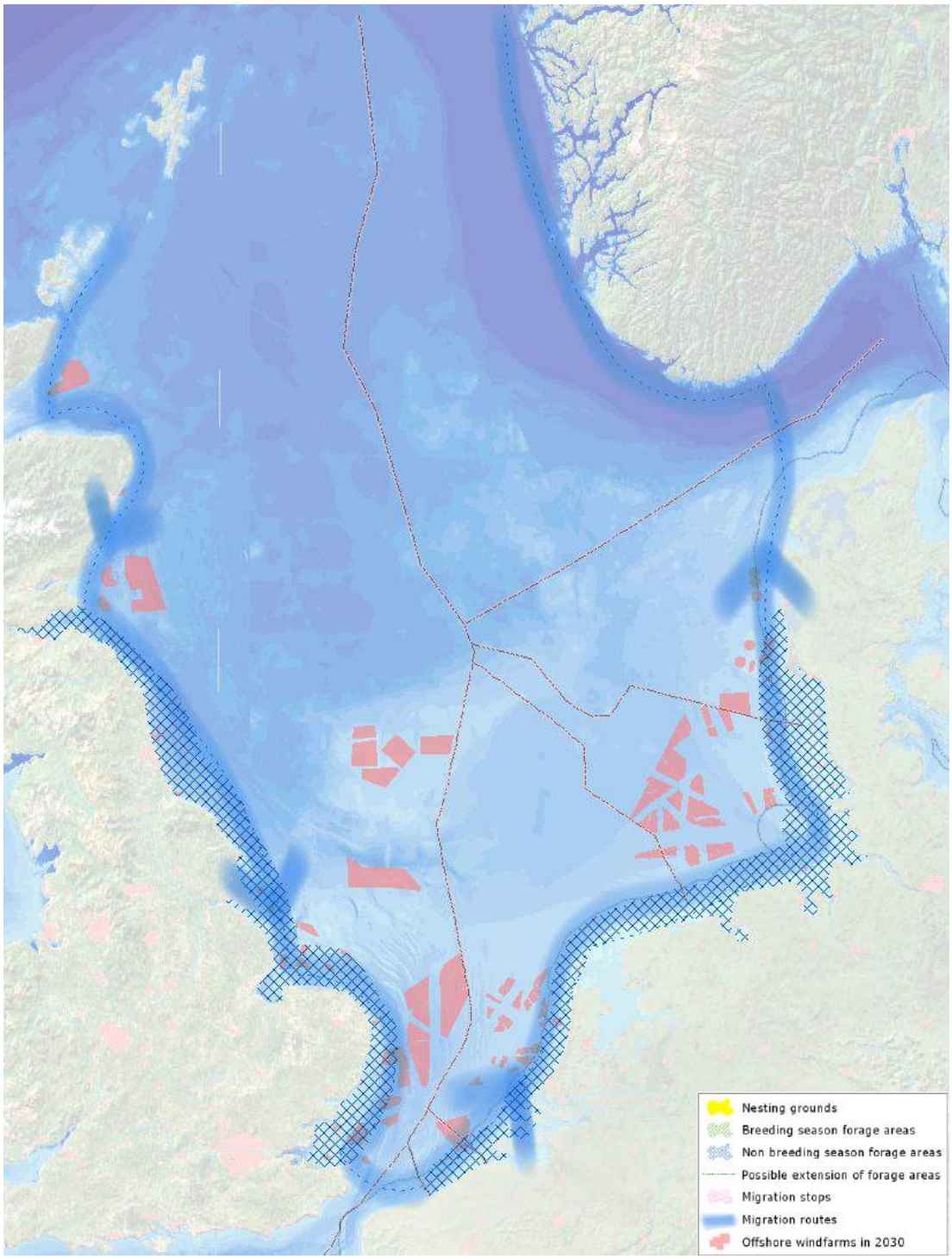


Figure II.IX: Bewick's Swan

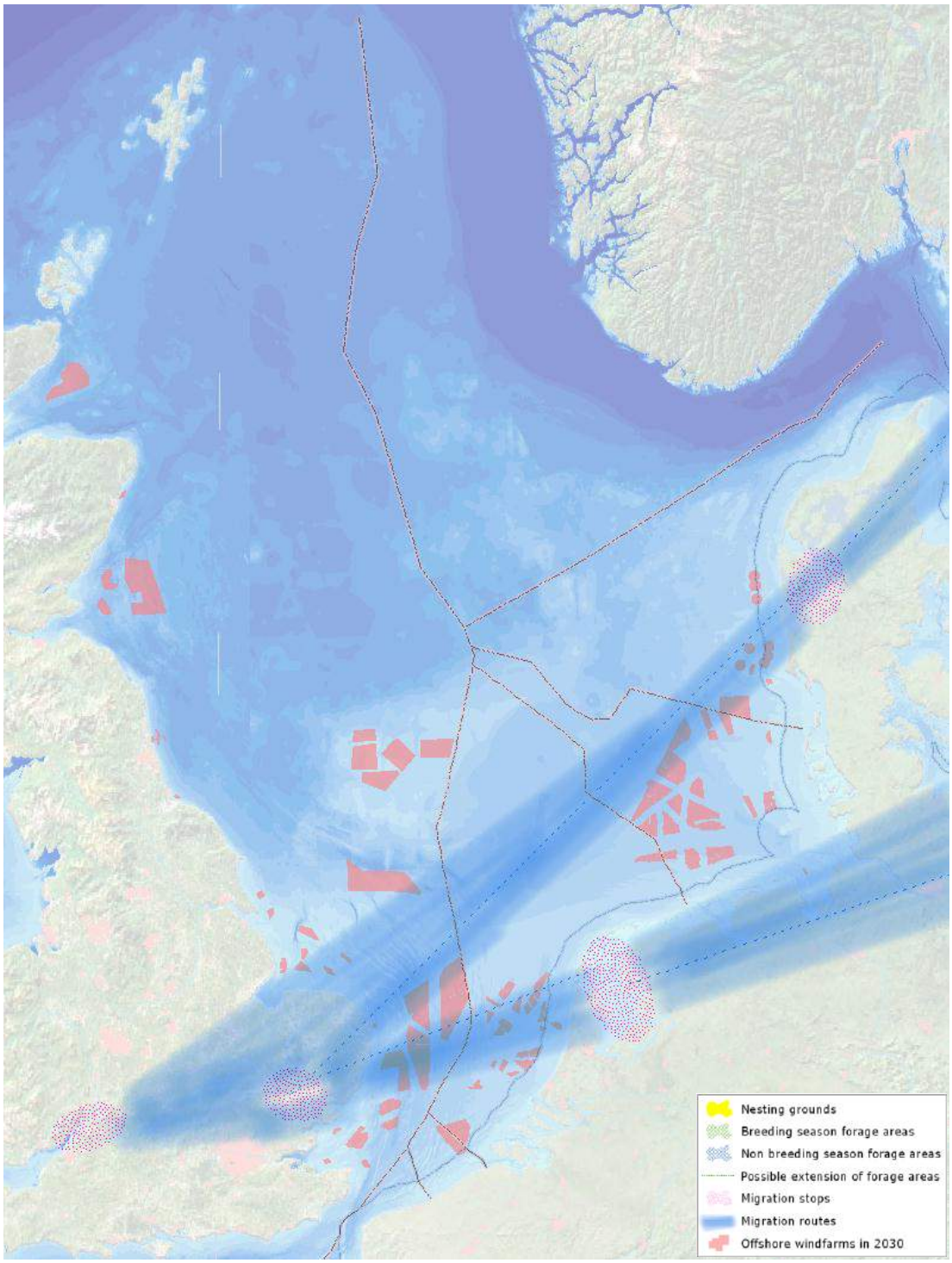
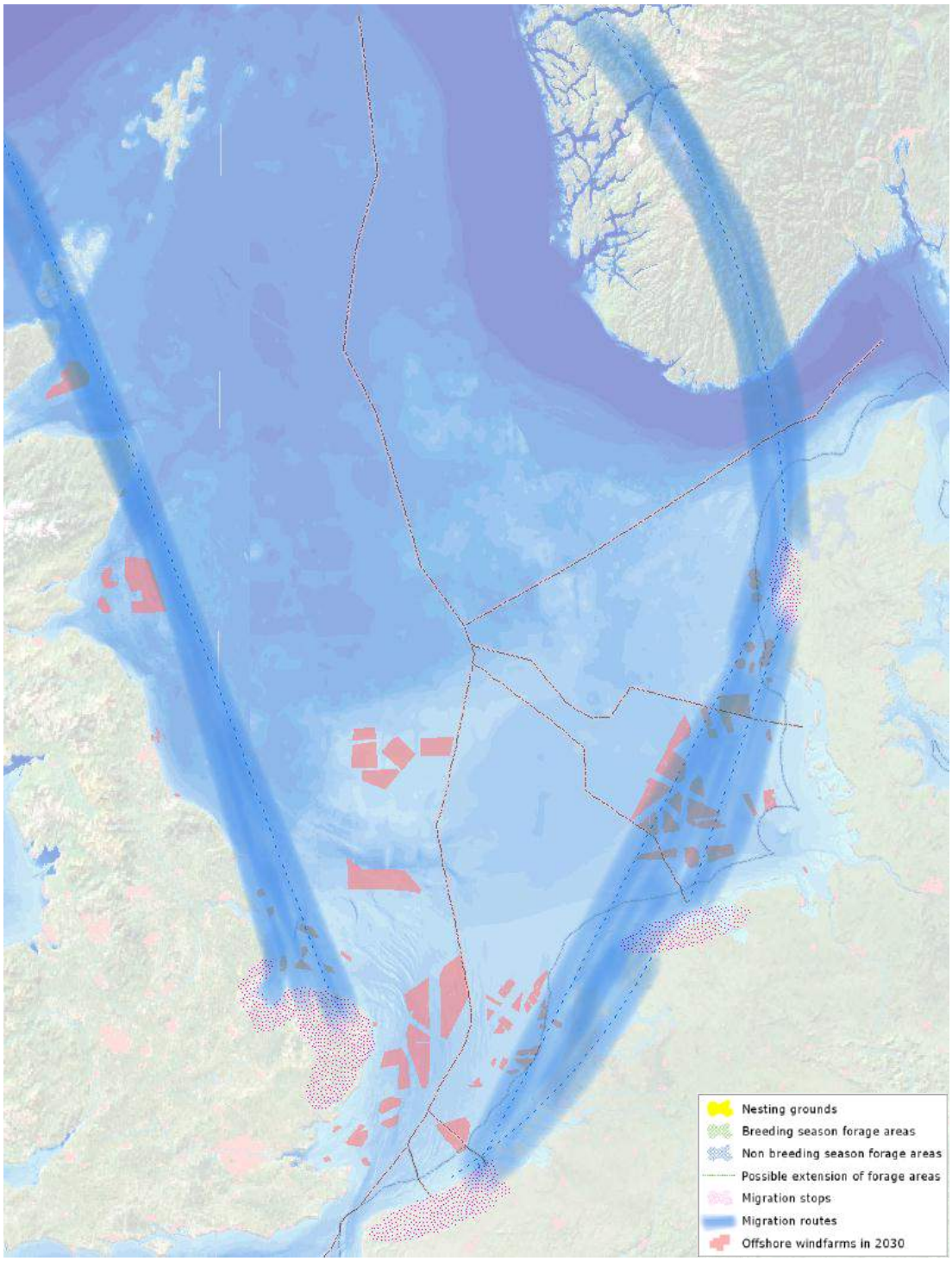
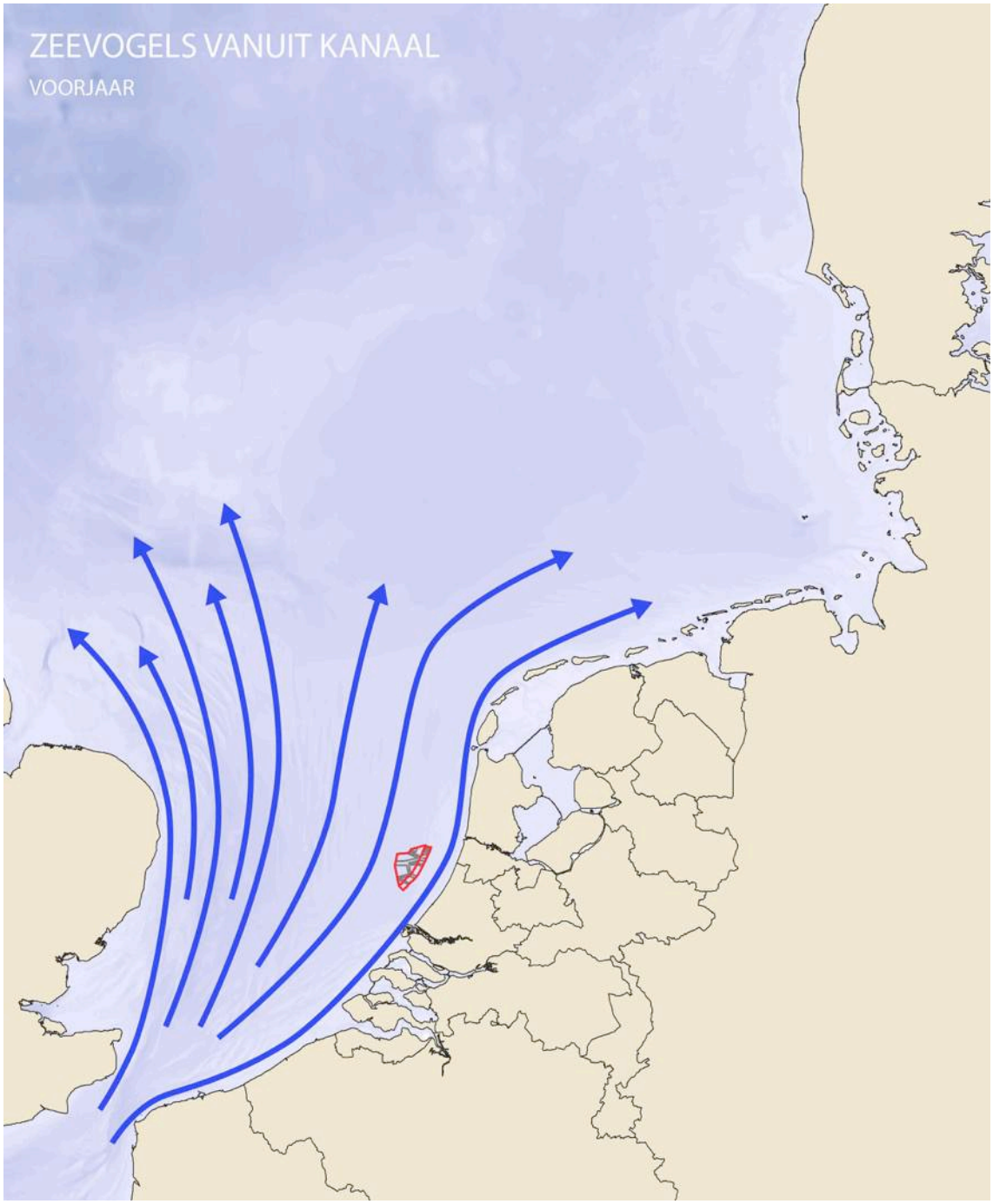
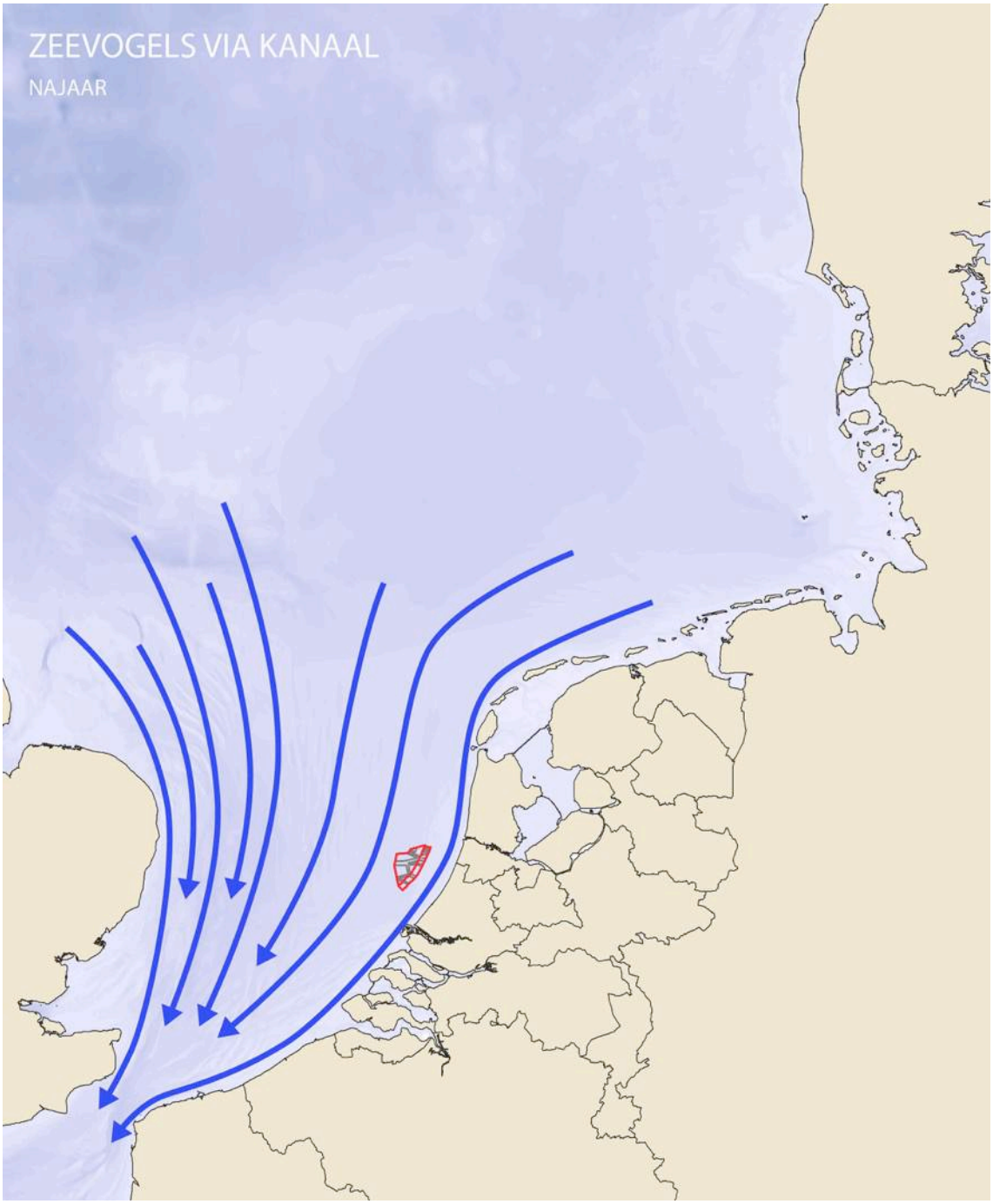
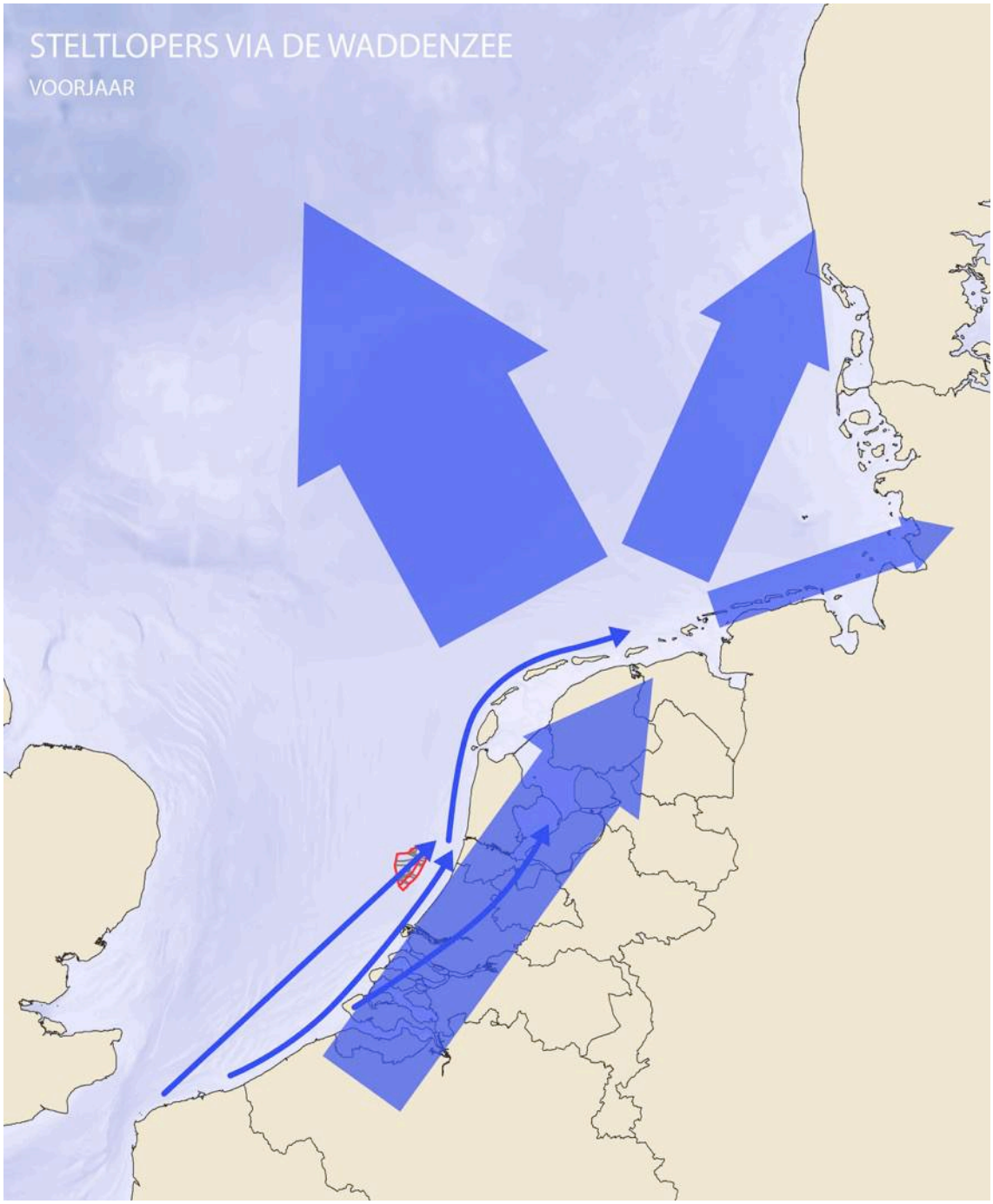


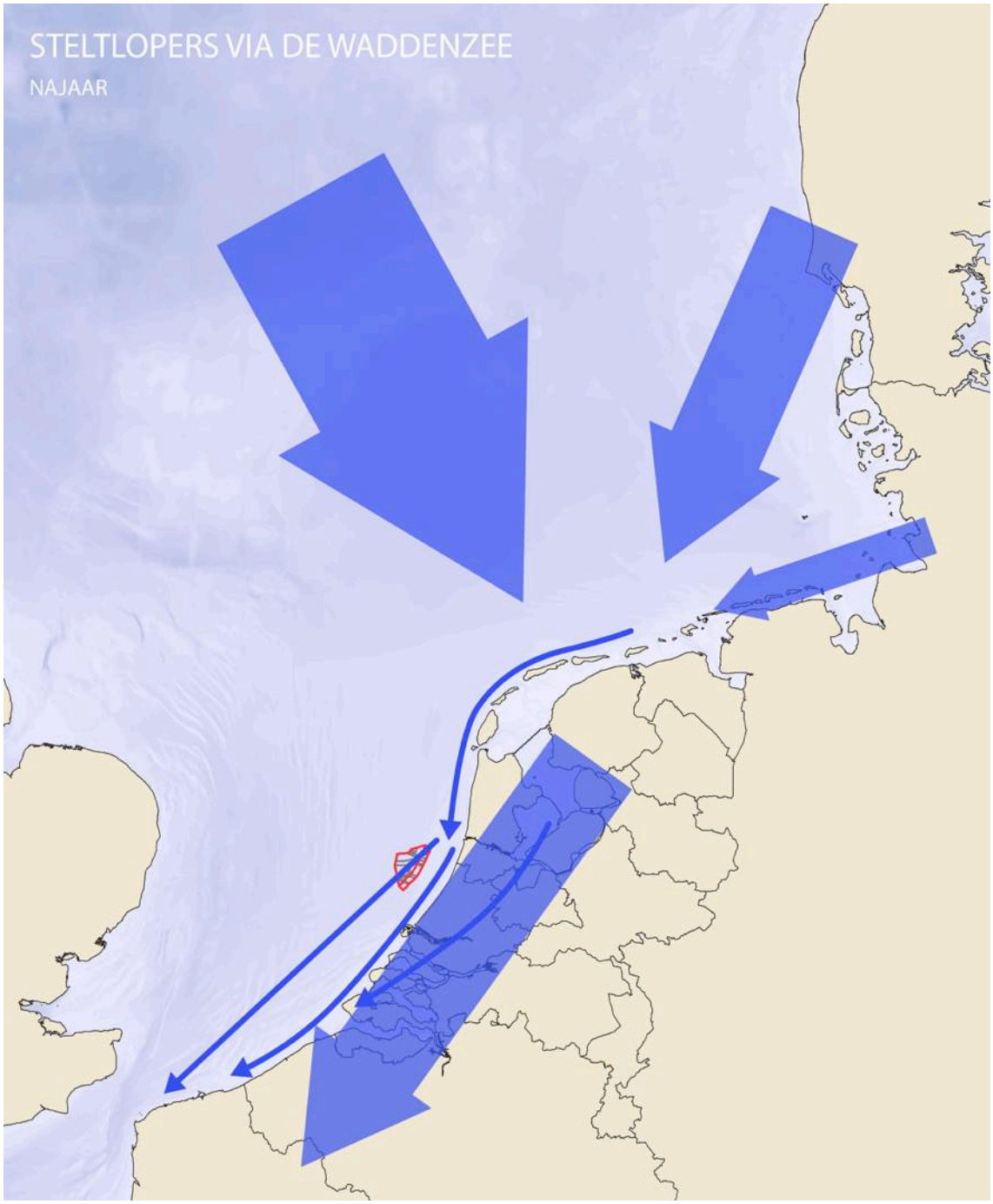
Figure II.X: Pink-footed Goose

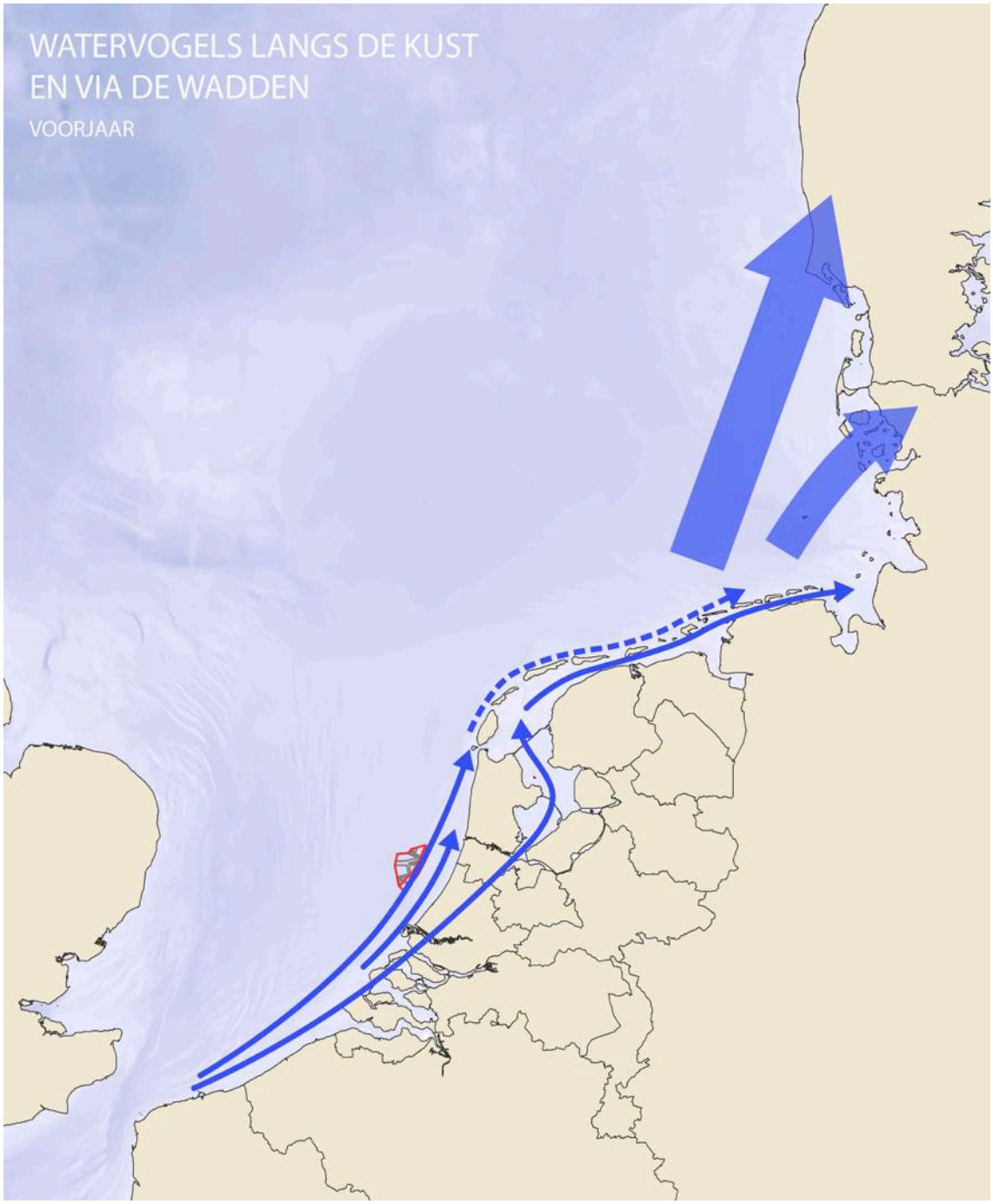


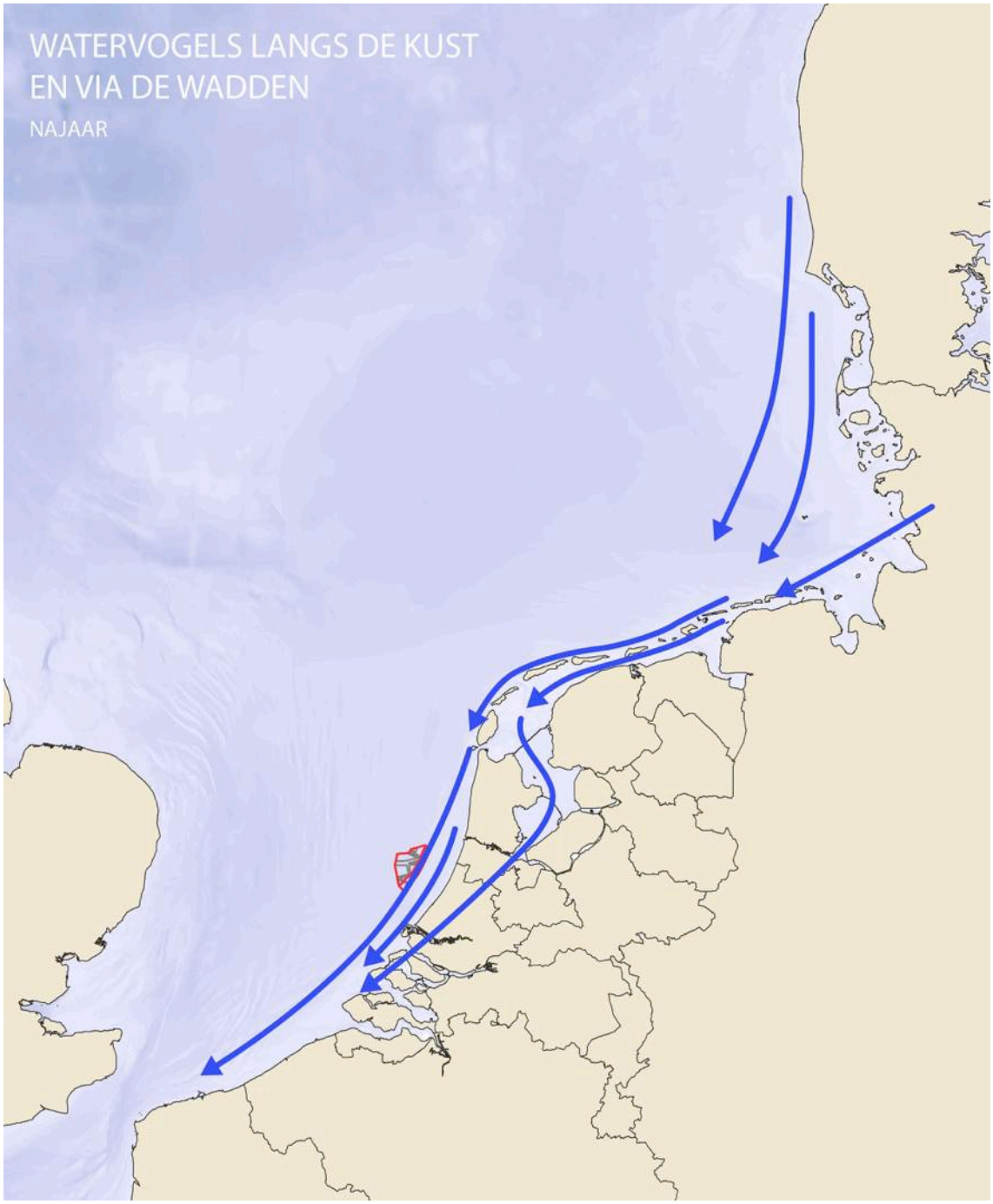

ZEEVOGELS VANUIT KANAAL
VOORJAAR

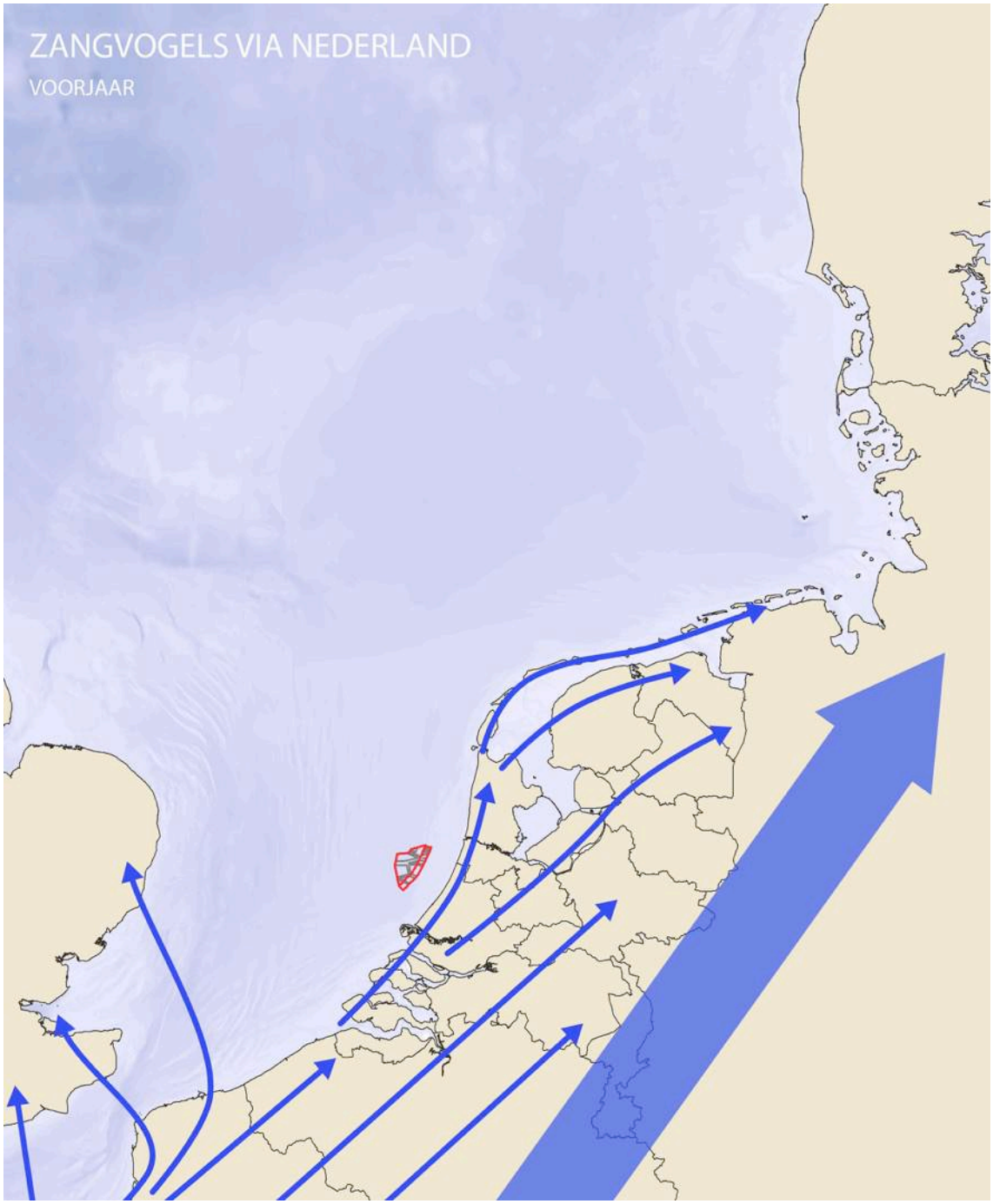

ZEEVOGELS VIA KANAAL
NAJAAR

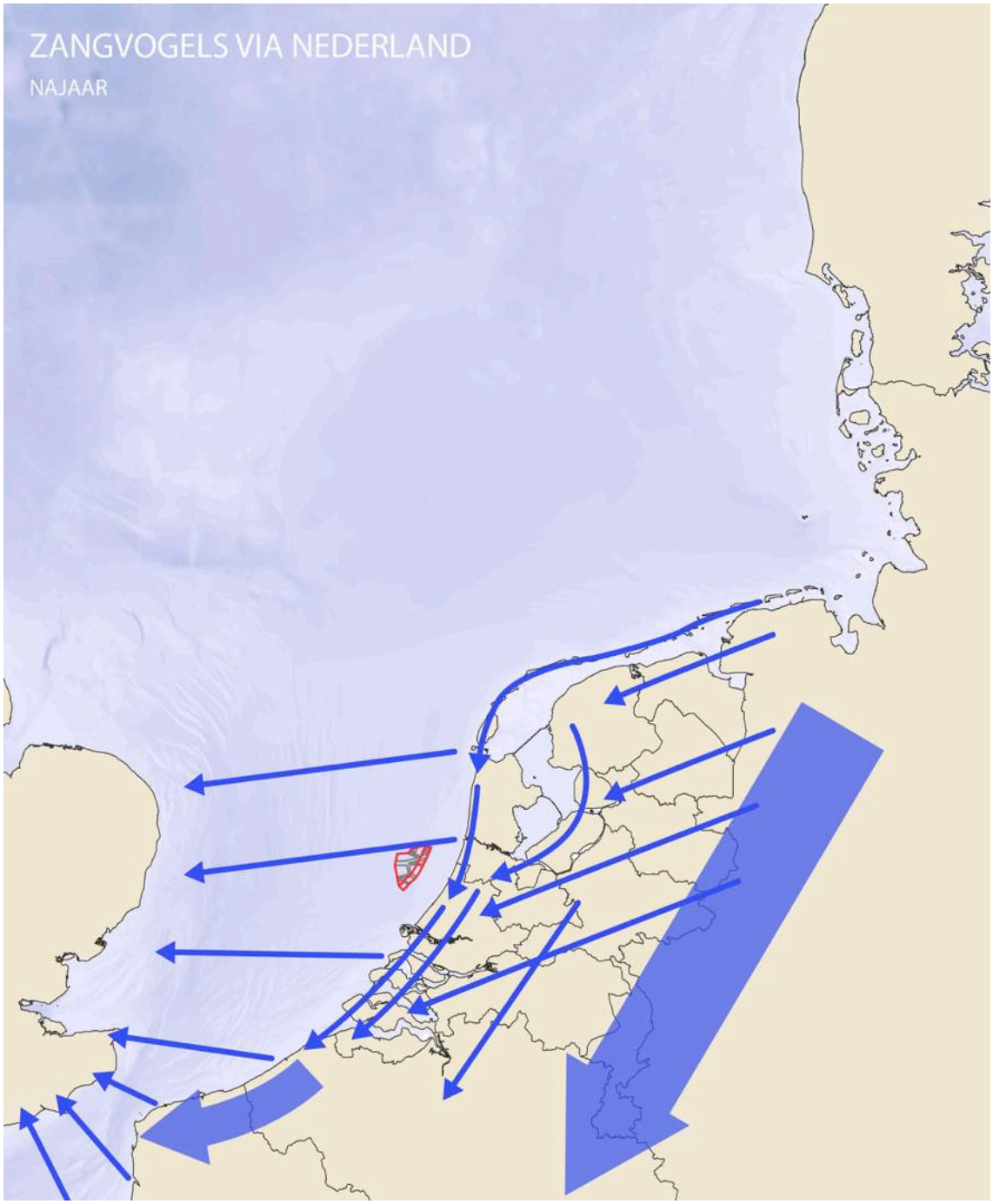

STELTLOPERS VIA DE WADDENZEE
VOORJAAR

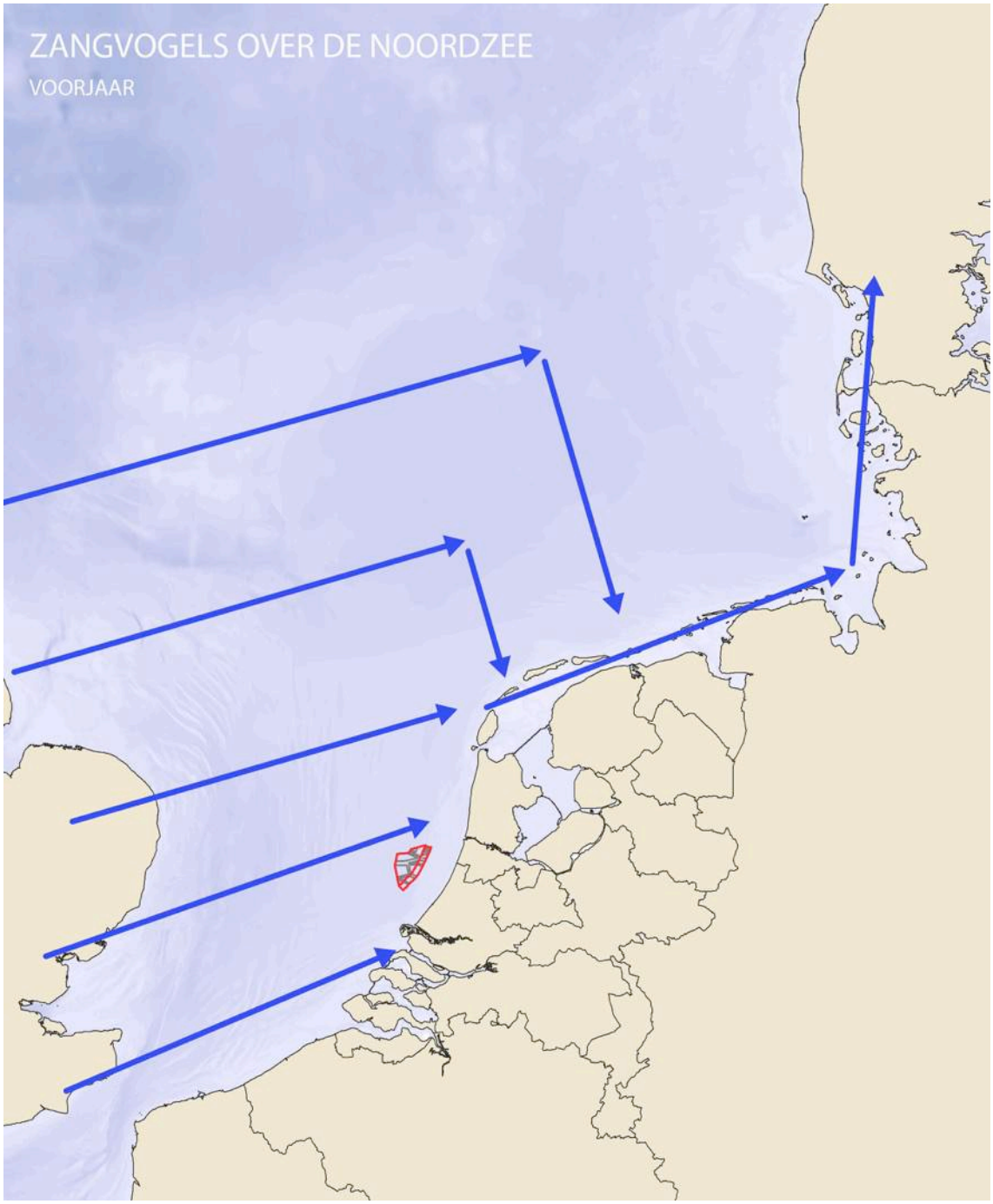

STELTLOPERS VIA DE WADDENZEE
NAJAAR

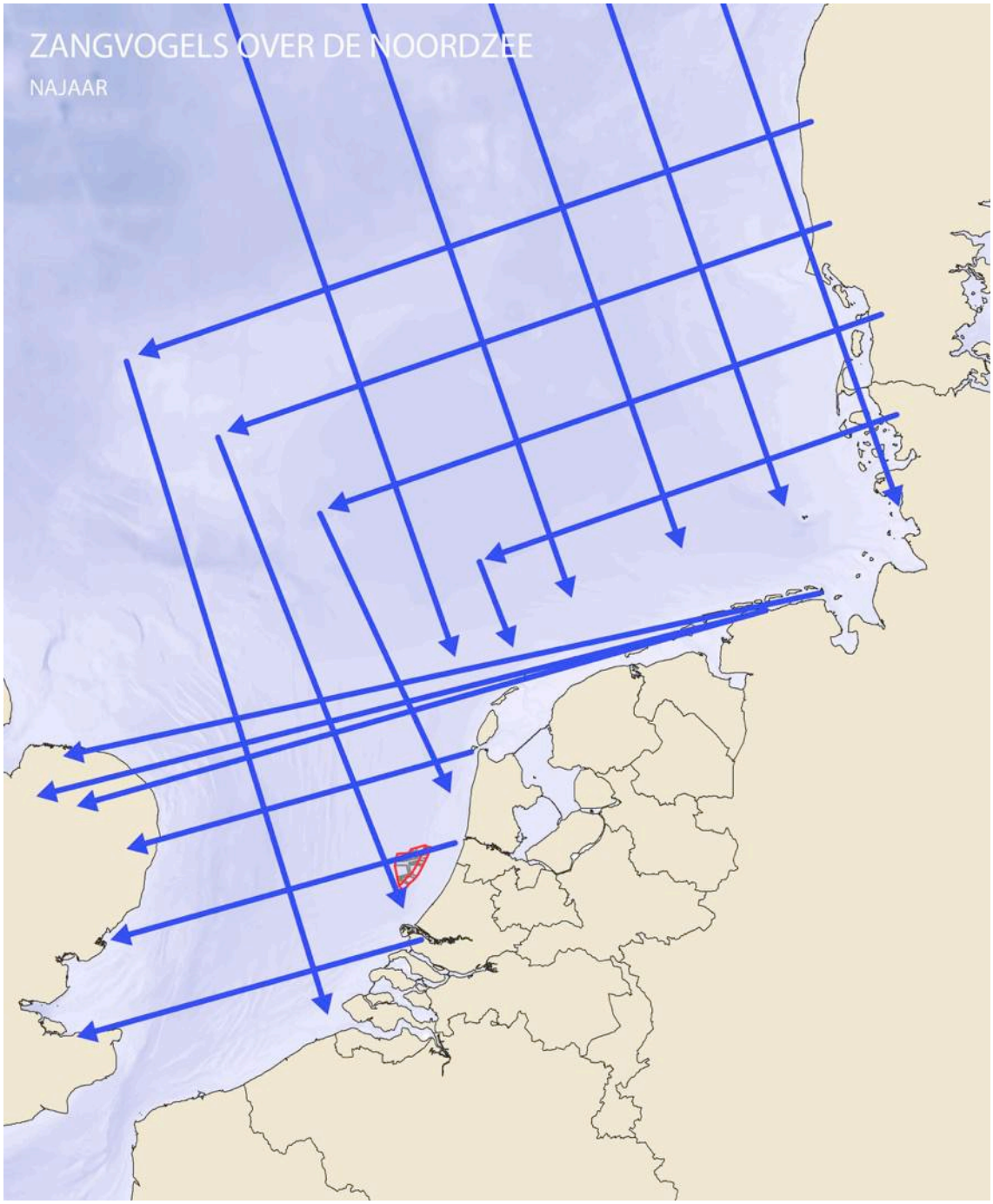

WATERVOGELS LANGS DE KUST
EN VIA DE WADDEN
VOORJAAR

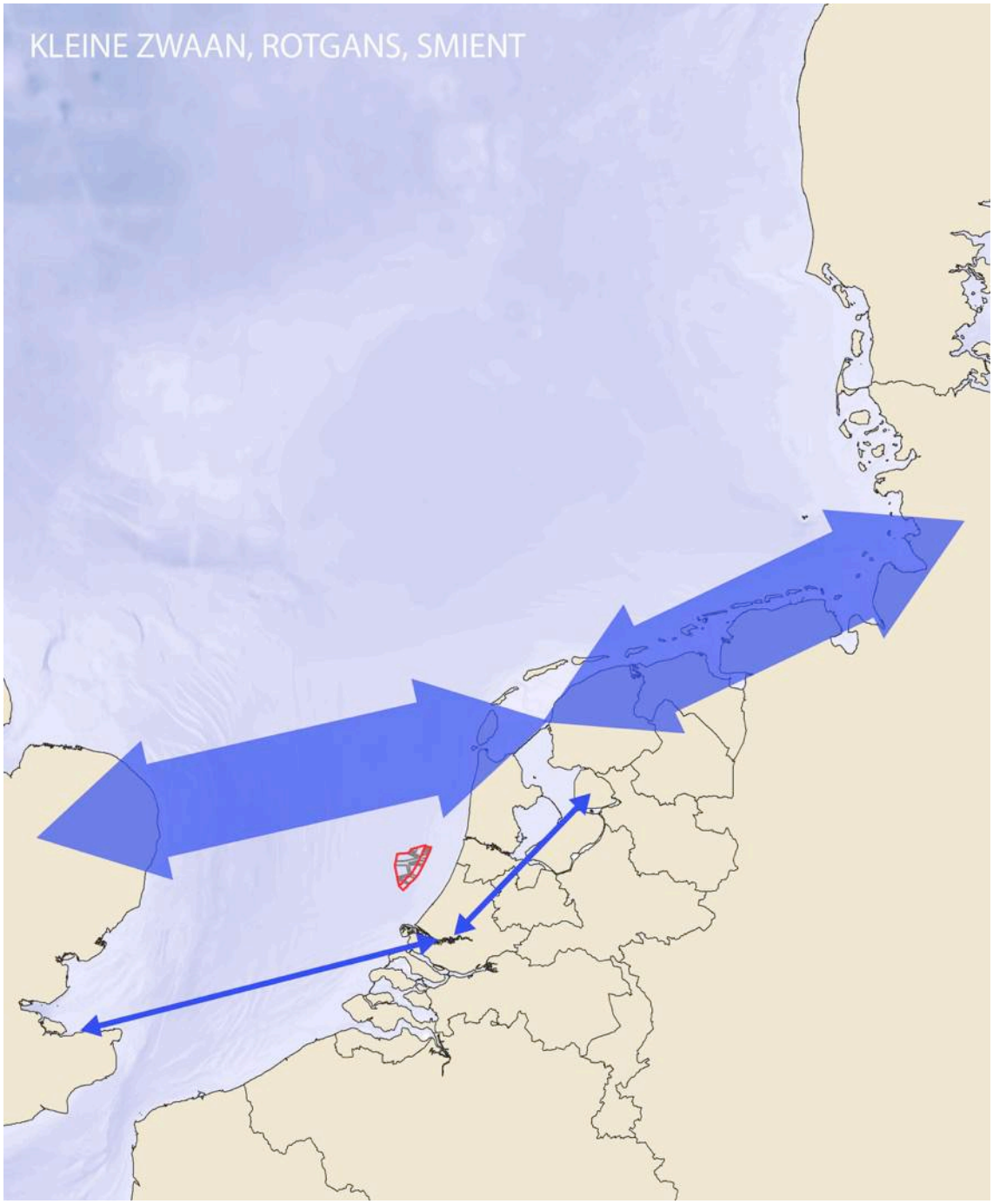

WATERVOGELS LANGS DE KUST
EN VIA DE WADDEN
NAJAAR


ZANGVOGELS VIA NEDERLAND
VOORJAAR


ZANGVOGELS VIA NEDERLAND
NAJAAR


ZANGVOGELS OVER DE NOORDZEE
VOORJAAR


ZANGVOGELS OVER DE NOORDZEE
NAJAAR


KLEINE ZWAAN, ROTGANS, SMIENT

Bijlage III: Windturbines en vleermuizen

Inleiding
Vleermuizen kunnen door windturbines verstoord en/of gedood worden. Daarmee zouden artikelen 9 (doden), 10 (verstoren) en 11 (beschadigen vaste rust- en verblijfplaatsen) van de Flora- en faunawet kunnen worden overtreden.

Recentelijk is veel gepubliceerd over vleermuizen en windturbines (zie literatuurlijst). In Nederland is recentelijk onderzoek gedaan naar de activiteit van vleermuizen en het optreden van aanvaringsslachtoffers in vijf Nederlandse windparken (Limpens *et al.* 2013). Op grond hiervan en van vooral Duits en Amerikaans onderzoek (Arnett *et al.*, 2007, Brinkmann *et al.*, 2009, Brinkmann *et al.*, 2011, Rodrigues *et al.*, 2008) kan het volgende beeld worden geschetst.

Vleermuizen kunnen gedood worden door een aanvaring met een rotorblad of door de drukveranderingen in de wervelingen rond het rotorblad (Grodsky *et al.*, 2011). Tussen windparken bestaan grote verschillen en op sommige locaties worden aanzienlijke aantallen dode vleermuizen gevonden.

Het aanvaringsrisico is relatief groot voor vleermuizen doordat windturbines een aantrekkende werking op vleermuizen kunnen hebben. Hoe en waarom die aantrekking ontstaat is niet zeker (Arnett *et al.*, 2007, Cryan & Barclay, 2009). De meest gangbare verklaring is dat insecten zich gedurende bepaalde omstandigheden in grote groepen rond turbines verzamelen en vleermuizen aantrekken (Rydell *et al.* 2010b).

Aanvaringsrisico
Uit studies in het buitenland (zie voor een overzicht bijv. Rodriguez *et al.*, 2008) blijkt dat op sommige locaties aanzienlijke aantallen dode vleermuizen worden gevonden. In Duitsland zijn bijna 2.000 dode vleermuizen gevonden, in heel Europa tenminste 5.000 (stand 25 september 2013, zie Dürr, 2013).

In Duitsland worden de rosse vleermuis, de ruige dwergvleermuis en de gewone dwergvleermuis het meeste waargenomen met batdetectors die vanuit gondels van windturbines vleermuisgeluiden registreren. Deze soorten worden ook het meeste dood gevonden in windparken (Brinkmann *et al.*, 2009 en 2011, Dürr, 2013). Deze soorten zijn aangepast (door middel van geluid en vliegvermogen) aan het foerageren in zeer open omgeving. Soorten van het geslacht *Myotis* worden maar zeer zelden gevonden (Dürr, 2013). Deze soorten zijn beter aangepast aan een dichte omgeving en komen op grote hoogte nauwelijks voor.
Ook de zeldzame soorten tweekleurige vleermuis en bosvleermuis lopen meer risico omdat ze relatief veel in (half) open landschappen foerageren.

In Nederland zijn tot dusver vooral ruige dwergvleermuis en gewone dwergvleermuis als aanvaringsslachtoffer aangetroffen (Limpens *et al.*, 2013). Omdat het aantal in

Nederland levende en doortrekkende rosse vleermuizen relatief klein is, zou het aandeel van slachtoffers in ons land ook relatief klein kunnen zijn. Tot op heden is deze soort nog niet als slachtoffer aangetroffen in Nederlandse windparken. Met name de ruige dwergvleermuis heeft in Nederland een hoog aanvaringsrisico. Deze soort trekt in het najaar talrijk door laag Nederland en volgt daarbij mogelijk grote wateren, dijken en oevers.

Periode

De periode waarin de meeste slachtoffers worden gevonden is van half juli tot eind september. Voor de rosse vleermuis en de ruige dwergvleermuis is er daarbij een verband met het optreden van (lange afstands)trek. De slachtoffers van deze soorten die in Duitse windparken zijn aangetroffen waren afkomstig van Scandinavie, Estland en/of Rusland (Voigt *et al.* 2012). Gedurende de voorjaartrek vallen maar weinig slachtoffers. Ook de niet migrerende soort gewone dwergvleermuis wordt vooral in dezelfde periode (juli-okt) als slachtoffer gevonden. Dit lijkt verklaarbaar door het optreden van grote concentraties aan insecten rond windturbines in de nazomer en het begin van de herfst.

Tijd en weersomstandigheden

De belangrijkste externe risicofactor voor aanvaringen is de windsnelheid. Bij windsnelheden boven de 4-6 m/s neemt de activiteit van vleermuizen op gondelhoogte zeer sterk af (Niermann *et al.*, 2011; Rydell et al 2010a; Limpens *et al.* 2013). Na nachten met sterke winden worden dan ook weinig tot geen slachtoffers gevonden. In droge, warme nachten met weinig wind lopen de vleermuizen het grootste risico. In de regel is het slachtofferrisico het hoogst in het begin van de nacht.

Standplaatsfactoren

In open, intensief gebruikt akker of grasland is het aantal slachtoffers laag. Dit geldt zowel voor noordwest Europa (Rydell *et al.* 2010) als voor Nederland in het bijzonder (Limpens *et al.* 2013). De activiteit op gondelhoogte (en daarmee het aantal slachtoffers) neemt toe met afnemende afstand tot bossen en bosschages (Brinkmann *et al.* 2011). Het hoogste aantal slachtoffers wordt in Europa gevonden op beboste heuvelruggen, cols in de bergen en langs de kustlijn. In Nederland zouden windturbines langs de kustlijn, op dijken langs grote meren of rivieren en in bossen een verhoogd risico op slachtoffers kunnen hebben. Ook waterrijke gebieden en moerassen zouden door hun hogere voedselbeschikbaarheid voor vleermuizen, een hoger risico op slachtoffers kunnen hebben.

Voorspellen van risico's op slachtoffers

Het Duitse onderzoek heeft aangetoond dat systematische metingen van vleermuis-activiteit op gondelhoogte een goede voorspelling kan geven van de te verwachten aantallen slachtoffers (Behr *et al.*, 2009, Behr *et al.*, 2007, Brinkmann *et al.*,2011). Op basis van onderzoek met de batdetector op de grond kunnen minder goed voor-spellingen van het aantal slachtoffers worden gegeven. Dat betekent dat onderzoek vanaf de grond voorafgaand aan de plaatsing van de windturbine relatief weinig

houvast geeft voor het *a priori* bepalen van het risico op vleermuisslachtoffers (zie ook Bach & Bach, 2009a, Grunwald & Schäfer, 2007). Daarin speelt ook mee dat windturbines een aantrekkende werking op vleermuizen kunnen hebben.

Metingen vanuit de gondel geven een beter inzicht in de kans op slachtoffers, maar kunnen vanzelfsprekend pas worden uitgevoerd na plaatsing.

Risico's samengevat
Samengevat: in Nederland is de kans het grootst dat ruige dwergvleermuis, gewone dwergvleermuis en rosse vleermuis als slachtoffer van een aanvaring met een windturbine zullen worden gevonden. De kans op slachtoffers is naar verwachting het grootste in de periode eind juli – eind september, in warme, droge, relatief windstille nachten.

Doden van vleermuizen (art. 9)
Overal in Nederland bestaat het risico dat vleermuizen het slachtoffer worden van aanvaringen met in gebruik zijnde windturbines.

Niet ieder slachtoffer kan beschouwd worden als het overtreden van art. 9 Ff-wet (DLG 2008, van Heusden & Vreugdenhil 2008). Als men voldoende voorzorg heeft genomen om slachtoffers te voorkomen, bijvoorbeeld door de keuze van een locatie waarvan door onderzoek is komen vast te staan dat daar geen sprake is van intensieve vleermuisactiviteit, worden een incidenteel slachtoffer beschouwd als een ongeluk. Beoordeeld moet dus worden of een windturbinelocatie een meer dan gemiddeld risico op aanvaringsslachtoffers heeft.

Voor het al dan niet overtreden van de verbodsbepaling in art. 9 (doden van beschermde dieren) moet het volgende onderzocht of beoordeeld worden:
- Welke soorten komen voor in de omgeving van de windturbine?
- Lopen deze soorten door hun gedrag of door de locatie van de geplande turbine gevaar in aanvaring te komen?
- Is de flux van het aantal vleermuizen hoger of lager dan gemiddeld in Nederland?
- Kan het aantal slachtoffers worden geschat? Kan er gesproken worden van een bovengemiddeld aantal slachtoffers?
- Kan de eventuele extra sterfte effect hebben op de lokale, regionale en/of landelijke populatie van de betreffende soort(en)?

Vaste rust- en verblijfplaatsen (art. 11)
In theorie is het niet uitgesloten dat de aanleg van windturbines leidt tot de directe vernietiging, beschadiging of verstoring van vaste rust- of verblijfplaatsen. In de praktijk zal dit in Nederland niet voorkomen, omdat altijd ruime afstand wordt aangehouden tot gebouwen en bomen. Evenmin is uitgesloten dat het functioneren van vaste rust- en verblijfplaatsen wordt belemmerd, doordat een essentiële vliegroute van/naar het foerageergebied wordt doorsneden door de aanleg van een windpark.

Dat is eigenlijk alleen mogelijk als er een bomenrij wordt doorsneden of een watergang wordt gedempt, ten behoeve van de aanleg van een windturbine, die exact op de vliegroute wordt geplaatst. Praktisch zal dat in Nederland niet snel voorkomen. Verstoring van essentiële vliegroutes of foerageergebieden gedurende de aanlegfase lijkt onwaarschijnlijk door het beperkte ruimtebeslag van windturbines. Bovendien vinden de werkzaamheden doorgaans bij daglicht plaats, als de vleermuizen niet actief zijn.

Voor het al dan niet overtreden van de verbodsbepaling in art. 11 (verbod op het beschadigen of vernielen van vaste rust- of verblijfplaatsen) moet het volgende beoordeeld worden:

- Worden door de aanleg en het gebruik van windturbines vaste rust- en verblijfplaatsen in bomen of gebouwen direct aangetast?
- Worden door de aanleg en het gebruik van windturbines essentiële vliegroutes tussen verblijfplaatsen en foerageergebieden doorsneden en aangetast, waardoor het functioneren van een vaste rust- of verblijfplaats in gevaar wordt gebracht?
- Worden door in gebruik zijnde windturbines bestaande vliegroutes zodanig verstoord dat deze voor vleermuizen niet langer goed te gebruiken zijn, waardoor het functioneren van een vaste rust- of verblijfplaats in gevaar wordt gebracht?

Literatuur

Arnett, E.B., W. K. Brown, W.P. Erickson, J.K. Fiedler, B.L. Hamilton, T.H. Henry, A. Jain, G.D. Johnson, J. Kerns, R.R. Koford, C.P. Nicholson, T.J. O'Connell, M.D. Piorkowski & R.D. Tankersley, Jr., 2007. Patterns of bat fatalities at wind farms in North Amercia. Journal of Wildlife Management 72(1): 61-78.

Bach, L. & P. Bach, 2009a. Fledermausaktivtät in und uber einem Wald am Beispiel eines Naturwaldes bei Rotenburg/Wumme (Niedersachsen). Vortrag Fachtagung Fledermausschutz im Zulassungsverfahren für Windenergieanlagen, Berlin, 30.3.2009. Landesvertretung Brandenburgs beim Bund, Berlin.

Behr, O., D. Eder, U. Marckmann, H. Mette-Christ, N. Reisinger, V. Runkel & O. von Helversen, 2007. Akustisches Monitoring im Rotorbereich von Windenergieanlagen und methodische Problemen beim Nahcweis von Fledermaus-Schlagopfern – Ergebnisse aus Untersuchungen im mittleren und südlichen Schwarzwald. Nyctalus (N.F.) 12: 115-127.

Behr, O., F. Korner-Nievergelt, R. Brinkmann, J. Mages & I. Niermann, 2009. Einsatz akustischer Aktivitätsmessungen zur Untersuchung und Reduction des Kollisionsrisikos von Fledermäusen. Vortrag Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Redection des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.

Brinkmann, R., I. Niermann, O. Behr, J. Mages, F. Korner-Nievergelt & M. Reich, 2009. Zusammenfassung der Ergebnisse für die Planungspraxis und Ausblick. Vortrag Fachtagung Methoden zur Untersuchung und Redection des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.

Brinkmann, R., O. Behr, I. Niermann & M. Reich, 2011. Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduction des Kollisionsrisikos von Fledermäuse an Onshore-Windkraftanlagen. Bericht eines Foschungsvorhabens. Cuvillier Verlag, Göttingen.

Cryan, P.M. & R.M.R. Barclay, 2009. Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. Journal of Mammalogy 90(6): 1330-1340.

DLG, 2008. Handreiking Flora- en faunawet. Voor werkzaamheden en activiteiten in het kader van bestendig gebruik, bestendig beheer en onderhoud en ruimtelijke inrichting en ontwikkeling. Versie 1.1 (intern werkkader, 31 oktober 2008). Dienst Landelijk Gebied, Den Haag.

Dürr, T., 2013. Fledermausverluste an Windenergieanlagen. Daten aus der zentralen Fundkartei der Staatlichen Vogelschutzwarte im Landesumweltamt Brandenburg. Stand 25.09..2013. www.mluv.brandenburg.de/cms/ media.php /.../wka_fmaus.xls.

Grodsky, S.M., M.J. Behr, A. Gendler, D. Brake, B.D. Dieterle, R.J. Rudd, N.L. Walrath (2011). Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. J. Mammal. 92(5): 917-925.

Grunwald, T. & F. Schäfer, 2007. Aktivität von Fledermäuse im Rotorbereich von Windenergieanlagen an bestehenden WEA in Südwestdeutschland. Nyctalus (N.F.) 12: 182-198.

Limpens, H.J.G.A., M. Boonman, F. Korner-Nievergelt, E.A. Jansen, M. van der Valk, M.J.J. La Haye, S. Dirksen & S.J. Vreugdenhil, 2013. Wind turbines and bats in the Netherlands - Measuring and predicting. Report 2013.12, Zoogdiervereniging & Bureau Waardenburg.

Niermann I., S. von Felten, F. Korner-Nievergelt, R. Brinkmann, O. Behr 2011. Einfluss von Anlagen- und Landschaftsvariabelen auf die Aktivitat von Fledermausen an windenergieanlagen. In: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Redection des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen, 9.6.2009, Hannover. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität, Hannover.

Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin, C. Harbusch (2008). Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. Eurobats Publication Series No. 3. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.

Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010a. Bat Mortality at Wind Turbines in Northwestern Europe. Acta Chiropterologica, 12(2).

Rydell, J., L. Bach, M.J. Dubourg-Savage, M. Green, L. Rodrigues & A. Hedenström, 2010b. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? European Journal of Wildlife Research 56: 823-827.at Wind Turbines in Northwestern Europe. Acta Chiropterologica, 12(2).

van Heusden, W.R.M. & S.J. Vreugdenhil, 2008. Handreiking Flora- en faunawet. Voor werkzaamheden en activiteiten in het kader van bestendig gebruik, bestendig beheer en onderhoud en ruimtelijke inrichting en ontwikkeling. Dienst Landelijk Gebied

Voigt, C.C., A.G. Popa-Lisseanu, I. Niermann, S. Kramer-Schadt 2012. The catchment area of wind farms for European bats: a plea for international conservation. Biological conservation 153: 80-86.

Bijlage IV: Het Extended Band Model

Het Band model is ontwikkeld in samenwerking met The Crown Estate (UK) Strategic Ornithological Support Services (SOSS), die is opgericht om belangrijke ornithologische kwesties met betrekking tot de Britse windindustrie op zee te identificeren. De SOSS groep bestond uit deskundigen uit een aantal landen, waaronder uit Nederland (Bureau Waardenburg, SOSS secretariaat partner). De SOSS groep heeft in 2012 een leidraaddocument gepubliceerd (Band 2012) voor het gebruik van een model voor de beoordeling van vogelaanvaringen bij windparken op zee (SOSS Band model 2012). De publicatie omvatte als bijlage een spreadsheet voor de berekeningen (hierna genoemd het Band model).

Achtergrond

Het Band model is ontwikkeld vanuit een theoretisch model over aanvaringsrisico's, eerst beschreven door Tucker (1996) en later door Band (2000) en Band *et al.* (2007). Dit model berekent het **aanvaringsrisico** van een individuele vogel die door het rotor-bestreken gebied van een draaiende windturbine vliegt. Een belangrijke aanname van deze modellen was dat vogels geen uitwijkmanoeuvre vertonen[7]. Dit aanvaringsrisico wordt vervolgens toegepast op het aantal vogels dat door het rotor-bestreken gebied vliegt, om tot een schatting van het aantal aanvaringen te komen.

Het Band model (2012) is toegespitst op gebruik bij windparken op zee. Het model is soort- en windpark-specifiek: het aantal aanvaringen wordt voor een bepaalde vogelsoort met een bepaalde type windturbine berekend en toegepast op een bepaald aantal turbines (totaal aantal van een windpark). Het model heeft een standaard berekeningswijze voor de vogelaantallen die door het rotor-bestreken gebied vliegen en daarmee ook voor het aantal aanvaringen van een bepaald windpark.

Het Band model heeft twee fundamentele routes voor het berekenen van het aantal vogelaanvaringen (aangeduid als Basic en Extended oftewel basis- en uitgebreid model), alsmede een optie om dichtheden van vliegende vogels of geschatte vogelfluxen te gebruiken (respectievelijk voor lokale vogels en migrerende vogels).

Zeevogels versus trekvogels

Berekeningen met het Band model kunnen dus op **dichtheden** van vliegende vogels of geschatte **fluxen** worden gebaseerd. Het model is in eerste instantie ontwikkeld voor het gebruik van vogeldichtheden gebaseerd op scheeps- of vliegtuigtellingen en is daarmee toegespitst op zeevogelsoorten. Als alternatief is expliciet voor trekvogels

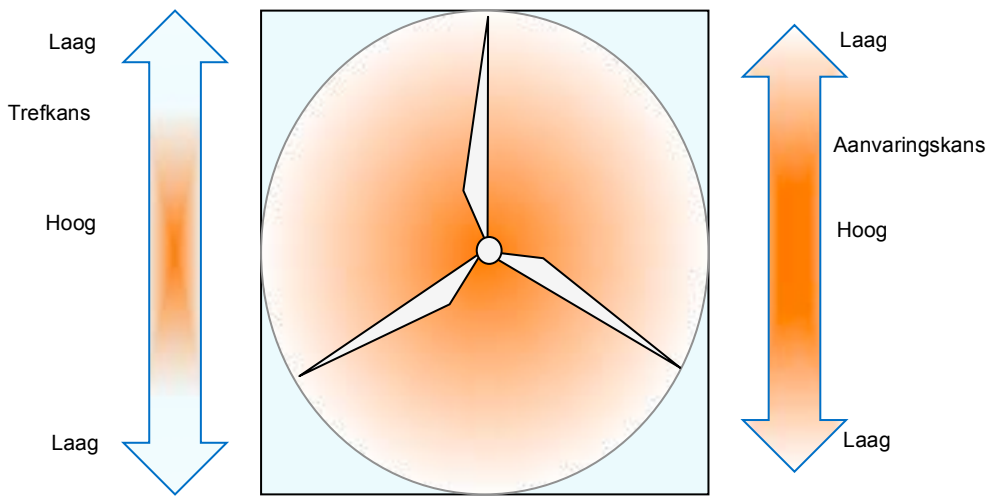
[7]Volgens Tucker (1996) kunnen vogels windturbines ontwijken door wijzigingen in de vliegsnelheid, in gevallen waar de relatieve rotorsnelheid onder een bepaald niveau zit, zoals dicht bij de gondel. Dit aspect is niet beschreven in de modellen van Band (2000), Band *et al.* (2007) en Band (2012).

een tweede alternatief van het model ontwikkeld die aantallen van passerende vogels gebruikt (bijvoorbeeld fluxen gemeten met radar).

Basic versus Extended model

Het Band model biedt ook twee alternatieven voor het berekenen van aanvarings-risico's. Deze zijn grotendeels gebaseerd op het type gegevens over vlieghoogte. Het **Basic model** is gebaseerd op een gemiddeld aanvaringsrisico voor het rotor-bestreken gebied. Het **Extended model** is daarentegen gebaseerd op gemiddelde aanvaringskansen en trefkansen in het rotor-bestreken gebied, gewogen naar hoogte. Het aanvaringskans neemt namelijk toe richting de gondel en de trefkans (de kans dat een vogel in het rotor-bestreken gebied terechtkomt) neemt af met de afstand tot het verticale middelpunt van de rotor (figuur IV.1). Dit, in combinatie met de **vlieghoogteverdeling** van vogels, resulteert bij het Extended model in een realistischer aanvaringsrisico voor vogelsoorten die een grote variatie in vlieghoogte over het rotor-bestreken gebied vertonen. Het Basic model is geschikter als vlieghoogteverdelingen op rotorhoogte niet goed bekend zijn, of als andere factoren, zoals de variatie in vogelaantallen, belangrijker worden geacht.

In het Band model worden eerst soortspecifieke aanvaringskansen zonder vermijding berekend en worden later in het model vermijdingsniveaus toegepast. Vlieghoogteverdeling, net zoals aanvaringsrisico, is een functie van kenmerken van de vogelsoort (lengte, spanwijdte, snelheid en vluchttype (actieve- of zwevende vlucht)), en de windturbineconfiguratie (aantal bladen, rotorradius, rotatiesnelheid, maximum bladbreedte, pitch en ashoogte).



Figuur IV.1. Variatie in trefkans en aanvaringskans over het rotor-bestreken gebied. Deze twee factoren gecombineerd resulteren in een laag aanvaringsrisico aan de uiteinden van de rotors.

Berekeningen in voorliggend MER

Vogelgegevens gepubliceerd door Snow & Perrins (1997a; 1997b) zijn gebruikt voor lengte (m) en spanwijdte (m), waarbij het middelpunt van de aangegeven ranges is genomen. Snelheden (m/s) voor de meeste soorten waren gepubliceerd door Alerstam *et al.* (2007), die in enkele gevallen aangevuld zijn door elders gepubliceerde gegevens (Pennycuick 1997; Guilford *et al.* 2008). Bij soorten waarvan data over vliegsnelheid ontbraken, zijn waarden van een nauw verwante soort gebruikt. Vluchttype is voor elke soort op actieve vlucht gezet, omdat dit in een iets hogere aanvaringskans resulteert dan bij zwevende vlucht.

Het geschatte aantal aanvaringslachtoffers is voor alle drie windparkalternatieven van het windparken in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie §1.1) berekend. Op basis van de turbinekenmerken en het verwachte aantal turbines is het rotor-bestreken gebied voor elke alternatief berekend. Voor de berekeningen is de aanname gedaan dat het windpark het hele jaar door, zonder oponthoud operationeel is.

Zeevogels

Berekeningen in voorliggend MER zijn voor zeevogels met het Extended model uitgevoerd. Vlieghoogteverdelingen voor het Extended model zijn uit de overzichts-studie van Johnston *et al.* (2014) genomen. In combinatie met turbinekenmerken zijn vervolgens soortspecifieke aanvaringskansen gegenereerd.

Dichtheden van vliegende vogels zijn voor elke soort per maand bepaald (zie §2). Deze dichtheden zijn in het model op basis van vliegsnelheid, locatie-specifiek daglicht- en nachturen en nachtactiviteit van elke soort (cf. Bradbury *et al.* 2014) omgerekend naar soort- en locatie specifieke fluxen. De vermenigvuldiging van deze soort-specifieke fluxen met de aanvaringskansen leverde het potentiële aantal aanvaringslachtoffers per maand zonder vermijding op.

Trekvogels

De berekeningen voor trekvogels zijn met het Basic model uitgevoerd. Dit omdat gedetailleerde informatie over de vlieghoogteverdeling van trekvogels op rotorhoogte grotendeels ontbreekt. Bovendien wordt verwacht dat variatie in het geschatte aantal vogels dat door een windpark vliegt belangrijker is voor het aantal aanvaringen dan schattingen over de vlieghoogteverdelingen.

Jaarlijkse fluxen (aantal/km) van trekvogels over het plangebied zijn per soortgroep bepaald (zie §2.3). Op deze fluxen zijn correctiefactoren voor de fractie op rotorhoogte toegepast (zie §2.3). Aanvaringskansen zijn bij elke soortgroep voor een voorbeeldsoort bepaald die een representatieve soort is voor de groep, in grote aantallen door het plangebied trekt en een relatief hoog aanvaringsrisico heeft

(grotere en/of langzamere soort) binnen de soortgroep. Dit waren de wilde zwaan voor ganzen en zwanen, de bergeend voor eenden, de blauwe reiger voor reigers, buizerd voor roofvogels en uilen, de kievit voor steltlopers en de vink voor zangvogels. De vermenigvuldiging van de aanvaringskansen met fluxen van de soortgroep leverde het potentiële jaarlijkse aantal aanvaringslachtoffers zonder vermijding op.

Vermijdingsniveaus

De laatste stap in de berekeningen, het toepassen van vermijdingspercentages, is een van de belangrijkste stappen bij het bepalen van het werkelijke aantal aanvaringen (Chamberlain *et al.* 2006, Drewitt & Langston 2006). Vermijdingsgedrag kan op twee niveaus plaatsvinden: macro-vermijding: het vermijden van het gehele windpark; en micro-vermijding: het vermijden van individuele turbines binnen het windpark. Algeheel vermijding kan geïllustreerd worden als:

Vermijding = 1 - ((1-macro-vermijding) * (1-micro-vermijding))

Ondanks alle aandacht naar vogelaanvaringen met windturbines, zijn slechts weinig data bekend over vermijdingsniveaus. Vermijdingsgedrag is moeilijk te kwantificeren en kan per omgevings- en ecologische factor, alsmede per windparkconfiguratie variëren (Krijgsveld 2014).

Op basis van de beschikbare gegevens wordt over het algemeen aanvaard dat vermijdingsniveaus van vogels waarschijnlijk hoog zijn, vaak hoger dan 98% en bij veel zeevogels hoger dan 99% (Cook *et al.* 2012). De Scottish Natural Heritage raadt het gebruik van 98% voor veel soorten aan, waaronder voor duikers, meeuwen en sterns (SNH 2010), hoewel Cook *et al.* (2012) 99.75% als een realistischer vermijdingsniveau beschouwen. Berekeningen van de voorliggende studie volgden de aanbevelingen van Maclean *et al.* (2009). Op basis van een overzicht van de beschikbare studies hebben zij de volgende vermijdingsniveaus bepaald: 99% voor duikers, eenden, ganzen, futen, aalscholvers, sterns en de papegaaiduiker; 99,5% voor de jan-van-gent, alken en meeuwen; en 99,9% voor de noordse stormvogel en pijlstormvogels. Vermijdingspercentages van trekvogels zijn gebaseerd op overzichten van Cook *et al.* (2012) en Wright *et al.* (2012). Het toepassen van deze vermijdingspercentages leverde het **geschatte totaal aantal aanvaringslachtoffers** voor zeevogels en trekvogels op.

Literatuur

Details over de SOSS groep en haar projecten, samen met alle documentatie over het Band model (2012) is te vinden op de website:
http://www.bto.org/science/wetland-and-marine/soss

Alerstam, T., M. Rosén, J. Bäckman, P.G.P. Ericson & O. Hellgren, 2007. Flight Speeds among Bird Species: Allometric and Phylogenetic Effects. PLoS Biology 5(8).

Band, W., 2000. Windfarms and Birds: Calculating a theoretical collision risk assuming no avoiding action. Guidance Notes Series. Scottish Natural Heritage.

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. SOSS, The Crown Estate, London, UK.

Band, W., Madders, M. & D.P. Whitfield, 2007. Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In: M. de Lucas, G.F.E. Janss & M. Ferrer. Birds and Wind Farms: Risk Assessment and Mitigation. pp. 259-275. Quercus, Madrid, Spain.

Bradbury, G., M. Trinder, B. Furness, A.N. Banks, R.W.G. Caldow & D. Hume, 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PloS one 9(9): e106366.

Chamberlain, D.E., M.R. Rehfisch, A.D. Fox, M. Desholm & S.J. Anthony, 2006. The effect of avoidance on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. Ibis 148(1): 198-202.

Cook, A.S.C.P., L.J. Wright & N.H.K. Burton, 2012. A Review of flight heights and avoidance rates of birds in relation to offshore windfarms. Crown Estate Strategic Ornithological Support Services (SOSS), project SOSS-02. BTO Research Report 618.

Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. Ibis 148(1): 29-42.

Guilford, T.C., J. Meade, R. Freeman, D. Biro, T. Evans, F. Bonadonna, D. Boyle, S. Roberts & C.M. Perrins, 2008. GPS tracking of the foraging movements of Manx Shearwaters Puffinus puffinus breeding on Skomer Island, Wales. Ibis 150(3): 462-473.

Johnston, A., Cook, A.S.C.P., Wright, L.J., Humphreys, E.M. & N.H.K. Burton, 2014. Modelling flight heights of marine birds to more accurately assess collision risk with offshore wind turbines. Journal of Applied Ecology 51: 31–41.

Krijgsveld, K.L., 2014. Avoidance behaviour of birds around offshore wind farms. Overview of knowledge including effects of configuration. Report 13-268, Bureau Waardenburg, Culemborg, Netherlands.

Maclean, I.M.D., L.J. Wright, D.A. Showler & M.M. Rehfisch, 2009. A review of assessment methodologies for offshore windfarms. BTO Report commissioned by COWRIE Ltd.

Pennycuick, C., 1997. Actual and 'optimum' flight speeds: field data reassessed. Journal of Experimental Biology 200(17): 2355-2361.

SNH, 2010. Use of avoidance rates in the SNH wind farm collision risk model. SNH Avoidance Rate Information & Guidance Note. Scottish Natural Heritage, Inverness, UK.

Snow, D.W. & C.M. Perrins, 1997a. The Birds of the Western Palearctic. Volume 1 Non-passerines. Oxford University Press, Oxford.

Snow, D.W. & C.M. Perrins, 1997b. The Birds of the Western Palearctic. Volume 2 Passerines. Oxford University Press, Oxford.

Tucker, V.A., 1996. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. Journal of Solar Energy Engineering 118: 253-262.

Wright, L.J., V.H. Ross-Smith, D. Massimino, D. Dadam, A.S.C.P. Cook & N.H.K. Burton, 2012. Assessing the risk of offshore wind farm development to migratory birds designated as features of UK Special Protection Areas (and other Annex 1 species). Crown Estate Strategic Ornithological Support Services (SOSS), project SOSS-05. BTO Research Report 592.

Bijlage V: Aanvaringen met twee-bladige turbines

In dit rapport zijn alle aanvaringsberekeningen gedaan voor driebladige turbines, terwijl het voor ontwikkelaars ook mogelijk moet zijn om te kiezen voor twee-bladige turbines. In deze bijlage wordt daarom een voorbeeld gegeven van de verschillen in aanvaringsslachtoffers tussen een twee- of driebladige turbines, om zo tot een betere afweging te kunnen komen.

Het aantal aanvaringsslachtoffers wordt in de berekeningen van het Band model bepaald door het aantal vogels die het windpark op rotorhoogte passeert, de soortspecifieke aanvaringskansen, en de windparkconfiguratie. Als alle andere parameters ongewijzigd blijven, alleen het aantal turbinebladen wordt verlaagd van drie naar twee, kunnen de vogels met een blad minder in aanvaring komen. De aanvaringskans neemt lineair met het aantal turbinebladen met een derde af, en daardoor ook het aantal aanvaringsslachtoffers wordt een derde minder bij tweebladige turbines ten opzichte van driebladige turbines. Voor vleermuizen verandert er niks, omdat hier het aantal slachtoffers niet met het Band model wordt bepaald, maar een aantal per turbine wordt berekend.

Als voorbeeld wordt hieronder het aantal aanvaringsslachtoffers voor tweebladige- en driebladige windturbines in Kavel I (tabel V.1) en Kavel II (tabel V.2) voor een lokale zeevogel (kleine mantelmeeuw), een kolonievogel (jan-van-gent) en een trekvogelsoortgroep (zangvogels) weergegeven.

Tabel V.1 Vergelijking tussen de aantallen slachtoffers die vallen bij drie- en tweebladige turbines in Kavel I bij twee alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels, kolonievogels, trekvogels).

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1 63 * 6MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10MW ø 221 m
Driebladige	kleine mantelmeeuw	88	33
	jan-van-gent	1	0
	zangvogels	1028	808
Tweebladige	kleine mantelmeeuw	59	22
	jan-van-gent	0	0
	zangvogels	685	539

Tabel V.1 Vergelijking tussen de aantallen slachtoffers die vallen bij drie- en tweebladige turbines in Kavel II bij twee alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels, kolonievogels, trekvogels).

Windturbine	Vogelsoort	Alternatief 1 63 * 6MW ø 142 m	Alternatief 2 38 * 10MW ø 221 m
Driebladige	kleine mantelmeeuw	158	58
	jan-van-gent	1	0
	zangvogels	1028	808
Tweebladige	kleine mantelmeeuw	105	39
	jan-van-gent	0	0
	zangvogels	685	539

Bijlage VI: Aanvaringen met 12 MW turbines

In dit rapport zijn aanvaringsberekeningen gedaan voor alternatieven van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) met 6MW of 10MW turbines. Om meer inzicht te krijgen in of de effecten van windturbines gemitigeerd kunnen worden door het geplande vermogen van de windturbines te verhogen en daarmee het aantal turbines te beperken, worden in deze bijlage aantal aanvaringslachtoffers gepresenteerd bij een scenario met 12MW turbines. Momenteel wordt aangenomen dat turbines van 12 MW hetzelfde formaat en afmetingen hebben als 10 MW turbines.

Het aantal aanvaringsslachtoffers wordt in de berekeningen van het Band model bepaald door het aantal vogels die het windpark op rotorhoogte passeert, de soortspecifieke aanvaringskansen, en de windparkconfiguratie. Als alle andere parameters ongewijzigd blijven (ook de karakteristieken van de windturbines), alleen het aantal turbines wordt verlaagd met ca. 18% ten opzichte van alternatief 2 (van 38 10MW turbines naar 31 12MW turbines), kunnen de vogels met minder turbines in aanvaring komen. De vogels hebben bij iedere turbine evenveel kans om in aanvaring te komen, en daarom neemt het aantal aanvaringslachtoffers lineair af met 18% ten opzichte van alternatief 2. Dit geldt voor zowel vogels als vleermuizen.

Als voorbeeld wordt hieronder het aantal aanvaringsslachtoffers bij de twee alternatieven en bij 12MW turbines van Kavel I (tabel V.1) en Kavel II (tabel V.2) voor twee zeevogelsoorten (kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw), een trekvogelsoortgroep (zangvogels) en de meest algemene vleermuis weergegeven.

Tabel V.1 Vergelijking tussen de aantallen slachtoffers die vallen bij drie- en tweebladige turbines in Kavel I bij twee alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels en trekvogels).

Vogelsoort	Alternatief 1 63 * 6MW	Alternatief 2 38 * 10MW	31 * 12MW
kleine mantelmeeuw	88	33	27
zilvermeeuw	31	12	10
zangvogels	1028	808	659
ruige dwergvleermuis	60	36	29

Tabel V.2 Vergelijking tussen de aantallen slachtoffers die vallen bij drie- en tweebladige turbines in Kavel II bij twee alternatieven, voor representatieve soorten voor de verschillende groepen (lokale zeevogels en trekvogels).

Vogelsoort	Alternatief 1 63 * 6MW	Alternatief 2 38 * 10MW	31 * 12MW
kleine mantelmeeuw	158	58	48
zilvermeeuw	18	7	6
zangvogels	1028	808	659
ruige dwergvleermuis	60	36	29

Voor vissen en benthos veranderd niks wezenlijks bij de keuze voor 12 MW turbines. Het ruimtebeslag op de bodem wordt iets kleiner, waardoor de effecten ook kleiner worden.



Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap
Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl

BIJLAGE 6.1

EFFECTEN VAN AANLEG VAN KAVEL I EN II OP ZEEZOOGDIEREN



Offshore windenergiegebied Hollandse Kust Zuid

Effecten van aanleg van kavel I en II op zeezoogdieren

Dr. F. Heinis

Eindconceptrapport d.d. 5 april 2016

HWE *onderzoek en advies in waterbeheer en ecologie*

Inhoud

1 Inleiding 5

1.1 Achtergrond en kader 5

1.2 Offshore windenergiegebied Hollandse Kust Zuid 6

2 Uitgangspunten bepaling effecten van heien van turbinefunderingen 7

2.1 Bepaling van het brongeluid en de verspreiding ervan 7

2.2 Berekening van effecten door heien op bruinvissen en zeehonden 10

2.2.1 Relevante effectparameters 10

2.2.2 Drempelwaarden 12

2.2.3 Toepassen drempelwaarden bij bepalen van oppervlakten beïnvloed gebied 12

2.2.4 Berekenen van het aantal verstoorde dieren 15

2.2.5 Bepalen van populatie-effecten 18

2.3 Beoordeling van effecten 20

3 Effecten van aanleg van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid 22

3.1 Inleiding 22

3.2 Effecten op populaties van zeezoogdieren 22

3.2.1 Bruinvis 22

3.2.2 Zeehonden 25

3.3 Effecten op Natura 2000-gebieden 29

3.3.1 Waddenzee 29

3.3.2 Noordzeekustzone 30

3.3.3 Voordelta 32

3.3.4 Oosterschelde 33

3.3.5 Vlakte van de Raan 33

3.3.6 Westerschelde & Saeftinghe 35

3.4 Toetsing Flora- en faunawet 36

3.5 Mitigerende maatregelen 37

3.5.1 Overzicht mogelijkheden 37

3.5.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering 39

4 Effecten van aanleg kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid 43

4.1 Inleiding 43

4.2 Effecten op populaties van zeezoogdieren 43
4.2.1 Bruinvis 43
4.2.2 Zeehonden 46
4.3 Effecten op Natura 2000-gebieden 50
4.3.1 Waddenzee 50
4.3.2 Noordzeekustzone 51
4.3.3 Voordelta 53
4.3.4 Oosterschelde 54
4.3.5 Vlakte van de Raan 54
4.3.6 Westerschelde & Saeftinghe 56
4.4 Toetsing Flora- en faunawet 57
4.5 Mitigerende maatregelen 58
4.5.1 Overzicht mogelijkheden 58
4.5.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering 60
5 Cumulatieve effecten 64
5.1 Afbakening 64
5.2 Cumulatieve effecten in één jaar (kavel I en II) 64
5.2.1 Scenario's 64
5.2.2 Effecten op bruinvis 65
5.2.3 Effecten op zeehonden 65
5.3 Cumulatieve effecten in één jaar op Natura 2000-gebieden 66
5.3.1 Bruinvis 66
5.3.2 Zeehonden 67
5.4 Toetsing cumulatieve effecten in één jaar aan Flora- en faunawet 67
5.4.1 Bruinvis 67
5.4.2 Zeehonden 68
5.5 Cumulatieve Effecten na constructie van windparken op het NCP volgens het SER-akkoord 68
5.6 Cumulatieve effecten na 6 jaar op de totale Noordzee (internationaal scenario) 69
5.7 Cumulatieve effecten na mitigatie (VKA) 70
5.7.1 Scenario's 70
5.7.2 Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren 71

5.7.3 Cumulatieve effecten op Natura 2000-gebieden 72
5.7.4 Toetsing Flora- en faunawet 72
5.7.5 Cumulatieve effecten na constructie van windparken op het NCP volgens het SER-akkoord 73
5.7.6 Cumulatieve effecten op de totale Noordzee 73
6 Leemten in kennis 74
7 Referenties 76

BIJLAGEN

Bijlage 1 TNO notitie

1 Inleiding

1.1 ACHTERGROND EN KADER

Bij het heien van funderingen voor windturbines wordt veel geluid geproduceerd, waardoor zeer hoge geluidsniveaus in de omgeving van de heilocatie kunnen ontstaan. Afhankelijk van de afstand waarop dieren zich van de bron bevinden, kan dit bij zeezoogdieren tot effecten op het gedrag leiden of tot fysiologische effecten, zoals een tijdelijke of permanente verhoging van de gehoordrempel (TTS = *temporary threshold shift* en PTS = *permanent threshold shift*).

In de afgelopen jaren is de kennis over en het inzicht in de mogelijke effecten van heigeluid op de dominant in de Noordzee voorkomende zeezoogdieren (bruinvis, zeehonden) sterk toegenomen. Veel van deze kennis is verwerkt in een, onder regie van de Werkgroep Onderwatergeluid[1] opgestelde redeneerlijn die is toegepast bij de effectbepaling en -beoordeling van een aantal 'Ronde 2' offshore windparken. Bij de voor deze windparken toegepaste benadering zijn (mogelijke) populatie-effecten van de hiervoor genoemde sub-letale fysiologische en gedragseffecten niet gekwantificeerd. Onder de destijds geldende voorwaarden voor vergunningverlening kon namelijk – zonder rekenen – worden beredeneerd dat significante effecten op de populatie uit te sluiten waren (bouw van 1 windpark per jaar, seizoensrestrictie voor heiperiode).

Voor de 'Ronde 3' windparken, waaronder het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid, voldoet deze aanpak niet meer, omdat in Nederland de ambitie bestaat om voor het bereiken van duurzame energiedoelen vooral in te zetten op het bouwen van offshore windparken. In het SER-akkoord (september 2013)[2] is voor offshore wind het doel vastgelegd om in 2023 in totaal 4.450 MW operationeel te hebben. Dit doel is niet tijdig haalbaar onder de in 'Ronde 2' geformuleerde voorwaarden. Dit betekent dat moet worden onderzocht wat de effecten op populaties van zeezoogdieren zijn als meer windparken per jaar worden gebouwd en of extra voorwaarden voor de constructiefase geformuleerd moeten worden. Vanwege de verwachte ontwikkelingen in Nederland en daarbuiten is de cumulatie van effecten van impulsief geluid door meerdere initiatieven op hele populaties niet bij voorbaat uit te sluiten.

In 2015 is door de Nederlandse overheid een 'Assessement framework ecology and accumulation of effects' ontwikkeld, dat uit meerdere onderdelen bestaat. Een, in Nederland breed gedragen aanpak voor het bepalen van de cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid op relevante populaties van zeezoogdieren in de Noordzee is er een van. Deze

[1] De Werkgroep Onderwatergeluid is begin 2013 op initiatief van Rijkswaterstaat Zee en Delta opgericht. Deelnemers zijn afkomstig van Rijkswaterstaat, Directoraat-generaal Ruimte en Water, TNO, HWE, SEAMARCO, IMARES, Arcadis, Royal Haskonig DHV (vanaf 2014) en Deltares (vanaf 2014).

[2] https:// http://www.ser.nl/nl/publicaties/overige/2010-2019/2013/energieakkoord-duurzame-groei.aspx

aanpak is door de eerder genoemde Werkgroep Onderwatergeluid in de tweede helft van 2014 ontwikkeld en beschreven in Heinis & de Jong (2015). Het via www.noordzeeloket.nl te downloaden rapport vormt het primaire uitgangspunt voor de voorliggende effectbeschrijving en bestaat op hoofdlijnen uit de volgende onderdelen:

- Een beschrijving van de procedure ('redeneerlijn') voor het kwantificeren van de mogelijke (cumulatieve) effecten van 'impulsief' onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op de Noordzee op de relevante populaties van zeezoogdieren (met nadruk op de bruinvis);
- Een toepassing van de redeneerlijn op de bruinvispopulatie door voor geselecteerde scenario's voor aanleg van windparken op het NCP en in de rest van de Noordzee én seismische exploratie de omvang van cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid te schatten in de periode 2016-2022. Mitigerende maatregelen maken onderdeel uit van de scenario's;
- Een mogelijke toepassing van de redeneerlijn voor de zeehondpopulaties;
- Een samenvatting van de redeneerlijn in de vorm van een stappenplan/leidraad voor MER schrijvers;
- Een overzicht van kennisleemten.

1.2 OFFSHORE WINDENERGIEGEBIED HOLLANDSE KUST ZUID

Bij het bepalen en beoordelen van de effecten van de constructie van het windpark zijn voor elk van de 4 uit te geven kavels twee alternatieve opstellingen onderzocht:

- Alternatief 1, een opstelling met 63 turbines van 6 MW;
- Alternatief 2, een opstelling met 38 turbines van 10 MW.

Met deze twee alternatieven kan een beeld worden gekregen van de maximale bandbreedte van mogelijke effecten. Voor beide alternatieven is verder uitgegaan van monopaalfunderingen, waarvan er, als de weersomstandigheden andere logistieke omstandigheden dat toelaten elke 24 uur 1 wordt geheid.

TNO heeft voor het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op dezelfde manier als voor de Borssele kavels berekeningen uitgevoerd. Daarbij zijn voor elk van de mogelijke 4 kavels[3] twee paalposities en drie hei-energieën onderzocht om zo een goed beeld te krijgen van de bandbreedte van mogelijke effecten. De resultaten van deze, in bijlage 1 opgenomen berekeningen zijn conform Heinis & de Jong (2015) geïnterpreteerd waarna de mogelijke effecten op de populaties van bruinvissen en zeehonden zijn bepaald en beoordeeld. Daarnaast is onderzocht in hoeverre significante effecten op de, voor bruinvissen en zeehonden natuurlijke kenmerken van Natura 2000-gebieden zijn te verwachten.

[3] In deze studie is ten behoeve van het in beeld brengen van de milieueffecten uitgegaan van het doorgang vinden van de ontwikkeling van windenergie binnen de zone van 10-12 nautische mijl. Hierover moet echter nog formele besluitvorming plaatsvinden.

2 Uitgangspunten bepaling effecten van heien van turbinefunderingen

2.1 BEPALING VAN HET BRONGELUID EN DE VERSPREIDING ERVAN

Voor het schatten van de onderwatergeluidniveaus die optreden bij de bouw van windparken is gebruik gemaakt van het door TNO ontwikkelde rekenmodel AQUARIUS. Dat model is gebaseerd op de benaderingsmethode die is beschreven in Weston [1971, 1976]. Het model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van gegevens over de geluidbron, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. Als output worden onderwatergeluidkaarten gegenereerd, indien gewenst voor verschillende diepten in de waterkolom.

Voor de berekening van de verspreiding van het heigeluid bij de constructie van het windpark Hollandse Kust Zuid is aangenomen dat het heigeluid zoals gemeten bij het Prinses Amaliawindpark (Q7, de Jong & Ainslie, 2012) maatgevend is voor het heien van monopalen op de Noordzee. Bij de voor windpark Prinses Amalia gebruikte funderingen werd geheid met een maximale energie van 800 kJ. Het maximale, over de frequentiebanden gesommeerde bronniveau bedroeg daar 221 dB re 1 μPa^2m^2. Dit bronniveau is bij de verdere berekeningen gebruikt. De laagste inschatting van het bronniveau bedroeg 215 dB re 1 μPa^2m^2 (zie verder bijlage 1).

Voor de fundering van de windturbines is uitgegaan van monopalen, die door heien in de zeebodem zullen worden verankerd. De hiervoor benodigde hei-energie bedraagt, afhankelijk van de diameter van de te heien funderingen 1.000 tot maximaal 3.000 kJ. Bij de berekeningen is aangenomen dat eenzelfde percentage van de klapenergie (als bij het Prinses Amalia windpark) wordt omgezet in geluidenergie. Dit betekent dat het over de frequentiebanden gesommeerde bronniveau bij de aanleg van Borssele per heiklap respectievelijk ongeveer 1 dB tot 6 dB groter zal zijn.

Effecten zijn berekend voor de situatie dat de propagatie van het heigeluid niet wordt gedempt en voor de situatie dat geluidsnormen zullen worden toegepast. Het gaat daarbij om een, onlangs door de Nederlandse overheid voor het windenergiegebied Borssele ontwikkeld normenstelsel, waarbij is gedifferentieerd naar aanlegseizoen en aantal turbines. Het normenstelsel is voor het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid iets aangepast (zie verder § 3.5.2).

Voor het bepalen van de voortplanting van het onderwatergeluid als gevolg van het heien voor het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid is een realistisch, met de praktijk overeenkomend heiscenario doorgerekend (‘soft start’). Voor het goed positioneren van de paal wordt in de eerste ca. 10 minuten met een lagere energie en frequentie geheid. In de daaropvolgende ca. 30

minuten wordt de hei-energie opgevoerd tot maximaal vermogen (= ca. 95% van het volledige vermogen van de heihamer). In deze periode vinden af en toe controles plaats waarin niet wordt geheid. Na deze 40 minuten wordt vervolgens ononderbroken op maximaal vermogen geheid. In de berekeningen is ervan uitgegaan dat in beide alternatieven voor het heien van één paal maximaal 3.500 heiklappen nodig zijn.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor gemiddelde windcondities en voor windstilte (*worst case*). Om een indruk te krijgen van de mogelijke invloed van paalpositie op de reikwijdte van het effect is dit voor 8 verschillende locaties in het, in 4 kavels uit te geven windenergiegebied Hollandse Kust Zuid gedaan (Figuur 2-1). Vergeleken met het plangebied voor Borssele is de variatie in waterdiepte binnen het plangebied voor Hollandse Kust Zuid relatief beperkt en hangt vooral af van de positie ten opzichte van de kust (hoe verder, hoe dieper). Om de maximale bandbreedte van effecten in beeld te krijgen is daarom in elk kavel een positie met minimale afstand tot de kust en een positie met maximale afstand tot de kust gekozen. Voor het uitgestrekte kavel IV zijn drie posities onderzocht, waarvan er twee op korte afstand van de kust liggen en de derde op het verst van de kust gelegen punt:

- Kavel I: positie 1 op ca. 20 m en positie 2 op ca. 23 m diepte;
- Kavel II: positie 3 en 4, beide op ca. 21 m diepte;
- Kavel III: positie 5 op ca. 22 m en positie 6 op ca. 21 m diepte;
- Kavel IV: positie 7 op ca. 18 m, positie 8 op ca. 20 m en positie 9 op ca. 21 m diepte.

Voor overige parameters, zoals de geluidssnelheid in het water en de bodem en de bodemabsorptie zijn realistische waarden gekozen (zie verder de bij deze notitie als bijlage 1 gevoegde memo van TNO).



Figuur 2-1 Paalposities van windpark Hollandse Kust Zuid waarvoor berekeningen met AQUARIUS zijn uitgevoerd

Bij de interpretatie van berekende effecten van het door heien gegenereerde onderwatergeluid op mariene organismen is verder het te hanteren heischema van belang. In deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat elk van de 4 kavels van windpark Hollandse Kust Zuid uit 63 windturbines van 6 MW of uit 38 windturbines van 10 MW op monopaal funderingen zal bestaan. Het heien van één monopaal turbinefundering zal, zo blijkt uit opgedane ervaring bij de aanleg van het windpark Luchterduinen, inclusief korte pauzes maximaal ongeveer 2 uur[4] duren. Dat betekent dat er in het bouwseizoen maximaal zo'n 126 uur wordt geheid voor alternatief 1 (63 palen x 2 uur) en 76 uur voor alternatief 2 (38 palen x 2 uur). Bij de aanleg zal – als de weersomstandigheden en andere, technische of logistieke omstandigheden dat toelaten – een zo compact mogelijk heischema worden gehanteerd. Dit houdt in dat eens per etmaal een turbinefundering wordt geheid. Zo kunnen de heiwerkzaamheden onder gunstige omstandigheden in 9 weken (alternatief 1) of in iets meer dan 5 weken (alternatief 2) zijn afgerond. Rekening houdend met mindere weersomstandigheden en/of materiaalpech e.d. is de verwachting dat de heiwerkzaamheden binnen een periode van 4,5 maanden (alternatief 1) of 2,5 maanden kunnen worden uitgevoerd (alternatief 2). In Tabel 2-1 zijn genoemde uitgangspunten samengevat.

Tabel 2-1 Uitgangspunten voor berekeningen en effectbepaling

	Alternatief 1	Alternatief 2
Aantal turbines	63	38
Geïnstalleerd vermogen per turbine	6 MW	10 MW
Netto heitijd per monopaal fundering inclusief korte pauzes	2 uur	2 uur
Geschatte periode waarin heiwerkzaamheden plaatsvinden (min-max)	9 – 18 weken	5 – 10 weken

2.2 BEREKENING VAN EFFECTEN DOOR HEIEN OP BRUINVISSEN EN ZEEHONDEN

2.2.1 Relevante effectparameters

De berekening van de geluidsverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zeehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Deze effecten kunnen zich manifesteren in de vorm van een gedragsrespons, zoals een versnelde ademhaling en wegzwemmen van de geluidsbron of in de vorm van een – fysiologisch – effect op het gehoor waardoor de dieren als gevolg van een langere blootstelling aan verhoogde geluidsniveaus tijdelijk (TTS: tijdelijke verhoging van de gehoordrempel) of permanent (PTS: permanente verhoging van de gehoordrempel) minder goed kunnen horen. Op grond van de resultaten van eerdere, voor 'Ronde 2' windparken uitgevoerde berekeningen is geconcludeerd dat **effecten op het gedrag maatgevend** zijn voor mogelijke effecten op

[4] Er kan van worden uitgegaan dat bij gebruik van tripod- of jacket-funderingen met een maximale energie van 1.000 kJ zal worden geheid. Per fundering neemt de totale duur van het heien echter toe, omdat per fundering meerdere palen worden geheid, respectievelijk 3 voor een tripod- of 4 voor een jacket-fundering. De totale heitijd per fundering zal daarmee 3 – 4,5 uur (tripods) of 4 – 6 uur bedragen (jackets) in plaats van maximaal 2 uur voor een monopaal fundering.

populaties. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat het gebied waarin bruinvissen en zeehonden TTS en PTS kunnen oplopen veel kleiner is dan het gebied waarbinnen gedragseffecten kunnen optreden. Bovendien treedt, mits PTS wordt voorkomen door het toepassen van mitigatie, bij alle mogelijk beïnvloede dieren volledig herstel van het gehoor op (bij verreweg de meeste binnen enkele uren na verlaten van het beïnvloedingsgebied of na afloop van het heien). Zie verder de uit Heinis en de Jong (2015) overgenomen argumentatie in het Intermezzo Relevante parameters voor effecten heigeluid op populaties.

Hoewel het gebied waarbinnen dieren **PTS** kunnen oplopen veel kleiner is dan het TTS-gebied, is het van belang te berekenen wat de omvang van het gebied onder *worst case* omstandigheden kan zijn. PTS-effecten kunnen namelijk direct doorwerken naar de populatie, omdat niet is uit te sluiten dat dieren met PTS dermate in hun normale functioneren worden gehinderd dat zij voortijdig zullen sterven. Er moet daarom aannemelijk worden gemaakt dat de kans dat dergelijke permanente effecten optreden verwaarloosbaar is of, als dat niet zo is, dat deze door het nemen van mitigerende maatregelen kunnen worden voorkomen.

Intermezzo Relevante parameters voor berekenen effecten heigeluid op populaties

Er is van uitgegaan dat effecten op het gedrag (verstoring/mijding) maatgevend zijn voor de effecten op populaties.
Effecten van TTS zullen niet of verwaarloosbaar doorwerken naar populaties, omdat:

- De voor eerdere passende beoordelingen berekende TTS-onset contouren veel kleiner zijn dan de maximale mijdingscontouren, wat betekent dat het aantal bruinvissen waarvan het gehoor tijdelijk minder gevoelig zal zijn, ook kleiner is dan het aantal verstoorde bruinvissen.
- Mits mitigatie wordt toegepast, waarmee PTS wordt voorkomen (zie hierna) bij alle mogelijk beïnvloede bruinvissen volledig herstel van hun gehoor optreedt. De mate van TTS die de dieren oplopen, hangt af van de locatie waarop zij zich bevinden bij de start van de heiwerkzaamheden: hoe dichter bij de geluidsbron hoe groter de TTS (en hoe langer het duurt voordat de TTS is hersteld). Het aantal dieren dat zich binnen een contour met relatief hoge geluidsniveaus bevindt, is echter beperkt vanwege het feit dat de oppervlakte binnen een bepaalde geluidscontour kwadratisch toeneemt met de afstand. Bij verreweg de meeste dieren treedt daarom herstel op binnen enkele uren na verlaten van het beïnvloedingsgebied of na afloop van het heien. Ter illustratie: binnen het hele oppervlak van waarbinnen bruinvissen TTS kunnen oplopen, is dat voor minder dan de helft van de dieren binnen dat oppervlak gedurende meer dan een uur (afgeleid uit berekeningen van TNO, zie tabel 6 en 7 in de bijlage).
- De effectafstanden voor TTS in werkelijkheid waarschijnlijk veel kleiner zijn tot nu toe berekend. De gehanteerde drempelwaarde voor 'TTS-onset' voor bruinvissen is namelijk gebaseerd op resultaten van een experimentele blootstelling van bruinvissen aan een airgun door Lucke et al. (2009). Het betreft de geluiddosis (SEL_{cum}) waarbij een tijdelijke verhoging van de gehoordrempel van 6 dB is gemeten (dat betekent dus dat het gehoor 6 dB minder gevoelig is). Uit de resultaten van recent onderzoek van SEAMARCO blijkt echter dat met nagespeeld heigeluid een geringe TTS van 2,3 – 4 dB bij bruinvissen pas kan worden aangetoond bij een SEL_{cum} van 180 dB re 1 μPa^2s [Kastelein et al, 2014]. Deze waarde ligt aanzienlijk hoger dan de drempelwaarde van SEL_{cum} van 164 dB re 1 μPa^2s waarvan in de berekeningen is uitgegaan.
- De frequenties waarbij in bruinvissen TTS na blootstelling aan heigeluid kan optreden, niet in het frequentiegebied liggen dat van belang is voor het vinden van voedsel via echolocatie. Bij een aan nagespeeld heigeluid blootgestelde bruinvis blijkt de verhoging zich namelijk te beperken tot een relatief smalle band van lage frequenties [Kastelein et al, 2014]. Een statistisch significante TTS kon alleen bij frequenties van 4 kHz en 8 kHz worden aangetoond, maar bij de gemeten frequenties daarboven (16 kHz en 125 kHz, de echolocatie frequentie) en daaronder (2 kHz) niet. Opvallend is dat bij frequenties waarin zich de meeste geluidsenergie van het aangeboden heigeluid bevindt, te weten de 600 – 800 Hz frequentieband, geen TTS optreedt. Deze waarnemingen zijn van belang bij de beoordeling van de ecologische relevantie van een voorspelde gehoordrempelverschuiving. Een

(tijdelijke) gehoordrempelverschuiving in het laagfrequentie deel van het gehoorspectrum is voor bruinvissen voor het foerageren waarschijnlijk veel minder relevant dan in het hoogfrequente deel. Hoogfrequente geluiden van rond 125 kHz en de hoorbaarheid daarvan zijn voor deze soort namelijk van essentieel belang bij het vinden van prooien (echolocatie).

Met betrekking tot de mogelijke effecten van PTS is ervan uitgegaan dat deze effecten door het nemen van mitigerende maatregelen zullen worden voorkomen. Op dit moment is dat in de bestaande vergunningen via een voorschrift geborgd. Uit de voor verschillende windparken uitgevoerde berekeningen blijkt dat de afstand waarbinnen bruinvissen PTS zouden kunnen oplopen relatief klein is. Dit betekent dat het effect waarschijnlijk kan worden voorkomen door met een 'soft start' te heien en een 'acoustic deterrent device' (ADD)[5] in te zetten. Hiermee kunnen bruinvissen tot op een afstand die groter is dan de PTS contour worden verjaagd. De PTS afstanden zullen verder afnemen door de toepassing van de, naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm.

2.2.2 Drempelwaarden

Drempelwaarden voor het optreden van een gedragsrespons (mijding/verstoring) en PTS zijn zo veel mogelijk afgeleid uit recente 'peer reviewed' literatuur. Tabel 2-1 bevat een overzicht van de criteria die bij het bepalen van effecten op bruinvissen en zeehonden van belang zijn met de bijbehorende waarden. Daarbij is ervan uitgegaan dat de geluidsenergie van een enkele (maximale) heiklap bepaalt of er een gedragsverandering optreedt (mijding/verstoring). Voor effecten op het gehoor (PTS) gaat het om de totale geluiddosis, i.e. de 'optelsom' van meerdere geluidpulsen, waaraan dieren tijdens het heien van één paal zijn blootgesteld (cumulatieve SEL). Voor de argumentatie bij de in de tabel opgenomen waarden wordt verwezen naar het in hoofdstuk 2 van Heinis en de Jong (2015) opgenomen Intermezzo Drempelwaarden voor effecten van onderwatergeluid op zeezoogdieren.

Tabel 2-2: Drempelwaarden voor het inschatten van effecten op bruinvissen en zeehonden. SEL_1 = geluiddosis als gevolg van een enkele heiklap; SEL_{CUM} = geluiddosis door een zwemmend dier ontvangen als gevolg van het heien van de gehele paal; $SEL_{1/CUM,w}$ = M-gewogen SEL voor zeehonden in water (zie Southall et al. 2007)

Soort	type effect	waarde	bron
Bruinvis	Gedragsrespons*	SEL_1 > 140 dB re 1 μPa^2s	Heinis & de Jong, 2015
	PTS-onset	SEL_{CUM} > 179 dB re 1 μPa^2s	TTS-onset uit Lucke et al. (2009) + 15 dB
Zeehonden	Gedragsrespons*	$SEL_{1,w}$ > 145 dB re 1 μPa^2s	SEAMARCO 2011
	PTS-onset	$SEL_{CUM,w}$ > 186 dB re 1 μPa^2s	Southall et al. 2007

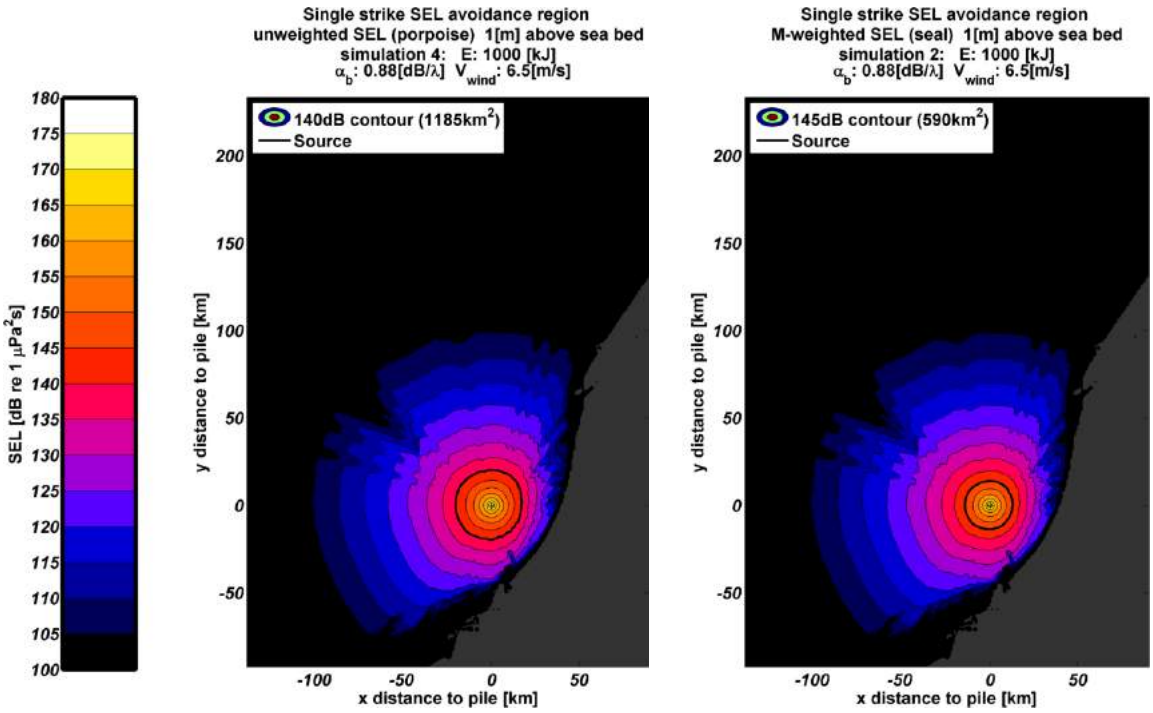
* Gedrag met een score van 5 of hoger op de gedragsrepons-schaal van Southall et al. (2007). Dit betreft gedragingen als veranderingen in zwemgedrag en ademhaling, mijden van een bepaald gebied en veranderingen in roep- of klikgedrag (t.b.v. communicatie of foerageren).

2.2.3 Toepassen drempelwaarden bij bepalen van oppervlakten beïnvloed gebied

De effecten van heigeluid op het gedrag zijn berekend aan de hand van de met AQUARIUS gegenereerde onderwatergeluidkaarten, waarin de verdeling van de ruimtelijke

[5] Omdat ADD's geluid in een ander frequentiegebied produceren dan heigeluid is de kans op cumulatieve effecten op het gehoor verwaarloosbaar.

geluidsimmissies als gevolg van een enkele heiklap is weergegeven (SEL_1). Vervolgens is voor bruinvissen en zeehonden bepaald op welke afstand van de heilocatie de drempelwaarden voor de significante **gedragsrespons** (verstoring/mijding) worden overschreden. Dit leidt tot een verstoringscontour met een soms grillige vorm, wat vooral het gevolg is van variaties in de waterdiepte (zie Figuur 2-2).



Figuur 2-2 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 2. Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie is weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor bruinvissen (links) en zeehonden (rechts). Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.

Daarnaast is berekend welke (cumulatieve) geluidbelasting bruinvissen en zeehonden die zich in de nabijheid van de heilocatie bevinden en vervolgens met een bepaalde snelheid wegzwemmen zouden kunnen oplopen tijdens het heien van één paal. De totale geluidbelasting die het dier door de cumulatieve energie van alle heiklappen voor één fundering daarbij ondervindt (SEL_{CUM}), is vergeleken met grenswaarden waarboven het geluid tot een **permanente verhoging van de gehoordrempel** (PTS) bij bruinvissen en zeehonden zou kunnen leiden.
Er zijn daarbij de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Er wordt geheid volgens een realistisch 'soft start' scenario (zie § 2.1 en bijlage 1) mét en zonder een geluidsnorm (SEL_1 = 160 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m);
- Voor de door bruinvissen en zeehonden ontvangen geluiddoses als gevolg van het heien van een hele paal (SEL_{cum}) is uitgegaan van de resultaten van modelberekeningen met het door TNO ontwikkelde propagatiemodel AQUARIUS; de berekeningen zijn uitgevoerd voor windsnelheden van 0 m/s en 6,5 m/s (gemiddelde windcondities) en realistische schattingen van overige omgevingsparameters;

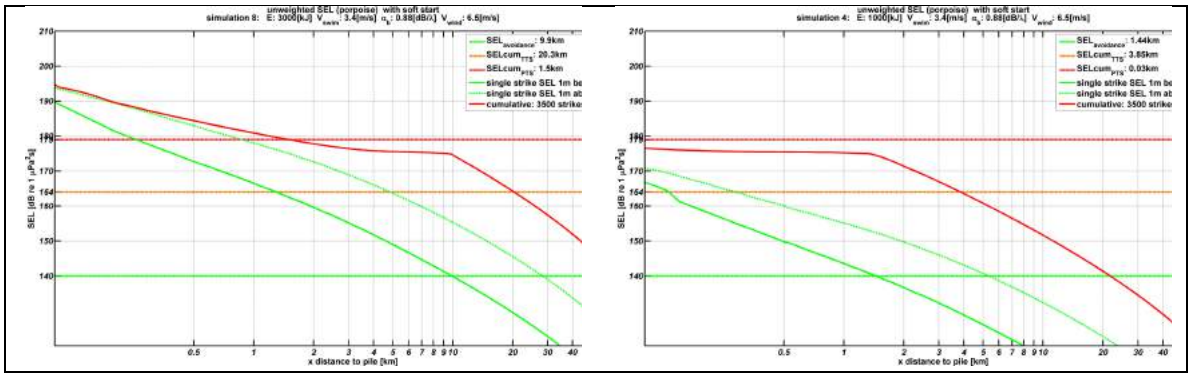
- Voor de berekening van de oppervlakten waarbij PTS kan optreden, is uitgegaan van een cirkel (πr^2) bij een uniforme waterdiepte van 23 m (maximale waterdiepte in het plangebied). In werkelijkheid zullen de oppervlakten kleiner zijn i.v.m. ondieper water richting kustzone.
- Dieren die zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden binnen de contour bevinden waar de drempelwaarde voor verstoring/mijding wordt overschreden, bevinden zich bij de bodem en zwemmen na twee klappen naar het wateroppervlak, om het gebied vervolgens te verlaten door in een rechte lijn van de geluidsbron weg te zwemmen. Voor de bruinvis is uitgegaan van een zwemsnelheid van 3,4 m/s en voor zeehonden van 4,9 m/s. Deze waarden zijn aan de hand van diverse bronnen vastgesteld in de eerder genoemde Werkgroep Onderwatergeluid.

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen en zeehonden is voor alle kavels van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid één *worst case* situatie doorgerekend. Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied voorkomende diepte van 23 m wordt geheid en dat deze diepte constant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden. De berekeningen zijn uitgevoerd voor situaties met en zonder toepassen van een (maximale) geluidsnorm (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m).

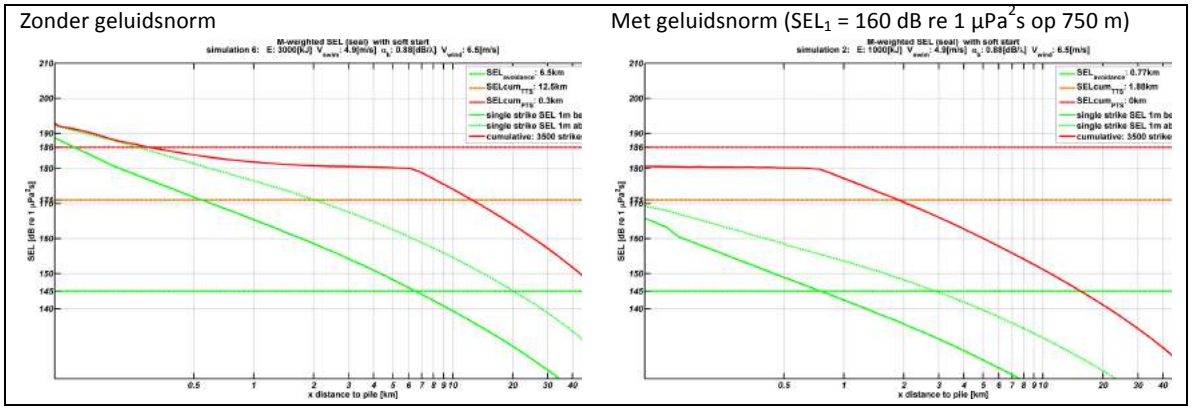
Onderstaande figuren bevatten de resultaten van de berekeningen voor de situatie met gemiddelde windsnelheid en een hei-energie van 3.000 kJ voor bruinvissen (Figuur 2-3) en zeehonden (Figuur 2-4). De figuren geven de berekende verdeling van de SEL_1 op een diepte van 1 m onder de waterspiegel (groene doorgetrokken curve) en op 1 m boven de zeebodem (groene gestippelde curve). De SEL_{CUM} waaraan het dier wordt blootgesteld gedurende het complete heiscenario voor één windturbinefundatie bij een hei-energie van 3.000 kJ en gemiddelde windcondities wordt weergegeven door de rode doorgetrokken lijn). Op de x-as staat de afstand tot de paal waarop een dier zich bij aanvang van het heien op 1 m van de waterbodem bevindt (*worst case* uitgangspositie). De horizontale lijnen tonen de niveaus van de drempelwaarden voor een significante gedragsrespons (groen) en PTS-onset (rood) voor bruinvissen (zie ook Tabel 2-2). Het snijpunt van de rode lijn met de rode stippellijn geeft de 'PTS-afstand'.

Uit de figuren kan worden afgelezen dat bij gemiddelde windsnelheid en een hei-energie van 3.000 kJ bij bruinvissen PTS kan optreden als zij zich bij aanvang van heien zonder toepassen van een geluidsnorm binnen 1,5 km van de heilocatie bevinden. Voor zeehonden bedraagt deze afstand 0,3 km. Als een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s wordt toegepast zal bij deze soorten geen PTS optreden.

Zonder geluidsnorm	Met geluidsnorm (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m)



Figuur 2-3 Berekende verdeling van de SEL_1 op een diepte van 1 m onder de waterspiegel (groene doorgetrokken curve) en op 1 m boven de zeebodem (groene gestippelde curve) en de SEL_{CUM} waaraan een bruinvis wordt blootgesteld gedurende het complete heiscenario voor één windturbinefundatie bij een hei-energie van 3.000 kJ en gemiddelde windcondities (rode doorgetrokken lijn), als functie van de afstand tot de paal waarop een dier zich bij aanvang van het heien op 1 m van de waterbodem bevindt (*worst case* uitgangspositie). De horizontale lijnen tonen de niveaus van de drempelwaarden voor een significante gedragsrespons (groen) en PTS-onset (rood) voor bruinvissen (zie ook Tabel 2-2). Het snijpunt van de rode lijn met de rode stippellijn geeft de 'PTS-afstand'. Deze bedraagt ca. 1,5 km als geen geluidsnorm wordt toegepast. Als wel een (strenge) geluidsnorm wordt toegepast, treedt geen PTS op.



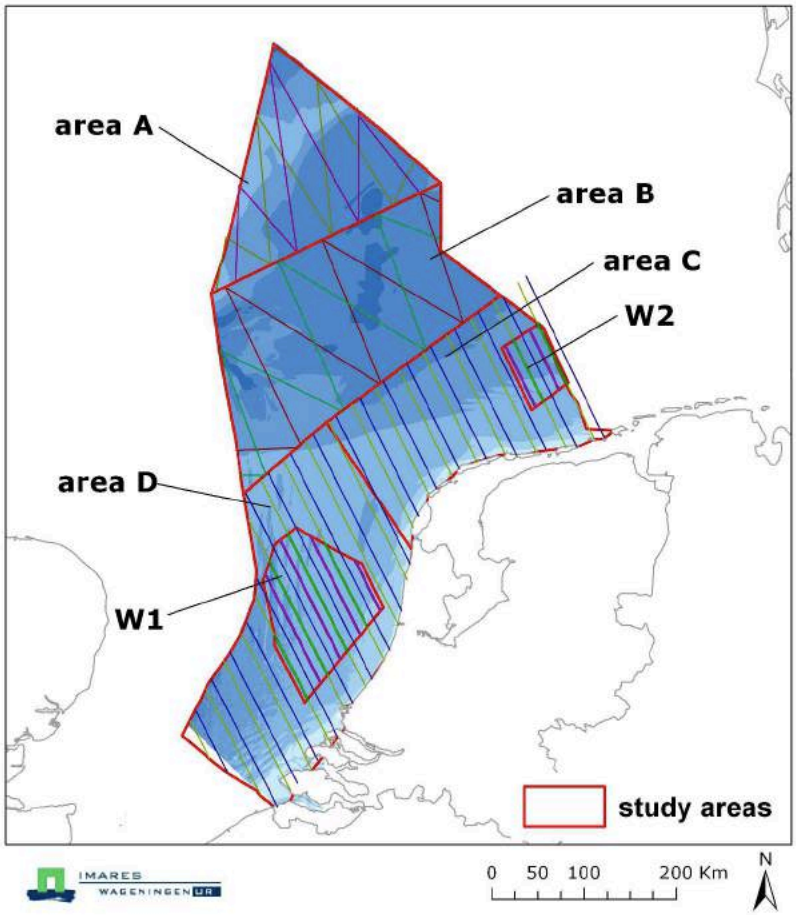
Figuur 2-4 Als Figuur 2-3 voor zeehonden. Als geen geluidsnorm wordt toegepast, bedraagt de 'PTS-afstand' 0,3 km. Als wel een (strenge) geluidsnorm wordt toegepast, treedt geen PTS op.

2.2.4 Berekenen van het aantal verstoorde dieren

Bij het berekenen van het aantal door heigeluid beïnvloede dieren is ervan uitgegaan dat dit alle dieren betreft die aanwezig zijn binnen de contour waar de drempelwaarde voor verstoring/mijding in de onderste helft van de waterkolom wordt overschreden (*worst case*). Met de lagere geluidniveaus nabij het wateroppervlak (hoger in de waterkolom treedt meer uitdoving op dan dieper in de waterkolom) wordt bij de schatting van effectafstanden geen rekening gehouden, in de veronderstelling dat zeezoogdieren in hun normale (foerageer)gedrag worden verstoord als ze niet van de hele waterkolom gebruik kunnen maken. Daarnaast is ervan uitgegaan dat de verstoring voor alle dieren die zich bij aanvang van de geluidproductie binnen deze contour bevinden even lang duurt. Daarmee wordt er dus van uit gegaan dat een dier dat

zich bij de start van het heien dichtbij de geluidsbron bevindt net zo lang verstoord blijft als een dier dat zich veel verder bevindt. Er zijn uit Duits en Deens veldonderzoek bij de bouw van windparken aanwijzingen dat deze aannames sterke simplificaties van de werkelijkheid zijn (zie overzicht in Heinis & de Jong, 2015). Vooralsnog is het echter niet mogelijk om op basis van deze waarnemingen meer realistische aannames te doen.

Voor **bruinvissen** is voor elk van de paalposities het aantal door heigeluid verstoorde dieren berekend door het, over de twee berekende windcondities gemiddelde verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met de gemiddelde bruinvisdichtheid voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt. Bij de berekening is uitgegaan van de resultaten van vliegtuigtellingen die zijn gerapporteerd door Geelhoed et al. (2011, 2014). Daarbij is voor de dichtheid in het plangebied voor het windpark Hollandse Kust Zuid uitgegaan van de geschatte gemiddelde dichtheid in deelgebeid D (zie Figuur 2-5). Deze bedragen respectievelijk 1,174 individuen per km^2 voor de periode januari – mei, 0,484 individuen per km^2 voor de periode juni – augustus en 0,398 voor de periode september – december. Rond de schattingen ligt een bandbreedte van ± 50% rond het gemiddelde. Volgens Geelhoed et al. (2011) geven de schattingen een realistisch beeld van de (variatie) in dichtheden van bruinvissen in laatste jaren. Uit figuur 3.9.3 in Arts (2012) blijkt dat de gemiddelde dichtheid van bruinvissen op het NCP in de periode 2005 – 2011 min of meer is gestabiliseerd, na een sterke trendmatige toename in de periode ervoor.



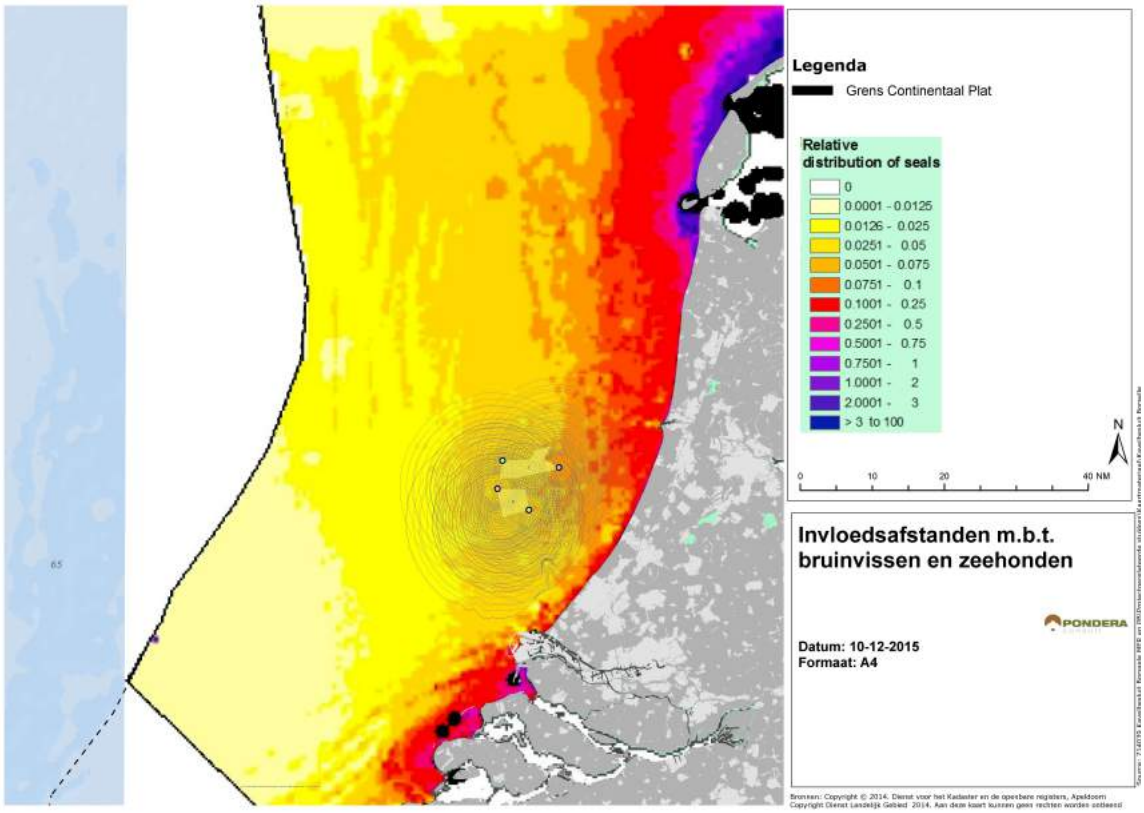
Figuur 2-5 Uit Geelhoed et al. (2011) overgenomen kaart van het NCP met onderscheiden deelgebieden A (Doggersbank), B (Offshore), C (Friese Front) en D (Bruine Bank). W1 en W2 geven de destijds relevante gebieden voor windenergie weer. De lijnen geven de gevlogen transecten weer en de kleuren de verschillende surveys.

Voor het schatten van het aantal, bij aanvang van de hei-activiteit verstoorde **zeehonden** op het NCP is de in Figuur 2-6 weergegeven kaart met de gemodelleerde relatieve dichtheid van de Nederlandse gewone zeehonden van Brasseur e.a. (2012) gebruikt. De kleuren in de kaart geven de (relatieve) dichtheid per km^2 weer (zie Intermezzo Schatting van aantal verstoorde zeehonden voor procedure).

Intermezzo Schatting van het aantal verstoorde zeehonden

Na projectie van de berekende verstoringscontouren op de hieronder weergegeven kaart, wordt per (kleur gecodeerde) dichtheidscategorie de oppervlakte (km^2) van die dichtheidscategorie binnen de verstoringscontour bepaald. De dichtheidscategorieën zijn gedefinieerd met een ondergrenswaarde en een bovengrenswaarde. Omdat de verschillende dichtheidscategorieën door Brasseur et al. (2012) min of meer logaritmisch zijn onderverdeeld is voor de berekening een 'logaritmisch getransformeerde gemiddelde waarde' gebruikt (en dus niet een rekenkundig gemiddelde van de bovengrens en de ondergrens). De som van die oppervlakten vermenigvuldigd met de bijbehorende gemiddelde dichtheid per kleurcategorie is de (relatieve) maat voor het aantal zeehonden binnen de verstoringscontour. Voor het deel van de verstoringsscontour dat in het Belgische deel van het Continentaal Plat ligt en dat niet door de kaart van Basseur et al. (2012) wordt gedekt, is eenzelfde gemiddelde dichtheid verondersteld als voor het op het NCP gelegen deel. Dit getal is vervolgens genormeerd op het met dezelfde relatieve maat bepaalde totaal

aantal zeehonden binnen het gehele NCP. Het quotiënt van deze twee getallen geeft de schatting van het percentage van alle zeehonden binnen het NCP die zich op enig moment binnen de verstoringscontour kan bevinden. Vermenigvuldiging met het totaal aantal Nederlandse zeehonden (8.000) geeft een schatting van het aantal verstoorde zeehonden.



Figuur 2-6 Verstoringscontouren (grijze lijnen) voor de zeehond in relatie tot de gemodelleerde relatieve dichtheden van de gewone zeehond door Brasseur et al. (2012) bij het (zonder toepassen van een geluidsnorm) heien van funderingen voor kavel 1 en 2 van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid.

2.2.5 Bepalen van populatie-effecten

Voor de bepaling van de effecten van heigeluid op de populaties van zeezoogdieren is voor de 'Ronde 3' windparken, waaronder de windparken van Hollandse Kust Zuid voortgeborduurd op de aanpak die begin 2013 is ontwikkeld. In feite is de toen ontwikkelde, op enkele onderdelen getalsmatige aangepaste redeneerlijn aangevuld met een 'populatiemodule' waarmee cumulatieve effecten van impulsief geluid beter kunnen worden gekwantificeerd. Bij het bepalen van de mogelijke doorwerking van effecten van heigeluid op zeezoogdieren is ervan uitgegaan dat de effecten op het gedrag daarvoor maatgevend zijn en dat wordt voorkomen dat permanente effecten op het gehoor optreden (PTS).

Voor **bruinvissen** is ervoor gekozen gebruik te maken van het Interim PCoD model van SMRU Marine (Harwood et al. 2013). De benaderingswijze die aan dit model ten grondslag ligt, wordt internationaal gebruikt (NRC, 2005; New et al. 2014) wat betekent dat niet alleen de werkwijze,

maar ook de verkregen uitkomsten internationaal vergelijkbaar zijn. Bovendien is het Interim PCoD model het enige, op dit moment operationele instrument om effecten op populaties te kwantificeren[6]. In het Interim PCoD model wordt een kwantitatieve relatie gelegd tussen gedragsverandering en factoren als overlevingskans en reproductiesucces (*vital rates*). De relatie is afgeleid door het raadplegen van deskundigen volgens een formeel *expert elicitation* proces, aangezien voor veel soorten meetgegevens voor het draaien van een 'full' PCoD model cf. New et al. (2014) ontbreken. Daarbij zijn diverse technieken toegepast om de meningen van experts onafhankelijk te wegen en een numeriek schatting van de onzekerheid in de relatie te kunnen geven (zie Heinis & de Jong (2015) voor een algemene beschrijving en Harwood et al. 2014 voor details).

Onder regie van de Werkgroep Onderwatergeluid is de gevoeligheid van het Interim PCoD model voor variaties in diverse factoren onderzocht. Voor de resultaten daarvan wordt verwezen naar Heinis & de Jong (2015). De uitkomsten laten zien dat er een verband bestaat tussen het aantal bruinvisverstoringsdagen en de reductie van de bruinvispopulatie op de Noordzee. De volgende benaderingsformule geeft het verband weer als van een 95% zekerheid wordt uitgegaan (= 5% kans dat de berekende populatiereductie groter is):

$$Populatiereductie = \left(\left(\frac{1}{11{,}03 * bvdd} \right)^3 + \left(\frac{1}{0{,}8 * vulpop} \right)^3 \right)^{-\frac{1}{3}}$$

De populatiereductie is uitgedrukt in het aantal individuen, bvdd is het aantal bruinvisverstoringsdagen en vulpop is het aantal individuen in de *vulnerable subpopulation*.

Het totale aantal **bruinvisverstoringsdagen** is berekend door het aantal mogelijk verstoorde dieren per dag te vermenigvuldigen met het aantal **verstoringsdagen**. In principe wordt er in het PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringsdag telt. Dit is een pragmatische keuze. Uit de nu bekende informatie over de duur van de verstoring komt namelijk nog geen eenduidig beeld naar voren. Het **aantal mogelijk verstoorde bruinvissen per dag** wordt berekend door het berekende verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met een schatting van de dichtheid van de onverstoorde populatie rond het berekende verstoringsoppervlak. Voor de meest actuele dichtheidsschatting van bruinvissen is gebruik gemaakt van de door Geelhoed et al. (2011, 2014) gerapporteerde resultaten van vliegtuigtellingen.

Voor **zeehonden** zijn eventuele cumulatieve effecten van impulsief geluid op de populatie nog niet gekwantificeerd, vooral als gevolg van de beperkte tijd die voor de werkzaamheden van de

[6] Een ander model, DEPONS (Disturbance Effects on the harbour POrpoise population in the North Sea), is in ontwikkeling en zal waarschijnlijk in mei 2016 beschikbaar komen (Van Beest e.a., 2015, Nabe-Nielsen e.a., 2014).

Werkgroep Onderwatergeluid in 2014 beschikbaar was. De *focus* van het onderzoek is op de bruinvis gelegd, omdat werd ingeschat dat de kans dat de populatie van deze soort cumulatieve effecten van impulsief geluid ondervindt groter is dan de kans dat dat bij zeehonden gebeurt. Bruinvissen reageren namelijk gevoeliger op geluid én hebben een grotere kans aan impulsief geluid te worden blootgesteld dan zeehonden. Op de locaties waar de activiteiten zijn gepland is de relatieve dichtheid van bruinvissen namelijk veel groter dan die van de twee, vooral in kustwateren voorkomende zeehondensoorten.

De motivatie om in het geval van bruinvissen te kiezen voor het Interim PCoD model is dat gegevens ontbreken over beweging en gedrag van individuen in de ruimte en tijd. Voor zeehonden zijn dergelijke data wel beschikbaar en zou de energetische consequentie van een interruptie in foerageermogelijkheden op basis van de locatie- en duikdata in principe kunnen worden berekend (e.g. New et al. 2014, Costa 2012). Een, op de berekening van cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehondenpopulaties toegespitst model waarin van deze gegevens gebruik is gemaakt, is echter niet op korte termijn beschikbaar. Voor zeehonden is daarom uitgegaan van de in 2013 ontwikkelde, op onderdelen iets aangepaste (zie Heinis & de Jong, 2015) en in eerdere effectbeschrijvingen gebruikte redeneerlijn voor het bepalen van effecten op populaties.

2.3 BEOORDELING VAN EFFECTEN

In 2015 is door de Nederlandse overheid het 'Kader Ecologie en Cumulatie' gepubliceerd (KEC) gepubliceerd. Het bestaat uit een algemene Methodebeschrijving (deelrapport A) en drie Bijlagerapporten (Beschrijving en beoordeling van cumulatieve effecten bij uitvoering van de Routekaart Windenergie op Zee, Imares onderzoek Cumulatieve effecten Vogels en Vleermuizen, TNO/HWE-onderzoek Cumulatieve effecten zeezoogdieren). Het KEC reikt een methode aan om voor relevante soortgroepen de cumulatieve effecten van Windenergie op Zee te bepalen en te beoordelen. De effecten worden getoetst aan de biogeografische populatie, zodat een beeld wordt verkregen van het effect op de staat van instandhouding van de betreffende soorten. Eventueel te constateren significante gevolgen op populatieniveau van de Nederlandse Noordzee zijn naar rato om te slaan naar de betreffende Natura 2000-gebieden. Uit eerdere berekeningen bleek dat significante gevolgen op de bruinvispopulatie niet konden worden uitgesloten. Daarom zijn in 2015 door TNO berekeningen uitgevoerd op grond waarvan het effect van het toepassen van verschillende geluidsnormen op de bruinvispopulatie kon worden bepaald.

Uit onderzoek blijkt dat van de groep zeezoogdieren in de context van de zuidelijke Noordzee de bruinvispopulatie het meest gevoelig is voor verstoring door het aan windparken gerelateerde onderwatergeluid. Dit komt vooral doordat de dichtheid van deze soort op de locaties waar activiteiten zijn gepland ten opzichte van de andere relevante soorten (m.n. zeehonden) het hoogst zijn. Daarnaast reageren individuele bruinvissen gevoeliger op onderwatergeluid dan zeehonden. Om deze redenen wordt verondersteld dat wanneer de bruinvis voldoende beschermd wordt, er ook voldoende bescherming wordt geboden aan de overige soorten

zeezoogdieren en is de methode vooral gericht op het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie.

Voor het kunnen toetsen van de gevolgen van onderwatergeluid is met name de vraag relevant of hiermee de staat van instandhouding van bruinvissen in het geding komt. Recente berekeningen (Scheidat *et al*. 2013) laten zien dat volgens de methode van PBR de acceptabele grens voor het NCP ligt op 272 dieren/jaar voor alle activiteiten. Dit is echter de directe sterfte en hierin is geen rekening gehouden met het mogelijke effect van verminderde reproductie. Daarom wordt voor acceptabele grenzen aan effecten op zeezoogdieren vooral gekeken naar het ASCOBANS-verdrag (Agreement on the Conservation of Small Cetaceans in the Baltic, North East Atlantic, Irish and North Seas). Het interim doel van ASCOBANS voor bruinvissen is om de populatie op minimaal 80% van de draagkracht te houden. Wat deze populatieomvang is, is niet nader gedefinieerd. Daarom wordt vooralsnog uitgegaan van de omvang van de huidige populatie, die op het Nederlandse deel van de Noordzee volgens Scheidat en gebaseerd op Geelhoed e.a. (2011 en 2014) in de periode 2010 t/m 2014 uit gemiddeld 51.000 dieren bestond.

Mede op grond van het tussentijdse advies van de commissie MER op het concept MER voor de kavels I en II van het Borssele windpark is besloten om voor een acceptabele grens van een hoger percentage dan 80% van de huidige populatie uit te gaan gegaan, zolang er sprake is van een matig ongunstige staat van instandhouding (Camphuysen & Siemensma, 2011). Uitgangspunt bij de toetsing van de effecten op de bruinvispopulatie is dat met grote zekerheid (95%) moet kunnen worden vastgesteld dat de huidige bruinvispopulatie als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt. Dit betekent dat de berekende populatieafname per windpark/kavel niet meer dan **255** dieren mag bedragen (0,05 x 51.000 / 10). De totale reductie komt daarmee neer op 2.550 dieren, die als gevolg van de aanleg van het SER-akkoord (windenergie op zee) maximaal over een periode van 5 jaar mag optreden.

3 Effecten van aanleg van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid

3.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de mogelijke effecten van heigeluid voor de aanleg van kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in twee alternatieve opstellingen. In dit kavel zijn voor twee, in waterdiepte verschillende locaties berekeningen uitgevoerd, te weten paalpositie 1 met een waterdiepte ca. 20 m en paalpositie 2 met een waterdiepte van ca. 23 m (zie Figuur 2-1 voor locaties). De paalposities en alternatieven zijn zo gekozen dat de weergegeven resultaten naar verwachting de maximale bandbreedte weergeven van mogelijke effecten van de aanleg van windturbines in dit kavel. De mogelijke effecten op de populaties van bruinvissen en zeehonden worden in § 3.2 beschreven. De toetsing van de effecten van het heien van funderingen in kavel I aan de Natura 2000-doelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden is opgenomen in § 3.3, waarna in § 3.4 wordt getoetst aan de Flora- en faunawet.

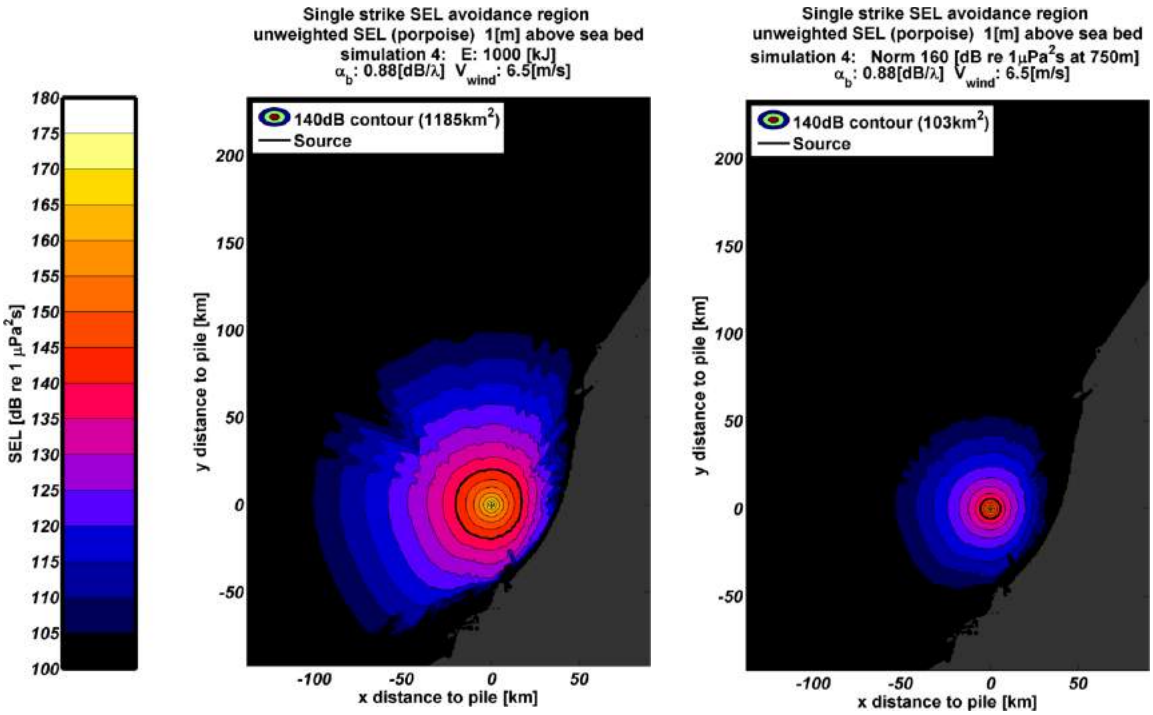
3.2 EFFECTEN OP POPULATIES VAN ZEEZOOGDIEREN

3.2.1 Bruinvis

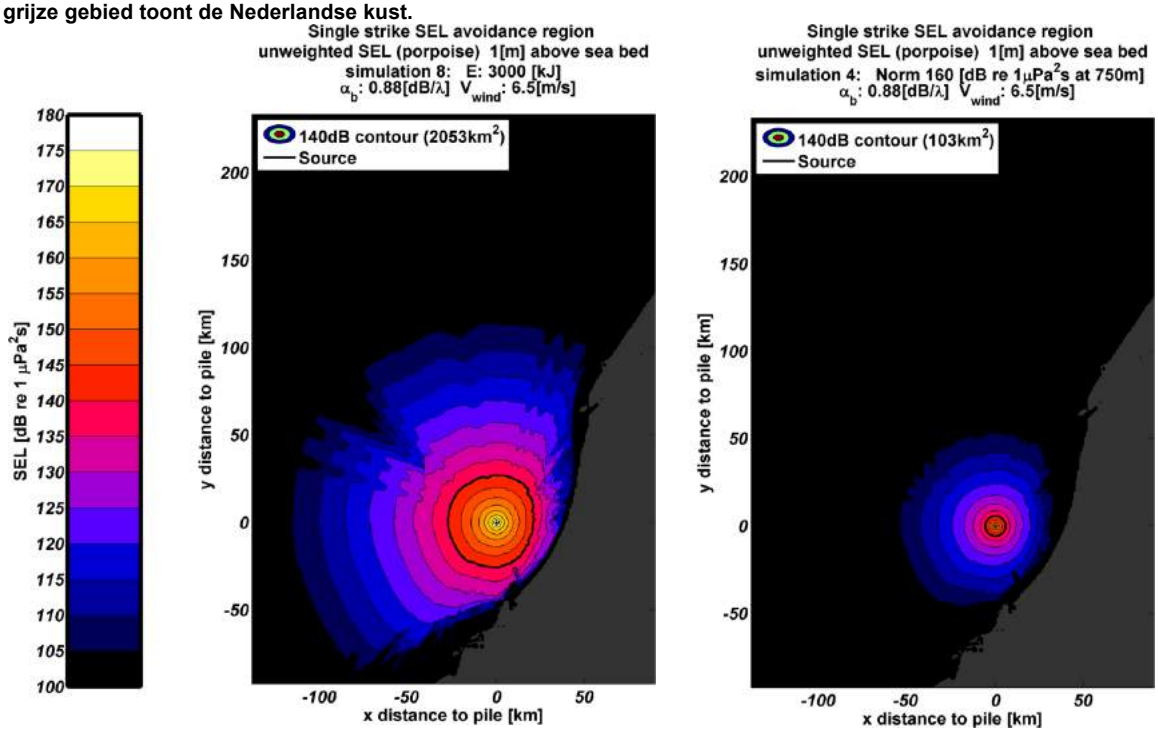
Effecten op het gedrag van bruinvissen

Voorbeelden van de door TNO berekende verdeling van het, voor bruinvissen relevante geluid tijdens het heien voor kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op een van de twee onderzochte paalposities zijn weergegeven in Figuur 3-1 (1.000 kJ) en in Figuur 3-2 (3.000 kJ). In de figuren is links de verdeling weergegeven voor de situatie dat het brongeluid in het geheel niet wordt beperkt en rechts in het geval dat de meest strenge norm wordt toegepast (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m). In beide gevallen is uitgegaan van gemiddelde windcondities (6,5 m/s). Onder windstille omstandigheden is de oppervlakte verstoord gebied 1,5 tot 2 maal zo groot. In de figuren is met de zwarte lijn de contour weergegeven waar de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons voor bruinvissen wordt overschreden.

Uit de figuren is af te leiden dat tijdens het heien van kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid bij gemiddelde windsnelheden voor bruinvissen 103 – 1.185 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dat 103 – 2.053 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen niet worden gehaald als een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte, voor bruinvissen verstoord gebied zal in dat geval tussen 720 km^2 (alternatief 1, 63 funderingen) en 1.291 km^2 komen te liggen (alternatief 2, 38 funderingen). Dit is in het seizoen (september – december) waarin de minst strenge norm van kracht is (zie Tabel 3-8).



Figuur 3-1 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 2 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie is weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor bruinvissen. Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.



Figuur 3-2 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van (3.000 kJ) op paalpositie 2 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Zie verder bijschrift bij Figuur 3-1.

De berekende effecten van de constructie van kavel I op de bruinvispopulatie van de Noordzee en het NCP zijn opgenomen in Tabel 3-1 en Tabel 3-2. Bij deze berekeningen is ervan uitgegaan dat, met uitzondering van een 'soft start' procedure[7] geen geluidsbeperkende maatregelen worden getroffen.

Tabel 3-1 Schatting van de gevolgen van heien zonder geluidsreducerende maatregelen voor de aanleg van alternatief 1 (63 funderingen met hei-energie 1.000 kJ) voor kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid voor de bruinvispopulatie in verschillende seizoenen. Weergegeven zijn de effecten van heien op twee paalposities die maximaal verschillen in diepte en afstand tot de kust (positie 1, dicht bij de kust, diepte ca. 20 m; positie 2, ver van de kust, diepte ca. 23 m). Zie Figuur 2-1 voor paalposities. Rood: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren per park; groen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname. N.B. Er is geen rekening gehouden met eventuele populatie-effecten van permanente effecten op het gehoor (PTS).

Alternatief 1 (63 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km^2)	1.277	1.711	1.277	1.711	1.277	1.711
Bruinvissen binnen contour (n)	1.499	2.009	618	828	508	681
Dierverstoringsdagen	94.449	126.549	38.938	52.172	32.019	42.902
Populatiereductie NCP	1042	1396	429	575	353	473

Tabel 3-2 Als Tabel 3-1 voor alternatief 2 (38 funderingen met hei-energie 3.000 kJ)

Alternatief 2 (38 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km^2)	2.210	3.090	2.210	3.090	2.210	3.090
Bruinvissen binnen contour (n)	2.595	3.628	1.070	1.496	880	1.230
Dierverstoringsdagen	98.593	137.851	40.646	56.831	33.424	46.733
Populatiereductie NCP	1087	1520	448	627	369	515

Uit de resultaten blijkt:

- De berekende reductie van de bruinvispopulatie op het NCP is het grootst als voor alternatief 2 in het voorjaar op paalpositie 2 wordt geheid; de reductie bedraagt dan 1.396 dieren (5-percentiel). Voor alternatief 1 is dit 1.520 dieren (5-percentiel). Dit komt overeen met een afname van de populatie op het NCP met 2,7% (alternatief 1) en 3,0% (alternatief 2). Voor de totale Noordzeepopulatie is dit respectievelijk 0,6% en 0,7%.
- In effecten op de bruinvispopulatie verschillen de twee onderzochte alternatieven niet substantieel: voor alternatief 2 zijn de effecten gemiddeld genomen 7% groter dan voor alternatief 1; hieruit is af te leiden dat een drievoudige toename van de hei-energie (effect op oppervlakte verstoord gebied) minder sterk doorwerkt dan een 1,7-voudige toename van het aantal funderingen, en daarmee van het aantal bruinverstoringsdagen.
- In het gedeelte van de Noordzee waar het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid ligt, zijn de verschillen in de waterdiepte relatief gering. Hierdoor is de heilocatie een minder

[7] De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoorde gebied.

belangrijke bepalende factor voor de omvang van het uiteindelijke effect dan in het windenergiegebied Borssele: op paalpositie 2 is het effect ongeveer 1/3 groter dan op paalpositie 2 (in Borssele ging het om een factor 2).

- Verder is het seizoen waarin wordt geheid van belang: in het najaar is de populatiereductie het kleinst (maximaal 473 dieren voor alternatief 1 en 515 dieren voor alternatief 2), omdat de bruinvisdichtheid dan relatief laag is; in het voorjaar zijn de maximale effecten ongeveer driemaal zo groot.
- Tenslotte is te zien dat de maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 2.3) in alle gevallen wordt overschreden.

Effecten op het gehoor van bruinvissen

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend (zie § 2.2.3). Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied voorkomende diepte van 23 m wordt geheid en dat deze diepte contant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,7 km. In het voorjaar, als de bruinvisdichtheid het hoogst is, gaat het gemiddeld genomen (= afstanden bij gemiddelde en geen wind gemiddeld) om 16 dieren. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,1 km onder windstille omstandigheden. Gemiddeld genomen bevinden zich in het voorjaar 3 bruinvissen binnen deze contour. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

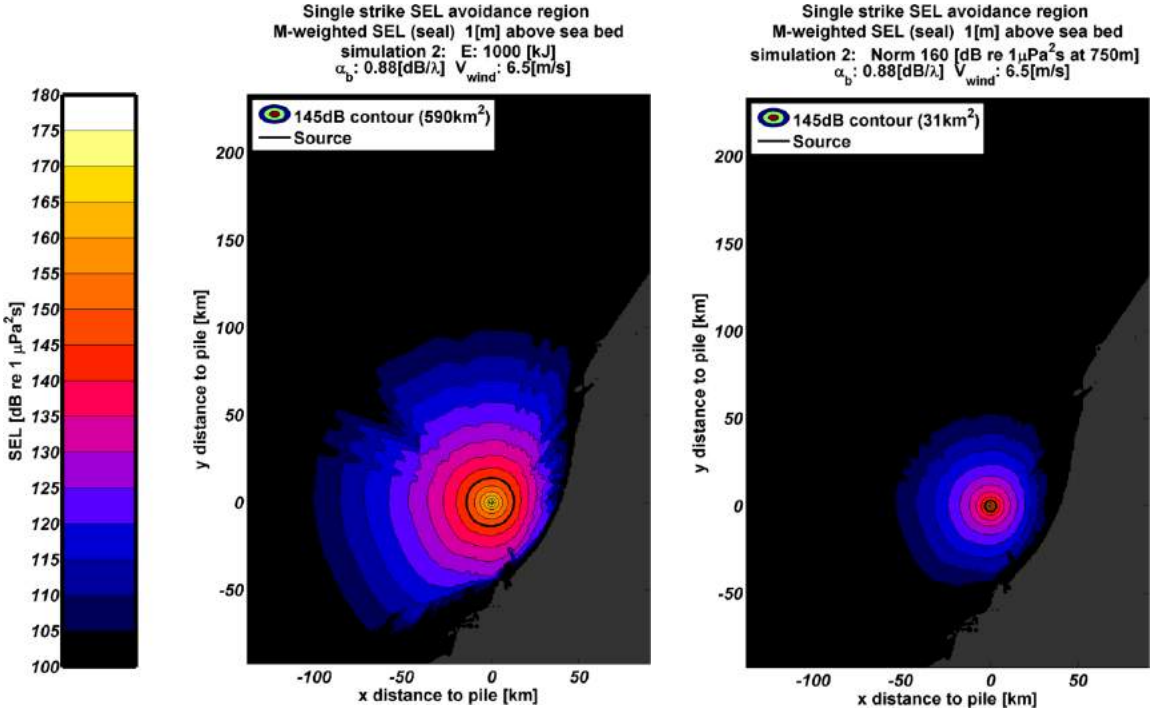
3.2.2 Zeehonden

Effecten op het gedrag van zeehonden

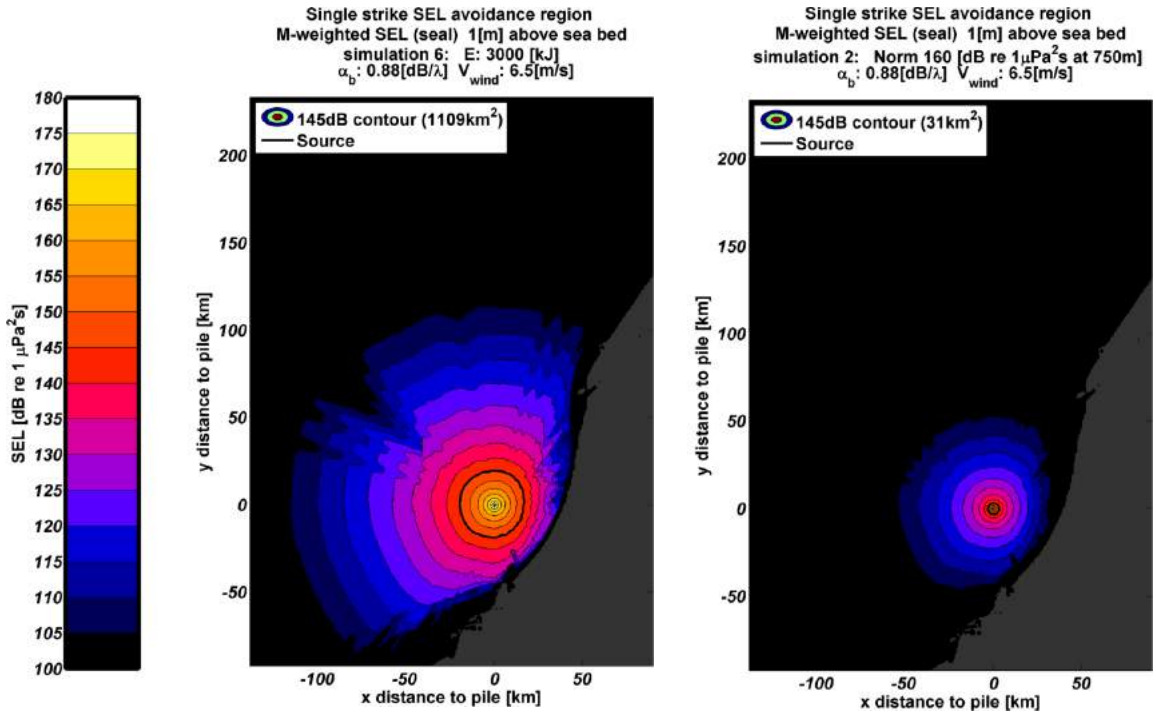
Voor zeehonden ontstaat in de uren dat rond de heilocatie wordt geheid een kleinere verstoringscontour dan die van bruinvissen, omdat zeehonden minder gevoelig op onderwatergeluid reageren (zie TNO-notitie in bijlage 1). Voorbeelden van de door TNO berekende verdeling van het, voor zeehonden relevante geluid tijdens het heien voor kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op een van de twee onderzochte paalposities zijn weergegeven in Figuur 3-3 (1.000 kJ) en in Figuur 3-4 (3.000 kJ). In de figuren is links de verdeling weergegeven voor de situatie dat het brongeluid in het geheel niet wordt beperkt en rechts in het geval dat de meest strenge norm wordt toegepast (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m). In beide gevallen is uitgegaan van gemiddelde windcondities (6,5 m/s). Onder windstille

omstandigheden is de oppervlakte verstoord gebied 1,5 tot 2 maal zo groot. In de figuren is met de zwarte lijn de contour weergegeven waar de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons voor zeehonden wordt overschreden.

Uit de figuren is af te leiden dat tijdens het heien van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid bij gemiddelde windsnelheden voor zeehonden 31 – 590 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dat 31 – 1.109 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen echter niet worden gehaald, omdat een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied zal in dat geval tussen 305 km^2 (alternatief 1, 63 funderingen) en 577 km^2 komen te liggen (alternatief 2, 38 funderingen). Dit is in het seizoen (september – december) waarin de minst strenge norm van kracht is (zie Tabel 3-8).



Figuur 3-3 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 2 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie zijn weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor zeehonden. Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.



Figuur 3-4 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van (3.000 kJ) op paalpositie 2 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Zie verder bijschrift bij Figuur 3-3.

Net als voor bruinvissen zijn voor zeehonden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor een situatie waarin zonder geluidsbeperkende maatregelen wordt geheid. De resultaten van de berekening van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid op zeehonden bij de constructie van kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in Tabel 3-3. Maximaal gaat het om 13 zeehonden die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (alternatief 1) of om 30 zeehonden (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om 0,2% (alternatief 1) of om 0,4% (alternatief 2) van de populatie die in de periodes dat wordt geheid in het door heigeluid beïnvloede gebied kan worden verstoord. Het aantal te heien funderingen in aanmerking genomen, is het effect van de constructie van alternatief 1 kleiner dan dat van alternatief 2. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven, dat door de constructie van alternatief 2 17 – 29% groter is.

In Tabel 3-3 is ook een bandbreedte gegeven van het totale aantal, mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van alternatief 1 en alternatief 2 zijn geheid. Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord (de resultaten voor de twee paalposities zijn daarbij gemiddeld). Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een

eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord.

Tabel 3-3 Effecten van heien voor de aanleg van kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op het gedrag van gewone zeehonden. Weergegeven is het voor de twee onderzochte windcondities gemiddelde aantal zeehonden die zich bij aanvang van de hei-activiteiten binnen de contour kunnen bevinden waar de grenswaarde voor mijding wordt overschreden. De aantallen zijn afgezet tegen de totale Nederlandse populatie van 8.000 dieren.

	Alternatief 1 (63 turbines)		Alternatief 2 (38 turbines)	
	hei-energie 1.000 kJ		hei-energie 3.000 kJ	
	positie 1	positie 2	positie 1	positie 2
Zeehonden binnen contour (n)	13	12	30	23
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,2	0,1	0,4	0,3
Dierverstoringsdagen (n)	833	8751	1.126	876
Totaal aantal zeehonden verstoord	13 – 792		26 – 1.001	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,2 – 10		0,3 – 13	

De conclusie is dat effecten van heigeluid bij de aanleg van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op gewone zeehonden op populatieniveau om de volgende redenen zijn uit te sluiten:

- Kavel I ligt relatief ver van de belangrijkste ligplaatsen van de zeehonden, waardoor het aantal daar foeragerende zeehonden niet zo groot is; het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden is daarom gering;
- De omvang van het beïnvloede gebied is gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust is dermate groot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd;
- Het effect is tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

Voor grijze zeehonden konden geen aparte berekeningen worden gemaakt. De (groeiende) populatie grijze zeehonden in Nederland is echter kleiner dan die van gewone zeehonden (ca. 3.900 in 2013, Arts et al. 2014). Wanneer uitgegaan wordt van een vergelijkbare ruimtelijke verspreiding als bij gewone zeehonden zullen 6 (alternatief 1) of 13 (alternatief 2) grijze zeehonden tijdens het heien worden verdreven. De verwachting is dat de werkelijke aantallen nog lager zullen zijn, omdat buiten 20 km van de kust dichtheden Grijze zeehonden zeer laag zijn (lager dan Gewone zeehonden) (Aarts e.a. 2013).

Effecten op het gehoor van zeehonden

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van zeehonden is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend (zie § 2.2.3). Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het windenergiegebied

Hollandse Kust Zuid voorkomende diepte van 23 m wordt geheid en dat deze diepte constant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Zeehonden reageren naar verwachting minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen en kunnen sneller zwemmen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden. Zij houden zich bovendien vooral dichtbij hun ligplaatsen in de Waddenzee en het Deltagebied op. Uit de berekeningen blijkt dat het gebied waarbinnen bij zeehonden de gehoordrempel permanent wordt verhoogd (PTS) door het heien voor de aanleg van het windpark, zonder dat een geluidsnorm wordt toegepast, al verwaarloosbaar klein is (maximaal 0,5 km^2). Het is vrijwel uitgesloten dat zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden een zeehond binnen deze contour bevindt (max. 0,1 zeehond).

3.3 EFFECTEN OP NATURA 2000-GEBIEDEN

Effecten van de aanleg en exploitatie van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid zijn alleen tijdens de aanlegfase van die omvang dat effecten op instandhoudingsdoelen voor zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het gaat om de effecten van de toename van onderwater geluidsniveaus als gevolg van het heien van de funderingen via zogenaamde externe werking. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Directe externe werking: het geluid beïnvloedt de kwaliteit van het leefgebied van de dieren waarvoor in het N2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden en
- Indirecte externe werking: de invloed van het geluid op dieren buiten het betreffende N2000-gebied moet deels worden toegerekend aan dit N2000-gebied (bijvoorbeeld als de foerageerfunctie buiten het N2000-gebied zodanig negatief zou worden beïnvloed dat dit niet verenigbaar is met de gestelde doelen voor het N2000-gebied).

Indirecte effecten op zeezoogdieren als gevolg van effecten op de populatieomvang van vissen (als stapelvoedsel voor zeezoogdieren) kunnen wel op voorhand worden uitgesloten.

Deze paragraaf bevat de toetsing van de, in de eerdere hoofdstukken beschreven en nader geanalyseerde effecten van onderwatergeluid op bruinvissen en zeehonden aan de instandhoudingsdoelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden.

3.3.1 Waddenzee

In het Natura 2000-gebied Waddenzee gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond (Tabel 3-4). Voor beide soorten betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de grijze zeehond zou dat moeten leiden tot het behoud van de populatie en voor de gewone zeehond tot een uitbreiding van de populatie.

Tabel 3-4 Instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Waddenzee

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Waddenzee. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Waddenzee instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt relatief ver van de ligplaatsen van zeehonden in de (Waddenzee en) Noordzeekustzone waardoor het gebied door slechts een beperkt aantal zeehonden tijdens de foerageertochten wordt aangedaan (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden (zie ook Figuur 2-6). Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Waddenzee kunnen daarom worden uitgesloten.

3.3.2 Noordzeekustzone

In het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren instandhoudingsdoelstellingen. Deze zijn in Tabel 3-5 samengevat.

Tabel 3-5 Instandhoudingsdoelstelingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Noordzeekustzone

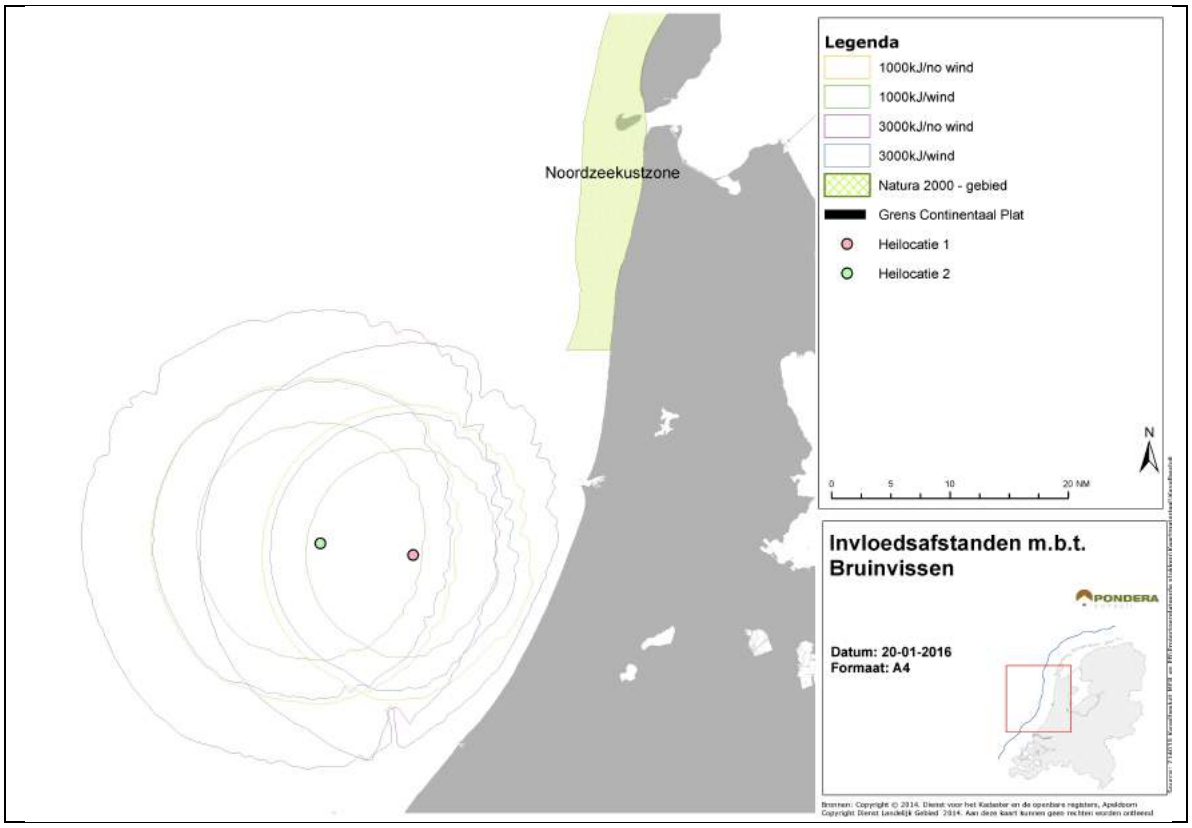
Soort	Instandhoudingsdoelstelling
bruinvis	behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden.

Voor **zeehonden** ligt het door onderwatergeluid verstoorde gebied in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Dieren kunnen het verstoorde gebied echter gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt (indirecte externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Noordzeekustzone instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt relatief ver van de ligplaatsen van zeehonden in de (Waddenzee en) Noordzeekustzone waardoor het gebied door slechts een beperkt aantal zeehonden tijdens de foerageertochten wordt aangedaan (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). De dieren zijn voor hun voedselvoorziening dus niet afhankelijk van het effectgebied. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Noordzeekustzone

en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Noordzeekustzone kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor **bruinvissen** overlapt het door heigeluid verstoorde gebied ook niet met het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (Figuur 3-5). De kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed (directe externe werking). De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking).



Figuur 3-5 Overlap van verstoringscontouren van bruinvissen met het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel I van windpark Hollandse Kust Zuid.

Door de Nederlandse overheid is bepaald dat door de aanleg van windparken op het NCP cf. het SER akkoord bij een voorspelde afname van de bruinvispopulatie van 255 dieren per park significante effecten niet kunnen worden uitgesloten (zie § 2.3). Uit Tabel 3-6 is af te leiden dat deze waarde in alle seizoenen voor beide onderzochte alternatieven wordt overschreden als geen geluidreducerende maatregelen worden getroffen.

De conclusie is dat bij de constructie van het windpark volgens beide alternatieven significante effecten op de bruinvispopulatie en daarmee op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone niet zijn uit te sluiten.

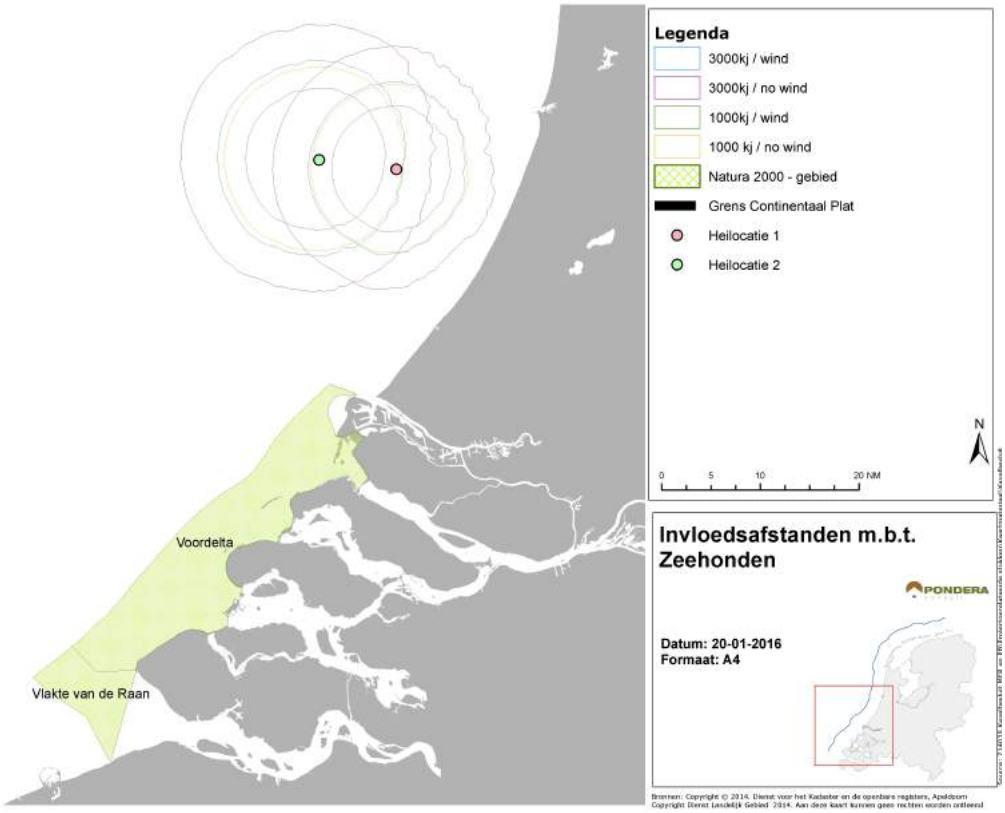
Tabel 3-6 Voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse kust Zuid in verschillende seizoenen (5 percentielwaarden = 5% kans op een grotere afname). Overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren is in rood weergegeven (significante effecten op Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten).

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	min	max	min	max	min	max
alternatief 1	1042	1396	429	575	353	473
alternatief 2	1087	1520	448	627	369	515

3.3.3 Voordelta

In het Natura 2000-gebied Voordelta gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond. Voor de grijze zeehond betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de gewone zeehond is een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit van het leefgebied geformuleerd. Deze heeft betrekking op het zorgen voor meer rust op de droogvallende platen en zou moeten leiden tot een regionale Deltapopulatie van tenminste 200 exemplaren.

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Zelfs als wordt uitgegaan van heien zonder geluidsnorm ligt het verstoorde gebied in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Voordelta (Figuur 3-6). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Voordelta instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied in beperkte mate als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Voordelta kunnen daarom worden uitgesloten.



Figuur 3-6 Overlap van verstoringscontouren van zeehonden met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel I van windpark Hollandse Kust Zuid.

3.3.4 Oosterschelde

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Oosterschelde. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Oosterschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het verstoorde gebied in beperkte mate als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in de Oosterschelde kunnen daarom worden uitgesloten.

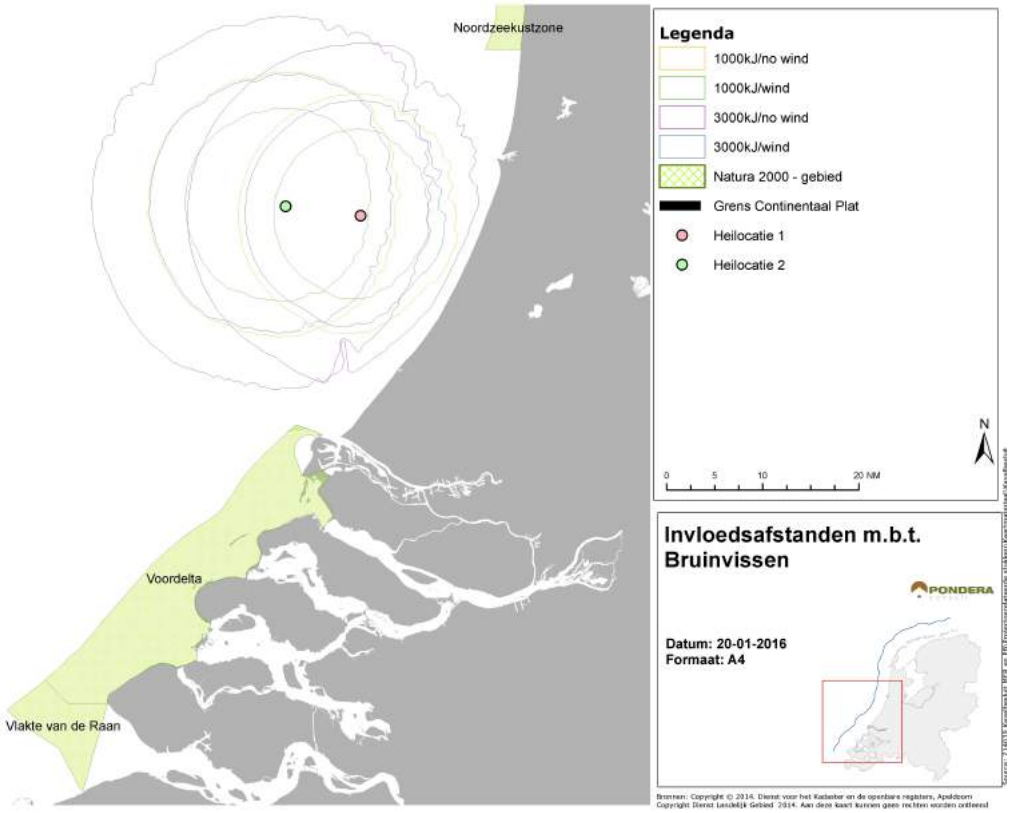
3.3.5 Vlakte van de Raan

In het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als in de Noordzeekustzone (zie

Tabel 3-5). Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt.

Het voor gewone en grijze **zeehonden** verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (zie Figuur 3-6). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied in beperkte mate als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor **bruinvissen** overlapt het door geluid verstoorde gebied niet met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (Figuur 3-7). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het foerageergebied buiten de Vlakte van de Raan neemt echter wel af (indirecte externe werking). Het effect van deze indirecte externe werking op de bruinvispopulatie is reeds beschouwd in § 3.3.2 bij de bespreking van de effecten op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en wordt op dezelfde wijze beoordeeld.



Figuur 3-7 Overlap van verstoringscontouren van bruinvissen met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid.

3.3.6 Westerschelde & Saeftinghe

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Westerschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied beperkt als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe kunnen daarom worden uitgesloten.

3.4 TOETSING FLORA- EN FAUNAWET

Tijdens de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid treedt verstoring van gewone zeehonden, grijze zeehonden en bruinvissen op. Het verstoren van zeezoogdieren als gevolg van de constructie van een windpark kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 11 van de Flora- en faunawet[8] en daarmee dus ook in de Wet Windenergie op Zee (2014). Uit de in voorgaande paragrafen opgenomen resultaten van berekeningen blijkt dat deze verstoring met name bij bruinvissen tot effecten op de populatie kan leiden. Daardoor is niet uit te sluiten dat de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de regionale (NCP) populaties in het geding is. Ontheffing kan alleen worden verkregen als geen afbreuk wordt gedaan aan de GSI van de soorten.

Voor zeehonden kunnen populatie-effecten worden uitgesloten, omdat:

- Het tijdelijke effecten betreft (63 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 1 en 38 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 2);
- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is, omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is (zie Tabel 3-3);
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie Figuur 2-6), waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate breed is, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

De conclusie is dat voor gewone en grijze zeehonden de GSI niet in het geding is.

Ter beoordeling van het effect van verstoring op de GSI van de bruinvispopulatie op het NCP, is de door de overheid vastgestelde maximaal toelaatbare populatieafname van **255** dieren per aan te leggen windpark/kavel als criterium gebruikt. Wanneer de voorspelde afname onder deze norm blijft, kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde afname deze waarde overschrijdt, kan niet worden uitgesloten dat de GSI in het geding is.

De toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid is opgenomen in Tabel 3-7 (zie Tabel 3-6 voor berekende waarden). Hieruit blijkt dat bij constructie van beide alternatieven in alle seizoenen effecten op de GSI van de bruinvispopulatie niet zijn uit te sluiten.

[8] In artikel 11 van de Flora- en faunawet is het verbod op het verstoren van voortplantings- en vaste rust- en verblijfplaatsen opgenomen.

De conclusie is dat in laatst genoemde gevallen constructie alleen mogelijk is als mitigerende maatregelen worden genomen, zodat het geluid zich minder ver verspreidt; hierdoor neemt het oppervlak binnen de verstoringscontour (sterk) af (zie verder hierna in § 3.5).

Tabel 3-7 Toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in verschillende seizoenen. Groen: gunstige staat van instandhouding niet in het geding; Rood: effecten op de gunstige staat van instandhouding niet uit te sluiten.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	min	max	min	max	min	max
alternatief 1						
alternatief 2						

3.5 MITIGERENDE MAATREGELEN

3.5.1 Overzicht mogelijkheden

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*) worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures en een lagere hei-energie.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

1. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken door en/of
2. De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
3. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken.

Ad 1. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door:

- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen; voor het hele plangebied van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid biedt dit echter weinig soelaas, omdat de variatie in waterdiepten relatief beperkt is;
- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstilte; het verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;

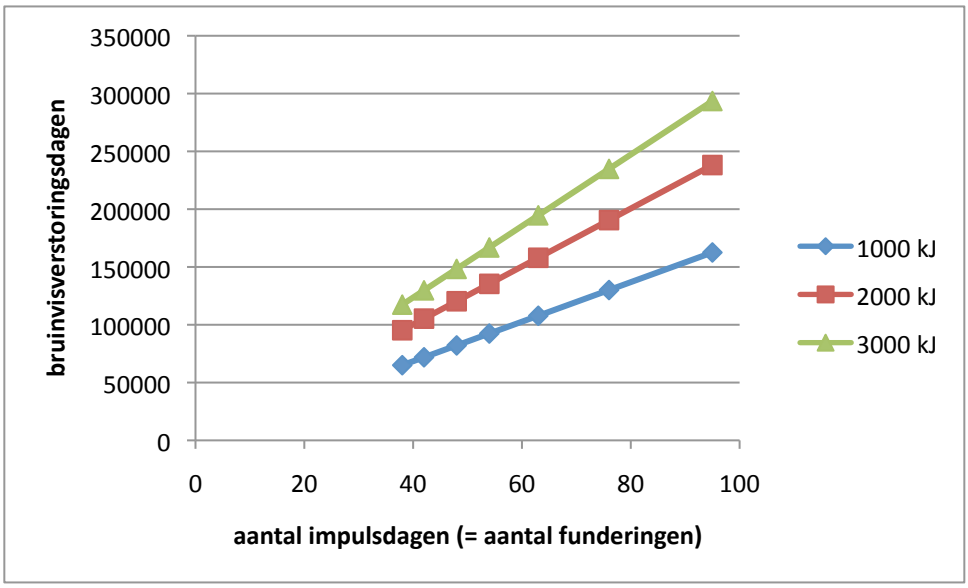
- De propagatie van heigeluid te beperken door het toepassen van geluiddemping (bellenschermen e.d.).

Ad 2. Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Ad 3. Het aantal impulsdagen beperken

Uit de analyses blijkt dat een toename van het aantal te heien funderingen en daarmee het aantal impulsdagen sterker doorwerkt dan een afname van de hei-energie. In Figuur 3-8 is dit te zien aan het feit dat de lijnen van gelijke hei-energie niet evenwijdig aan elkaar zijn, maar meer uit elkaar gaan lopen naarmate het aantal impulsdagen toeneemt. Het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines waarvoor een hogere hei-energie nodig is, kan daardoor gunstiger uitpakken dan de aanleg van een windpark met veel, kleine turbines die met een lagere hei-energie kunnen worden geheid. De berekeningen voor windenergiegebied Borssele, waarbij een alternatief van 38 turbines (hei-energie 3.000 kJ) werd vergeleken met een alternatief van 95 turbines (hei-energie 1.000 kJ), lieten dit ook duidelijk zien. Voor het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid is het minder duidelijk, omdat voor het alternatief met de meeste funderingen (63 à 6 MW) van een relatief lage hei-energie van 1.000 kJ is uitgegaan. Hierdoor zijn de berekende effecten voor het alternatief met het minste aantal funderingen (38 à 10 MW) en waarbij van een hei-energie van 3.000 kJ is uitgegaan groter.



Figuur 3-8 Relatie tussen aantal impulsdagen (= aantal funderingen) en het aantal bruinvisverstoringsdagen, uitgaande van een dichtheid van 1 bruinvis per km^2, bij 3 hei-energieën

Het gegeven dat het heien met een grotere hei-energie minder sterk doorwerkt dan het aantal impulsdagen is gebruikt bij de uitwerking van een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerd stelsel van geluidsnormen (zie hierna).

3.5.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering

Verschillende, in § 3.5.1 beschreven overwegingen zijn eerder door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een, op het windenergiegebied Borssele toegesneden normenstelsel dat grenzen stelt aan de geluidsproductie bij de constructie van windparken op zee. Er is daarbij rekening gehouden met seizoensverschillen en aantal turbines per kavel, twee factoren die sterk doorwerken in het uiteindelijke effect op de (bruinvis)populatie. Voor de kavels binnen het windenergiegebied Borssele is door middel van locatie-specifieke onderwatergeluidmodellering bepaald bij welke geluidsnorm, afhankelijk van het aantal palen en seizoensafhankelijke bruinvisdichtheden, de effecten nog acceptabel zijn (d.w.z. de reductie van 255 dieren per kavel niet overstijgen). Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Borssele vast te stellen. Dit betekent dat geen rekening is gehouden met gedetailleerde locatiespecifieke verschillen tussen of binnen de kavels. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode[9].

Voor het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid zijn op vergelijkbare wijze als voor windenergiegebied Borssele gedifferentieerde normen afgeleid. De geluidsnormen voor dit gebied liggen iets hoger dan de eerder vastgestelde normen voor het windenergiegebied Borssele. Dit is een gevolg van het feit dat de gemiddelde waterdiepte in het plangebied voor Hollandse Kust Zuid lager is. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande Tabel 3-8.

Tabel 3-8 Normstelling voor windenergiegebied Hollandse Kust Zuid, inclusief de opstart 'toeslag van 1 dB'

Hollandse Kust Zuid	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)*		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	173	175

* De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder

[9] Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger kunnen maken, is een veiligheidsmarge van 1 dB ingebouwd. Dit betekent dat geluidsnorm 1 dB lager is dan nodig om met een zekerheid van 95% een afname van 255 dieren te voorkomen (zie § 2.3). Een kleine overschrijding van de norm door onvoorziene omstandigheden noodzaakt dan nog niet tot aanvullende maatregelen of het stilleggen van de bouw van een park.

bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

Gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP

Tabel 3-9 bevat voor de twee onderzochte alternatieven de resultaten van de berekening van effecten op bruinvissen als ervan wordt uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid. Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie Tabel 3-8). Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm bij verschillende opstellingen zou betekenen voor de oppervlakte verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. Het betreft *worst case* schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van Kavel I, omdat het om de paalpositie met de in het kavel aanwezige maximale waterdiepte gaat (ca. 23 meter). In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van kavel I niet groter zal worden dan 215 dieren (constructie van alternatief 2 in de periode september – december). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 2.3) zal door de aanleg van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

Tabel 3-9 Effecten van heien voor aanleggen van kavel I van windenergiegebied Hollands Kust Zuid (alternatief 1: 63 funderingen, alternatief 2: 38 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (63 turbines)			alternatief 2 (38 turbines)		
	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	163	15.162	167	167	17.443	192
jun - aug	169	16.069	177	173	17.675	195
sep – dec	171	18.053	199	175	19.525	215

Uit de berekeningen voor een uniforme waterdiepte van 23 m blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km **PTS** kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,7 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,1 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-

afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel I (23 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m 176 dB re 1 μPa^2s (zie TNO notitie in bijlage 1). Deze waarde ligt nog boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 175 dB re 1 μPa^2s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustic Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

Gevolgen voor Nederlandse zeehondenpopulatie

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van kavel I op zeehonden blijkt dat deze, ook zonder toepassen van een geluidsnorm zeer gering zijn (Tabel 3-3). Als dit wel gebeurt, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied ook kleiner zijn. Hierdoor zullen de effecten nog lager uitvallen dan in § 3.2.2 zijn beschreven (Tabel 3-10). Bij de berekeningen is uitgegaan van een voor de ongemitigeerde verstoringscontour berekende gemiddelde dichtheid. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, die ook zonder dat geluidsbeperkende maatregelen worden genomen al verwaarloosbaar is.

Tabel 3-10 Aantal zeehonden binnen verstoringscontour bij aanvang van het heien van een fundering zonder en met opleggen van gedifferentieerde geluidsnormen voor mitigatie van effecten op bruinvissen. Deze aantallen zijn representatief voor de situatie dat wordt uitgegaan van volledige plaatstrouw (zie § 3.2.2 voor uitleg).

	zonder geluidsnorm	met geluidsnorm		
		jan – mei	jun –aug	sep – dec
alternatief 1	12 – 13	1	3 – 4	5
alternatief 2	23 – 30	2 – 3	7 – 9	9 – 12

Effecten op Natura 2000-gebieden

Door toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm is uit te sluiten dat de kwaliteit van nabij gelegen Natura 2000-gebieden wordt beïnvloed. De verstoringscontouren overlappen namelijk niet met een van deze gebieden. Er is dus geen sprake van **directe externe werking**.

Voor **zeehonden** zal er via mogelijke effecten op de populatie ook geen sprake zijn van **indirecte externe werking**, omdat deze op grond van de berekeningen van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid al konden worden uitgesloten (zie § 3.3). Als de propagatie van het heigeluid wordt beperkt en daarmee de oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied, zal het effect op de zeehondenpopulatie nog kleiner worden (zie hiervoor).

Voor **bruinvissen** geleden instandhoudingsdoelstellingen voor de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Vlakte van de Raan. Er is sprake van **indirecte externe werking** als significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP niet kunnen worden uitgesloten. Dit is het geval als uit de berekeningen zou blijken dat door de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid de bruinvispopulatie met meer dan 255 dieren afneemt.

Uit Tabel 3-11 is af te leiden dat deze waarde voor beide alternatieven in geen van de seizoenen wordt overschreden.

Tabel 3-11 Voorspelde maximale afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in verschillende seizoenen bij toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)		
	jan - mei	jun – aug	sep – dec
alternatief 1	167	177	199
alternatief 2	192	195	215

Toetsing Flora en faunawet

De Gunstige Staat van Instandhouding (GSI) is voor **zeehonden** niet in het geding, omdat de geluidsnormen die zullen worden opgelegd om significant negatieve effecten op de bruinvispopulatie te voorkomen, tot gevolg hebben dat de reeds beperkte effecten op zeehonden nog kleiner zullen worden. Voor **bruinvissen** is de GSI niet in het geding, omdat de geluidsnormen erop zijn gericht dat de afname van de bruinvispopulatie met grote zekerheid (95%) niet meer dan 5% zal bedragen bij de uitvoer van het SER akkoord (= 10 windparken). Een effect op de GSI van de betreffende populatie kan daarmee met zekerheid worden uitgesloten.

4 Effecten van aanleg kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid

4.1 INLEIDING

Dit hoofdstuk bevat een beschrijving van de mogelijke effecten van heigeluid voor de aanleg van kavel II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in twee alternatieve opstellingen. In dit kavel zijn voor twee locaties berekeningen uitgevoerd, te weten paalpositie 3 en paalpositie 4, beide met een waterdiepte van ca. 21 m, maar maximaal verschillend in afstand tot de kust (zie Figuur 2-1 voor locaties). De paalposities en alternatieven zijn zo gekozen dat de weergegeven resultaten naar verwachting de maximale bandbreedte weergeven van mogelijke effecten van de aanleg van windturbines in dit kavel. De mogelijke effecten op de populaties van bruinvissen en zeehonden worden in § 4.2 beschreven. De toetsing van de effecten van het heien van funderingen in kavel II aan de Natura 2000-doelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden is opgenomen in § 4.3, waarna in § 4.4 wordt getoetst aan de Flora- en faunawet.

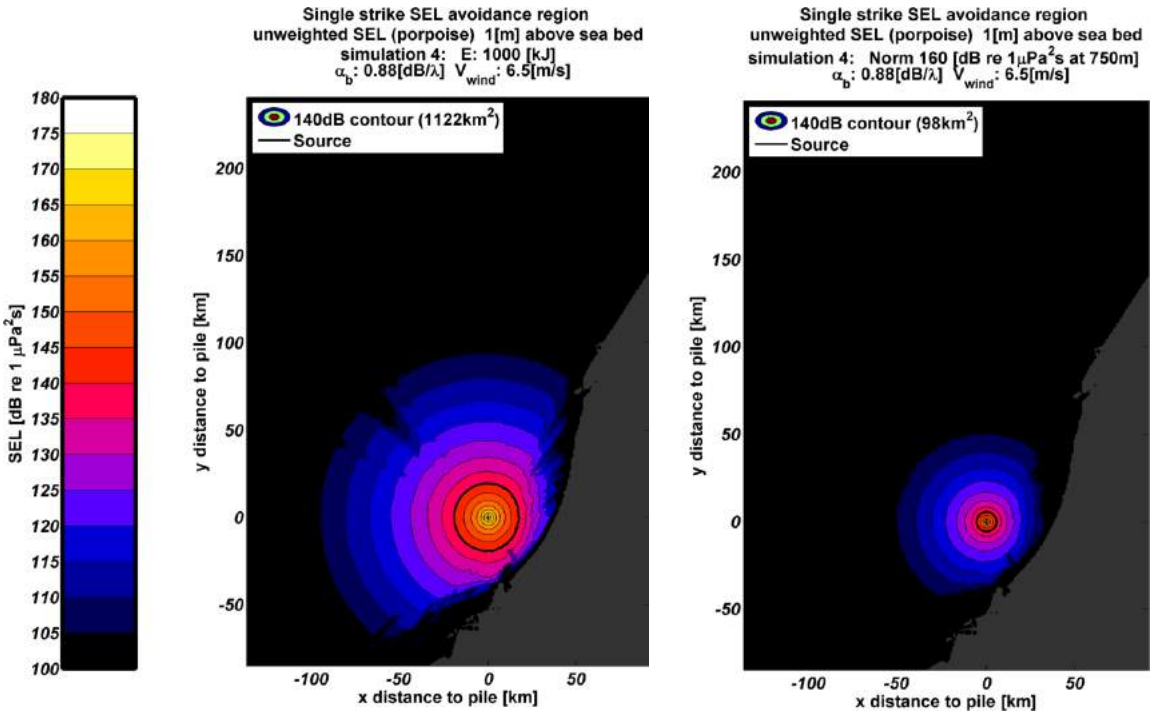
4.2 EFFECTEN OP POPULATIES VAN ZEEZOOGDIEREN

4.2.1 Bruinvis

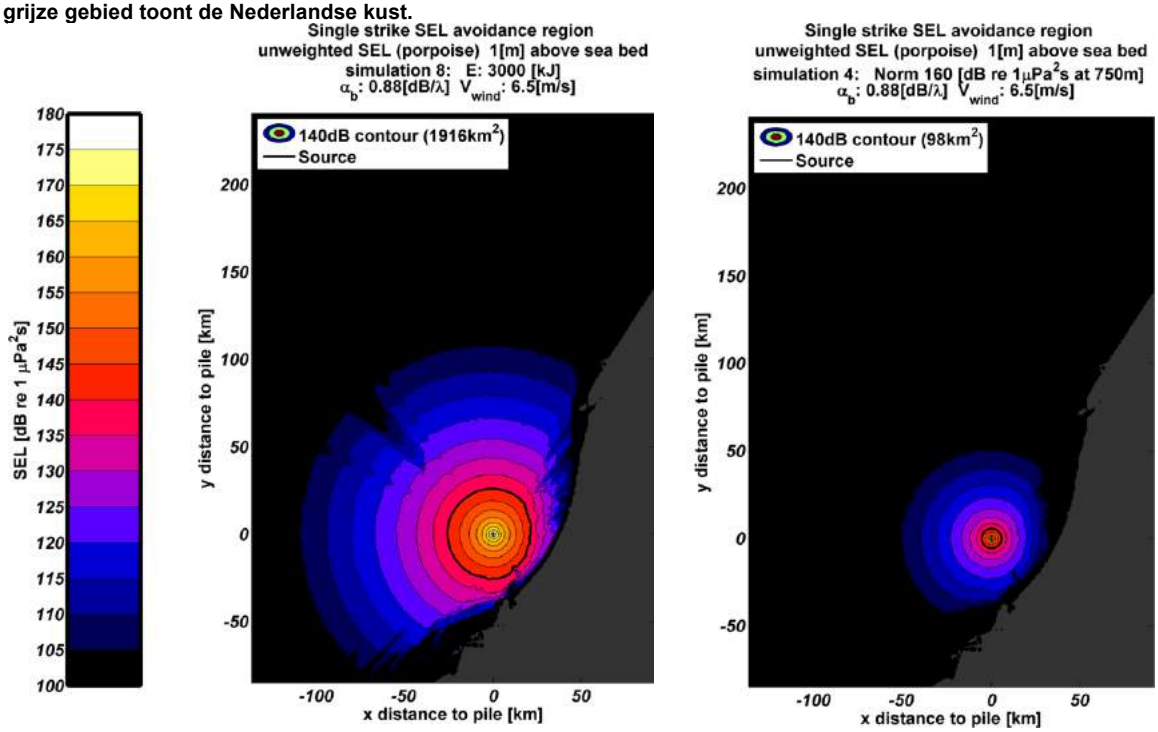
Effecten op het gedrag van bruinvissen

Voorbeelden van de door TNO berekende verdeling van het, voor bruinvissen relevante geluid tijdens het heien voor kavel II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op een van de twee onderzochte paalposities zijn weergegeven in Figuur 4-1 (1.000 kJ) en in Figuur 4-2 (3.000 kJ). In de figuren is links de verdeling weergegeven voor de situatie dat het brongeluid in het geheel niet wordt beperkt en rechts in het geval dat de meest strenge norm wordt toegepast (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m). In beide gevallen is uitgegaan van gemiddelde windcondities (6,5 m/s). Onder windstille omstandigheden is de oppervlakte verstoord gebied 1,5 tot 2 maal zo groot. In de figuren is met de zwarte lijn de contour weergegeven waar de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons voor bruinvissen wordt overschreden.

Uit de figuren is af te leiden dat tijdens het heien van kavel II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid bij gemiddelde windsnelheden voor bruinvissen 98 – 1.122 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dat 98 – 1.916 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen niet worden gehaald als een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte, voor bruinvissen verstoord gebied zal in dat geval tussen 692 km^2 (alternatief 1, 63 funderingen) en 1.228 km^2 komen te liggen (alternatief 2, 38 funderingen). Dit is in het seizoen (september – december) waarin de minst strenge norm van kracht is (zie Tabel 3-8).



Figuur 4-1 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 4 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie is weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor bruinvissen. Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.



Figuur 4-2 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van (3.000 kJ) op paalpositie 4 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Zie verder bijschrift bij Figuur 4-1.

De berekende effecten van de constructie van kavel II op de bruinvispopulatie van de Noordzee en het NCP zijn opgenomen in Figuur 4-1 en Figuur 4-2. Bij deze berekeningen is ervan uitgegaan dat, met uitzondering van een 'soft start' procedure[10] geen geluidsbeperkende maatregelen worden getroffen.

Tabel 4-1 Schatting van de gevolgen van heien zonder geluidsreducerende maatregelen voor de aanleg van alternatief 1 (63 funderingen met hei-energie 1.000 kJ) voor kavel II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid voor de bruinvispopulatie in verschillende seizoenen. Weergegeven zijn de effecten van heien op twee paalposities die maximaal verschillen afstand tot de kust (positie 3, dicht bij de kust; positie 4, ver van de kust). Op beide posities is de diepte ca. 21 m. Zie Figuur 2-1 voor paalposities. Rood: overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren per park; groen: geen overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname. N.B. Er is geen rekening gehouden met eventuele populatie-effecten van permanente effecten op het gehoor (PTS).

Alternatief 1 (63 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km^2)	1416	1628	1416	1628	1416	1628
Bruinvissen binnen contour (n)	1.662	1.911	685	788	564	648
Dierverstoringsdagen	104.730	120.410	43.177	49.641	35.505	40.820
Populatiereductie NCP	1155	1328	476	548	392	450

Tabel 4-2 Als Tabel 3-1 voor alternatief 2 (38 funderingen met hei-energie 3.000 kJ)

Alternatief 2 (38 turbines)	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4
Gem. oppervlak verstoord op NCP (km^2)	2452	2906	2452	2906	2452	2906
Bruinvissen binnen contour (n)	2.879	3.412	1.187	1.407	976	1.157
Dierverstoringsdagen	109.389	129.642	45.097	53.447	37.084	43.950
Populatiereductie NCP	1207	1430	497	590	409	485

Uit de resultaten blijkt:

- De berekende reductie van de bruinvispopulatie op het NCP is het grootst als voor alternatief 2 in het voorjaar op paalpositie 4 wordt geheid; de reductie bedraagt dan 1.430 dieren (5-percentiel). Voor alternatief 1 is dit 1.328 dieren (5-percentiel). Dit komt overeen met een afname van de populatie op het NCP met 2,6% (alternatief 1) en 2,8% (alternatief 2). Voor de totale Noordzeepopulatie is dit voor beide alternatieven 0,6%.
- In effecten op de bruinvispopulatie verschillen de twee onderzochte alternatieven niet substantieel: voor alternatief 2 zijn de effecten gemiddeld genomen 6% groter dan voor alternatief 1; hieruit is af te leiden dat een drievoudige toename van de hei-energie (effect op oppervlakte verstoord gebied) minder sterk doorwerkt dan een 1,7-voudige toename van het aantal funderingen, en daarmee van het aantal bruinverstoringsdagen.
- In het gedeelte van de Noordzee waar het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid ligt, zijn de verschillen in de waterdiepte relatief gering. Hierdoor is de heilocatie een minder

[10] De 'soft start' procedure heeft geen invloed op de totale omvang van het verstoorde gebied.

belangrijke bepalende factor voor de omvang van het uiteindelijke effect dan in het windenergiegebied Borssele: op paalpositie 4 is het effect ongeveer 18% groter dan op paalpositie 2 (in Borssele ging het om een factor 2).
- Verder is het seizoen waarin wordt geheid van belang: in het najaar is de populatiereductie het kleinst (maximaal 450 dieren voor alternatief 1 en 485 dieren voor alternatief 2), omdat de bruinvisdichtheid dan relatief laag is; in het voorjaar zijn de maximale effecten ongeveer driemaal zo groot.
- Tenslotte is te zien dat de maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 2.3) in alle gevallen wordt overschreden.

Effecten op het gehoor van bruinvissen

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van bruinvissen is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend (zie § 2.2.3). Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het plangebied voorkomende diepte van 23 m wordt geheid en dat deze diepte contant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Uit de berekeningen blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,7 km. In het voorjaar, als de bruinvisdichtheid het hoogst is, gaat het gemiddeld genomen (= afstanden bij gemiddelde en geen wind gemiddeld) om 16 dieren. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,1 km onder windstille omstandigheden. Gemiddeld genomen bevinden zich in het voorjaar 3 bruinvissen binnen deze contour. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

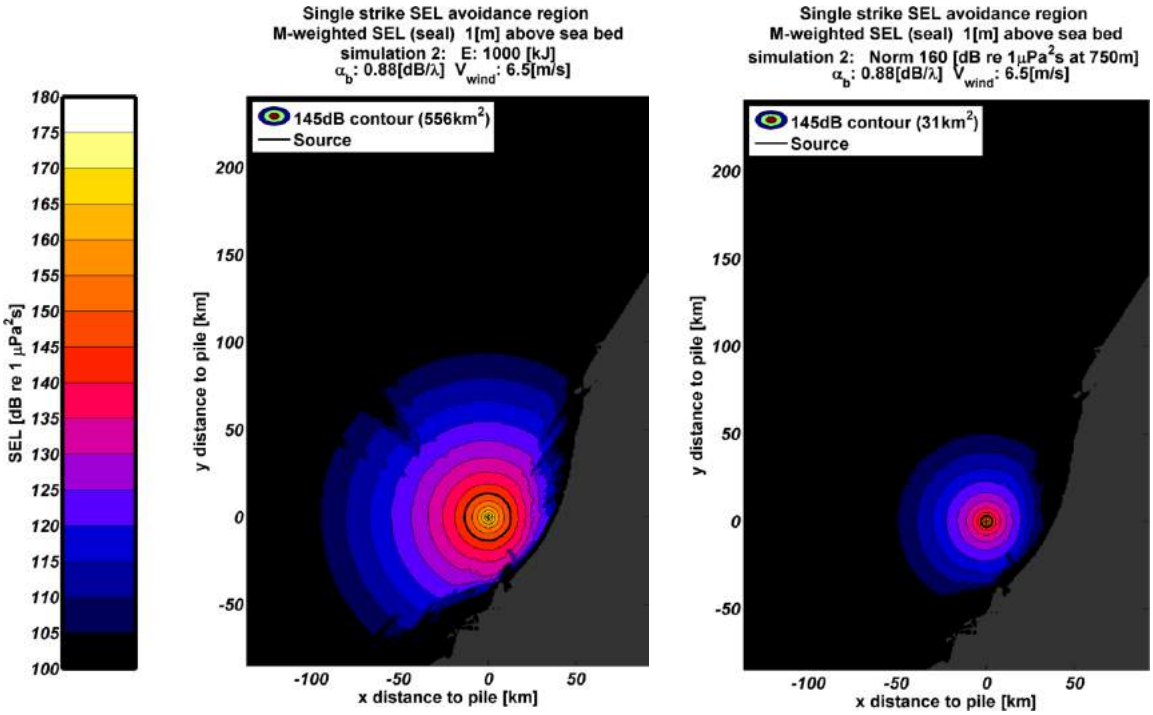
4.2.2 Zeehonden

Effecten op het gedrag van zeehonden

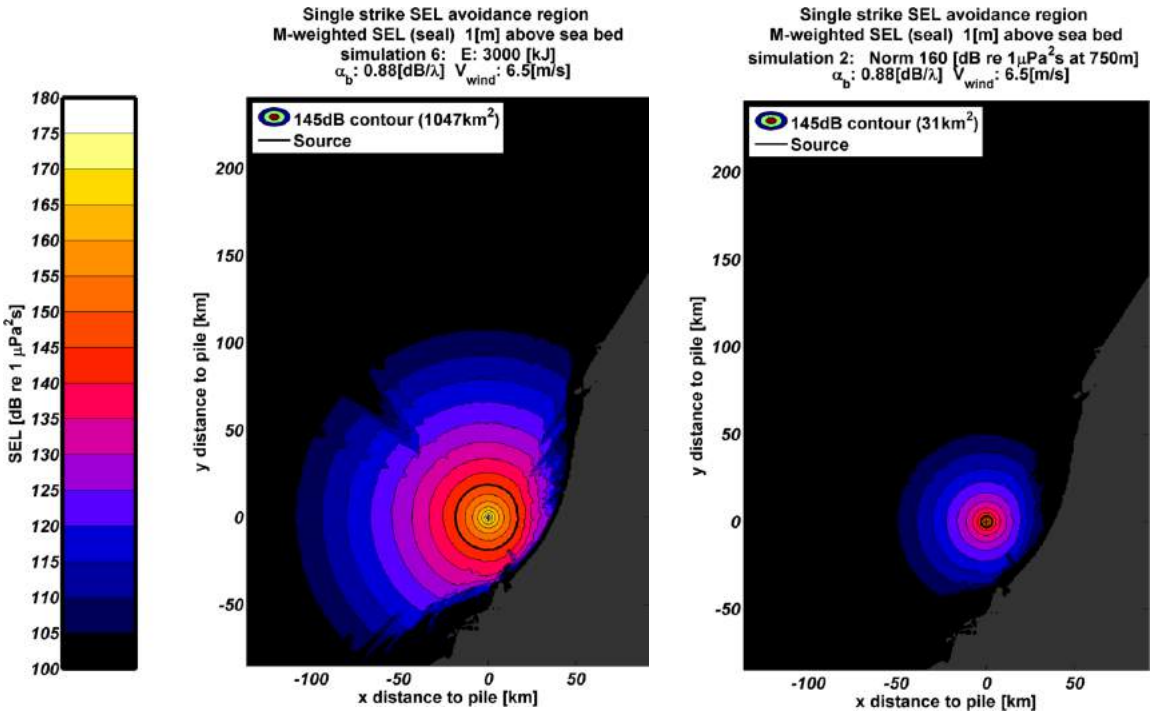
Voor zeehonden ontstaat in de uren dat rond de heilocatie wordt geheid een kleinere verstoringscontour dan die van bruinvissen, omdat zeehonden minder gevoelig op onderwatergeluid reageren (zie TNO-notitie in bijlage 1). Voorbeelden van de door TNO berekende verdeling van het, voor zeehonden relevante geluid tijdens het heien voor kavel II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op een van de twee onderzochte paalposities zijn weergegeven in Figuur 4-3 (1.000 kJ) en in Figuur 4-4 (3.000 kJ). In de figuren is links de verdeling weergegeven voor de situatie dat het brongeluid in het geheel niet wordt beperkt en rechts in het geval dat de meest strenge norm wordt toegepast (SEL_1 = 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m). In beide gevallen is uitgegaan van gemiddelde windcondities (6,5 m/s). Onder windstille omstandigheden is de oppervlakte verstoord gebied 1,5 tot 2 maal zo groot. In de figuren is met

de zwarte lijn de contour weergegeven waar de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons voor zeehonden wordt overschreden.

Uit de figuren is af te lezen dat tijdens het heien van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid bij gemiddelde windsnelheden voor zeehonden 31 – 556 km^2 verstoord gebied kan ontstaan als de hei-energie 1.000 kJ bedraagt en dat dat 31 – 1.047 km^2 is als met een energie van 3.000 kJ wordt geheid. De hier getoonde maximale oppervlakten zullen echter niet worden gehaald, omdat een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm zal worden opgelegd. De maximale oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied zal in dat geval tussen 294 km^2 (alternatief 1, 63 funderingen) en 559 km^2 komen te liggen (alternatief 2, 38 funderingen). Dit is in het seizoen (september – december) waarin de minst strenge norm van kracht is (zie Tabel 3-8).



Figuur 4-3 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van 1.000 kJ op paalpositie 4 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Windsnelheid 6,5 m/s. De heilocatie zijn weergegeven met het '+' symbool. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor de significante gedragsrespons (zie Tabel 2-2) wordt overschreden voor zeehonden. Het grijze gebied toont de Nederlandse kust.



Figuur 4-4 Berekende verdeling van SEL_1 op een diepte van 1 m boven de zeebodem bij heien met een energie van (3.000 kJ) op paalpositie 2 zonder (links) en met toepassen van een geluidsnorm (rechts). Zie verder bijschrift bij Figuur 4-3.

Net als voor bruinvissen zijn voor zeehonden in eerste instantie berekeningen uitgevoerd voor een situatie waarin zonder geluidsbeperkende maatregelen wordt geheid. De resultaten van de berekening van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid op zeehonden bij de constructie van kavel II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid voor twee alternatieve opstellingen zijn opgenomen in Tabel 4-3. Maximaal gaat het om 11 zeehonden die het beïnvloedingsgebied tijdens het heien van een fundering zullen mijden (alternatief 1) of om 22 zeehonden (alternatief 2). Ten opzichte van de totale Nederlandse populatie van gewone zeehonden gaat het respectievelijk om 0,1% (alternatief 1) of om 0,3% (alternatief 2) van de populatie die in de periodes dat wordt geheid in het door heigeluid beïnvloede gebied kan worden verstoord. Het aantal te heien funderingen in aanmerking genomen, is het effect van de constructie van alternatief 1 iets kleiner dan dat van alternatief 2. Dit is af te lezen aan het aantal dierverstoringsdagen van de twee alternatieven, dat door de constructie van alternatief 2 14 – 19% groter is.

In Tabel 4-3 is ook een bandbreedte gegeven van het totale aantal, mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van alternatief 1 en alternatief 2 zijn geheid. Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord (de resultaten voor de twee paalposities zijn daarbij gemiddeld). Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een

eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord.

Tabel 4-3 Effecten van heien voor de aanleg van kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op het gedrag van gewone zeehonden. Weergegeven is het voor de twee onderzochte windcondities gemiddelde aantal zeehonden die zich bij aanvang van de hei-activiteiten binnen de contour kunnen bevinden waar de grenswaarde voor mijding wordt overschreden. De aantallen zijn afgezet tegen de totale Nederlandse populatie van 8.000 dieren.

	Alternatief 1 (63 turbines)		Alternatief 2 (38 turbines)	
	hei-energie 1.000 kJ		hei-energie 3.000 kJ	
	positie 3	positie 4	positie 3	positie 4
Zeehonden binnen contour (n)	11	11	22	21
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,1	0,1	0,3	0,3
Dierverstoringsdagen (n)	710	698	842	796
Totaal aantal zeehonden verstoord	11 – 704		21 – 819	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,1 – 9		0,3 – 10	

De conclusie is dat effecten van heigeluid bij de aanleg van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op gewone zeehonden op populatieniveau om de volgende redenen zijn uit te sluiten:

- Kavel II ligt relatief ver van de belangrijkste ligplaatsen van de zeehonden, waardoor het aantal daar foeragerende zeehonden niet zo groot is; het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden is daarom gering;
- De omvang van het beïnvloede gebied is gering ten opzichte van het totale leefgebied, waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De minimale afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust is dermate groot dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd;
- Het effect is tijdelijk (1 dag per fundering, waarin ca. 2 uur per dag wordt geheid).

Voor grijze zeehonden konden geen aparte berekeningen worden gemaakt. De (groeiende) populatie grijze zeehonden in Nederland is echter kleiner dan die van gewone zeehonden (ca. 3.900 in 2013, Arts et al. 2014). Wanneer uitgegaan wordt van een vergelijkbare ruimtelijke verspreiding als bij gewone zeehonden zullen 6 (alternatief 1) of 13 (alternatief 2) grijze zeehonden tijdens het heien worden verdreven. De verwachting is dat de werkelijke aantallen nog lager zullen zijn, omdat buiten 20 km van de kust dichtheden Grijze zeehonden zeer laag zijn (lager dan Gewone zeehonden) (Aarts e.a. 2013).

Effecten op het gehoor van zeehonden

Voor het bepalen van de mogelijke cumulatieve effecten van het heien van een gehele fundering op het gehoor van zeehonden is voor alle kavels één *worst case* situatie doorgerekend (zie § 2.2.3). Het betreft de situatie dat een fundering op de maximale, in het windenergiegebied

Hollandse Kust Zuid voorkomende diepte van 23 m wordt geheid en dat deze diepte constant is in het gehele gebied waarbinnen PTS kan optreden.

Zeehonden reageren naar verwachting minder gevoelig op onderwatergeluid dan bruinvissen en kunnen sneller zwemmen, wat zich vertaalt in kleinere effectafstanden. Zij houden zich bovendien vooral dichtbij hun ligplaatsen in de Waddenzee en het Deltagebied op. Uit de berekeningen blijkt dat het gebied waarbinnen bij zeehonden de gehoordrempel permanent wordt verhoogd (PTS) door het heien voor de aanleg van het windpark, zonder dat een geluidsnorm wordt toegepast, al verwaarloosbaar klein is (maximaal 0,5 km^2). Het is vrijwel uitgesloten dat zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden een zeehond binnen deze contour bevindt (max. 0,1 zeehond).

4.3 EFFECTEN OP NATURA 2000-GEBIEDEN

Effecten van de aanleg en exploitatie van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid zijn alleen tijdens de aanlegfase van die omvang dat effecten op instandhoudingsdoelen voor zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het gaat om de effecten van de toename van onderwater geluidsniveaus als gevolg van het heien van de funderingen via zogenaamde externe werking. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Directe externe werking: het geluid beïnvloedt de kwaliteit van het leefgebied van de dieren waarvoor in het N2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden en
- Indirecte externe werking: de invloed van het geluid op dieren buiten het betreffende N2000-gebied moet deels worden toegerekend aan dit N2000-gebied (bijvoorbeeld als de foerageerfunctie buiten het N2000-gebied zodanig negatief zou worden beïnvloed dat dit niet verenigbaar is met de gestelde doelen voor het N2000-gebied).

Indirecte effecten op zeezoogdieren als gevolg van effecten op de populatieomvang van vissen (als stapelvoedsel voor zeezoogdieren) kunnen wel op voorhand worden uitgesloten.

Deze paragraaf bevat de toetsing van de, in de eerdere hoofdstukken beschreven en nader geanalyseerde effecten van onderwatergeluid op bruinvissen en zeehonden aan de instandhoudingsdoelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden.

4.3.1 Waddenzee

In het Natura 2000-gebied Waddenzee gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond (Tabel 4-4). Voor beide soorten betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de grijze zeehond zou dat moeten leiden tot het behoud van de populatie en voor de gewone zeehond tot een uitbreiding van de populatie.

Tabel 4-4 Instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Waddenzee

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Waddenzee. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Waddenzee instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt relatief ver van de ligplaatsen van zeehonden in de (Waddenzee en) Noordzeekustzone waardoor het gebied door slechts een beperkt aantal zeehonden tijdens de foerageertochten wordt aangedaan (zie Figuur 2-6 en Tabel 4-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden (zie ook Figuur 2-6). Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Waddenzee kunnen daarom worden uitgesloten.

4.3.2 Noordzeekustzone

In het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren instandhoudingsdoelstellingen. Deze zijn in Tabel 4-5 samengevat.

Tabel 4-5 Instandhoudingsdoelstelingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Noordzeekustzone

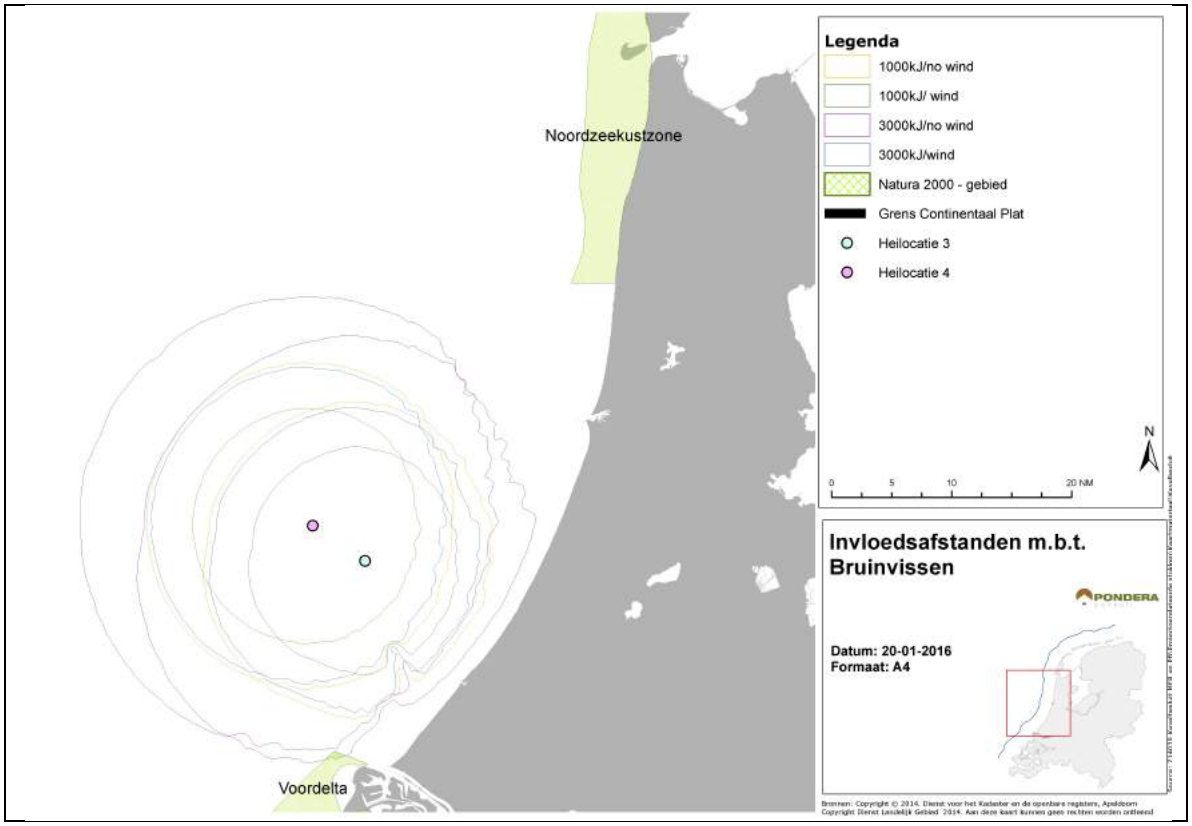
Soort	Instandhoudingsdoelstelling
bruinvis	behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden.

Voor **zeehonden** ligt het door onderwatergeluid verstoorde gebied in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Dieren kunnen het verstoorde gebied echter gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt (indirecte externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Noordzeekustzone instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt relatief ver van de ligplaatsen van zeehonden in de (Waddenzee en) Noordzeekustzone waardoor het gebied door slechts een beperkt aantal zeehonden tijdens de foerageertochten wordt aangedaan (zie Figuur 2-6 en Tabel 4-3). De dieren zijn voor hun voedselvoorziening dus niet afhankelijk van het effectgebied. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Noordzeekustzone en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden

gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Noordzeekustzone kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor **bruinvissen** overlapt het door heigeluid verstoorde gebied ook niet met het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (Figuur 4-5). De kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed (directe externe werking). De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking).



Figuur 4-5 Overlap van verstoringscontouren van bruinvissen met het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel II van windpark Hollandse Kust Zuid.

Door de Nederlandse overheid is bepaald dat door de aanleg van windparken op het NCP cf. het SER-akkoord bij een voorspelde afname van de bruinvispopulatie van 255 dieren per park significante effecten niet kunnen worden uitgesloten (zie § 2.3). Uit Tabel 4-6 is af te leiden dat deze waarde in alle seizoenen voor beide onderzochte alternatieven wordt overschreden als geen geluidreducerende maatregelen worden getroffen.

De conclusie is dat bij de constructie van het windpark volgens beide alternatieven significante effecten op de bruinvispopulatie en daarmee op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone niet zijn uit te sluiten.

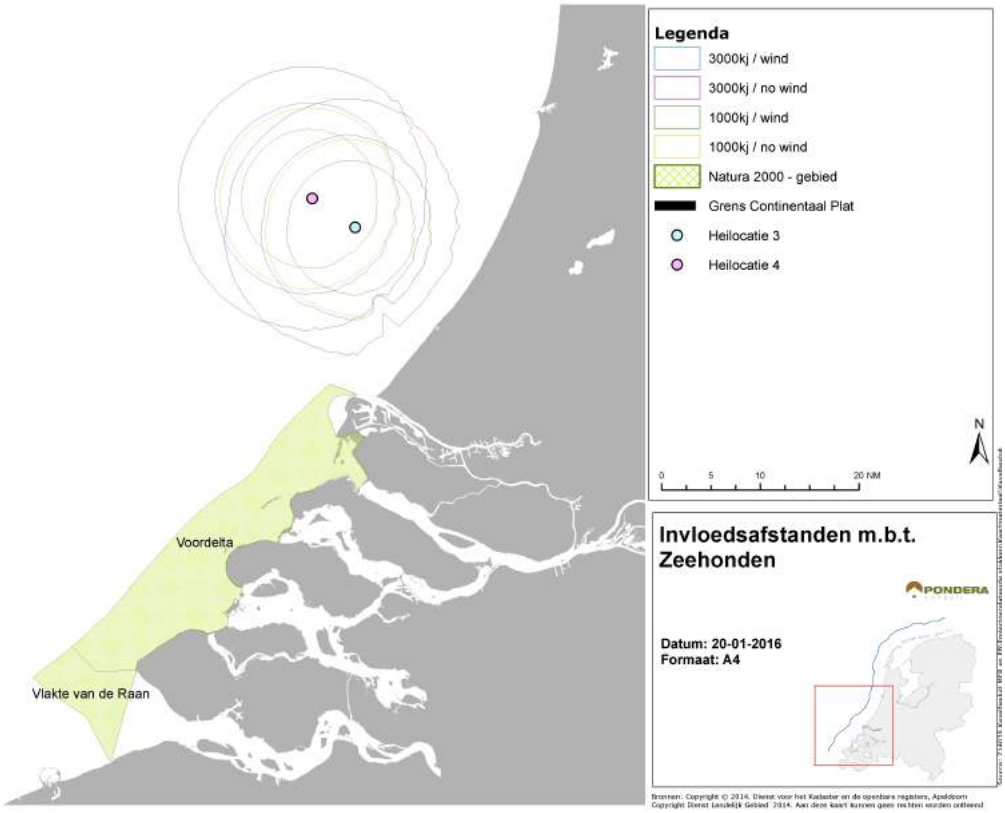
Tabel 4-6 Voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in verschillende seizoenen (5 percentielwaarden = 5% kans op een grotere afname). Overschrijding van de maximaal toelaatbare jaarlijkse afname van 255 dieren is in rood weergegeven (significante effecten op Natura 2000-gebieden niet uit te sluiten).

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	min	max	min	max	min	max
alternatief 1	1155	1328	476	548	392	450
alternatief 2	1207	1430	497	590	409	485

4.3.3 Voordelta

In het Natura 2000-gebied Voordelta gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond. Voor de grijze zeehond betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de gewone zeehond is een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit van het leefgebied geformuleerd. Deze heeft betrekking op het zorgen voor meer rust op de droogvallende platen en zou moeten leiden tot een regionale Deltapopulatie van tenminste 200 exemplaren.

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Zelfs als wordt uitgegaan van heien zonder geluidsnorm ligt het verstoorde gebied in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Voordelta (Figuur 4-6). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Voordelta instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied in beperkte mate als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 4-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Voordelta kunnen daarom worden uitgesloten.



Figuur 4-6 Overlap van verstoringscontouren van zeehonden met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel II van windpark Hollandse Kust Zuid.

4.3.4 Oosterschelde

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Oosterschelde. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Oosterschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het verstoorde gebied in beperkte mate als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 4-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in de Oosterschelde kunnen daarom worden uitgesloten.

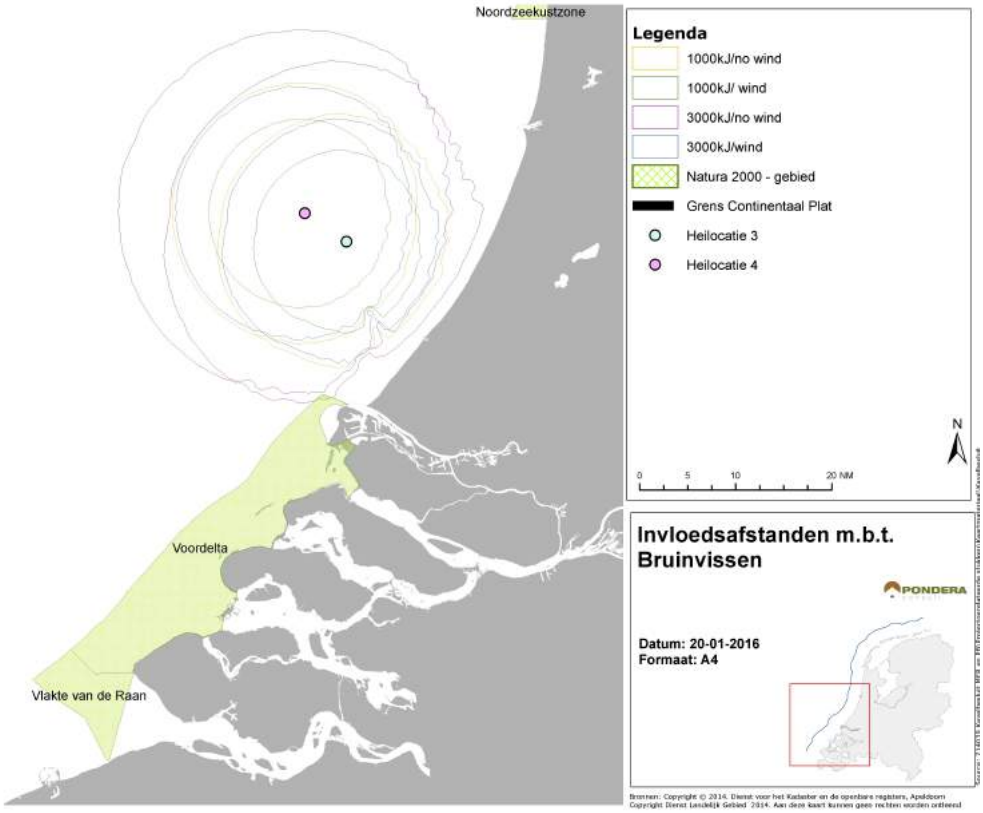
4.3.5 Vlakte van de Raan

In het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan gelden voor alle 3, in deze notitie besproken soorten zeezoogdieren dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als in de Noordzeekustzone (zie

Tabel 3-5). Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt.

Het voor gewone en grijze **zeehonden** verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (zie Figuur 3-6). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied in beperkte mate als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 4-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor **bruinvissen** overlapt het door geluid verstoorde gebied niet met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (Figuur 3-7). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het foerageergebied buiten de Vlakte van de Raan neemt echter wel af (indirecte externe werking). Het effect van deze indirecte externe werking op de bruinvispopulatie is reeds beschouwd in § 4.3.2 bij de bespreking van de effecten op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en wordt op dezelfde wijze beoordeeld.



Figuur 4-7 Overlap van verstoringscontouren van bruinvissen met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid.

4.3.6 Westerschelde & Saeftinghe

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Westerschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied bperkt als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is (zie Figuur 2-6 en Tabel 3-3). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe kunnen daarom worden uitgesloten.

4.4 TOETSING FLORA- EN FAUNAWET

Tijdens de constructie van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid treedt verstoring van gewone zeehonden, grijze zeehonden en bruinvissen op. Het verstoren van zeezoogdieren als gevolg van de constructie van een windpark kan door het bevoegd gezag worden beschouwd als een overtreding van verbodsbepalingen genoemd in artikel 11 van de Flora- en faunawet[11] en daarmee dus ook in de Wet Windenergie op Zee (2014). Uit de in voorgaande paragrafen opgenomen resultaten van berekeningen blijkt dat deze verstoring met name bij bruinvissen tot effecten op de populatie kan leiden. Daardoor is niet uit te sluiten dat de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de regionale (NCP) populaties in het geding is. Ontheffing kan alleen worden verkregen als geen afbreuk wordt gedaan aan de GSI van de soorten.

Voor zeehonden kunnen populatie-effecten worden uitgesloten, omdat:

- Het tijdelijke effecten betreft (63 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 1 en 38 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 2);
- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is, omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is (zie Tabel 3-3);
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie Figuur 2-6), waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate breed is, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

De conclusie is dat voor gewone en grijze zeehonden de GSI niet in het geding is.

Ter beoordeling van het effect van verstoring op de GSI van de bruinvispopulatie op het NCP, is de door de overheid vastgestelde maximaal toelaatbare populatieafname van **255** dieren per aan te leggen windpark/kavel als criterium gebruikt. Wanneer de voorspelde afname onder deze norm blijft, kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde afname deze waarde overschrijdt, kan niet worden uitgesloten dat de GSI in het geding is.

De toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid is opgenomen in Tabel 3-7 (zie Tabel 3-6 voor berekende waarden). Hieruit blijkt dat bij constructie van beide alternatieven in alle seizoenen effecten op de GSI van de bruinvispopulatie niet zijn uit te sluiten.

[11] In artikel 11 van de Flora- en faunawet is het verbod op het verstoren van voortplantings- en vaste rust- en verblijfplaatsen opgenomen.

De conclusie is dat in laatst genoemde gevallen constructie alleen mogelijk is als mitigerende maatregelen worden genomen, zodat het geluid zich minder ver verspreidt; hierdoor neemt het oppervlak binnen de verstoringscontour (sterk) af (zie verder hierna in § 4.5).

Tabel 4-7 Toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in verschillende seizoenen. Groen: gunstige staat van instandhouding niet in het geding; Rood: effecten op de gunstige staat van instandhouding niet uit te sluiten.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)					
	jan - mei		jun – aug		sep – dec	
	min	max	min	max	min	max
alternatief 1						
alternatief 2						

4.5 MITIGERENDE MAATREGELEN

4.5.1 Overzicht mogelijkheden

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*) worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures en een lagere hei-energie.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

1. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of
2. De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
3. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken.

Ad 1. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door:

- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen; voor het hele plangebied van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid biedt dit echter weinig soelaas, omdat de variatie in waterdiepten relatief beperkt is;
- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstilte; het verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;

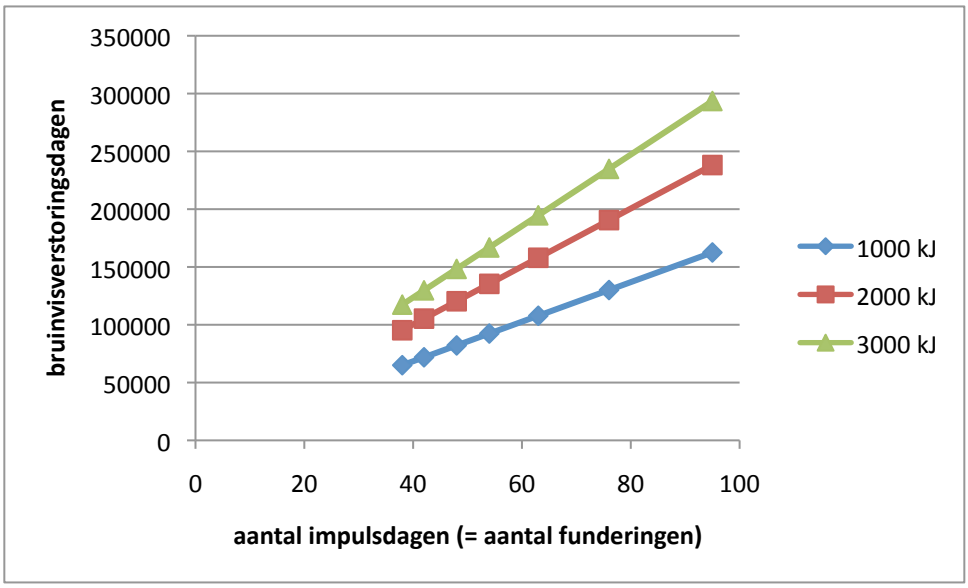
- De propagatie van heigeluid te beperken door het toepassen van geluiddemping (bellenschermen e.d.).

Ad 2. Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Ad 3. Het aantal impulsdagen beperken

Uit de analyses blijkt dat een toename van het aantal te heien funderingen en daarmee het aantal impulsdagen sterker doorwerkt dan een afname van de hei-energie. In Figuur 4-8 is dit te zien aan het feit dat de lijnen van gelijke hei-energie niet evenwijdig aan elkaar zijn, maar meer uit elkaar gaan lopen naarmate het aantal impulsdagen toeneemt. Het aanleggen van een windpark met een klein aantal, relatief grote turbines waarvoor een hogere hei-energie nodig is, kan daardoor gunstiger uitpakken dan de aanleg van een windpark met veel, kleine turbines die met een lagere hei-energie kunnen worden geheid. De berekeningen voor windenergiegebied Borssele, waarbij een alternatief van 38 turbines (hei-energie 3.000 kJ) werd vergeleken met een alternatief van 95 turbines (hei-energie 1.000 kJ), lieten dit ook duidelijk zien. Voor het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid is het minder duidelijk, omdat voor het alternatief met de meeste funderingen (63 à 6 MW) van een relatief lage hei-energie van 1.000 kJ is uitgegaan. Hierdoor zijn de berekende effecten voor het alternatief met het minste aantal funderingen (38 à 10 MW) en waarbij van een hei-energie van 3.000 kJ is uitgegaan groter.



Figuur 4-8 Relatie tussen aantal impulsdagen (= aantal funderingen) en het aantal bruinvisverstoringsdagen, uitgaande van een dichtheid van 1 bruinvis per km^2, bij 3 hei-energieën

Het gegeven dat het heien met een grotere hei-energie minder sterk doorwerkt dan het aantal impulsdagen is gebruikt bij de uitwerking van een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerd stelsel van geluidsnormen (zie hierna).

4.5.2 Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering

Verschillende, in § 4.5.1 beschreven overwegingen zijn eerder door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een, op het windenergiegebied Borssele toegesneden normenstelsel dat grenzen stelt aan de geluidsproductie bij de constructie van windparken op zee. Er is daarbij rekening gehouden met seizoensverschillen en aantal turbines per kavel, twee factoren die sterk doorwerken in het uiteindelijke effect op de (bruinvis)populatie. Voor de kavels binnen het windenergiegebied Borssele is door middel van locatie-specifieke onderwatergeluidmodellering bepaald bij welke geluidsnorm, afhankelijk van het aantal palen en seizoensafhankelijke bruinvisdichtheden, de effecten nog acceptabel zijn (d.w.z. de reductie van 255 dieren per kavel niet overstijgen). Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Borssele vast te stellen. Dit betekent dat geen rekening is gehouden met gedetailleerde locatiespecifieke verschillen tussen of binnen de kavels. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode[12].

Voor het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid zijn op vergelijkbare wijze als voor windenergiegebied Borssele gedifferentieerde normen afgeleid. De geluidsnormen voor dit gebied liggen iets hoger dan de eerder vastgestelde normen voor het windenergie gebied Borssele. Dit is een gevolg van het feit dat de gemiddelde waterdiepte in het plangebied voor Hollandse Kust Zuid lager is. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande Tabel 3-8.

Tabel 4-8 Normstelling voor windenergiegebied Hollandse Kust Zuid, inclusief de opstart 'toeslag van 1 dB'

Hollandse Kust Zuid	Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)*		
380 MW per kavel	Periode		
# turbines	jan – mei	jun – aug	sep – dec
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	173	175

* De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder

[12] Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger kunnen maken, is een veiligheidsmarge van 1 dB ingebouwd. Dit betekent dat geluidsnorm 1 dB lager is dan nodig om met een zekerheid van 95% een afname van 255 dieren te voorkomen (zie § 2.3). Een kleine overschrijding van de norm door onvoorziene omstandigheden noodzaakt dan nog niet tot aanvullende maatregelen of het stilleggen van de bouw van een park.

bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

Gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP

Tabel 3-9 bevat voor de twee onderzochte alternatieven de resultaten van de berekening van effecten op bruinvissen als ervan wordt uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid. Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie Tabel 3-8). Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm bij verschillende opstellingen zou betekenen voor de oppervlakte verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. Het betreft *worst case* schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van Kavel II; het betreft steeds de berekende populatiereductie voor de paalpositie met het grootste effect. In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van kavel II niet groter zal worden dan 205 dieren (constructie van alternatief 2 in de periode september – december). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 2.3) zal door de aanleg van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

Tabel 4-9 Effecten van heien voor aanleggen van kavel II van windenergiegebied Hollands Kust Zuid (alternatief 1: 63 funderingen, alternatief 2: 38 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (63 turbines)			alternatief 2 (38 turbines)		
	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	163	14.940	165	167	16.953	187
jun - aug	169	15.703	173	173	16.976	187
sep – dec	171	17.351	191	175	18.572	205

Uit de berekeningen voor een uniforme waterdiepte van 23 m blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie 3.000 kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km **PTS** kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,7 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,1 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een

hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel I (23 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m 176 dB re 1 μPa^2s (zie TNO notitie in bijlage 1). Deze waarde ligt nog boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 175 dB re 1 μPa^2s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustic Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

Gevolgen voor Nederlandse zeehondenpopulatie

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van kavel II op zeehonden blijkt dat deze, ook zonder toepassen van een geluidsnorm zeer gering zijn (Tabel 3-3). Als dit wel gebeurt, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied ook kleiner zijn. Hierdoor zullen de effecten nog lager uitvallen dan in § 4.2.2 zijn beschreven (Tabel 3-10). Bij de berekeningen is uitgegaan van een voor de ongemitigeerde verstoringscontour berekende gemiddelde dichtheid. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, die ook zonder dat geluidsbeperkende maatregelen worden genomen al verwaarloosbaar is.

Tabel 4-10 Aantal zeehonden binnen verstoringscontour bij aanvang van het heien van een fundering zonder en met opleggen van gedifferentieerde geluidsnormen voor mitigatie van effecten op bruinvissen. Deze aantallen zijn representatief voor de situatie dat wordt uitgegaan van volledige plaatstrouw (zie § 4.2.2 voor uitleg).

	zonder geluidsnorm	met geluidsnorm		
		jan – mei	jun –aug	sep – dec
alternatief 1	12 – 13	1	3 – 4	5
alternatief 2	23 – 30	2 – 3	6 – 7	8 – 10

Effecten op Natura 2000-gebieden

Door toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm is uit te sluiten dat de kwaliteit van nabij gelegen Natura 2000-gebieden wordt beïnvloed. De verstoringscontouren overlappen namelijk niet met een van deze gebieden. Er is dus geen sprake van **directe externe werking**.

Voor **zeehonden** zal er via mogelijke effecten op de populatie ook geen sprake zijn van **indirecte externe werking**, omdat deze op grond van de berekeningen van de effecten van niet-gemitigeerd heigeluid al konden worden uitgesloten (zie § 4.3). Als de propagatie van het heigeluid wordt beperkt en daarmee de oppervlakte van het voor zeehonden verstoorde gebied, zal het effect op de zeehondenpopulatie nog kleiner worden (zie hiervoor).

Voor **bruinvissen** geleden instandhoudingsdoelstellingen voor de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Vlakte van de Raan. Er is sprake van **indirecte externe werking** als significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP niet kunnen worden uitgesloten. Dit is het geval als uit de berekeningen zou blijken dat door de constructie van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid de bruinvispopulatie met meer dan 255 dieren afneemt. Uit Tabel 3-11 is af te leiden dat deze waarde voor beide alternatieven in geen van de seizoenen wordt overschreden.

Tabel 4-11 Voorspelde maximale afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in verschillende seizoenen bij toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)		
	jan - mei	jun – aug	sep – dec
alternatief 1	165	173	191
alternatief 2	187	187	205

Toetsing Flora en faunawet

De Gunstige Staat van Instandhouding (GSI) is voor **zeehonden** niet in het geding, omdat de geluidsnormen die zullen worden opgelegd om significant negatieve effecten op de bruinvispopulatie te voorkomen, tot gevolg hebben dat de reeds beperkte effecten op zeehonden nog kleiner zullen worden. Voor **bruinvissen** is de GSI niet in het geding, omdat de geluidsnormen erop zijn gericht dat de afname van de bruinvispopulatie met grote zekerheid (95%) niet meer dan 5% zal bedragen bij de uitvoer van het SER akkoord (= 10 windparken). Een effect op de GSI van de betreffende populatie kan daarmee met zekerheid worden uitgesloten.

5 Cumulatieve effecten

5.1 AFBAKENING

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van (de constructie van) windparken op zee. Dit betekent dat mogelijke effecten van continu geluid (w.o. scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, explosies en seismische surveys voor olie en gas) buiten beschouwing zijn gebleven.

5.2 CUMULATIEVE EFFECTEN IN ÉÉN JAAR (KAVEL I EN II)

5.2.1 Scenario's

Voor het verkrijgen van een indruk van de cumulatieve effecten van de constructie van de in kavel I en II gelegen delen van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid op de zeezoogdieren van het NCP met andere initiatieven zijn de volgende scenario's beschouwd:

- Hollandse Kust Zuid: 2 parken in de periode januari – mei, geen overlap in verstoringscontouren (dat betekent 1 paal per 24 uur, dus om en om)
- Hollandse Kust Zuid: 1 park in de periode januari – mei, 1 in de periode september – december (verschillende volgorde)
- Hollandse Kust Zuid: 2 parken in de periode september - december

Voor de cumulatie met andere initiatieven is ervan uitgegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat (BCP) zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor in het voorjaar zullen plaatsvinden (*worst case*). Er is daarbij gekozen voor het windpark Mermaid[13], bestaande uit 38 turbines van 6 MW. Aangenomen is dat de hei-energie 2.000 kJ bedraagt (aanname TNO). Verder is aangenomen dat 45% van het verstoringsoppervlak over het NCP valt.

In de berekeningen van cumulatieve effecten is er *worst case* van uitgegaan dat er per etmaal slechts één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoringoppervlakten (waarddoor het totale aantal dierverstoringsdagen afneemt). Feitelijk is dit een onrealistische situatie; gelijktijdige aanleg van kavel I en II volgens alternatief 1 samen met Mermaid in 1 seizoen past bijvoorbeeld niet (= totaal 5,5 maand ervan uitgaande dat er nooit op dezelfde dag wordt geheid). Als de twee kavels in hetzelfde seizoen precies gelijktijdig zouden worden aangelegd en op één dag dus 2 funderingen zouden worden geheid, ontstaat volledige overlap van het verstoorde oppervlak, aangezien elk contour een dag 'blijft staan' (zie uitgangspunten in § 2.2). In dat geval neemt het totale aantal dierverstoringsdagen met ongeveer een kwart af.

[13] Er is voor dit park gekozen, omdat de effecten van de constructie daarvan op de bruinvispopulatie naar verwachting het grootst zullen zijn. Dit heeft met de gemiddelde waterdiepte op de planlocatie te maken die van alle geplande parken op het BCP het grootst is. Het betreft dus een *worst case*.

5.2.2 Effecten op bruinvis

De resultaten van de berekening van de effecten van heigeluid op bruinvissen door het in één jaar aanleggen van 2 kavels van het windpark Borssele in twee alternatieve opstellingen en het windpark Mermaid in België (basisscenario) zijn opgenomen in Tabel 5-1 en Tabel 5-2. Uit de resultaten blijkt dat het niet mogelijk is in één jaar drie windparken op of grenzend aan het NCP aan te leggen zonder dat de norm van de jaarlijks maximaal toelaatbare populatiereductie van 510 dieren wordt overschreden.

Tabel 5-1 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid (alternatief 1) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

	jan – mei	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings dagen	Populatiereductie (5e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
Holl. Kust Zuid	I, II		126	223.069	2.460	4,8
	I	II	126	148.662	1.640	3,2
	II	I	126	150.031	1.655	3,2
		I, II	126	75.623	834	1,6
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			**minimaal**	**129.842**	**1.432**	**2,8**
			maximaal	**277.288**	**3.058**	**6,0**

Tabel 5-2 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid (alternatief 2) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

	jan – mei	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings dagen	Populatiereductie (5e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
Holl. Kust Zuid	I, II		76	237.737	2.621	5,1
	I	II	76	158.739	1.751	3,4
	II	I	76	159.594	1.760	3,5
		I, II	76	80.596	889	1,7
Mermaid	x		38	54.219	598	1,2
Totaal NCP			**minimaal**	**134.814**	**1.487**	**2,9**
			maximaal	**291.956**	**3.219**	**6,3**

5.2.3 Effecten op zeehonden

Voor zeehonden zijn geen gegevens van verstoringscontouren voor het Belgische windpark Mermaid beschikbaar. Er is daarom uitgegaan van de resultaten van berekeningen die door TNO voor het aan Mermaid grenzende kavel IV van het winenergiegebied Borssele zijn uitgevoerd. Daarbij zijn de gegevens van de twee onderzochte paalposities gemiddeld en is ook voor de twee onderzochte hei-energieën gemiddeld. Voor de bruinvis-berekeningen is voor Mermaid namelijk uitgegaan van een hei-energie van 2.000 kJ. De resultaten van de berekeningen staan in Tabel 5-3. Naar analogie van de berekeningen voor de afzonderlijke kavels (zie Tabel 3-3 en Tabel 4-3) is ook een bandbreedte gegeven van het aantal mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van de kavels I en II (beide alternatieven) en Mermaid zijn geheid

(weergegeven als percentage van de Nederlandse populatie). Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord. Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord. De effecten op grijze zeehonden zijn naar verwachting kleiner, omdat de populatie veel kleiner is (en de totale aantallen op het NCP veel lager).

Tabel 5-3 Cumulatieve effecten van heigeluid op zeehonden op het NCP door aanleg van 2 kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

		Impulsdagen	Verstoorde dieren per geheide fundering	Dierverstorings dagen	% NCP
Holl. Kust Zuid, kavel I + II	alternatief 1	126	12	1.496	0,3 – 19
	alternatief 2	76	24	1.820	0,6 – 23
Mermaid		38	< 1	30	0,01 – 0,04
				cumulatief minimaal	0,2 – 0,6
				cumulatief maximaal	19 – 23

Uit het overzicht in Tabel 5-3 blijkt dat de bijdrage van de aanleg van het Belgische Mermaid aan het totale cumulatieve effect zeer gering is. Dit is het gevolg van de zeer lage dichtheid van zeehonden in het bij de constructie van dit park door onderwatergeluid verstoorde gebied.

5.3 CUMULATIEVE EFFECTEN IN ÉÉN JAAR OP NATURA 2000-GEBIEDEN

5.3.1 Bruinvis

Uitgangspunt bij de toetsing van de effecten op de bruinvispopulatie is dat met grote zekerheid (95%) moet kunnen worden vastgesteld dat de huidige bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van de aanleg van de 10 offshore windparken van het SER-akkoord met niet meer dan 5% afneemt. Ervan uitgaande dat per jaar twee parken worden aangelegd, betekent dit dat de jaarlijkse afname niet meer dan **510** dieren mag bedragen.

Uit Tabel 5-1, Tabel 5-5 en de begeleidende tekst is af te leiden dat deze waarde in alle gevallen wordt overschreden als in één jaar voor de kavels I en II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid wordt geheid.

Zonder het nemen van mitigerende maatregelen zijn significante effecten op de bruinvis als gevolg van indirecte externe werking in de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en de

Vlakte van de Raan daarom niet uit te sluiten. Met het nemen van mitigerende maatregelen zijn deze significante effecten te voorkomen (zie verder § 5.7).

5.3.2 Zeehonden

Effecten van heigeluid tijdens het in één jaar aanleggen van twee kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid en het Belgische Mermaid op gewone en grijze zeehonden kunnen gevolgen hebben voor de in Nederland gelegen Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen voor zeehonden. Het betreft de noordelijke Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Waddenzee en de in het deltagebied gelegen Natura 2000-gebieden Voordelta, Oosterschelde, Vlakte van de Raan en Westerschelde & Saeftinghe.

Uit de in § 3.2 en § 4.2 gepresenteerde resultaten van berekeningen blijkt dat de verstoringscontouren voor zeehonden door heien voor de aanleg van de kavels I en II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid geen overlap vertonen met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Vlakte van de Raan (zie Figuur 3-6 en Figuur 4-6). Er is dus geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het foerageergebied buiten de Natura 2000-gebieden neemt echter wel af (indirecte externe werking). Deze effecten worden als niet significant beoordeeld, omdat:

- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is (Tabel 5-3), omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is. Ter illustratie: in deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat de Nederlandse populatie gewoner zeehonden uit 8.000 dieren bestaat; ervan uitgaande dat voor elk van deze dieren de kans even groot is dat zij bij aanvang van de heiwerkzaamheden in het verstoorde gebied aanwezig zijn, dan zouden 1.544 (19%) van deze dieren eenmalig in hun normale gedrag worden verstoord bij aanleg van alternatief 1 + Mermaid; bij aanleg van alternatief 2 + Mermaid zouden dat er 1.873 (23%) zijn; dit is een dermate beperkte verstoring dat kan worden uitgesloten dat hierdoor effecten op het voortplantingssucces of de overlevingskans ontstaan en daarmee op de populatie;
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie Figuur 2-6), waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate groot is, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

5.4 TOETSING CUMULATIEVE EFFECTEN IN ÉÉN JAAR AAN FLORA- EN FAUNAWET

5.4.1 Bruinvis

Ter beoordeling van het effect van verstoring op de Gunstige Staat van Instandhouding (GSI) van de bruinvispopulatie op het NCP, is de maximaal toelaatbare populatieafname van **255** dieren

per kavel als criterium gebruikt (**510** dieren voor 2 kavels). Wanneer de voorspelde afname onder deze norm blijft kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid worden uitgesloten. Wanneer de voorspelde afname deze waarde overschrijdt, kan niet worden uitgesloten dat de GSI in het geding is.

De resultaten van de berekeningen van de cumulatieve effecten van de aanleg van twee kavels van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid en het Belgische Mermaid in één jaar zijn weergegeven in Tabel 5-1 en Tabel 5-2. Hieruit en de begeleidende tekst blijkt dat de waarde van 510 dieren in alle gevallen wordt overschreden. Effecten op de GSI zijn daarom niet uit te sluiten. De constructie van deze drie windparken is alleen mogelijk als mitigerende maatregelen worden genomen, zodat het geluid zich minder ver verspreidt; hierdoor neemt het oppervlak binnen de verstoringscontour (sterk) af (zie verder § 5.7).

5.4.2 Zeehonden

Bij het in één jaar aanleggen van twee kavels van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid en het Belgische Mermaid treedt ook verstoring van gewone en grijze zeehonden op. Het aantal verstoorde dieren is echter beperkt (Tabel 5-3). Daarnaast is het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang als foerageergebied (zie Figuur 2-6), waardoor er geen sprake zal zijn van 'verdichtingseffecten' (competitie om voedsel e.d.). Verder is de afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate groot, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

De conclusie is dat voor gewone en grijze zeehonden de GSI niet in het geding is.

5.5 CUMULATIEVE EFFECTEN NA CONSTRUCTIE VAN WINDPARKEN OP HET NCP VOLGENS HET SER-AKKOORD

Voor de berekening van de cumulatieve effecten van de realisatie van de windparken uit het SER-akkoord op **bruinvissen** is ervan uitgegaan dat er gedurende 5 opeenvolgende jaren steeds 2 parken per jaar worden gebouwd. Elk van deze parken bestaat uit 58 turbines van 6 MW die met een energie van 2.000 kJ worden geheid.

Onderstaande Tabel 5-4 bevat de resultaten van de Interim PCoD berekeningen voor de volgende scenario's:

1 2 parken per jaar in voorjaar zonder geluidsnorm (= ~ 174 dB op 750 m),
2 2 parken per jaar in voorjaar met geluidsnorm; 2a: 160 dB, 2b: 165 dB, 2c: 168 dB,
3 2 parken per jaar, 1 in voorjaar en 1 in najaar zonder geluidsnorm,
4 2 parken per jaar in het najaar zonder geluidsnorm.

Tabel 5-4 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee. Oranje: beperkte overschrijding van de maximaal toelaatbare afname bij uitvoer van het SER-akkoord (= 2.550 dieren, zie § 2.3). Zie tekst voor beschrijving scenario's.

			Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar			
Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringsdagen	Mediaan (50e percentiel)	5e percentiel	10e percentiel	90e percentiel
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
2a	580	203.668	4	2.645	1.000	-15
2b	580	419.877	54	5.263	3.300	-11
2c	580	633.702	516	7.229	5.854	-10
3	580	1.572.572	5.274	16.303	13.361	4
4	580	802.261	1.422	8.960	7.025	-6

*Voor alle scenario's is uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van SEL_1 = 136 dB re 1 μPa^2s (i.p.v. de voor het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid gehanteerde SEL_1 = 140 dB re 1 μPa^2s).

Uit de tabel is af te leiden dat bij volledige uitvoering van het SER-akkoord volgens de *onderzochte scenario's* significante effecten op de bruinvispopulatie op het NCP niet zijn uit sluiten, zelfs niet als een zeer strenge geluidsnorm wordt toegepast. Hierbij dient te worden aangetekend dat bij de in Tabel 5-4 gepresenteerde resultaten is uitgegaan van een lagere drempelwaarde voor verstoring dan waarvan in het voorliggende rapport is uitgegaan. Daarnaast is per kavel slechts één *worst case* locatie doorgerekend. Hierbij is echter wel rekening gehouden met de locale bathymetrie.

5.6 CUMULATIEVE EFFECTEN NA 6 JAAR OP DE TOTALE NOORDZEE (INTERNATIONAAL SCENARIO)

Door TNO is met het Interim PCoD model ook doorgerekend wat het effect op de totale bruinvispopulatie van de Noordzee (227.298 dieren) zou zijn van een scenario voor de bouw van windparken in Nederland, Duitsland, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk. Voor Nederland is daarbij uitgegaan van de bouw van 2 parken in het voorjaar. De resultaten van deze berekening staan in Tabel 5-5. Ter vergelijking is ook het Nederlandse scenario 1 opgenomen.

Tabel 5-5 Met Interim PCoD berekende additionele populatiereductie van bruinvissen door heigeluid bij de constructie van windparken op de Noordzee. Zie tekst voor beschrijving scenario's.

			Additionele populatiereductie (individuen) na 6 jaar			
Scenario*	Impulsdagen	Bruinvis verstoringsdagen	Mediaan (50e percentiel)	5e percentiel	10e percentiel	90e percentiel
1	580	2.326.049	7.418	19.344	15.872	924
11	3.709	16.439.945	45.633	99.794	88.388	17.377

*Voor alle scenario's uitgegaan van een drempelwaarde voor verstoring van SEL_1 = 136 dB re 1 μPa^2s is uitgegaan (i.p.v. de voor het Borssele windpark gehanteerde SEL_1 = 140 dB re 1 μPa^2s).

De resultaten van de berekeningen leiden tot de volgende conclusies:

- Zonder mitigatie zijn significante effecten op de bruinvispopulatie op de Noordzee niet uit te sluiten: na de aanleg van alle, in het TNO scenario opgenomen parken zou de populatiereductie op Noordzeeschaal ruim 40% kunnen bedragen[14];
- De bijdrage van de Nederlandse parken aan het totale effect is ongeveer 20%.

5.7 CUMULATIEVE EFFECTEN NA MITIGATIE (VKA)

5.7.1 Scenario's

Voor het berekenen van de cumulatieve effecten mét toepassing van de in § 3.5.2 en § 4.5.2 beschreven gedifferentieerde geluidsnormen, zijn voor de constructie van de eerste twee kavels van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid de volgende 9 scenario's beschouwd:

- 2 parken in de periode januari - mei, geen overlap in verstoringscontouren (dat betekent 1 paal per 24 uur, dus om en om)
- 1 park in de periode januari - mei, 1 in de periode juni - augustus (verschillende volgorde)
- 1 park in de periode januari - mei, 1 in de periode september - december (verschillende volgorde)
- 1 park in de periode juni - augustus, 1 in de periode september - december (verschillende volgorde)
- 2 parken in periode juni - augustus
- 2 parken in periode september - december

Voor de cumulatie met andere initiatieven is ervan uitgegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor vanaf 1 mei zullen plaatsvinden (*worst case*). Er is daarbij gekozen voor het windpark Mermaid, bestaande uit 38 turbines van 6 MW. Aangenomen is dat de hei-energie 2.000 kJ bedraagt (aanname TNO). Verder is aangenomen dat 30% van het verstoringsoppervlak over het NCP valt. Ook is ervan uitgegaan dat er conform de recent uitgegeven vergunningen een hei-restrictie van kracht is in de periode 1 januari tot en met 30 april, omdat in deze periode de dichtheid van bruinvissen het hoogst is. Bovendien geldt in België een inspanningsverplichting om de geluidsbelasting op 750 meter afstand van de bron niet boven de 185 dB re 1 µPa (SPL-peak) uit te laten komen. Deze norm is iets strenger dan de Duitse norm van maximaal 160 dB re 1 μPa^2s van de SEL_1 op 750 meter (of 190 dB SPL op 750 m). Voor de berekening van het verstoringsoppervlak is van de Duitse norm uitgegaan en is het, bij deze norm behorende en door TNO berekende over de vier kavels gemiddelde, maximale verstoringsoppervlak voor de Borssele windparken gebruikt (160 km^2).

[14] Hierbij dient in aanmerking te worden genomen dat er bij de modelberekeningen met PCoD van is uitgegaan dat de ontwikkeling van de bruinvispopulatie niet dichtheidsafhankelijk is. Voor de modeluitkomsten betekent dit dat na een eenmaal aangebracht effect op de populatie, i.e. een afname als gevolg van de activiteiten, de populatie hiervan na het beëindigen van de activiteiten niet meer herstelt.

In de berekeningen van cumulatieve effecten is er *worst case* van uitgegaan dat er per etmaal slechts één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoringoppervlakten (indien sprake is van overlappende verstoringsoppervlakten, zal het totale aantal dierverstoringsdagen afnemen). Als voor de twee windparken alle funderingen op dezelfde dag zouden worden geheid ontstaat volledige overlap van het verstoorde oppervlak, aangezien elke contour een dag 'blijft staan' (zie uitgangspunten in § 2.2).

5.7.2 Cumulatieve effecten op populaties van zeezoogdieren

Bruinvissen

Voor de aanleg van de kavels I en II in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid en het Belgische windpark Mermaid zijn in cumulatie significant negatieve effecten uit te sluiten. Uit de berekeningen zoals weergegeven in onderstaande Tabel 5-6 en Tabel 5-7 blijkt dat bij aanleg van de kavels I en II van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid, de maximaal toelaatbare populatiereductie op het NCP van 510 (= 2 x 255) individuen niet wordt overschreden. Als in hetzelfde jaar als de twee Borssele windparken ook het Belgische windpark Mermaid zou worden aangelegd, kan de bruinvispopulatie op het NCP met 8 – 10 dieren extra afnemen.

Tabel 5-6 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 kavels in windenergiegebied Hollandse Kust Zuid volgens alternatief 1 (63 turbines per kavel)..

jan – mei	juni – aug	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings dagen	Maximale populatiereductie	
					aantal dieren	% NCP
I, II			126	30.103	332	0,7
I	II		126	30.866	340	0,7
I		II	126	32.513	359	0,7
II	I		126	31.010	342	0,7
	I, II		126	31.773	350	0,7
	I	II	126	33.420	369	0,7
II		I	126	32.994	364	0,7
	II	I	126	33.757	372	0,7
		I, II	126	35.404	391	0,8
Totaal NCP			**minimaal**	**30.103**	**332**	**0,7**
			maximaal	**35.404**	**391**	**0,8**

Tabel 5-7 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 kavels in windenergiegebied Hollandse Kust Zuid volgens alternatief 2 (38 turbines per kavel).

jan – mei	juni – aug	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings dagen	Maximale populatiereductie	
					aantal dieren	% NCP
I, II			76	34.396	379	0,7
I	II		76	34.419	380	0,7
I		II	76	36.016	397	0,8
II	I		76	34.627	382	0,7
	I, II		76	34.651	382	0,7
	I	II	76	36.247	400	0,8
II		I	76	36.478	402	0,8

	II	I	76	36.501	403	0,8
		I, II	76	38.097	420	0,8
Totaal NCP			**minimaal**	**34.396**	**379**	**0,7**
			maximaal	**38.097**	**420**	**0,8**

Cumulatieve effecten op de zeehondenpopulatie

Voor zeehonden geldt dat de cumulatieve effecten, ook zonder dat restricties aan het heiseizoen en de hoeveelheid geproduceerd heigeluid worden opgelegd, verwaarloosbaar zijn. Zie hiervoor § 5.2.3.

5.7.3 Cumulatieve effecten op Natura 2000-gebieden

Bruinvissen

De effecten van heigeluid tijdens het aanleggen van de twee kavels van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in combinatie met het Belgische Mermaid zullen geen gevolgen hebben voor de Nederlandse, in de kustzone gelegen Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen voor bruinvissen. Het betreft de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en de Vlakte van de Raan. De tijdens de aanleg van de twee kavels optredende verstoringscontouren en Mermaid zijn dermate klein dat er geen sprake is van overlap. De kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed, zodat een effect van directe externe werking kan worden uitgesloten. De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking). Uit voorgaande paragraaf blijkt, dat voor de aanleg van de kavels I en II in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid en het Belgische windpark Mermaid in cumulatie significant negatieve effecten zijn uit te sluiten.

Zeehonden

Voor zeehonden geldt dat de cumulatieve effecten als gevolg van directe en indirecte externe werking, ook zonder dat restricties aan het heiseizoen en de hoeveelheid geproduceerd heigeluid worden opgelegd, als niet significant zijn beoordeeld . Zie hiervoor § 5.3.2.

5.7.4 Toetsing Flora- en faunawet

De Gunstige Staat van Instandhouding (GSI) is niet in het geding, omdat bij toepassen van de naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnormen tijdens de aanleg van kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid de afname van de **bruinvispopulatie** met grote zekerheid (95%) niet meer dan 510 dieren bedragen (= 1% van de bruinvispopulatie op het NCP). Zie ook Tabel 5-6 en Tabel 5-7. Een effect op de GSI van de betreffende populatie kan daarmee met zekerheid worden uitgesloten. Voor **zeehonden** geldt dat de GSI ook zonder dat restricties aan heiseizoen of aantal funderingen worden opgelegd bij de constructie van de twee

kavels van het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid in combinatie met die van een windpark op het BCP niet in het geding is (zie § 5.4.2).

5.7.5 Cumulatieve effecten na constructie van windparken op het NCP volgens het SER-akkoord

De afname van de bruinvispopulatie als gevolg van de constructie van windparken op het NCP volgens het SER-Akkoord (10 kavels van elk 380 MW) zal in principe nooit meer dan 255 dieren per kavel bedragen, omdat dit door de Nederlandse overheid als toetsingscriterium bij de beoordeling van effecten zal worden gebruikt. Met het onlangs voorgestelde stelsel van geluidsnormen, waarin naar seizoen en aantal op te stellen funderingen per park is gedifferentieerd, is dit verzekerd.

5.7.6 Cumulatieve effecten op de totale Noordzee

De bijdrage van de Nederlandse windparken uit het SER-akkoord aan de effecten van het totale, in Heinis & de Jong (2015) beschreven Noordzee-scenario op de bruinvispopulatie van de Noordzee zal door de mitigerende maatregelen afnemen. In de eerdere berekeningen was dat ongeveer 20% (5 x 2 windparken in het voorjaar zonder geluidsnorm). Door het toepassen van gedifferentieerde geluidsnormen zal de Nederlandse bijdrage aan de effecten op de bruinvispopulatie afnemen tot maximaal ongeveer 3% van het totale effect van het Noordzee-scenario.

6 Leemten in kennis

De belangrijkste leemten in kennis met gevolgen voor de omvang van de berekende effecten hebben betrekking op de schatting van effecten op de bruinvispopulatie. Het gaat dan om leemten in kennis op het gebied van het kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen, maar ook om de doorvertaling hiervan naar *vital rates*.

Kwantificeren van het aantal verstoorde dieren en dierverstoringsdagen

Het aantal verstoorde dieren wordt berekend door het geschatte verstoringsoppervlak (oppervlakte binnen contour waar in met AQUARIUS gegenereerde geluidskaarten de drempelwaarde voor verstoring wordt overschreden) te vermenigvuldigen met de geschatte (niet door onderwatergeluid verstoorde) dierdichtheid in dat gebied voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt.

- Het totale aantal dierverstoringsdagen is berekend door het aantal, op een dag mogelijk verstoorde dieren te vermenigvuldigen met de duur van de verstoring. Uit de tot nu toe beschikbare informatie over de duur van de verstoring is nog geen eenduidig beeld naar voren gekomen. De modeluitkomsten blijken echter relatief gevoelig te zijn voor keuzes die hierin worden gemaakt (8, 24 en 48 uur).
- Voor bruinvissen geldt dat de beschikbare dichtheidsschattingen een grote onzekerheid kennen (95% betrouwbaarheidsinterval rond de hier gebruikte gemiddelde schattingen ligt tussen ongeveer -50% en +100% [Geelhoed et al, 2011]). Ook is nog vrijwel niets bekend over eventuele seizoens-afhankelijke migratiepatronen, locatietrouw en mogelijke sexe- en leeftijd-specifieke variatie hierin. Hoewel in Deense wateren (zender)onderzoek loopt, waardoor voor individuele dieren vooral voor de regio van Kattegat/Skagerrak meer informatie beschikbaar is (e.g. [Sveegaard, 2011]), zal deze leemte voor de Noordzee niet op korte termijn worden opgevuld. Hierdoor blijft het lastig een nauwkeuriger schatting te maken van het aantal dieren dat in verschillende tijden van het jaar wordt beïnvloed.
- Voor het NCP is door IMARES op basis van telemetriegegevens een kaart met de ruimtelijke variatie in de relatieve dichtheid van gewone zeehonden gemaakt [Brasseur et al, 2012]. Voor grijze zeehonden is een dergelijke kaart ook gemaakt [Brasseur et al. 2010], maar deze is op gegevens van een beperkt aantal dieren gebaseerd en daarom minder betrouwbaar. In de laatste jaren zijn veel nieuwe zendergegevens, zowel voor gewone als grijze zeehond beschikbaar gekomen. Ook is de kwaliteit van de gegevens doordat GPS-zenders zijn gebruikt sterk verbeterd. Ontwikkeling van kaarten waarin deze nieuwe gegevens zijn verwerkt, indien mogelijk voor verschillende seizoenen, zou het mogelijk maken een betere schatting van het aantal door geluid verstoorde gewone en grijze zeehonden te maken.

Doorvertalen van dierverstoring naar *vital rates*

Bij het bepalen van effecten op de bruinvispopulatie liggen de belangrijkste leemten in kennis op het gebied van de doorvertaling van geluidverstoring van individuele dieren naar effecten op de gezondheid/conditie van dat dier en wat de gevolgen daarvan kunnen zijn op overlevingskans en voortplantingssucces. Deze kennisleemte is in het Interim PCoD model ingevuld door gebruik te maken van schattingen van deskundigen voor de relatie tussen verstoring en *vital rate*' in een formeel *expert elicitation* proces. Hoewel het Interim PCoD model op dit moment in feite het enige operationele instrument is om populatie-effecten te kunnen bepalen, zijn er nog veel kanttekeningen bij te zetten. Een deel van de bedenkingen zou kunnen worden weggenomen als meer kwantitatieve informatie beschikbaar zou komen over de relatie tussen verstoring en de gezondheid/conditie van individuele dieren (van verschillende leeftijd). Daarmee wordt het mogelijk een 'full PCoD model' toe te passen (zie Figuur 2-7 in Heinis & de Jong, 2015).

Door de leden van de Werkgroep Onderwatergeluid is met betrekking tot deze stap in de effectberekeningen voor **bruinvissen** een groot aantal kennisleemten benoemd. De volgende aspecten kwamen daarbij naar voren:

- Invloed van verstoring op voedselopname en energieverbruik ('time-budget' analyse): Dit aspect is, meer dan voor andere zeezoogdieren van belang voor bruinvissen, omdat zij relatief klein zijn en regelmatig moeten eten om op gewicht te blijven. Zij zijn daarom relatief gevoelig voor verstoring, omdat dat gevolgen kan hebben voor hun voedselopname. Het gaat om vragen als: bij welke mate van verstoring verbruikt een verstoord dier meer energie dan een niet verstoord dier, bij welke mate van verstoring stopt een dier met foerageren, treedt gewenning op, hoe lang kan een dier zonder eten, onder welke omstandigheden (w.o. duur van vasten, voedselbeschikbaarheid) kan een (tijdelijk) tekort zonder substantiële invloed op de overlevingskans worden aangevuld en hoe hangt dat samen met de periode van het jaar?
- Habitatgeschiktheid: voor bruinvissen is nog niet goed bekend of en zo ja, waarom de gebieden waar (bij momentopnamen) de grootste dichtheid wordt gezien ook de meest geschikte gebieden zijn. Hebben bruinvissen die uit een dergelijk geschikt gebied worden verdreven ook werkelijk minder kans te overleven (zie voorgaand punt)? Hoe hangen seizoensvariaties in het voorkomen samen met variaties in het voorkomen van voedsel?
- Zogende moeder-jong combinaties: gevoeligheid van combinaties van moeders met nog niet gespeende jongen voor verstoring in vergelijking met solitaire dieren, kan maskering van communicatie door heigeluid daarbij een rol spelen?

Voor de **gewone en de grijze zeehond** zijn veel meer gegevens beschikbaar dan voor de bruinvis. Het betreft zowel populatieschattingen als kennis over beweging van individuele dieren. In combinatie met experimenteel bepaalde gegevens over de 'energetische 'kosten' van gedragsverandering (zie bijvoorbeeld [Rosen et al, 2007], [Sparling & Fedak, 2004], [Sparling et al, 2007]) zou het effect op de populatie kunnen worden ingeschat door een zogenaamd '*agent based*' model (zie bijvoorbeeld [Nabe-Nielsen et al, 2014]) te combineren met een Dynamisch Energie Budget.

7 Referenties

Aarts, G., S. Brasseur, S. Geelhoed, R. van Bemmelen, & M. Leopold, 2013. Grey and harbour seal spatiotemporal distribution along the Dutch West coast. IMARES report C103/13.

Arts, F, 2012. Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2011. Rapport RWS Waterdienst BM 12.25.

Brasseur, S., G. Aarts, E. Meesters, T. van Polanen Petel, E. Dijkman, J. Cremer & P. Reijnders. 2012. Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms". Commissioned by Noordzeewind. IMARES report nr. C043/10.

Brasseur, S., T. van Polanen Petel, G. Aarts, E. Meesters, E. Dijkman & P. Reijnders, 2010. Grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Dutch North sea: population ecology and effects of wind farms. IMARES report No C137/10.

Brasseur, S.M.J.M., M. Scheidat, G.M. Aarts, J.S.M. Cremer & O.G. Bos, 2008. Distribution of marine mammals in the North Sea for the generic appropriate assessment of future offshore wind parks. IMARES report C046/08.

Camphuysen, C.J. & M.L. Siemensma, 2011. Conservation plan for the Harbour Porpoise Phocoena phocoena in The Netherlands: towards a favourable conservation status. NIOZ Report 2011-07, Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.

Costa, D.P., 2012. A bioenergetics approach to developing a population consequences of acoustic disturbance model. In: Popper AN, Hawkins A (eds) "The effects of noise on aquatic life. Advances in experimental medicine and biology." Springer Science and Business Media, New York, NY, p 423−426.

De Jong, C.A.F & M.A. Ainslie, 2012. Analysis of the underwater sound during piling activities for the Offshore Wind Park Q7. Report TNO 2012 R10081.

Geelhoed, S., M. Scheidat & R. van Bemmelen, 2014. Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013. IMARES report C027/14.

Geelhoed, S., M. Scheidat, G. Aarts, R. van Bemmelen, N. Janinhoff, H. Verdaat & R. Witte, 2011. Shortlist Masterplan Wind - Aerial surveys of harbour porpoises on the Dutch Continental Shelf. IMARES report C103/11.

Harwood, J., R. Schick & C. Booth, 2014. Using the interim PCOD framework to support a cumulative impact assessment in Netherlands waters," report SMRUM-RWS-2014-014 (unpublished).

Harwood, J., S. King, R. Schick, C. Donovan & C. Booth, 2013. A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCOD) approach: quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developments on marine mammal populations. Report SMRUL-TCE-2013-014. Scottish Marine and Freshwater Science 5(2).

Heinis F., C.J. de Jong & Werkgroep Onderwatergeluid, 2015. Cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid op zeezoogdieren. TNO rapport TNO 2015 R10335.

Kastelein, R.A., L. Hoek, R. Gransier, M. Rambags & N. Claeys, 2014. Hearing frequencies of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) temporarily affected by played back offshore pile driving sounds. SEAMARCO report 2014-5, Draft version 1.

Lucke, K., U. Siebert, P.A. Lepper & M.-A. Blanchet, 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (Phocoena phocoena) after exposure to seismic airgun stimuli," J. Acoust. Soc. Am. 125, 4060–70.

Nabe-Nielsen, J. R.M. Sibly, J. Tougaard, J. Teilmann & S. Sveegaard, 2014. Effects of noise and by-catch on a Danish harbour porpoise population. Ecol. Modell. 272, 242–251.

New, L.F., J. S. Clark, D. P. Costa, E. Fleishman, M. A. Hindell, T. Klanjšček, D. Lusseau, S. Kraus, C. R. McMahon, P. W. Robinson, R. S. Schick, L. K. Schwarz, S. E. Simmons, L. Thomas, P. Tyack, J. Harwood. 2014. Using short-term measures of behaviour to estimate long-term fitness of southern elephant seals. MEPS 496:99-108.

Rosen, D.A.S., A.J. Winship & L.A. Hoopes, 2007. Thermal and digestive constraints of foraging behaviour in marine mammals. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 362: 2151-2168.

Scheidat, M., R. Leaper, M. van den Heuvel-Greve & A. Winship, 2013. Setting Maximum Mortality Limits for Harbour Porpoises in Dutch Waters to Achieve Conservation Objectives. Open Journal of Marine Science 2013, 3.

SEAMARCO, 2011. Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds. Part of the Shortlist Masterplan Wind 'Monitoring the Ecological Impact of Offshore Wind Farms on the Dutch Continental Shelf'. commissioned by the Department of Water Management of the Netherlands Ministry of Infrastructure and Environment. SEAMARCO Ref: 2011/01.

Southall, B.L., A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R. Greene Jr., D. Kastak, D.R. Ketten, J.H. Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas & P.L. Tyack, 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. Aquatic Mammals, 33(4), 411–521.

Sparling, C.E. & M.A. Fedak, 2004. Metabolic rates of captive grey seals during voluntary diving. J Exp Biol 207: 1615-1624.

Sparling, C.E., J-Y. Georges, S.L. Gallon, M. Fedak & D. Thompson, 2007. How long does a dive last? Foraging decisions by breath-hold divers in a patchy environment: a test of a simple model. Animal Behaviour 74: 207-218.

Van Beest, F.M., J. Nabe-Nielsen, J. Carstensen, J. Teilmann & J. Tougaard, 2015. Disturbance effects on the Harbour Porpoise Population in the North Sea (DEPONS): Status report on the model development. Aarhus University, DCE-Danish Centre for Environment and Energy, 43 pp. Scientific Report from DCE-Danish Centre for Environment and Energy No. 140.

Weston, D.E. 1971. Intensity-range relations in oceanographic acoustics. Journal of Sound and Vibration 18(2), pp 271-287.

Weston, D.E. 1976. Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', Journal of Sound and Vibration 47(4), pp 473-483.

BIJLAGE 1 BEREKENINGEN ONDERWATERGELUID DOOR HEIWERKZAAMHEDEN WINDENERGIEGEBIED HOLLANDSE KUST ZUID

Memo TNO (apart bijgevoegd)

BIJLAGE 6.2

NOTITIE ONDERWATERGELUIDBEREKENINGEN



Notitie

Technical Sciences
Oude Waalsdorperweg 63
2597 AK Den Haag
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 10 00
F +31 70 328 09 61

Aan
Eric Arends (Pondera Consult)
Maarten Jaspers Faijer (Pondera Consult)
Floor Heinis (HWE)

Van
Bas Binnerts & Christ de Jong

Onderwerp
Onderwatergeluidberekeningen MER Kavelbesluit Hollandse Kust (projectnr. 060.19053)

Datum
15 december 2015

Onze referentie
<vnr-ext>

E-mail
bas.binnerts@tno.nl

Doorkiesnummer
+31 88 866 33 09

Doorkiesfax
+31 88 866 65 75

Concept

1 Inleiding

Pondera Consult heeft TNO gevraagd om, in het kader van de voorbereiding van de kavelbesluiten voor het offshore windgebied Hollandse Kust, berekeningen uit te voeren aan de effecten die het onderwatergeluid bij de aanleg van het offshore windpark op het onderwaterleven kan hebben.

In het zoekgebied Hollandse kust zijn vier kavels aangewezen waarbinnen windparken gebouwd kunnen worden. Er is in overleg met Pondera en marien ecoloog Floor Heinis (HWE) besloten om de akoestische berekeningen voor 9 geselecteerde representatieve locaties uit te voeren. Voor de Milieueffect rapportage (MER) en de Passende Beoordeling (PB) is voor deze locaties onderzocht wat de mogelijke effecten van het onderwatergeluid bij de aanleg zijn. Daarbij is er een bandbreedte aan scenario's opgesteld waarvoor de verspreiding van het onderwatergeluid bij het heien voor turbinefundaties is berekend en vertaald naar het oppervlak rond de heipaal waarbinnen het geluid tot verstoring van bruinvissen en zeehonden kan leiden. Bovendien is voor enkele representatieve scenario's berekend tot op welke afstand van de paal het geluid kan leiden tot een tijdelijke of permanente gehoordrempelverhoging (TTS/PTS). Bij de berekeningen zijn de in de werkgroep Onderwatergeluid van Rijkswaterstaat afgesproken procedures en grenswaarden toegepast [Heinis et al 2015].

2 Inhoud

1. Inleiding
2. Inhoud
3. Aanpak
4. Hei locatie en scenario
5. Bronsterkte van het heigeluid
6. Omgevingsparameters
7. Drempelwaarden voor effecten op bruinvissen en zeehonden
8. Berekeningen en resultaten
9. Conclusie
10. Referenties

A. Berekende mijdingsoppervlakten bruinvissen en zeehonden
B. Enkele geluidverspreidingsgrafieken (cumulatief)

3 Aanpak

De effectafstanden en onderwatergeluidkaarten zijn berekend met behulp van de versie 1.0 van het TNO rekenmodel AQUARIUS. Dit model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van de energie van de heiklappen, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. AQUARIUS 1.0 is gebaseerd op een benaderingsmethode voor het propagatieverlies die is beschreven in [Weston 1971, 1976]. De heipaal als geluidbron wordt in deze aanpak niet direct gemodelleerd. Het model gaat uit van het onderwatergeluid dat is gemeten tijdens het heien voor het Prinses Amalia windpark [de Jong & Ainslie 2012]. Het gemeten geluid wordt geschaald met de actuele hamerenergie en het AQUARIUS-model wordt gebruikt om het geluidveld vanuit de bestaande meetgegevens te extrapoleren naar grotere afstanden.

4 Hei locatie en scenario

Hei locatie

Er zijn 9 representatieve heilocaties geselecteerd voor de aangewezen 4 kavels. Deze kavels en locaties zijn weergegeven in figuur 1. Tabel 1 geeft de precieze locaties weer inclusief de bijbehorende lokale waterdieptes (berekend met de publieke database http://portal.emodnet-bathymetry.eu/). In tegenstelling tot het Borssele windpark varieert de waterdiepte binnen de aangewezen kavels voor Hollandse Kust weinig. De waterdiepte ter plekke van de geselecteerde locaties varieert van ±18 meter (punt 7 dichts bij de kust) tot ±23 meter (punt 2, meest afgelegen). De locaties per kavel zijn zodanig gekozen dat het verschil in afstand tot de kust maximaal is.

Heiscenario

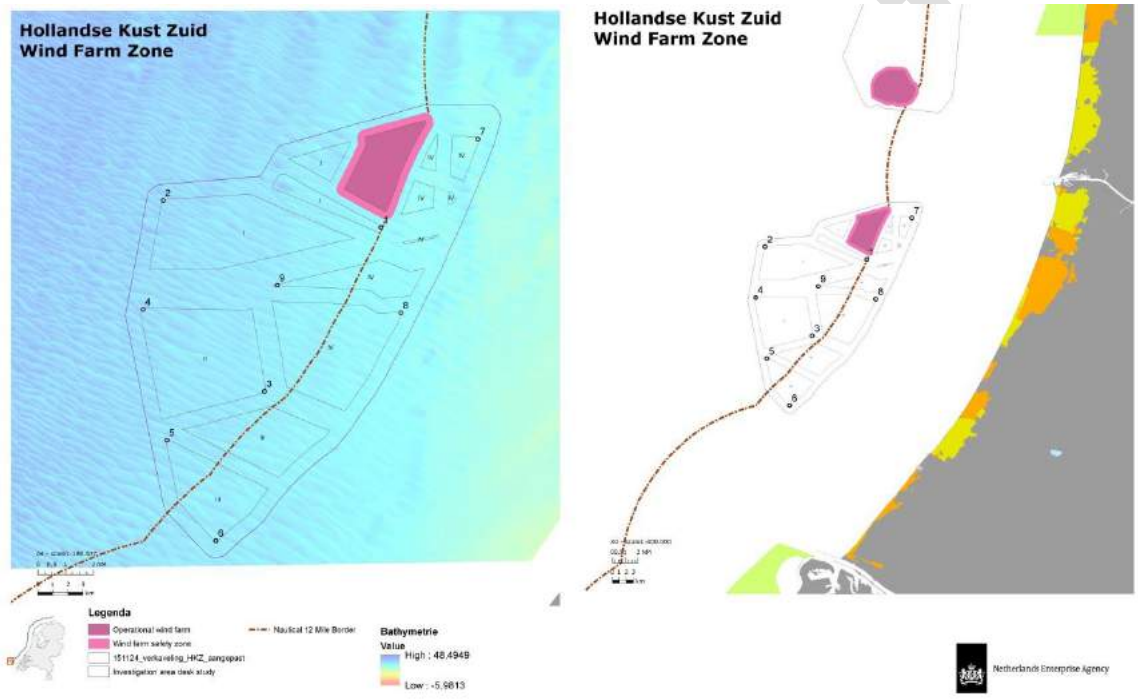
Met betrekking tot het hei-scenario zijn er berekeningen uitgevoerd voor een minimale hei-energie van 1.000 kJ tot een maximale hei-energie van 3.000 kJ. Ook is er gerekend voor een tussenliggende waarde van 2.000 kJ. Binnen deze bandbreedte kunnen zowel monopiles, jackets als tripods worden aangelegd.

Daarnaast is er onderzocht wat het effect is van het toepassen van een bandbreedte aan mitigatiemaatregelen zodat precies wordt voldaan aan een maximale grenswaarde van 'N' dB re 1μPa^2s voor de SEL_{SS} op 750 m van de heipaal. Er is besloten om 'N' te laten variëren van 160 dB tot 180 dB met stapjes van 1 dB.

Concept

Tabel 1: coördinaten van de 9 geselecteerde heilocaties (in ETRS 1989 UTM 31N).

locatie ID (Figuur 1)	Kavel	X [meter]	Y [meter]	Lokale water diepte [meter]
1	I	578994	5802531	20
2	I	564480	5804336	23
3	II	571225	5791636	21
4	II	563150	5797089	21
5	III	564741	5788385	22
6	III	568005	5781697	21
7	IV	585448	5808421	18
8	IV	580322	5796852	20
9	IV	572073	5798693	21



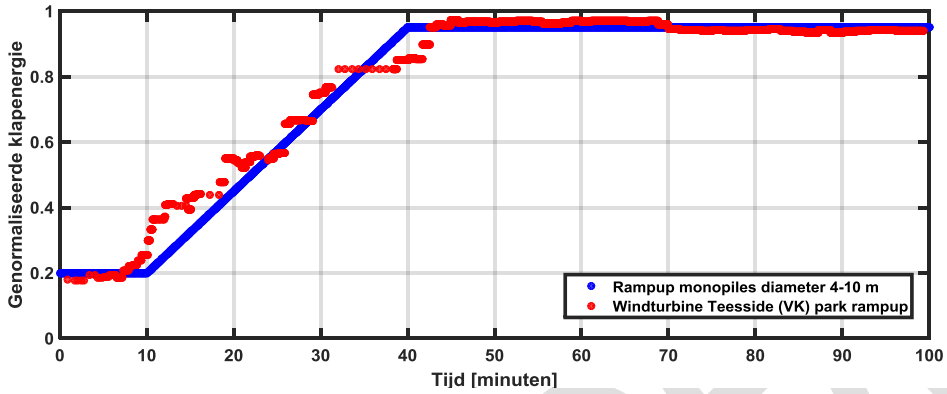
Figuur 1: Bathymetriekaart (links) van het zoekgebied Hollandse Kust met daarin aangegeven de contouren van de kavels en de 9 representatieve heilocaties. Rechts is een overzichtskaart van de zoekgebieden en locaties waar ook de kustlijn zichtbaar is. Beide figuren zijn aangeleverd door Pondera.

Vervolgens zijn ook berekeningen uitgevoerd van de cumulatieve blootstelling van dieren aan heigeluid, voor de maximale beschouwde hei-energie van 3.000 kJ. Voor dit scenario wordt er uit gegaan van een ‘ramp-up’ scenario:

- Voor het goed positioneren van de paal wordt in de eerste ca. 10 minuten met een lagere energie en frequentie geheid (‘soft start’).
- In de daaropvolgende ca. 30 minuten wordt de hei-energie opgevoerd tot maximaal vermogen (= ca. 95% van het volledige vermogen van de heihamer). In deze periode vinden af en toe controles plaats waarin niet wordt geheid.
- Na deze 40 minuten wordt vervolgens ononderbroken op maximaal vermogen geheid.

- Uitgangspunt is dat in alle alternatieven voor het heien van één paal maximaal 3.500 heiklappen nodig zijn.
- De uiteindelijke totale aanlegduur (periode van heien) bedraagt circa 1,5 tot maximaal 2 uur per monopile.

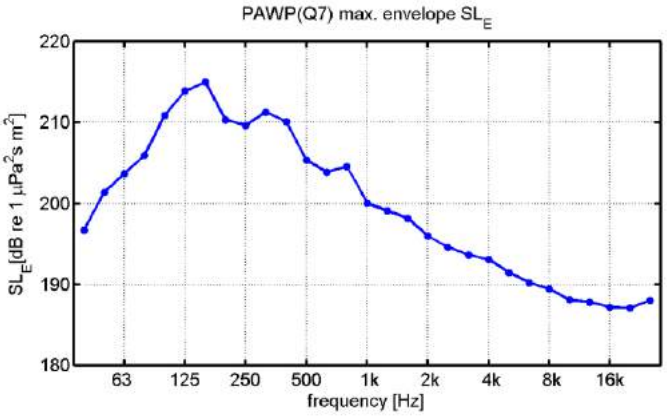
Het hierboven beschreven 'ramp-up' scenario's is gestileerd op basis van een representatief heiscenario van de windturbinefundatie voor het Teesside park in het Verenigd Koninkrijk. De waterdiepte (20 m) en paaldiameter (4,6 m) bij dit project worden geacht voldoende representatief te zijn voor Borssele. Figuur 2 toont het oorspronkelijke en gestileerde hei scenario. Elke stip correspondeert met een heiklap. Het totale aantal klappen is 3500. De heiklap energie wordt verkregen door de 'genormaliseerde klapenergie' te vermenigvuldigen met de maximale hei-energie.



Figuur 2 Scenario voor het verloop van de genormaliseerde klapenergie als functie van de tijd gedurende het heien, gebaseerd op door aannemersbedrijf Van Oord aangeleverde gegevens van een fundatie voor een windturbine in het Teesside (VK) park.

5 Bronsterkte van het heigeluid

We gaan er van uit dat het heigeluid zoals gemeten bij het Prinses Amaliawindpark (Q7) [de Jong & Ainslie 2012] als maatgevend mag worden beschouwd voor het heien van windturbinefundaties in het zoekgebied Hollandse Kust. Met behulp van het AQUARIUS model is in [Ainslie et al 2012] een schatting gemaakt van het propagatieverlies PL van het geluid van een puntbron, midden in de waterkolom op de heilocatie, naar de verschillende meetlocaties voor Q7 (21 m waterdiepte, 'medium sand' sediment, 4,5 m/s wind op 10 m hoogte). Door het berekende propagatieverlies (PL) bij de gemeten geluidbelasting (SEL) op te tellen is een schatting gemaakt van de spectra van een energiebronsterkte SL_E = SEL+PL [TNO 2012] per heiklap voor de verschillende meetpunten. De bovengrens van deze schattingen (Figuur 3) wordt hier gebruikt als input voor de AQUARIUS berekening van de geluidverspreiding bij het heien voor Hollandse Kust. De over de frequentiebanden gesommeerde SL_E per heiklap is 221 dB re 1 $\mu Pa^2 s\ m^2$. De laagste schattingen van de SL_E uit de diverse meetpunten bij Q7 is 215 dB re 1 $\mu Pa^2 s\ m^2$.



Figuur 3: Geschatte bovengrens voor het energie bronniveau spectrum (1/3-octaaf) voor het heigeluid, gebaseerd op de meetresultaten van Q7 (zie de tekst).

Bij de in beschouwing genomen fundatietypes voor Hollandse Kust is de toegepaste hei-energie groter dan de 800 kJ die bij Q7 is toegepast. Aannemend dat een vast percentage van de klapenergie wordt omgezet in geluidenergie, zou het energiebronniveau bij een veronderstelde klapenergie van 1.000 kJ, 2.000 kJ en 3.000 kJ daardoor respectievelijk 1 dB, 4dB en 6 dB groter[1] zijn. Bij gebrek aan meetgegevens bij deze hogere hei-energie nemen we vooralsnog aan dat de spectrale verdeling niet verandert.

6 Omgevingsparameters

De geluidverspreiding is uitgerekend voor de in Tabel 2 gegeven waarden van de geschatte omgevingsparameters.

Tabel 2: Omgevingsparameters voor de propagatieberekeningen

Waterdiepte bij heipaal	Zie Tabel 1
Bodem type [Ainslie 2010]	'medium sand'
Bodem geluidsnelheid	1785 m/s
Bodem dichtheid	2086 kg/m^3
Bodem absorptie	0,88 dB/golflengte
Zeewater geluidsnelheid	1490 m/s
Zeewater dichtheid	1000 kg/m^3
Windsnelheid (10 m hoogte)	0 m/s c.q. 6,5 m/s

Wind boven zee verstoort het wateroppervlak, waardoor geluid verstrooid en geabsorbeerd wordt. Daardoor neemt het propagatieverlies toe bij toenemende windsnelheid. Dat effect is vooral merkbaar bij windsnelheden (op 10 m boven het wateroppervlak) groter dan 3 tot 4 m/s. Bij de berekening van de geluid-verspreiding wordt daarom uitgegaan van twee windsnelheden:

i. 0 m/s, als 'worst case';
ii. een gemiddelde windsnelheid op de beoogde planlocatie. Voor Hollandse Kust hebben we daarvoor 6,5 m/s op 10 m boven het zeeoppervlak) gekozen.

[1] De toename van de energie met een factor komt overeen met een toename van het energieniveau met respectievelijk $10\log_{10}(1000/800) \approx 1$ dB, $10\log_{10}(2000/800) \approx 4$ dB en $10\log_{10}(3000/800) \approx 6$ dB.

Concept

7 Drempelwaarden voor effecten op bruinvissen en zeehonden

De berekening van de geluidverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zeehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Dat aantal hangt samen met het voorkomen van dieren binnen een afstand tot de heipaal waarbinnen het blootstellingsniveau een drempelwaarde overschrijdt waarbij die effecten mogelijk optreden.

In navolging van [Southall et al 2007] onderscheiden we gedragseffecten en fysiologische effecten (TTS: tijdelijke verhoging van de gehoordrempel en PTS: permanente verhoging van de gehoordrempel) ten gevolge van onderwatergeluid. Voor beide typen effecten worden in [Southall et al 2007] drempelwaarden voorgesteld, maar zijn uit onderzoek in Nederland en Duitsland ook recentere gegevens beschikbaar, die meer specifiek toepasbaar zijn voor de bruinvissen en zeehonden in de Noordzee. De te hanteren drempelwaarden voor mijding zijn op basis van consensus gekozen in een door Rijkswaterstaat (RWS) georganiseerde werkgroep 'onderwatergeluid' [Heinis et al 2015], zie Tabel 3. Ook de in Tabel 3 gegeven zwemsnelheden waarmee de dieren vluchten zijn binnen de RWS werkgroep besproken en vastgesteld. Ze zijn gebaseerd op een gezamenlijke interpretatie van gegevens uit diverse publicaties uit de wetenschappelijke en 'grijze' literatuur.

Tabel 3: In deze studie gehanteerde drempelwaarden en zwemsnelhedenvoor mijding van heigeluid door bruinvissen en zeehonden

	Bruinvis	**Zeehond**
mijding	SEL_{SS} > 140 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{SS,W}$ > 145 dB re 1 μPa^2s
TTS-onset	SEL_{CUM} > 164 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{CUM,W}$ > 171 dB re 1 μPa^2s
TTS(1 uur)	SEL_{CUM} > 169 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{CUM,W}$ > 176 dB re 1 μPa^2s
PTS-onset	SEL_{CUM} > 179 dB re 1 μPa^2s	$SEL_{CUM,W}$ > 186 dB re 1 μPa^2s
Vluchtsnelheid	3,4 m/s (12,2 km/u).	4,9 m/s (17,6 km/u)

8 Berekeningen en resultaten

Er zijn 864 (2×2×(3+21)×9) scenario's doorgerekend voor het bepalen van de mijdingscontouren ten gevolge van het onderwatergeluid bij het heien voor de windturbinefundaties in het gebied Hollandse Kust:

- Voor 2 diersoorten (bruinvis en zeehond)
- Voor 2 windsnelheden (0 m/s en 6,5 m/s)
- Voor 3 hei-energieën (1.000 kJ, 2.000 kJ en 3.000 kJ) en voor heien met geluidsnorm $SEL_{SS}(750\ m) \leq 160$ tot 180 dB re 1 μPa^2s met stappen van 1 dB
- Voor 9 fundatielocaties

De variabele geluidsnorm is in rekening gebracht door het verschil tussen de maximale (rondom de heipaal in het horizontale vlak) berekende SEL_{SS} op 750 m en de norm waarde overal van de berekende SEL_{SS} af te trekken. Merk hierbij op dat het berekende SEL_{SS} op 750 m voor de kleinste hei-energie van 1.000 kJ kleiner is dan de hoogste geluidsnormen (177/178 dB tot 180 dB) (zie tabel 5 en appendix A), dus kan in die gevallen zonder extra maatregelen aan de norm voldaan worden. Er zijn geluidkaarten berekend voor de SEL_{SS} (bruinvis) en $SEL_{SS,W}$ (zeehond) voor de 864 scenario's voor een zwemdiepte van 1 m boven de zeebodem bij de maximale klapenergie, rekening houdend met de bathymetrie rond het park. In de berekende geluidkaarten zijn de contourlijnen berekend bij de drempelwaarden voor mijding (Tabel 3).

concept

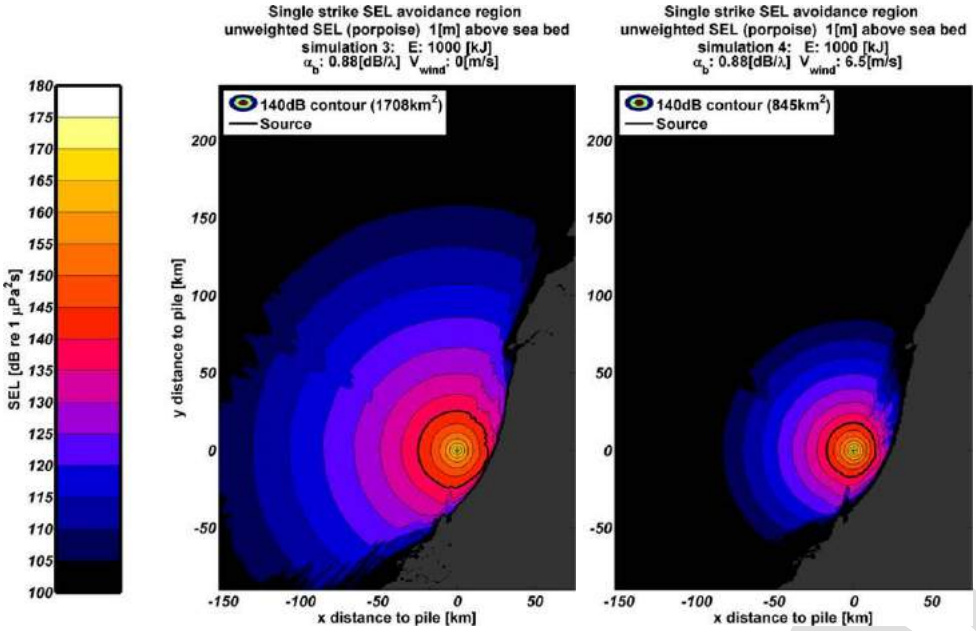
Op basis van dergelijke kaarten is het totale oppervlakte berekend binnen de contourlijn waarbinnen verwacht wordt dat dieren van de geluidbron weg zullen vluchten. Tabel 4 geeft de mijdingsoppervlakken weer voor de berekende scenario's voor de drie hei-energieën en het SEL_{SS} = 160 dB re 1µPa^{2}s op 750 meter scenario. De oppervlaktes zijn het gemiddelde van het scenario met en zonder wind.

Tabel 4: Berekend mijdingsoppervlak (in km2) voor bruinvissen en zeehonden, voor de 9 heilocaties, 3 hei-energieën en voor een norm van 160 dB re 1 µPa^{2}s op 750 m. De vermelde waarde is het gemiddelde oppervlakte van de berekening met en zonder wind. Rood geeft het grootste berekende oppervlakte per scenario weer en groen het kleinste.

Dier	**bruinvis**				**Zeehond**			
Scenario	1.000 kJ	2.000 kJ	3.000 kJ	160 dB @750m	1.000 kJ	2.000 kJ	3.000 kJ	160 dB @750m
Loc 1	1277	1812	2210	98	651	986	1237	40
Loc 2	**1711**	**2507**	**3090**	122	**847**	**1306**	**1660**	48
Loc 3	1416	2028	2452	121	729	1100	1379	51
Loc 4	1628	2366	2906	117	810	1245	1575	46
Loc 5	1559	2225	2704	**135**	799	1214	1522	**55**
Loc 6	1353	1899	2308	127	726	1071	1315	50
Loc 7	**1052**	**1493**	**1812**	**77**	**551**	**825**	**1024**	**31**
Loc 8	1177	1672	2011	112	622	925	1147	46
Loc 9	1447	2111	2577	126	735	1121	1411	52

De contouren horende bij de 864 scenario's zijn digitaal beschikbaar gesteld aan Pondera. De bijbehorende oppervlaktes en contouren zijn te vinden in appendix A. Tabel 5 geeft het berekende SEL_{SS} weer voor het geval waarin geen geluid reducerende mitigatiemaatregelen wordt toegepast voor de drie beschouwde hei energieën. Figuur 4 geeft een voorbeeld van een berekende contour zoals gegenereerd door Aquarius 1.0. Het gemiddelde van de twee oppervlaktes (1708+845)/2=1277 komt overeen met de waarde gedocumenteerd in tabel 4 (loc 1 en 1.000 kJ).

Concept



Figuur 4: Paal locatie 1 (1000 kJ, wind 0 m/s (links) en 6.5 m/s (rechts)): berekende verdeling van de SEL_{SS} op een diepte van 1 m boven de zeebodem, voor bruinvissen. De zwarte lijnen tonen de contour waarbinnen de drempelwaarde voor mijdingsgedrag (Tabel 3) wordt overschreden.

Tabel 5: Berekende SELSS in dB re1 µPa2s voor de drie hei energieën op 750 m afstand van de 9 geselecteerde paal locaties. Voor de lagere hei-energie van 1.000 kJ is het berekende SELSS op 750m lager dan het scenario met "lichte mitigatie" waarbij het niveau op 750m op 177-180 dB is genormaliseerd.

	1.000 kJ	***2.000 kJ***	***3.000 kJ***
Loc 1	176	179	181
Loc 2	176	179	181
Loc 3	176	179	181
Loc 4	176	179	181
Loc 5	176	179	180
Loc 6	176	179	181
Loc 7	177	180	182
Loc 8	176	179	180
Loc 9	176	179	180

TTS/PTS

Daarnaast is er ook gekeken naar de cumulatieve blootstelling van dieren aan onderwatergeluid gedurende het heien van een complete paal voor de maximale waterdiepte binnen het gebied (23 m). In deze berekeningen is rekening gehouden met een realistisch heiscenario (Figuur 2) en met mijdingsgedrag van de dieren.

Daarbij is een in de RWS werkgroep vastgesteld scenario gehanteerd, dat een realistische 'worst case' simuleert. Omdat de ontvangen geluidniveaus nabij het wateroppervlak overal lager zijn dan de geluidniveaus op grotere diepte gaan we er van uit dat alle dieren zich bij aanvang van het heien op een vaste positie op 1 m van de bodem bevinden. Aangenomen wordt dat de dieren na het waarnemen

Concept

van de tweede klap voldoende informatie hebben verzameld om op het geluid te reageren. Vanaf klap 3 bevinden alle dieren zich in de berekeningen op dezelfde locatie als bij de eerste twee klappen, maar dan op 1 m van het wateroppervlak. Vanaf die derde klap vluchten de blootgestelde dieren van de paal weg, met de in Tabel 3 gegeven constante snelheid en op een constante diepte, zo lang de ontvangen SEL_{SS} boven de drempelwaarde voor mijdingsgedrag valt. Vanaf het moment dat de ontvangen SEL_{SS} beneden de drempelwaarde voor mijdingsgedrag valt blijven de dieren stationair. De SEL_{CUM} hangt daarmee af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien.

In appendix B zijn ter illustratie enkele grafieken opgenomen waaruit de effectafstanden voor mijding en fysiologische effecten kunnen worden afgelezen. Deze figuren tonen de berekende blootstelling (SEL_{SS} en SEL_{CUM}) als functie van de afstand van het dier tot de heipaal. Dieren die zich bij aanvang van het heien binnen de afstand bevinden waarbij het geluid een mijdingsreactie veroorzaakt, zwemmen tijdens het heien naar de rand van dit gebied. De uiteindelijke SEL_{CUM} hangt af van de positie waar het dier zich bevindt bij de aanvang van het heien. De resulterende effectafstanden zijn samengevat in Tabel 6.

Tabel 6: Berekend effectafstanden (km) voor zeehonden en bruinvissen, in een uniforme waterdiepte van 23 m, voor minimale en maximale hei-energie en twee windsnelheden.

Dier	**Zeehond**				**Bruinvis**			
Hei-energie [kJ]	1000	1000	3000	3000	1000	1000	3000	3000
Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5	0	6,5	0	6,5
mijdingsafstand 1 m boven zeebodem (km)	19.0	14,5	27,8	20,3	28,8	21,0	40,4	28,3
mijdingsafstand 1 m onder zeeoppervlak (km)	6,5	4,4	9,9	6,5	10,3	6,9	15,1	9,9
afstand voor TTS-onset (km)	13,6	8,8	19,7	12,5	23,5	14,9	32,5	20,3
afstand voor TTS(1 uur) (km)	9	6	13,4	8,7	16,2	10,6	23,1	14,7
afstand voor PTS-onset (km)	0,2	0,2	0,4	0,3	1,1	0,7	2,7	1,5

Tabel 7 geeft de berekende effectafstanden voor het geval waarin geluid reducerende mitigatiemaatregelen worden toegepast waarmee juist wordt voldaan aan de door de Duitse overheid gehanteerde grenswaarde van 160 dB re 1 μPa^2s voor de SEL_{SS} op 750 m van de heipaal.

Tabel 7: Berekend effectafstanden (km) voor zeehonden en bruinvissen, in een uniforme waterdiepte van 23 m, bij toepassen van een geluidsnorm van 160 dB re 1 μPa^2s voor de SEL_{SS} op 750 m van de heipaal.

Dier	**Zeehond**		**Bruinvis**	
Windsnelheid [m/s]	0	6,5	0	6,5
mijdingsafstand 1 m boven zeebodem (km)	3,3	2,9	6,2	5,3
mijdingsafstand 1 m onder zeeoppervlak (km)	1,1	0,8	1,9	1,4
afstand voor TTS-onset (km)	2,7	1,9	5,4	3,9
afstand voor TTS(1 uur) (km)	1,6	1,1	3,4	2,5
afstand voor PTS-onset (km)	0,0	0,0	0,03	0,03

Concept

9 Conclusie

Dit memo geeft de resultaten van een berekening van de afstanden waarop het onderwatergeluid bij het heien voor windturbinefundaties in het gebied Hollandse Kust mogelijke kan leiden tot mijdingsgedrag van bruinvissen en zeehonden.

Bij het beoordelen van de berekende mijdingsafstanden dient rekening gehouden te worden met de vele onzekerheden in berekeningen en grenswaarden. De berekeningsresultaten geven een indicatie van de orde van grootte van de afstanden tot de heipaal waarop het onderwatergeluid kan leiden tot mijdingsgedrag of gehoordrempelverhoging (TTS/PTS).

Concept

10 Referenties

Ainslie 2010, Principles of Sonar Performance Modeling. Springer-Praxis

Ainslie et al 2012, 'What is the source level of pile-driving noise in water?' In The Effects of Noise on Aquatic Life, edited by Popper & Hawkins (Springer), pp 445-448.

Heinis, de Jong & RWS werkgroep onderwatergeluid 2015, Cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid op zeezoogdieren, TNO rapport TNO 2015 R10335

de Jong & Ainslie 2012, report TNO 2012 R10081 'Analysis of the underwater sound during piling activities for the Off-shore Wind Park Q7' (update of TNO report MON-RPT-033-DTS-2007-03388)

Southall et al 2007, 'Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations', Aquatic Mammals 33 (4), pp 411-521

Weston 1971, 'Intensity-range relations in oceanographic acoustics', Journal of Sound and Vibration 18(2), pp 271-287

Weston 1976, 'Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', Journal of Sound and Vibration 47(4), pp 473-483

Concept

A. Berekende mijdingsoppervlakten bruinvissen en zeehonden

De tabellen hieronder geven de berekende mijdingsoppervlakten (in km^2) voor bruinvissen en zeehonden voor de 9 geselecteerde locaties, 3 hei-energieën en 21 norm criteria, met en zonder wind en het afgeleide gemiddelde mijdingsoppervlakte.

De twee figuren visualiseren de beschikbaar gestelde shapefiles (alle contouren die horen bij de hierboven genoemde mijdingoppervlakten).

Concept

Datum
15 december 2015

Onze referentie
<vnr-ext>

Blad
13/17

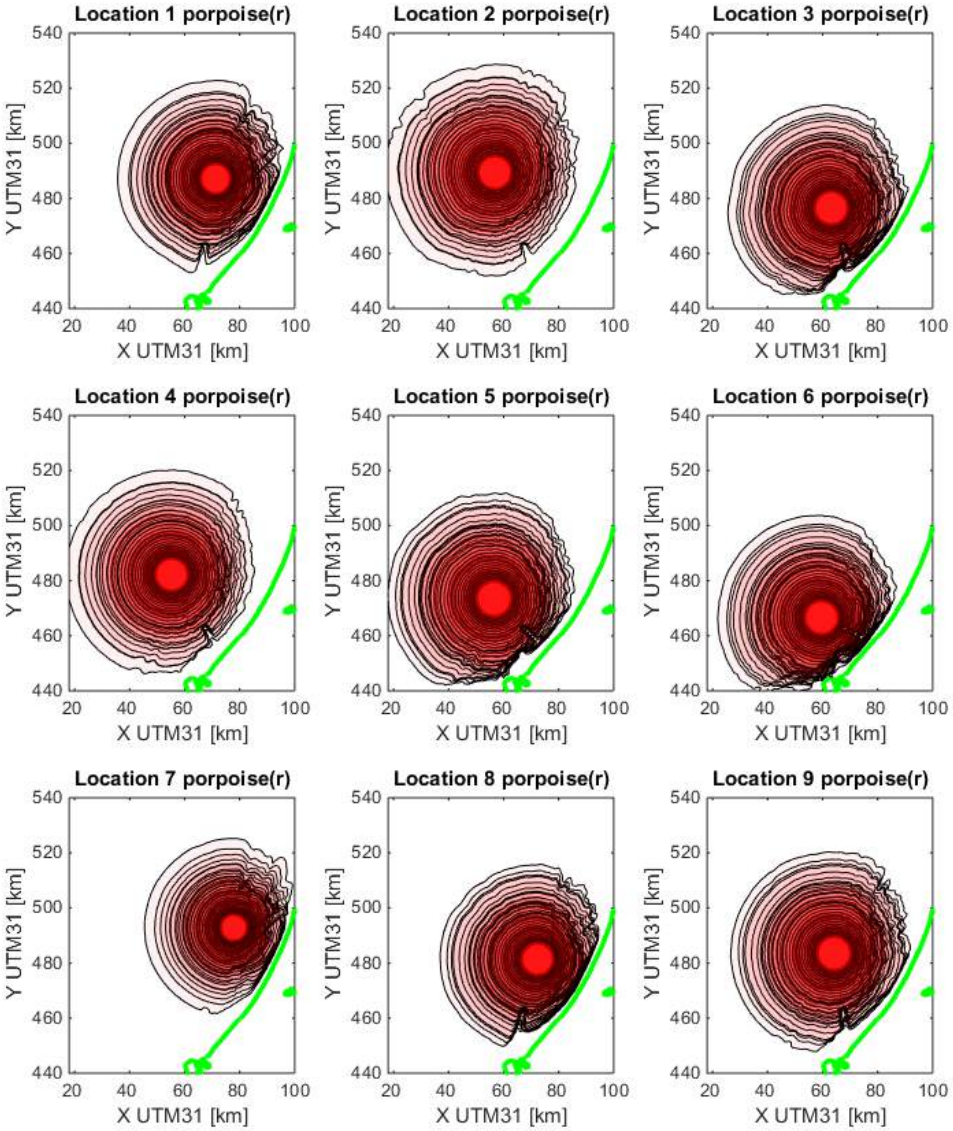
Porpoise	loc 1			loc 2			loc 3		
	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean
1000 kJ	1708	845	1277	2237	1185	1711	1864	968	1416
2000 kJ	2452	1171	1812	3325	1689	2507	2702	1353	2028
3000 kJ	3004	1416	2210	4127	2053	3090	3291	1612	2452
160 dB	115	81	98	140	103	122	140	102	121
161 dB	138	95	117	169	118	144	167	120	144
162 dB	158	112	135	201	144	173	198	138	168
163 dB	192	132	162	241	168	205	240	163	202
164 dB	225	149	187	285	199	242	288	190	239
165 dB	262	172	217	335	229	282	334	222	278
166 dB	310	197	254	399	263	331	388	253	321
167 dB	367	227	297	472	309	391	463	296	380
168 dB	432	267	350	547	358	453	547	334	441
169 dB	499	300	400	646	408	527	642	388	515
170 dB	591	344	468	768	471	620	740	441	591
171 dB	686	391	539	903	537	720	854	503	679
172 dB	796	442	619	1054	619	837	987	570	779
173 dB	919	506	713	1219	702	961	1151	644	898
174 dB	1068	573	821	1425	805	1115	1325	731	1028
175 dB	1241	643	942	1657	924	1291	1527	820	1174
176 dB	1424	727	1076	1910	1045	1478	1742	920	1331
177 dB	1633	809	1221	2205	1173	1689	1975	1027	1501
178 dB	1867	913	1390	2526	1319	1923	2251	1152	1702
179 dB	2098	1015	1557	2883	1488	2186	2543	1279	1911
180 dB	2358	1133	1746	3280	1664	2472	2852	1421	2137
	loc 4			loc 5			loc 6		
	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean
1000 kJ	2133	1122	1628	2021	1097	1559	1744	961	1353
2000 kJ	3145	1586	2366	2914	1535	2225	2500	1298	1899
3000 kJ	3896	1916	2906	3573	1835	2704	3084	1531	2308
160 dB	135	98	117	156	114	135	147	106	127
161 dB	160	114	137	187	128	158	170	120	145
162 dB	196	135	166	216	153	185	208	145	177
163 dB	231	158	195	266	181	224	247	163	205
164 dB	278	184	231	320	211	266	287	196	242
165 dB	330	221	276	378	250	314	332	219	276
166 dB	383	254	319	439	288	364	390	258	324
167 dB	449	293	371	522	330	426	468	294	381
168 dB	533	342	438	608	381	495	549	335	442
169 dB	627	386	507	713	439	576	639	384	512
170 dB	742	447	595	840	504	672	740	438	589
171 dB	867	517	692	970	577	774	840	510	675
172 dB	1007	590	799	1123	654	889	968	583	776
173 dB	1176	670	923	1304	742	1023	1107	648	878
174 dB	1370	764	1067	1512	840	1176	1263	730	997
175 dB	1590	866	1228	1722	943	1333	1437	815	1126
176 dB	1840	981	1411	1967	1068	1518	1629	909	1269
177 dB	2107	1109	1608	2219	1192	1706	1834	1003	1419
178 dB	2389	1249	1819	2500	1338	1919	2081	1111	1596
179 dB	2747	1405	2076	2813	1494	2154	2343	1225	1784
180 dB	3118	1575	2347	3177	1660	2419	2642	1357	2000
	loc 7			loc 8			loc 9		
	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean
1000 kJ	1423	681	1052	1561	792	1177	1912	982	1447
2000 kJ	2046	939	1493	2240	1103	1672	2830	1391	2111
3000 kJ	2502	1121	1812	2723	1299	2011	3484	1670	2577
160 dB	91	63	77	133	91	112	148	103	126
161 dB	103	72	88	157	109	133	172	122	147
162 dB	126	88	107	188	123	156	208	142	175
163 dB	146	100	123	216	144	180	250	167	209
164 dB	175	114	145	257	165	211	298	194	246
165 dB	203	134	169	304	191	248	348	228	288
166 dB	236	152	194	357	220	289	403	260	332
167 dB	278	177	228	418	250	334	475	303	389
168 dB	330	196	263	486	290	388	562	350	456
169 dB	388	226	307	562	328	445	661	393	527
170 dB	448	256	352	660	372	516	771	449	610
171 dB	525	289	407	769	425	597	886	516	701
172 dB	608	332	470	896	478	687	1041	586	814
173 dB	706	374	540	1026	541	784	1207	670	939
174 dB	818	427	623	1168	610	889	1396	759	1078
175 dB	944	478	711	1326	683	1005	1605	847	1226
176 dB	1082	537	810	1511	767	1139	1835	951	1393
177 dB	1239	598	919	1708	860	1284	2093	1068	1581
178 dB	1396	668	1032	1927	961	1444	2388	1189	1789
179 dB	1587	743	1165	2175	1072	1624	2723	1345	2034
180 dB	1798	833	1316	2428	1175	1802	3073	1495	2284

Datum
15 december 2015

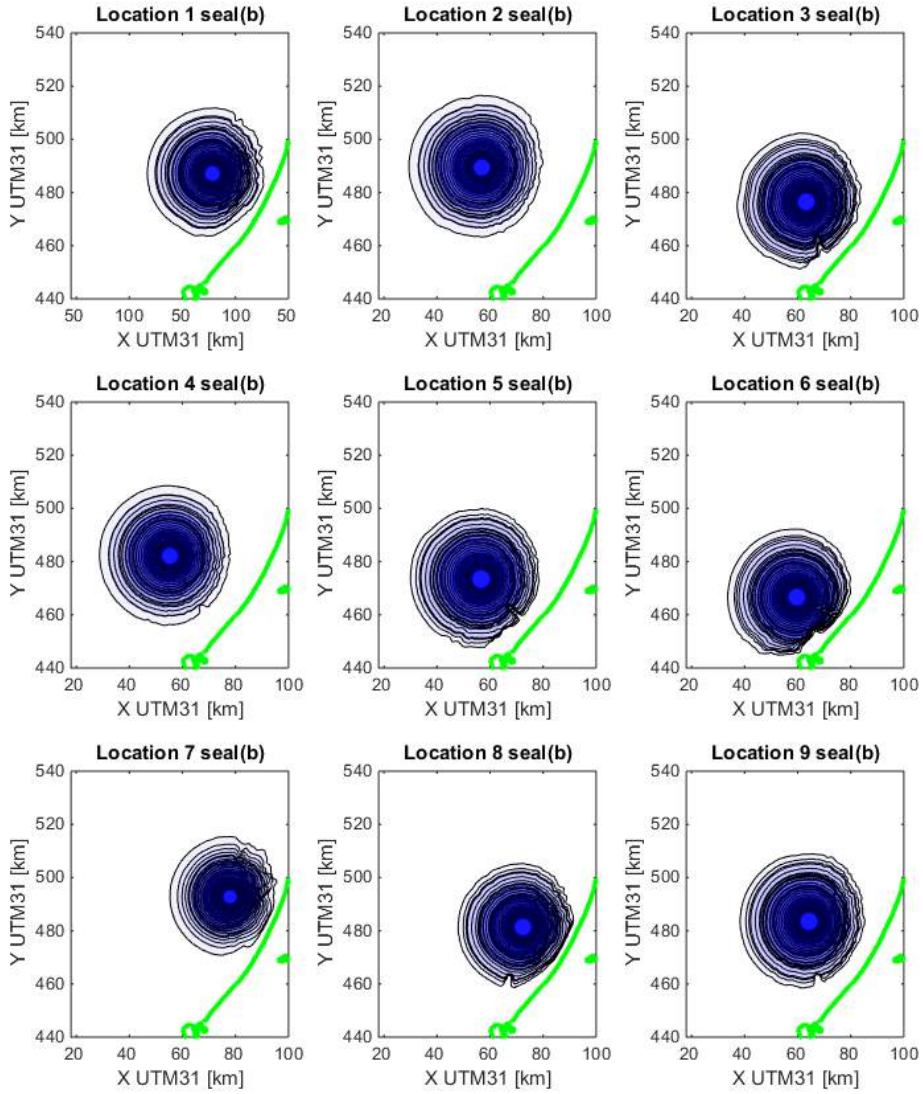
Onze referentie
<vnr-ext>

Blad
14/17

SEAL	loc 1			loc 2			loc 3		
	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean
1000 kJ	807	437	622	1017	590	803,5	884	505	694,5
2000 kJ	1271	644	957,5	1618	892	1255	1375	744	1059,5
3000 kJ	1620	795	1207,5	2108	1109	1608,5	1765	915	1340
160 dB	37	28	33	42	31	37	48	34	41
161 dB	43	33	38	53	40	47	57	41	49
162 dB	56	41	49	64	49	57	70	50	60
163 dB	66	47	57	79	58	69	84	58	71
164 dB	82	58	70	99	70	85	102	72	87
165 dB	100	67	84	118	86	102	126	85	106
166 dB	121	81	101	147	101	124	152	102	127
167 dB	144	96	120	174	119	147	185	122	154
168 dB	172	114	143	212	146	179	219	142	181
169 dB	203	135	169	259	169	214	262	165	214
170 dB	246	153	200	308	204	256	307	195	251
171 dB	288	179	234	373	236	305	363	229	296
172 dB	339	205	272	434	277	356	435	266	351
173 dB	401	239	320	516	323	420	511	308	410
174 dB	478	277	378	612	378	495	601	358	480
175 dB	565	321	443	720	433	577	707	410	559
176 dB	658	366	512	854	507	681	821	476	649
177 dB	766	419	593	1001	576	789	954	539	747
178 dB	889	479	684	1173	668	921	1106	615	861
179 dB	1038	544	791	1363	762	1063	1282	696	989
180 dB	1204	617	911	1588	878	1233	1476	788	1132
	loc 4			loc 5			loc 6		
	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean
1000 kJ	981	556	768,5	961	553	757	872	514	693
2000 kJ	1563	832	1197,5	1515	828	1171,5	1320	742	1031
3000 kJ	2010	1047	1528,5	1919	1026	1472,5	1656	903	1279,5
160 dB	42	31	37	52	34	43	48	32	40
161 dB	52	40	46	61	47	54	54	40	47
162 dB	65	46	56	77	52	65	72	52	62
163 dB	78	56	67	89	66	78	84	60	72
164 dB	96	67	82	114	78	96	106	72	89
165 dB	117	81	99	141	91	116	122	86	104
166 dB	141	98	120	164	115	140	152	106	129
167 dB	172	116	144	206	132	169	182	120	151
168 dB	205	136	171	241	159	200	215	147	181
169 dB	250	165	208	287	187	237	261	170	216
170 dB	298	193	246	345	216	281	312	202	257
171 dB	360	228	294	408	256	332	366	231	299
172 dB	421	263	342	478	300	389	435	269	352
173 dB	500	308	404	571	349	460	517	313	415
174 dB	592	359	476	678	403	541	600	361	481
175 dB	697	420	559	792	466	629	699	415	557
176 dB	822	483	653	925	536	731	811	479	645
177 dB	968	548	758	1082	612	847	922	544	733
178 dB	1132	630	881	1254	703	979	1073	615	844
179 dB	1321	720	1021	1454	801	1128	1226	699	963
180 dB	1539	823	1181	1679	900	1290	1400	790	1095
	loc 7			loc 8			loc 9		
	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean	no wind	wind	mean
1000 kJ	698	359	528,5	771	410	590,5	891	504	697,5
2000 kJ	1081	524	802,5	1186	604	895	1413	753	1083
3000 kJ	1364	645	1004,5	1486	746	1116	1814	928	1371
160 dB	29	21	25	47	32	40	48	34	41
161 dB	36	24	30	54	38	46	57	43	50
162 dB	43	32	38	66	49	58	71	52	62
163 dB	53	39	46	81	54	68	87	58	73
164 dB	66	44	55	96	66	81	107	75	91
165 dB	76	52	64	117	80	99	129	88	109
166 dB	97	64	81	141	92	117	156	105	131
167 dB	114	72	93	167	111	139	190	124	157
168 dB	136	90	113	198	128	163	224	148	186
169 dB	157	101	129	237	149	193	270	170	220
170 dB	185	119	152	282	175	229	317	198	258
171 dB	223	138	181	332	197	265	370	238	304
172 dB	263	159	211	387	232	310	446	273	360
173 dB	311	184	248	458	267	363	527	314	421
174 dB	361	212	287	541	306	424	623	363	493
175 dB	429	237	333	634	352	493	735	424	580
176 dB	502	272	387	743	399	571	856	483	670
177 dB	591	311	451	868	454	661	994	553	774
178 dB	684	353	519	998	517	758	1162	631	897
179 dB	788	396	592	1145	583	864	1351	717	1034
180 dB	914	458	686	1296	662	979	1556	814	1185

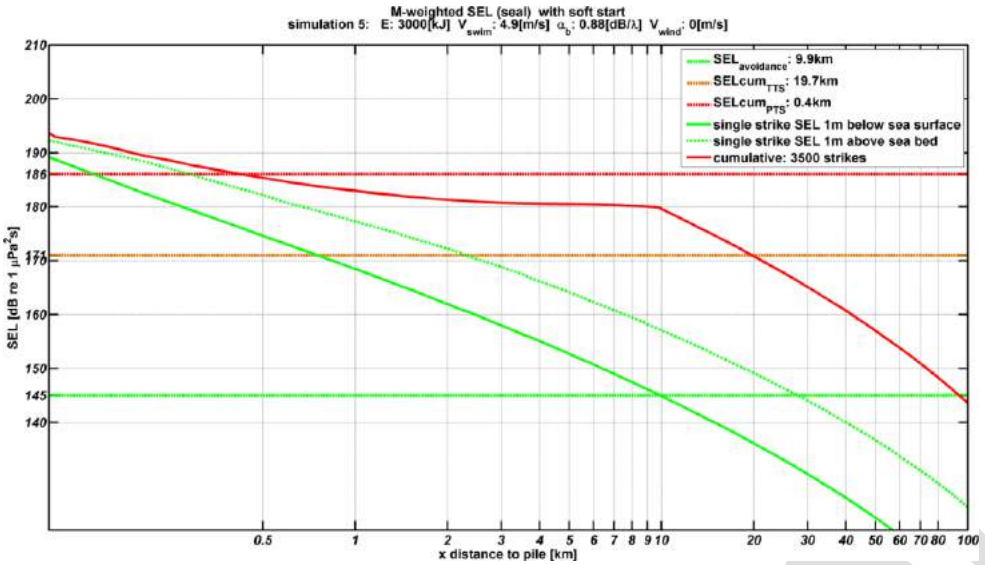

Location 1 porpoise(r)
Location 2 porpoise(r)
Location 3 porpoise(r)
Location 4 porpoise(r)
Location 5 porpoise(r)
Location 6 porpoise(r)
Location 7 porpoise(r)
Location 8 porpoise(r)
Location 9 porpoise(r)
Y UTM31 [km]
X UTM31 [km]
440
460
480
500
520
540
20
40
60
80
100

Concept

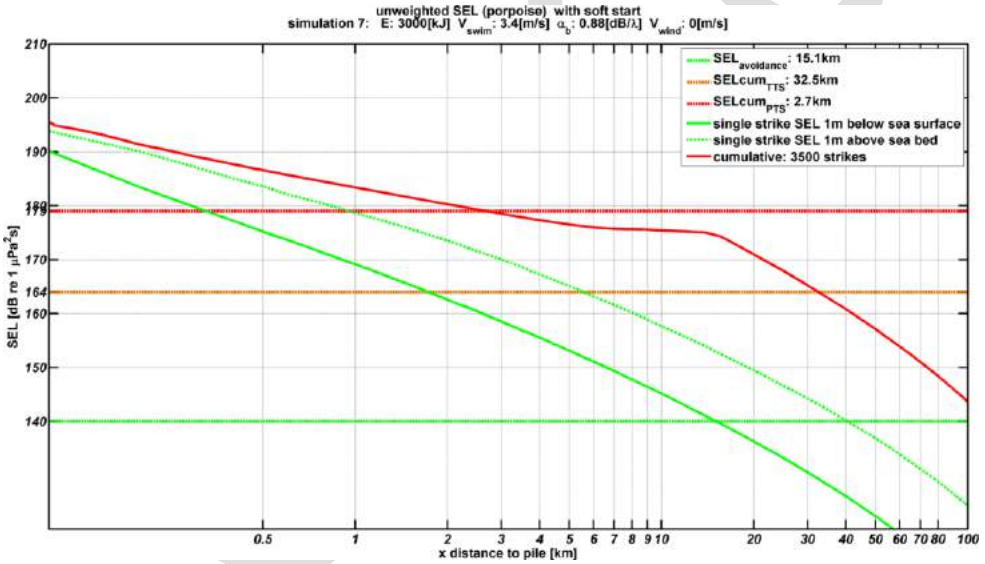

Location 1 seal(b)
Location 2 seal(b)
Location 3 seal(b)
Location 4 seal(b)
Location 5 seal(b)
Location 6 seal(b)
Location 7 seal(b)
Location 8 seal(b)
Location 9 seal(b)
Y UTM31 [km]
X UTM31 [km]

Concept

B. Enkele geluidverspreidingsgrafieken voor cumulatieve blootstelling



Voorbeeld scenario 1: (Diepte 23 m, 3000 kJ, wind 0 m/s, <u>zeehonden</u>): berekende verdeling van de $SEL_{SS,W}$ op een diepte van 1 m onder de waterspiegel (groene doorgetrokken lijn) en op 1 m boven de zeebodem (groene gestippelde curve) en de $SEL_{CUM,W}$ (rode doorgetrokken lijn), als functie van de afstand tot de paal waarop het dier zich bij aanvang van het heien bevindt. Het snijpunt van de groene curven (SEL_{SS}) met de groene horizontale lijn geven de mijdingsafstanden voor zeehonden op twee dieptes. De snijpunten van de rode lijn met de rode en oranje horizontale lijnen geven de 'PTS-afstand' en 'TTS-afstand', zie Tabel 3.



Voorbeeld scenario 2: (Diepte 23 m, 3000 kJ, wind 0 m/s, <u>bruinvissen</u>): berekende verdeling van de SEL_1 op twee dieptes en de SEL_{CUM} (zie verder het bijschrift bij voorbeeld Scenario 1)

BIJLAGE 7

INVENTARISATIE FF-WET KAVEL I



BIJLAGE VII INVENTARISATIE FF-WET KAVEL I

1 INLEIDING

In de Wet windenergie op zee (Wwoz) wordt het zogeheten kavelbesluit geïntroduceerd om de uitrol van het zogeheten Energie-akkoord vorm te kunnen geven. Hierin worden ook de wettelijke kaders met betrekking tot natuur geschetst die moeten worden getoetst binnen een dergelijk kavelbesluit. De basis van deze kaders met betrekking tot natuur vormen de Europese habitat- en vogelrichtlijn en daarmee aangepaste delen van de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) en de Flora- en faunawet (Ffwet).

Normaliter moet bij overtredingen van de verbodsbepalingen uit de Ffwet zogeheten ‘ontheffingen’ worden aangevraagd. In de Wwoz wordt hiervan afgeweken en vormen deze ontheffingen een integraal onderdeel van het kavelbesluit in de vorm van zogeheten ‘Vrijstellingen’.

2 VOGELS

2.1 Inleiding

In Kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden naar schatting jaarlijks respectievelijk 1.411 en 1.348 vogels slachtoffer van een aanvaring met windturbines bij het worst-case alternatief van 63 * 6 MW turbines met een rotordiameter van 142 m. Als gevolg van habitatverlies worden respectievelijk 40 en 28 slachtoffers verwacht (zie Tabel VI.1a en b en het MER). Het betreft vooral vogels op seizoenstrek, maar ook zeevogels die in (de omgeving van) de windparken kunnen foerageren of rusten.

De aantallen aanvaringsslachtoffers onder zeevogels zijn berekend op basis van de vogeldichtheden zoals bepaald tijdens de ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen. Deze tellingen zijn jaarrond uitgevoerd over een zeer lange periode en in de nabijheid van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Deze dichtheden zijn gebruikt in modelberekeningen en daaruit volgt een gemodelleerd aantal slachtoffers per soort. In de modellen worden naast soortspecifieke dichtheden ook soortspecifieke vlieghoogtes gebruikt. Uit de modellen blijkt dat onder enkele soorten zeevogels, waarvoor het plangebied wel een regulier overwinteringsgebied vormt (zoals bijvoorbeeld roodkeelduiker en grote jager) de vlieghoogtes ten opzichte van de geplande windturbinegroottes zo laag zijn dat geen slachtoffers zijn te verwachten.

Daarnaast is een inschatting gemaakt van de aantallen slachtoffers van soorten die wel door het gebied heen trekken, maar waarvoor de tellingen in het gebied geen realistische inschatting van dichtheden opleveren. Deze soorten zijn samengenomen in soortgroepen en voor deze groepen is gebruikt gemaakt van een totale flux (op basis van radaronderzoek in OWEZ) en het procentuele voorkomen van deze soortgroepen binnen die algehele flux (op basis van visuele waarnemingen in OWEZ uitgevoerd overdag). Op deze manier is een inschatting per soortgroep te maken van hoeveel slachtoffers er binnen deze soortgroepen gaan vallen. Dit kan echter een onderschatting voor soorten opleveren die voornamelijk ’s nachts trekken (bijvoorbeeld steltlopers), omdat geen informatie op soortgroepniveau beschikbaar is over nachtelijke fluxen (visuele waarnemingen kunnen namelijk alleen overdag gedaan worden).

Verder zijn deze slachtofferaantallen bepaald zonder dat mitigerende maatregelen zijn meegenomen in de berekeningen. De nadere onderbouwing voor de aannames en achterliggende berekeningen worden weergegeven in het Achtergronddocument bij het MER (Bijlage 5 in het MER).

Om in het kavelbesluit vrijstelling te verlenen voor deze sterfte van vogels (een overtreding van artikel 7 van de Wet windenergie op zee) wordt in deze bijlage een onderbouwing gegeven van welke soorten het hier betreft, hoe deze selectie heeft plaatsgevonden, en wat de gevolgen zijn van de sterfte op de gunstige staat van instandhouding van deze soorten. Voor achtergrondinformatie over het voorkomen en de verspreiding van vogels in het plangebied wordt verwezen naar het Achtergronddocument ten aanzien van Vogels (Bijlage 5 in het MER).

*Tabel VI.1a Jaarlijkse aantallen te verwachten slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Aanvaringen zijn berekend met het Extended Band Model (Band 2012) en voor een soortspecifieke avoidance-rates (Maclean et al. 2009). Sterfte door habitatverlies staat gelijk aan 10% (cf. Bradbury et al. 2014) van de verstoorde vogels (dichtheid * oppervlak windpark). Voor de individuele soorten zijn de slachtofferaantallen bepaald op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015). Voor soortgroepen (onderaan de tabel) zijn aantallen slachtoffers bepaald op basis van radar- en visuele waarnemingen nabij OWEZ (Krijgsveld et al. 2011, Fijn et al. 2015), echter dit betreft wel een minimum schatting omdat in de berekeningen geen informatie over nachtelijke fluxen op soortgroepniveau beschikbaar is.*

soort	sterfte door aanvaringen 63 * 6 MW ø 142 m	sterfte door habitatverlies Kavel I	Som
noordse stormvogel	0	1	1
jan-van-gent	1	2	3
stormmeeuw	9	2	11
kleine mantelmeeuw	88	20	108
zilvermeeuw	31	2	33
grote mantelmeeuw	12	0	12
dwergmeeuw	4	3	7
drieteenmeeuw	9	7	16
grote stern	0	0	0
alk	0	1	1
zeekoet	0	2	2
ganzen en zwanen	30	n.v.t.	30
eenden	4	n.v.t.	4
reigers	6	n.v.t.	6
roofvogels en uilen	1	n.v.t.	1
steltlopers	4	n.v.t.	4
zangvogels	1028	n.v.t.	1028
Totaal	**1228**	**40**	**1267**

*Tabel VI.1b Jaarlijkse aantallen te verwachten slachtoffers door aanvaringen en habitatverlies van een windpark in kavel II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Aanvaringen zijn berekend met het Extended Band Model (Band 2012) en voor een soortspecifieke avoidance-rates (Maclean et al. 2009). Sterfte door habitatverlies staat gelijk aan 10% (cf. Bradbury et al. 2014) van de verstoorde vogels (dichtheid * oppervlak windpark). Voor de individuele soorten zijn de slachtofferaantallen bepaald op basis van dichtheden van zeevogels uit ESAS scheepstellingen en MWTL vliegtuigtellingen (Rijkswaterstaat 2015). Voor soortgroepen (onderaan de tabel) zijn aantallen slachtoffers bepaald op basis van radar- en visuele waarnemingen nabij OWEZ (Krijgsveld et al. 2011, Fijn et al. 2015), echter dit betreft wel een minimum schatting omdat in de berekeningen geen informatie over nachtelijke fluxen op soortgroepniveau beschikbaar is.*

soort	sterfte door aanvaringen 63 * 6 MW ø 142 m	sterfte door habitatverlies Kavel II	Som
noordse stormvogel	0	1	1
jan-van-gent	1	0	1
stormmeeuw	11	2	13
kleine mantelmeeuw	158	14	172
zilvermeeuw	18	1	19
grote mantelmeeuw	6	0	6
dwergmeeuw	1	0	1
drieteenmeeuw	13	5	18
grote stern	1	1	2
alk	0	1	1
zeekoet	0	3	3
ganzen en zwanen	30	n.v.t.	30
eenden	4	n.v.t.	4
reigers	6	n.v.t.	6
roofvogels en uilen	1	n.v.t.	1
steltlopers	4	n.v.t.	4
zangvogels	1028	n.v.t.	1028
Totaal	**1282**	**28**	**1310**

2.2 Selectieprocedure

De selectie van soorten waarvoor voorzienbare sterft niet is uitgesloten is gedaan volgens het nu volgende stappenplan.

Stap 1: Selectie van vogelsoorten die redelijkerwijs als slachtoffer door aanvaringen of habitatverlies in Nederland verwacht mogen worden (stap voor het verwijderen van 'landelijke incidenten').

1a – Input Nederlandse avifauna (514 soorten, per 22 augustus 2014).

1b – Selectie	213 soorten dwaalgasten die afgelopen 5 jaar gemiddeld ≤10x / jaar in Nederland zijn waargenomen[1], zonder dat Nederland een onderdeel vormt van de functionele jaarcyclus fase. (hieronder valt bijvoorbeeld wel de sneeuwuil, maar niet de oehoe, omdat laatstgenoemde soort in Nederland jaarlijks tot broeden komt).
1c – Selectie	26 zeldzame soorten die afgelopen 5 jaar gemiddeld <100x / jaar in Nederland zijn waargenomen[1], waarvan het voorkomen zeer verspreid is en zonder dat Nederland een onderdeel vormt van de functionele jaarcyclus fase.

Resultaat stap 1 is een landelijke groslijst van 275 soorten die talrijk genoeg zijn om redelijkerwijs ergens in Nederland, inclusief de Nederlandse Noordzee, slachtoffer te kunnen worden door aanvaringen of habitatverlies en lokaal meer dan incidenteel (soorten 1a minus soorten 1b en minus soorten 1c).

Stap 2: Selectie van vogelsoorten die redelijkerwijs als slachtoffer door aanvaringen of habitatverlies in het plangebied verwacht mogen worden (stap voor het verwijderen van 'incidenten' in het plangebied).

2a – Input	Landelijke groslijst met 275 soorten (resultaat stap 1).
2b – Selectie	Soorten die afgelopen 5 jaar niet of nauwelijks (gemiddeld ≤5 ex/jaar) in het plangebied aanwezig waren, omdat: • de soort geen sterke binding heeft met habitattype(n) dat in het plangebied voorkomt (b.v. landvogels die niet of zelden boven zee aanwezig zijn), of; • de soort landelijk (zeer) schaars en verspreid voorkomt en hooguit incidenteel in het plangebied. Aantallen slachtoffers door aanvaringen of habitatverlies voor soorten die in deze stap afvallen zijn zo klein (minder dan 1 ex. per 10 jaar) dat de sterfte niet te voorzien is en daarmee incidenteel is.
2c – Selectie	Soorten die in kleine aantallen (<100 ex/jaar) in het plangebied voorkomen/passeren en waarvan het absolute aantal slachtoffers verwaarloosbaar is, omdat de aanvaringskans voor een individu van alle soorten vogels sowieso zeer klein is. Aantallen slachtoffers door aanvaringen of habitatverlies voor soorten die in deze stap afvallen zijn zeer klein (minder dan 1 ex per jaar), zodat op voorhand zeker is dat de sterfte niet te voorzien is en dus incidenteel is.
2d – Selectie	Soorten die een duidelijke binding hebben met het plangebied maar waarvan de kans op aanvaring zeer klein is, en ze ook niet slachtoffer worden door habitatverlies, omdat: • het vogels betreft die niet op risicovolle hoogte rondvliegen, of: • het vogels betreft die weinig risicovolle vliegbewegingen ten aanzien van windparken op zee hebben.

[1] Het aantal waarnemingen van een soort in Nederland is beschouwd als een goede afspiegeling van het daadwerkelijk voorkomen. Dus soorten met weinig waarnemingen zijn daadwerkelijk zeldzaam.

- ze maar in zeer lage dichtheden voorkomen

Aantallen aanvaringsslachtoffers voor soorten die in deze stap afvallen zijn zeer klein (minder dan 1 ex per jaar), zodat op voorhand zeker is dat de sterfte niet te voorzien is en dus incidenteel is.

Resultaat stap 2 is een lijst van 137 soorten die jaarlijks als slachtoffer door aanvaringen of habitatverlies in het plangebied verwacht kunnen worden. Voor deze soorten is voorzienbaar dat jaarlijks meer dan 1 individu slachtoffer wordt als gevolg van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (soorten 2a minus soorten 2b en minus soorten 2c en minus soorten 2d).

Stap 3: Onderbouwing van selectie van vogelsoorten uit stap 2 die binding hebben met het plangebied.

3a – Input	Selectie van vogelsoorten die jaarlijks als slachtoffer door aanvaringen of habitatverlies in het plangebied verwacht kunnen worden.
3b – Selectie	Soorten die geen duidelijke binding hebben met het plangebied (n = 125). Het gaat om soorten die slechts twee keer per jaar tijdens de seizoenstrek het plangebied passeren. Vanwege de relatief grote aantallen die per soort passeren, overdag en 's nachts, is vooraf niet uit te sluiten dat jaarlijks één of meerdere exemplaren slachtoffer worden van een aanvaring met een windturbine in het windpark. De betrokken populaties van deze soorten zijn vaak (zeer) groot, zodat het aantal aanvaringsslachtoffers ten opzichte van de 1%-mortaliteitsnorm klein is (zie tabel VI.3). De gunstige staat van instandhouding van deze soorten is niet in het geding zoals ook blijkt uit het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat 2015) waarin de cumulatieve effecten als gevolg van 106 windparken op zee in de Zuidelijke Noordzee tot 2020 wordt beschouwd.
3c – Selectie	Soorten die een duidelijke binding hebben met het plangebied en waarvan op jaarbasis één of meerdere slachtoffers door aanvaringen of habitatverlies voor het windpark voorzien worden (n = 12). Voor deze soorten is het mogelijke effect van de voorziene sterfte op de gunstige staat van instandhouding in meer detail onderbouwd.

Resultaat stap 3 is een lijst van 137 soorten waarvan niet kan worden uitgesloten dat er jaarlijks in het plangebied één of meer slachtoffers door aanvaringen door habitatverlies vallen, ingedeeld in vogels op seizoenstrek (125 soorten) en lokaal verblijvende vogels in de trektijd of in de winter (12 soorten) (Tabel VI.2).

Tabel VI.2 Vogelsoorten waarvan niet met zekerheid uitgesloten kan worden dat jaarlijks individu(en) slachtoffer zal(zullen) worden van een aanvaring met een windturbine in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) of sterfte zal optreden als gevolg van habitatverlies. Selectie van soorten heeft plaatsgevonden middels de hiervoor beschreven selectiemethodiek.

3b soorten			
kleine zwaan	boomvalk	roek	zwarte roodstaart
kleine rietgans	slechtvalk	goudhaan	gekraagde roodstaart
grauwe gans	waterral	zwarte mees	paapje
kolgans	waterhoen	boomleeuwerik	roodborsttapuit
grote Canadese gans	meerkoet	veldleeuwerik	tapuit
brandgans	scholekster	strandleeuwerik	bonte vliegenvanger
rotgans	kluut	oeverzwaluw	heggenmus
bergeend	bontbekplevier	boerenzwaluw	ringmus
tafeleend	goudplevier	huiszwaluw	gele kwikstaart
kuifeend	zilverplevier	ttiftjaf	noordse kwikstaart
topper	kievit	fitis	grote gele kwikstaart
krakeend	kanoet	grasmus	witte kwikstaart
smient	drieteenstrandloper	tuinfluiter	rouwkwikstaart
slobeend	bonte strandloper	zwartkop	boompieper
wilde eend	watersnip	sprinkhaanzanger	graspieper
pijlstaart	houtsnip	snor	oeverpieper
zomertaling	grutto	spotvogel	vink
wintertaling	rosse grutto	kleine karekiet	keep
kwartel	regenwulp	rietzanger	groenling
blauwe reiger	wulp	pestvogel	putter
lepelaar	oeverloper	winterkoning	sijs
dodaars	zwarte ruiter	spreeuw	kneu
fuut	groenpootruiter	beflijster	grote barmsijs
roodhalsfuut	tureluur	merel	kruisbek
kuifduiker	steenloper	kramsvogel	goudvink
geoorde fuut	dwergstern	zanglijster	appelvink
bruine kiekendief	zwarte stern	koperwiek	sneeuwgors
blauwe kiekendief	koekoek	grote lijster	ijsgors
sperwer	ransuil	grauwe vliegenvanger	rietgors
visarend	velduil	roodborst	
torenvalk	gierzwaluw	nachtegaal	
smelleken	kauw	blauwborst	
3c soorten			
noordse stormvogel	dwergmeeuw	zilvermeeuw	grote stern
jan-van-gent	stormmeeuw	grote mantelmeeuw	zeekoet
drieteenmeeuw	kleine mantelmeeuw	visdief	alk

2.3 Mitigerende maatregelen

Om het aantal vogelslachtoffers te verminderen kan een aantal maatregelen getroffen worden. In het MER is een aantal maatregelen benoemd (Tabel VI.3).

Tabel VI.3 Mitigatiemaatregelen om slachtoffers te verminderen onder vogels en vleermuizen zoals geïnventariseerd in het MER.

	maatregel	toelichting	haalbaarheid en/of effectiviteit	maatregel selecteren
	Aanlegfase en verwijderingsfase			
1	's nachts aan boord van schepen minimale verlichting voeren, idealiter in een 'vogelvriendelijke' kleur.	Werkt minder verstorend; mate van mitigatie niet bekend	Schepen zijn verplicht bepaalde verlichting te voeren terwijl voor nachtelijke (constructie)werkzaamheden voldoende verlichting nodig is	Nee
	Operationele fase			
2	zo klein mogelijk aantal en grotere turbines	Leidt tot minder aanvaringsslachtoffers	Nagegaan wordt of ondergrens in MW's verhoogd wordt (>3 MW) en daarmee aantal turbines verlaagd wordt.	Wordt rekening mee gehouden
3	Hollandse Kust (zuid) zoveel mogelijk aan laten sluiten op windpark Luchterduinen.	Leidt tot een kleiner totaal oppervalk en daarmee tot minder verstoring	Windpark Luchterduinen is al operationeel. In verband met voorkomen windafvang is aan te houden afstand aan minimum gebonden.	Ja
4	tweebladige turbines in plaats van driebladige turbines	Leidt tot minder aanvaringsslachtoffers	Weinig concurrentie binnen deze categorie (slechts enkele fabrikanten) maakt voorschrijven van deze turbines niet mogelijk	Nee
5	introduceren van 'doorvliegcorridors' binnen het windpark	Het is onbekend wat de minimale breedte en 'richting' van een 'corridor' zou moeten zijn; bovendien (enigszins) strijdig met 3.	Tussen en in de kavels ontstaan al corridors ten gevolge van de aanwezigheid van kabels en leidingen	Wordt al in voorzien (inherent aan ligging kabels en leidingen in gebied)
6	zo klein mogelijk oppervlak (minste habitatverlies) windpark	Leidt tot een kleiner totaal oppervlak en daarmee tot minder verstoring	Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt vast (kavelgrenzen); verkleinen park met behoud vermogen (380 MW is gegeven) leidt tot meer windafvang.	Nee
7	Verhogen detectiekans turbines (bladen) door reflectors en lasers, maar ook akoestische waarschuwingssignalen	Aannemelijk, (nog) niet ondersteund door empirisch onderzoek, dat vergroten detectiekans turbines leidt tot vermindering van aantal aanvaringsslachtoffers. Dit is vogelsoort-specifiek. (May *et al.* 2015).	Niet bekend op welke manier dit toegepast kan worden voor welke soorten en wat de neveneffecten zijn (toename verstoring). Effectiviteit onbekend.	Nee
8	's nachts aan boord van schepen minimale verlichting voeren, idealiter in een 'vogelvriendelijke' kleur.	Werkt minder verstorend en vogel-aantrekkend; mate van mitigatie niet bekend	Schepen zijn verplicht bepaalde verlichting te voeren terwijl voor nachtelijke (constructie)werkzaamheden voldoende verlichting nodig is	Nee
9	stilstandvoorziening tijdens piekmomenten van vogeltrek op rotorhoogte	Op momenten dat er veel vogels langskomen op rotorhoogte (gedetecteerd door visuele waarnemers, radar of camera's) worden automatisch turbines uitgeschakeld om aanvaringen te	Haalbaarheid in de praktijk (nog) niet goed bekend, maar in bestaande vergunningen al wel opgenomen	Ja

	maatregel	toelichting	haalbaarheid en/of effectiviteit	maatregel selecteren
		verminderen. Deze techniek staat echter nog in de kinderschoenen en wordt vooralsnog uitsluitend in testprojecten toegepast.		
	Vleermuizen			
10	opstartsnelheid (de laagste windsnelheid waarbij de rotors van een turbine beginnen te draaien) verhogen in relevant seizoen en tijdstip van de dag.	De hoogste vleermuisactiviteit wordt tijdens rustige, windomstandigheden gemeten. Stilstand bij lage windsnelheid in relevant seizoen/tijdstip voorkomt aanvaringen van trekkende vleermuizen.	Het is (op land) aangetoond dat deze veranderingen de vleermuissterfte met 44 - 93% kunnen verminderen (Baerwald *et al.* 2009). Balans tussen daling energieopbrengst en voorkomen aantal slachtoffers moet afgewogen worden.	Ja

Maatregelen 2, 9 en 10 kunnen ertoe leiden dat het aantal slachtoffers lager wordt. Van maatregel 9 is op dit moment geen kwantitatieve reductie te bepalen (Krijgsveld *et al*. 2015). De drie maatregelen worden overwogen in het besluitvormingsproces. Vaststelling is afhankelijk van de uitkomsten van een afweging van effectiviteit (verminderen slachtoffers) en haalbaarheid (afname energieopbrengst en toename kosten).

In het vervolg van deze bijlage (onderdeel vogels) wordt daarom uitgegaan van de slachtofferaantallen zonder mitigatie (leidt tot vaststelling maximale aantallen).

2.4 Methode beoordeling sterfte t.o.v. Gunstige Staat van Instandhouding

In VI.2.5 en VI.2.6 wordt onderbouwd of voor de 137 soorten die jaarlijks als slachtoffer in het plangebied verwacht kunnen worden, door aanvaringen of habitatverlies, de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de soort door de voorspelde sterfte in het geding kan komen.

Ter beoordeling van het effect van het aantal slachtoffers op de GSI van de populatie van een soort, is 1% van de gemiddelde jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie (1%-mortaliteitsnorm, ORNIS Committee) toegepast als een eerste ‘grove zeef’ (Steunpunt Natura 2000, 2009). Wanneer de sterfte onder deze 1%-mortaliteitsnorm blijft kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde sterfte de 1%-mortaliteitsnorm overschrijdt dient nader beoordeeld te worden of er sprake kan zijn van een effect op de GSI van de populatie.

Het effect van de additionele sterfte (oftewel de *extra* sterfte als gevolg van het project bovenop de natuurlijke sterfte) op de GSI van vogelsoorten die geen duidelijke binding hebben met het plangebied en die voornamelijk tijdens seizoenstrek slachtoffer zullen worden, is getoetst aan de flyway-populatie van deze soorten[2]. Voor informatie over de omvang van de voor Nederland belangrijke flyway-populaties van watervogels is gebruik gemaakt van 'Waterbird population estimates' (Wetlands International 2014). Voor een inschatting van de omvang van de voor Nederland relevante flyway-populaties van roofvogels, zangvogels en enkele zeevogels is gebruik gemaakt van de informatie uit 'Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status' (Birdlife International 2004).

De sterfte van soorten die een duidelijke binding hebben met het plangebied, of die (ook) buiten de seizoenstrek frequent door het plangebied vliegen, is getoetst aan de populatie in de Nederlandse EEZ, waarvoor recente populatieschattingen beschikbaar zijn (Poot *et al.* 2013[3]).

De soort-specifieke jaarlijkse natuurlijke sterfte (%) is afgeleid van de BTO BirdFacts. Dit sterftepercentage is nodig om de sterfte veroorzaakt door het windpark te kunnen relateren aan de natuurlijke sterfte. Voor de soorten waarvan de jaarlijkse sterfte niet bekend is, is de natuurlijke sterfte van een ecologisch nauw verwante soort in de berekening toegepast. In de berekeningen is gewerkt met de jaarlijkse sterfte van volwassen vogels. Aangezien deze lager ligt dan de sterfte van onvolwassen vogels is dit een conservatief uitgangspunt waardoor er sprake is van een *worst case* scenario (er is dus gerekend met een relatief lage 1%-mortaliteitsnorm).

2.5 Beoordeling sterfte van stap 3b soorten (geen binding met het plangebied)

De overgrote meerderheid (125) van de 137 soorten waarvoor niet uitgesloten kan worden dat jaarlijks één of meer individuen slachtoffer zullen worden in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), betreft soorten die geen duidelijke binding hebben met het plangebied en daardoor hoofdzakelijk tijdens seizoenstrek slachtoffer zullen worden.

De sterfte van deze soorten is getoetst aan de relevante flyway-populaties (Tabel VI.4). Deze populaties zijn over het algemeen (zeer) groot zodat op voorhand met zekerheid gesteld kan worden dat de voorziene sterfte lager zal zijn dan 1% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte (1%-mortaliteitsnorm) (tabel VI.4).

Een effect op de GSI kan voor al deze soorten op voorhand met zekerheid uitgesloten worden.

[2] Een groot deel van deze vogels betreft kustvogels. Rijkswaterstaat adviseert om de sterfte van deze kustvogels te toetsen aan de populaties van de Zuidelijke Noordzee (M. Platteeuw). Deze populatie is voor de meeste soorten echter niet duidelijk afgebakend en over het algemeen is geen schatting van de populatiegrootte beschikbaar. Omdat de sterfte van deze soorten effect heeft op de gehele populatie waaruit de vogels op seizoenstrek afkomstig zijn, is de voorspelde additionele sterfte dan ook aan deze gehele flyway-populatie getoetst.

[3] Poot, M.J.M., R.C. Fijn, J. de Jong & P.W. van Horssen 2013. Populatieschattingen zeevogels in de zone tot 80 km uit de Nederlandse kust met een extrapolatie naar de gehele Nederlandse EEZ. Resultaten Distance sampling en Distance analysis vliegtuigtellingen Shortlist Masterplan Wind op Zee. Rapport 13-243. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Tabel VI.4 Populatiegroottes (incl. bron, zie toelichting), jaarlijkse adulten sterfte (incl. bron) en 1%-criterium van vogelsoorten waarvan niet met zekerheid uitgesloten kan worden dat jaarlijks één of meerdere individu(en) slachtoffer zal(zullen) worden van een aanvaring met een windturbine in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Voor ordegroottes van aantallen slachtoffers op soortgroepniveau, zie tabel VI.1

soort	populatie-grootte	bron[1]	adult sterfte	bron[2]	1%-morta-liteits norm
kleine zwaan	18000	4	0,178	BTO	32
kleine rietgans	63000	5	0,171	BTO	108
grauwe gans	610000	5	0,17	BTO	1037
kolgans	1200000	5	0,276	BTO	3312
grote Canadese gans	162500	2	0,276	BTO	449
brandgans	770000	5	0,09	BTO	693
rotgans	200000	5	0,1	BTO	200
bergeend	300000	5	0,114	BTO	342
tafeleend	300000	5	0,35	BTO	1050
kuifeend	1200000	5	0,29	BTO	3480
topper	310000	5	0,52	BTO	1612
krakeend	60000	5	0,28	BTO	168
smient	1500000	5	0,47	BTO	7050
slobeend	40000	5	0,42	BTO	168
wilde eend	4500000	5	0,373	BTO	16785
pijlstaart	60000	5	0,337	BTO	202
zomertaling	2000000	5	0,47	wintertaling	9400
wintertaling	500000	5	0,47	BTO	2350
kwartel	1000000	1	0,71	BTO	7100
blauwe reiger	263000	5	0,268	BTO	705
lepelaar	11300	5	0,268	blauwe reiger	30
dodaars	300000	5	0,2	roodhalsfuut	600
fuut	290000	5	0,2	roodhalsfuut	580
roodhalsfuut	42000	5	0,2	BTO	84
kuifduiker	4600	5	0,2	roodhalsfuut	9
geoorde fuut	159000	5	0,2	roodhalsfuut	318
bruine kiekendief	100000	1	0,26	BTO	260
blauwe kiekendief	50000	1	0,19	BTO	95
sperwer	500000	1	0,31	BTO	1550
visarend	10000	1	0,15	BTO	15

soort	populatie-grootte	bron[1]	adult sterfte	bron[2]	1%-morta-liteits norm
torenvalk	100000	1	0,31	BTO	310
smelleken	50000	1	0,38	BTO	190
boomvalk	100000	1	0,255	BTO	255
slechtvalk	10000	1	0,2	BTO	20
waterral	100000	5	0,299	meerkoet	299
waterhoen	2700000	5	0,377	BTO	10179
meerkoet	1750000	5	0,299	BTO	5233
scholekster	820000	5	0,12	BTO	984
kluut	146000	5	0,22	BTO	321
bontbekplevier	73000	5	0,228	BTO	166
goudplevier	280000	5	0,27	BTO	756
zilverplevier	250000	5	0,14	BTO	350
kievit	5500000	5	0,295	BTO	16225
kanoet	400000	5	0,159	BTO	636
drieteenstrandloper	120000	5	0,17	BTO	204
bonte strandloper	1330000	5	0,26	BTO	3458
watersnip	2500000	5	0,519	BTO	12975
houtsnip	10000000	5	0,39	BTO	39000
grutto	160000	5	0,06	BTO	96
rosse grutto	120000	5	0,285	BTO	342
regenwulp	190000	5	0,11	BTO	209
wulp	700000	5	0,264	BTO	1848
oeverloper	1500000	5	0,156	BTO	2340
zwarte ruiter	60000	5	0,464	bosruiter	278
groenpootruiter	190000	5	0,464	bosruiter	882
tureluur	400000	5	0,26	BTO	1040
steenloper	45000	5	0,14	BTO	63
dwergstern	33000	5	0,101	BTO	33
zwarte stern	500000	5	0,102	grote stern	510
koekoek	1000000	1	0,5	zomertortel	5000
ransuil	100000	1	0,31	BTO	310
velduil	100000	1	0,31	ransuil	310
gierzwaluw	1000000	1	0,192	BTO	1920
kauw	1000000	1	0,306	BTO	3060

soort	populatie-grootte	bron[1]	adult sterfte	bron[2]	1%-morta-liteits norm
roek	1000000	1	0,21	BTO	2100
goudhaan	1000000	1	0,851	BTO	8510
zwarte mees	1000000	1	0,57	BTO	5700
boomleeuwerik	500000	1	0,4	BTO	2000
veldleeuwerik	1000000	1	0,487	BTO	4870
strandleeuwerik	100000	1	0,487	veldleeuwerik	487
oeverzwaluw	1000000	1	0,7	BTO	7000
boerenzwaluw	1000000	1	0,626	BTO	6260
huiszwaluw	1000000	1	0,59	BTO	5900
tjiftjaf	1000000	1	0,694	BTO	6940
fitis	1000000	1	0,681	BTO	6810
grasmus	1000000	1	0,609	BTO	6090
tuinfluiter	1000000	1	0,5	BTO	5000
zwartkop	1000000	1	0,564	BTO	5640
sprinkhaanzanger	1000000	1	0,776	rietzanger	7760
snor	100000	1	0,776	rietzanger	776
spotvogel	1000000	1	0,5	BTO	5000
kleine karekiet	1000000	1	0,44	BTO	4400
rietzanger	1000000	1	0,776	BTO	7760
pestvogel	100000	1	0,57	koperwiek	570
winterkoning	1000000	1	0,681	BTO	6810
spreeuw	1000000	1	0,313	BTO	3130
beflijster	100000	1	0,58	BTO	580
merel	1000000	1	0,35	BTO	3500
kramsvogel	1000000	1	0,59	BTO	5900
zanglijster	1000000	1	0,437	BTO	4370
koperwiek	1000000	1	0,57	BTO	5700
grote lijster	1000000	1	0,379	BTO	3790
grauwe vliegenvanger	1000000	1	0,507	BTO	5070
roodborst	1000000	1	0,581	BTO	5810
nachtegaal	1000000	1	0,537	BTO	5370
blauwborst	1000000	1	0,537	nachtegaal	5370
zwarte roodstaart	1000000	1	0,62	gekraagde roodstaart	6200
gekraagde roodstaart	1000000	1	0,62	BTO	6200

soort	populatie-grootte	bron[1]	adult sterfte	bron[2]	1%-morta-liteits norm
paapje	1000000	1	0,53	BTO	5300
roodborsttapuit	1000000	1	0,54	Tapuit	5400
tapuit	1000000	1	0,54	BTO	5400
bonte vliegenvanger	1000000	1	0,53	BTO	5300
heggenmus	1000000	1	0,527	BTO	5270
ringmus	1000000	1	0,567	BTO	5670
gele kwikstaart	1000000	1	0,467	BTO	4670
noordse kwikstaart	500000	1	0,467	gele kwikstaart	2335
grote gele kwikstaart	100000	1	0,467	gele kwikstaart	467
witte kwikstaart	1000000	1	0,515	rouwkwikstaart	5150
rouwkwikstaart	500000	1	0,515	BTO	2575
boompieper	1000000	1	0,58	BTO	5800
graspieper	1000000	1	0,457	BTO	4570
oeverpieper	100000	1	0,457	graspieper	457
vink	1000000	1	0,411	BTO	4110
keep	1000000	1	0,411	vink	4110
groenling	1000000	1	0,557	BTO	5570
putter	1000000	1	0,629	BTO	6290
sijs	1000000	1	0,539	BTO	5390
kneu	1000000	1	0,629	BTO	6290
grote barmsijs	1000000	1	0,575	kleine barmsijs	5750
kruisbek	1000000	1	0,537	BTO	5370
goudvink	1000000	1	0,581	BTO	5810
appelvink	1000000	1	0,581	goudvink	5810
sneeuwgors	100000	1	0,37	BTO	370
ijsgors	1000000	1	0,37	sneeuwgors	3700
rietgors	1000000	1	0,458	BTO	4580

[1] Broncode voor populatiegrootte

[2] Broncode voor adult sterfte

Tabel VI.4, Toelichting:

1. BirdLife International 2004
2. BTO & SOVON 2014. Voor de grote Canadese gans is geen populatieschatting voor de flyway populatie van noordwest-Europa beschikbaar. Voor deze soort is de minimale grootte van de flyway populatie ingeschat door te werken met de broedpopulatie van Nederland en Engeland vermenigvuldigd

met 2,5 (BTO BirdFacts http://www.bto.org/about-birds/birdfacts, Sovon Vogelonderzoek Nederland www.sovon.nl).
3. Poot *et al.* 2013
4. Rees & Beekman 2010
5. Wetlands International 2014. NB: Van de kanoet en de steenloper trekken twee flyway-populaties over/langs de Zuidelijke Noordzee. Voor beide soorten is bij wijze van *worst case* scenario slechts één van de twee populaties (de kleinste) in de effectbeoordeling opgenomen.
6. BirdLife International 2014. De grauwe pijlstormvogel broedt niet in Europa. Een minimale inschatting van de flyway populatie op basis van informatie uit BirdLife International (2004) is voor deze soort dan ook niet mogelijk. Voor deze soort is bij wijze van *worst case* scenario een populatie van 1.000.000 individuen aangenomen. De broedpopulatie van deze soort (zuidelijk halfrond) is vele malen groter (miljoenen broedparen http://www.birdlife.org/datazone/species/factsheet/22698209) en de vogels verspreiden zich buiten het broedseizoen over alle wereldzeeën.
De soortspecifieke jaarlijkse natuurlijke sterfte (%) is afgeleid van de BTO BirdFacts (http://www.bto.org/about-birds/birdfacts). Echter voor sommige soorten is de jaarlijkse natuurlijke sterfte onbekend. Voor deze soorten is gezocht naar ecologisch nauw verwante soorten waarvan deze gegevens wel bekend zijn (bv. kuifduiker is onbekend, roodhalsfuut is wel bekend).

2.6 Beoordeling sterfte van stap 3c soorten (binding met het plangebied)

De overige 12 van de 137 soorten passeren het plangebied niet alleen op seizoenstrek, maar kunnen (in een bepaalde periode van het jaar) ook in (de omgeving van) het plangebied foerageren of rusten. Voor deze soorten is hieronder het mogelijke effect van de voorzienbare sterfte in Kavel I en II op de GSI nader onderbouwd (Tabel VI.)

Wanneer de additionele sterfte getoetst wordt aan de grootte van de voor Nederland relevante populatie in de Nederlandse EEZ, is de maximale sterfte van kleine mantelmeeuwen hoger dan de 1%-mortaliteitsnorm (Tabel VI.5a en b). Voor de overige soorten is de voorspelde sterfte veel lager dan de 1%-mortaliteitsnorm en kan een effect op de GSI op voorhand met zekerheid uitgesloten worden.

Een effect op de GSI kan voor noordse stormvogel, drieteenmeeuw, dwergmeeuw, stormmeeuw, zilvermeeuw, grote mantelmeeuw, visdief, grote stern, zeekoet en alk op voorhand met zekerheid uitgesloten worden. Voor de kleine mantelmeeuw is nader onderzocht of de voorspelde additionele sterfte effect heeft op de GSI van de betreffende populaties.

Tabel VI.5a Overzicht van de populatiegroottes en 1%-mortaliteitsnormen waaraan de sterfte van soorten in stap 3c voor Kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) aan de GSI is getoetst. Het voorspelde aantal aanvaringsslachtoffers en slachtoffers als gevolg van habitatverlies komt uit Hoofdstuk 4 van het achtergronddocument bij het MER. In rood wordt weergegeven wanneer een overschrijding van de 1%-mortaliteitsnorm optreedt.

soort	populatie-grootte[1]	1%-mortali-teitsnorm	voorspeld # slachtoffers aanvaringen	voorspeld # slachtoffers habitat-verlies	sterfte als % van jaarlijkse natuurlijke sterfte
noordse stormvogel	99.158	28	0	1	<0,01
jan-van-gent	27.213	22	1	2	0,1
drieteenmeeuw	137.200	81	9	7	0,2
dwergmeeuw	22.577	23	4	3	0,3
stormmeeuw	30.399	43	9	2	0,3
kleine mantelmeeuw	108.626	95	88	20	1,1
zilvermeeuw	160.000[2]	192	31	2	0,2
grote mantelmeeuw	34.944	30	12	0	0,4
grote stern	39.270	40	0	0	0,0
zeekoet	917.063	495	0	2	<0,1
alk	76.926	77	0	1	<0,1

[1]Poot *et al.* 2013, schatting van de populatie in de volledige Nederlandse EEZ

[2]Sovon 2015

Tabel VI.5b Overzicht van de populatiegroottes en 1%-mortaliteitsnormen waaraan de sterfte van soorten in stap 3c voor Kavel II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) aan de GSI is getoetst. Het voorspelde aantal aanvaringsslachtoffers en slachtoffers als gevolg van habitatverlies komt uit Hoofdstuk 4 van het achtergronddocument bij het MER. In rood wordt weergegeven wanneer een overschrijding van de 1%-mortaliteitsnorm optreedt.

soort	populatie-grootte[1]	1%-mortali-teitsnorm	voorspeld # slachtoffers aanvaringen	voorspeld # slachtoffers habitat-verlies	sterfte als % van jaarlijkse natuurlijke sterfte
noordse stormvogel	99.158	28	0	1	<0,01
jan-van-gent	27.213	22	1	0	<0,1
drieteenmeeuw	137.200	81	13	5	0,2
dwergmeeuw	22.577	23	1	0	<0,1
stormmeeuw	30.399	43	11	2	0,3
kleine mantelmeeuw	108.626	95	158	14	1,8
zilvermeeuw	160.000[2]	192	18	1	0,1
grote mantelmeeuw	34.944	30	6	0	0,2
grote stern	39.270	40	1	1	<0,1
zeekoet	917.063	495	0	3	<0,1
alk	76.926	77	0	1	<0,1

[1]Poot *et al.* 2013, schatting van de populatie in de volledige Nederlandse EEZ
[2]Sovon 2015

Binnen het toetsingskader (zie H2 van het MER) is afgesproken dat indien het 1%-ORNIS criterium wordt overschreden er gekeken wordt naar de *Potential Biological Removal (PBR)* van de betreffende populatie om de effecten nader te onderzoeken.

Beschouwing in het kader van Potential Biological Removal

Een methode waarmee een inschatting gemaakt kan worden van de door mensen veroorzaakte sterfte die door een populatie gedragen kan worden, is de *Potential Biological Removal (PBR)*. Deze methode is door Wade (1998) ontwikkeld en toegepast voor populaties van zeezoogdieren (*Cetaceans* en *Pinnipeds*) en is later overgenomen voor vogelpopulaties (Milner-Gulland & Akçakaya 2001; Dillingham & Fletcher 2008; Richard & Abraham 2013). De methode is inmiddels ook al verschillende malen gebruikt om een inschatting te maken van het potentiële effect op vogelpopulaties van additionele sterfte als gevolg van aanvaringen met windturbines (Watts 2010; Poot *et al.* 2011; Sugimoto & Matsuda 2011; Bellebaum *et al.* 2013). De PBR wordt berekend volgens de formule (Wade 1998):

$$PBR = 0{,}5 * R_{max} * N_{min} * rf \quad (1)$$

Waarin R_{max} de maximale jaarlijkse reproductie (aantal jongen per paar per jaar) representeert, N_{min} een conservatieve schatting van de populatiegrootte en *rf* een *recovery factor* tussen 0,1 en 1,0 (Wade 1998; Dillingham & Fletcher 2008). R_{max} en de maximale jaarlijkse groeisnelheid van de populatie (λ_{max}) zijn gerelateerd volgens:

$$R_{max} = \lambda_{max} - 1 \quad (2)$$

Wanneer voldoende demografische informatie voorhanden is kan λ_{max} geschat worden met behulp van matrixmodellen. Wanneer weinig demografische informatie beschikbaar is kan een schatting van λ_{max} gemaakt worden met behulp van de *demographic invariant method* (DIM), ontwikkeld door Niel & Lebreton (2005). Hiervoor is alleen de overleving van volwassen vogels (s) en de leeftijd waarop de vogels voor het eerst broeden (α) nodig. Een schatting van λ_{max} kan dan verkregen worden door de volgende formule in te vullen:

$$\lambda_{max} \approx \frac{(s\alpha - s + \alpha + 1) + \sqrt{((s - s\alpha - \alpha - 1)^2 - 4s\alpha^2)}}{2\alpha} \quad (3)$$

Voor de populaties van de kleine mantelmeeuwen in de Nederlandse EEZ is de groeisnelheid (λ_{max}) ingeschat middels de hiervoor beschreven methode (Niel & Lebreton 2005). De *worst case* schatting van de PBR wordt verkregen door een hoge sterfte van volwassen vogels (s) en ook een hoge leeftijd waarop vogels voor het eerst broeden (α) aan te nemen.

Wade (1998) suggereerde om voor N_{min} de ondergrens van een 60% betrouwbaarheidsinterval te hanteren. Voor vogels zijn echter zelden populatieschattingen beschikbaar, waarvan tevens de variatie bekend is (Watts 2010). In dit geval hebben we dan ook de ondergrens van de beschikbare populatieschattingen gehanteerd (tabel VI.7) en niet het gemiddelde zoals in tabel VI.2 weergegeven.

De *management factor rf* wordt gebruikt om onderscheid te kunnen maken in de 'hersteltijd' voor populaties die onder druk staan (van bedreigde soorten) en voor populaties die stabiel zijn, of die een sterke groei kennen (van niet bedreigde soorten). Voor bedreigde soorten en/of voor populaties die (sterk) afnemen wordt over het algemeen *rf* = 0,1 gehanteerd, zodat met zekerheid een conservatieve PBR wordt berekend (Wade 1998). Voor niet bedreigde soorten met stabiele of zelfs groeiende populaties wordt over het algemeen *rf* = 0,5 gebruikt (bv. Wade 1998; Poot *et al.* 2010). Alleen wanneer zeker is dat geen fouten zijn gemaakt in R_{max} of N_{min} en wanneer de populatie zonder twijfel stabiel is of groeit, kan ervoor gekozen worden om *rf* = 1,0 toe te passen. In dit geval is voor de kleine mantelmeeuw *rf* = 0,5 toegepast. De populaties van de kleine mantelmeeuw laat namelijk geen duidelijk dalende trend zien.

Tabel VI.7 *Berekening van de PBR voor kleine mantelmeeuw in de Nederlandse EEZ in kavel I en II van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). s = overleving van volwassen vogels, α = leeftijd waarop voor het eerst wordt gebroed, Rmax = maximale jaarlijkse reproductie (berekend volgens vergelijking 3), λmax = maximale jaarlijkse groeisnelheid, Nmin = een conservatieve schatting van de populatiegrootte in de Nederlandse EEZ, rf = keuze voor management factor, PBR = Potential Biological Removal berekend op basis van gepresenteerde parameterwaarden. KLMM = kleine mantelmeeuw. Zie tabel VI.3 voor de bronnen gebruikt voor s en α.*

soort	s	α	λ_{max}	R_{max}	N_{min}	*rf*	PBR
kleine mantelm.	0,925	4,5	1,10	0,10	204.846	0,5	2.802

Voor kleine mantelmeeuw geldt dat de voorspelde sterfte (zie tabel VI.5a en b) lager ligt dan de berekende PBR voor de populatie in de Nederlandse EEZ. Daarbij moet wel rekening gehouden worden met het feit dat niet alleen de in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) optredende additionele sterfte vergeleken moet worden met de PBR, maar alle door mensen veroorzaakte additionele sterfte van vogels uit de betreffende populaties, dus ook (niet-natuurlijke) sterfte die elders in de flyway optreedt, zoals bijvoorbeeld in andere windparken op zee.

2.7 Conclusie

Voor de **kleine mantelmeeuw** bedraagt de voorspelde sterfte ten gevolge van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) maximaal 1,8% van de jaarlijkse natuurlijke sterfte van de populatie in de Nederlandse EEZ. De voorspelde sterfte ligt echter ver onder de PBR en de populaties van deze soorten zouden dus een dergelijke additionele sterfte moeten kunnen dragen.

Op basis hiervan kan voor kleine mantelmeeuw met zekerheid uitgesloten worden dat realisatie van een windpark in KavelI I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zal leiden tot effecten op de GSI van de betrokken populaties.

3 VLEERMUIZEN

Uit het MER blijkt dat de voorzienbare sterfte in een windpark in een kavel in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) voor de ruige dwergvleermuis 60 slachtoffers per jaar bedraagt (alternatief 1). Voor de rosse vleermuis bedraagt dit 2 slachtoffers per jaar (alternatief 1), en jaarlijks 1 tweekleurige vleermuis. Er zullen geen gewone dwergvleermuizen jaarlijks als slachtoffer vallen. Deze slachtofferaantallen zijn bepaald zonder dat mitigerende maatregelen zijn meegenomen in de berekeningen.

Deze slachtofferaantallen overschrijden de PBR niet (zie KEC, 2015), daarom kan geconcludeerd worden dat zij evenmin leiden tot een aantasting van de gunstige staat van instandhouding voor deze soorten.

4 ZEEZOOGDIEREN

4.1 Inleiding

Tijdens de constructie van kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) treedt verstoring van gewone zeehonden, grijze zeehonden en bruinvissen op.

Verstoring

Uit de in het MER (hoofdstuk 7) opgenomen resultaten van berekeningen blijkt dat de verstoring, veroorzaakt door het heien ten behoeve van de constructie van de fundaties, met name bij bruinvissen via een verminderde kans op reproductie tot effecten op de populatie kan leiden. Vrijstelling op basis van artikel 7 van de Wet windenergie op zee kan alleen worden verleend als geen afbreuk wordt gedaan aan de gunstige staat van instandhouding (GSI) van de soorten.

Mitigerende maatregelen

In paragraaf 4.3 worden mogelijke mitigerende maatregelen behandeld, en wordt ingegaan op de gevolgen van het toepassen van deze maatregelen.

4.2 Bruinvissen

Ter beoordeling van het effect van verstoring op de GSI van de bruinvispopulatie op het NCP, is de door de overheid vastgestelde maximaal toelaatbare populatieafname van **255** dieren per aan te leggen kavel uit het SER-akkoord als criterium gebruikt. Wanneer de voorspelde afname onder deze norm blijft, kan een effect op de GSI van de betreffende populatie met zekerheid uitgesloten worden. Wanneer de voorspelde afname deze waarde overschrijdt, kan niet worden uitgesloten dat de GSI in het geding is.

De toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) opgenomen in tabel VI.8. Hieruit blijkt dat de effecten op de GSI in alle gevallen niet zijn uit te sluiten.

De conclusie is dat constructie alleen mogelijk is als mitigerende maatregelen worden genomen, zodat het geluid zich minder ver verspreidt; hierdoor neemt het oppervlak binnen de verstoringscontour (sterk) af.

Tabel VI.8 Toetsing van de voorspelde afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) in verschillende seizoenen. Groen: gunstige staat van instandhouding niet in het geding; Rood: effecten op de gunstige staat van instandhouding niet uit te sluiten.

	jan – mei		jun – aug		sep - dec	
	Positie 1	Positie 2	Positie 1	Positie 2	Positie 1	Positie 2
Alternatief 1	1.042	1.396	429	575	353	473
Alternatief 2	1.087	1.520	448	627	369	515

4.2.1 Mitigerende maatregelen

Er zijn verschillende mogelijkheden om de negatieve effecten van onderwatergeluid bij de aanleg van windparken op zee op zeezoogdieren te beperken. Uit de analyses is gebleken dat het aantal dierverstoringsdagen maatgevend is voor de omvang van het effect op de populatie. Daarbij is ervan uitgegaan dat permanente effecten op het gehoor (PTS: *permament threshold shift*) worden voorkomen door het inzetten van zogenaamde 'Acoustic Deterrent Devices', 'soft start' procedures en een lagere hei-energie.

Het aantal dierverstoringsdagen wordt berekend door het aantal door het onderwatergeluid verstoorde dieren te vermenigvuldigen met het aantal impulsdagen. Het aantal verstoorde dieren wordt berekend uit de vermenigvuldiging van het oppervlak door geluid verstoorde gebied te met de lokale zeezoogdierdichtheid. Effecten kunnen dus worden beperkt door:

1. De oppervlakte door geluid verstoord gebied te beperken en/of
2. De heiwerkzaamheden uit te voeren in een seizoen met een relatief lage dichtheid van zeezoogdieren en/of
3. Het aantal impulsdagen (= het aantal funderingen) te beperken.

Ad 1. Het oppervlak verstoord gebied kan worden beperkt door:

- In plangebieden met sterk variabele waterdiepten voor de funderingen locaties met een relatief gering waterdiepte te kiezen; voor het hele plangebied van windenergiegebied Hollandse Kust Zuid biedt dit echter weinig soelaas, omdat de variatie in waterdiepten relatief beperkt is;
- Met lagere energie te heien;
- Niet heien tijdens windstilte; het verstoord oppervlak is dan ongeveer tweemaal zo groot als bij gemiddelde wind;
- De propagatie van heigeluid te beperken door het toepassen van geluiddemping (bellenschermen e.d.).

Ad 2. Heien als de dichtheid van zeezoogdieren laag is

De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. Het effect op de populatie is daardoor ook kleiner.

Toepassen van gedifferentieerde geluidsnormering

Verschillende overwegingen zijn eerder door de overheid gebruikt voor het ontwerpen van een, op het windenergiegebied Borssele toegesneden normenstelsel dat grenzen stelt aan de geluidsproductie bij de constructie van windparken op zee. Er is daarbij rekening gehouden met seizoensverschillen en aantal turbines met kavel, twee factoren die sterk doorwerken in het uiteindelijke effect op de (bruinvis)populatie. Voor de kavels binnen windenergie Borssele is door middel van locatie-specifieke onderwatergeluidmodellering bepaald bij welke geluidsnorm, afhankelijk van het aantal palen en seizoensafhankelijke bruinvisdichtheden, de effecten nog acceptabel zijn (d.w.z. de reductie van 255 dieren per jaar per kavel niet overstijgen). Er is voor gekozen om de geluidsnormering voor het gehele windenergiegebied Borssele vast te stellen. Dit betekent dat geen rekening wordt gehouden met gedetailleerde locatiespecifieke verschillen tussen de kavels. Het kavel waarin de strengste geluidsnormen moeten worden opgelegd, bepaalt de geluidnormen in de andere kavels. Verder zijn de normen zo gekozen dat ook

rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode Verder zijn de normen zijn zo gekozen dat ook rekening wordt gehouden met eventuele overschrijding tijdens de leerfase in de opstartperiode[4].

Voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn op vergelijkbare wijze als voor windenergiegebied Borssele gedifferentieerde normen afgeleid. De geluidsnormen voor dit gebied liggen iets hoger dan de eerder vastgestelde normen voor het windenergiegebied Borssele. Dit is een gevolg van het feit dat de gemiddelde waterdiepte in het plangebied voor Hollandse Kust (zuid) lager is. De voorgestelde normstelling staat in onderstaande tabel.

Tabel VI.9 Normstelling voor windparken windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), met verwerking van de opstart 'toeslag van 1 dB'

Hollandse Kust (zuid)	**Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa^{2}s op 750 m)***		
380 MW per kavel	**Periode**		
# turbines	**jan – mei**	**jun – aug**	**sep – dec**
63 (hier onderzocht)	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38 (hier onderzocht)	167	172	175

* De dichtheid van bruinvissen is op het NCP in de zomer en de herfst veel lager dan in het voorjaar, met gevolg dat zich binnen een bepaalde verstoringscontour (die uiteraard niet seizoensafhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

4.2.2 Gevolgen voor de bruinvispopulatie op het NCP

Tabel VI.10 bevat voor de twee onderzochte alternatieven de resultaten van de berekening van effecten op bruinvissen als ervan wordt uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid. Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde (zie tabel VI.9). Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm bij verschillende opstellingen zou betekenen voor de oppervlakte verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvispopulatie op het NCP. Het betreft *worst case* schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van Kavel II, omdat het steeds gaat om de berekende populatiereductie voor de paalpositie met het grootste effect. In de tabel is te zien dat met een zekerheid van 95% de reductie van de bruinvispopulatie door de aanleg van kavel II niet groter zal worden dan 205 dieren (constructie van alternatief 1 in de periode september - december). De maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park zal door de aanleg van kavel I voor beide alternatieven in geen enkel geval worden overschreden.

[4] Vanuit de ervaring dat het moeilijk is om in de opstartperiode van de aanleg van een windpark gelijk aan de norm te voldoen en wetende dat er omstandigheden kunnen zijn (hardere ondergrond, windomstandigheden) die mitigerende maatregelen minder effectief of het geproduceerd geluid hoger kunnen maken, is een veiligheidsmarge van 1 dB ingebouwd. Dit betekent dat geluidsnorm 1 dB lager is dan nodig om met een zekerheid van 95% een afname van 255 dieren te voorkomen. Een kleine overschrijding van de norm door onvoorziene omstandigheden noodzaakt dan nog niet tot aanvullende maatregelen of het stilleggen van de bouw van een park.

Tabel VI.10 Effecten van heien voor aanleggen van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (alternatief 1: 63 funderingen, alternatief 2: 38 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (63 turbines)			alternatief 2 (38 turbines)		
	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	163	15.162	167	167	17.443	192
jun - aug	169	16.069	177	173	17.675	195
sep – dec	171	18.053	199	175	19.525	215

Uit de berekeningen voor een uniforme waterdiepte van 23 meter blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie van 3.000kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,7 km. In het voorjaar, als de bruinvisdichtheid het hoogst is, gaat het gemiddeld genomen (= afstanden bij gemiddelde en geen wind gemiddeld) om 16 dieren. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,1 km onder windstille omstandigheden. Gemiddeld genomen bevinden zich in het voorjaar 3 bruinvissen binnen deze contour. Uitgegaan kan worden van een kleinere PTS-afstand indien op ondieper water wordt geheid. Als een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 = 160dB re 1 μPa^2s wordt toegepast, zal geen PTS voor bruinvissen optreden.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel I (23 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m maximaal 176 dB re 1 μPa^2s. Deze waarde ligt nog boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 175 dB re 1 μPa^2s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustisc Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

4.3 Zeehonden

Voor zeehonden kunnen populatie-effecten worden uitgesloten, omdat:

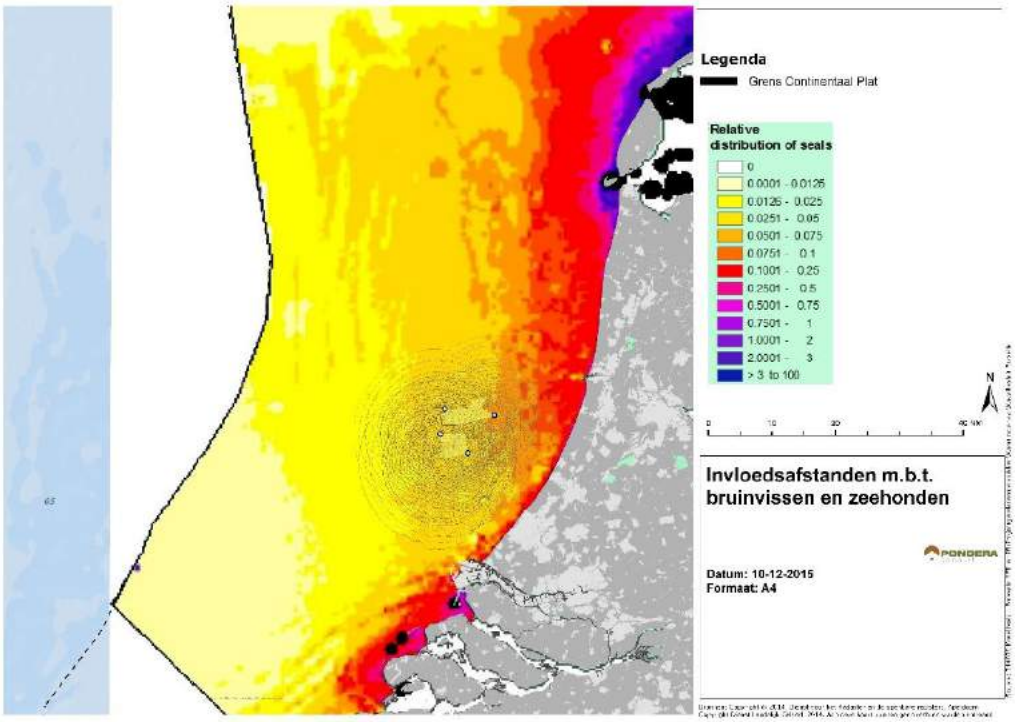
- Het tijdelijke effecten betreft (38 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 1 en 63 maal ca. 2 uur heien per etmaal voor alternatief 2);
- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is, omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is (zie tabel VI.11);

- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foerageergebied (zie figuur VI.1), waardoor er geen sprake zal zijn van ‘verdichtingseffecten’ (competitie om voedsel e.d.);
- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust minimaal ca. 10 km bedraagt, wat betekent dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

Tabel VI.11 Effecten van heien als gevolg van de aanleg van Kavel I.

	Alternatief 1 (63 turbines)		**Alternatief 2 (38 turbines)**	
	hei-energie 1.000 kJ		**hei-energie 3.000 kJ**	
	positie 1	**positie 2**	**positie 1**	**positie 2**
Zeehonden binnen contour (n)	13	12	30	23
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,2	0,1	0,4	0,3
Dierverstoringsdagen (n)	833	8.751	1.126	876
Totaal aantal zeehonden verstoord	13 – 792		26 – 1.001	
Aandeel Nederlandse populatie (%)	0,2 – 10		0,3 - 13	

Figuur VI.1 Verstoringscontouren (grijze lijnen) voor de zeehond in relatie tot de gemodelleerde relatieve dichtheden van de gewone zeehond door Brasseur et al. (2012) bij heien van funderingen voor windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).



Voor beide beschouwde alternatieven is de gunstige staat van instandhouding (GSI) voor de gewone zeehond niet in het geding. Voor de grijze zeehond zijn alle berekende

verstoringswaarden lager dan voor de gewone zeehond (zie hoofdstuk 7 MER voor nadere toelichting); ook voor de grijze zeehond komt de GSI dan ook niet in het geding.

4.4 Conclusie t.a.v. zeezoogdieren

Voor wat betreft de effecten op de bruinvispopulatie kan de GSI in het geding komen, indien geen mitigerende maatregelen worden toegepast. Uit de analyse blijkt dat door toepassing van een maximale toelaatbare geluidsbelasting op een gegeven afstand, de GSI voor bruinvissen in alle gevallen zeker niet in het geding komt.

Ten aanzien van de gewone en de grijze zeehond kan worden gesteld dat de GSI zeker niet in het geding komt, ook zonder maatregelen. De maatregel van het toepassen van een maximale toelaatbare geluidsbelasting op een gegeven afstand, leidt door het afnemen van de omvang van de geluidscontour, ook bij zeehonden tot een afname van het aantal verstoorde dieren.

5 BENTHOS

In het plangebied worden geen benthossoorten verwacht die zijn opgenomen op de Ff wet. De Wet windenergie op zee hanteert dezelfde soortenlijst als de Ff wet.

6 VISSEN

Op basis van de monitoring van het windpark Egmond aan Zee (Van Hal *et al.*, 2012) is het aannemelijk dat de daar aangetroffen soorten ook voorkomen in het plangebied. In tabel VI.8 staat weergegeven welke soorten beschermd zijn krachten tabel 1 en tabel 2 van de Ffwet. De Wet windenergie op zee hanteert dezelfde soortenlijst als de Ff wet.

Tabel VI.8. Soorten die waarschijnlijk in het plangebied voorkomen en die beschermd zijn krachtens tabel 1 of tabel 2 van de Ffwet.(op basis van Van Hal et al., 2012)

Soort	Wetenschappelijke naam	Status Ff-wet
Adderzeenaald	*Entelurus aequoraeus*	Tabel 2
Botervis	*Pholis gunnulus*	Tabel 2
Brakwatergrondel	*Pomatoschistus microps*	Tabel 2
Dwergbolk	*Trisopterus minutus*	Tabel 2
Gevlekte gladde haai	*Mustelus asterias*	Tabel 2
Gevlekte pitvis	*Callionymus maculatus*	Tabel 2
Glasgrondel	*Aphia minuta*	Tabel 2
Groene zeedonderpad	*Taurulus bubalis*	Tabel 2
Harnasmannetje	*Agonus cataphractus*	Tabel 2
Kleine pieterman	*Echiichthys vipera*	Tabel 2
Kliplipvis	*Ctenolabrus rupestris*	Tabel 2

Lichtend sprotje	*Maurolicus muelleri*	Tabel 2
Paling (Europese aal)	*Anguilla anguilla*	cf Tabel 1
Rasterpitvis	*Callionymus reticulatus*	Tabel 2
Slakdolf	*Liparis liparis*	Tabel 2
Trekkervis	*Balistes carolinensis*	Tabel 2
Vierdradige meun	*Rhinonemus cimbrius*	Tabel 2
Zwarte grondel	*Gobius niger*	Tabel 2

De vissoorten zijn grotendeels soorten met een bodemgebonden levenswijze die geassocieerd zijn met structuur-complexe substraten op de bodem. De aanleg en het verwijderen van windturbinezuilen en bestorting, kan verstoring, beschadiging en/of vernietig van individuen of habitat tot gevolg hebben.
De soorten hebben een relatief ruime verspreiding waardoor de schade aan de totale populatie omvang in het betreffende deel van de Noordzee beperkt is. Daarnaast vormen de windturbinezuilen en de bestorting geschikt habitat voor de meeste soorten waardoor herstel van de populatie aannemelijk is tijdens de operationele fase van het park.

Daarnaast is het aannemelijk dat (adulte) rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) en zalm (*Salma salar*) in het plangebied voorkomen (afgeleid van Van Hal *et al.*, 2012). De soorten wordt in enkele Natura 2000-gebieden in overige delen van Nederland als doelsoort benoemd. De gevolgen van de aanleg van het windpark zullen echter weinig gevolgen hebben tot het duurzaam in stand houden van de populaties van de soorten. De kans op schade bij het realiseren van het park is gering, de soorten komen alleen in het (sub)adulte levensstadium in lage dichtheden in de Noordzee voor en zijn relatief mobiel. Daarnaast zijn er geen aanwijzingen dat migratieroutes worden beïnvloedt door de komst van een windpark.

7 CUMULATIE

De effecten van een windpark in Kavel I en II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), die worden beschreven in paragraaf VI.2 – VI.5, moeten worden gezien in samenhang met effecten van andere initiatieven en gebruiksvormen in de Noordzee. Deze effecten kunnen namelijk cumuleren tot een omvangrijker effect dan uitsluitend de invloed van het beoordeelde windpark.

In het hoofddocument van het MER worden cumulatieve effecten behandeld in Hoofdstuk 6.7 en 7.6. Aangezien voor het kavelbesluit de Wwoz cumulatie van toepassing is wordt ter volledigheid behandeld in de Beoordeling FFwet. Hiervoor wordt teruggegrepen op de bevindingen uit het Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) (Rijkswaterstaat 2015).

Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) hebben in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels en vleermuizen, waaronder de effecten van de kavels in Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). De afbakening van dit gebied is afgesproken in overleg met Rijkswaterstaat Zee en Delta, en omvat dus niet uitsluitend het NCP maar ook de delen van de zuidelijke Noordzee die binnen de territoriale grenzen vallen van de ons omringende landen. In samenspraak met RWS wordt door Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken. Daarnaast wordt ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen. De effecten van verstoring en daarmee gepaard gaand habitatverlies zijn veel moeilijker te kwalificeren, echter met toenemende aantallen turbines neemt ook de ‘vrije’ ruimte voor verstoringsgevoelige soorten af. Daarnaast zijn ook de effecten van scheepvaart, die meer geconcentreerd wordt door de aanwezigheid van grote aantallen windturbines, moeilijk in te schatten. Met name in het Belgische en Nederlandse deel van de Noordzee zal de verstoringsdruk van schepen buiten de windparken sterk toenemen. Het is echter wel zo dat minder windparken gebouwd worden in de gebieden die in sterke mate belangrijk zijn voor scheepvaartgevoelige soorten zoals duikers, futen en zee-eenden (kustzone, binnen de 12 mijl). Barrièrewerking als potentieel derde effect wordt in de Nederlandse situatie als verwaarloosbaar veronderstelt (zie ook Rijkswaterstaat 2015). Overige activiteiten worden als bestaand gebruik beschouwd en zijn niet verder in de analyse meegenomen (zie ook Rijkswaterstaat 2015).

In deze paragraaf worden de gecumuleerde effecten van ongeveer 106 initiatieven die momenteel in de internationale zuidelijke Noordzee (NCP plus België, Duitsland, Denemarken en VK) aanwezig of gepland zijn voor 2023 afgewogen met de Potential Biological Removal (PBR) van de individuele soorten. In deze bijlage worden zowel de cumulatieve slachtoffers in de zuidelijke Noordzee afgezet tegen de PBR van de populatie van de zuidelijke Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015, Leopold *et al.* 2015, Van der Wal *et al.* 2015, Gyimesi & Fijn 2015a en b) als de cumulatieve slachtoffers in de Nederlandse Noordzee afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populatie. Dit laatste kan de Nederlandse broedpopulatie zijn (bijvoorbeeld in het geval van kleine mantelmeeuw) of de overwinterende Nederlandse Noordzee populatie (bijvoorbeeld in het geval van grote mantelmeeuw; data afkomstig uit Poot *et al.* 2013a, of in het geval van de zilvermeeuw de data afkomstig van SOVON 2015).

7.1 Vogels

7.1.1 Zeevogels

Door Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) zijn met behulp van het extended Band-model (Band 2012, zie Bijlage IV) aanvaringsslachtoffers bepaald voor alle 106 windparken in de Zuidelijke Noordzee samen. Daarnaast zijn binnen de windparken dichtheden bepaald van soorten om de sterfte door habitatverlies te berekenen (10% van de verstoorde (=aanwezige) vogels sterfte conform Bradbury *et al.* (2014), zie ook Rijkswaterstaat 2015). Deze twee mortaliteitsbronnen zijn meegenomen in de bepaling van cumulatieve aantallen slachtoffers.

De totale aantallen slachtoffers als gevolg van windenergie worden afgewogen tegen de Potential Biological Removal (PBR) van een individuele soort. Dit is het aantal vogels dat door sterfte uit een populatie (in deze analyse de populatie van de Nederlandse Noordzee of die van de zuidelijke Noordzee) kan worden weggenomen om deze populatie niet te laten uitsterven.

Uit Rijkswaterstaat (2015), Leopold *et al.* (2015) en Van der Wal *et al.* (2015) blijkt dat, met uitzondering van de grote meeuwen (grote mantelmeeuw, kleine mantelmeeuw en zilvermeeuw), voor alle zeevogelsoorten die regelmatig voorkomen in de zuidelijke Noordzee de cumulatieve aantallen slachtoffers voor de gehele zuidelijke Noordzee onder de soortspecifieke PBR waarden voor de zuidelijke Noordzee blijven. Een correctie voor realistische windturbinegroottes in de bestaande en geplande windparken liet een aanzienlijke daling in het aantal slachtoffers onder de drie grote meeuwensoorten zien (Gyimesi & Fijn 2015b). Echter voor een soort, de kleine mantelmeeuw, bleken de berekende aantallen slachtoffers in de zuidelijke Noordzee nog steeds de PBR-norm overstijgen (119%) (tabel VI.8).

Naast de zuidelijke Noordzee populatie worden hier ook de aantallen slachtoffers in de Nederlandse parken (OWEZ, Prinsen Amalia Windpark, Luchterduinen, Gemini en de SER parken (1-10)) van het Energieakkord afgezet tegen de PBR van de Nederlandse populaties (broed- of overwinteringspopulatie). De keuze voor welke populatieschatting wordt bepaald door de betrouwbaarheid van de schatting conform de door Poot *et al.* 2013 geïdentificeerde kwaliteitsbeperking van meeuwen aan de kust. Uitsluitend kijkend naar het cumulatieve effect van de Nederlandse parken op de Nederlandse populatie blijven bij de meeste soorten het aantal slachtoffers ruim onder de PBR-norm, terwijl bij de zilvermeeuw net onder de PBR-norm (98%) (tabel VI.9). Voor deze soort wordt om de worst-case te waarborgen een strenge PBR-norm gehanteerd (zie Rijkswaterstaat 2015), vanwege de afnemende populatie van deze soort.

Tabel VI.8 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de zuidelijke Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015 en variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de zuidelijke Noordzee populatie voor zeevogels (lokaal en trekkend), waarvan deze fractie boven de 0,01 ligt (Rijkswaterstaat 2015). Ter vergelijking zijn de maximale slachtofferaantallen (door aanvaringen en habitatverlies) bij Alternatief 1 van Kavel I en II (tabel 4.2a, b, 4.6 en 4.7) ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers Kavel I / Kavel II Hollandse Kust (zuid)	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies	PBR	Fractie sterfte tov PBR
kleine mantelmeeuw	88 / 158	8.742	246	7.5603	1,19
grote mantelmeeuw	12 / 6	3.146	99	4.1443	0,78
zilvermeeuw	31 / 18	3.152	43	4.1843	0,76
jan-van-gent	1 / 1	1.117	105	5.2454	0,23
drieteenmeeuw	9 / 13	2.806	731	16.4734	0,21
duiker spec.	0 / 0	131	123	1.5573	0,16
grote jager	0 / 0	11	3	1204	0,12
stormmeeuw	9 / 11	1.054	66	22.5343	0,05
dwergmeeuw	4/ 1	159	18	3.9712	0,04
grote stern	0 / 1	79	11	2.3783	0,04
dwergstern	0 / 0	1	0	393	0,03

[1] Poot *et al.* 2013a

[2] Netwerk Ecologische Monitoring 2015

[3] BirdLife International 2004

[4] Mitchell *et al.* 2004

Tabel VI.9 Mortaliteit (door aanvaringen en habitatverlies) als gevolg van windturbines in de Nederlandse Noordzee (cf. Rijkswaterstaat 2015 en variant 1 in Gyimesi & Fijn 2015b), ook uitgedrukt als fractie van PBR van de Nederlandse populatie voor zeevogels waarvan deze fractie in het KEC boven de 0,01 ligt (Rijkswaterstaat 2015). Ter vergelijking zijn de maximale aantallen slachtoffers (door aanvaringen en habitatverlies) bij Alternatief 1 van Kavel I en II (tabel 4.2a, b 4.6 en 4.7) ook weergegeven.

Soort	Slachtoffers Kavel I / Kavel II Hollandse Kust (zuid)	Cumulatief # slachtoffers door aanvaringen NL parken	Cumulatief # slachtoffers door habitatverlies NL parken	NL-PBR	Fractie sterfte tov NL-PBR
zilvermeeuw	88 / 158	696	10	7202	0,98
kleine mantelmeeuw	12 / 6	1.185	26	2.8021	0,43
jan-van-gent	31 / 18	183	7	5271	0,36
grote mantelmeeuw	1 / 1	325	5	8131	0,41
stormmeeuw	9 / 13	190	12	1.3051	0,15
drieteenmeeuw	0 / 0	311	26	3.0481	0,11
dwergmeeuw	0 / 0	56	7	1.2691	0,05
duiker spec.	9 / 11	4	3	1371	0,05
grote stern	0 / 1	15	3	1.2981	0,01
grote jager	0 / 0	1	0	672	0,01
dwergstern	4/ 1	0	0	92	<0,01

[1] Poot *et al.* 2013a

[2] Netwerk Ecologische Monitoring 2015

Conclusie

Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten zeevogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Rijkswaterstaat (2015) concludeerde dat op basis van de worst-case scenario met 3 MW-turbines, de cumulatieve sterfte onder kleine mantelmeeuwen, zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen als gevolg van aanvaringen met en habitatverlies door alle (toekomstige) windparken in de zuidelijke Noordzee in cumulatie met scheepvaart, niet binnen de PBR blijft, en dat daarmee nog niet met zekerheid kan worden gezegd dat de gecumuleerde effecten niet zullen leiden tot het uitsterven van deze soorten in de Zuidelijke Noordzee. Als er in de berekeningen realistische windturbinetypes worden gebruikt voor de bestaande en geplande windparken in de zuidelijke Noordzee, blijft alleen het aantal slachtoffers bij de kleine mantelmeeuw boven de PBR-norm liggen (Gyimesi & Fijn 2015b). Toetsen we de aantallen slachtoffers als gevolg van Nederlandse parken aan de Nederlandse PBR-norm dan blijven de gecumuleerde aantallen slachtoffers onder of op de PBR-norm van de grote meeuwensoorten, waardoor wel met zekerheid kan worden gezegd dat deze populaties veerkrachtig genoeg zijn om deze additionele sterfte op te vangen.

7.1.2 Watervogels en landvogels tijdens seizoenstrek

Naast (trekkende) zeevogels vallen ook slachtoffers onder trekkende watervogels en landvogels als gevolg van een windpark in kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en in cumulatie met andere windpark initiatieven in de zuidelijke Noordzee. Voor trekvogels zijn effecten als gevolg van habitatverlies en scheepvaart niet aan de orde en daarmee uit te sluiten. Barrièrewerking speelt evenmin een rol bij trekvogels die grote afstanden afleggen tijdens de seizoenstrek (b.v. Masden *et al.* 2009).

Door Rijkswaterstaat (2015) is met behulp van het extended Band-model (Band 2012, zie Bijlage IV) bepaald dat voor alle soorten de cumulatieve aantallen aanvaringsslachtoffers over onder de PBR blijven. Deze slachtoffers worden allemaal ondervangen door dichtheidsafhankelijkheid in o.a. reproductie en populatieniveaus dalen daarmee niet als gevolg van deze additionele mortaliteit. Voor 7 soorten is de voorspelde mortaliteit hoger dan 5% van de PBR (tabel VI.10).

Tabel VI.10 Mortaliteit als gevolg van windturbines, berekend met het extended Band model, als fractie van PBR voor de trekvogels waarvan deze fractie boven de 0,05 ligt.

Soort	Fractie van PBR
wulp	0,57
zwarte stern	0,50
kleine zwaan	0,42
drieteenstrandloper	0,20
spreeuw	0,12
kanoet	0,10
grutto	0,06

Met name in het geval van kleine zwaan is een dergelijke sterfte substantieel aangezien dit een soort is met een zeer beperkte en afnemende biogeografische populatie. Een dergelijke additionele sterfte bovenop eventuele sterfte en habitatverlies in gebieden op land als gevolg van windparken maar ook andere bronnen van sterfte, kan potentieel de gunstige staat van instandhouding van deze soort in gevaar brengen. Echter met name bij de berekeningen van aantallen aanvaringslachtoffers bij trekvogels is uitgegaan van een conservatieve benadering (o.a. 50% van de flux op rotorhoogte).

Conclusie

Enkele tientallen tot duizenden slachtoffers van verschillende soorten trekvogels zullen vallen als gevolg van cumulatie met een windpark in Kavel I of II in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Het is aannemelijk dat de cumulatieve sterfte onder trekvogels als gevolg aanvaringen met alle (toekomstige) windturbines in de zuidelijke Noordzee voor alle soorten binnen PBR blijft. Bij de kleine zwaan wordt 42% van de PBR behaald door windparken op zee alleen op basis van de huidige conservatieve benadering.

7.2 Vleermuizen

Over vleermuizen is veel minder informatie beschikbaar dan over vogels. Dat vleermuizen over de Noordzee vliegen staat vast, echter de aantallen, de populatiegroottes waarvan deze dieren afkomstig zijn en hun gedrag op zee zijn onbekend. Ruige dwergvleermuis, rosse vleermuis en tweekleurige vleermuis zijn de drie soorten die door hun voorkomen op de Noordzee potentieel negatief beïnvloed kunnen worden door windparken op zee,

Op basis van Rijkswaterstaat (2015) wordt ingeschat dat 0 tot 1 vleermuis per jaar per turbine als aanvaringsslachtoffer valt. In cumulatie zou het dan gaan om maximaal 8000 aanvaringsslachtoffers. Een vergroting van de monitoringsinspanning is noodzakelijk om de gedane aannames te valideren.

Conclusie

Uitgaande van de in Leopold et al 2015 beschreven aanname van 8000 additioneel stervende vleermuizen per jaar zou er, bij een conservatieve schatting van de populatiegroottes, bij uitvoering van alle veronderstelde windparken op de zuidelijke Noordzee, wellicht sprake kunnen zijn van een overschrijding van het niveau van PBR voor de ruige dwergvleermuis.

7.3 Zeezoogdieren

In paragraaf 7.6 van het MER zijn de cumulatieve effecten uitgebreid beschreven. De conclusie luidt dat zonder het hanteren van een gedifferentieerde geluidsnorm (toepassen van een maximale toelaatbare geluidsbelasting op afstand van 750 meter, afhankelijk van de hei-periode en het totaal aantal te heien funderingen) significante effecten op de GSI voor bruinvissen niet uit te sluiten zijn. Bij het hanteren van een dergelijke geluidsnorm blijven de effecten op de bruinvis onder de maximaal toelaatbare populatieafname en is de GSI niet in het geding. Voor de gewone en de grijze zeehond geldt dat ook als geen geluidsbeperkende maatregelen worden genomen de GSI als effecten van verschillende initiatieven worden gecumuleerd niet in het geding is. Dat is dus ook niet het geval als deze maatregelen wél worden getroffen.

7.4 Benthos

In het plangebied worden geen benthos soorten verwacht die zijn opgenomen op de Ff wet. De Wet windenergie op zee hanteert dezelfde soortenlijst als de Ff wet.

7.5 Vissen

In het plangebied komen verschillende vissen voor die zijn opgenomen in tabel 2 van Ffwet. De effecten op vissen zijn over algemeen zodanig klein dat er weinig verschil is in overall effecten van de verschillende alternatieven en/of windparken.

Wel is het zo dat er naarmate er meer windturbinezuilen aangelegd worden, de schade aan vissen met een bodemgebonden levenswijze (inclusief de soorten uit tabel 2 van de Ffwet; De Wet windenergie op zee hanteert dezelfde soortenlijst als de Ff wet) groter wordt.

Het totale areaal aan bodemoppervlak dat beïnvloed wordt is echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale beschikbare bodemareaal in het betreffende deel van de Noordzee. Daarnaast komen in dit deel van de Noordzee geen vissoorten voor met een zeer beperkte verspreiding of kleine populatieomvang waardoor verlies aan individuen of leefgebied een significante invloed op de totale populatie kan hebben.

Daarnaast zal de komst van windturbines en bestorting waarschijnlijk een positief effect op de biodiversiteit van de visgemeenschap hebben omdat nieuwe (hard substraat) habitattypes worden aangebracht (hoewel dit tot op heden nog niet is aangetoond).

Een belangrijke opmerking bij deze conclusie is het feit dat er weinig praktijkstudies zijn die mogelijke effecten gekwantificeerd hebben. Uitgaande van de vismonitoringen van het windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en referentiegebieden lijkt de aanleg van een windpark over langere termijn verwaarloosbaar op de visgemeenschap (Hal *et al.*, 2012), inclusief de soorten uit tabel 2 van de Ffwet. Cumulatieve effecten ten gevolgen van meerdere windparken en/of een hoger aantal turbines zullen hierin niet wezenlijk van verschillen.

Indien er onverhoopt andere soorten worden aangetroffen in een plangebied dan die in de huidige studie zijn beschouwd, bijv. soorten met een meer kritische verspreiding, ecologie of leefwijze, kunnen (cumulatieve) effecten wel een rol gaan spelen.

7.6 Overzicht van mitigerende maatregelen

In 2.3 worden diverse mogelijkheden benoemd om de cumulatieve effecten uit §6.1 - §6.4 te mitigeren.

8 LITERATUUR

Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risks for offshore windfarms. Strategic Ornithological Support Services (SOSS).

Bellebaum, J., F. Korner-Nievergelt, T. Dürr & U. Mammen, 2013. Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. Journal for Nature Conservation 21: 394-400.

BirdLife International, 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK: BirdLife International. (BridLife Conservation Series No. 12).

BirdLife International, 2014. IUCN Red List for birds. Downloaded from http://www.birdlife.org in December 2014.

Bradbury, G., Trinder, M., Furness, B., Banks, A.N., Caldow, R.W.G., Hume, D. 2014. Mapping Seabird Sensitivity to Offshore Wind Farms. PLoS ONE 9(9): e106366. doi:10.1371/journal.pone.0106366

BTO Bird facts: Robinson, R.A. 2005. BirdFacts: profiles of birds occurring in Britain & Ireland (BTO Research Report 407). BTO, Thetford (http://www.bto.org/birdfacts, accessed December 2014)

Dillingham, P.W. & D. Fletcher, 2008. Estimating the ability of birds to sustain additional human-caused mortalities using a simple decision rule and allometric relationships. Biological Conservation 141: 1783-1792.

Fijn, R.C., A. Gyimesi, M.P. Collier, J.C. Kleyheeg-Hartman, M. Boonman, J.W. de Jong & M.J.M. Poot 2015. Achtergronddocument ten behoeve van MER en PB windenergiegebied Borssele. Kavel I en II: vogels en vleermuizen. Bureau Waardenburg Rapportnr. 14-263. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Fijn, R.C., K.L. Krijgsveld, M.J.M. Poot & S. Dirksen, 2015. Bird fluxes at risk altitudes in a Dutch offshore wind farm continuously meaured with vertical radar. Ibis 157: 558-566.

Garthe, S. & O. Hüppop, 2004. Scaling possible adverse effects of marine wind farms on seabirds: developing and applying a vulnerability index. Journal of Applied Ecology.41: 724-734.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015a. Slachtofferberekeningen voor een windpark met een totaalvermogen van 380 MW in Kavel I of II in windenergiegebied Borssele. Bureau Waardenburg notitie 15.03297.

Gyimesi, A. & R.C. Fijn, 2015b. Slachtofferberekeningen voor windparken in de zuidelijke Noordzee met bestaande en geplande turbinetypes. Bureau Waardenburg notitie 15.03620.

Gyimesi, A. & R. Lensink, 2012. Non-breeding adults or 'floaters' in bird populations. Rapport 11-200. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Krijgsveld K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker & S. Dirksen 2011. Effect studies Offshore Wind Farm Egmond aan Zee: Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. NoordzeeWind report nr OWEZ_R_231_T1_20111114_flux&flight. Report nr 10-219. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Krijgsveld, K., R.C. Fijn & R. Lensink, 2015. Occurrence of peaks in songbird migration at rotor heights of offshore wind farms in the southern North Sea. Report nr 15-119. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Lensink, R. & P.W. van Horssen, 2012. Een matrixmodel om effecten op een populatie te voorspellen van slachtoffers door windturbines. Rapport 11-198. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Leopold, M.F., M. Booman, M.P. Collier, N. Davaasuren, R.C. Fijn, A. Gyimesi, J. de Jong, R. Jongbloed, B. Jonge Poerink, J.C. Kleyheeg-Hartman, K.L. Krijgsveld, S. Lagerveld, R. Lensink, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl. 2014. A

first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Report number C166/14. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Leopold, M.F., M.P. Collier, A. Gyimesi, R. Jongbloed, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl. 2015. Iteration cycle: Dealing with peaks in counts of birds following active fishing vessels when assessing cumulative effects of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Additional note to IMARES report number C166/14. Imares Wageningen UR / Bureau Waardenburg Culemborg.

Maclean, I.M.D., Wright, L.J., Showler, D.A. & M.M. Rehfisch, 2009. A review of assessment methodologies for offshore windfarms. BTO Report commissioned by COWRIE Ltd.

Milner-Gulland E.J. & H.R. Akçakaya, 2001. Sustainability indices for exploited populations under uncertainty. Trends in Ecology & Evolution 16(12): 686-692.

Mitchell, P.I., Newton, S.F., Ratcliffe, N. & Dunn, T.E. 2004. Seabird populations of Britain and Ireland: results of the Seabird 2000 census (1998-2002). T. and A.D. Poyser, London.

Netwerk Ecologisch Monitoring (SOVON, RWS & CBS) 2015. Online soortenteksten dwergmeeuw, dwergstern, grote jager en zilvermeeuw. (download via https://www.sovon.nl/nl/content/vogelsoorten).

Niel, C. & J,-D. Lebreton, 2005. Using demographic invariants to detect overharvested bird populations from incomplete data. Conservation Biology 19: 826-835.

Poot, M.J.M., R.C. Fijn, J. de Jong & P.W. van Horssen, 2013. Populatieschattingen zeevogels in de zone tot 80 km uit de Nederlandse kust met een extrapolatie naar de gehele Nederlandse EEZ. Resultaten *Distance sampling* en *Distance analysis* vliegtuigtellingen Shortlist Masterplan 'Wind op Zee' mei 2010 – april 2011. Rapport 13-243. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Poot, M.J.M., P.W. van Horssen, M.P. Collier, R. Lensink & S. Dirksen, 2011. Effect studies Offshore Wind Egmond aan Zee: cumulative effects on seabirds. A modelling approach to estimate effects on population levels in seabirds. Report 11-026, OWEZ_R_212_T1_20110318_Cumulative effects. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Rees, E.C. & J.H. Beekman, 2010. Northwest European Bewick's Swans: a population in decline. British Birds 103: 640-650.

Richard, Y. & E.R. Abraham, 2013. Application of Potential Biological Removal methods to seabird populations. New Zealand Aquatic Environment and Biodiversity Report No. 108. Ministry for Primary Industries.

Steunpunt Natura 2000, 2009. Leidraad bepaling significantie. Nadere uitleg van het begrip 'significante gevolgen' uit de Natuurbeschermingswet. Regiebureau Natura 2000, Utrecht.

Sugimoto, H. & H. Matsuda, 2011. Collision risk of White-fronted Geese with wind turbines. Ornithological Science 10: 61-71.

Vanermen N., E.W.M. Stienen, W. Courtens, T. Onkelinx, M. Van de Walle & H. Verstraete 2013. Bird monitoring at offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea - Assessing seabird displacement effects. Rapport van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.755887). INBO, Brussel.

Wade, P.R., 1998. Calculating limits to the allowable human-caused mortality of Cetaceans and Pinnipeds. Marine Mammal Science 14(1): 1-37.

Watts, B.D., 2010. Wind and waterbirds: Establishing sustainanle mortality limits within the Atlantic Flyway. Center for Conservation Biology Technical Report Series, CCBTR-10-05. College of William and Mary/Virginia Commonwealth University, Williamsburg, VA.

Wetlands International 2014. *"Waterbird Population Estimates"*. Retrieved from wpe.wetlands.org in December 2014.

BIJLAGE 8

PASSENDE BEOORDELING



715082
26 april 2016

PASSENDE BEOORDELING HOLLANDSE KUST (ZUID) KAVEL I

Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Concept

PONDERA
CONSULT
Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

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

Documenttitel	Passende Beoordeling Hollandse Kust (zuid) Kavel I
Soort document	Concept
Datum	26 april 2016
Projectnummer	715082
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Auteur	Sergej van de Bilt en Maarten Jaspers Faijer, Pondera Consult
Vrijgave	Eric Arends, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

1	**Inleiding**	**1**
1.1	Aanleiding	1
1.2	Achtergrond	1
1.3	Leeswijzer	3
2	**Beleid en wetgeving**	**5**
2.1	Wet wind op zee	5
2.2	Vogel- en Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet 1998	6
2.3	Grensoverschrijdende effecten en buitenlandse wetgeving	7
3	**Voorgenomen activiteit**	**9**
3.1	Uitgangspunten voor het windpark	9
3.2	Bandbreedte benadering	10
3.3	Voorkeursalternatief (VKA)	10
4	**Afbakening**	**13**
4.1	Verwachte ingreep-effectrelaties per soortgroep	13
4.2	Ingreep- effectrelaties per fase	18
4.3	Vogels	22
4.4	Zeezoogdieren	22
4.5	Natura 2000-gebieden	22
5	**Huidige situatie**	**25**
5.1	Vogels	25
5.2	Zeezoogdieren	27
6	**Effectanalyse**	**38**
6.1	Vogels	38
6.2	Zeezoogdieren	44
6.3	Effectenbeoordeling per Natura 2000-gebied	49
7	**Cumulatie**	**57**
7.1	Vogels	57
7.2	Zeezoogdieren	58

7.3 Cumulatieve effecten in één jaar op Natura 2000-gebieden 62

8 Literatuur 64

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Nederland heeft ambitieuze doelstellingen geformuleerd voor het realiseren van de opwekking van duurzame - hernieuwbare - energie. Windenergie speelt daarin een prominente rol. In het Energieakkoord (SER, Energieakkoord voor duurzame groei, september 2013) zijn concrete doelstellingen geformuleerd voor windenergie op zee.

De keuze is gemaakt deze doelstelling te realiseren door middel van een nieuw uitgiftesysteem. Hiervoor is de Wet windenergie op zee opgesteld die op 1 juli 2015 in werking is getreden. Deze bevat een aantal stappen voor het uitgiftestelsel. Windparken mogen alleen gebouwd worden op locaties (kavels) die door het Rijk zijn aangewezen in een kavelbesluit. Kavels worden uitsluitend aangewezen binnen een gebied dat is aangewezen in het Nationaal Waterplan (NWP). In het kavelbesluit wordt bepaald waar en onder welke voorwaarden een windpark gebouwd en geëxploiteerd mag worden. Na een kavelbesluit volgt vergunningverlening. Alleen de vergunninghouder heeft het recht om op de locatie van de kavel een windpark te bouwen en te exploiteren. In het Waterbesluit zijn generieke voorschriften voor windparken op zee vastgelegd.

De routekaart voor windenergie op zee (Staten-Generaal, vergaderjaar 2014-2015, 33 561, nr. 11) geeft aan dat met deze systematiek na de kavels in het windenergiegebied Borssele kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden uitgegeven.

De minister van Economische Zaken is, in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu, initiatiefnemer voor de kavelbesluiten. Hiervoor wordt een m.e.r.-procedure doorlopen.

Passende beoordeling (PB)

Uit onderzoek dat in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst is uitgevoerd (Prins et al, 2008), is gebleken dat het niet mogelijk is om op voorhand significant negatieve effecten van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windparken op in Natura 2000-gebieden beschermde populaties van vogels en zeezoogdieren uit te sluiten. Voor ieder initiatief voor de bouw en exploitatie van een windpark in de Noordzee dient dan ook een locatiespecifieke Passende Beoordeling (PB) opgesteld te worden, waarin de effecten van aanleg, exploitatie en verwijdering op beschermde natuurwaarden in Natura 2000-gebieden in kaart gebracht worden. Voorliggend document is de invulling van dit advies conform de wettelijke vereisten.

1.2 Achtergrond

Een PB houdt volgens het Europese Hof van Justitie in dat de beste wetenschappelijke kennis ter zake gebruikt moet worden om alle aspecten van de activiteit die op zichzelf of in combinatie met andere activiteiten effecten kunnen hebben (cumulatie), in beeld te brengen, in het licht van de instandhoudingsdoelstellingen behorende bij Natura 2000-gebieden (ABRvS 27 maart 2002, Nieuwsbrief StAB 3/2002, nr. 02-44). Toestemming voor de activiteit kan pas worden verleend als het bevoegd gezag zekerheid heeft verkregen dat er geen schadelijke gevolgen optreden (onderzoeksplicht). Het Hof geeft aan dat de vereiste zekerheid er uit bestaat, dat er

wetenschappelijk gezien redelijkerwijs geen twijfel bestaat dat er geen schadelijke gevolgen zijn. Bovendien blijkt uit de overwegingen van het Hof dat de zekerheid moet worden verkregen door het bevoegd gezag. Bedenkingen en beroepsgronden kunnen als gevolg daarvan niet ongegrond worden verklaard met de overweging dat de significante gevolgen niet dan wel onvoldoende aannemelijk zijn gemaakt.

1.2.1 Handreiking Passende Beoordelingen van windparken op zee

In 2008 heeft Deltares het rapport *'Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms'* (Prins et al. 2008) geschreven als handreiking voor het opstellen van Passende Beoordelingen van windparken op zee. Dit rapport gaf een algemene beschrijving van de mogelijke effecten van de aanleg en aanwezigheid van offshore windparken op N2000-waarden en beschrijft de kwantitatieve methoden voor het schatten van de effecten op deze N2000-waarden.

1.2.2 Update Framework Appropriate Assessment

In de jaren na de vergunningverlening van de zogenaamde ‘2-ronde windparken’ is nader onderzoek verricht in binnen- en buitenland naar de effecten van de aanleg en aanwezigheid van windparken op zee. Naar aanleiding hiervan zijn rapportages opgesteld over de voortgang van kennis op dit gebied (Boon et al, 2012) en is aangegeven hoe deze kennis dient te worden gebruikt in de eventuele aanpassingen van methoden en technieken voor de inschatting van voornoemde effecten in passende beoordelingen (Boon et al. 2012), een update van de eerder opgestelde Handreiking voor het opstellen van passende beoordelingen voor windparken op zee (Prins et al. 2008).

Er is besloten om de update te concentreren op de methoden om effecten kwantitatief in te schatten. De resultaten van het shortlistonderzoek, van relevante en openbare studies in de twee reeds bestaande offshore windparken Offshore Windpark Egmond aan Zee (OWEZ) en Prinses Amalia Windpark (PAWP) en van relevante internationale studies, zijn gebruikt voor deze update. Het update rapport moet worden gezien als een aanvulling op het *Framework Appropriate Assessments* uit 2008, de Handreiking Passende Beoordelingen van windparken op zee.

1.2.3 KEC

In het SER-akkoord heeft de Nederlandse overheid bepaald dat in 2023 offshore windparken met een capaciteit van 4.450 MW geïnstalleerd moeten zijn. Om dit te behalen is in 2015 afgesproken om een totaal van 3.500 MW aan offshore wind te plannen in 10 nieuwe parken op het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Daarnaast zijn er ook in de omringende landen uitgebreide en vergevorderde plannen voor de installatie van vele offshore windmolenparken. Al deze parken hebben effecten op (zee)vogels en vleermuizen in de zuidelijke Noordzee. Ten behoeve van het beoordelen van ecologie en cumulatie voor windparken die middels het nieuwe systeem van kavelbesluiten worden uitgegeven, is een Kader Ecologie en Cumulatie (KEC) opgesteld. Dit kader is waar relevant ook gehanteerd bij de onderhavige PB.

Dit KEC is opgesteld door Rijkswaterstaat (2015), en zij hebben in detail gekeken naar de cumulatieve effecten van windenergie in de zuidelijke Noordzee op vogels, vleermuizen en zeezoogdieren, waaronder de effecten van de kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In samenspraak met Rijkswaterstaat Zee en Delta werd door Leopold et al. (2015) wat

betreft vogels en vleermuizen primair gekeken naar sterfte door aanvaringen (directe mortaliteit van vogels en vleermuizen) en habitatverlies (indirecte mortaliteit van vogels) door bestaande, in aanbouw zijnde, vergunde en geplande windparken. Daarnaast wordt ook sterfte door habitatverlies door scheepvaart meegenomen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een toelichting gegeven op de relevante wetgeving en beleid en de procedure voor een PB. In hoofdstuk 3 wordt een beknopte beschrijving van de voorgenomen ingreep gegeven. Hoofdstuk 4 beschrijft de afbakening van deze PB; op basis van de ingreep-effectrelaties wordt een overzicht gegeven van de Natura 2000-gebieden en soorten die mogelijk effecten ondervinden. De huidige situatie van de in de PB meegenomen soorten wordt weergegeven in hoofdstuk 5. Een beschrijving van de gehanteerde methodologie en de effectenanalyse wordt gegeven in hoofdstuk 6, alsmede de samenvattende beoordeling van elk van de relevante Natura 2000-gebieden. Hoofdstuk 7 geeft tot slot cumulatieve effecten met andere plannen en projecten weer.

2 BELEID EN WETGEVING

2.1 Wet wind op zee

Het kavelbesluit behelst tevens de beoordeling van de natuuraspecten. Dit betekent dat geen afzonderlijke vergunning ingevolge de Natuurbeschermingswet 1998 (Nbwet 1998) is vereist voor windparken op zee, waarvoor een kavelbesluit wordt genomen. In het kavelbesluit worden op basis van onderzoek zo nodig regels opgenomen voor de bouw en exploitatie van een windpark en de aansluiting van dat kavel.

Artikel 6 van de Wet windenergie op zee geeft aan dat de projecten of andere handelingen die vallen onder het kavelbesluit niet vergunningplichtig zijn in het kader van de Nbwet 1998. Echter, indien die projecten of andere handelingen de kwaliteit van de natuurlijke habitats en de habitats van soorten in een Natura 2000-gebied kunnen verslechteren of een significant verstorend effect kunnen hebben op de soorten waarvoor het gebied is aangewezen, dient alsnog gevolg gegeven te worden aan hetgeen gesteld in artikel 19j van de Nbwet 1998 voor het vaststellen van een kavelbesluit.

Op het tijdstip waarop het kavelbesluit wordt vastgesteld, is nog onbekend door wie het windpark zal worden gerealiseerd en welke materialen en technieken zullen worden gebruikt. Het kavelbesluit zal een bandbreedte aan mogelijkheden (bijvoorbeeld minimale en maximale turbine-afmetingen, aantal turbines, type en kenmerken van funderingen etc.) vastleggen waarbinnen de toekomstige ontwikkelaar zal moeten blijven. De minister van Economische Zaken maakt, in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu, in het kader van het kavelbesluit de PB van de gevolgen van de bouw en exploitatie van het windpark voor Natura 2000-gebieden.

Door in voorliggende PB de gevolgen van de uiterste varianten binnen de bandbreedte voor de natuur te onderzoeken (*worst case* benadering), kan worden aangetoond dat de effecten van alle mogelijke invullingen van het windpark varianten tussen deze uitersten liggen. Hierdoor hoeft de houder van een 'windvergunning' geen afzonderlijke vergunning ingevolge de Nbwet 1998 aan te vragen. Hiervoor is het wel een vereiste dat het project (de bouw en de wijze van exploitatie van het windpark) in het kavelbesluit voldoende concreet zijn beschreven.

Wanneer de minister van Economische Zaken, in overeenstemming met de minister van Infrastructuur en Milieu, op grond van de PB niet met zekerheid kan vaststellen dat de gevolgen van het Natura 2000-gebied niet door het windpark zullen worden aangetast, kan hij toch het kavelbesluit vaststellen, mits er geen alternatieve oplossingen zijn en sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang. In dat geval moeten de ministers vóórdat zij het kavelbesluit vaststellen, onderzoeken of er geen alternatieven zijn. Zoals uit de Wet windenergie op zee blijkt, is de bevordering van windenergie aan te merken als een dwingende reden van openbaar belang. In dat geval moeten de ministers in het kavelbesluit de verplichting voorschrijven om compenserende maatregelen te treffen.

2.2 Vogel- en Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet 1998

Het wettelijke kader voor de voorliggende PB wordt gevormd door Artikel 6 van de Europese Habitatrichtlijn. Deze is geïmplementeerd in de Natuurbeschermingswet 1998 (NBwet 1998)[1] en wordt voor wat betreft het kavelbesluit geïncorporeerd in de nieuwe Wet windenergie op zee.

De aanwijzingsbesluiten voor de relevante Natura 2000-gebieden zijn van groot belang, omdat daarin de voor de toetsing relevante instandhoudingsdoelstellingen zijn opgenomen. Hoewel de bij dit project betrokken speciale beschermingszones nog niet allemaal definitief zijn aangewezen, zijn ze op basis van hun aanmelding op grond van de Habitatrichtlijn wel beschermd. Enkele voor dit MER relevante gebieden, namelijk Voornes Duin, Duinen Goeree & Kwade Hoek, Noordzeekustzone, Vlakte van de Raan, Doggersbank, Klaverbank, Friese Front en de Voordelta, zijn inmiddels definitief aangewezen. De betrokken Vogelrichtlijngebieden zijn wel reeds allemaal aangewezen. Ten aanzien van de overige betrokken gebieden wordt opgemerkt dat ze zijn aangemeld en dat er ontwerpbesluiten liggen met soort- en habitat specifieke instandhoudingsdoelstellingen, maar dat de definitieve aanwijzing nog in procedure is. Ten behoeve van deze PB worden ook de instandhoudingsdoelstellingen in de ontwerp-aanwijzingsbesluiten als concreet toetsingskader gebruikt.

Met name enkele mariene Natura 2000-gebieden die zijn aangemeld onder de Habitatrichtlijn of Vogelrichtlijn zijn van belang voor deze PB. Het gaat hier om de gebieden Noordzeekustzone (tussen Bergen en Petten), Vlakte van de Raan, Waddenzee, Voordelta, Doggersbank, Klaverbank en het Friese Front.

Deze gebieden zijn aangemeld op basis van het voorkomen van een aantal habitattypen (riffen, zandbanken), zeezoogdieren (bruinvis, zeehonden), vogels (zeekoeten) en diadrome vissen (prikken, elft en fint).

In de rest van dit document zal de term Natura 2000-gebieden gebruikt worden voor alle hiervoor genoemde gebieden (Vogelrichtlijn- en/of Habitatrichtlijn (VHR) gebied).

In de bepaling van de mogelijk negatieve effecten in deze PB zijn inhoudelijk twee aspecten van groot belang: externe werking en cumulatieve effecten. Externe werking is het effect dat optreedt als een gebruik, project of plan buiten een Natura 2000-gebied gepland is, maar de effecten ervan zich wel binnen dat gebied openbaren. Dit kan direct (van buiten naar binnen), bijvoorbeeld een turbine die net buiten een Natura 2000-gebied staat, maar waarvan de verstorende werking (schrikeffect) tot binnen het gebied reikt. Ook kan het effect indirect (van binnen naar buiten) optreden als bijvoorbeeld vogels die binnen het gebied beschermd zijn, zich voor foerageren buiten het gebied begeven en dan in aanvaring komen met de turbine. In abstractere zin gaat het in dit geval om die effecten die op enig moment van de populatiedynamica van een soort, die in een nabijgelegen Natura 2000-gebied is beschermd, kunnen optreden, zodanig dat de gunstige staat van instandhouding van die soort in dat gebied kan worden aangetast. De meeste van de effecten waarover in deze PB wordt gesproken zijn dergelijke externe effecten. De dieren die een negatief effect kunnen ondervinden van de

[1] De voorbereidingen zijn bezig om de Natuurbeschermingswet 1998 met de Flora- en faunawet en de Boswet te integreren in de Wet natuurbescherming.

aanleg en aanwezigheid van het windpark komen alle uit Natura 2000-gebieden rond de kustgebieden in Nederland of het buitenland.

De cumulatie van effecten van andere plannen en projecten is het tweede belangrijke aspect dat dient te worden meegenomen in de toetsing. Ook andere plannen en projecten kunnen effecten hebben op dezelfde beschermde natuurwaarden, en het effect van het initiatief dient in deze context te worden beschouwd.

2.3 Grensoverschrijdende effecten en buitenlandse wetgeving

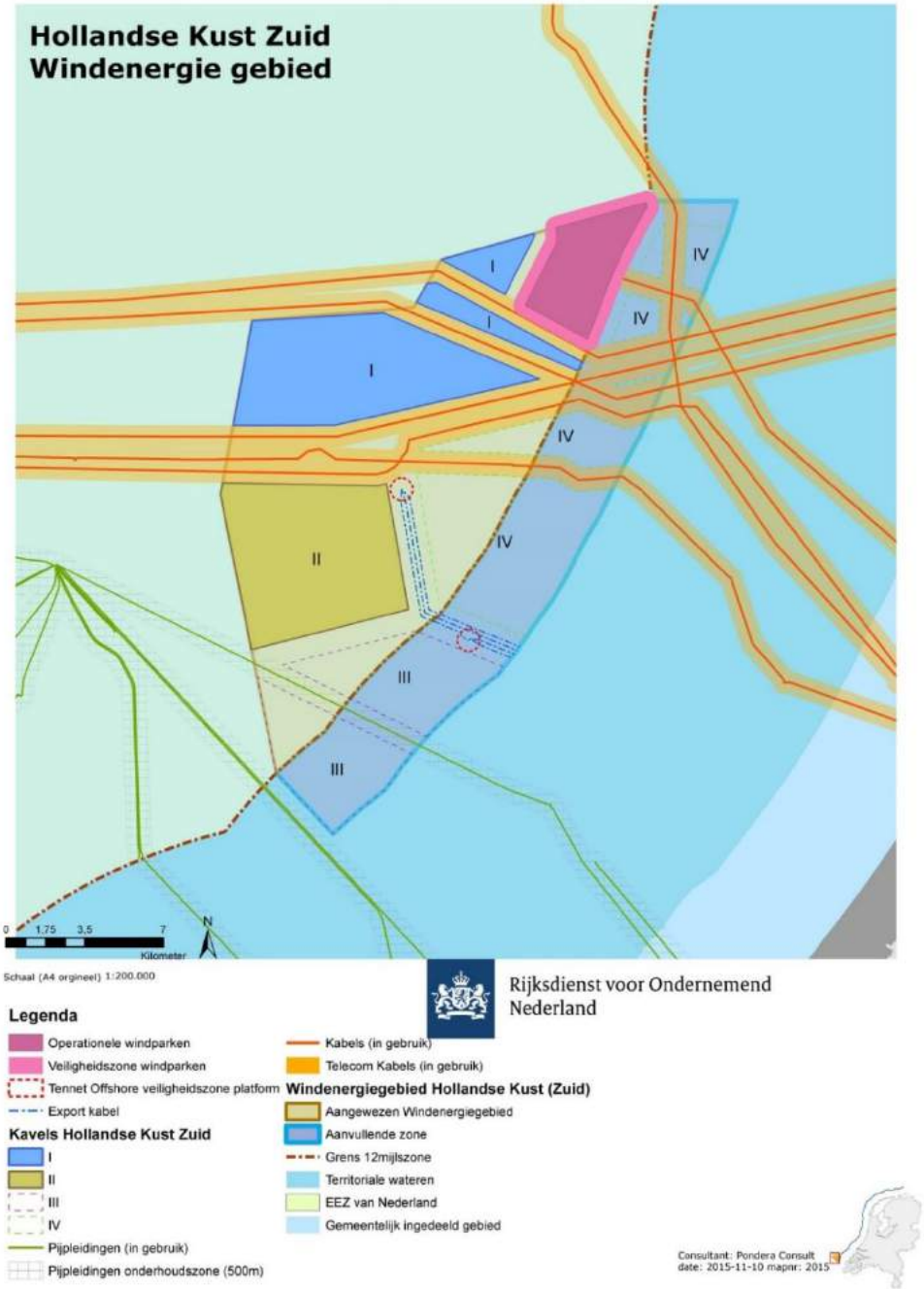
In de VHR en de Nbwet 1998 wordt geen onderscheid gemaakt naar effecten op bepaalde nationale Natura 2000-gebieden. Vanuit dit kader dient het geheel aan effecten op alle Natura 2000-gebieden, die mogelijkerwijs in hun natuurlijke kenmerken kunnen worden aangetast, te worden meegenomen. Dit betekent dat voor die soorten waarvoor een Natura 2000-gebied is aangewezen en de gunstige staat van instandhouding zou kunnen worden aangetast door het geplande windpark, alle relevante Natura 2000-gebieden in de toetsing dienen te worden meegenomen. Met andere woorden: indien uit deze PB blijkt dat ook in een buitenlands Natura 2000-gebied natuurlijke kenmerken kunnen worden aangetast, dan dient het Bevoegd Gezag dit in haar overweging voor het vaststellen van het kavelbesluit mee te nemen.

3 VOORGENOMEN ACTIVITEIT

3.1 Uitgangspunten voor het windpark

Deze PB heeft betrekking op de uitgifte van kavel I in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), zoals weergegeven in figuur 3.1. In kavel I wordt een windpark aangelegd, geëxploiteerd en te zijner tijd weer verwijderd.

Figuur 3.1 Voorgestelde verkaveling en volgorde van uitgifte van de kavels



Aansluiting op het elektriciteitsnet gebeurt door middel van een offshore hoogspanningsstation (offshore high voltage station - OHVS) dat via een tweetal exportkabels naar de kust is aangesloten op het landelijke hoogspanningsnetwerk. De OHVS, exportkabels en netaansluiting worden door TenneT aangelegd en daarvoor wordt een separate milieueffectrapportage doorlopen, inclusief PB. De aansluiting op het elektriciteitsnetwerk valt derhalve buiten de scope van deze PB.

3.2 Bandbreedte benadering

De kavel binnen het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt uitgegeven met de mogelijkheid voor de windparkontwikkelaar om deze naar eigen wens in te richten. De bandbreedte waarbinnen gebleven moet worden, wordt vastgelegd in het kavelbesluit. In het kader hieronder staat kort een uitleg van de bandbreedtebenadering en de te beschouwen alternatieven.

Bandbreedte

Door kavels uit te geven waarbinnen verschillende windturbineopstellingen en –types en funderingsmethoden mogelijk zijn, binnen een bepaalde bandbreedte, wordt een flexibele inrichting van de kavel mogelijk. De ontwikkelaar heeft de vrijheid om een optimaal ontwerp te maken voor het windpark in termen van kosteneffectiviteit en energieopbrengst. Deze bandbreedtebenadering stelt specifieke eisen aan deze PB. Normaliter wordt het voorkeursalternatief onderzocht op mogelijke effecten.

Het onderzoeken van alle mogelijke opstellingen is door de veelheid aan denkbare combinaties echter niet mogelijk. Daarom wordt uitgegaan van een *worst case* benadering: als de *worst case* situatie voor mogelijke effecten toelaatbaar is, dan zijn alle andere opstellingen die daarbinnen blijven eveneens mogelijk.

Alternatieven

De *worst case* situatie kan voor verschillende aspecten, bijvoorbeeld voor vogels en voor zeezoogdieren, anders zijn. Bij het onderzoek is hiermee rekening gehouden door meerdere *worst case* situaties te onderzoeken en te vergelijken.

Om een beeld te verkrijgen van de mogelijkheden om de effecten te verminderen zijn voor elk aspect tevens mitigerende maatregelen benoemd en onderzocht. Hiermee zijn mogelijkheden voor optimalisatie geïdentificeerd en wordt voorkomen dat alleen een *worst case* situatie in beeld is gebracht. Waar zinvol, is in dit verband ook de mogelijke *best case* situatie onderzocht zodat de range aan mogelijke effecten duidelijk is.

3.3 Voorkeursalternatief (VKA)

Deze PB heeft betrekking op het uiteindelijke voorkeursalternatief (VKA) zoals dat in het MER beschreven wordt (hoofdstuk 12). Het VKA is (mede) tot stand gekomen op basis van de milieu-informatie uit het MER, en bestaat uit een voorkeursbandbreedte in combinatie met mitigerende maatregelen.

De mitigerende maatregelen (zie paragraaf 12.6.2 in het MER) hebben betrekking op vogels, vleermuizen en zeezoogdieren.

Mitigerende maatregelen m.b.t. vogels en vleermuizen:

- Stilstandsvoorziening bij het constateren van een gestuwde vogeltrek in combinatie met bepaalde weersomstandigheden.
- Verhogen van de cut-in windspeed (moment van gaan draaien van de rotor bij een bepaalde minimale windsnelheid) naar een waarde van 5 m/s in de nacht gedurende de trekperiode van vleermuizen (half augustus tot en met september).

Mitigerende maatregelen m.b.t. onderwaterleven (zeezoogdieren):

- De geluidsproductie tijdens heien wordt begrensd tot een maximale waarde tussen 163 en 172 dB re µPa2s op 750 meter van de heilocatie. Hierbij wordt rekening gehouden met de verschillen in dichtheden van bruinvissen (als gevoeligste soort) in bepaalde seizoenen en het aantal palen dat geheid wordt. De volgende normering wordt aangehouden:

Tabel 3.1 Normstelling onderwatergeluid voor windparken in gebied Hollandse Kust (zuid) (inclusief de opstart toeslag van 1dB).

Hollandse Kust (zuid) kavel I – IV	**Maximale geluidsbelasting (dB re 1 µPa2s op 750 m)**		
380 MW per kavel	**Periode[1]**		
# turbines	**jan – mei**	**jun – aug**	**sep – dec**
63	163	169	171
54	164	170	172
48	165	171	173
42	166	172	174
38	167	173	175

Naast de geluidsnormering dient gebruik gemaakt te worden van zogenaamde ‘Acoustic Deterrent Devices’ en ‘soft start’ procedures.

Onderstaand is in tabel 3.2 de bandbreedte weergegeven die (in combinatie met de bovengenoemde mitigerende maatregelen) geldt voor het voorkeursalternatief.

Tabel 3.2 Bandbreedte voor kavel I

Onderwerp	**Bandbreedte**
Vermogen individuele windturbines	6 – 10 MW
Tiphoogte individuele windturbines	167 – 251 meter
Tiplaagte individuele windturbines	25 – 30 meter
Rotordiameter individuele windturbines	142 – 221 meter
Onderlinge afstand tussen windturbines	Minimaal 4x rotordiameter
Aantal bladen per windturbine	2 – 3
Type funderingen (substructures)	Monopile, jacket, tripile, tripod, gravity based structure

[1] De dichtheid van bruinvissen is in de zuidelijke Noordzee in de zomer en de herfst lager dan in het voorjaar, waardoor er zich in die seizoenen binnen een door geluid verstoord oppervlak (wat niet seizoens-afhankelijk is) minder bruinvissen bevinden. In de zomer en het najaar kunnen daarom minder strenge normen worden gehanteerd dan in het voorjaar.

Onderwerp	Bandbreedte
Type fundering (foundation)	Paalfunderingen, suction buckets, gravity based structures
Aanlegwijze paalfunderingen	Intrillen, heien, boren, suction
In geval van heien van fundering: hei-energie gerelateerd aan turbinetype / heipaal	1.000 – 3.000 kJ, afhankelijk van bodemcondities en diameter fundering
In geval van heien van fundering: diameter funderingspaal/-palen en aantal palen per turbine:	
Jacket	4 palen van 1,5 – 3,5 meter
Monopile	1 paal van 6 tot 10 meter
Tripod	3 palen van 2 tot 4 meter
In geval van een fundering zonder heien: afmetingen op zeebodem:	
Gravity Based	Tot maximaal 40 x 40 meter
Suction Bucket	Diameter bucket: n.t.b.
Elektrische infrastructuur (inter-array bekabeling)	66 kV

In het MER is, waar zinvol, nagegaan wat de mogelijke *worst case* en *best case* situatie is zodat inzicht in de bandbreedte aan effecten ontstaat. De *worst case* situatie kan voor vogels en vleermuizen en voor zeezoogdieren anders zijn. In de PB is de *worst case* situatie als uitgangspunt genomen zodat de maximale effecten zijn bepaald die zich binnen het voorkeursalternatief (bestaande uit de voorkeursbandbreedte en de vastgestelde mitigerende maatregelen) voor kunnen doen. Voor vogels is de *worst case* situatie de opstelling met het grootste aantal turbines (63 x 6 MW). Voor zeezoogdieren zijn in de PB beide uitersten van de bandbreedte voor wat betreft aantal turbines onderzocht, omdat op voorhand niet zeker is welke van de twee de *worst case* is.

Tabel 3.3 Worst case en best case binnen de voorkeursbandbreedte. Op voorhand is niet te zeggen welke situatie worst of best case is voor onderwaterleven.

Milieuaspect	Bandbreedte	
Vogels en vleermuizen	*Alternatief (Worst case)* 63 x 6 MW turbines Tiplaagte 25 m, rotordiameter 142 m	*Alternatief (Best case)* 38 x 10 MW turbines Tiplaagte 30 m, rotordiameter 221 m
Onderwaterleven	38 x 10 MW turbines Hei-energie: 3.000 kJ 1 turbinelocatie per dag	63 x 6 MW turbines Hei-energie: 1.000 kJ 1 turbinelocatie per dag

4 AFBAKENING

4.1 Verwachte ingreep-effectrelaties per soortgroep

Uit de Handreiking (Prins et al. (2008) en update (Boon 2012)) blijkt dat er op bepaalde soort(groep)en op voorhand geen significante effecten verwacht worden, ongeacht de park- en locatiespecifieke omstandigheden. Deze soorten worden in dit hoofdstuk afgebakend en niet verder meegenomen in de analyse en de toetsing. Voorts zijn er soorten die niet in de Handreiking worden genoemd, maar waar in deze PB toch aandacht aan geschonken wordt. Zo kunnen bijvoorbeeld vleermuizen op de Noordzee voorkomen.

De aanleg, exploitatie en verwijdering van het windpark heeft op verschillende manieren een mogelijk effect op de instandhoudingsdoelstellingen van soorten en habitats van Natura 2000-gebieden. Het gaat hierbij, zoals ook in de Handreiking (Prins et al. 2008, en update) aangegeven, voornamelijk om de effecten van onderwatergeluid tijdens de aanleg- en verwijderingsfase en de aanwezigheid van de parken tijdens de exploitatiefase.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de kenmerken per fase, de mogelijke effecten en de soort-groepen die hierdoor beïnvloed kunnen worden.

Tabel 4.1 Ecologische lokale effecten als gevolg van de voorgenomen ingreep

Fase	**Mogelijke effecten**	**Soortgroepen**					
Aanlegfase		**Fyto-plankton**	**Bodem-fauna**	**Vleer-muizen**	**Vissen & vislarven**	**Zeezoog-dieren**	**Vogels**
Aanleg funderingen	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
	Geluid / trillingen		X		X	X	X
Aanleg kabels	Ruimtebeslag		X		X		
	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
Scheepvaart	Geluid / trillingen				X	X	
Exploitatiefase							
Aanwezigheid	Aanvaringsrisico			X			X
windturbines	Geluid/trillingen				X	X	
	Ruimtebeslag					X	X
	Hard substraat		X		X		X
Aanwezigheid kabels	Elektromagnetische velden		X		X	X	
Scheepvaart tbv onderhoud	Geluid / trillingen				X	X	
Verbod scheepvaart	Geluid / trillingen				X	X	
	Verbod visserij		X		X	X	X
Verwijderingsfase							
Verwijderen	Waterkwaliteit	X	X		X	X	

Fase	Mogelijke effecten	Soortgroepen					
funderingen	Geluid / trillingen				X	X	X
Verwijderen kabels	Waterkwaliteit	X	X		X	X	
Scheepvaart	Geluid / trillingen				X	X	

X = de soortgroep wordt beïnvloed door het effect, deze invloed kan zowel positief als negatief zijn

Leeswijzer

In de volgende paragrafen wordt in eerste instantie een korte analyse gegeven van de ingreep-effect relaties van de aanleg, exploitatie en verwijdering van windparken (par. 4.1). Vervolgens wordt een afbakening gemaakt van de relevante soorten die in het kader van deze PB dienen te worden behandeld (par. 4.2 tot en met 4.6). Ook de mogelijke effecten van de aanleg en het gebruik van het windpark op Natura 2000-habitats zijn in de Handreiking beperkt behandeld. Hierbij werden vooral de mogelijke relevante effecten opgemerkt van een verminderde aanvoer van vislarven op de kraamkamer- en opgroeifuncties van habitattypen 1110 en 1140. De relevantie van mogelijke effecten van de aanleg, exploitatie en ontmanteling van windparken op het NCP op habitattypen in Natura 2000-gebieden zal worden behandeld in paragraaf 4.5.

4.1.1 Verwachte effecten op fytoplankton

Naar verwachting hebben de met de ingreep gepaard gaande activiteiten en kenmerken geen significante effecten op fytoplankton in de kustzee en ‘offshore’. De totale oppervlakte waar verstoring plaatsvindt, is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van het fytoplankton in de Noordzee. Effecten op fytoplankton zijn bovendien van tijdelijke aard. Zeker is dat de effecten op fytoplankton niet zullen leiden tot een effect op een Natura 2000-gebied omdat daarvoor de relatie te indirect is en de afstanden tussen de lokaal optredende effecten en deze gebieden te groot zijn. Er zal in deze PB dan ook niet verder worden ingegaan op fytoplankton.

4.1.2 Verwachte effecten op bodemfauna

Naar verwachting heeft de met de ingreep gepaard gaande bodemberoering geen significante effecten op bodemdieren van de kustzee en ‘offshore’. De totale oppervlakte aan verstoorde bodem is verwaarloosbaar klein ten opzichte van het totale leefgebied van de betreffende bodemdiergemeenschappen in de kustzee. De effecten voor de locaties van de windturbines zijn blijvend, maar voor de rest van het parkoppervlak betreft het een tijdelijk effect. Het onderwaterleven zal na de constructieperiode van het windpark snel terugkeren naar het gebied. Door het ontbreken van visserij tijdens de vergunde periode is het waarschijnlijk dat de bodem zich kan herstellen en ontwikkelen, waardoor er een positief effect op de bodemfauna zal optreden. Zeker is dat de effecten op bodemdieren niet zullen leiden tot een effect op een Natura 2000-gebied omdat daarvoor de afstanden tussen de lokaal optredende effecten en deze gebieden te groot zijn. Er zal in deze PB dan ook niet verder worden ingegaan op de bodemfauna.

4.1.3 Verwachte effecten op vleermuizen

In een artikel van Boshamer en Bekker (2008) wordt gemeld dat er regelmatig vleermuizen gevonden worden op gas- en olieplatforms op het NCP. De waarnemingen (34 exemplaren) zijn verricht tussen 1988 en 2007. De meest waargenomen soort is de ruige dwergvleermuis (26

exemplaren), daarnaast zijn de rosse vleermuis (2x), de noordse vleermuis (2x), de laatvlieger (1x) en de tweekleurige vleermuis (3x) waargenomen. Voor geen van deze soorten zijn beschermde gebieden aangewezen in het kader van de VHR.

De in Nederland voorkomende soorten Ingekorven vleermuis, Bechsteins vleermuis, vale vleermuis en mee vleermuis zijn opgenomen in bijlage II van de Habitatrichtlijn. Voor soorten van bijlage II die geregeld in ons land voorkomen, moet Nederland beschermde gebieden aanwijzen. In Nederland zijn verschillende mergelgroeves en twee kloosters in Limburg aangewezen voor één of meer van de genoemde soorten. Daarnaast zijn verspreid over het land enkele gebieden aangewezen voor de mee vleermuis. Alleen het duingebied Meijendel en Berkheide ligt in de buurt van de Noordzeekust. De instandhoudingsdoelstelling voor de meervleermuis voor dit gebied omvat “het behoud van de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor het behoud van de populatie”. In de toelichting wordt opgemerkt dat de meervleermuis in dit gebied in bunkers overwintert; het betreft momenteel het belangrijkste overwinteringsgebied voor deze soort in Nederland. Voor de soort zijn ook de aanwezige landgoederen van belang, omdat deze fungeren als zomerverblijven.

Meervleermuizen foerageren tot een maximale afstand van ongeveer 30 km (Limpens et al, 2006) vanaf hun zomerverblijfplaats en bij voorkeur boven (oevers van) sloten, rivieren en meren (Limpens 2001). De open zee is niet bijzonder geschikt voor meervleermuizen om te foerageren, aangezien de hoge golven de echolocatie van de dieren verstoren. Er zijn echter wel enkele waarnemingen van meervleermuizen bekend op de Waddenzee bij Friesland en bij Bremerhaven (Dld), maar deze dieren foerageerden dicht langs de kust boven ondiepe delen. Kavel I ligt op minimaal 22 kilometer van de kust en de kans dat meervleermuizen tot in het park foerageren is zeer klein.

De meervleermuis is een soort die migreert over middellange afstand (tot maximaal +/- 500km.). De winterverblijfplaatsen bevinden zich in Nederland hoofdzakelijk in bunkers op de Veluwe en langs de kust van Zuid-Holland en in mergelgroeves in Zuid-Limburg. Verder zijn de dieren in geringe mate in de winter teruggevonden in België, Duitsland en Noord-Frankrijk. Er zijn geen waarnemingen bekend van overwinterende meervleermuizen in Groot-Brittannië. Ook zijn er nooit meervleermuizen gevonden op gas- en olieplatformen op de Noordzee. Migratie van deze soort over de Noordzee lijkt daarmee uitgesloten.

Ten aanzien van de vleermuissoorten van bijlage II van de Habitatrichtlijn waarvoor in Nederland Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, geldt dat negatieve effecten als gevolg van de aanleg en exploitatie van het windmolenpark in kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op voorhand zijn uit te sluiten. De instandhoudingsdoelstellingen van de betreffende Natura 2000-gebieden worden door de ingreep niet aangetast. Vleermuizen zullen derhalve niet verder worden meegenomen in de effectbeoordeling.

4.1.4 Verwachte effecten op vissen

In de Noordzee komen enkele diadrome vissoorten voor waarvoor beschermde Natura 2000-gebieden zijn aangewezen volgens Annex II van de Habitatrichtlijn. Het gaat hier om zeeprik, rivierprik, elft, fint en zalm. De zeeprik, rivierprik en de fint zijn onder andere beschermd in de Natura 2000-gebieden Waddenzee, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlakte van de Raan.

Volgens de Handreiking PB worden er geen significante effecten op (voor Natura 2000-gebieden aangewezen) vissoorten verwacht.

Recent is een publicatie verschenen waaruit blijkt dat vissen van zeer hoge niveaus van met heiklappen overeenkomend pulsgeluid nog geen schade ondervinden (Halvorsen e.a., 2012; Popper et al 2014). Bij vissen zonder zwemblaas werden bij een cumulatieve SEL van 216 dB re 1 μPa^2s nog geen effecten gevonden. Vissen met een zwemblaas bleken wat gevoeliger, maar ook deze vissen (meerdere soorten) bleken aan een cumulatieve SEL van ca. 207 dB re 1 μPa^2s te kunnen worden blootgesteld zonder schade op te lopen.

Een aantal vissen behoort tot beschermde soorten volgens de Habitatrichtlijn. Het gaat om soorten die migreren tussen zoet en zout water. De kennis over de verspreiding van deze beschermde soorten in de Noordzee is zeer beperkt, echter op basis van deskundigenoordeel wordt niet verwacht dat de windmolenlocaties van wezenlijk belang zijn. Bovendien zijn de belangrijkste knelpunten voor de huidige instandhouding van deze beschermde soorten de kwaliteit en beschikbaarheid van zoetwaterhabitats. Mede om die reden worden significante effecten van de aanleg van windparken op deze soorten niet verwacht. Directe effecten op vissen worden dan ook niet meegenomen in deze PB.

4.1.5 Verwachte effecten op vislarven

Door de hoge geluidsdruk bij de heiwerkzaamheden in de aanlegfase is het denkbaar dat vislarven binnen een zekere straal rondom de heipaal zouden sterven, wat na verloop van tijd zou kunnen leiden tot een verminderde aanvoer van larven en juvenielen van belangrijke prooivissen voor beschermde visetende vogels en zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden. Dit zou vervolgens kunnen leiden tot een verminderd broedsucces van in Natura 2000-gebieden beschermde vogels en tot aantasting van de populatiefitness van in Natura 2000-gebieden beschermde zeezoogdieren. In de kernopgaven voor de Waddenzee staat dat het gebied tevens dient als ‘kraamkamer’ voor vis. Een eventuele verminderde aanvoer van vislarven naar de Waddenzee zou dan ook geïnterpreteerd kunnen worden als een mogelijk risico op aantasting van deze kernopgave.

Op basis van de overwegingen uit de vorige paragraaf zijn in de Passende Beoordelingen van de offshore windparken uit ronde 2 (2009 en later) met behulp van een vislarvenmodel berekeningen uitgevoerd uitgaande van een sterfte van vislarven van 100% binnen een kilometer van de heilocatie (heipaal). Het uitgangspunt van het model van een sterfte van vislarven van 100% binnen een kilometer van de heilocatie (heipaal) was echter niet in onderzoek aangetoond, maar was een *worst case* aanname op basis van aanwijzingen in de literatuur. Op dit moment zijn resultaten van onderzoek beschikbaar gekomen die een ander licht werpen op deze aanname.

In 2012 zijn in het kader van het Shortlist Masterplan Wind (SMW) onderzoeksprogramma nieuwe experimentele gegevens gepubliceerd over het effect van geluid ten gevolge van heiwerkzaamheden op een ‘typische’ Noordzee heilocatie op larven van tong (*Solea solea*, Bolle et al. 2012). Hierbij zijn larven van drie verschillende ontwikkelingsstadia van tong (inclusief het stadium met dooierzak en zwemblaas) blootgesteld aan geluidspulsen die representatief waren voor heiwerkzaamheden (tot een geluidniveau van 210 dB re 1uPa2). De overleving van de aan de geluidspulsen blootgestelde tonglarven verschilde niet significant van

een controlegroep. Dit betekent dat geen significante effecten aangetoond worden. Statistisch gezien is het mogelijk dat een theoretisch resteffect niet uit te sluiten is van 14% sterfte tot 400 meter en kleiner dan 14% sterfte in de range van 400-1000 meter van de heilocatie. Dit resulteert *worst case* in een vermindering van de effecten op tonglarven van 50% te opzichte van de inschattingen van Prins et al. (2009).

De onderzoekers concludeerden dat hun gegevens niet zonder meer geëxtrapoleerd kunnen worden naar vislarven in zijn algemeenheid en dat effecten van heien op vislarven mogelijk soortafhankelijk zijn. Daarom zijn de experimenten herhaald voor twee andere soorten, zeebaars en haring, zodat een meer representatief beeld verkregen kan worden.

De uitkomsten van het laboratoriumonderzoek naar de larven van zeebaars laten vergelijkbare resultaten zien als het onderzoek naar tonglarven, ook hier zijn geen significante effecten geconstateerd (Effect of pile driving sound on the survival of fish larvae. Progress report 2013): “Het werk aan zeebaarslarven is voltooid, de finale experimenten zijn in 2013 uitgevoerd. Het effect van heigeluid is bestudeerd voor 2 larvale stadia. Vijf behandelingen (3 blootstellings- en 2 controlegroepen) zijn uitgevoerd. Elke behandeling is 10 keer herhaald. Het aantal herhalingen was gebaseerd op de resultaten van de pilot experimenten en de power analyse die uitgevoerd zijn in 2012. De 3 blootstellingen bestonden uit het hoogste geluidsniveau van de SMW experimenten, een 10 dB hoger cumulatief niveau en een 7 dB hoger piek niveau. Er zijn geen significante effecten op overleving waargenomen gedurende de 10-daagse monitoringsperiode. In het geval van tong kon het ontbreken van effecten geweten worden aan de beperkte zwemblaasontwikkeling, maar de zeebaarslarven hadden goed ontwikkelde, relatief grote zwemblazen. Deze resultaten bevestigen de eerdere suggestie dat de VS interim criteria te voorzichtig zijn geformuleerd.”. Ook het onderzoek naar haringlarven laat een vergelijkbaar beeld zien: bij de haringlarven konden geen significante effecten aangetoond worden.

De conclusie die uit het vislarvenonderzoek getrokken kan worden is dat er geen reden is om aan te nemen dat vislarvensterfte ten gevolge van onderwatergeluid, dat vrijkomt bij het heien van funderingspalen, tot relevante effecten leidt. Ten opzichte van de aannames in eerdere milieueffectrapporten en Passende Beoordelingen voor windparken op zee kan dan ook met zekerheid gesteld worden dat de effecten veel geringer zijn, zodanig zelfs dat geen wezenlijke invloed resteert. In het geval dat nog enige sterfte optreedt in de directe omgeving van de hei-locatie zijn de effecten dermate lokaal dat de doorwerking op de aanwas van juveniele vis verwaarloosbaar is.

Hierbij kan nog aangetekend worden dat de effecten bij de eerder aangenomen vislarvensterfte van 100% binnen een kilometer van de heilocatie, al als verwaarloosbaar beschouwd werden voor de vissenpopulaties gezien de grootte van het leefgebied van vissen en de beperkte omvang van eventuele effecten.

Na het bovengenoemde onderzoek blijkt dat de eerdere berekeningen op basis van het model met 100% sterfte binnen een kilometer in de PB voor windmolenparken op zee te conservatief waren. De effecten van de verminderde larvenaanvoer na doorwerking op de meest gevoelige vogelsoorten en zeezoogdieren blijven ruim onder de 1% op populatieniveau. Dit betekent dat ook wanneer de statistisch niet uit te sluiten ‘reststerfte’ op zou treden bij het heien, uitgesloten

kan worden dat significante effecten optreden op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden. In deze PB wordt daarom verder niet ingegaan op de effecten op vislarven.

4.1.6 Verwachte effecten op zeezoogdieren en vogels

In de volgende paragrafen worden per fase de effecten op zeezoogdieren en vogels nader besproken. Tevens vindt er een afbakening plaats van aan de ingreep gerelateerde activiteiten of kenmerken die geen effecten hebben op deze soortgroepen.

4.2 Ingreep- effectrelaties per fase

4.2.1 Aanlegfase

Tijdens de aanlegfase zijn er drie activiteiten die lokaal tot ecologische effecten kunnen leiden. Het betreft de aanleg van de funderingen, de aanleg van kabels en scheepvaart.

Tabel 4.2 ecologische lokale effecten tijdens de aanlegfase

Activiteiten aanlegfase	Effect	Vogels	Zeezoogdieren
Aanleg funderingen	Waterkwaliteit	0	0
	Geluid / trillingen	0	X
Aanleg kabels	Ruimtebeslag	0	0
	Waterkwaliteit	0	0
Scheepvaart	Geluid / trillingen	0	0

0 = gering effect, geen effect op de gunstige staat van instandhouding
x = mogelijk negatief effect

Activiteiten

Scheepvaart
Voor de aanlevering van bouwmaterialen, het op locatie brengen van hei- en hefschepen en het vervoer van arbeiders zal scheepvaart plaatsvinden, wat plaatselijk leidt tot geluid en trillingen. Lokaal kan hierdoor verstoring optreden van vogels, vissen, vislarven en zeezoogdieren. Deze scheepvaart is van tijdelijke aard, namelijk alleen gedurende de aanlegfase van het windpark. Kavel I bevindt zich in intensief bevaren gebied, nabij drukke scheepvaartroutes. De toename van scheepvaart door de voorgenomen ingreep is dan ook verwaarloosbaar voor het leefgebied van vogels, vissen en zeezoogdieren. Hoewel lokaal verstoring kan optreden, worden daarom significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten.

Aanleg kabels
Deze PB is opgesteld in het kader van het kavelbesluit voor windenergiegebied Hollandse Kust. De kabels die lopen vanaf het kavel naar de kust zijn de verantwoordelijkheid van TenneT en vallen buiten het kavelbesluit en derhalve ook buiten deze PB. De kabels in het kavel, dus van de windturbines naar een nog te realiseren hoogspanningsstation, maken wel onderdeel uit van deze PB. De aanleg van de kabels leidt tot ruimtebeslag en tijdelijk en plaatselijk tot vertroebeling van het zeewater. Deze effecten zijn zeer gering en lokaal. Effecten op de instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden van Natura 2000-gebieden worden uitgesloten.

Aanleg funderingen
Tijdens de aanleg van de funderingen kunnen heiwerkzaamheden plaatsvinden (worst case), waardoor geluidsgolven geproduceerd worden die onder water tot op grote afstand voor verstoring kunnen zorgen. Deze verstoring kan zich op verschillende manieren uiten, zoals aangepast gedrag, vluchtgedrag, maar ook als gehoorbeschadiging en fysieke (weefsel)beschadiging (vissen en zeezoogdieren) en op zeer korte afstand van de heilocatie mogelijk tot sterfte van vissen.

Soorten

Zeezoogdieren
Heien kan leiden tot afwijkend (vlucht)gedrag, verwonding en permanente of tijdelijke gehoor-drempelverschuivingen van zeezoogdieren. Voor enkele zeezoogdieren (bruinvis, grijze zeehond en gewone zeehond) geldt dat zij binnen Natura 2000-gebieden beschermd zijn (paragraaf 4.4).

Vogels
In de aanlegfase worden significant negatieve directe effecten op vogels uitgesloten. Als gevolg van toegenomen scheepvaart kunnen vogels mogelijk het gebied vermijden tijdens hei-werkzaamheden, waardoor in het ergste geval slechts tijdelijk een zeer beperkt habitatverlies optreedt. Hiervoor is (in paragraaf 4.1.5) vermeld dat uitgesloten kan worden dat door vislarvensterfte significante effecten optreden op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden.

Natura 2000-gebieden
Er zijn twee manieren waarop verstoring door onderwatergeluid effecten op de instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden kan hebben. Enerzijds kan een verstorend geluidsniveau reiken tot in een Natura 2000-gebied, waardoor er een direct effect is op de kwaliteit van het gebied als verblijfplaats voor zeezoogdieren. Anderzijds kan verstoring optreden op individuen die zich binnen de verstoringscontour bevinden en een directe relatie hebben met (instandhoudingsdoelstellingen van) Natura 2000-gebieden. Een voorbeeld is een zeehond die zich op het NCP begeeft om te foerageren, maar die onderdeel is van de populatie in de Waddenzee. In paragraaf 4.4 wordt hier verder op ingegaan.

4.2.2 Exploitatiefase

Tijdens de exploitatiefase zijn er vier kenmerken die lokaal tot ecologische effecten kunnen leiden. Het betreft de aanwezigheid van de funderingen/turbines, de aanwezigheid van kabels, het onderhoud van het park en het verbod op scheepvaart >24 meter en dus ook visserijschepen >24 meter.

Tabel 4.3 Ecologische lokale effecten tijdens de exploitatiefase

Activiteiten exploitatiefase	Effect	Vogels	Zeezoogdieren
Aanwezigheid windturbines	Aanvaringsrisico	X	0

Activiteiten exploitatiefase	Effect	Vogels	Zeezoogdieren
	Geluid / trillingen	0	X
	Ruimtebeslag	X	X
	Hard substraat	0	0
Aanwezigheid kabels	Elektromagnetische velden	0	0
Scheepvaart tbv onderhoud	Geluid / trillingen	0	0
Verbod scheepvaart >24 m	Geluid / trillingen	0	0
	Verbod Visserij	0	0

0 = gering effect, geen effect op de gunstige staat van instandhouding
x = mogelijk negatief effect

Activiteiten

Scheepvaart ten behoeve van onderhoud
Voor het onderhoud van de windturbines tijdens de exploitatiefase zal scheepvaart plaatsvinden, die plaatselijk leidt tot aanwezigheid van schepen, geluid en trillingen. Het is nu nog niet bekend vanuit welke havens scheepvaart ten behoeve van onderhoud zal plaatsvinden. Dit scheepvaartverkeer is echter niet van dermate grote schaal dat het ten opzichte van het gebruikelijke verkeer in zeehavens tot grote extra drukte zal leiden. Lokaal kan door scheepvaart verstoring optreden voor vogels, en zeezoogdieren. Kavel I bevindt zich in intensief bevaren gebied, nabij drukke scheepvaartroutes. De lokale toename van scheepvaart is verwaarloosbaar ten opzichte van het leefgebied van vogels, vissen en zeezoogdieren. Hoewel lokaal verstoring kan optreden, worden daarom significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden uitgesloten.

Aanwezigheid kabels
De kabels veroorzaken een elektromagnetisch veld dat tot een afstand van maximaal enkele meters een negatief effect kan hebben op de prooidetectie van bepaalde kraakbeenvissen (Gill, 2005). Tijdens experimenten met kraakbeenvissen werden niet geheel consistente resultaten gevonden; sommige vissen leken aangetrokken te worden, anderen werden afgestoten door het elektromagnetische veld. Het effect strekte zich uit tot enkele meters afstand van de experimentele kabel (Gill, 2008). Hierdoor wordt een verwaarloosbaar klein deel van het habitat van deze vissen minder geschikt. Deze effecten zijn bovendien zeer gering en de getroffen vissoorten zijn niet beschermd in Natura 2000-gebieden. Effecten op de instandhoudingsdoelstellingen en natuurwaarden van Natura 2000-gebieden worden dan ook uitgesloten.

Verbod op scheepvaart >24 meter
Windparken op de Noordzee zijn tot nu toe verboden terrein voor schepen groter dan 24 meter, uitgezonderd bestemmingsverkeer. Dit leidt tot een afname van geluid en trillingen van scheepvaart die normaliter wel in het gebied voor zou kunnen komen. Aangezien het plangebied in druk bevaren gebied ligt, is deze afname in verhouding verwaarloosbaar. Het verbod op scheepvaart (>24 meter) houdt ook in dat er gedurende de exploitatiefase van het

windpark (ca. 20 jaar) geen visserij (>24 meter en bodemberoerende) meer in het gebied mag plaatsvinden. Hierdoor kan de zeebodem in het gebied herstellen wat onder andere positieve effecten kan hebben op de bodemfauna. Samen met het ontbreken van grotere visserijschepen (>24 meter) kan dit mogelijk een positief lokaal effect hebben op vissen en zeezoogdieren, maar effecten op instandhoudings-doelstellingen van Natura 2000-gebieden worden hierdoor niet verwacht; daarvoor zijn de effecten naar verwachting niet sterk genoeg.

Aanwezigheid windturbines
Door de aanwezigheid van windturbines is het mogelijk dat vogels in botsing komen met mast of wieken en daardoor komen te overlijden. Dit geldt voor kolonievogels die vanuit Natura 2000-gebieden foerageren en daarbij door het windmolenpark vliegen, maar ook voor trekvogels die jaarlijks vanuit Natura 2000-gebieden naar het zuiden of westen trekken en weer terugkomen.

Sommige vogelsoorten hebben een zekere neiging om windparken te ontwijken (Dierschke & Garthe, 2006), waardoor de aanwezigheid van het park kan leiden tot habitatverlies en/of omvlieggedrag (paragraaf 4.3). Tijdens de exploitatie worden er ook geluiden en trillingen geproduceerd door de windturbines, wat een verstorend effect kan hebben op zeezoogdieren (Prins et al, 2008). In paragraaf 4.4 wordt verder op zeezoogdieren ingegaan.

De windturbines en steenstort rondom de palen zorgen voor hard substraat op de anders zandige bodem van het gebied. Hierop kan zich benthische fauna vestigen en er worden schuilplaatsen gecreëerd waar bepaalde vissoorten gebruik van kunnen maken. Enkele vogelsoorten, zoals de aalscholver, kunnen vervolgens gericht foerageren op het ‘bewoonde’ harde substraat. Deze effecten zijn echter zeer lokaal en zullen niet doorwerken op Natura 2000-gebieden.

4.2.3 Ontmantelingsfase

Over geluidsproductie en andere verstorende effecten tijdens de ontmantelingsfase is nog weinig bekend. De methoden die gebruikt zullen worden voor de ontmanteling zijn evenmin bekend. Tot nog toe zijn geen windparken op zee ontmanteld, waardoor er een gebrek aan informatie met betrekking tot deze activiteit voorhanden is. Algemeen wordt aangenomen dat deze fase leidt tot dezelfde type, maar minder, verstoring als tijdens de aanlegfase (Prins et al, 2008).

Tabel 4.4 Ecologische lokale effecten tijdens de ontmantelingsfase

Activiteiten ontmantelingsfase	Effect	Vogels	Zeezoogdieren
Verwijderen funderingen	Waterkwaliteit	0	0
	Geluid / trillingen	0	X
Verwijderen kabels	Waterkwaliteit	0	0
Scheepvaart	Geluid / trillingen	0	X

0 = gering effect, geen effect op de gunstige staat van instandhouding
x = mogelijk negatief effect

4.3 Vogels

In het MER zijn in hoofdstuk 6 de effecten bepaald en beoordeeld van een voorgenomen windpark in kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Hieruit bleek het volgende:

- Effecten als gevolg van aanvaringen, barrièrewerking, habitatverlies en indirecte effecten op kolonievogels, broedend binnen Natura 2000-gebieden en die gebruik kunnen maken van kavel I tijdens foerageertochten in het broedseizoen zijn uit te sluiten. Geen van de soorten kolonievogels broedend binnen Natura 2000-gebieden heeft kavel I in bereik. Significante effecten zijn daarom ook uit te sluiten. De onderbouwing hiervan wordt verder uitgewerkt in deze PB voor de verschillende Natura 2000-gebieden.
- Effecten als gevolg van aanvaringen en habitatverlies op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden, die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel I, zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten. De onderbouwing hiervan wordt verder uitgewerkt in deze PB voor de verschillende Natura 2000-gebieden.
- Effecten als gevolg van barrièrewerking en indirecte effecten op bovenstaande niet-broedvogels zijn wel uit te sluiten. Deze worden dan ook niet verder behandeld in deze PB.
- Effecten op enkele soorten vogels op seizoenstrek uit Natura 2000-gebieden, die tijdens de trek door kavel I vliegen, als gevolg van aanvaringen zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten. De onderbouwing hiervan wordt verderop uitgewerkt in deze PB.
- Aangezien niet te bepalen is tot welke Natura 2000-populaties trekvogels behoren, worden niet alle gebieden waarvandaan trekvogels afkomstig zouden kunnen zijn besproken, maar worden de soorten enkel generiek beoordeeld.
- Effecten op enkele soorten trekvogels uit Natura 2000-gebieden, die tijdens de seizoens-trek door kavel I vliegen, als gevolg van barrièrewerking, habitatverlies en indirecte effecten zijn uit te sluiten. Deze worden dan ook niet verder behandeld in deze PB.

4.4 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren kunnen zowel tijdens de aanlegfase als de exploitatie- en verwijderingsfase effecten ondervinden van het windpark. Onderwatergeluid kan leiden tot verstoring, tijdelijke of permanente gehoorbeschadiging (alleen tijdens aanleg), habitatverlies en barrièrewerking. Tijdens de aanleg kunnen de effecten van geluid mogelijk aanzienlijk zijn. De verstoring is echter tijdelijk. Tijdens de exploitatiefase is het onderwatergeluid beperkt, maar wel van langdurige aard. De zeezoogdieren waarvoor instandhoudingsdoelstellingen zijn geformuleerd in Natura 2000-gebieden en die in het plangebied voorkomen zijn bruinvis, grijze zeehond en gewone zeehond. In deze PB wordt dan ook uitsluitend met deze zeezoogdieren rekening gehouden.

Indirecte effecten op zeezoogdieren als gevolg van effecten op de populatieomvang van vissen (als stapelvoedsel voor zeezoogdieren) kunnen wel op voorhand worden uitgesloten.

4.5 Natura 2000-gebieden

4.5.1 Gebieden i.r.t. effect op vogels

In hoofdstuk 5 wordt de afbakening gegeven van welke broedvogels (kolonievogels) en niet-broedvogels de effecten van de voorgenomen ingreep moeten worden beoordeeld. Voor deze

soorten worden ook de relevante Natura 2000-gebieden besproken waarvoor deze soorten zijn aangewezen. Daarnaast worden ook enkele relevante buitenlandse Natura 2000-gebieden meegenomen.

Behandeld worden de van oorsprong ‘Vogelrichtlijngebieden’ die liggen op de Nederlandse Noordzee en die instandhoudingsdoelstellingen hebben voor niet-broedvogels, te weten Voordelta, Noordzeekustzone, Duinen en Lage Land Texel en Friese Front. Daarnaast is ook het gebied Bruine Bank meegenomen, omdat hiervoor ook het voornemen bestaat om dit gebied aan te wijzen voor vogelsoorten.

Daarnaast worden de Natura 2000-gebieden Duinen en Lage Land Texel, Veerse Meer en Krammer Volkerak behandeld omdat deze instandhoudingsdoelstellingen hebben voor broedvogels (kleine mantelmeeuw). Dit betreft aanwijsbesluiten voor de kleine mantelmeeuw. Voor alle andere soorten die als broedvogels beschermd zijn in Natura 2000-gebieden ligt kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) buiten bereik en worden niet behandeld in voorliggende PB.

Andere (buitenlandse) Natura 2000-gebieden liggen buiten de directe invloedssfeer van een windpark in kavel I in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Habitatrichtlijngebieden zoals Coepelduynen, Meijendel & Berkheide, Westduinpark en Wapendal, Solleveld & Kapittelduinen zijn niet aangewezen voor broedvogels of voor niet-broedvogels en zijn derhalve niet relevant voor deze PB. Het gebied Meijendel & Berkheide is wel voor de meervleermuis aangewezen, maar van die soort worden geen slachtoffers in offshore windparken verwacht (zie ook paragraaf 4.1.3).

4.5.2 Gebieden i.r.t. effect op zeezoogdieren

Effecten van de aanleg en exploitatie van het windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn alleen tijdens de aanlegfase van die omvang dat effecten op instandhoudingsdoelen voor zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het gaat om de effecten van de toename van onderwatergeluidsniveaus als gevolg van het heien van de funderingen via zogenaamde externe werking. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Directe externe werking: het geluid beïnvloedt de kwaliteit van het leefgebied van de dieren waarvoor in het N2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden
- Indirecte externe werking: de invloed van het geluid op dieren buiten het betreffende N2000-gebied moet deels worden toegerekend aan dit N2000-gebied (bijvoorbeeld als de foerageerfunctie buiten het N2000-gebied zodanig negatief zou worden beïnvloed dat dit niet verenigbaar is met de gestelde doelen voor het N2000-gebied).

De gebieden die in de beoordeling worden meegenomen zijn de Waddenzee, Voordelta, Vlakte van de Raan, Noordzeekustzone, Oosterschelde en Westerschelde & Saeftinghe.

5 HUIDIGE SITUATIE

5.1 Vogels

Onderstaand wordt voor de verschillende Natura 2000-gebieden een overzicht gegeven van soorten waarvoor instandhoudingsdoelstellingen gelden in relevante gebieden (zie paragraaf 4.5). Onderscheid wordt gemaakt in gebieden die zijn of worden aangewezen voor broedvogels (kleine mantelmeeuw in Duinen en Lage Land Texel, Veerse Meer, Krammer Volkerak) of niet-broedvogels (Voordelta, Noordzeekustzone, Duinen en Lage Land Texel en Friese Front.). Andere broedvogels van Natura 2000-gebieden hebben kavel I van Hollandse Kust (zuid) niet in bereik en worden ook niet verder behandeld in voorliggende PB.

Duinen en Lage Land Texel

Ten noorden van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land van Texel. In dit gebied zijn 12 vogelsoorten aangewezen als broedvogel met instandhoudingsdoelstellingen (tabel 5.1). Van deze soorten maken alleen kleine mantelmeeuwen lange foerageertochten tijdens het broedseizoen. Van het GPS-logger-onderzoek aan foeragerende kleine mantelmeeuwen bleek dat de vogels van kolonies op Texel voornamelijk richting het westen vliegen en in mindere mate richting het zuiden (Camphuysen 2011). Het aantal broedende kleine mantelmeeuwen van de kolonie op Texel dat windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) passeert tijdens foerageervluchten is te verwaarlozen. Significante effecten voor deze soort in Duinen en Lage Land Texel zijn uitgesloten.

Tabel 5.1 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen vogelsoorten in Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel.

Broedvogels		
roerdomp (behoud 5p)	blauwe kiekendief (behoud 20p)	dwergstern (verbeter tot 40p)
lepelaar (behoud 120p)	kluut (behoud 120p)	velduil (verbeter tot 20p)
eider (behoud 110p)	bontbekplevier (verbeter tot 20p)	roodborsttapuit (behoud 40p)
bruine kiekendief (behoud 30p)	kleine mantelmeeuw (behoud 14.000p)	tapuit (verbeter tot 100p)

Veerse Meer

Op basis van foerageerranges die zijn bepaald met GPS-logger-onderzoek in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk blijkt dat kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) slechts incidenteel bereikt kan worden door broedende kleine mantelmeeuwen uit kolonies in het Veerse Meer en daarom wordt dit gebied ook niet verder behandeld in voorliggende PB.

Krammer Volkerak

Van kleine mantelmeeuwen uit de kolonie in het Krammer Volkerak is bekend dat deze maar incidenteel op zee foerageren (Gyimesi *et al.* 2011), en dus zal de procentuele flux van broedende kleine mantelmeeuwen vanuit deze kolonies in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) verwaarloosbaar zijn. Significante effecten voor deze soort in Krammer Volkerak zijn uitgesloten en daarom wordt dit gebied ook niet verder behandeld in voorliggende PB.

Voordelta

Het Natura 2000-gebied Voordelta is voor diverse niet-broedvogel soorten aangewezen met instandhoudingsdoelstellingen gericht op het behoud van bepaalde populaties. In totaal 30 soorten zijn aangewezen en 26 daarvan hebben kwantitatieve doelstellingen (tabel 5.2).

Tabel 5.2 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen vogelsoorten als niet-broedvogel in Natura 2000-gebied Voordelta.

roodkeelduiker (behoud)	pijlstaart (250)	zilverplevier (210)
fuut (280 ind.)	slobeend (90)	drieteenstrandloper (350)
kuifduiker (6)	topper (80)	bonte strandloper (620)
aalscholver (480)	eider (2500)	rosse grutto (190)
lepelaar (10)	zwarte zee-eend (9700)	wulp (980)
grauwe gans (70)	brilduiker (330)	tureluur (460)
bergeend (360)	middelste zaagbek (120)	steenloper (70)
smient (380)	scholekster (2500)	dwergmeeuw (behoud)
krakeend (90)	kluut (150)	grote stern (behoud)
wintertaling (210)	bontbekplevier (70)	visdief (behoud)

Noordzeekustzone

Ten oosten/noordoosten van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ligt het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. In dit gebied zijn 3 vogelsoorten aangewezen als broedvogel en 17 soorten als niet-broedvogel met instandhoudingsdoelstellingen gericht op het behoud van bepaalde populaties (tabel 5.3).

Tabel 5.3 Instandhoudingsdoelstellingen van aangewezen vogelsoorten in Natura 2000-gebied Noordzeekustzone.

Broedvogels		
bontbekplevier (behoud 20p)	strandplevier (verbeter tot 30p)	dwergstern (verbeter tot 20p)
Niet-broedvogels		
roodkeelduiker (behoud)	zwarte zee-eend (51900)	bonte strandloper (7400)
parelduiker (behoud)	scholekster (3300)	rosse grutto (1800)
aalscholver (1900)	kluut (120)	wulp (640)
bergeend (520)	bontbekplevier (510)	steenloper (160)
topper (behoud)	zilverplevier (3200)	dwergmeeuw (behoud)
eider (26200)	drieteenstrandloper (2000)	

Friese Front

Het Friese Front is volgens het concept-aanwijsbesluit aangewezen voor zeekoet met als instandhoudingsdoelstelling behoud van leefgebied en behoud van populatie zonder dat aan dat laatste een nominaal doel is verbonden. Door Jak et al. (2009) is de suggestie van gemiddeld 20.000 individuen in juli/augustus gedaan als instandhoudingsdoelsteling. Een worst case benadering is de aanname dat er mogelijk sprake is van externe werking en dat de gehele sterfte als gevolg van een windpark in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) moet worden

toegeschreven aan dit Natura 2000-gebied. In de effectbeoordeling is ook uitgegaan van een instandhoudingsdoel van 20.000 individuen, echter dit doel is nog niet definitief vastgesteld. In de voorliggende PB wordt daarom de beoordeling gebaseerd op de vraag welk deel van de PBR (Potential Biological Removal, het aantal individuen dat uit een populatie kan worden weggenomen zonder dat dit de populatie in gevaar brengt) de sterfte door kavel I en in cumulatie vormt, en of in dat kader significante effecten kunnen optreden.

Bruine Bank
Het voorgestelde Natura 2000-gebied Bruine Bank ligt tientallen kilometers van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Omdat deze afstand groter is dan de vermijdingsafstand van dieren van windparken, is directe verstoring in het gebied Bruine Bank op voorhand uit te sluiten. De kans dat sterfte als gevolg van een windpark in dit windenergiegebied invloed heeft op soorten vogels op de Bruine Bank is groter dan bijvoorbeeld voor het Friese Front. Een aanwijsbesluit en instandhoudingsdoelstellingen zijn voor dit gebied nog niet geformuleerd, maar door Bos & van Bemmelen (2012) is dit gebied wel aangemerkt als een deel van de Nederlandse Noordzee met uitzonderlijke vogelwaarden van de soorten alk en zeekoet. Sterfte in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kan potentieel middels externe werking effecten hebben op vogels in dit gebied. Op dit moment zijn echter verder geen uitspraken hierover te doen, aangezien instandhoudingsdoelen ontbreken. In de voorliggende PB wordt daarom de beoordeling gebaseerd op de vraag welk deel van de PBR de sterfte door kavel I en in cumulatie vormt, en of in dat kader significante effecten kunnen optreden.

5.2 Zeezoogdieren

Zeezoogdieren die voorkomen binnen Natura 2000-gebieden (soorten van appendix I van de Habitatrichtlijn) en die kunnen voorkomen binnen de invloedssfeer van het windpark Hollandse Kust (zuid) zijn bruinvis en gewone en grijze zeehond (zie paragraaf 4.5.2). In bijlage 6 van het MER is achtergrondinformatie opgenomen over verspreiding van en aantallen bruinvissen en zeehonden. De nu volgende paragrafen behandelen de hoofdlijnen uit deze bijlage, voor zover die van belang zijn voor het begrip van effecten op populaties van deze soorten. Tabel 5.2 geeft een overzicht van de relevante Natura 2000-gebieden waar deze soorten voorkomen, inclusief de instandhoudingsdoelstellingen per soort per gebied.

In tabel 5.4 zijn voor de bruinvis, gewone en grijze zeehond de instandhoudingsdoelstellingen en staat van instandhouding gegeven. Voor de gewone zeehond zijn in de aanwijzingsbesluiten van de Voordelta, Oosterschelde en Westerschelde & Saeftinghe concrete instandhoudings-doelstellingen opgenomen, namelijk een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied (toename rustige plaatsen) voor een regionale populatie van 200 exemplaren. Voor de andere twee gebieden geldt een behoudsdoelstelling. Voor de grijze zeehond zijn in de Waddenzee, Noordzeekustzone, Voordelta en Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld. In alle gevallen gaat het om een behoudsdoelstelling voor omvang en kwaliteit van het leefgebied.

De bruinvis heeft een matig ongunstige staat van instandhouding. De gunstige staat van instandhouding is gedefinieerd als: “Terugkeer van een zich voortplantende populatie bruinvissen langs de hele Nederlandse kust, inclusief het Deltagebied is nodig voor een

gunstige staat van instandhouding. Beperking van de sterfte in vissersnetten is van belang.” In de Noordzeekustzone en de Vlakte van de Raan is als instandhoudingsdoel aangegeven: ‘behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud van populatie’.

Tabel 5.4 Zeezoogdieren en Natura 2000-gebieden met bijbehorende instandhoudingsdoelen en de staat van instandhouding waar in het kader van deze PB rekening mee gehouden wordt.

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
Bruinvis	Noordzeekustzone	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig, streefbeeld van 25.000 exemplaren in Nederlandse wateren nog niet gehaald
Gewone zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie	gunstig
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gunstig
	Voordelta	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied
	Oosterschelde	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
	Westerschelde & Saeftinghe	Behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie ten behoeve van een regionale populatie van ten minste 200 exemplaren in het Deltagebied	gunstig maar met de kanttekening dat de kleine populatie in het Deltagebied zichzelf niet in stand kan houden door een te laag geboortecijfer
Grijze zeehond	Waddenzee	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied

Soort	Natura 2000-gebied	Instandhoudingsdoel	Staat van instandhouding
	Noordzeekustzone	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Voordelta	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	matig ongunstig op leefgebied
	Vlakte van de Raan	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	gebied heeft geen functie als voortplantingsgebied

5.2.1 Bruinvis

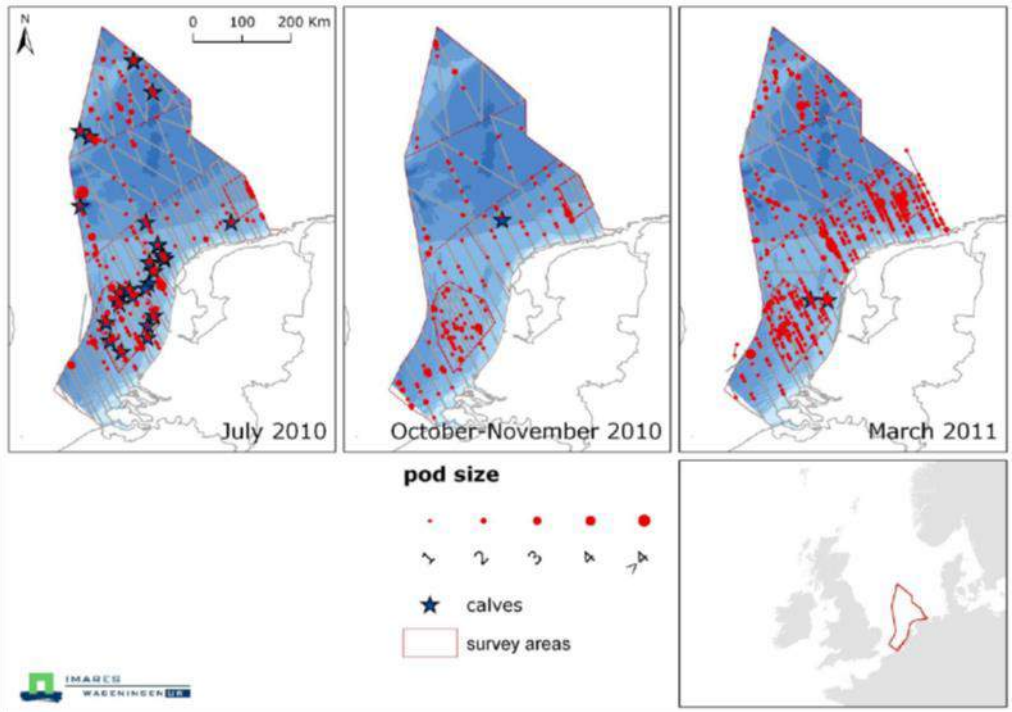
De bruinvis komt voor in de Atlantische kustzones van Europa, Noordwest-Afrika en Canada, de Pacifische kusten van Canada en Siberië en in de Zwarte Zee. De bruinvis verblijft in zee en in ondiepe kustwateren. Er zijn waarnemingen gedaan in de Oosterschelde (Camphuysen 1994, 2004). In de Noordzee komen momenteel tussen de 267.000 en 465.000 bruinvissen voor (Hammond e.a., 1995; Hammond e.a., 2002). Op Europees niveau zijn twee tellingen internationaal gecoördineerd en uitgevoerd, de zogenaamde SCANS-surveys (Small Cetaceans Abundance in the North Sea). SCANS-II komt uit op circa 230.000 exemplaren voor de Noordzee. De populatie waar de bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee deel van uitmaken (management unit South Western North Sea and Eastern Channel) is waarschijnlijk kleiner dan 180.000 dieren (Geelhoed e.a., 2011).

Recente berekeningen op basis van gecorrigeerde vliegtuigtellingen voor het NCP komen uit op circa 0.44 dieren/km² in juli, 0.51 in oktober/november en 1.44 in maart. Deze dichtheden komen overeen met totale aantallen bruinvissen van circa 26.000 in juli (95%-betrouwbaarheidsinterval: 14.000-54.000), circa 30.000 in oktober/november (16.000-59.000) en circa 86.000 in maart (49.000-165.000) in het gehele NCP (Geelhoed e.a., 2011).

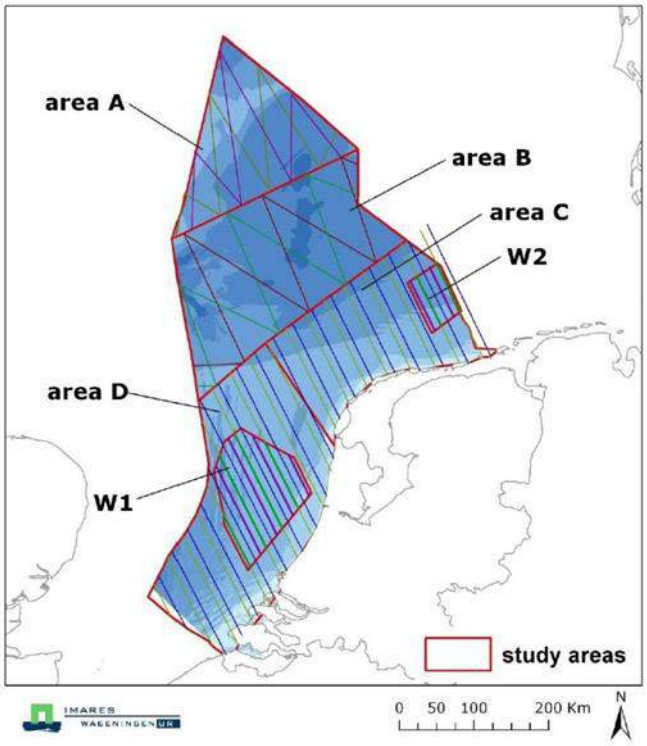
Bruinvissen in plangebied Windpark Hollandse Kust (zuid)
In Geelhoed et al. (2011) worden studies van 2008-2011 met elkaar vergeleken, waarbij op een zelfde manier dichtheden en aantallen zijn bepaald. Daaruit blijkt dat er tussen de jaren verschillen zijn in dichtheden in verschillende gebieden (tabel 8 in Geelhoed et al. 2011). Schattingen van de totalen in een groter gebied liggen 2010 en 2011 in dezelfde orde van grootte (resp. 66.238 en 75.682 bruinvissen). Ook in 2012 en 2013 is op het NCP geteld vanuit vliegtuigen (Geelhoed et al, 2014). Vergelijkbare aantallen bruinvissen zijn geteld en de aanwezigheid per deelgebied laat geen consistente trend zien.

Het plangebied ligt in het gebied waar in maart, juli en oktober relatief hoge dichtheden voorkomen. De volgende figuur geeft een overzicht van de waargenomen bruinvissen tijdens vliegtuig-tellingen in 2010 en 2011 (figuur 6 uit Geelhoed et al. 2011).

Figuur 5.1 Totale onderzoeksinspanning bij goede of gemiddelde zicht omstandigheden bij tenminste een kant van het vliegtuig (op en naast trackline) met alle waarnemingen van bruinvissen (inclusief navigator waarnemingen). Sterren geven waarnemingen met jongen weer. (uit Geelhoed e.a., 2011)



Figuur 5.2 Deelgebieden bruinvistellingen (Geelhoed, 2011)



Tabel 5.5 geeft een samenvatting van de geschatte dichtheden en aantallen in het deelgebied waarbinnen het plangebied valt. Dit betreft gebied 'D', zoals weergegeven in figuur 5.2.

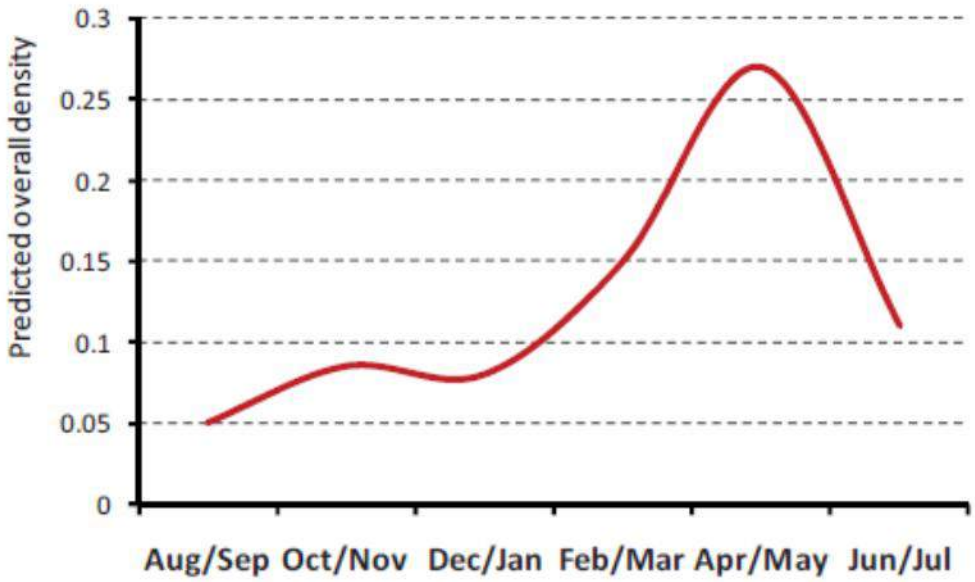
Tabel 5.5 Schattingen dichtheid en aantallen bruinvissen, binnen deelgebied D (waar het plangebied binnen valt) en gemiddeld voor het NCP (informatie uit Geelhoed et al. 2011 en aangevuld met gegevens uit Geelhoed et al. 2014).

Periode	Dichtheid (aantal dieren/km2) D (gebied incl. plangebied)	Dichtheid (aantal dieren/km2 NCP	Aantal dieren D (plangebied)	Aantal dieren NCP
Juli 2010	0,484 (0,208-1,056)	0,438 (0,236-0,903)	10.098 (4341-22024)	25.998 (13.988-53.623)
Okt/nov 2010	0,398 (0.212 - 0.733)	0,505 (0,271-0,994)	8.304 (4.431 – 15.296)	29.963 (16.098-59.011)
Maart 2011	1,174 (0.658 - 2.389)	1,441 (0,803-2,786)	24.501 (13.726 – 49.833)	85.572 (49.324-165.443)
Maart 2012	1,42 (0,77 – 2,91)	1,12 (0,63-2,20)	29.696 (15.992 – 60.810)	66.685 (37.284-130.549)
Maart/apr 2013	1,32 (0,66 – 2,83)	1,07 (0,55-2,17)	27.602 (13.815 – 58.987)	63.408 (32.478-128.588)
Juli 2014	0,90 (0,46 – 1,84)	1,29 (0,73 – 2,60)	18778 (9548 – 38167)	76.7 73 (43414-154265)

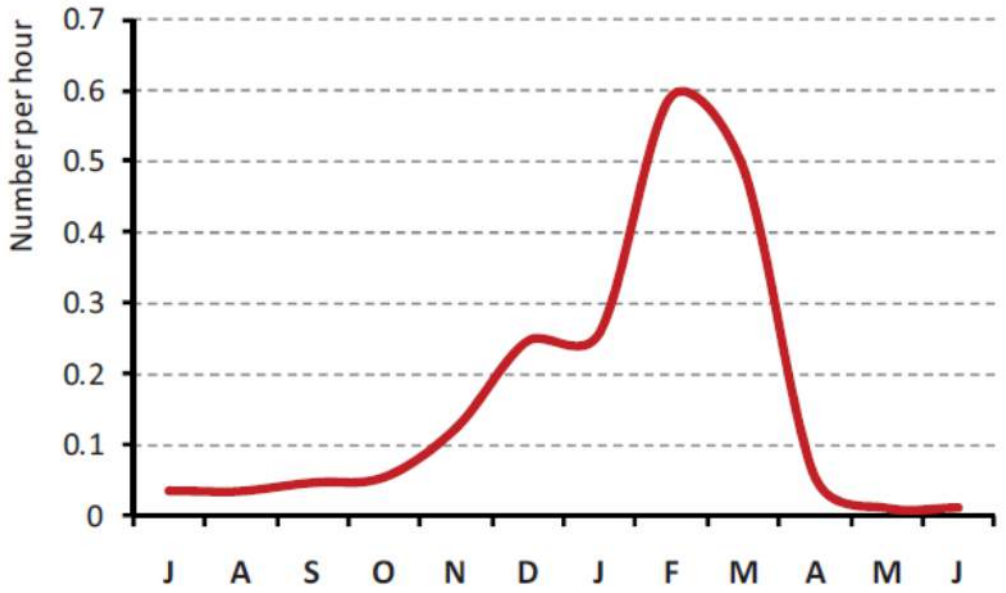
Seizoensvariatie

Bruinvissen worden het hele jaar door waargenomen vanaf zeetrekposten langs de kust, maar met duidelijke verschillen tussen maanden. In mei en juni worden ze het minst waargenomen. Van juli-november neemt het aantal waarnemingen toe en de meeste waarnemingen worden gedaan in februari en maart. In april nemen de waarnemingen sterk af (Camphuysen, 2011). Figuur 5.3 geeft de seizoenspatronen in het voorkomen van bruinvissen weer die gevonden zijn tijdens zeevogelstudies in de periode 1990-2010 (Camphuysen C.J. & M.L. Siemensma, 2011). Figuur 5.4 geeft de fluctuaties over de seizoenen weer uitgedrukt in waargenomen dieren per uur observatie vanaf de kust (gebied Scheveningen – Huisduinen, periode 1990-2010).

Figuur 5.3 Seasonal pattern in abundance Harbour Porpoises during seabird surveys, 1990-2010; re-drawn from Arts 2010).



Figuur 5.4 Seasonal pattern in numbers of Harbour Porpoises per hour of observation during seawatching (n/h), mainland coast observatories only (Scheveningen – Huisduinen, 1990-2010; from Camphuysen 2011).



Het seizoenspatroon dat in de tellingen vanuit vliegtuigen is waargenomen, wijkt wat af van die langs de kust. Bij de vliegtuigtellingen (figuur 5.3) zijn het hele jaar door bruinvissen waargenomen, met lage dichtheden in herfst en winter (aug/sept tot dec/jan), een toename in februari/maart en een piek in de late lente (april/mei). In 2010 en 2011 zijn vliegtuigtellingen uitgevoerd om beter inzicht te krijgen in seizoensgebonden voorkomen van de verspreiding van bruinvissen in het Nederlands deel van de Noordzee. Met deze tellingen zijn schattingen gemaakt van de gemiddelde dichtheid en totale aantallen bruinvissen in het Nederlands deel (Geelhoed et al., 2011). In juli komen de gemiddelde dichtheden uit op circa 0.44 dieren/km² in juli, 0.51 in oktober/november en 1.44 in maart. Deze dichtheden komen overeen met totale aantallen bruinvissen van circa 26.000 (95%- betrouwbaarheidsinterval: 14.000-54.000 in juli), circa 30.000 (16.000-59.000) in oktober/ november en circa 86.000(49.000-165.000) in maart in het gehele NCP. Het NCP herbergt minimaal minstens 14% (juli) en maximaal tenminste 48% (maart) van de populatie waartoe de Nederlandse dieren behoren (Geelhoed e.a., 2011).

In maart 2011 werden in grote delen van het NCP hoge dichtheden gevonden, behalve bij Zeeland en de nabije kustzone van Noord- en Zuid-Holland. In juli werden hoge dichtheden gevonden rond de Bruine Bank, Botney Cut/Doggersbank en de Borkumse stenen. In oktober zijn de bruinvissen gelijkmatiger verspreid (Geelhoed et al. 2011).

In Geelhoed et al. (2011) worden studies van 2008-2011 met elkaar vergeleken, waarbij op een zelfde manier dichtheden en aantallen zijn bepaald. Daaruit blijkt dat er tussen de jaren verschillen zijn in dichtheden in verschillende gebieden (tabel 8 in Geelhoed et al. 2011). Schattingen van de totalen in een groter gebied liggen 2010 en 2011 in dezelfde orde van grootte (resp. 66.238 en 75.682 bruinvissen). Ook in 2012 en 2013 is op het Nederlands

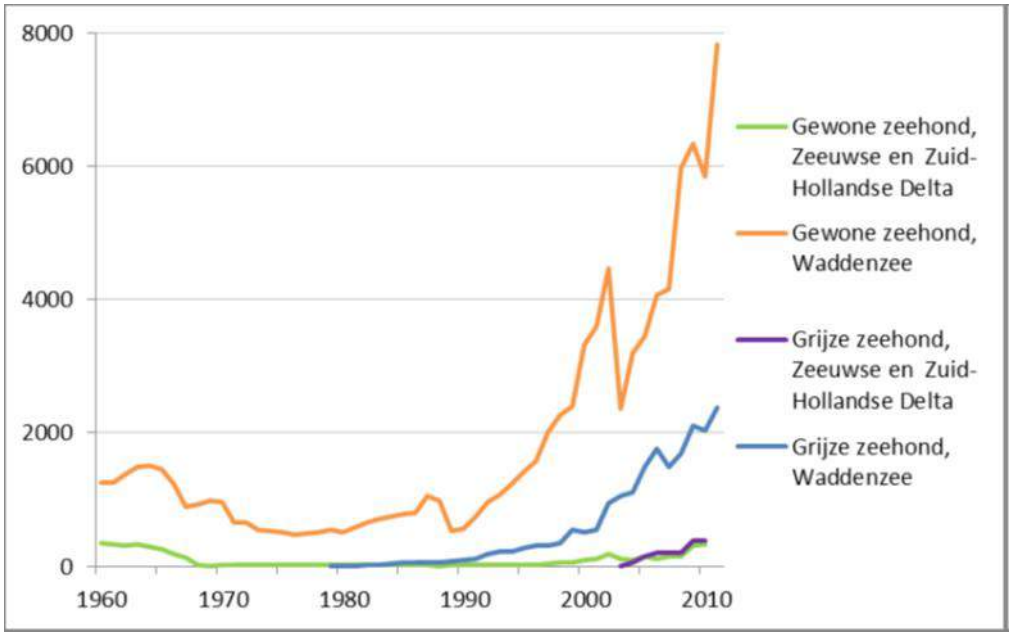
Continentaal Plat geteld vanuit vliegtuigen (Geelhoed et al, 2014). Vergelijkbare aantallen bruinvissen zijn geteld en de aanwezigheid per deelgebied laat geen consistente trend zien.

5.2.2 Zeehonden

In Nederlandse wateren komen twee soorten zeehonden voor, gewone zeehonden (*Phoca vitulina*) en grijze zeehonden (*Halichoerus grypus*). Zowel de gewone als de grijze zeehond worden genoemd in bijlage 2 en 4 van de Habitatrichtlijn.

Sinds de jaren 1980 zijn de aantallen van beide soorten in Nederlandse wateren exponentieel gegroeid, met uitzondering van de jaren 1988 en 2002 waarin een virusepidemie was uitgebroken. Figuur 5.4 geeft de aantallen zeehonden weer in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta.

Figuur 5.4 Aantallen zeehonden in de Waddenzee en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta gebaseerd op jaarlijkse tellingen van grijze en gewone zeehonden in de Waddenzee en in de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta (Bron: Wageningen IMARES (WUR) en RWS/Provincie Zeeland, 2011).



Het Waddengebied is het belangrijkste gebied voor gewone en grijze zeehonden in Nederland. Grijze zeehonden waren voor 1980 vrijwel afwezig in Nederland. Sindsdien is het gebied opnieuw gekoloniseerd en aantallen zijn toegenomen. In 2011 zijn er met vliegtuigtellingen 2388 geteld. Vliegtuigtellingen van gewone zeehonden geven aantallen van 2300 dieren net na de virusuitbraak in 2002, tot 6800 in 2012 (Galatius et al., 2012).

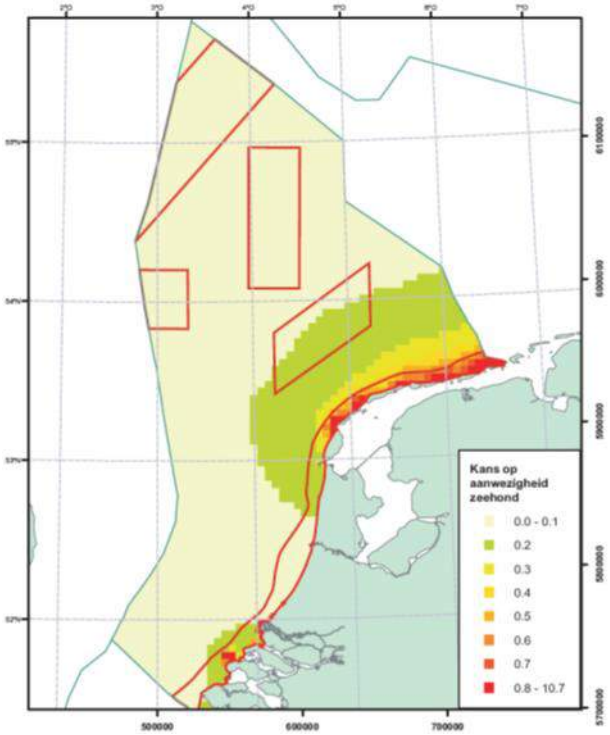
Historisch gezien was het Deltagebied ook een belangrijk gebied voor zeehonden. Ongeveer 1/3 van alle gewone zeehonden kwamen daar voor. Echter na eeuwen van intensieve jacht waren ze er vrijwel verdwenen. Vrij recent zijn aantallen zeehonden in het Deltagebied weer toegenomen. Vergeleken met de aantallen in het Waddengebied zijn de aantallen een stuk lager; rond de 250 gewone zeehonden in 2011 en 677 grijze zeehonden in 2011 (Haelters et al., 2012b).

In het Deltagebied worden slechts zeer weinig pups geboren. Daarnaast is de mortaliteit er hoog. De groei van de populaties is te verklaren door import vanuit andere gebieden, zoals het Waddengebied of Engelse kolonies.

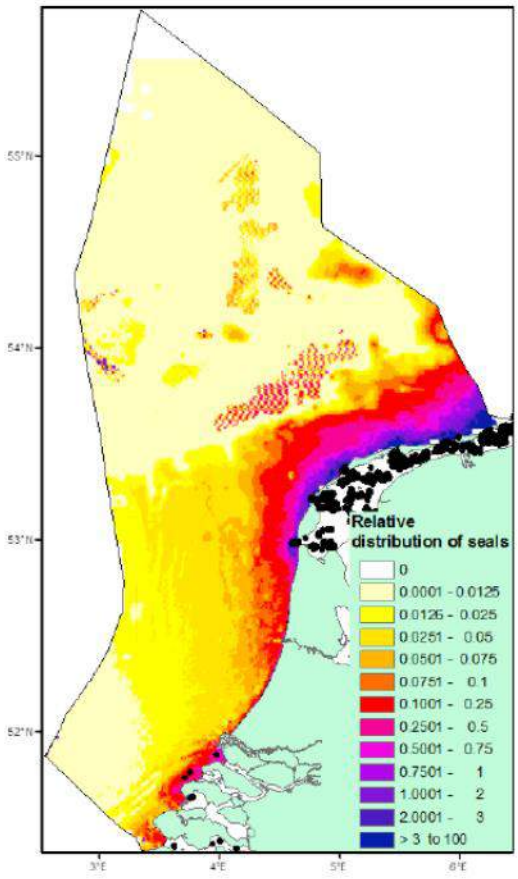
Gewone zeehond

De gewone zeehond brengt de meeste tijd door in zee, om te foerageren, te paren, te migreren en soms zelfs om te slapen. Hij leeft vooral van aan de bodem gebonden vissen, waaronder veel soorten platvis. Om jongen te werpen (mei-juli), om te verharen (zomer) en om te rusten gebruikt het dier droogvallende platen. In de jaren ’90 zijn er satellietzenders ontwikkeld die klein genoeg zijn om ook voor onderzoek aan de gewone zeehond te gebruiken. In Brasseur et al. (2004) is dit experiment beschreven. De zeehonden bleken zich niet te beperken tot de tientallen kilometers rondom hun ligplaats, maar bleken soms meer dan 200 kilometer de zee op te trekken en naar ligplaatsen te gaan die meer dan 300 kilometer verderop zijn. In Lindeboom et al. (2005) werd een eerste verspreidingsmodel toegelicht, zoals opgesteld met behulp van de gegevens uit Brasseur et al. (2004; zie figuur 5.4 afkomstig uit Lindeboom et al. 2005). Hieruit blijkt dat de potentiële habitat van de gewone zeehond het gehele NCP bestrijkt, maar omdat de dieren samenkomen op de zandbanken in de Waddenzee en het Deltagebied, is de waarschijnlijke concentratie zeehonden in die kustgebieden hoog en op open zee ver hier vandaan veel lager. Figuur 5.5 geeft een recentere versie van een model dat gebaseerd is op gebieds-kenmerken en vliegtuigtellingen (Brasseur 2012).

Figuur 5.5 Berekende kans op aanwezigheid van zeehonden, gebaseerd op zwemgedrag van 7 gezenderde zeehonden (Lindeboom et al, 2005)



Figuur 5.6 Gemodelleerde voorspelling van zeehondendichtheid op basis van verschillende omgevingskenmerken in combinatie met vliegtuigtellingen (zwarte stippen zijn Haul out sites).



Vooral van december tot en met februari worden gewone zeehonden voor de Noord- en Zuid-Hollandse kust gezien (Platteeuw et al, 1994). Het vermoeden bestaat dat de zeehond met name in koude winters de Waddenzee verwisselt voor de kustzone. De Hollandse kustwateren kunnen door zeehonden worden gebruikt als foerageergebied en/of migratieroute tussen de Waddenzee en de Voordelta. In de maanden dat ze jongen krijgen en verharen zullen ze met name in de buurt van de rustplaatsen verblijven.

Grijze zeehonden

De dieren maken regelmatig gebruik van droogvallende platen. Meestal verblijven ze echter in de kustzee waar ze foerageren op vis. Op grond van analyse van uitwerpselen is gevonden dat grijze zeehonden in de kustzone met name verschillende demersale vissoorten eten, met name tong in de lente en bot in de herfst (Brasseur et al. 2008).

Voor de voortplanting (november-februari) en verharing (maart-april) is het dier afhankelijk van permanent droogliggende platen, stranden en duinen. De jongen kunnen na de geboorte niet meteen zwemmen. Grijze zeehonden worden vooral in de zomer (juli-augustus) en winter (december-februari) langs de kust gezien.

Ook aan grijze zeehonden is onderzoek uitgevoerd met zenders. Tussen 2005 en 2008 zijn in totaal 29 grijze zeehonden voorzien van een zender. Deze gegevens laten zien dat grijze zeehonden in de hele Nederlandse kustzone voorkomen, maar ook heel lange afstanden kunnen afleggen.

6 EFFECTANALYSE

6.1 Vogels

In tabel 6.1 wordt een overzicht gegeven van de soorten die bescherming genieten in één of meer Nederlandse Natura 2000-gebieden die op zee, in de kustzone, in het intergetijdengebied, of op land liggen en die als niet-broedvogel of trekvogel te verwachten zijn in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Het gaat hierbij om in totaal 34 soorten.

Binnen het traject voor de beoordeling van effecten van windparken in kavels in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt als leidraad aangehouden dat het *"... te ver zou voeren om de (gecumuleerde) effecten van de berekende extra sterfte aan aanvaringsslachtoffers onder soorten door te gaan berekenen op elk van de Natura 2000-gebieden en hun (kwantitatieve) doelstellingen",* en wordt de suggestie gedaan om uitsluitend *"... in die gevallen dat de (gecumuleerd) berekende sterfte op NW-Europese (of Nederlandse) schaal aan gaat tikken, een naar rato doorberekening naar elk van de Natura 2000-gebieden waarvoor de betreffende soort is aangewezen op zijn plaats is".* (zie Kader Ecologie en Cumulatie – Rijkswaterstaat, 2015). Dit is ook zo aangepakt bij de kavels in windenergiegebied Borssele en in zoverre anders dat in eerdere PB's voor offshore windparken van ronde 2 wel naar de cumulatieve instandhoudingsdoelen van de potentiele Natura 2000-populatie werd gekeken. Echter deze visie is achterhaald.

Tijdens overleggen in 2014 tussen experts van Pondera Consult, Grontmij Nederland, Rijkswaterstaat Zee en Delta en Bureau Waardenburg is besloten om in voorkomende gevallen te kijken naar de verhouding tussen aantallen aanvaringsslachtoffers en de soortspecifieke PBR, in lijn met de methodiek zoals gevolgd binnen het Kader Ecologie en Cumulatie (Rijkswaterstaat, 2015). Indien de aantallen slachtoffers door een windpark in kavel I en in cumulatie (Leopold et al. 2015) niet meer bedragen dan de PBR van een soort dan worden deze verder niet behandeld in deze beoordeling.

6.1.1 Niet-broedvogels

Uit het MER en hoofdstuk 4 van voorliggende PB blijkt dat:

"Effecten als gevolg van aanvaringen en habitatverlies op niet-broedvogels uit Natura 2000-gebieden, die buiten het broedseizoen gebruik maken van kavel I, zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten."

Onderstaand wordt deze stelling nader onderbouwd.

In tabel 6.1 wordt een overzicht gegeven van de soorten die bescherming genieten in één of meer Nederlandse Natura 2000-gebieden die op zee, in de kustzone, in het intergetijdengebied, of op land liggen en die als niet-broedvogel of trekvogel te verwachten zijn in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Het gaat hierbij om in totaal 34 soorten.

Lokale vogelsoorten die in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) voorkomen, en die beschermd zijn binnen de kaders van de Nbwet 1998 in Nederland als niet-broedvogel zijn

enkele soorten zeevogels (zoals zeekoet, alk, dwergmeeuw) en kustvogels (zoals roodkeelduiker, fuut, aalscholver, grote stern en visdief).

Tabel 6.1 Maximale sterfte als gevolg van aanvaringen en habitatverlies door kavel I onder soorten zeevogels, kustvogels en landvogels die in Nederland bescherming genieten via de Nbwet 1998 als niet-broedvogel.

	Maximale sterfte als gevolg van:		gevoelig voor habitatverlies (1 = ja, 0 = nee)	PBR	Significant?
zee- en kustvogels	Aanvaringen	Habitatverlies			
eider**	0	0	1	22.082	nee$
zwarte zee-eend	0	0	1	27.730	nee
roodkeelduiker	0	0	1	1.378	nee
parelduiker	0	0	1	179	nee
fuut	0	0	0	10.705	nee
aalscholver	0	0	0	4.919	nee
grote stern	0	0	0	2.378	nee$
visdief	0	0	0	4.930	nee$
dwergmeeuw	4	3	0	3.971	nee$
zeekoet	0	2^	1	26.641	nee$
alk*	0	1	1	7.129	nee$
landvogels					
kleine zwaan#	30	n.v.t.	n.v.t.	131	nee+
grauwe gans#	30	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
kolgans#	30	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
brandgans#	30	n.v.t.	n.v.t.	13.075	nee$
rotgans#	30	n.v.t.	n.v.t.	6.056	nee$
bergeend#	4	n.v.t.	n.v.t.	3.447	nee$
topper#	4	n.v.t.	n.v.t.	4.392	nee$
kuifeend#	4	n.v.t.	n.v.t.	10.885	nee$
krakeend#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
slobeend#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
wilde eend#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
wintertaling#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
brilduiker#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
middelste zaagbek#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
smient#	4	n.v.t.	n.v.t.	128.325	nee$
pijlstaart#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
scholekster#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
bontbekplevier#	4	n.v.t.	n.v.t.	100'en	nee$
zilverplevier#	4	n.v.t.	n.v.t.	4.337	nee$

	Maximale sterfte als gevolg van:		gevoelig voor habitatverlies (1 = ja, 0 = nee)	PBR	Significant?
goudplevier#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$
kievit#	4	n.v.t.	n.v.t.	33.999	nee$
kanoet#	4	n.v.t.	n.v.t.	6.099	nee$
drieteenstrandloper#	4	n.v.t.	n.v.t.	1.770	nee$
bonte strandloper#	4	n.v.t.	n.v.t.	59.643	nee$
rosse grutto#	4	n.v.t.	n.v.t.	6.737	nee$
wulp#	4	n.v.t.	n.v.t.	901	nee$
zwarte ruiter#	4	n.v.t.	n.v.t.	100'en	nee$
groenpootruiter#	4	n.v.t.	n.v.t.	100'en	nee$
tureluur#	4	n.v.t.	n.v.t.	14.590	nee$
steenloper#	4	n.v.t.	n.v.t.	3.322	nee$
watersnip#	4	n.v.t.	n.v.t.	20.542	nee$
scholekster#	4	n.v.t.	n.v.t.	1000'en	nee$

* Alk heeft nog geen instandhoudingsdoelstellingen in Natura 2000-gebieden in Nederland, maar men is voornemens om Bruine Bank aan te wijzen voor deze soort.
# Voor soorten waarvoor op individueel niveau geen aantallen slachtoffers kunnen worden berekend (ganzen & zwanen, (zee-)eenden (exclusief zwarte zee-eend), reigers, roofvogels en uilen, steltlopers, en zangvogels, is als worst case scenario de volledige sterfte van een groep aan die soort toegekend.
^ Bij zeekoet en alk worden bij de aantallen slachtoffers als gevolg van habitatverlies ook de slachtoffers van ongedetermineerde alk/zeekoet meegenomen.
% (Deels) geen instandhoudingsdoelstelling geformuleerd en daarom geen 1%-norm van natuurlijke sterfte van de N2000 populatie te bepalen.
$ Geen effecten te verwachten doordat het aantal slachtoffers (zeer) ruim onder PBR ligt.
+ Op voorhand niet uit te sluiten, nadere onderbouwing is vereist.

Uit tabel 6.1 blijkt dat in de categorie 'zeevogels' slachtoffers vallen onder zeekoeten (2 door habitatverlies), alken (1 door habitatverlies) en dwergmeeuwen (4 door aanvaringen, 3 door habitatverlies). Om de worst case situatie te waarborgen en om consistentie tussen het MER en PB te behouden, tellen we ook de slachtoffers door habitatverlies mee. Eerder onderzoek geeft namelijk geen eenduidig antwoord over het optreden van habitatverlies onder dwergmeeuwen en voor de zekerheid worden ze dus meegenomen. Voor geen van deze soorten zijn voor alle gebieden waarbinnen ze zijn aangewezen kwantitatieve doelstellingen geformuleerd, waardoor het niet mogelijk is deze aantallen te toetsen aan de 1%-norm van de natuurlijke sterfte van de Natura 2000-populatie. Daarom is ervoor gekozen om te kijken in welke verhouding deze aantallen slachtoffers liggen ten opzichte van de PBR. Voor geen van deze soorten overschrijden de aantallen slachtoffers, zowel van een windpark in kavel I alleen als in cumulatie (Leopold et al. 2015), de PBR en daarom is de kans op significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden uit te sluiten.

In de categorie 'kustvogels' vallen geen slachtoffers en daarom zijn significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden uit te sluiten.

Landvogels die als niet-broedvogel beschermd zijn in Natura 2000-gebieden kunnen kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) uitsluitend tijdens hun seizoenstrek bereiken en worden apart in §6.1.3 besproken.

6.1.2 Broedvogels (kolonievogels)

Uit het MER en hoofdstuk 4 van voorliggende PB blijkt dat:

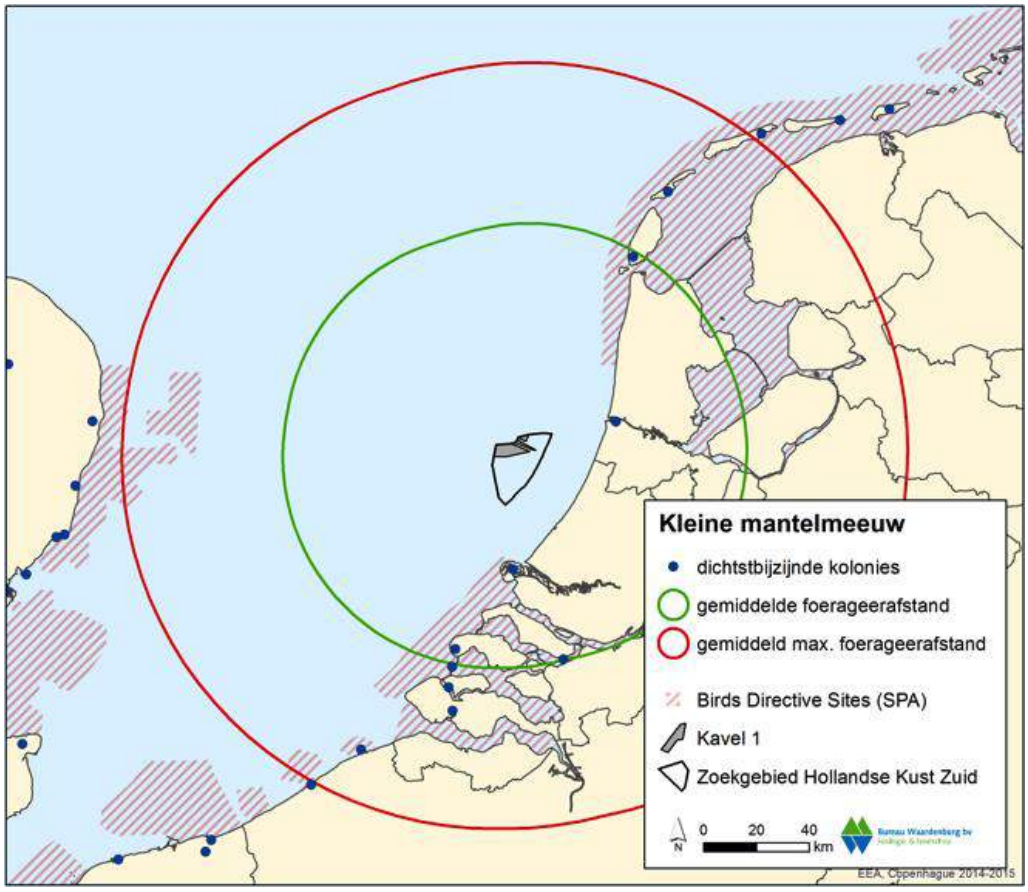
"Effecten als gevolg van aanvaringen, barrièrewerking, habitatverlies en indirecte effecten op kolonievogels, broedend binnen Natura 2000-gebieden en die gebruik kunnen maken van kavel I tijdens foerageertochten in het broedseizoen zijn uit te sluiten. Geen van de soorten kolonievogels broedend binnen Natura 2000-gebieden heeft kavel I in bereik. Significante effecten zijn daarom ook uit te sluiten."

Onderstaand wordt deze stelling nader onderbouwd.

Op basis van foerageerranges die zijn bepaald met GPS-logger-onderzoek in Nederland, België en het Verenigd Koninkrijk blijkt dat windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) alleen bereikt kan worden door broedende kleine mantelmeeuwen uit kolonies die in het Natura 2000-gebieden liggen. Voor alle andere soorten die als broedvogels beschermd zijn in Natura 2000-gebieden ligt kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) buiten bereik en worden niet behandeld in voorliggende PB.

Kleine mantelmeeuw
Op basis van GPS-logger-onderzoek zijn foerageerranges voor de kleine mantelmeeuw. Hieruit blijkt een gemiddelde range van 72 km (max 181 km) met een gemiddeld maximum van 141 km (Thaxter *et al.* 2012a&b, 2015). Uit GPS-logger onderzoek aan foeragerende kleine mantelmeeuwen op Texel (Camphuysen 2011) is gebleken dat de soort een gemiddelde maximale foerageerafstand van 80 km buiten de kolonie heeft. Op basis van deze ranges kunnen broedende kleine mantelmeeuwen vanuit de Nederlandse Natura 2000-gebieden Texel en Volkerak in potentie het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bereiken (zie ook figuur 6.1). Voor kleine mantelmeeuwen uit het Nederlandse Veerse Meer en Engelse en Belgische kolonies ligt kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) buiten de foerageerrange. Andere kolonies in Nederland van waaruit broedende kleine mantelmeeuwen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kunnen bereiken, zijn niet beschermd in het kader van Natura 2000.

Figuur 6.1 Buffer met gemiddelde en gemiddeld maximale foerageerafstand van kleine mantelmeeuw (80 en 141 km) rond windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Kavel I ligt binnen het bereik van kolonies in het België en Nederland.



Van vogels uit de Nederlandse kolonie in het Volkerak is bekend dat deze maar incidenteel op zee foerageren (Gyimesi et al. 2011), en dus zal de procentuele flux van broedende kleine mantelmeeuwen vanuit deze kolonies in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) verwaarloosbaar zijn. Van het GPS-logger-onderzoek aan foeragerende kleine mantelmeeuwen bleek dat de vogels van kolonies op Texel voornamelijk richting het westen vliegen en in mindere mate richting het zuiden (Camphuysen 2011). Het aantal broedende kleine mantelmeeuwen van de kolonie op Texel dat windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) passeert tijdens foerageervluchten is te verwaarlozen. Op basis van deze metingen zijn slachtoffers in windenergiegebied vanuit de kolonie op Texel niet te verwachten (Collier et al. 2015).

Voor kleine mantelmeeuwen uit het Veerse Meer is onbekend in hoeverre deze op zee foerageren. Op basis van de foerageerrange van deze soort kunnen vogels uit deze kolonie Kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) niet bereiken.

6.1.3 Trekvogels

Uit het MER en hoofdstuk 4 van voorliggende PB blijkt dat:

“Effecten op enkele soorten vogels op seizoenstrek uit Natura 2000-gebieden, die tijdens de trek door kavel I vliegen, als gevolg van aanvaringen zijn niet uit te sluiten. Significante effecten zijn wel uit te sluiten.”

Onderstaand wordt deze stelling nader onderbouwd.

Uit §6.1.1 blijkt dat significante effecten op trekkende zee- en kustvogels die het NCP als overwinteringsgebied gebruiken of er uitsluitend doorheen trekken, zijn uit te sluiten. De overige trekvogels bevinden zich allemaal in de categorie ‘landvogels’. In de categorie ‘landvogels’ vallen mogelijk slachtoffers onder kleine zwaan, grauwe gans, kolgans, brandgans en rotgans (30 in totaal voor alle ganzen en zwanen door aanvaringen), bergeend, topper, kuifeend, krakeend, slobeend, wilde eend, wintertaling, brilduiker, middelste zaagbek, smient en pijlstaart (6 in totaal voor alle eenden door aanvaringen) en scholekster, bontbekplevier, zilverplevier, goudplevier, kievit, kanoet, drieteenstrandloper, bonte strandloper, rosse grutto, wulp, zwarte ruiter, groenpootruiter, tureluur, steenloper en watersnip (4 in totaal voor alle steltlopers door aanvaringen).

Voor alle eendensoorten en steltlopersoorten is door de zeer grote populatiegroottes van de individuele soorten en ook de hoge aantallen die zijn geformuleerd als instandhoudingsdoel-stellingen in Nederlandse Natura 2000-gebieden op voorhand te zeggen dat 6 slachtoffers van welke eend- of 4 slachtoffers van welke steltlopersoort ook, nooit een significant effect zal genereren binnen de kaders van de Nbwet 1998. De aantallen slachtoffers voor deze soorten vormen ook geen substantieel deel van de PBR en daarmee is ook de kans op significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden uit te sluiten.

Voor de ganzen en zwanen ligt dit iets anders. In totaal vallen binnen deze groep 30 slachtoffers waaronder de Natura 2000-soorten kleine zwanen, grauwe gans, kolgans, brandgans en rotgans. Voor de meeste soorten (de ganzen) vormt een dergelijk aantal geen substantieel deel van de PBR en daarmee is ook de kans op significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden met zekerheid uit te sluiten. Een uitzondering is echter de kleine zwaan. Als uitgegaan wordt van de worst case, en deze 30 slachtoffers zouden dus allemaal kleine zwanen zijn, dan vormen die 30 een zeer groot deel van de PBR van 131 dieren voor de kleine zwanen populatie. Toch concluderen wij met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid dat significante effecten op kleine zwanen als gevolg van een windpark in kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wel zijn uit te sluiten. Bij de berekeningen van de aantallen slachtoffers is namelijk een zeer conservatieve benadering aangehouden (bijv. 50% van alle ganzen en zwanen vliegt op rotorhoogte, terwijl dit percentage waarschijnlijk veel lager ligt), waardoor de aantallen slachtoffers waarschijnlijk veel lager zullen liggen. Daarnaast zal de fractie kleine zwanen boven windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ten opzichte van de aantallen andere ganzen en zwanen laag zijn, waardoor uitgesloten is dat alle 30 slachtoffers (onder ganzen en zwanen) ook daadwerkelijk kleine zwanen zullen zijn. Dit alles rechtvaardigt de uitspraak dat significante effecten op kleine zwanen als gevolg van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn uit te sluiten.

6.2 Zeezoogdieren

6.2.1 Inleiding

Voor het schatten van de onderwatergeluidniveaus die optreden bij de bouw van windparken is gebruik gemaakt van het door TNO ontwikkelde rekenmodel AQUARIUS. Het model berekent de ruimtelijke verspreiding van het geluid, op basis van gegevens over de geluidbron, de bathymetrie, het sediment en de windsterkte. Als output worden onderwatergeluidkaarten gegenereerd, waarin is te zien hoe het geluid zich rond de heilocatie verspreidt.

De berekening van de geluidsverspreiding heeft als doel in te kunnen schatten hoeveel bruinvissen en zeehonden effecten kunnen ondervinden van de geluidbelasting tijdens het heien. Deze effecten kunnen zich manifesteren in de vorm van een gedragsrespons, zoals een versnelde ademhaling en wegzwemmen van de geluidsbron of in de vorm van een – fysiologisch – effect op het gehoor waardoor de dieren als gevolg van een langere blootstelling aan verhoogde geluidsniveaus tijdelijk (TTS: tijdelijke verhoging van de gehoordrempel) of permanent (PTS: permanente verhoging van de gehoordrempel) minder goed kunnen horen. Op grond van de resultaten van eerdere, voor ‘ronde 2 windparken’ uitgevoerde berekeningen is geconcludeerd dat effecten op het gedrag maatgevend zijn voor mogelijke effecten op populaties. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat het gebied waarin bruinvissen en zeehonden TTS en PTS kunnen oplopen veel kleiner is dan het gebied waarbinnen gedragseffecten kunnen optreden. Bovendien treedt, mits PTS wordt voorkomen door het toepassen van mitigatie, bij alle mogelijk beïnvloede dieren volledig herstel van het gehoor op (bij verreweg de meeste binnen enkele uren na verlaten van het beïnvloedingsgebied of na afloop van het heien). Zie verder de uit Heinis en de Jong (2015) overgenomen argumentatie in het Intermezzo ‘Relevante parameters voor effecten heigeluid op populaties’ in bijlage 6.1 bij het MER.

Hoewel het gebied waarbinnen dieren PTS kunnen oplopen veel kleiner is dan het TTS-gebied, is het van belang te berekenen wat de omvang van het gebied onder *worst case* omstandigheden kan zijn. PTS-effecten kunnen namelijk direct doorwerken naar de populatie, omdat niet is uit te sluiten dat dieren met PTS dermate in hun normale functioneren worden gehinderd dat zij voortijdig zullen sterven. Er moet daarom aannemelijk worden gemaakt dat de kans dat dergelijke permanente effecten optreden verwaarloosbaar is of, als dat niet zo is, dat deze door het nemen van mitigerende maatregelen kunnen worden voorkomen.

Drempelwaarden en beïnvloed gebied
De drempelwaarden voor het optreden van een gedragsrespons (mijding/verstoring) en PTS zijn zo veel mogelijk afgeleid uit recente ‘peer-reviewed’ literatuur. Tabel 6.2 geeft een overzicht van de criteria die bij het bepalen van de effecten op bruinvissen en zeehonden van belang zijn met de bijbehorende waarden.

Tabel 6.2 Drempelwaarden voor optreden gedragsrespons per soort

Soort	Type effect	Waarde	Bron
Bruinvis	Gedragsrespons*	SEL_1 > 140dB re 1 µPa^{2}s	Heinis & de Jong, (2015)

	PTS-onset	SEL_{CUM} > 179dB re 1 µPa²s	TTS-onset uit Lucke et al. 2009) + 15dB
Zeehond	Gedragsrespons*	$SEL_{1,w}$ > 145dB re 1 µPa²s	SEAMARCO (2011)
	PTS-onset	$SEL_{CUM,w}$ > 186dB re 1 µPa²s	Southall et al. (2007)

** Gedrag met een score van 5 of hoger op de gedragsrespons-schaal van Southall et al. (2007). Dit betreft gedragingen als veranderingen in zwemgedrag en ademhaling, mijden van een bepaald gebied en veranderingen in roep- of klikgedrag (t.b.v. communicatie of foerageren).*

De effecten van het hei-geluid tijdens de aanleg van het windpark zijn berekend aan de hand van de met AQUARIUS gegenereerde onderwatergeluidkaarten (zie bijlage 6.1 en 6.2 bij het MER kavel II). In deze berekeningen is ervan uitgegaan dat de geluidsenergie van een enkele (maximale) heiklap maatgevend is voor gedragsverandering. Vervolgens is per soort bepaald op welke afstand van de hei-locatie de drempelwaarden voor gedragsrespons worden overschreden. Bij het berekenen van het aantal dieren door hei-geluid beïnvloede dieren is ervan uitgegaan dat dit alle dieren betreft die aanwezig zijn binnen de contour waarde drempelwaarde voor verstoring/mijding in de onderste helft van de waterkolom wordt overschreden (*worst case).* Met de lagere geluidsniveaus nabij het wateroppervlak wordt bij de schatting van effectafstanden geen rekening gehouden, in de veronderstelling dat zeezoogdieren in hun normale (foerageer)gedrag worden verstoord als ze niet van de hele waterkolom gebruik kunnen maken. Daarnaast is ervan uitgegaan dat verstoring voor alle dieren die zich bij aanvang van de geluidsproductie binnen deze contour bevinden even lang duurt. Het aantal door heigeluid verstoorde dieren is berekend door het, over de twee berekende windcondities gemiddelde verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met de, onder niet verstoorde omstandigheden waargenomen, gemiddelde bruinvisdichtheid voor de tijd van het jaar waarin de verstoring plaatsvindt. Bij de berekening is uitgegaan van de resultaten van vliegtuigtellingen die zijn gerapporteerd door Geelhoed et al. (2011, 2014). Daarbij is voor de dichtheid in het plangebied voor het windpark Hollandse Kust Zuid uitgegaan van de geschatte gemiddelde dichtheid in deelgebied D (zie figuur 5.2).

Daarnaast is berekend welke (cumulatieve) geluidbelasting tijdens het heien van één paal kan ontstaan en waaraan bruinvissen en zeehonden die zich in de nabijheid van de heilocatie bevinden en vervolgens met een bepaalde snelheid wegzwemmen, kunnen worden blootgesteld. De totale geluidsbelasting die het dier door de cumulatieve energie van alle heiklappen voor één fundering daarbij ondervindt (SEL_{CUM}), is vergeleken met de drempelwaarde voor PTS bij deze dieren.

Er is daarbij één *worst case* situatie doorgerekend waarbij de volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Er wordt geheid volgens een realistisch ‘soft start’ scenario (zie bijlage 6.1 van het MER voor de Notitie HWE);
- Voor de door bruinvissen en zeehonden ontvangen geluiddoses als gevolg van het heien van een hele paal (SELcum) is uitgegaan van de resultaten van modelberekeningen met het door TNO ontwikkelde propagatiemodel AQUARIUS; de berekeningen zijn uitgevoerd voor windsnelheden van 0 m/s en 6,5 m/s (gemiddelde windcondities) en realistische schattingen van overige omgevingsparameters;

- Voor de berekening van de oppervlakten waarbij PTS kan optreden, is uitgegaan van een cirkel (πr2) bij een uniforme waterdiepte van 23 m (maximale waterdiepte in het plangebied voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)). In werkelijkheid zullen de oppervlakten kleiner zijn i.v.m. de geringere waterdiepte in kavel I en ondieper water richting kustzone.
- Dieren die zich bij aanvang van de heiwerkzaamheden binnen de contour bevinden waar de drempelwaarde voor verstoring/mijding wordt overschreden, bevinden zich bij de bodem en zwemmen na twee klappen naar het wateroppervlak, om het gebied vervolgens te verlaten door in een rechte lijn van de geluidsbron weg te zwemmen. Voor de bruinvis is uitgegaan van een zwemsnelheid van 3,4 m/s en voor zeehonden van 4,9 m/s. Deze waarden zijn aan de hand van diverse bronnen vastgesteld in de, op initiatief van Rijkswaterstaat Zee en Delta ingestelde Werkgroep Onderwatergeluid.

Voor de bepaling van de effecten van heigeluid op de populaties van zeezoogdieren is voor de ‘ronde 3 windparken’ voortgeborduurd op de aanpak die begin 2013 is ontwikkeld. In feite is de toen ontwikkelde, op enkele onderdelen getalsmatig aangepaste redeneerlijn aangevuld met een ‘populatiemodule’ waarmee cumulatieve effecten van impulsief geluid beter kunnen worden gekwantificeerd. Bij het bepalen van de mogelijke doorwerking van effecten van heigeluid op zeezoogdieren is ervan uitgegaan dat de effecten op het gedrag daarvoor maatgevend zijn en dat wordt voorkomen dat permanente effecten op het gehoor optreden (PTS).

Voor bruinvissen is ervoor gekozen gebruik te maken van het Interim PCoD model van SMRU Marine (Harwood et al. 2013). De benaderingswijze die aan dit model ten grondslag ligt, wordt internationaal gebruikt (NRC, 2005; New et al. 2014) wat betekent dat niet alleen de werkwijze, maar ook de verkregen uitkomsten internationaal vergelijkbaar zijn. Bovendien is het Interim PCoD model het enige, op dit moment operationele instrument om effecten op populaties te kwantificeren[2].

Onder regie van de eerder genoemde Werkgroep Onderwatergeluid is de gevoeligheid van het Interim PCoD model voor variaties in diverse factoren onderzocht. Voor de resultaten daarvan wordt verwezen naar Heinis & de Jong (2015). De uitkomsten laten zien dat er een verband bestaat tussen het aantal bruinvisverstoringsdagen en de reductie van de bruinvispopulatie op de Noordzee. De volgende benaderingsformule geeft het verband weer als van een 95% zekerheid wordt uitgegaan (= 5% kans dat de berekende populatiereductie groter is):

$$Populatiereductie = \left(\left(\frac{1}{11{,}03 * bvdd} \right)^3 + \left(\frac{1}{0{,}8 * vulpop} \right)^3 \right)^{-\frac{1}{3}}$$

De populatiereductie is uitgedrukt in het aantal individuen, bvdd is het aantal bruinvisverstoringsdagen en vulpop is het aantal individuen in de *vulnerable subpopulation*.

[2] Een ander model, DEPONS (Disturbance Effects on the harbour POrpoise population in the North Sea), is in ontwikkeling en zal waarschijnlijk in mei 2016 beschikbaar komen (Van Beest e.a., 2015, Nabe-Nielsen e.a., 2014).

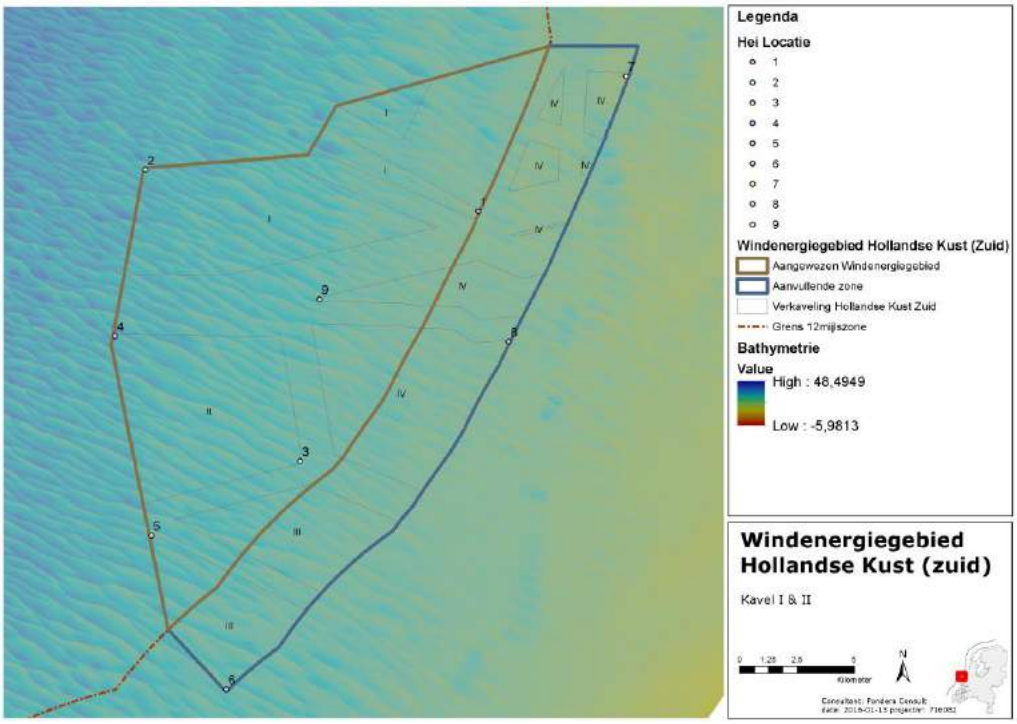
Het totale aantal bruinvisverstoringsdagen is berekend door het aantal mogelijk verstoorde dieren per dag te vermenigvuldigen met het aantal verstoringsdagen. In principe wordt er in het PCoD model van uitgegaan dat elke (impuls)dag waarop wordt geheid (ongeacht de heiduur) als één verstoringsdag telt. Het aantal mogelijk verstoorde bruinvissen per dag wordt berekend door het berekende verstoringsoppervlak te vermenigvuldigen met een schatting van de dichtheid van de onverstoorde populatie rond het berekende verstoringsoppervlak (zie hiervoor).

Voor **zeehonden** zijn eventuele cumulatieve effecten van impulsief geluid op de populatie nog niet gekwantificeerd. Een op de berekening van cumulatieve effecten van impulsief geluid op zeehondenpopulaties toegespitst model waarin van deze gegevens gebruik is gemaakt, is echter niet op korte termijn beschikbaar. Voor zeehonden is daarom uitgegaan van de in 2013 ontwikkelde, op onderdelen iets aangepaste (zie Heinis & de Jong, 2015 en in eerdere effectbeschrijvingen gebruikte redeneerlijn voor het bepalen van effecten op populaties.

Hei-posities

Voor het windpark in kavel II is voor twee heiposities (3 en 4) een berekening uitgevoerd, beide posities met een waterdiepte van ca. 21 meter. De posities zijn in onderstaande figuur weergegeven.

Figuur 6.2 Hei-posities windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). posities 1 en 2 betreffen kavel I.



6.2.2 Bruinvis

Effecten op gedrag van bruinvissen

In tabel 6.6 zijn de resultaten van de berekeningen van de gevolgen van veranderingen in het gedrag door heigeluid voor de omvang van de bruinvispopulatie voor alternatief 1 en 2 opgenomen. Het betreft schattingen van de mogelijke gevolgen van heien voor de aanleg van kavel I in verschillende seizoenen.

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat een, naar seizoen en aantal te heien palen gedifferentieerde norm is gesteld aan de propagatie van het heigeluid (zie paragraaf 3.3). Dit betekent dat op 750 m van de heilocatie de SEL_1 niet groter mag zijn dan een bepaalde waarde.

Door TNO is berekend wat het toepassen van deze norm in kavel I zou betekenen voor het oppervlak verstoord gebied en daarmee voor het aantal verstoorde bruinvissen en de bruinvis-populatie op het NCP. In onderstaande tabel 6.3 is te zien dat de maximaal toelaatbare populatiereductie van 255 dieren per park (zie § 3.3) bij de aanleg van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) voor beide alternatieven dan in geen enkel geval wordt overschreden.

Tabel 6.3 Effecten van heien voor aanleggen van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (alternatief 1: 63 funderingen, alternatief 2: 38 funderingen) op de bruinvispopulatie op het NCP in verschillende seizoenen en met toepassen van een (gedifferentieerde) geluidsnorm. Bvdd = bruinvisverstoringsdagen

	alternatief 1 (63 turbines)			alternatief 2 (38 turbines)		
	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie	norm (dB re 1 μPa^2s op 750 m)	bvvd	pop. reductie
jan – mei	163	15.162	167	167	17.443	192
jun - aug	169	16.069	177	173	17.675	195
sep – dec	171	18.053	199	175	19.525	215

Effecten op het gehoor van bruinvissen

Uit de berekeningen voor een uniforme waterdiepte van 23 meter blijkt dat bruinvissen die zich bij de start van het heien met hei-energie van 3.000kJ (zonder geluidsnorm) bij gemiddelde wind (6,5 m/s) in de buurt van de bodem bevinden binnen een straal van ongeveer 1,5 km PTS kunnen oplopen. Onder windstille omstandigheden bedraagt deze afstand ongeveer 2,7 km. Als met een lagere hei-energie van 1.000 kJ zonder geluidsnorm wordt geheid, zijn de afstanden waarbinnen bruinvissen PTS kunnen oplopen veel kleiner: respectievelijk 0,7 km bij gemiddelde wind en 1,1 km onder windstille omstandigheden. Er kan van worden uitgegaan wordt dat de PTS-afstanden kleiner zullen zijn als op ondieper water wordt geheid.

Als de geluidsproductie wordt beperkt door het toepassen van een (strenge) geluidsnorm van SEL_1 van 160 dB re 1 μPa^2s op 750 m treedt in geen enkel geval PTS op. Voor hogere geluidsnormen dan 160 dB zijn geen aparte berekeningen uitgevoerd. Er kan echter worden

beredeneerd dat, als er al PTS zou optreden, de afstanden zeker kleiner zullen zijn dan de PTS-afstanden die berekend zijn voor een hei-energie van 1.000 kJ. Bij ongemitigeerd heien met een hei-energie van 1.000 kJ op de diepste paalpositie van kavel I (23 m) bedraagt de SEL_1 op 750 m maximaal 176 dB re 1 μPa^2s. Deze waarde ligt nog 4 tot 5 dB boven de soepelste geluidsnorm van SEL_1 = 175 dB re 1 μPa^2s op 750 m. Met het toepassen van een geluidsnorm, indien nodig in combinatie met de inzet van 'Acoustisc Deterrent Devices' kan PTS bij bruinvissen zeker worden voorkomen.

6.2.3 Zeehonden

Effecten op het gedrag van zeehonden

Uit de resultaten van de berekening van de effecten van de constructie van kavel I op zeehonden blijkt dat deze, ook zonder toepassen van een geluidsnorm zeer gering zijn. Als een geluidsnorm wel wordt toegepast, omdat significante effecten op de bruinvispopulatie moeten worden voorkomen, zal de oppervlakte van het voor zeehonden verstoord gebied kleiner zijn dan waarvan is uitgegaan. Hierdoor zullen de effecten zullen nog lager uitvallen dan reeds is beschreven. Dit geldt ook voor de kans dat zeehonden PTS oplopen, waarvan de kans al verwaarloosbaar is zonder dat geluidbeperkende maatregelen worden genomen.

Tabel 6.4 aantal zeehonden binnen verstoringscontour bij aanvang van het heien van een fundering zonder en met opleggen van gedifferentieerde geluidsnormen voor mitigatie van effecten op bruinvissen. Deze aantallen zijn representatief voor de situatie waarbij wordt uitgegaan van volledige plaatstrouw , *i.e.* de dieren keren tijdens de bouw steeds terug naar hetzelfde gebied en worden dus meerdere malen verstoord.

	Zonder geluidsnorm	Met geluidsnorm		
		Jan-mei	Jun-aug	Sep-dec
Alternatief 1	12 -13	1	3 – 4	5
Alternatief 2	23 -30	2 – 3	7 – 9	9 – 12

6.3 Effectenbeoordeling per Natura 2000-gebied

6.3.1 Vogels

In deze paragraaf wordt voor een selectie van Natura 2000-gebieden (zie §5.1) weergegeven welke soorten daar zijn aangewezen en hoe de verwachte slachtoffers als gevolg van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn te relateren aan de verschillende instandhoudingsdoelen in deze gebieden.

Duinen en Lage Land Texel

Kleine mantelmeeuwen zijn als broedvogel aangewezen in het Natura 2000-gebied Duinen en Lage Land Texel met een instandhoudingsdoel van 14000 paren. Maximaal 0 van deze broedvogels gaat dood tijdens foerageertochten in het broedseizoen als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel I. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn uit te sluiten (zie §6.1.2).

Veerse Meer

Kleine mantelmeeuwen zijn als broedvogel aangewezen in het Natura 2000-gebied Veerse Meer met een instandhoudingsdoel van 590 broedparen. Maximaal 0 van deze broedvogels gaat dood tijdens foerageertochten in het broedseizoen als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel I. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn uit te sluiten (zie §6.1.2).

Krammer Volkerak
Kleine mantelmeeuwen zijn als broedvogel aangewezen in het Natura 2000-gebied Krammer Volkerak met een instandhoudingsdoel van 810 broedparen. Maximaal 0 van deze broedvogels gaat dood tijdens foerageertochten in het broedseizoen als gevolg van aanvaringen met windturbines in kavel I. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn uit te sluiten (zie §6.1.2).

Voordelta
Voor geen van de soorten waarvoor Natura 2000-gebied Voordelta is aangewezen worden grote aantallen slachtoffers verwacht door een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Voor geen van deze soorten is de sterfte van een windpark in kavel I alleen als in cumulatie (Leopold *et al.* 2015) hoger dan de PBR en significante effecten op de aangewezen populaties uit dit Natura 2000-gebied zijn daarmee uitgesloten (zie §6.1.1 en §6.1.3).

Noordzeekustzone
Voor geen van de soorten waarvoor Natura 2000-gebied Noordzeekustzone is aangewezen worden grote aantallen slachtoffers verwacht door een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Voor geen van deze soorten is de sterfte van een windpark in kavel I alleen als in cumulatie (Leopold *et al.* 2015) hoger dan de PBR en significante effecten op de aangewezen populaties uit dit Natura 2000-gebied zijn daarmee uitgesloten (zie §6.1.1 en §6.1.3).

Friese Front
Het Friese Front is aangewezen voor zeekoeten. Uit tabel 6.1 blijkt dat de totale sterfte zeekoeten als gevolg van aanvaringen en habitatverlies bestaat uit 2 individuen. De jaarlijkse adultenoverleving voor deze soort is 0,946 (Harris et al. 2000). Populatieschattingen van zeekoeten op het Friese Front lopen sterk uiteen, maar bedragen jaarlijks enkele tienduizenden vogels (8.000 – 90.000; Van Bemmelen et al. 2013, Leopold & van Bemmelen 2014). De 1%-norm van de jaarlijkse natuurlijk sterfte van deze populatie bedraagt daarmee 4 tot 49 vogels. De berekende additionele sterfte als gevolg van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (2 vogels) ligt onder de 1% norm van jaarlijkse natuurlijk sterfte. Significante effecten op de aangewezen populatie in dit Natura 2000-gebied zijn daarmee uit te sluiten (zie §6.1.2).

Bruine Bank
De Bruine Bank is een voorgesteld Natura 2000-gebied. Een aanwijsbesluit en instandhoudingsdoelstellingen zijn voor dit gebied nog niet geformuleerd, maar door Bos & van Bemmelen (2012) is dit gebied wel aangemerkt als een deel van de Nederlandse Noordzee met uitzonderlijke vogelwaarden van de soorten alk en zeekoet. De jaarlijkse adultenoverleving voor de zeekoet is 0,946 (Harris et al. 2000) en voor de alk 0,900 (Chapdelaine 1997).

Populatieschattingen van zeekoeten en alken op de Bruine Bank lopen sterk uiteen, maar bedragen jaarlijks enkele duizenden vogels, ook afhankelijk van de aan te wijzen gebiedsgrootte: voor zeekoeten 5.000 – 43.000 individuen en voor alken 2.000 – 20.000 (Van Bemmelen et al. 2012). De 1%-norm van de jaarlijkse natuurlijk sterfte van deze populaties bedraagt daarmee 3 tot 23 vogels voor zeekoeten en 2 tot 20 vogels voor alken. De berekende additionele sterfte als gevolg van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (2 vogels bij zeekoeten en 1 vogel bij alken) ligt onder de 1% norm van jaarlijkse natuurlijk sterfte. Significante effecten op de populaties alken en zeekoeten zijn daarmee uit te sluiten (zie §6.1.2).

6.3.2 Zeezoogdieren

Effecten van de aanleg en exploitatie van het windpark Hollandse Kust (zuid) zijn alleen tijdens de aanlegfase van die omvang dat effecten op instandhoudingsdoelen voor zeezoogdieren in Natura 2000-gebieden niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het gaat om de effecten van de toename van onderwatergeluidsniveaus als gevolg van het heien van de funderingen via zogenaamde externe werking. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Directe externe werking: het geluid beïnvloedt de kwaliteit van het leefgebied van de dieren waarvoor in het N2000-gebied instandhoudingsdoelstellingen gelden;
- Indirecte externe werking: de invloed van het geluid op dieren buiten het betreffende N2000-gebied moet deels worden toegerekend aan dit N2000-gebied (bijvoorbeeld als de foerageerfunctie buiten het N2000-gebied zodanig negatief zou worden beïnvloed dat dit niet verenigbaar is met de gestelde doelen voor het N2000-gebied).

Indirecte effecten op zeezoogdieren als gevolg van effecten op de populatieomvang van vissen (als stapelvoedsel voor zeezoogdieren) kunnen wel op voorhand worden uitgesloten.

De volgende paragrafen bevatten de toetsing van de eerdere beschreven en nader geanalyseerde effecten van onderwatergeluid op bruinvissen en zeehonden aan de instandhoudingsdoelstellingen van relevante Natura 2000-gebieden.

Waddenzee

In het Natura 2000-gebied Waddenzee gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond (tabel 6.5). Voor beide soorten betreft het een zogenaamde behoudsdoelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de grijze zeehond zou dat moeten leiden tot het behoud van de populatie en voor de gewone zeehond tot een uitbreiding van de populatie.

Tabel 6.5 Instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren in N2000-gebied Waddenzee

Soort	Instandhoudingsdoelstelling
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor uitbreiding populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Waddenzee. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone en grijze

zeehonden waarvoor in de Waddenzee instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in de Waddenzee (en Noordzeekustzone) dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt (Brasseur et al. 2008; Aarts et al. 2013). Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Waddenzee kunnen daarom worden uitgesloten.

Noordzeekustzone

In het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone gelden voor alle 3, in deze PB besproken soorten zeezoogdieren instandhoudingsdoelstellingen. Deze zijn in tabel 6.6 samengevat.

Tabel 6.6 Instandhoudingsdoelstellingen voor zeezoogdieren in N200-gebied Noordzeekustzone

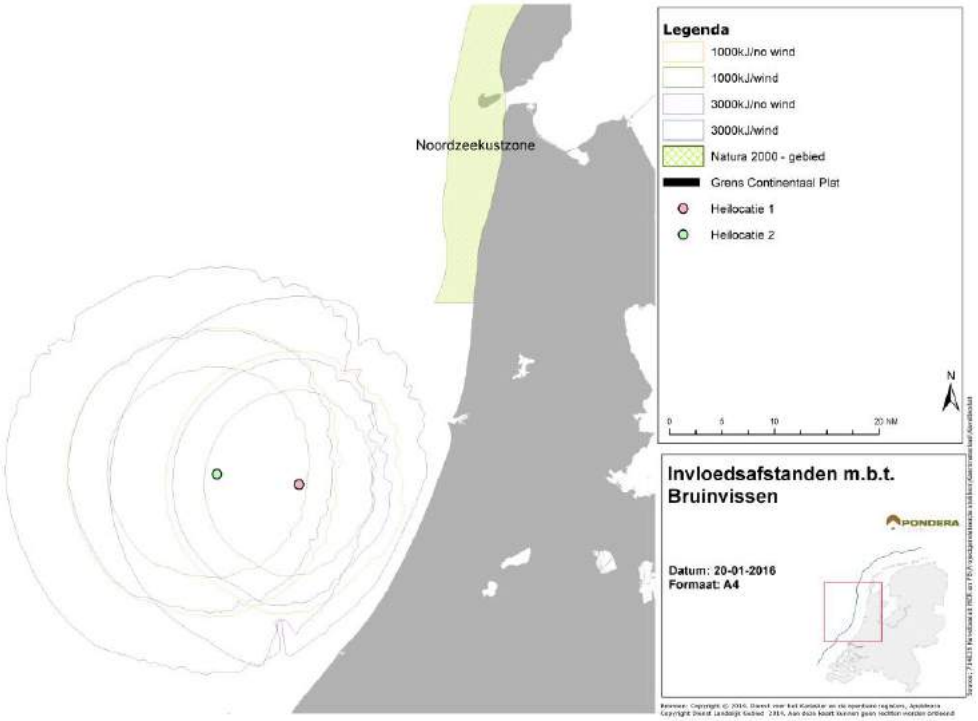
Soort	Instandhoudingsdoelstelling
bruinvis	behoud omvang en verbetering kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
grijze zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie
gewone zeehond	behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden.

Voor zeehonden ligt het door onderwatergeluid verstoorde gebied geheel buiten het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone. Er is daarom geen sprake van direct externe werking. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt (externe werking). Voor de gewone en grijze zeehonden waarvoor in de Noordzeekustzone instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname geen betekenis. Het verstoorde gebied ligt namelijk op een dusdanig grote afstand van de ligplaatsen van zeehonden in de Noordzeekustzone dat het buiten het bereik van de foerageertochten valt. De dieren zijn voor hun voedselvoorziening dus niet afhankelijk van het effectgebied. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Noordzeekustzone en andere Natura 2000-gebieden waar doelstellingen voor gewone en/of grijze zeehonden gelden. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de diverse gebieden. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone en grijze zeehonden in de Noordzeekustzone kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor bruinvissen overlapt het door heigeluid verstoorde gebied ook niet met het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone (zie figuur 6.3). De kwaliteit van het leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed (directe externe werking). De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking).

Figuur 6.3 Overlap van verstoringscontouren van bruinvissen met Natura 2000-gebied Noordzeekustzone door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel I van windpark Hollandse Kust (zuid).



Door de Nederlandse overheid is bepaald dat bij een afname van de bruinvispopulatie door de aanleg van de 10 windparken op zee uit het SER-akkoord met meer dan 5% van de popoulatie (= 255 dieren per park) op het NCP significante effecten niet kunnen worden uitgesloten (zie § 2.3 uit de notitie van HWE, bijlage 6 van het MER kavel I). Uit Tabel 6.7 is af te leiden dat deze waarde voor beide alternatieven in geen van de seizoenen wordt overschreden. De conclusie is dat bij de constructie van het windpark volgens beide alternatieven significante effecten op de bruinvispopulatie en daarmee op het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone zijn uit te sluiten.

Tabel 6.7 Voorspelde maximale afname van de bruinvispopulatie op het NCP als gevolg van heien voor de constructie van kavel I van windpark Hollandse Kust (zuid) in verschillende seizoenen bij toepassen van een gedifferentieerde geluidsnorm.

	Afname bruinvispopulatie op het NCP (aantal dieren)		
	jan - mei	jun – aug	sep – dec
alternatief 1	167	177	199
alternatief 2	192	195	215

Voordelta

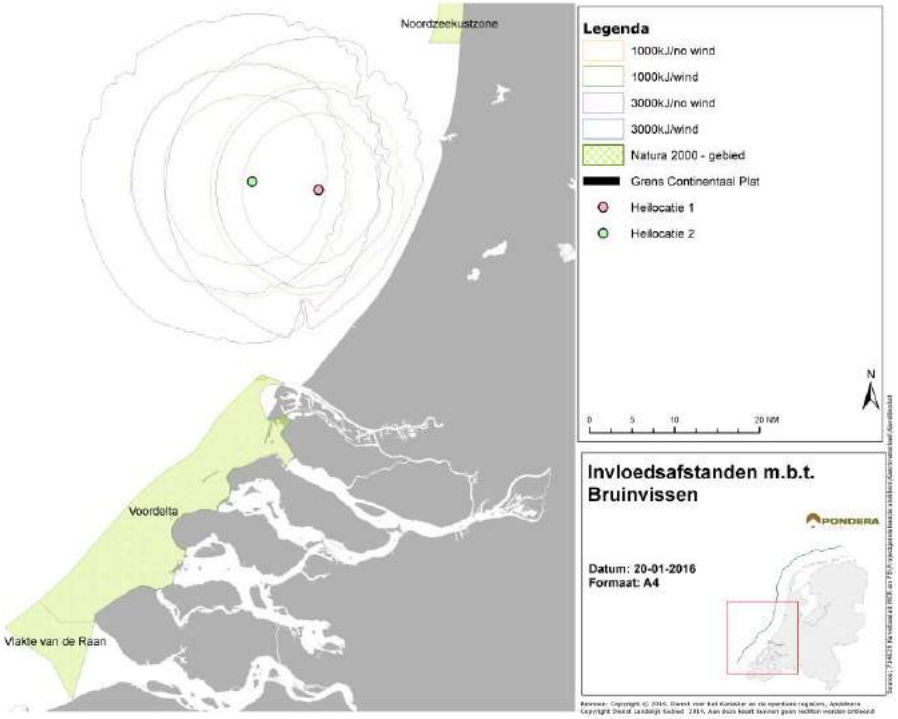
In het Natura 2000-gebied Voordelta gelden instandhoudingsdoelstellingen voor de grijze zeehond en de gewone zeehond. Voor de grijze zeehond betreft het een zogenaamde behouds-doelstelling (behoud omvang en de kwaliteit van het leefgebied). Voor de gewone zeehond is een verbeterdoelstelling voor de kwaliteit van het leefgebied geformuleerd. Deze

heeft betrekking op het zorgen voor meer rust op de droogvallende platen en zou moeten leiden tot een regionale Deltapopulatie van tenminste 200 exemplaren.

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Voordelta (zie figuur 6.4). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Voordelta instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied in beperkte mate als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom gering is. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Voordelta kunnen daarom worden uitgesloten.

In het hier getoetste VKA is ervan uitgegaan dat een naar seizoen en aantal funderingen gedifferentieerde geluidsnorm wordt toegepast. Dit betekent dat het door onderwatergeluid verstoorde oppervlak aanzienlijk kleiner zal zijn en daarmee het aantal door onderwatergeluid verstoorde zeehonden (zie tabel 6.7).

Figuur 6.4 Overlap van verstoringscontouren van zeehonden met de Natura 2000-gebieden Voordelta en Vlakte van de Raan door heien, zonder toepassen van een geluidsnorm, voor de aanleg van kavel I van windpark Hollandse Kust (zuid).



Oosterschelde

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Oosterschelde. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Oosterschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het verstoorde gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt en het aantal verstoorde dieren daarom zeer gering is. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen de Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in de Oosterschelde kunnen daarom worden uitgesloten.

Vlakte van de Raan

In het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan gelden voor alle 3 soorten zeezoogdieren dezelfde instandhoudingsdoelstellingen als in de Noordzeekustzone (zie tabel 6.6). Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan leiden tot verstoring van bruinvissen en zeehonden die zich binnen een bepaalde afstand van de heilocatie bevinden. Dieren kunnen het gebied mijden waardoor de oppervlakte beschikbaar foerageergebied afneemt.

Het verstoorde gebied voor gewone en grijze zeehonden ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan (zie figuur 6.4). Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor zowel de grijze als de gewone zeehonden waarvoor in de Vlakte van de Raan instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor grijze en gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan kunnen daarom worden uitgesloten.

Voor bruinvissen overlapt het door heigeluid verstoorde gebied niet met het Natura 2000-gebied Vlakte van de Raan. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het foerageergebied buiten de Vlakte van de Raan neemt echter wel af (indirecte externe werking). Het effect van deze externe werking op de bruinvispopulatie is reeds beschouwd bij de behandeling van het Natura 2000-gebied Noordzeekustzone en wordt op dezelfde wijze beoordeeld; significant negatieve effecten worden uitgesloten.

Westerschelde & Saeftinghe

Het onderwatergeluid dat tijdens aanleg wordt gegenereerd door het heien van de funderingen kan tot gevolg hebben dat zeehonden de heilocatie tot op een bepaalde afstand mijden. Het verstoorde gebied ligt in zijn geheel buiten het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saefting-

he. Er is daarom geen sprake van directe externe werking. Wel neemt de omvang van de totale oppervlakte beschikbaar foerageergebied af (indirecte externe werking). Voor de gewone zeehonden waarvoor in de Westerschelde instandhoudingsdoelstellingen bestaan, heeft deze afname echter geen betekenis, omdat het binnen de verstoringscontour gelegen gebied niet of nauwelijks als foerageergebied wordt gebruikt. Ook zijn er geen belemmeringen voor de migratie van zeehonden tussen de Waddenzee en het Deltagebied. Tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust ligt namelijk een brede, niet door geluid beïnvloede zone, die voldoende breed is voor het ongehinderd heen en weer zwemmen tussen Waddenzee en Deltagebied. Significante effecten op de omvang en kwaliteit van het leefgebied voor gewone zeehonden in het Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe kunnen daarom worden uitgesloten.

7 CUMULATIE

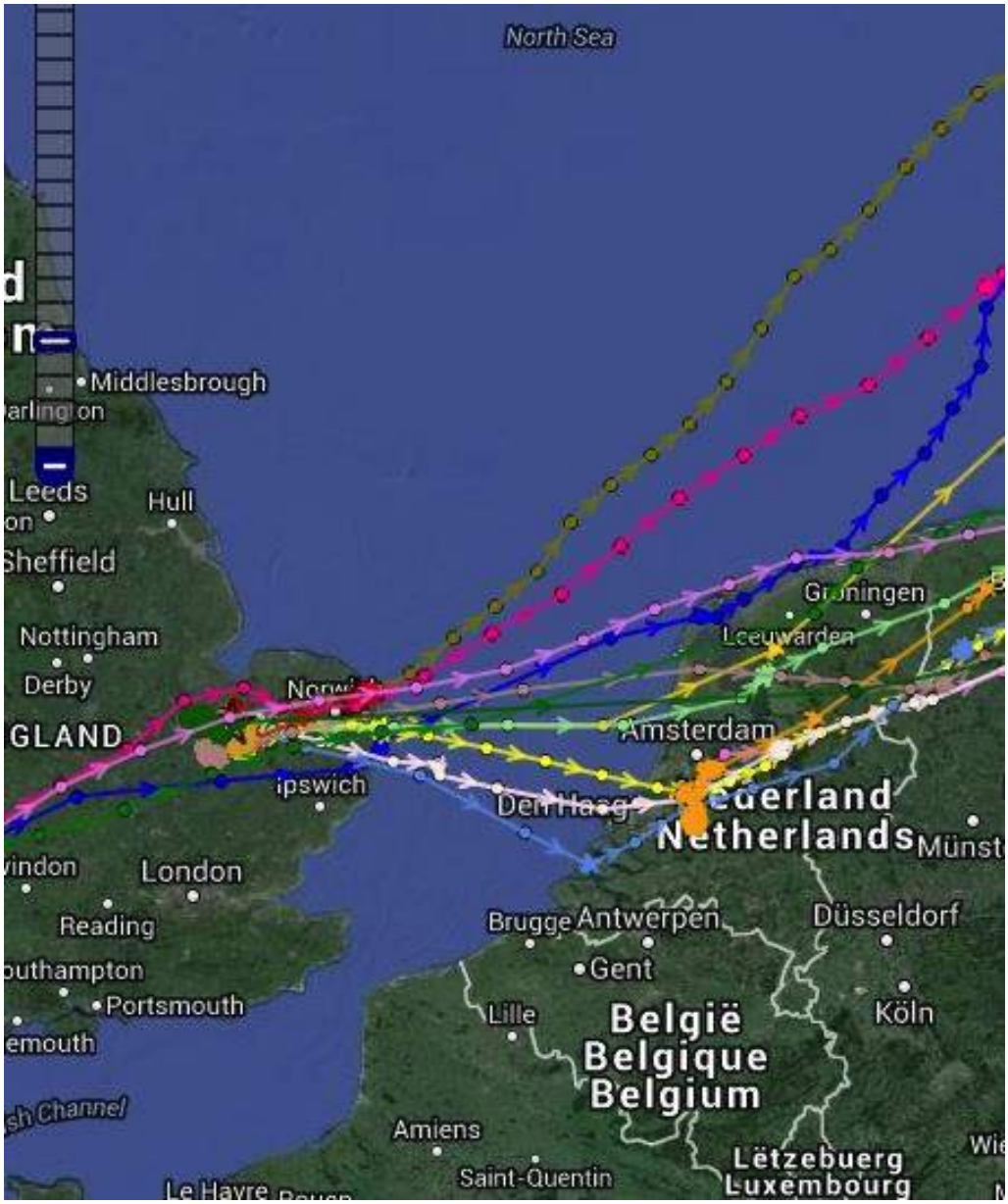
7.1 Vogels

Voor de meeste aangewezen soorten in Natura 2000-gebieden geldt dat de aantallen slachtoffers geen substantieel deel van de PBR per soort bedragen en ook niet in cumulatie met andere parken in Europa. Op basis hiervan zijn significante effecten op populaties binnen Natura 2000-gebieden uitgesloten, een enkele uitzondering daargelaten.

De belangrijkste uitzondering vormt de kleine mantelmeeuw als niet-broedvogel. Voor deze soort blijken de cumulatieve aantallen slachtoffers als alle windparken in de Zuidelijke Noordzee worden beschouwd de PBR van de zuidelijke Noordzee populatie te overschrijden (Leopold et al. 2014, 2015, van der Wal 2015, Gyimesi & Fijn 2015). Daardoor zouden Natura 2000-populaties van deze soort mogelijk in gevaar komen. Echter in het traject voor de kavelbesluiten voor windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) is besloten om de cumulatieve effecten uitsluitend te beschouwen binnen de Nederlandse Noordzee (het NCP). De cumulatieve aantallen slachtoffers kleine mantelmeeuwen in Nederlandse parken blijken wel ruim binnen de PBR van de Nederlandse Noordzee populatie te blijven. Op basis hiervan kan significatie worden uitgesloten. Voor het NCP is meer betrouwbare en gedetailleerde data beschikbaar dan voor de gehele Zuidelijke Noordzee. Bovendien is voor het NCP ook meer zekerheid over de tot en met 2023 op te richten windparken. Daarom is ervoor gekozen om een analyse te doen waarin het aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

Verder is ook de kleine zwaan een uitzondering op de regel. Deze soort heeft een zeer beperkte en afnemende biogeografische populatie. Door het ontbreken van soortspecifieke aantallen aanvaringsslachtoffers is het vooraf moeilijk om een kwantitatieve inschatting te geven van de potentiele additionele sterfte als gevolg van een windpark in kavel I. Echter op basis van verspreidingsgegevens en voorlopige zendergegevens van kleine zwanen in Nederland en Engeland (zie figuur 7.1) is te beredeneren dat de grootste aantallen trekkende zwanen die de Noordzee overvliegen ten noorden van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) langs zullen gaan. Daardoor zijn de aantallen slachtoffers onder kleine zwanen als gevolg van een windpark in kavel I in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) verwaarloosbaar, dus eventuele cumulatieve effecten voor deze soort worden veroorzaakt door andere parken buiten windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).

Figuur 7.1 Oversteek van gezenderde kleine zwanen van Engeland naar Nederland (bron: Griffin et al. 2015).



Cumulatieve effecten onder kolonie-broedende vogels zijn op voorhand uit te sluiten.

7.2 Zeezoogdieren

In het onderzoek naar de cumulatieve effecten op zeezoogdieren is uitsluitend gekeken naar de effecten van (de constructie van) windparken op zee zoals voorgenomen. Dit betreft het voorkeursalternatief uit het MER. Dit betekent dat mogelijke effecten van continu geluid (w.o. scheepsgeluid en geluid van operationele windparken) en de effecten van andere bronnen van impulsief geluid (sonar, explosies en seismische surveys voor olie en gas) buiten beschouwing

zijn gebleven. Dergelijke effecten worden beschouwd als onderdeel uitmakend van de huidige situatie.

7.2.1 Scenario's

Voor het berekenen van de cumulatieve effecten van het voorkeursalternatief (met toepassing van een gedifferentieerde geluidsnorm), zijn voor de constructie van de eerste twee kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) de volgende 9 scenario's beschouwd.

- 2 parken in de periode januari – mei, geen overlap in verstoringscontouren (1 paal per 24uur; dus om en om geheid).
- 1 park in de periode januari – mei, 1 in de periode juni p augustus (verschillende volgorde)
- 1 park in de periode januari – mei, 1 in de periode september – december (verschillende volgorde)
- 1 park in de periode juni – augustus, 1 in de periode september – december (Verschillende volgorde)
- 2 parken in periode juni – augustus
- 2 parken in de periode september – december

Voor de cumulatie met andere initiatieven is ervan uitgegaan dat in hetzelfde jaar dat deze parken worden gebouwd ook één windpark op het Belgisch Continentaal Plat (BCP) zal worden aangelegd en dat de heiwerkzaamheden hiervoor in het voorjaar zullen plaatsvinden (worst case). Er is daarbij gekozen voor het windpark Mermaid, bestaande uit 38 turbines van 6 MW. Aangenomen is dat de hei-energie 2.000 kJ bedraagt (aanname TNO). Verder is aangenomen dat 30% van het verstoringsoppervlak over het NCP valt. Ook is er vanuit gegaan dat er conform de uitgegeven vergunningen een hei-restrictie van kracht is in de periode 1 januari tot en met 30 april, omdat in deze periode de dichtheid van bruinvissen het hoogst is. Bovendien geldt in België een inspanningsverplichting om de geluidsbelasting op 750 meter afstand van de bron niet boven de 185dB re µPa (SPL-peak) uit te laten komen.[3]

In de berekeningen van cumulatieve effecten is er worst case van uitgegaan dat er per etmaal slechts één fundering wordt geheid en dat er dus geen sprake is van overlappende verstoring-oppervlakten (waardoor het totale aantal dierverstoringsdagen afneemt). Feitelijk is dit een onrealistische situatie; gelijktijdige aanleg van kavel I en II volgens alternatief 1 in 1 seizoen past bijvoorbeeld niet (= totaal 5,5 maanden ervan uitgaande dat er nooit op dezelfde dag wordt geheid) en al helemaal niet als dan ook voor Mermaid wordt geheid. Als de twee windparken alle funderingen op dezelfde dag zouden worden geheid ontstaat volledige overlap van het verstoorde oppervlak, aangezien elk contour een dag 'blijft staan'; dit zou een vermindering van ongeveer een kwart van het aantal dierverstoringsdagen betekenen en dus tot minder effecten leiden dan hier *worst case* is onderzocht.

7.2.2 Cumulatieve effecten op bruinvispopulatie

Voor de aanleg van de kavels I en II in het windenergiegebied Hollandse Kust en het Belgische windpark Mermaid zijn in cumulatie significant negatieve effecten uit te sluiten. Uit de berekeningen zoals weergegeven in onderstaande Tabel 7.1 en Tabel 7.2 blijkt dat bij aanleg

[3] Deze Belgische norm is iets strenger dan de Duitse norm van maximaal 160 dB re 1 μPa^2s van de SEL_1 op 750 meter (of 190 dB SPL op 750 m). Voor de berekening van het verstoringsoppervlak is van de Duitse norm uitgegaan en is het, bij deze norm behorende en door TNO berekende over de vier kavels gemiddelde, maximale verstoringsoppervlak voor de Borssele windparken gebruikt (160 km^2).

van de kavels I en II van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), de maximaal toelaatbare populatiereductie op het NCP van 510 individuen niet wordt overschreden. Als in hetzelfde jaar als de twee windparken ook het Belgische windpark Mermaid zou worden aangelegd, kan de bruinvispopulatie op het NCP met 8 – 10 dieren extra afnemen. De jaarlijks toelaatbare afname van 510 dieren wordt daarmee nog steeds niet overschreden.

Tabel 7.1 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 windparken in Hollandse Kust (zuid) volgens alternatief 1 (63 turbines per kavel) in één jaar.

jan-mei	jun – aug	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings–dagen	Populatiereductie (5e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
I, II			126	30.103	332	0,7
I	II		126	30.866	340	0,7
I		II	126	32.513	359	0,7
II	I		126	31.010	342	0,7
	I, II		126	31.773	350	0,7
	I	II	126	33.420	369	0,7
II		I	126	32.994	364	0,7
	II	I	126	33.757	372	0,7
		I, II	126	35.404	391	0,8
Totaal NCP			minimaal	30.103	332	0,7
			maximaal	35.404	391	0,8

Tabel 7.2 Cumulatieve effecten van heigeluid op bruinvissen op het NCP door aanleg van 2 windparken in Hollandse Kust (zuid) volgens alternatief 2 (38 turbines per kavel) in één jaar.

Jan – mei	jun – aug	sep – dec	impulsdagen	Dierverstorings–dagen	Populatiereductie (5e percentiel)	
					aantal dieren	% NCP
I, II			76	34.396	379	0,7
I	II		76	34.419	380	0,7
I		II	76	36.016	397	0,8
II	I		76	34.627	382	0,7
	I, II		76	34.651	382	0,7
	I	II	76	36.247	400	0,8
II		I	76	36.478	402	0,8
	II	I	76	36.501	403	0,8
		I, II	76	38.097	420	0,8
Totaal NCP			minimaal	34.396	379	0,7

			maximaal	38.097	420	0,8

7.2.3 Cumulatieve effecten op zeehondenpopulatie

Voor zeehonden zijn geen gegevens van verstoringscontouren voor het Belgische windpark Mermaid beschikbaar. Er is daarom uitgegaan van de resultaten van berekeningen die door TNO voor het aan Mermaid grenzende kavel I van windenergiegebied Borssele zijn uitgevoerd. Daarbij zijn de gegevens van de twee onderzochte paalposities gemiddeld en is ook voor de twee onderzochte hei-energieën gemiddeld. Voor de bruinvis-berekeningen is voor Mermaid namelijk uitgegaan van een hei-energie van 2.000 kJ. De resultaten van de berekeningen staan in Tabel 7 3. Naar analogie van de berekeningen in het MER is ook een bandbreedte gegeven van het aantal mogelijk verstoorde zeehonden nadat alle funderingen van de kavels I en II (beide alternatieven) en Mermaid zijn geheid (weergegeven als percentage van de Nederlandse populatie). Voor de ondergrens is van volledige plaatstrouw uitgegaan, wat betekent dat steeds dezelfde zeehonden op de dagen dat wordt geheid worden verstoord. Voor de bovengrens is het gemiddeld aantal verstoorde zeehonden per geheide fundering vermenigvuldigd met het aantal geheide funderingen. Hier is er dus van uitgegaan dat steeds andere zeehonden worden verstoord. Voor het beoordelen van een eventueel effect op de populatie is het aannemelijk dat de eerstgenoemde situatie maatgevend is, aangezien een meerdere malen verstoord dier in zijn normale functioneren meer wordt beïnvloed dan een dier dat eenmalig wordt verstoord. De effecten op grijze zeehonden zijn naar verwachting kleiner, omdat de populatie veel kleiner is (en de totale aantallen op het NCP veel lager).

Tabel 7.3 Cumulatieve effecten van heigeluid op zeehonden op het NCP door aanleg van 2 windparken in Hollandse Kust (zuid) en het Belgische Mermaid (basisalternatief) in één jaar

		Impulsdagen	Verstoorde dieren per geheide fundering	Dierverstorings dagen	% NCP
Hollandse Kust (zuid) I en II	alternatief 1	126	12	1.496	0,3 – 19
	alternatief 2	76	24	1.820	0,6 – 23
Mermaid		38	< 1	30	0,01 – 0,04
				cumulatief minimaal	0,2 – 0,6
				cumulatief maximaal	19 – 23

Uit het overzicht in tabel 7.3 blijkt dat de bijdrage van de aanleg van het Belgische Mermaid aan het totale cumulatieve effect zeer gering is. Dit is het gevolg van de zeer lage dichtheid van zeehonden in het bij de constructie van dit park door onderwatergeluid verstoorde gebied.

Voor zeehonden geldt dat de cumulatieve effecten, ook zonder restricties aan het hei-seizoen en de hoeveelheid geproduceerd heigeluid worden opgelegd, verwaarloosbaar zijn.

7.3 Cumulatieve effecten in één jaar op Natura 2000-gebieden

7.3.1 Bruinvis

De effecten van heigeluid tijdens het aanleggen van de twee kavels van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) in combinatie met het Belgische Mermaid zullen geen gevolgen hebben voor de Nederlandse, in de kustzone gelegen Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen voor bruinvissen. Het betreft de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en de Vlakte van de Raan. De tijdens de aanleg van de twee kavels optredende verstoringscontouren en Mermaid zijn dermate klein dat er geen sprake is van overlap. De kwaliteit van het gebied als leefgebied voor de bruinvis wordt dus niet beïnvloed, zodat een effect van directe externe werking kan worden uitgesloten. De totale omvang van het leef- en foerageergebied neemt echter wel af, waardoor een effect op de totale bruinvispopulatie op het NCP kan ontstaan (indirecte externe werking). Uit voorgaande § 7.2.2 blijkt, dat voor de aanleg van de kavels I en II in het windenergiegebied Hollandse Kust Zuid en het Belgische windpark Mermaid in cumulatie significant negatieve effecten op Natura 2000-gebieden zijn uit te sluiten.

7.3.2 Zeehonden

Effecten van heigeluid tijdens het in één jaar aanleggen van twee kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en het Belgische Mermaid kunnen gevolgen hebben voor de Natura 2000-gebieden met instandhoudingsdoelstellingen voor gewone en grijze zeehonden. Het betreft de noordelijke Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Waddenzee en de in het deltagebied gelegen Natura 2000-gebieden Voordelta, Oosterschelde, Vlakte van de Raan en Westerschelde & Saeftinghe.

- Uit de resultaten van de berekeningen blijkt dat de verstoringscontouren voor zeehonden door heien voor de aanleg van kavels I en II van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid), ook als geen gedifferentieerde geluidsnorm wordt toegepast, geen overlap vertonen met de meest nabij gelegen Natura 2000-gebieden Voordelta, Vlakte van de Raan en Noordzeekustzone (zie figuren 6.2 en 6.3). Er is dus geen sprake van directe externe werking. De totale omvang van het foerageergebied neemt echter wel af (indirecte externe werking). Deze effecten worden als niet significant beoordeeld, omdat:
- Het aantal mogelijk beïnvloede zeehonden beperkt is, omdat de dichtheid van zeehonden binnen het door heigeluid verstoorde gebied laag is. Ter illustratie: in deze effectbeschrijving is ervan uitgegaan dat de Nederlandse populatie gewone zeehonden uit 8.000 dieren bestaat, er van uitgaande dat voor elk van deze dieren de kans even groot is dat zij bij aanvang van de heiwerkzaamheden in het verstoorde gebied aanwezig zijn, dan zouden 1.544 (19%) van deze dieren eenmalig in hun normale gedrag worden verstoord bij aanleg van alternatief 1 + Mermaid, bij aanleg van alternatief 2 + Mermaid zouden dat er 1.873 (23%) zijn; dit is een dermate beperkte verstoring dat kan worden uitgesloten dat hierdoor effecten op het voortplantingssucces of de overlevingskans ontstaan en daarmee op de populatie;
- Het grootste deel van het door geluid beïnvloede gebied van beperkt belang is als foera-geergebied, waardoor er geen sprake zal zijn van ‘verdichtingseffecten’ (competitie om voedsel e.d.);

- De afstand tussen de buitenrand van de verstoringscontour en de kust dermate groot is bedraagt, dat migratieroutes tussen de twee Nederlandse kerngebieden Waddenzee en Deltagebied niet worden geblokkeerd.

8 LITERATUUR

Aarts, G., S. Brasseur, S. Geelhoed, R. van Bemmelen, & M. Leopold, 2013. Grey and harbour seal spatiotemporal distribution along the Dutch West coast. IMARES report C103/13.

Arts, F, 2012. Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2011. Rapport RWS Waterdienst BM 12.25.

Bos, O.G. & R.S.A. van Bemmelen, 2012. Aanvullende beschermde gebieden op de Noordzee: samenvatting onderzoek 2009-2012. IMARES

Brasseur, S., G. Aarts, E. Meesters, T. van Polanen Petel, E. Dijkman, J. Cremer & P. Reijnders. 2012. Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms". Commissioned by Noordzeewind. IMARES report nr. C043/10.

Brasseur, S., T. van Polanen Petel, G. Aarts, E. Meesters, E. Dijkman & P. Reijnders, 2010. Grey seals (Halichoerus grypus) in the Dutch North sea: population ecology and effects of wind farms. IMARES report No C137/10.

Brasseur, S.M.J.M., M. Scheidat, G.M. Aarts, J.S.M. Cremer & O.G. Bos, 2008. Distribution of marine mammals in the North Sea for the generic appropriate assessment of future offshore wind parks. IMARES report C046/08.

Camphuysen, C.J. & M.L. Siemensma, 2011. Conservation plan for the Harbour Porpoise Phocoena phocoena in The Netherlands: towards a favourable conservation status. NIOZ Report 2011-07, Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.

Camphuysen, C.J., 2011. Lesser Black-backed Gulls nesting at Texel. Foraging distribution, diet, survival, recruitment and breeding biology of birds carrying advanced GPS loggers. NIOZ-Report 2011-05. Royal Netherlands Institute for Sea Research, Texel.

Collier, M.P., A. Gyimesi & R.C. Fijn, 2015. Slachtofferberekeningen voor drie gebiedsvarianten van de uitbreiding van windenergiegebied Hollandse Kust voor kleine mantelmeeuwen vanuit de broedkolonie Texel. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Costa, D.P., 2012. A bioenergetics approach to developing a population consequences of acoustic disturbance model. In: Popper AN, Hawkins A (eds) "The effects of noise on aquatic life. Advances in experimental medicine and biology." Springer Science and Business Media, New York, NY, p 423−426.

Degraer, S., W. Courtens, J. Haelters, K. Hostens, T. Jacques, F. Kerckhof, E. Stienen & G. Van Hoey (2010). Bepalen van instandhoudingsdoelstellingen voor de beschermde soorten en habitats in het Belgische deel van de Noordzee, in het bijzonder in beschermde mariene gebieden. Eindrapport in opdracht van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu, Directoraat-generaal Leefmilieu. Brussel, België. 132 pp.

De Jong, C.A.F & M.A. Ainslie, 2012. Analysis of the underwater sound during piling activities for the Off-shore Wind Park Q7. Report TNO 2012 R10081.

Ens, B.J., Bairlain, F., Camphuysen, C.J., de Boer, P., Exo, K-M., Gallego, N., Klaassen, R.H.G., Oosterbeek, K. & Shamoun-Baranes, J. 2009. Onderzoek aan meeuwen met satellietzenders. Limosa 82:33-42.

Geelhoed, S., M. Scheidat & R. van Bemmelen, 2014. Marine mammal surveys in Dutch waters in 2013. IMARES report C027/14.

Geelhoed, S., M. Scheidat, G. Aarts, R. van Bemmelen, N. Janinhoff, H. Verdaat & R. Witte, 2011. Shortlist Masterplan Wind - Aerial surveys of harbour porpoises on the Dutch Continental Shelf. IMARES report C103/11.

Gyimesi, A., T.J. Boudewijn, M.J.M. Poot & R.-J. Buijs, 2011. Habitat use, feeding ecology and breeding success of Lesser black-backed gulls in Lake Volkerak. Rapport 10-234. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Harwood, J., R. Schick & C. Booth, 2014. Using the interim PCOD framework to support a cumulative impact assessment in Netherlands waters," report SMRUM-RWS-2014-014 (unpublished).

Harwood, J., S. King, R. Schick, C. Donovan & C. Booth, 2013. A protocol for implementing the interim population consequences of disturbance (PCOD) approach: quantifying and assessing the effects of UK offshore renewable energy developments on marine mammal populations. Report SMRUL-TCE-2013-014. Scottish Marine and Freshwater Science 5(2).

Heinis F., C.J. de Jong & Werkgroep Onderwatergeluid, 2015. Cumulatieve effecten van impulsief onderwatergeluid op zeezoogdieren. TNO rapport TNO 2015 R10335.

Jak, R.G., O.G. Bos & H.J. Lindeboom, 2009. Instandhoudingsdoelen Natura 2000-gebieden Noordzee. IMARES

Kastelein, R.A., L. Hoek, R. Gransier, M. Rambags & N. Claeys, 2014. Hearing frequencies of a harbor porpoise (Phocoena phocoena) temporarily affected by played back offshore pile driving sounds. SEAMARCO report 2014-5, Draft version 1.

Leopold, M.F., M. Booman, M.P. Collier, N. Davaasuren, R.C. Fijn, A. Gyimesi, J. de Jong, R. Jongbloed, B. Jonge Poerink, J.C. Kleyheeg-Hartman, K.L. Krijgsveld, S. Lagerveld, R. Lensink, M.J.M. Poot, J. Tjalling van der Wal & M. Scholl. 2015. A first approach to deal with cumulative effects on birds and bats of offshore wind farms and other human activities in the Southern North Sea. Report number C166/14. Imares Wageningen UR, Wageningen.

Lucke, K., U. Siebert, P.A. Lepper & M.-A. Blanchet, 2009. Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (Phocoena phocoena) after exposure to seismic airgun stimuli," J. Acoust. Soc. Am. 125, 4060–70.

Nabe-Nielsen, J. R.M. Sibly, J. Tougaard, J. Teilmann & S. Sveegaard, 2014. Effects of noise and by-catch on a Danish harbour porpoise population. Ecol. Modell. 272, 242–251.

New, L.F., J. S. Clark, D. P. Costa, E. Fleishman, M. A. Hindell, T. Klanjšček, D. Lusseau, S. Kraus, C. R. McMahon, P. W. Robinson, R. S. Schick, L. K. Schwarz, S. E. Simmons, L. Thomas, P. Tyack, J. Harwood. 2014. Using short-term measures of behaviour to estimate long-term fitness of southern elephant seals. MEPS 496:99-108.

Paelinckx, D., K. Sannen, V. Goethals, G. Louette, J. Rutten & M. Hoffmann, 2009. Gewestelijke doelstellingen voor de habitats en de soorten van de Europese Habitat- en Vogelrichtlijn voor Vlaanderen. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek INBO.M.2009.6. INBO, Brussel.

Rijkswaterstaat, 2015. Kader Ecologie en Cumulatie t.b.v. uitrol windenergie op zee.

Rosen, D.A.S., A.J. Winship & L.A. Hoopes, 2007. Thermal and digestive constraints of foraging behaviour in marine mammals. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 362: 2151-2168.

Scheidat, M., R. Leaper, M. van den Heuvel-Greve & A. Winship, 2013. Setting Maximum Mortality Limits for Harbour Porpoises in Dutch Waters to Achieve Conservation Objectives. Open Journal of Marine Science 2013, 3.

SEAMARCO, 2011. Temporary hearing threshold shifts and recovery in a harbor porpoise and two harbor seals after exposure to continuous noise and playbacks of pile driving sounds. Part of the Shortlist Masterplan Wind 'Monitoring the Ecological Impact of Offshore Wind Farms on the Dutch Continental Shelf'. commissioned by the Department of Water Management of the Netherlands Ministry of Infrastructure and Environment. SEAMARCO Ref: 2011/01.

Southall, B.L., A.E. Bowles, W.T. Ellison, J.J. Finneran, R.L. Gentry, C.R. Greene Jr., D. Kastak, D.R. Ketten, J.H. Miller, P.E. Nachtigall, W.J. Richardson, J.A. Thomas & P.L. Tyack, 2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Initial Scientific Recommendations. Aquatic Mammals, 33(4), 411–521.

Sparling, C.E. & M.A. Fedak, 2004. Metabolic rates of captive grey seals during voluntary diving. J Exp Biol 207: 1615-1624.

Sparling, C.E., J-Y. Georges, S.L. Gallon, M. Fedak & D. Thompson, 2007. How long does a dive last? Foraging decisions by breath-hold divers in a patchy environment: a test of a simple model. Animal Behaviour 74: 207-218.

Van Beest, F.M., J. Nabe-Nielsen, J. Carstensen, J. Teilmann & J. Tougaard, 2015. Disturbance effects on the Harbour Porpoise Population in the North Sea (DEPONS): Status report on the model development. Aarhus University, DCE-Danish Centre for Environment and Energy, 43 pp. Scientific Report from DCE-Danish Centre for Environment and Energy No. 140.

Weston, D.E. 1971. Intensity-range relations in oceanographic acoustics. Journal of Sound and Vibration 18(2), pp 271-287.

Weston, D.E. 1976. Propagation in water with uniform sound velocity but variable-depth lossy bottom', Journal of Sound and Vibration 47(4), pp 473-483.

BIJLAGE 9

VISUALISATIERAPPORT



715082
19 mei 2016

VISUALISATIERAPPORT HOLLANDSE KUST (ZUID) – KAVELS I EN II

Ministerie van EZ

Definitief v2

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

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

Documenttitel	Visualisatierapport Hollandse Kust (zuid) – Kavels I en II
Soort document	Definitief v2
Datum	19 mei 2016
Projectnummer	715082
Auteur	B. Vogelaar, Pondera Consult
Vrijgave	E. Arends, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

1	**Inleiding**	**1**
1.1	Inleiding	1
1.2	Beschrijving van de locatie	1
1.3	Tijdstip en weersomstandigheden	2
1.4	Camera	2
1.5	Kijkafstand	3
2	**Techniek fotovisualisaties**	**5**
3	**Fotolocaties**	**7**
3.1	Fotopunt Noordwijk	7
3.2	Fotopunt Noordwijk (slecht zicht / fictief)	7
3.3	Fotopunt Scheveningen	7
4	**Te visualiseren opstellingen**	**9**
5	**Visualisaties**	**9**

1 INLEIDING

1.1 Inleiding

Er zijn fotovisualisaties vervaardigd om een beeld te vormen van de zichtbaarheid vanaf de kust van de offshore windparken die binnen de kavels I en II in het gebied Hollandse Kust Zuid kunnen worden gerealiseerd. Hierbij zijn beide kavels in beeld gebracht vanuit relevante kustplaatsen in de omgeving en zijn twee turbine alternatieven gevisualiseerd.

Dit visualisatierapport gaat in op de techniek van het maken van de visualisaties, de locaties van de standpunten en weersomstandigheden op het moment van maken van de foto's.

In de foto's zijn twee alternatieven gevisualiseerd. Het betreffen de volgende type windturbines.

Tabel 1.1 Gevisualiseerde alternatieven

Naam alternatief	Ashoogte	Rotor-diameter	Tiphoogte	Mast-breedte	Wiekbreedte	Aantal windturbines	
						Kavel I	Kavel II
6 MW	96 meter	142 meter	167 meter	6 meter	5 meter	63	63
10 MW	140,5 meter	221 meter	251 meter	8 meter	7 meter	38	38

De coördinaten zijn te vinden in de bijlage.

1.2 Beschrijving van de locatie

De kavels I en II zijn gelegen op een afstand van respectievelijk minimaal circa 23 tot 24 kilometer uit de kust. De afstand zorgt ervoor dat de turbines alleen bij heldere weersomstandigheden zichtbaar zijn aan de horizon. In de volgende figuur zijn de kavels weergegeven.

Figuur 1.1 Locatie van de kavels



1.3 Tijdstip en weersomstandigheden

De gebruikte foto's zijn gemaakt op verschillende dagen in het jaar. Het zicht op deze dagen was soms goed en helder en op andere dagen juist afwisselende periodes van bewolking en zonneschijn. De afstand van de fotolocaties tot de dichtstbijzijnde windturbines varieert per fotopunt enigszins. De posities zijn zodanig gekozen dat ze representatief zijn voor de dichtstbijzijnde strandlocaties.

Het contrast tussen de turbines en de lucht is sterk afhankelijk van het weertype en van de kijkrichting ten opzichte van de zonnestand. Met de zon in de rug van de fotograaf steken de turbines wit af tegen de lucht, bij tegenlicht zijn ze donker tegen een lichte lucht. Bij grijs weer is er weinig contrast tussen objecten op de horizon aanwezig en is de zichtbaarheid minder. Om deze reden wordt bij voorkeur in zonnige omstandigheden gefotografeerd. Bij het maken van de opnamen is bewust gezocht naar open kustlocaties waar de turbines mogelijk zichtbaar zijn. Daarmee zijn de opnamelocaties zoveel mogelijk een *worst case* benadering.

1.4 Camera

De gebruikte camera is een Canon EOS 6D spiegelreflexcamera met een Canon EF 24mm f/2.8 IS USM objectief. Bij het maken van de opnamen is gebruik gemaakt van een computergestuurde panoramakop om een zo hoog mogelijke nauwkeurigheid te verkrijgen. Er zijn meerdere (staande) foto's samengevoegd om één panorama afbeelding te genereren. De gebruikte horizontale beeldhoeken beschrijven tussen de 180 en de 360 graden beeld. Met behulp van deze beeldhoeken kan de gehele omgeving worden bekeken. Bij elke beeldhoek en weergavemethode hoort echter wel een specifieke kijkafstand of specialistische panorama

software om de foto's op de juiste manier te beoordelen. De overige instellingen van de camera zijn aangepast aan de omstandigheden ten tijden van het nemen van de foto om een zo goed mogelijk en contrastrijk resultaat te verkrijgen.

1.5 Kijkafstand

Om een correcte inschatting te maken van mogelijke effecten van plaatsing van windturbines in het landschap is het belangrijk om de juiste afstand aan te houden tussen de ogen van de kijker en de verbeelding van de fotovisualisatie. Door de juiste kijkafstand te hanteren, komt de hoogte van objecten in de foto in verhouding overeen met de hoogte zoals die in werkelijkheid is. Tevens kan, door het hoofd naar links en rechts te draaien of de afbeelding zelf te bewegen een goede indruk van de omgeving worden verkregen.

Naast het toepassen van de juiste kijkafstand dient voor een correcte weergave de foto ook gekromd weergegeven te worden. Dit komt voort uit het feit dat wij de werkelijke wereld als een drie dimensionele wereld ervaren. Een afbeelding of projectie zou dan ook in een bol om de aanschouwer heen dienen te worden geplaatst om vertekeningen te voorkomen. Het wordt dan ook aanbevolen om bij een geprinte afbeelding de foto als het ware om het hoofd heen te krommen. Speciale apparatuur, zoals een belevingsvisualisatiescherm, kan dit effect op levensgrote schaal toepassen. Bij het bekijken van foto's op platte prints of platte beeldschermen dient rekening te worden gehouden met de aanwezigheid van vervormingen in de beoordeling van de foto's. Panoramische software kan panoramische afbeeldingen op een beeldscherm 'draaiend' weergeven wat een beter beeld geeft van de omgeving.

2 TECHNIEK FOTOVISUALISATIES

De horizontale beeldhoek van de opname is tussen de 180 en 360 graden. Per foto dient voor een correcte weergave, die vergelijkbaar is met het menselijke zicht, een specifieke kijkafstand te worden gehanteerd tot de weergave (zie Tabel 3.1).

Bij een foto wordt de bolvormige wereld geprojecteerd op een plat vlak (het negatief). Bij deze projectie ontstaat beeldvervorming die toeneemt met de beeldhoek. Bij projectie op de binnenzijde van een bol is er geen beeldvervorming en de beeldhoek kan dan compleet zijn. Om de beeldvervorming te beperken zijn alle beeldpixels van de digitale opnamen berekend tot een projectie van de bolvormige wereld op de binnenzijde van een bol. Horizontale en verticale lijnen boven en onder horizon krijgen bij deze wijze van projectie een kromming. Om dit op te heffen zou een visualisatie geprojecteerd op een bol bekeken kunnen worden. Het bekende Mesdagpanorama is ook een projectie van de bolvormige wereld maar dan op de binnenzijde van een cilinder. De gebruikte fotovisualisaties kunnen enkel met behulp van specialistische software worden bekeken. Voor dit project is een website gemaakt die de projectie van de panoramische fotovisualisaties op de correcte manier weergeeft.

De software staat standaard ingesteld op een weer te geven beeldhoek van 60 graden. De kijkafstand tot het scherm met de afbeelding is dan ongeveer gelijk aan de afbeeldingsbreedte zelf. Dit is een normale werkafstand tot een beeldscherm. Hierdoor kan een goede weergave van de werkelijkheid worden getoond. Er kan ook licht worden ingezoomd (tot 45 graden) en worden uitgezoomd (tot 90 graden) om de rest van de omgeving snel te kunnen zien. Software zoals Google Streetview staat standaard ingesteld op 90 graden beeldhoek in één beeld. Doordat de aanschouwer zelf kan rondkijken kan een correctere beleving van het landschap worden ervaren in vergelijking met platte foto’s.

3 FOTOLOCATIES

De bij de effectbeschrijving gebruikte fotopunten gaan uit van het principe dat de waarnemer centraal dient te staan. Het aantal waarnemingen is dan een relevante factor. De gebruikte fotopunten zijn gekozen omdat ze representatief zijn voor plekken waarvandaan veel mensen het windpark eventueel zullen waarnemen. In dit geval is daarom gekozen voor strandlocaties waar veel recreanten verblijven en mogelijk zicht hebben op het windpark. De fotopunten sluiten aan bij de uitgevoerde enquête over visualisaties op zee uitgevoerd door Motivaction.

Er zijn drie fotopunten gekozen die representatief zijn voor de strandlocaties in de omgeving:

- Duinen te Noordwijk;
- Fictieve foto vanaf het strand ten zuiden van Noordwijk met slechtere weersomstandigheden;
- Boulevard te Scheveningen.

In Figuur 1.1 is een overzicht getoond van de fotopunten. Na dit figuur volgt een beschrijving van elk fotopunt en locatie.

Tabel 3.1 Gegevens fotopunten

Fotopunt	Easting (ETRS)	Northing (ETRS)	Afstand tot 1e WT*
Noordwijk	597855	5789684	23.500 meter
Noordwijk (slecht zicht) (fictief)	597489	5789178	23.500 meter
Scheveningen	588022	5774901	23.800 meter

* Dit betreft de afstand tot de gecombineerde kavels I en II.

3.1 Fotopunt Noordwijk

Bij dit fotopunt staat de fotograaf op het hoogste punt van de duinen te Noordwijk. Het zicht is goed en helder. Achter het strandgebouw met het oranje dak zijn de huidige turbines van Luchterduinen zeer beperkt zichtbaar.

3.2 Fotopunt Noordwijk (slecht zicht / fictief)

Dit fotopunt geeft een indicatie van hoe windturbines bij andere weersomstandigheden er ook anders uit kunnen zien. De foto is genomen vanaf een fictief strand tijdens bewolkte omstandigheden. De windturbines zijn ingetekend alsof de foto vanaf Noordwijk is genomen.

3.3 Fotopunt Scheveningen

Dit fotopunt geeft het zicht weer vanaf de boulevard van Scheveningen. Achter enkele containerschepen zijn de windturbines van de twee kavels te zien.

4 TE VISUALISEREN OPSTELLINGEN

Bij elk fotopunt zijn de volgende opstellingen gevisualiseerd:

- Invulling Kavel I met 6 MW en 10 MW windturbines.
- Invulling Kavel II met 6 MW en 10 MW windturbines.
- Invulling van zowel Kavel I als Kavel II met 6 MW en 10 MW windturbines.
- Één foto zonder invulling van windturbines in Kavel I en Kavel II.

5 VISUALISATIES

De visualisaties zijn te bekijken via de speciaal ingerichte website die gevonden kan worden op:

http://www.ponderaconsult.com/VIS/visopzee/safe/index.html

Op de website is een kaart te vinden waar op de fotopunten geklikt dient te worden. In het pop-up venster kan de aanschouwe klikken op “Meer informatie” om de fotovisualisatie in de panoramische software te openen. Hiervoor dient een recente browser te zijn geïnstalleerd en dient de computer over genoeg vermogen te bezitten om de software te draaien. De software draait op de meest bekende browsers zoals: Google Chrome, Mozilla Firefox en Internet Explorer.

Met behulp van de gekleurde knoppen onderaan de fotovisualisatie kan gewisseld worden tussen de weer te geven alternatieven. Bij gebruik van iPad of Mobiel kan het scherm te klein zijn om de windturbines goed te kunnen zien. Wel werkt de gyroscopische functie van mobiele apparaten in de software om het beeld automatisch te draaien.

De visualisaties geven een momentopname. De situatie van zichtbaarheid van de turbines kan voortdurend anders zijn, afhankelijk van het moment van de dag, de zichtomstandigheden en het jaargetijde. Weloverwogen is een selectie gemaakt in de visualisaties van situaties met goed en minder goed zicht en tevens is een nachtvisualisatie toegevoegd.

Tevens zijn er in het kader van het planMER ten behoeve van de Rijksstructuurvisie Aanvulling Hollandse Kust visualisaties gemaakt. Deze zijn te vinden via de volgende link: http://windmolensopzee.noordzeeloket.nl/
Deze visualisaties geven een beeld van de situatie wanneer meer kavels in windenergiegebied Hollandse Kust worden ontwikkeld en turbines tot op 18,5 kilometer vanaf de kust worden gerealiseerd. De visualisaties zijn opgenomen in een viewer die werkt met een digitale 3D maquette, waardoor meerdere instellingen gevarieerd kunnen worden zoals tijdstip van de dag en zichtsituatie. In de viewer zijn andere opstellingen zichtbaar dan in de fotovisualisaties voor specifiek het MER voor kavel I en II en waar deze rapportage voor is opgesteld. In de viewer worden varianten met 4 en 8 MW turbines getoond. De visualisaties die zijn gemaakt ten behoeve van het MER voor kavel I en II betreffen echte foto’s en geven daardoor een ander (realistischer) beeld dan de viewer.

BIJLAGE 1 GEBRUIKTE COÖRDINATEN



Tabel 5.1 Coördinaten 6 MW – Kavel I in ETRS-stelsel

Windturbinelabel volgens software	Easting	Northing
574	572018	5805304
575	576355	5807933
576	573959	5801836
577	574729	5802537
578	574775	5801503
579	575610	5801955
580	573333	5807065
581	574727	5806305
582	574875	5807488
583	575975	5806847
584	564693	5804192
585	565938	5804272
586	567184	5804353
587	568430	5804433
588	569675	5804514
589	573404	5804759
590	565171	5803518
591	566417	5803598
592	567662	5803679
593	568908	5803760
594	570154	5803841
595	571399	5803922
596	564405	5802764
597	565651	5802844
598	566896	5802924
599	568142	5803005
600	569387	5803086
601	570633	5803167
602	571879	5803249
603	573124	5803331
604	564883	5802090
605	566129	5802170
606	567375	5802251
607	568620	5802331
608	569866	5802412
609	571111	5802494
610	572357	5802576
611	573603	5802658
612	564117	5801336
613	565363	5801416
614	566608	5801496
615	567854	5801577
616	569100	5801658
617	570345	5801739
618	571591	5801820
619	572836	5801902
620	564595	5800662
621	565841	5800742
622	567087	5800822
623	568332	5800903
624	569578	5800984
625	570824	5801065
626	572069	5801147

627	573315	5801229
628	563829	5799908
629	565075	5799988
630	566321	5800068
631	567566	5800149
632	568812	5800229
633	574588	5804287
634	575791	5803763
635	576994	5803239
636	578197	5802715

Tabel 5.2 Coördinaten 6 MW – Kavel II in ETRS-stelsel

Windturbinelabel volgens software	Easting	Northing
637	563387	5795714
638	564414	5796259
639	565547	5796264
640	566536	5796810
641	567679	5796778
642	563228	5796495
643	564269	5796824
644	564589	5789944
645	564438	5790655
646	564287	5791366
647	564136	5792077
648	563985	5792788
649	563834	5793499
650	563683	5794210
651	563532	5794921
652	565584	5790591
653	565433	5791302
654	565282	5792013
655	565131	5792724
656	564979	5793435
657	564828	5794146
658	564677	5794857
659	564526	5795568
660	566730	5790527
661	566578	5791238
662	566427	5791949
663	566276	5792660
664	566125	5793371
665	565973	5794082
666	565822	5794793
667	565671	5795504
668	567724	5791174
669	567573	5791885
670	567421	5792596
671	567270	5793307
672	567118	5794018
673	566967	5794728
674	566816	5795439
675	566664	5796150
676	568870	5791110
677	568718	5791821
678	568567	5792531

679	568415	5793242
680	568264	5793953
681	568112	5794664
682	567960	5795375
683	567809	5796086
684	569864	5791757
685	569713	5792467
686	569561	5793178
687	569409	5793889
688	569257	5794600
689	569106	5795311
690	568954	5796022
691	568802	5796733
692	571010	5791692
693	570859	5792403
694	570707	5793114
695	570555	5793825
696	570403	5794536
697	570251	5795247
698	570099	5795958
699	569947	5796668

Tabel 5.3 Coördinaten 10 MW – Kavel I in ETRS-stelsel

Windturbinelabel volgens software	Easting	Northing
240	573220	5802271
241	574531	5802197
242	575939	5801904
243	564980	5804195
244	566755	5804176
245	568529	5804158
246	570304	5804140
247	565599	5803336
248	567374	5803317
249	569148	5803299
250	570923	5803281
251	572697	5803264
252	564445	5802495
253	566219	5802476
254	567994	5802457
255	569769	5802439
256	571543	5802422
257	565064	5801635
258	566838	5801616
259	568613	5801598
260	570388	5801580
261	572162	5801563
262	563910	5800795
263	565684	5800776
264	567459	5800757
265	569233	5800739
266	571008	5800721
267	564528	5799935
268	566303	5799916
269	572299	5805447
270	573646	5804843

271	574993	5804240
272	576340	5803637
273	577688	5803034
274	574323	5806604
275	575213	5806077
276	575251	5807636
277	576190	5807062

Tabel 5.4 Coördinaten 10 MW – Kavel II in ETRS-stelsel

Windturbinelabel volgens software	Easting	Northing
278	563306	5796102
279	564547	5796713
280	565906	5796392
281	568451	5796861
282	564590	5789985
283	564392	5790980
284	564194	5791975
285	563996	5792970
286	563798	5793965
287	563600	5794960
288	565770	5790735
289	565571	5791731
290	565373	5792726
291	565175	5793721
292	564976	5794716
293	564778	5795711
294	566949	5791486
295	566751	5792481
296	566552	5793476
297	566353	5794471
298	566155	5795466
299	568327	5791242
300	568128	5792237
301	567929	5793232
302	567731	5794227
303	567532	5795222
304	567333	5796217
305	569506	5791993
306	569307	5792988
307	569108	5793983
308	568909	5794978
309	568710	5795973
310	570884	5791749
311	570685	5792744
312	570486	5793738
313	570286	5794733
314	570087	5795728
315	569888	5796723

BIJLAGE 10

ZICHTBAARHEIDSANALYSE



715082
28 april 2016

ZICHTBAARHEIDSANALYSE

KAVEL I EN II WINDENERGIEGEBIED HOLLANDSE KUST (ZUID)

Ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu

Definitief

Duurzame oplossingen in
energie, klimaat en milieu

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

Documenttitel	Zichtbaarheidsanalyse Kavel I en II Windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)
Soort document	Definitief
Datum	28 april 2016
Projectnummer	715082
Opdrachtgever	Ministeries van Economische Zaken en Infrastructuur en Milieu
Auteur	Maarten Jaspers Faijer, Pondera Consult
Vrijgave	Sergej van de Bilt, Pondera Consult

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 1

1.1 Inleiding 1
1.2 Beschrijving van de locatie 1
1.3 Opzet en leeswijzer 3

2 Zichtbaarheid van windturbines 4

2.1 Inleiding 4
2.2 Zichtbaarheid en zichtbereik 4
2.3 Meteorologische zichtomstandigheden 9
2.4 Kavel I en II Hollandse Kust Zuid resultaten meteorologische zichtbaarheid 11
2.5 Effectbepaling zichtbaarheid gecombineerd 13
2.6 Effectbepaling zichthoeken 15

3 Conclusie 17

1 INLEIDING

1.1 Inleiding

Zichtbaarheid speelt bij nagenoeg ieder windenergieproject een prominente rol. Door de omvang van windturbines vallen ze vaak op in het landschap, zeker in open landschappen als de kuststrook. Beoordelen van de zichtbaarheid en beoordelen van de invloed op het landschap is in objectieve zin lastig. Iedereen neemt immers subjectief waar. Om de zichtbaarheid van windturbines te objectiveren kan echter wel gekeken worden naar de vraag of turbines zichtbaar zijn vanaf een bepaalde locatie en zo ja, in welke mate.

Dit wordt gedaan door te kijken naar enerzijds de afstand tussen de turbine en de waarnemer en anderzijds door een statistische analyse te maken van de weersomstandigheden die de zichtbaarheid beïnvloeden.

In 2010 is reeds een uitgebreide studie naar zichtbaarheid en maatschappelijke aspecten van windturbines op de Noordzee gedaan.[1] In het kader van de zoektocht naar mogelijkheden voor windparken aan de rand van de twaalfmijlszone, heeft Rijkswaterstaat destijds opdracht gegeven voor dit onderzoek. In onderhavig document zal mede worden ingaan op de resultaten van de studie uit 2010. Deze resultaten zijn tevens gebruikt in de zichtbaarheidsanalyse die is uitgevoerd voor de kavelbesluiten van het windenergiegebied Borssele. Onderhavig onderzoek gaat in op de zichtbaarheid van de kavels I en II voor windparken op zee voor de kust van Zuid-Holland. Voor dit onderzoek wordt gekeken naar de zichtbaarheid van het windpark vanaf Bergen aan Zee en Monster – Ter Heijde, alsmede enkele tussengelegen kustplaatsen. Deze kustplaatsen worden in figuur 1.1 weergegeven.

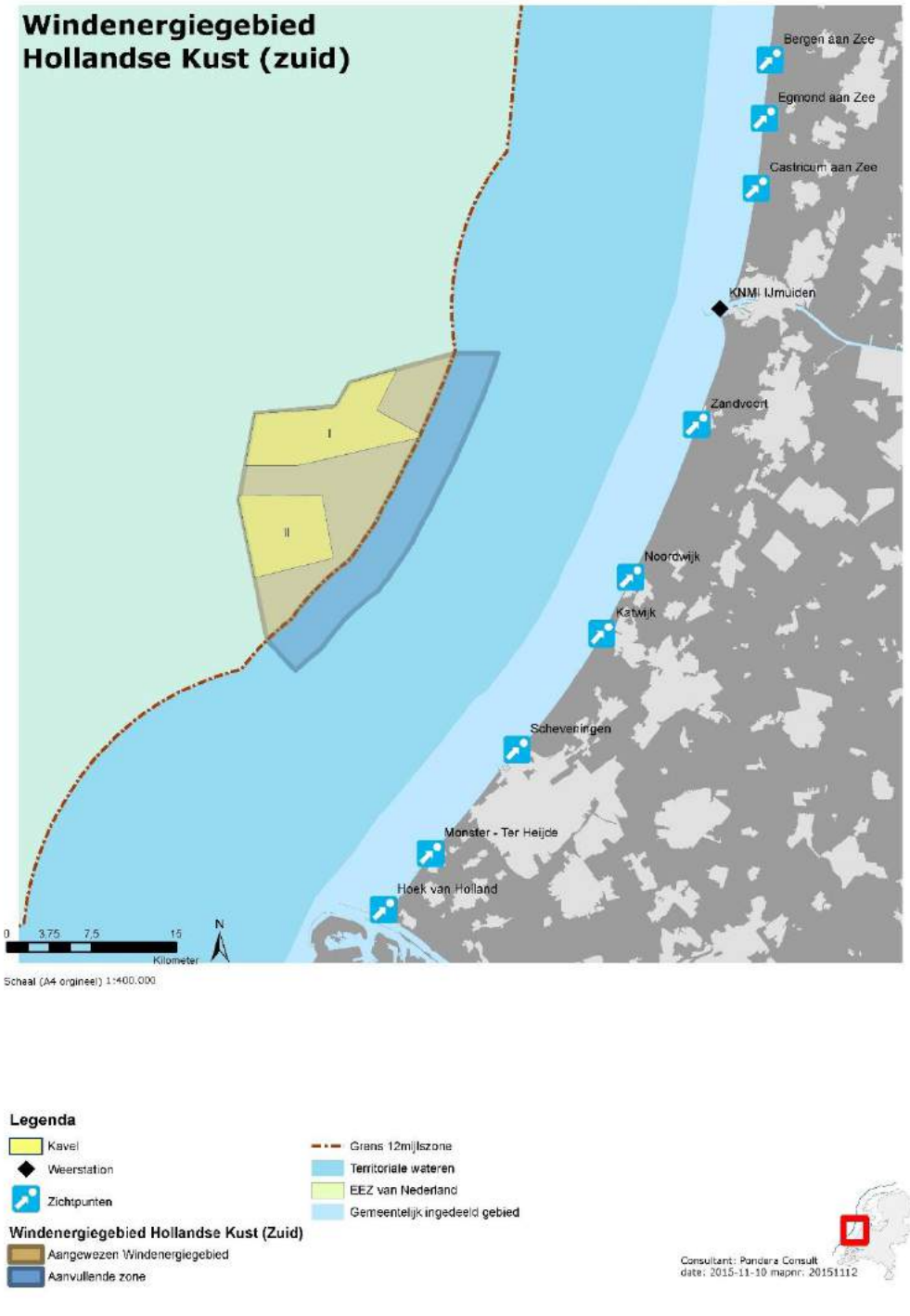
1.2 Beschrijving van de locatie

Het Ministerie van Economische Zaken is voornemens een tweetal kavels uit te geven voor de realisering van een windpark in de Noordzee voor de kust van Zuid-Holland, genaamd kavel I en II. De kavels liggen op een afstand van circa 22,2 en 23,6 kilometer vanaf het dichtstbijzijnde punt op land (respectievelijk Noordwijk en Scheveningen). Figuur 1.1 geeft de ligging van het plangebied weer.

Deze zichtbaarheidsanalyse is opgesteld in het kader van de m.e.r. Daarbij worden verschillende alternatieven van het windpark onderzocht, die allemaal leiden tot een opgesteld vermogen van 380 MW. Voor de zichtbaarheid wordt hierbij gewerkt met een onder- en bovengrens van deze invulling. De ondergrens bestaat uit 63 turbines met een ashoogte van 96 meter en een rotordiameter van 142 meter (hierna alternatief 1 genoemd) en een bovengrens bestaande uit 38 windturbines met een ashoogte van 140,5 meter en een rotordameter van circa 221 meter (hierna alternatief 2 genoemd). Tabel 1.1 geeft de kenmerken van de alternatieven weer.

[1] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

Figuur 1.1 Ligging plangebied, KNMI Meetstation en zichtlocaties



Tabel 1.1 Alternatieven invulling kavels

Alternatief	Turbinetype	Ashoogte (m)	Tiphoogte (m)	Aantal turbines
Alternatief 1	6 MW	96	167	63
Alternatief 2	10 MW	140	251	38

Er zijn geen exacte coördinaten bekend van de turbine opstellingen. Voor de analyse worden de buitenranden van de kavelvlakken aangehouden als positie voor de dichtstbijzijnde windturbines, zodat geen onderschatting van de zichtbaarheid kan optreden.

1.3 Opzet en leeswijzer

Na dit inleidende hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de zichtbaarheid van windturbines en de technische uitgangspunten en achtergronden die daarbij een rol spelen. Vervolgens worden de uitkomsten van de zichtbaarheidsanalyse besproken. Tot slot worden in hoofdstuk 3 conclusies getrokken.

2 ZICHTBAARHEID VAN WINDTURBINES

2.1 Inleiding

Zichtbaarheid is een ruim begrip en niet eenvoudig te bepalen. Het hangt van een aantal factoren af of iets zichtbaar is. Het menselijke 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. Deze en andere beperkingen die van belang zijn om de term *zichtbaarheid* te begrijpen, worden in paragraaf 2.2 benoemd. In de daaropvolgende paragrafen worden deze begrippen verder toegelicht.

2.2 Zichtbaarheid en zichtbereik

De afstand waarop een object nog kan worden waargenomen wordt het zichtbereik genoemd. Dit bereik hangt van een viertal factoren af: de eigenschappen van het object, de kromming van de aarde, de visus van het menselijk oog en de meteorologische omstandigheden.

Naast deze vier aspecten speelt de zogenaamde horizontale beeldhoek een rol in de mate waarin het windpark het beeld domineert. Deze horizontale beeldhoek heeft echter geen invloed op het zichtbereik. In de volgende paragrafen worden de horizontale beeldhoek en de vier aspecten met betrekking tot zichtbereik verder toegelicht.

2.2.1 Horizontale beeldhoek

De horizontale beeldhoek is het aantal graden in horizontale zin dat het windpark beslaat in het beeld van de beschouwer, bijvoorbeeld een strandbezoeker. De horizontale beeldhoek heeft geen invloed op het zichtbereik. Het betreft alleen de meting van de breedte van het windpark in het beeld van de beschouwer, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. De breedte die het windpark in het beeld van de beschouwer inneemt, is mede bepalend voor de dominantie van het windpark in dat beeld. Dit is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer relevant[2]. Buiten deze afstand neemt de zichtbaarheid van het windpark dermate af dat de horizontale beeldhoek van het windpark niet meer bepalend is voor de dominantie daarvan in het beeld van de strandbezoeker.

Vanaf de Nederlandse kust is het op de meeste plaatsen niet mogelijk een vol zicht van 180° op de horizon boven de Noordzee te hebben. De gebogen kustlijn van Nederland belemmert dit (Nierman et al, 2010). Het zicht benadert wel de 180° en op sommige plaatsen is het zicht ook daadwerkelijk 180° (zoals bijvoorbeeld op de Zeeuwse eilanden). Daarom wordt in dit geval voor het zichtbeeld van de beschouwer 180° gehanteerd. Onderzocht wordt in hoeveel graden van dit beeld het windpark zichtbaar is, vervolgens wordt een percentage van het totale beeld gegeven.

2.2.2 Eigenschappen van het object

De afmetingen, materiaal en kleur van elk object bepalen mede de zichtbaarheid ervan. Een groter object is beter zichtbaar dan een klein object, dat spreekt voor zich. Maar ook de kleur en

[2] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

het materiaalgebruik zijn van belang. Een lichtblauw of wit object valt minder op tegen een lichte achtergrond dan een donker object. Ook zal een object waarvan het materiaal weinig licht reflecteert (ofwel absorbeert), minder goed zichtbaar zijn[3]. De turbines zijn voorzien van een matte coating.

Bovendien trekt een bewegend object extra aandacht, doordat een deel van de zenuwen in onze ogen extreem gevoelig is voor beweging[4]. Een draaiende windturbine valt daarom meer op dan bijvoorbeeld een radiomast van gelijke omvang.

2.2.3 Theoretische zichtbaarheid

Voordat het zichtbereik bepaald kan worden, dient de theoretische zichtbaarheid te worden berekend. Deze theoretische zichtbaarheid geeft aan tot op welke afstand de turbines zichtbaar zijn. Deze afstand geeft aan tot waar het object nog net niet uit het zicht wordt genomen vanwege de kromming van de aarde of niet meer waarneembaar is met het menselijk oog (de visus).

Kromming van de aarde

Doordat de aarde geen plat vlak is maar een bol, moet rekening gehouden worden met de curve van deze bol, ofwel de kromming van de aarde. Door de kromming van de aarde verdwijnen objecten achter de horizon naarmate de afstand tussen de waarnemer en het object groter wordt (zie schematische weergave in figuur 2.1), ook wel kimduiking genaamd. Bij een waarneemhoogte van 1,6 m (ooghoogte), is dit effect merkbaar vanaf ongeveer 4,5 km. Verder weg zal steeds een groter deel aan de onderzijde van het object niet meer te zien zijn (*x* in figuur 2.1).

De theoretische afstand waarop een object geheel zal verdwijnen is als volgt te berekenen:

$$x = \frac{r}{\sin \beta} - r$$

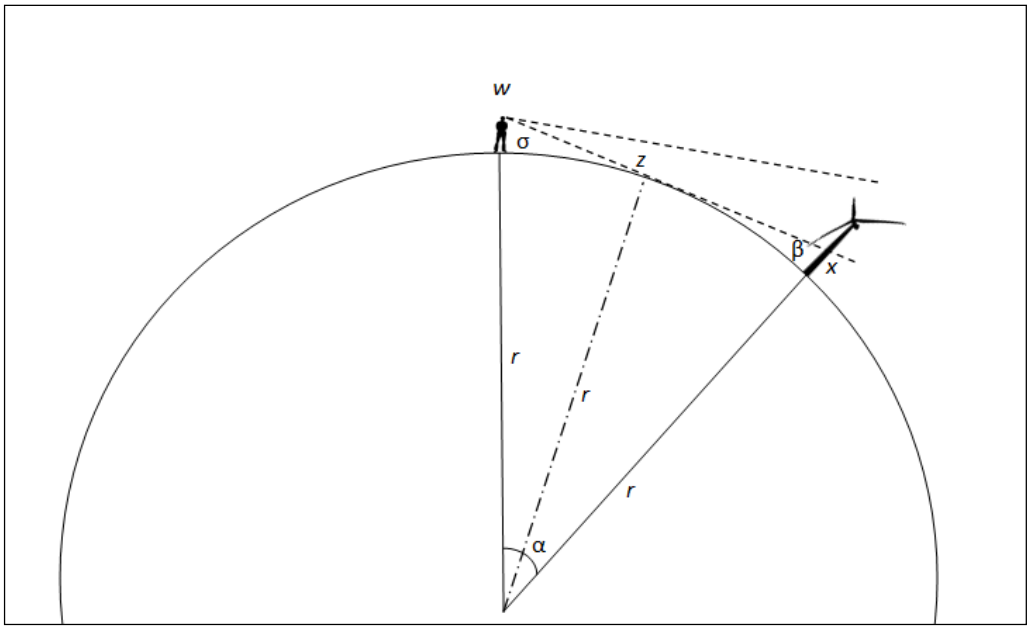
Waarin:

$$\alpha = \frac{d * 360°}{2 \pi r} \qquad \beta = 180° - \alpha - \sigma \qquad \sigma = \arcsin \left[\frac{r}{r + w} \right]$$

d	=	kijkafstand in m
r	=	straal van de aarde (6.378.000 m)
w	=	ooghoogte waarnemer (1,60 m)

[3] Lörzing et al, 2007: zichtbaarheid van de Belle van Zuylen-toren
[4] Martinez-Condo & Macknick, 2007: Venster op de Geest

Figuur 2.1 Schematische weergave kromming van de aarde en kimduiking (Bron: Lörzing et al, 2007)



In de tabel 2.1 zijn enkele kernwaarden bij benadering weergegeven voor verschillende afstanden, waarbij opvalt dat het deel van de windturbine dat niet meer te zien is snel groter wordt naarmate de afstand toeneemt. Een windturbine met een tiphoogte van circa 250 meter (alternatief 2) is op een afstand van ongeveer 61 kilometer geheel aan het zicht onttrokken door dit effect.

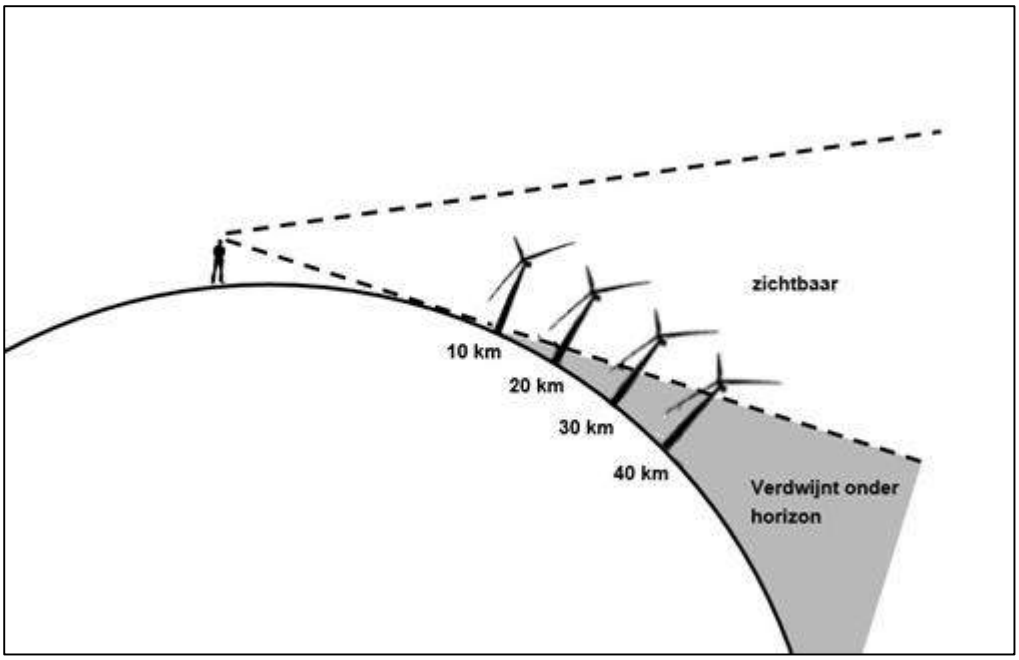
Tabel 2.1 Verdwijnafstanden door kromming van de aarde

Afstand tot object	Deel niet meer zichtbaar
10 km	2 m vanaf aardoppervlak
20 km	20 m vanaf aardoppervlak
30 km	50 m vanaf aardoppervlak
40 km	100 m vanaf aardoppervlak
50 km	160 m vanaf aardoppervlak
60 km	245 m vanaf aardoppervlak

De verdwijnafstand uit tabel 2.1 kan ook schematisch worden weergeven, zie figuur 2.2.

Voor beide kavels (I en II) geldt daarmee dat alternatief 1 (63 turbines) vanwege het effect van kimduiking op een afstand van 51 km volledig achter de horizon verdwijnt. Voor alternatief 2 (38 grote turbines) is dit 61 km.

Figuur 2.2 Schematische voorstelling kimduiking en windturbines



Visus van het menselijk oog

Het menselijk oog is een zeer gevoelig instrument met een scherp waarnemingsvermogen. Om te bepalen wat het maximale zichtbereik is, moet rekening gehouden worden met de gezichtsscherpte ofwel 'visus' van het menselijk oog. Uit de literatuur kan worden afgeleid dat onder optimale omstandigheden (hoog contrast en goede lichtomstandigheden) het menselijk oog van een jong en gezond persoon, twee objecten van elkaar kan onderscheiden (middenin het blikveld) wanneer deze 0,3 boogminuten uit elkaar liggen[5]. Dit betekent dat een voorwerp van 1 m breed omgerekend nog zichtbaar is op 10 km. Een windturbinemast van bijvoorbeeld 4 m doorsnede kan dus theoretisch, bij optimale omstandigheden, op 40 km afstand nog worden onderscheiden van de achtergrond.

Echter niet alle onderdelen van de windturbine hebben een gelijke omvang en zijn dus op dezelfde afstand nog zichtbaar. De belangrijkste onderdelen van de turbine worden daarom onderscheiden, waarbij wordt uitgegaan van de afmeting van het onderdeel. In de tabellen 2.2 en 2.3 worden deze afmetingen weergegeven.

Waarneming tot op de theoretische zichtafstand is alleen mogelijk onder de meest optimale omstandigheden en zal in de praktijk vrijwel niet haalbaar zijn. Om een onderschatting te voorkomen worden deze getallen in deze studie wel gehanteerd (*worst case inschatting)*.

[5] Shang, H. and Bishop, I.D., 2000

Tabel 2.2 Afmetingen turbineonderdelen 6 MW turbine (gebaseerd op GE Haliade 150-6MW)

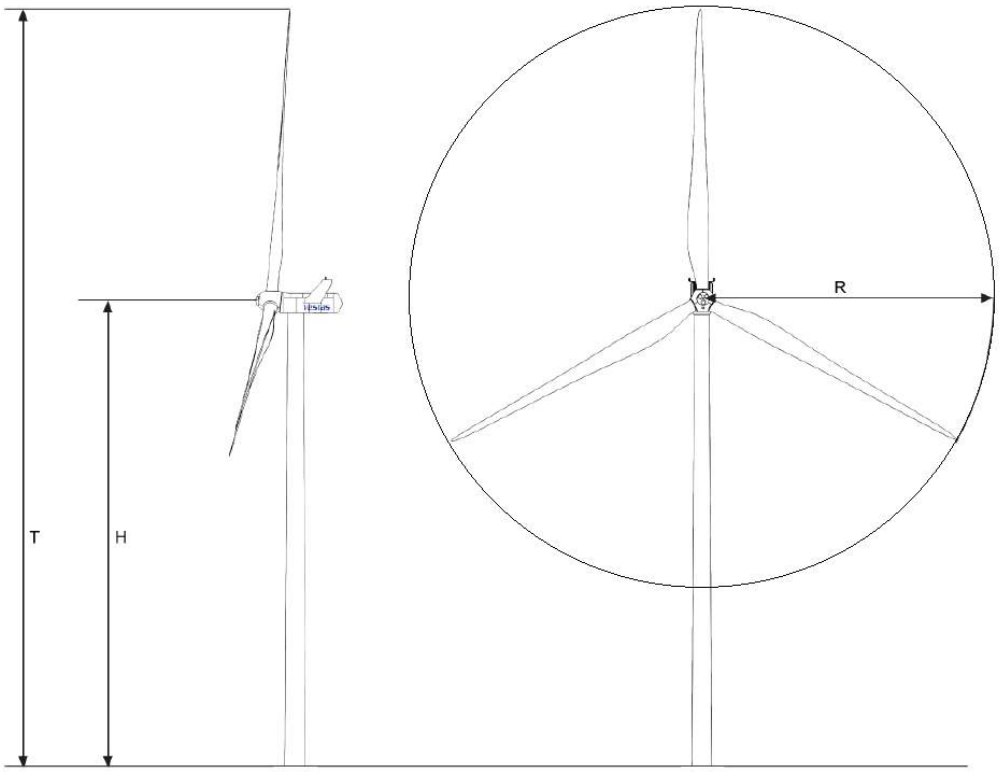
Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel (m)	Op max. hoogte (m)
Mast (Maximale Ø)	6,0	90
Gondel (hoogte)	6,0	96
Rotorbladen (max. breedte)	5,0	+/- 120,0
Rotortip	0,5	167

Tabel 2.3 afmetingen turbineonderdelen 10 MW turbine (fictief)

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel (m)*	Op max. hoogte (m)
Mast (Maximale Ø)	10,0	130,0
Gondel (hoogte)	10,0	140,0
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	+/- 185,0
Rotortip	0,5	251,0

* Omdat nog geen concrete afmetingen van deze turbine bekend zijn, zijn de afmetingen van één van de grootste turbines op de markt (de Vestas V164) geëxtrapoleerd.

Figuur 2.3 Afmetingen windturbine (bron: Vestas, 2011)



Er is ook onderzoek gedaan naar de werkelijke prestaties van het menselijk oog in relatie tot zichtbaarheid van windturbines[6]. Hieruit is gebleken dat bij extreem helder weer, op 25 km

[6] Bishop, et al, 2002: Determination of thresholds of visual impact: the case of wind turbines

afstand, ongeveer 25 procent van de waarnemers een object nog herkende. Dit betrof turbines met een ashoogte van 50 meter en een rotordiameter van 52 meter.

Deze getallen zijn van belang bij het interpreteren van de zichtbaarheid. Tot een afstand van 5 km is het hele rotorblad zichtbaar en mag worden aangenomen dat een gemiddeld persoon dit zal kunnen waarnemen, echter daarna zal de zichtbaarheid afnemen, te meer omdat het contrast niet maximaal is. Een witte turbine tegen een blauwe achtergrond is goed zichtbaar, maar er is geen sprake van maximaal contrast. Dit contrast wordt in hoge mate bepaald door de (weers)omstandigheden, en deze zijn vrijwel nooit goed genoeg om de maximale theoretische zichtbaarheid ook daadwerkelijk te kunnen halen.

Theoretische zichtbaarheid van de turbines

Wanneer de kimduiking en de visus van het menselijk oog in acht worden genomen, is de theoretische zichtbaarheid van (onderdelen van) de turbines te berekenen. Hierbij wordt uitgegaan van de hoogte en de afmetingen van de turbine-onderdelen. De theoretische zichtbaarheid van de windturbines van beide alternatieven wordt in de tabellen 2.4 en 2.5 weergegeven.

Tabel 2.4 Theoretische zichtbaarheid turbine 6 MW

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale Ø)	6,0	38*
Gondel (hoogte)	6,0	40*
Rotorbladen (max. breedte)	5,0	44*
Rotortip	0,5	5

* Kimduiking is hier leidend, anders was de zichtbaarheid vanwege de visus van het menselijke oog voor de mast en gondel 60 km.

Tabel 2.5 Theoretische zichtbaarheid turbine 10 MW

Turbineonderdeel	Afmeting onderdeel [m]	Theoretisch zichtbaar tot (km):
Mast (maximale Ø)	10,0	45*
Gondel (hoogte)	10,0	47*
Rotorbladen (max. breedte)	7,3	53*
Rotortip	0,5	5

* Kimduiking is hier leidend, anders was de zichtbaarheid vanwege de visus van het menselijke oog voor de mast en gondel 100 km en voor de rotorbladen 73 km.

2.3 Meteorologische zichtomstandigheden

De belangrijkste beperkende factor naast de omvang van het object, zijn de meteorologische omstandigheden. Het zicht wordt vaak beperkt door (water)deeltjes in de lucht, welke de doorlaatbaarheid van de lucht verminderen en daarmee het zicht verkleinen[7]. Het KNMI berekent uit dagelijkse metingen voor 26 weerstations in Nederland de maximale zichtafstand. Voor dit project is gekozen voor data die beschikbaar zijn van weerstation 225 IJmuiden. Er is voor dit weerstation gekozen aangezien dit het dichtstbijzijnde station is. In bijlage 3 wordt een

[7] KNMI (2012)

vergelijking gemaakt met de data van het weerstation de Kooy. De langjarige gemiddelden gemeten over 1971 - 2002 voor station IJmuiden zijn in tabel 2.6 opgenomen.

Figuur 2.4 Weerstation KNMI IJmuiden (Bron: KNMI, 2012)



Tabel 2.6 Langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand, KNMI station IJmuiden periode 1971-2002.

Zichtafstand	Percentage van de tijd
> 5 km	83,1 %
> 10 km	56,8 %
> 20 km	19,9 %
> 30 km	6,3%

In de kolom ‘Percentage van de tijd’ is het percentage gegeven dat dat een object binnen de gegeven afstand onder de meteorologische omstandigheden zichtbaar is. De windparken in Kavels I en II zijn op een afstand van 22,2 en 23,6 kilometer. De langjarige gemiddelde zichtafstand van deze afstanden (gemeten vanaf station IJmuiden) is respectievelijk 13,15% en 13,13% (voor station de Kooy is dit respectievelijk 13,87% en 13,60%). Deze percentages zijn echter jaargemiddelden, waarbij ook de (relatief) slechte dagen in de herfst en voorjaar zijn meegerekend. Om ook een beeld te schetsen van de voor de toeristische sector meest belangrijke tijd, de zomer, is een zelfde tabel gemaakt waarin alleen de data van de periode van 1 mei tot en met 1 oktober zijn meegenomen. Deze periode is gekozen op basis van het door de provincie Zuid-Holland vastgestelde zwemseizoen. Dit is in tabel 2.7 weergegeven.

Tabel 2.7 Langjarige jaarlijkse gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 01/10), KNMI station IJmuiden (periode 1971-2002).

Zichtafstand	Percentage van de tijd
> 5 km	89,2 %
> 10 km	66,5 %
> 20 km	24,8 %
> 30 km	9,4 %

De zichtcijfers van het KNMI worden berekend op basis van gemeten waterdeeltjes in de atmosfeer. Deze metingen worden zowel in de dag-periode als ook na zonsondergang uitgevoerd. Aangezien 's nachts voor het menselijk oog de zichtbaarheid sterk vermindert en bovendien mag worden aangenomen dat zeer beperkt mensen aanwezig zullen zijn op het strand, is ook een filter gemaakt voor het tijdstip van de dag. In tabel 2.8 wordt het percentage van de tijd dat een bepaalde zichtafstand mogelijk is weergegeven, waarbij alleen de gegevens van de zomerperiode, tussen 07.00 uur 's ochtends en 21.00 uur 's avonds worden gebruikt.

Tabel 2.8 Langjarig gemiddelde zichtafstand zomerperiode (01/05 – 01/10) tussen 7.00 's ochtends en 21.00 uur 's avonds, KNMI station IJmuiden periode 1971-2002.

Zichtafstand	Percentage van de tijd tussen zonsopkomst en zonsondergang (zomerperiode)
> 5 km	88,6 %
> 10 km	66,8 %
> 20 km	26,0 %
> 30 km	10,6 %

De percentages voor de zomerperiode en dagperiode verschillen, aangezien door de filtering de periode tussen 21:00 – 07:00 uur uit de dataset is verwijderd. De gemiddelde maximale zichtafstand gedurende de dagperiode wijkt gering af van de zichtafstand gedurende het gehele etmaal.

2.4 Kavel I en II Hollandse Kust (zuid): resultaten meteorologische zichtbaarheid

Op basis van de voorgaande analyses zijn voor de beide kavels (I en II), die zich op respectievelijk minimaal 22,2 en 23,6 km uit de kust bevinden, de volgende getallen af te leiden voor meteorologische zichtbaarheid:

Tabel 2.9 Gemiddelde zichtbaarheid van kavel I en II Hollandse Kust (zuid) in de zomerperiode (mei – september)

Kavel	Zichtafstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd gedurende de dag in de zomerperiode
I	22,2 km	17,25 %	18,84 % (circa 2:50 uur)
II	23,6 km	16,83 %	18,38 % (circa 2:45 uur)

Deze getallen zijn van toepassing op een persoon die zich op het dichtstbijzijnde strand bevindt ten opzichte van het windpark (Noordwijk voor Kavel I en Scheveningen voor Kavel II). Voor grotere afstanden nemen de percentages sterk af.

Zo is de zichtbaarheid van Kavel I vanuit Bergen aan Zee (op circa 43 km afstand), minder dan 0,4% van de tijd. Vanuit het dichterbij gelegen Zandvoort is Kavel I, uitgaande van perfecte omstandigheden, 9,57 % van de tijd zichtbaar in de zomerperiode. In tabel 2.10 en 2.11 wordt het percentage van de tijd in de zomerperiode dat kavel I en II van het windpark zichtbaar zijn vanaf verschillende kustplaatsen weergegeven. Hierbij moet worden opgemerkt dat afstanden van meer dan 30 kilometer als niet relevant kunnen worden beschouwd.

In de tabel wordt tevens aangegeven welk gemiddeld percentage van de tijd per dag in de zomerperiode de windparken zichtbaar zijn. Dit percentage wordt tevens omgerekend naar de gemiddelde tijdsduur per dag. Dit betreft de gemiddelde totale tijdsduur per dag (niet een aaneengesloten periode) waarop het windpark zichtbaar is. Deze weergave betreft het resultaat van een berekening op basis van een langjarig gemiddelde, waardoor de daadwerkelijke tijdsduur waarop het windpark zichtbaar is per dag verschilt.

Tabel 2.10: Gemiddelde zichtbaarheid kavel I in de zomerperiode (mei – oktober)[8]

Locatie	Zicht-afstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd gedurende de dag in de zomerperiode
Bergen a/ Zee	43,2	0,32 %	0,38 % (circa 3 min)
Egmond a/ Zee	39,6	0,36 %	0,44,% (circa 4 min)
Castricum a/ Zee	35,8	0,36 %	0,44 % (circa 4 min)
Zandvoort	24,6	9,57 %	10,85 % (circa 1:38 uur)
Noordwijk	22,2	17,25 %	18,84 % (circa 2:50 uur)
Katwijk	23,8	16,83 %	18,38 % (circa 2:45 uur)
Scheveningen	29,2	3,16 %	3,89 % (circa 35 min)
Monster – Ter Heijde	36,2	0,36 %	0,44 % (circa 4 min)
Hoek van Holland	40,5	0,32 %	0,38 % (circa 3 min)

Tabel 2.11: Gemiddelde zichtbaarheid kavel II in de zomerperiode (mei – oktober)

Locatie	Zicht–afstand	Percentage van de tijd (zomerperiode)	Percentage van de tijd gedurende de dag in de zomerperiode
Bergen a/ Zee	55,8	0,04 %	0,03 % (circa 0 min)
Egmond a/ Zee	51,5	0,04 %	0,04 % (circa 0 min)
Castricum a/ Zee	47,2	0,06 %	0,05 % (circa 0 min)
Zandvoort	33,9	1,17 %	1,48 % (circa 13 min)
Noordwijk	26,5	9,50 %	10,78 % (circa 1:27 uur)
Katwijk	24,8	9,57 %	10,85 % (circa 1:28 uur)
Scheveningen	23,6	16,83 %	18,38 % (circa 2:45 uur)
Monster – Ter Heijde	27,6	9,37 %	10,65 % (circa 1:36 uur)
Hoek van Holland	31,4	1,17 %	1,48 % (circa 13 min)

2.5 Effectbepaling zichtbaarheid gecombineerd

Naar aanleiding van voorgaande deelanalyses, wordt vervolgens gekeken naar het verschil tussen kavel I en II en de onderzochte alternatieven in turbineafmetingen. Bepaald wordt of deze van elkaar onderscheidend zijn.

Horizontale beeldhoek

De alternatieven zijn niet onderscheidend met betrekking tot de horizontale beeldhoek. Dit komt doordat in alle gevallen het uitgangspunt is gehanteerd dat de volledige kavel wordt gebruikt voor het plaatsen van de turbines. De horizontale beeldhoeken zoals aangegeven in de voorgaande paragraaf gelden voor beide alternatieven.

Kimduiking

Voor beide alternatieven verdwijnt door de kimduiking een bepaald deel van het windpark achter de horizon. Uitgaande van de dichtstbijzijnde kustlocatie per kavel, respectievelijk ca. 23 kilometer (kavel I) en circa 24 km (kavel II), verdwijnt circa 30 meter van de windturbines vanaf het zeeniveau uit het zicht. De turbines worden in beide alternatieven dus niet geheel aan het zicht onttrokken vanaf de dichtstbijzijnde kustlocatie.

Op grotere afstanden treedt echter wel verschil op tussen de alternatieven. Het alternatief met 63 kleinere turbines wordt op een afstand van 44 km geheel aan het zicht onttrokken door kimduiking, ongeacht welke kavel wordt gekozen. Het alternatief met 38 grote turbines wordt op een afstand van 61 kilometer geheel aan het zicht onttrokken door kimduiking.

Visus menselijk oog

Het verschil in turbine-afmetingen tussen de alternatieven betekent een verschil van de theoretische zichtbaarheid van het windpark op zee. Grotere objecten zijn immers beter zichtbaar. Gelet op de theoretische zichtbaarheid is een verschil tussen de alternatieven aanwezig. Voor het alternatief met de kleinere turbines geldt een maximale theoretische zichtafstand van 60 km, voor de grote turbines is dit maximaal 100 km. Dit wordt in de praktijk echter nooit gehaald vanwege beperkingen door kimduiking en meteorologische omstandigheden.

In tabel 2.12. worden de verschillen in theoretische zichtbaarheid tussen de alternatieven weergegeven.

Tabel 2.12: Alternatieven in relatie tot kimduiking en de visus

	Tiphoogte turbine (m)	Max. afmeting onderdelen (m)	Verdwijnafstand door prestatie menselijke visus (km)	Verdwijnafstand totale turbine door Kimduiking (km)
Alternatief 1	167	6,0	60	51
Alternatief 2	251	10,0	100	61

Het breedste onderdeel bevindt zich niet op het hoogste punt van de turbine (tiphoogte). Hierdoor is de verdwijnafstand van de totale turbine door kimduiking niet bepalend voor de maximale zichtbaarheid, maar de verdwijnafstand van het onderdeel van de turbine dat nog waarneembaar is met de menselijke visus en niet verdwijnt door de kimduiking.

Het dikste gedeelte van de turbinebladen is in deze bepalend (max chord). Dit onderdeel van de turbines is nog waarneembaar met de menselijke visus en de verdwijnafstand van het onderdeel door kimduiking is groter dan de hoogte waarop het breedste onderdeel zich bevindt. Het breedste onderdeel van het turbineblad bevindt zich op circa 1/3 van de lengte het blad, nabij de gondel (nacelle). In de tabel 2.13 is de breedte en hoogte van dit deel van het blad en de bijbehorende maximale zichtafstand van de turbines weergegeven.

Tabel 2.13: Alternatieven in relatie tot maximale zichtafstand

	Max breedte blad (m)	Hoogte van dikste deel turbineblad (max chord) (m)	Verdwijn-afstand door prestatie menselijke visus (km)	Verdwijnafstand kimduiking hoogte onderdeel	Maximale zichtafstand (km)
Alternatief 1	5,0	120	50	44	44
Alternatief 2	7,3	185	75	53	53

Belangrijkste verschil in zichtbaarheid tussen de alternatieven wordt daarmee veroorzaakt door de fysieke afmetingen van de turbines. Dit gaat echter met name een rol spelen op grotere afstanden (> 44 km). De onderzochte ondergrens (kleinere turbines) zijn dan niet meer zichtbaar, terwijl de grote turbines wel zichtbaar zullen zijn[9].

Meteorologische zichtbaarheid

Het verschil in turbine afmetingen speelt bij dit aspect geen rol, slechts de afstand tot de kust is leidend. Daarmee zijn alternatieven (kleinere en grote turbines) niet onderscheidend. Ook is er wat betreft dit aspect tussen de kavels I en II weinig onderscheid. Vanaf het dichtstbijzijnde punt langs de kust zijn beide Kavels maximaal 16,83% van de tijd (zomerperiode overdag) zichtbaar.

[9] Indien de meteorologische omstandigheden het toelaten.

2.6 Effectbepaling zichthoeken

De horizontale beeldhoek is het aantal graden in horizontale zin dat het windpark beslaat in het beeld van een beschouwer (bijvoorbeeld een strandbezoeker). De horizontale beeldhoek heeft geen invloed op het zichtbereik. Het betreft alleen de meting van de breedte van het windpark in het beeld van de beschouwer, wanneer deze over de Noordzee uitkijkt. De breedte die het windpark in het beeld van de beschouwer inneemt, is mede bepalend voor de dominantie van het windpark in dat beeld. Dit is tot op een afstand van ongeveer 30 kilometer relevant[10]. Buiten deze afstand neemt de zichtbaarheid van het windpark dermate af dat de horizontale beeldhoek van het windpark niet meer bepalend is voor de dominantie daarvan in het beeld van de strandbezoeker.

Vanaf de Nederlandse kust is het op de meeste plaatsen niet mogelijk een vol zicht van 180° op de horizon boven de Noordzee te hebben. De gebogen kustlijn van Nederland belemmert dit (Nierman et al, 2010). Dit geldt echter niet op alle stranden. Daarom wordt in dit geval voor het zichtbeeld van de strandbezoeker de volledige 180° gehanteerd. Onderzocht wordt in hoeveel graden van dit beeld het windpark zichtbaar is, vervolgens wordt een percentage van het totale beeld gegeven.

De horizontale beeldhoek heeft alleen invloed op het beeld van de kustbezoeker wanneer objecten tot op 30 kilometer gelegen zijn. Om deze reden zijn alleen voor Zandvoort, Noordwijk, Katwijk, Scheveningen en Monster – Ter Heijde de horizontale beeldhoeken bepaald, aangezien minimaal 1 kavel binnen een afstand van 30 kilometer is gelegen. De beeldhoeken zijn weergegeven in tabel 2.14, voor de kavels apart alsmede voor beide kavels in cumulatie. Naast deze beeldhoek is tevens de beeldhoek in cumulatie met bestaande windparken berekend. Voor enkele zichtlocaties ligt 1 kavel of een bestaand windpark op een grotere afstand dan 30 kilometer, deze zijn echter wel meegenomen in de cumulatieve berekeningen. Dit is alleen het geval indien sprake is van een (nagenoeg) aaneengesloten horizonbeslag. In de cumulatieve berekeningen betekend dit dat voor alle zichtlocaties het bestaande windpark Luchterduinen is meegenomen, daarnaast zijn de bestaande windparken Prinses Amalia en OWEZ meegenomen in de berekening voor Zandvoort (gelegen binnen 30 kilometer afstand).

Alternatief I en II (kleinere en grote turbines) zijn niet onderscheidend, aangezien altijd het volledige kavelvlak gevuld wordt en de hoogte van de turbines niet van belang is voor de horizontale beeldhoek.

Tabel 2.14: Kavels I en II vanuit 5 kustplaatsen

Locatie	Zichtafstand	
	Kavel I	Kavel II
Zandvoort	24,6 km	33,9 km
Noordwijk	22,2 km	26,5 km
Katwijk	23,8 km	24,8 km
Scheveningen	29,2 km	23,6 km
Monster – Ter Heijde	36,2 km	27,6 km

[10] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

Tabel 2.15: Horizontale beeldhoek Kavels I en II vanuit 5 kustplaatsen

Locatie	Beeldhoek Windpark			% van beeld		
	Kavel I	Kavel II	Kavel I+II	Kavel I	Kavel II	Kavel I+II
Zandvoort	16,5 ^{0}	11,5 ^{0}	30,5 ^{0} (-2.5 ^{0}) *	9,2 %	6.4 %	16,4 %
Noordwijk	25,5 ^{0}	15 ^{0}	42 ^{0} (-1 ^{0}) *	14,2 %	8,3 %	21,9 %
Katwijk	27 ^{0}	17,5 ^{0}	43 ^{0}	15 %	9,7 %	23,9 %
Scheveningen	27 ^{0}	20 ^{0}	39 ^{0}	15 %	11,1 %	21,7 %
Monster – Ter Heijde	24 ^{0}	16 ^{0}	31,5 ^{0}	13,3 %	8,9 %	17,5 %

* Vanaf de zichtlocaties Zandvoort en Noordwijk is geen aaneengesloten horizonbeslag van beide kavels. Er is een open deel tussen de kavels zichtbaar. De beeldhoek van dit deel is hier als negatieve waarde weergegeven. Er wordt een worst-case van de beeldhoek weergegeven, omdat dit open deel in de cumulatie van Kavel I+II is meegenomen als onderdeel van het windpark op zee. Reden hiertoe is de geringe omvang van het open deel.

Tabel 2.16: Horizontale beeldhoek Kavels I en II inclusief Luchterduinen (en PAWP / OWEZ bij Zandvoort) vanuit 5 kustplaatsen

Locatie	Beeldhoek Windpark		% van beeld	
	Kavel I+II	Kavel I+II + BWP*	Kavel I+II	Kavel I+II + BWP**
Zandvoort	30,5 ^{0}(-2.5 ^{0})*	61 ^{0}	16,4 %	33,9 %
Noordwijk	42 ^{0} (-1 ^{0}) *	52 ^{0}	21,9 %	28,9 %
Katwijk	43 ^{0}	53 ^{0}	23,9 %	29,4 %
Scheveningen	39 ^{0}	48,5 ^{0}	21,7 %	26,9 %
Monster – Ter Heijde	31,5 ^{0}	36 ^{0}	17,5 %	20 %

* Vanaf de zichtlocaties Zandvoort en Noordwijk is geen aaneengesloten horizonbeslag van beide kavels. Er is een open deel tussen de kavels zichtbaar. De beeldhoek van dit deel is hier als negatieve waarde weergegeven. Er wordt een worst-case van de beeldhoek weergegeven, omdat dit open deel in de cumulatie van Kavel I+II is meegenomen als onderdeel van het windpark op zee. Reden hiertoe is de geringe omvang van het open deel.

**BWP = Bestaande windparken

In bijlage 1 is een kaartbeeld opgenomen met daarin de horizontale beeldhoek van de in tabel 2.14 genoemde kustplaatsen.

3 CONCLUSIE

Voor het kavelbesluit Hollandse Kust (zuid) kavel I en II is een zichtbaarheidsanalyse gemaakt. Uit de analyse blijkt dat de kavels I en II van Hollandse Kust (zuid) zoals voorgenomen maximaal 43^0 van de horizon in beslag nemen. Dit zal waarneembaar zijn vanaf Katwijk. Wanneer de bestaande windparken hieraan toe worden gevoegd, beslaan de windparken maximaal 61% van de horizon. Dit zal waarneembaar zijn vanuit Zandvoort. Op andere kustlocaties is dit percentage kleiner.

Het windpark is in alternatief 2 (38 grote turbines) theoretisch zichtbaar tot op een afstand van 53 kilometer, alternatief 1 (63 kleinere turbines) tot op een afstand van 44 kilometer (zie tabel 2.13). De theoretische zichtbaarheid houdt echter geen rekening met de meteorologische omstandigheden. De meteorologische omstandigheden vormen de voornaamste beperkende factor in de zichtbaarheid van een windpark op zee.

Wanneer de meteorologische omstandigheden wel worden meegenomen in de analyse, blijkt dat een persoon die tijdens de dag of avond op een zomerdag aan het strand staat en onbelemmerd zicht heeft vanaf de plek met de kortste afstand tot kavel I (op 22,2 km), gedurende circa 18,84% (zie tabel 2.10) van de tijd minimaal één windturbine van het windpark kan zien. Voor kavel II (op 23,6 km) is dit gemiddeld 18,38% van de tijd. Op deze afstanden speelt het onderzochte alternatief (grote of kleinere turbines) geen rol.

Deze percentages gelden voor de plek met de kortste afstand tot de kavel (Katwijk / Scheveningen). Wanneer bijvoorbeeld vanuit badplaatsen die verder van de kavels zijn gelegen wordt gekeken, neemt dit percentage sterk af. Vanuit Zandvoort en Monster – Ter Heijde is kavel II bijvoorbeeld minder dan 10% van de tijd zichtbaar. Vervolgens is kavel I dan minder dan 2% van de tijd zichtbaar. Op afstanden van meer dan 44 km zal het aspect kimduiking er tevens voor zorgen dat alternatief I (kleinere turbines) niet meer zichtbaar is met het menselijk oog.

Omdat op afstanden boven 30 km niet meer kan worden gesproken van een relevante zichtbaarheid, worden deze verschillen als niet significant beoordeeld.

BIJLAGEN VAN BIJLAGE 10



BIJLAGE 1 VAN BIJLAGE 10



COORDINATEN KAVEL I + II

De hoekpunten van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zoals aangewezen in de Rijksstructuurvisie Windenergie op Zee, partiële herziening van het Nationaal Waterplan, hebben de volgende coördinaten (conform coördinatenstelsel ETRS 1989 UTM Zone N31):

Hoekpunten windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)		
Punt	X	Y
1	565470,50410	5784279,92860
2	562982,68120	5796693,18470
3	564404,00160	5804398,36380
4	571576,58010	5804989,88550
5	572804,38170	5807111,95610
6	577939,99540	5808553,79200
7	582093,64720	5809722,82470
8	585967,80640	5809727,42530
9	585616,90310	5808566,76440
10	585497,17060	5808225,84900
11	585050,56590	5807047,72530
12	584618,30330	5805978,03000
13	584549,10230	5805759,53920
14	583806,82640	5804057,53310
15	583658,02090	5803670,18740
16	583374,10270	5803062,38140
17	582960,06390	5802115,93270
18	582523,39600	5801188,92000
19	582086,15220	5800162,13240
20	581622,28930	5799242,10260
21	581211,47760	5798487,19770
22	580786,28080	5797658,87630
23	580393,74740	5796861,74120
24	579898,87840	5795803,17910
25	579248,31660	5794721,05640
26	578876,16030	5794023,53430
27	578378,25020	5793014,59290
28	577806,68090	5792060,95900
29	576959,03680	5790898,94240
30	576291,55580	5789913,89150
31	576190,15260	5789734,55740
32	575645,46300	5789080,88580
33	575295,68110	5788618,41860
34	574628,82610	5788129,49120

35	574056,69130	5787679,66200
36	573443,80400	5787154,89480
37	572912,39970	5786661,21330
38	572228,21250	5785964,30970
39	571589,95950	5785242,24080
40	570998,74180	5784499,17170
41	570303,32810	5783529,45960
42	569557,18870	5782954,46800
43	569045,48420	5782532,72490
44	568540,68350	5782087,46420
45	567997,42160	5781569,98800

De hoekpunten van de kavels hebben de volgende coördinaten (ETRS 1989 UTM Zone N31):

Hoekpunten kavel I Hollandse Kust (zuid)		
Punt	X	Y
1	563545	5799743
2	564404	5804398
3	570241	5804750
4	571284	5804865
5	571707	5805216
6	572198	5806063
7	572804	5807112
8	576949	5808275
9	576953	5808158
10	575648	5805574
11	575214	5804671
12	579090	5802564
13	578937	5802215
14	578854	5802196
15	577183	5801816
16	568076	5799744

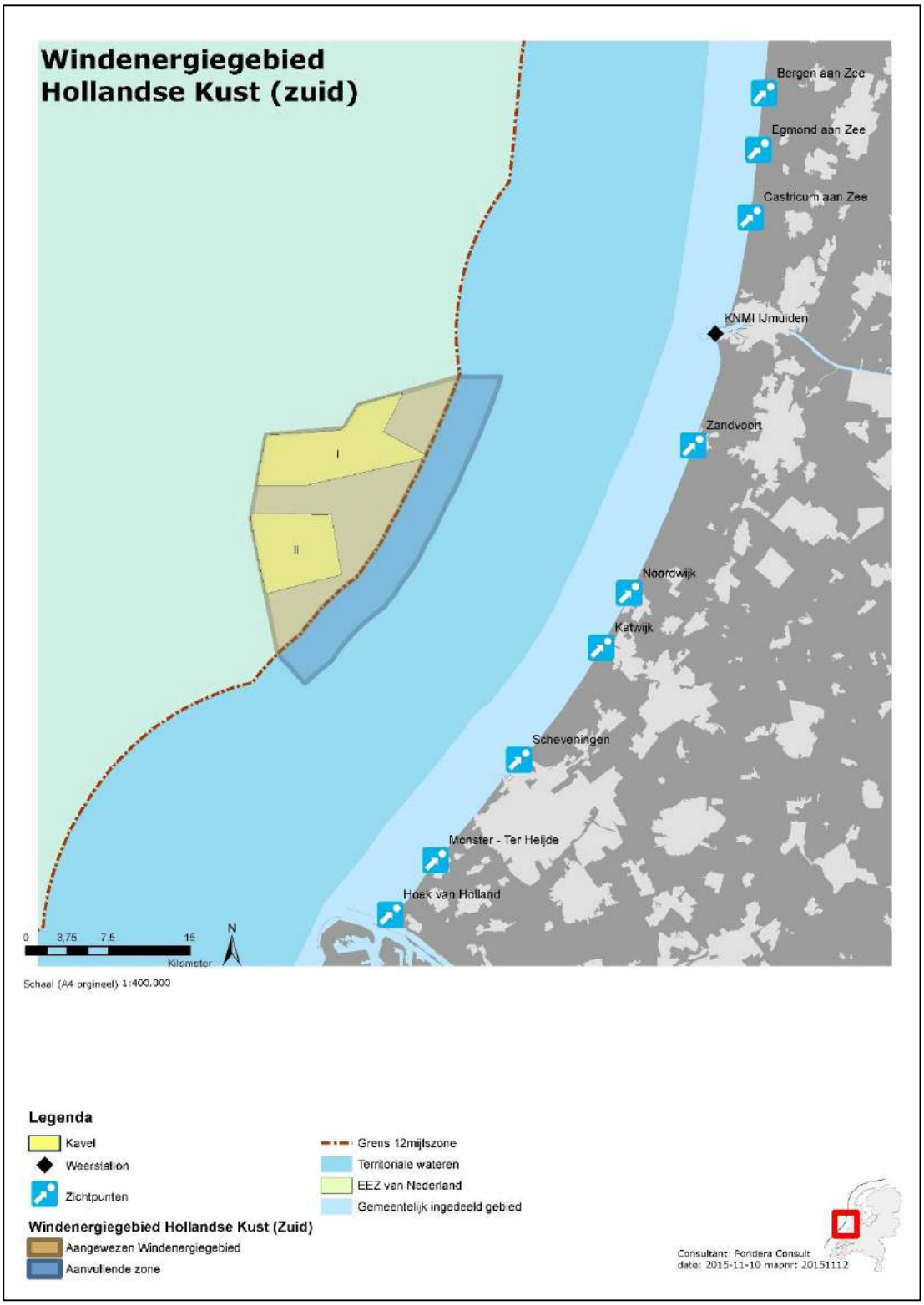
Hoekpunten kavel II Hollandse Kust (zuid)		
Punt	X	Y
1	563073,89510	5797187,66800
2	570003,88040	5797058,97120
3	570376,47880	5797159,48740
4	571344,46310	5791559,49480
5	564370,16500	5789770,18770
6	562982,68120	5796693,18470

BIJLAGE 2 VAN BIJLAGE 10

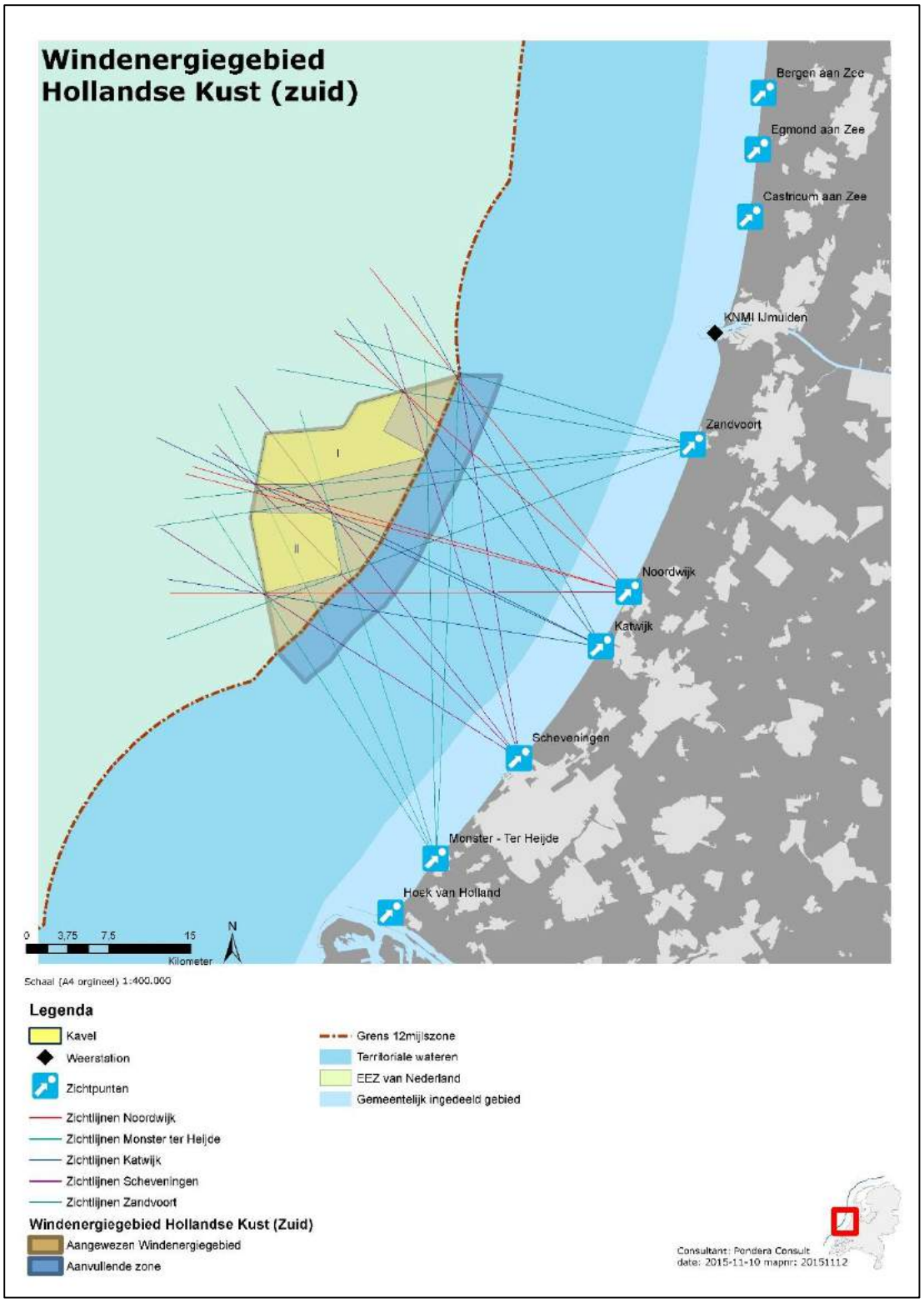


KAARTEN

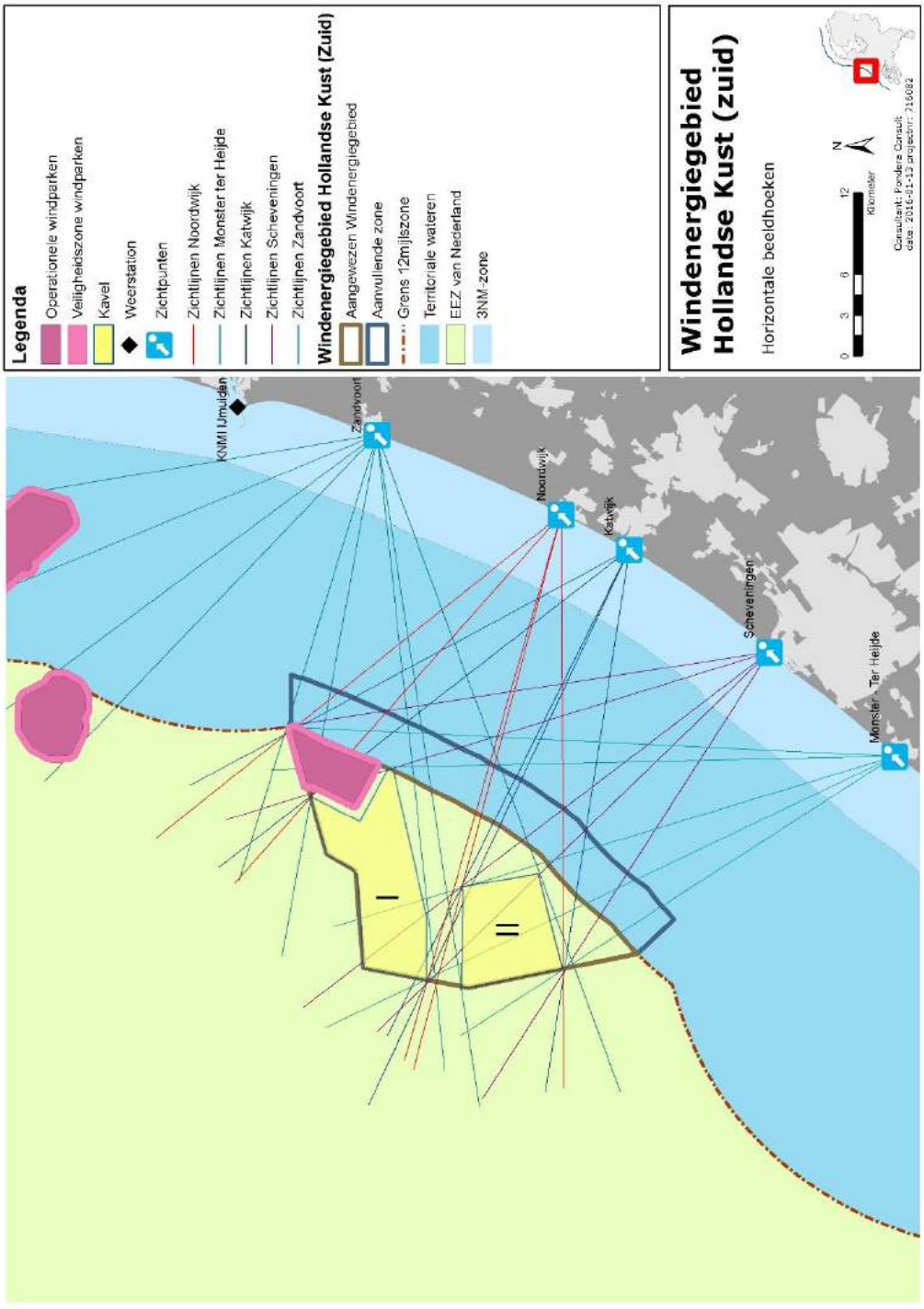
1. Overzicht Zichtpunten



2. Beeldhoeken vanaf zichtlocaties



3. Beeldhoeken vanaf zichtlocaties inclusief bestaande windparken



BIJLAGE 3 VAN BIJLAGE 10



VERGELIJKING BRONDATA IJMUIDEN – DE KOOY

In 2010 is in opdracht van Rijkswaterstaat reeds een uitgebreide studie naar zichtbaarheid en maatschappelijke aspecten van windturbines op de Noordzee gedaan door Royal Haskoning[1]. Hierbij is uitgegaan van theoretische windparken, in de zoektocht naar mogelijk geschikte locaties aan de rand van de twaalfmijlszone. Hierbij werden diverse aspecten onderzocht, waaronder (theoretische) zichtbaarheid.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat een windpark op circa 18 en 22 kilometer respectievelijk 36 - 42% en 18 - 32% van de maanden juni, juli en augustus zichtbaar zal zijn vanaf de kust. Tevens zijn zichtbaarheidspercentages op verschillende afstanden bepaald. Hiervoor hanteerden de onderzoekers de data van KNMI stations de Kooy en Hoek van Holland.

In het onderzoek werd tevens vastgesteld dat turbines op een afstand van meer dan 30 kilometer van de waarnemer geen relevante invloed meer hebben op de beleving. Het percentage van de beeldhoek die de turbines op deze afstand innemen is dermate klein dat dit als niet relevant is beschouwd[7].

3.1 Beperkingen data

Wanneer de meteorologische zichtbaarheidsanalyse van de studie uit 2010 wordt vergeleken met de meteorologische zichtbaarheid uit de zichtbaarheidsanalyse van Kavel I en II komen enkele verschillen aan het licht. De berekende zichtbaarheidspercentages uit 2010 liggen gemiddeld genomen hoger dan in de zichtbaarheidsanalyse. Zie tabel 1 voor een vergelijking:

Tabel 1: langjarige gemiddelde zichtbaarheid zomerperiode overdag

Zichtafstand	Percentage van de tijd (Royal Haskoning, 2010)	Percentage van de tijd (Pondera Consult, 2015)
> 5 km	92 %	88,6 %
> 10 km	77 %	66,8 %
> 20 km	46 %	26,0 %
> 30 km	16 %	10,6 %

Hieronder worden mogelijke verklaringen gezocht voor de verschillen.

Brondata

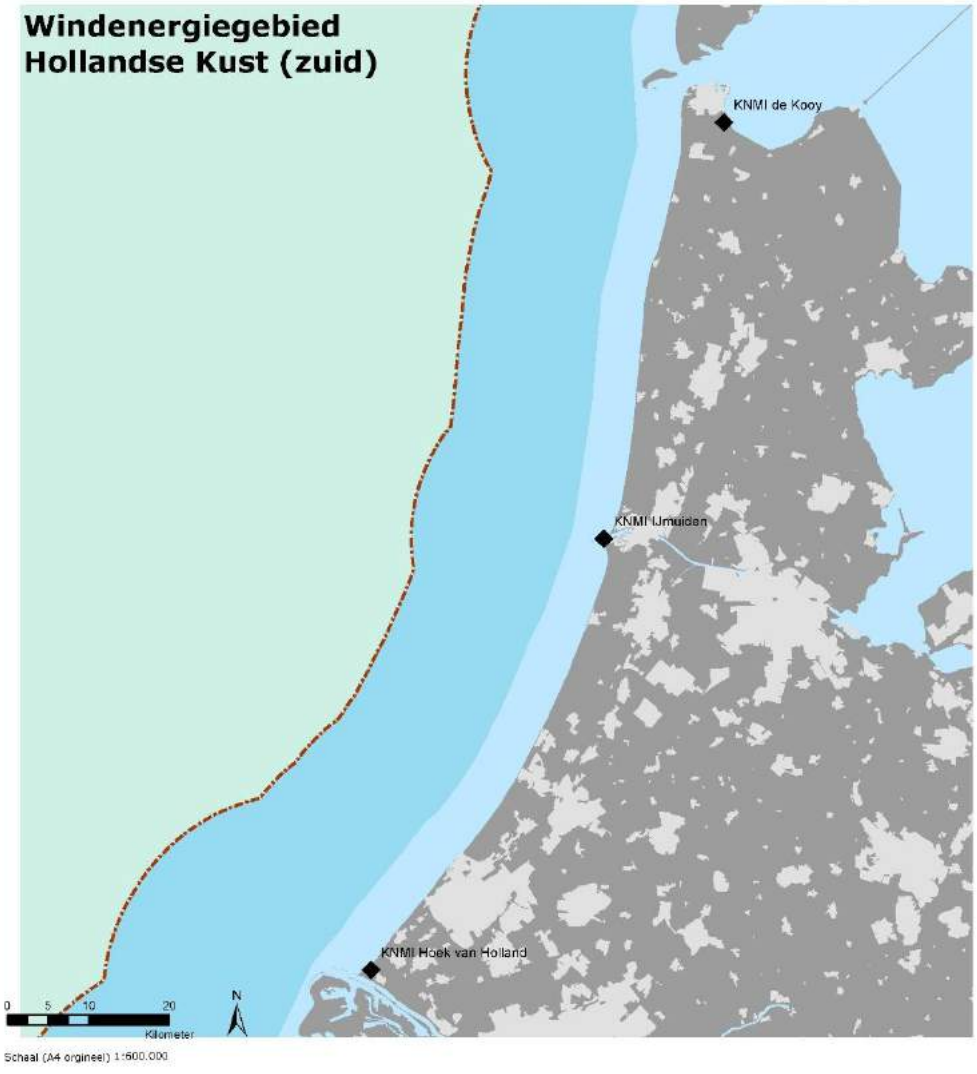
In de onderzoeken is gebruik gemaakt van verschillende weerstations voor het verkrijgen van de brondata (225 IJmuiden versus 235 de Kooy en 330 Hoek van Holland, zie afbeelding 1 voor de ligging van deze stations). Omdat dit mogelijk van invloed kan zijn op de uitkomsten, is bekeken of en welke effecten hierdoor optreden.

Voor de zichtbaarheidsanalyse van Kavel I en II van Hollandse Kust (zuid) is gekozen om de data van station IJmuiden te hanteren, dit station ligt immers het dichtst bij het windpark. Royal Haskoning maakt in haar analyse gebruik van de data van de weerstations de Kooy en Hoek

[1] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee

van Holland. Uit het onderzoek uit 2010 blijkt ook dat de data tussen deze stations verschillen. De waarden van meteorologisch zicht bij Hoek van Holland liggen, net als IJmuiden, lager dan de gemeten waarden bij de Kooy. Dit is vergelijkbaar met IJmuiden waardoor deze data als minder relevant beschouwd wordt voor de zichtbaarheidsanalyse Kavel I en II van Hollandse Kust (zuid).

Afbeelding 1: ligging KNMI stations



Om te bekijken of het gebruik van verschillende data mogelijk effecten heeft op de conclusies en tevens een vergelijking met de resultaten uit het onderzoek uit 2010 te kunnen maken, is ook een analyse gemaakt met de beschikbare data van station de Kooy. Hiervoor zijn de waarnemingen van 1951 – 2012 gehanteerd. Het is onbekend welke periode de onderzoekers hanteerden in 2010. In onderstaande tabel 2 zijn de resultaten opgenomen.

Tabel 2: langjarig gemiddelde zichtafstand, KNMI station de Kooy periode 1951-2012.

Zichtafstand	Percentage van de tijd (jaargemiddelde)	Percentage van de tijd (dagperiode mei - sep)
> 5 km	79.8 %	90.9%
> 10 km	58.1 %	73.6%
> 20 km	26.0 %	40.8%
> 30 km	5.2 %	11.1%

Op basis van deze data is Kavel I vanaf 22,2 kilometer 26,0% van de zomerperiode overdag zichtbaar. Vergeleken met de uitkomsten in tabel 2.10 uit de zichtbaarheidsanalyse, bestaat een verschil van circa 8% van de tijd. Dit kan mogelijk verklaard worden door de aanwezigheid van hoogovens voor de staalproductie en de haven van IJmuiden welke zorgen voor uitstoot die de waarnemingen (deeltjes in de atmosfeer) zou kunnen beïnvloeden. Een dergelijk effect, veroorzaakt door de Rotterdamse haven, wordt ook voor Hoek van Holland als verklaring van geringere zichtafstanden gegeven[2]. De Kooy kent deze beperkende omstandigheden niet.

Het station IJmuiden blijft op basis van de analyse representatief, aangezien dit het dichtstbijzijnde station betreft, de verschillen gering en verklaarbaar blijken en de waarnemer ook de eventuele beperkingen in zichtafstand door toedoen van hoogovens zal ervaren.

3.2 Analyse methode

Naast het gebruik van verschillende brondata kan tevens worden gekeken naar de methode van analyse. De exacte methodiek voor data analyse in het onderzoek uit 2010 is onbekend, echter er kan wel worden afgeleid dat de zomerperiode door Nierman et al. werd beperkt tot de maanden juni t/m augustus. Het toeristische zwemseizoen loopt echter langer, van 1 mei t/m 1 oktober. Dit is tevens de periode dat de meeste strandpaviljoens en strandhuisjes in gebruik mogen zijn.

Daarnaast is onduidelijk welke uren worden beschouwd als dagperiode. Wanneer bijvoorbeeld alleen de zonnigste uren van de dag worden beschouwd, kunnen hierdoor verschillen (zowel positief als negatief optreden). In de zichtbaarheidsanalyse is gekozen voor zonsopkomst tot zonsondergang, aangezien ook in de ochtend- en avonduren mensen aan de kust aanwezig kunnen zijn.

[2] Nierman et al, 2010; Beleving en Maatschappelijke aspecten zichtbaarheid windturbines Noordzee, p. 17

3.3 Conclusie

Wanneer de verschillen in brondata en analysemethodiek worden beschouwd zijn de afwijkingen in de uitkomsten verklaarbaar. De verschillen door gebruik van andere brondata zijn exact te bepalen en gering. Dit betekent dat het voornaamste verschil in uitkomsten optreedt door het hanteren van andere methodische keuzes.

BIJLAGE 11

EFFECTEN OP SCHEEPVAARTVEILIGHEID





EFFECTEN OP SCHEEPVAARTVEILIGHEID VOOR WINDENERGIEGEBIED HOLLANDSE KUST (ZUID)

Veiligheidsstudie voor kavel I

Concept eindrapport

Rapport Nr. : 28955-1-MSCN-rev.2
Datum : 7 april 2016

Paraaf Management:

MARIN
P.O. Box 28

6700 AA Wageningen
The Netherlands

T +31 317 47 99 11
F +31 317 49 32 45

E mscn@marin.nl
I www.marin.nl

EFFECTEN OP SCHEEPVAARTVEILIGHEID VOOR WINDENERGIEGEBIED HOLLANDSE KUST (ZUID)

Veiligheidsstudie voor kavel I

Opdrachtgever : Pondera Consult
Welbergweg 49
7556 PE Hengelo

Revisienr.	Status	Datum	Auteur	Voor gezien
0	Concept	4 maart 2016	W.H. van Iperen	Y. Koldenhof
1	Concept	5 april 2016	W.H. van Iperen	Y. Koldenhof
2	Concept eindrapport	7 april 2016	W.H. van Iperen	Y. Koldenhof

INHOUDSOPGAVE

Pag.

OVERZICHT VAN TABELLEN EN FIGUREN 5

1 INLEIDING 8

2 DOELSTELLING 8

3 WERKWIJZE 9
3.1 SAMSON 9
3.2 Effect van het windpark 11
3.3 Modelinvoer en uitgangspunten 12
3.3.1 Verkeer 12
3.3.1.1 Routegebonden verkeer 12
3.3.1.2 Niet-routegebonden verkeer 13
3.3.2 Gebruikte modellen 14
3.4 Gevolgschade 15
3.4.1 Schade aan windturbine en schip 15
3.4.2 Milieuschade 17
3.4.3 Bepalen van persoonlijk letsel 18
3.5 Effecten voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur 19
3.6 Cumulatieve effect 20
3.7 Kruisende scheepvaart 20

4 VERKEERSANALYSE EN MODELLERING 33
4.1 AIS analyse verkeersstromen 33
4.2 Routegebonden verkeersdatabase 38

5 RESULTATEN SAMSON BEREKENINGEN 42
5.1 Configuraties 42
5.2 Aanvaar-/ aandrijffrequenties windparken 42
5.3 Gevolgschade 45
5.3.1 Schade aan het schip 45
5.3.2 Schade aan de windturbines 46
5.3.3 Milieuschade 46
5.3.4 Persoonlijk letstel 48
5.4 Effecten en overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur 49
5.4.1 Aantal aanwezige schepen 49
5.4.2 Veiligheid 49
5.4.3 Economisch effect 49
5.4.4 Emissies 49
5.4.5 Lokale effecten wijziging routestructuur 51
5.5 Het effect van het werkverkeer op het risico 53
5.6 Kwalitatieve beschouwing aanwezigheid individueel kavel 53
5.7 Radardekking van de Nederlandse havens 54
5.8 Kruisende scheepvaart 54
5.8.1 Kruisend verkeer bij de noordwest hoek 54
5.8.2 Kruisend verkeer bij de corridor bij de zuidwest hoek 59

6 MAATREGELEN 63
6.1 Gebruik van AIS 63
6.2 Inzet van een ETV (Emergency Towing Vessel) 64

7 CONCLUSIES 65

REFERENTIES 67

APPENDIX A1 Resultaten windpark Hollandse Kust (zuid) Kavel I variant 1 (6MW)

APPENDIX A2 Resultaten windpark Hollandse Kust (zuid) Kavel I variant 2 (10 MW)

OVERZICHT VAN TABELLEN EN FIGUREN

Tabellen:

Tabel 3-1 Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de turbine en het schip....16
Tabel 4-1 Overzicht van alle verkeersscenario's....40
Tabel 5-1 Configuratiegegevens varianten windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kavel I....42
Tabel 5-2 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor kavel I per variant....43
Tabel 5-3 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine voor kavel I per variant....44
Tabel 5-4 Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijvingsfrequentie per variant, per scheepstype en soort schade....45
Tabel 5-5 Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijvingsfrequentie per variant en type schade aan de turbine....46
Tabel 5-6 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie 47
Tabel 5-7 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine....48
Tabel 5-8 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de scheepvaart binnen de EEZ....50
Tabel 5-9 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de scheepvaart binnen een lokaal gebied (zie Figuur 5-1)....52

Tabel A1-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines kavel I variant 6 MW voor verkeer >24m....A1
Tabel A1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor kavel I variant 6 MW A3
Tabel A1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen....A3
Tabel A1-4 Schade aan het totale windpark in kavel I variant 6 MW....A3
Tabel A1-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van kavel I variant 6 MW .A4
Tabel A1-6 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine....A4
Tabel A1-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine....A5
Tabel A1-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine....A5
Tabel A1-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine....A5
Tabel A1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt....A5

Tabel A2-1 Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines kavel I variant 10 MW voor verkeer >24m....A6
Tabel A2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor kavel I variant 10 MW....A7
Tabel A2-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen....A8
Tabel A2-4 Schade aan het totale windpark kavel I variant 10 MW....A8
Tabel A2-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor kavel I variant 10 MW....A9
Tabel A2-6 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine....A9

Tabel A2-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine A9
Tabel A2-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine A9
Tabel A2-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine A10
Tabel A2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt A10

Figuren:

Figuur 3-1 Systeemdiagram SAMSON 10
Figuur 3-2 Figuren van de verschillende bezwijkvormen. 15
Figuur 3-3 Windpark gezien vanaf het eigen schip 21
Figuur 3-4 Windpark gezien vanaf het schip met een klein schip in het buitenbeeld 21
Figuur 3-5 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks (I) 24
Figuur 3-6 Opstelling windturbines in dichte opstelling versprongen (II) 25
Figuur 3-7 Opstelling versprongen maar net als II maar 90º gedraaid (III) 25
Figuur 3-8 Opstelling vierkant als I maar dan 45º gedraaid (IV) 26
Figuur 3-9 Schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m 27
Figuur 3-10 Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk 28
Figuur 3-11 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 500 m 29
Figuur 3-12 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 1000 m 29
Figuur 3-13 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, afstand tussen turbines 580 m en vaarafstand 500 m 30
Figuur 3-14 Schaduw > 10 m, > 20 m en > 30 m lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse 31
Figuur 3-15 Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse 32
Figuur 4-1 Dichtheidskaart van routegebonden verkeer in de omgeving van het windenergiegebied 34
Figuur 4-2 Scheepstracks van routegebonden verkeer op de hoofdverkeersstromen door het windenergiegebied van december 2014 tot en met november 2015 35
Figuur 4-3 Scheepstracks van routegebonden verkeer varend ten oosten langs het windenergiegebied van december 2014 tot en met november 2015 36
Figuur 4-4 Scheepstracks van routegebonden verkeer buiten de hoofdstromen door het windenergiegebied van december 2014 tot en met november 2015 37
Figuur 4-5 Verkeersroutering voor de basis situatie zonder windparken 39
Figuur 4-6 Verkeersroutering voor de cumulatieve situatie waarin in alle kavels windturbines aanwezig zijn 41
Figuur 5-1 Het beschouwde gebied voor de lokale analyse 51
Figuur 5-2 Ontmoeting met een westwaarts varend schip bij de noordwesthoek van kavel I, gezien vanuit een noordwaarts langs het park varend schip voor de 6 MW variant met jackets 55
Figuur 5-3 Ontmoeting met een westwaarts varend schip bij de noordwesthoek van kavel I, gezien vanuit een noordwaarts langs het park varend schip voor de 10 MW variant met monopiles 56
Figuur 5-4 Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en >30m voor de ontmoeting bij de noordwesthoek gezien vanuit het noordwaarts langs het park varend schip voor beide varianten 57
Figuur 5-5 Aantallen schaduwstukken >40m en >50m, en de maximale lengte van schaduwstukken voor de ontmoeting bij de noordwesthoek

gezien vanuit het noordwaarts langs het park varend schip voor beide varianten 58
Figuur 5-6 Ontmoeting met een zuidwaarts varend schip bij de zuidwesthoek van kavel I, gezien vanuit een westwaarts door de corridor varend schip voor de 6 MW variant met jackets..... 60
Figuur 5-7 Ontmoeting met een zuidwaarts varend schip bij de zuidwesthoek van kavel I, gezien vanuit een westwaarts door de corridor varend schip voor de 10 MW variant met monopiles 60
Figuur 5-8 Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en >30m voor de ontmoeting bij de zuidwesthoek gezien vanuit het westwaarts door de corridor varend schip voor beide varianten 61
Figuur 5-9 Aantallen schaduwstukken >40m en >50m, en de maximale lengte van schaduwstukken voor de ontmoeting bij de zuidwesthoek gezien vanuit het westwaarts door de corridor varend schip voor beide varianten 62

Figuur A1-1 Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines voor kavel I variant 6 MW voor verkeer >24m A1
Figuur A1-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer >24m) A4

Figuur A2-1 Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines kavel I variant 10 MW voor verkeer >24m A6
Figuur A2-2 Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer >24m) A8

1 INLEIDING

De aanwezigheid van een offshore windpark heeft consequenties voor het scheepvaartverkeer in de buurt van een windpark. Een windpark heeft een direct effect op de verkeersveiligheid door het aanvaar- of aandrijfrisico van de turbines door de schepen. Sommige schepen zullen daarnaast alternatieve routes kiezen of omvaren, resulterend in veranderingen in transportkosten en emissies. De veranderingen van de verkeersstromen rond het windpark kunnen bovendien resulteren in toename van het aanvaringsrisico van schepen onderling (indirect effect).

Dit rapport beschrijft de veiligheidsstudie voor kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) die MARIN in opdracht van Pondera Consult heeft uitgevoerd. De resultaten van deze studie zullen worden verwerkt in de milieueffectrapportage (m.e.r.) die door Pondera wordt opgesteld.

De opbouw van dit rapport is als volgt:
Hoofdstuk 2 bevat de doelstelling van deze studie. In Hoofdstuk 3 is geschetst hoe de veiligheidsstudie is opgezet, welke informatie nodig is en waar deze informatie vandaan komt. Wanneer men hiermee bekend is, kan het tweede deel van het hoofdstuk worden overgeslagen. Het cumulatieve effect door andere aanwezige windparken is in deze studie opgenomen als basissituatie, en niet als extra beschouwing. De nieuwe routestructuur houdt namelijk al rekening met mogelijke toekomstige parken.
Hoofdstuk 4 beschrijft een analyse van het verkeer door en in de directe omgeving van het windenergiegebied, en laat de verkeersmodellering zien.
De resultaten van de veiligheidsstudie voor kavel I van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden gegeven in Hoofdstuk 5. In Hoofdstuk 0 wordt ingegaan op eventuele maatregelen die het risico voor de scheepvaart kunnen verkleinen. Hoofdstuk 7 bevat de conclusies van de studie.

2 DOELSTELLING

Het doel van de studie is om voor twee inrichtingsvarianten van kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) de risico’s voor de scheepvaart te bepalen. Dit wordt gedaan door de aanvaar- en aandrijfkansen van de windturbines te bepalen, net als de verwachte frequenties en volumes van de olie-uitstroom. Ook wordt er gekeken naar de verandering in de veiligheid als gevolg van een wijziging in de routes die schepen nemen.

3 WERKWIJZE

In dit hoofdstuk wordt de generieke werkwijze bij veiligheidsstudies voor windparken beschreven. Deze beschrijving is op veel punten identiek aan de beschrijving uit voorgaande windparkstudies, maar wijkt ook op een aantal onderdelen af. In 3.3 worden tevens de modelinvoer en uitgangspunten beschreven zoals deze gebruikt worden in deze studie.

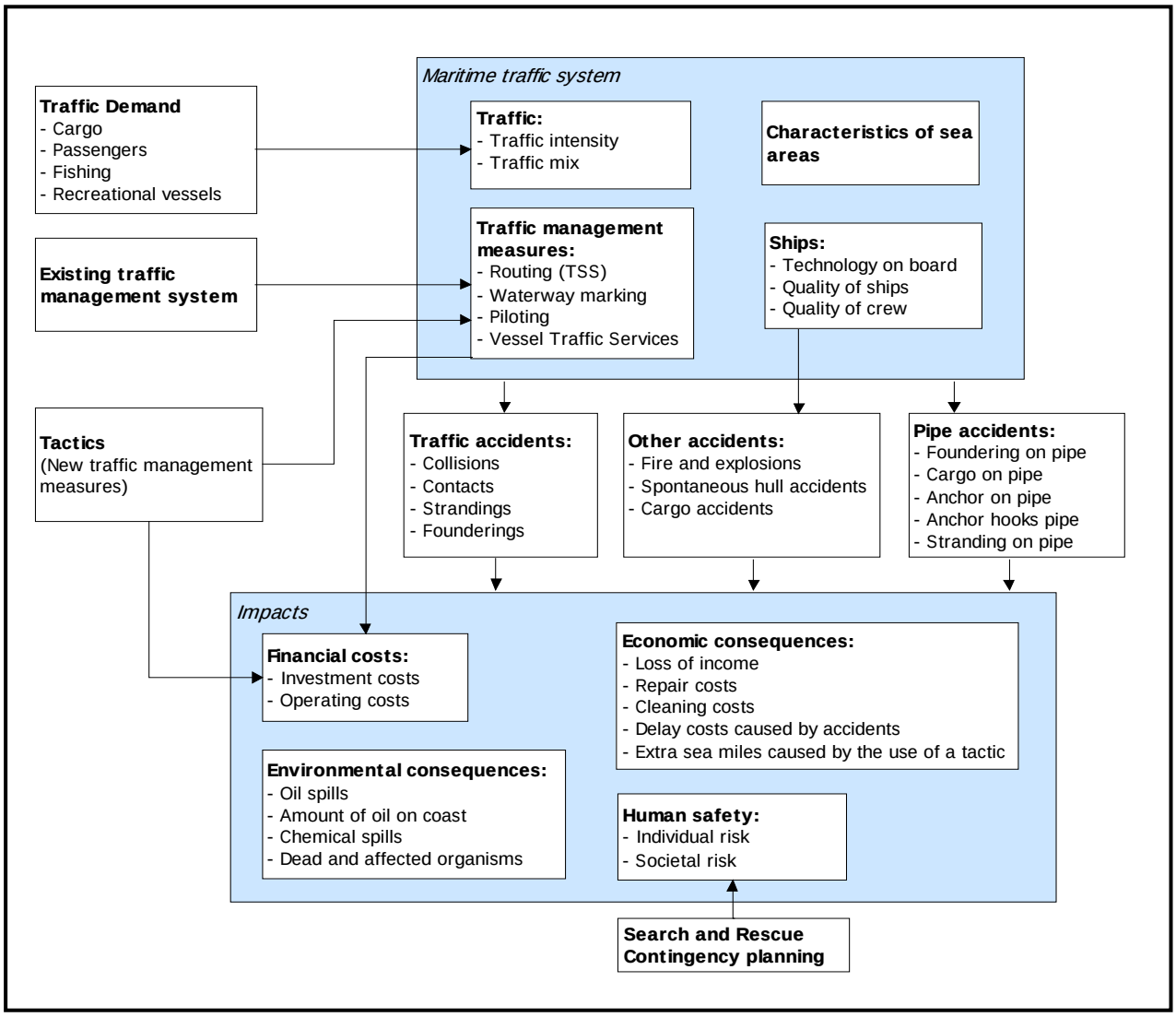
3.1 SAMSON

Het SAMSON-model (Safety Assessment Model for Shipping and Offshore on the North Sea) is ontwikkeld voor het voorspellen van effecten van ruimtelijke ontwikkelingen in de Noordzee, van ontwikkelingen in de scheepvaart zelf en van maatregelen ten aanzien van de scheepvaart. De effecten die met het model bepaald kunnen worden bestaan uit:

- Aantal ongevallen per jaar, onderverdeeld naar aard van de ongevallen en betrokken schepen en objecten.
- Omgevaren afstand en gerelateerde kosten
- Emissie van milieugevaarlijke stoffen
- Consequenties van ongevallen, zoals het uitstromen van lading- of bunkerolie of persoonlijk letstel.

Het model is ontwikkeld voor Directoraat-Generaal Goederenvervoer (nu Directoraat-Generaal Bereikbaarheid) en wordt gebruikt om de kansen en consequenties van alle type ongevallen op zee te schatten. Een algemene beschrijving van het model kan worden gevonden in [1]. In de executive summary van POLSSS, Policy for Sea Shipping Safety [2], wordt beschreven op welke wijze SAMSON gebruikt is om de kosten en gevolgen van een groot aantal beleidsmaatregelen te voorspellen.

In Figuur 3-1 wordt het systeemdiagram weergegeven van het SAMSON-model, vrijwel alle blokken in dit diagram zijn beschikbaar binnen het model. Het grote blok “Maritime traffic system” (rechtsboven) bevat vier sub-blokken. Deze vier sub-blokken beschrijven het verkeersbeeld; het aantal scheepsbewegingen, de scheepskenmerken (lengte etc.) en de lay-out van het zeegebied. De ongevalskansmodellen voor een aanvaring, stranding, brand/explosie etc. worden gebruikt om de ongevalsfrequentie te voorspellen gebaseerd op het verkeersbeeld. Het grote blok “Impacts” bevat de sub-blokken waarmee de consequenties bepaald worden van de ongevallen.



Figuur 3-1 Systeemdiagram SAMSON

3.2 Effect van het windpark

De aanleg van een windpark heeft gevolgen voor de scheepvaart. Een schip dat nu een route volgt door een toekomstig windpark, zal in de toekomst zijn route moeten verleggen en het windpark op minimaal 500 meter afstand passeren. Dit betekent dat dit schip **hinder** ondervindt van het windpark. Er zijn echter meer gevolgen. Doordat het schip een andere route neemt krijgen de scheepvaartroutes buiten het windpark een hogere (misschien fractioneel) intensiteit. Als gevolg van de hogere intensiteiten op deze routes is het de verwachting dat het aantal ontmoetingen en dus ook het aantal ongevallen toeneemt.
Er treden echter ook nieuwe typen ongevallen op, namelijk **aanvaringen** en **aandrijvingen** met een windturbine van het windpark. In SAMSON worden dit soort ongevallen aangeduid met respectievelijk ***rammings*** en ***drifting contacts***;

- Een **ramming** (aanvaring) is het gevolg van een navigatiefout, wanneer de navigator van een schip, dat op ramkoers ligt met een windturbine van het windpark, niet of te laat reageert. Een navigatiefout kan verschillende oorzaken hebben, zoals; onwetendheid, het niet zien van het windpark, het niet aanwezig zijn op de brug, onwel worden en niet kunnen reageren etc. De snelheid bij de aanvaring is hoog.
- Een **drifting** (aandrijving) treedt op wanneer een schip door een machinestoring niet meer manoeuvreerbaar is. In eerste instantie zal men proberen voor anker te gaan, maar indien dit niet mogelijk is, is het schip overgeleverd aan wind, golven en stroom. Een driftend schip kan vervolgens tegen een windturbine van het windpark komen zonder dat men dit aan boord kan voorkomen. De aanvaring is dwarsscheeps en de snelheid gering.

Deze ongevallen komen voort uit het scheepvaartverkeer rondom het windpark en **behoeven niet noodzakelijkerwijs** tot de groep schepen beperkt te blijven die door het gebied van het windpark voeren toen dat er nog niet was.

Om de effecten van het windpark op de scheepvaart te kunnen berekenen moet de nieuwe afwikkeling van het scheepvaartverkeer voor de situatie met het windpark in SAMSON gemodelleerd worden. De scheepvaart moet het windpark op minimaal 500 m passeren. De mate waarin de verkeersafwikkeling beïnvloed wordt, hangt af van de grootte en ligging van het windpark. Voor de locatie van het windpark wordt daarom een nieuwe verkeersdatabase aangemaakt, waarin het veranderde vaarpatroon wordt opgenomen. Vervolgens kunnen de ongevalskansmodellen van SAMSON toegepast worden voor het doorrekenen van de effecten van het windpark voor de scheepvaart. Op basis van de nieuwe verkeersdatabase wordt een complete **risicoanalyse** uitgevoerd. Dit houdt in dat het *veranderde* risico voor de scheepvaart wordt bepaald ten gevolge van de veranderingen in de verkeersafwikkeling rond het windpark. Daarboven wordt het door het windpark geïntroduceerde nieuwe risico, namelijk de kans op een aanvaring of aandrijving van het windpark bepaald.

3.3 Modelinvoer en uitgangspunten

De volgende uitgangspunten, zijnde aannames, modelinput en parameters worden voor de berekeningen gehanteerd.

3.3.1 Verkeer

Voor de berekeningen wordt gebruik gemaakt van een verkeersdatabase. Een verkeersdatabase bevat links, linkintensiteiten en linkkarakteristieken. Een link is de rechte verbinding tussen twee punten. De linkintensiteit beschrijft het aantal schepen dat per jaar over die link vaart, onderverdeeld naar scheepstype en scheepsgrootte. De linkkarakteristiek beschrijft hoe breed de link is en de laterale verdeling hoe het verkeer over die link verdeeld is. Het verkeer op zee wordt onderverdeeld in twee groepen, namelijk het “routegebonden” en het “niet-routegebonden” verkeer. Het routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de koopvaardijschepen, die op weg zijn van haven A naar haven B. Het niet-routegebonden verkeer bevat de scheepsbewegingen van de schepen die een missie ergens op zee hebben, zoals visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart. In SAMSON zijn deze scheepsgroepen op een verschillende manier gemodelleerd.

3.3.1.1 Routegebonden verkeer

Het *routegebonden* verkeer is gemodelleerd op scheepvaartroutes over de Noordzee. Vanwege de ligging van de havens en de verkeersscheidingsstelsels beweegt het grootste deel van deze schepen zich over een netwerk van links (met een bepaalde breedte), vergelijkbaar met het wegennetwerk op het land. In de praktijk kunnen er schepen buiten deze links varen aangezien men overal mag varen, zolang men de regels in acht neemt. Dit aandeel is echter zeer klein aangezien de links met elkaar alle kortste en veiligste verbindingen tussen havens omvatten; er wordt rekening gehouden met ondieptes, diepgang van schepen en andere obstakels.
De linkstructuur gaat uit van de nieuwe routestructuur op de Noordzee, zoals deze vanaf 1 augustus 2013 geldt. In deze routestructuur is al rekening gehouden met de mogelijke ontwikkeling van een windparken in windenergiegebied Borssele.
De intensiteiten (aantal schepen dat per jaar passeert) op de scheepvaartroutes zijn bepaald door alle scheepsreizen van een jaar die geheel of gedeeltelijk over de Noordzee hebben plaatsgevonden, toe te wijzen aan deze links. Al deze scheepsreizen worden door Lloyd’s List Intelligence (voorheen Lloyd’s Marine Intelligence Unit) verzameld. De laatste keer dat deze informatie ten behoeve van SAMSON is gekocht en verwerkt, betrof alle scheepsreizen van het jaar 2012. Bij het toewijzen van het verkeer worden de aantallen schepen varend van vertrekpunt A naar bestemming B uit 2012 gerouteerd over de huidige routestructuur. Het aantal scheepsreizen per scheepstype tussen verschillende vertrekpunten en bestemmingen is sinds 2012 niet wezenlijk veranderd. Deze scheepsreizen zijn derhalve een goed uitgangspunt.

Op basis van deze verkeersintensiteiten van 2012 is een voorspelling gemaakt voor de intensiteiten in 2020 aan de hand van de groei in het zeegebied tussen Antwerpen en Hamburg in de periode 2000 tot 2012. De gemiddelde groei in het Antwerpen-Hamburg zeegebied in deze periode laat een daling zien van 0,4% in het aantal scheepsbewegingen en een groei van 3,6% in de scheepsgrootte, maar toont aanzienlijke verschillen voor de verschillende scheepstypes en scheepsgroottes. Met deze verschillen wordt rekening gehouden in de verkeersdatabase voor 2020. De afname in het aantal scheepsbewegingen heeft met name in de laatste jaren plaatsgevonden als gevolg van de crisis, in de studie “Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied Hollandse Kust” [3] werd namelijk nog een groei in de scheepsbewegingen gezien van 0,5% per jaar. Toen werden de aantallen uit 2000

vergeleken met die van 2008. Verwacht wordt dat in ieder geval tot 2014 het aantal scheepsbewegingen nog afneemt als gevolg van de crisis en schaalvergroting in de scheepvaart, zoals ook blijkt uit de resultaten van de studie ”Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel” [4], maar dat het aantal scheepsbewegingen in de komende jaren weer toe zal nemen.
In deze studie wordt daarom opnieuw uitgegaan van een groei van 0,5% per jaar ten opzichte van het niveau in 2012. Dit niveau is lager dan het aantal scheepsbewegingen in 2008, de uiteindelijke intensiteiten in 2020 zullen daarmee lager uitkomen dan eerder werd verwacht [3]. Daarnaast is de verwachting dat de intensiteiten van de verkeersdatabase voor 2020 pas enkele jaren later worden bereikt vanwege de huidige crisis.

Voor de verschillende kavels in het gehele windenergiegebied wordt één aangepaste verkeersdatabase gegenereerd, waarbij ervoor wordt gezorgd dat het *routegebonden* verkeer niet door de kavels van het windenergiegebied vaart. Deze keuze wordt in Hoofdstuk 4 verder onderbouwd aan de hand van een verkeersanalyse met AIS. Ook de ruimte tussen de kavels wordt afgesloten voor verkeer[1], aangezien er tussen de kavels te weinig ruimte over blijft voor scheepvaartverkeer, en het waarschijnlijk is dat bij een toekomstig kavelbesluit meerdere kavels mogen worden gerealiseerd en niet slechts een enkele kavel. De aanvaar- en aandrijfkansen voor de turbines worden alleen bepaald voor de aangepaste verkeersdatabase, de database waarbij de kavels vrijgemaakt zijn van verkeer.

3.3.1.2 Niet-routegebonden verkeer

Het *niet-routegebonden* verkeer (visserij, supplyvaart, werkvaart en recreatievaart) kan niet op de voorgaande wijze worden gemodelleerd. Het gedrag van dit verkeer op zee is duidelijk anders. Men vaart niet van haven A naar haven B langs duidelijke routes, maar van haven A naar een of meerdere bestemmingen op zee en vervolgens meestal weer terug naar de vertrekhaven A. Het gedrag op zee is meestal onvoorspelbaar. Vissers varen bovendien nog vaak heen en weer in een visgebied. Dit is de reden waarom dit verkeer door middel van dichtheden in SAMSON is gemodelleerd. De gemiddelde dichtheid in 8 bij 8 km gridcellen is gebaseerd op de aantallen voortgekomen uit verschillende bronnen. Een daarvan is het VerkeersOnderzoek NOordzee Visuele Identificatie (VONOVI). VONOVI is gebruikt voor de validatie van de scheepvaartroutes van het *routegebonden verkeer* en voor het bepalen van de benodigde dichtheden van het *niet-routegebonden* verkeer.
Tijdens een VONOVI-vlucht werd een aantal raaien afgevlogen. Zodra men een schip dat binnen een raai voer zag, werd de positie en de scheepsnaam genoteerd. Later werden andere scheepskenmerken toegevoegd en werden alle waarnemingen verwerkt.

Voor een groot gedeelte van de niet-routegebonden scheepvaart kan inmiddels op basis van AIS een betere verdeling bepaald worden, aangezien steeds meer niet-routegebonden schepen al dan niet verplicht zijn uitgerust met een AIS-transponder. Dit geldt echter nog niet voor alle schepen (bijvoorbeeld recreatie en sportvissers).

Voor de berekeningen van het niet-routegebonden verkeer wordt gebruik gemaakt van de verkeersdichtheid voor de visserij, supply-, werk- en recreatievaart gebaseerd op verschillende bronnen (zie [9] voor een uitgebreidere beschrijving):

[1] Behalve de oost-west corridor door het windenergiegebied tussen kavels I en II. Deze wordt beschreven in Hoofdstuk 4.

- Recreatievaart: VONOVI-vluchten van 1999-2001. Voor deze groep schepen is geen recente en volledige alternatieve databron beschikbaar. De AIS-data geeft een veel lager gemiddeld aantal aanwezige recreatieschepen dan de VONOVI-data. Daarnaast is gebleken uit vergelijking dat de verdeling van deze schepen over de Noordzee nagenoeg gelijk blijft (zie [9]).
- Visserij: AIS-data van 2014. Aangezien het niet bekend is hoe de visserij zich verder ontwikkelt is er geen verdere afname of toename van de visserij gemodelleerd voor de situatie in 2020. Het overgrote deel van de niet-routegebonden scheepvaart bestaat uit vissers.
- Werk- en supplyvaart: AIS-data van 2014. Deze data bevatten veel meer werk- en supplyschepen dan de VONOVI-data vanwege een toename in dit verkeer. De verdeling van deze schepen over het NCP (inclusief Waddenzee) en BCP is nu actueler dan in voorgaande studies.

3.3.2 Gebruikte modellen

Het totale SAMSON-model bestaat uit verschillende submodellen voor de verschillende ongevallen. Om het effect van beide windparken voor de scheepvaart te kwantificeren op de locatie van de windparken wordt het aantal aanvaringen en aandrijvingen per jaar bepaald. Hiervoor worden de volgende modellen gebruikt:

- Contact met een vast object (windturbine)
    - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
    - als gevolg van een motorstoring (drifting)

Om het effect van de windparken voor de scheepvaart buiten de windparklocaties te kwantificeren, wordt het risiconiveau met en zonder de windparken vergeleken. Deze effecten zijn het gevolg van een verandering in de routestructuur; het verkeer dat eerst door het windenergiegebied voer, wordt nu buitenom geleid. Om het “algemene” risiconiveau vast te stellen worden de volgende modellen gebruikt:

- Schip-schip aanvaringen
- Stranden
    - als gevolg van een navigatiefout (ramming)
    - als gevolg van een motorstoring (drifting)

De effecten op de aanvaar- en aandrijfkansen voor platformen en pieren als gevolg van een verandering in de verkeersafwikkeling worden in deze studie niet berekend. De platformen en pieren op de Noordzee liggen namelijk zo ver van het windenergiegebied en de gewijzigde verkeersstromen af waardoor deze kansen niet veranderen.

3.4 Gevolgschade

Als gevolg van een aandrijving of een aanvaring van een windturbine kan schade ontstaan, zogenaamde gevolgschade. Deze schade bestaat uit schade aan de windturbine, schade aan het schip, milieuschade als gevolg van een uitstroom van olie bij schade aan een schip en persoonlijk letsel als gevolg van de aanvaring/aandrijving.

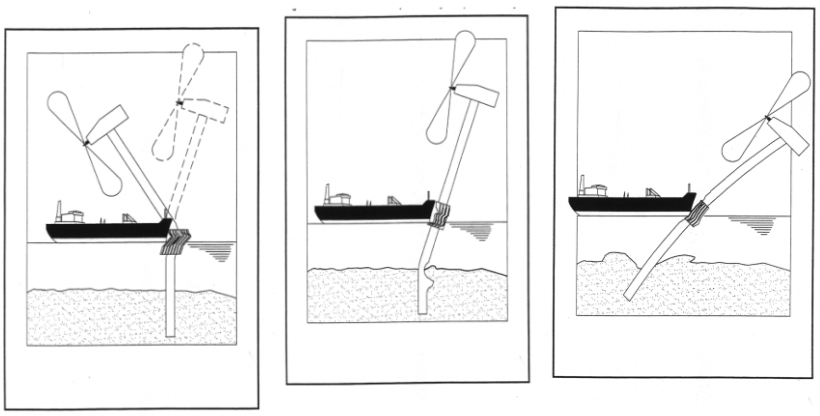
Van de schepen welke in aanvaring of aandrijving met het windpark komen is de verdeling bekend over de vaarsnelheden, vaarrichting, scheepstype en scheepsgroottes. Deze gegevens zijn voldoende om de maximale energie aanwezig in de botsing te bepalen. Deze energiemaat wordt gebruikt om deels op basis van ervaring en deels op basis van complexe berekeningen de schade aan het schip te bepalen die in aanvaring met een ander schip of een object komt. Uitgangspunt is dat de volledige energie gedissipeerd wordt in de botsing. De aanwezige energie in varende of driftende schepen is voor deze studie ook bepaald en wordt gepresenteerd per scheepstype met de daarbij behorende kansen van optreden.

3.4.1 Schade aan windturbine en schip

Voor de meeste scheepstypen is geen sprake van volledige dissipatie van de energie na een botsing vanwege de beperkte energieopname van het aangevaren object. Het bezwijkgedrag van de windturbines is onderzocht in [5]. Hieruit bleek dat voor bijna alle scheepstypen de windturbine statisch gezien bezwijkt en daarbij slechts een fractie van de energie dissipeert. Voor de verdere analyse van de gevolgschade worden de volgende twee bezwijkvormen onderscheiden:

- **Knikken;** de windturbine bezwijkt door te knikken op het punt van de impact, gevolgd door plastische vervorming, waarbij de mast vast blijft zitten. Tenslotte valt de turbine naar het schip toe of juist van het schip af. In het geval dat de turbine richting het schip valt kan de rotor met de gondel op het dek terechtkomen.

- **Scharnieren;** de windturbine bezwijkt door het ontstaan van een plastisch scharnier bij de “bevestiging” op de bodem van de zee. De windturbine kan als gevolg van het ontstaan van dit scharnier afbreken of wordt in zijn geheel (inclusief bodem) omver geduwd. Het feitelijke scharnierpunt wordt dan verdeeld over de lengte in de bodem en is geen punt meer maar een deel van de mastfundering in de bodem die plastisch buigt en deels meegeeft.



Figuur 3-2 Figuren van de verschillende bezwijkvormen.

Welke van deze beide bezwijkvormen optreedt, is alleen op basis van een dynamische berekening vast te stellen. Experts hebben op basis van hun onderzoek de frequentie van voorkomen geschat voor de verschillende bezwijkvormen. Daar waar de effecten nog niet zijn in te schatten heeft men voor een conservatief standpunt gekozen. Zo kan de mast met gondel van het schip af of op het schip vallen. Wat in werkelijkheid gebeurt, hangt van veel constructiewaarden en omgevingsfactoren af. Voor de nu uitgevoerde berekeningen wordt aangenomen dat de mast met gondel altijd op het schip valt in geval van knikken.

In Tabel 3-1 wordt een overzicht gegeven van verschillende bezwijkvormen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een windturbine per scheepsgrootte. Ook wordt in de tabel aangegeven wat de verwachte schade aan het schip zal zijn. Dit is de gevolgschadetabel die ook in [5] is gebruikt. Het bovenste deel van Tabel 3-1 geldt wanneer de turbine knikt. Kleine schepen hebben niet genoeg massa om de turbine te doen knikken. Pas vanaf een scheepsgrootte van 1000 GT kan dit optreden (kans 5-10%) en bij schampen treedt dit pas op bij 1600 GT. Bij aandrijven is de energie onvoldoende om de turbine te doen knikken.

Bij de frontale en de frontale/laterale (schampen) aanvaringen zal wel ernstige schade ontstaan aan de boeg van het schip, maar geen ernstige schade (“Geen” in Tabel 3-1) optreden in het ladinggedeelte van het schip. De constructie van het schip voor het aanvaringsschot (voorpiekschot) is zeer stijf waardoor de schade beperkt zal blijven tot het deel van het schip voor het aanvaringsschot. Hier zal lek raken geen uitstroom tot gevolg hebben omdat er geen lading of brandstof in dit deel van het schip aanwezig is. Bij het schampen zal het zeer stijve en uitwaaierende voordek van het schip de energie zonder veel schade opvangen. Wel kan er schade ontstaan aan het dek, in het geval de mast en/of gondel op het dek valt.

Tabel 3-1 Bezwijkvormen met de geschatte percentages van voorkomen en de schatting van de resulterende schade aan de turbine en het schip.

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
			Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip
Knikken	<500	0%	Nee	Geen	0%	Nee	Geen						
	500-1000	0%	Ja	Geen	0%	Nee	Geen						
	1000-1600	5%	Gos Mos [1]	Dek	0%	Ja	Geen						
	1600-10000	10%	Gos Mos	Dek	5%	Gos Mos	Dek						
	10000-30000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	30000-60000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	60000-100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						
	>100000	10%	Gos Mos	Dek	10%	Gos Mos	Dek						

[1] GosMos = Gondel Op Schip en Mast Op Schip na plastische vervorming

Bezwijk-vormen	Scheepsgrootte (GT)	Aanvaring (rammen)						Aandrijving (driften)					
		Frontaal (10%)			Schampen (90%)			Lateraal middenschips (100%)			Lateraal excentrisch (0%)		
		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging		Aan-deel	Beschadiging	
			Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip		Tur-bine	Schip
Schar-nieren	<500	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	500-1000	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen	100%	Nee	Geen
	1000-1600	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Geen	100%	Nee	Huid	100%	Nee	Geen
	1600-10000	90%	Ja	Geen	95%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Nee	Geen
	10000-30000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	30000-60000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	60000-100000	90%	Ja	Geen	90%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen
	>100000	90%	Ja	Geen	91%	Ja	Geen	100%	Ja	Huid	100%	Ja	Geen

3.4.2 Milieuschade

Voor het bepalen van de kans op een uitstroom van olie is gebruik gemaakt van de schadematrix in Tabel 3-1. De uitstroom van ladingolie en bunkerolie kan dus optreden nadat een schip groter dan 1000 GT tegen een windturbine aandrijft en er een gat in de scheepshuid wordt aangenomen. In de praktijk zal de windturbine echter niet vol (centraal) geraakt worden maar met de voor- of achterkant van het schip, waardoor een deel van de botsingsenergie wordt omgezet in een rotatie van het schip. In de tabel is dit aangegeven als 'lateraal excentrisch', en is te zien dat dit niet wordt beschouwd in de berekeningen (0%). De berekening van de olie-uitstroom is dus een 'worst-case' benadering. Wanneer de kans op een olie-uitstroom en de hoeveelheid uitstroom een belemmering zouden vormen voor het al dan niet bouwen van offshore windparken, dan verdient deze schadematrix verdere aandacht.

De volgende kanttekeningen kunnen bij de modellering van de milieuschade worden gemaakt:

- Het gebruik van een monopile zonder uitsteeksels zal minder vaak tot een gat in de scheepshuid leiden dan een jacket of een monopile met een platform met andere attributen.
- Bij het bepalen van de uitstroom van ladingolie is uitgegaan van enkelwandige olietankers. De praktijk, autonome ontwikkeling, is dat deze enkelwandige olietankers bijna uitgefaseerd zijn op de Noordzee en zijn vervangen door dubbelwandige tankers. De kans dat er een gat in een ladingtank zal ontstaan bij een aandrijving van een windturbine is bij een dubbelwandige tanker kleiner. Dit betoog gaat niet op voor de kans op een uitstroom van bunkerolie omdat de meeste andere schepen niet dubbelwandig zijn uitgevoerd en de brandstoftank dus meestal enkelwandig is uitgevoerd. Dit betekent dat vooral de kans en hoeveelheid uitstroom van ladingolie minder zal zijn dan met het huidige model wordt berekend. De frequentie voor de uitstroom van bunkerolie zal niet veel afnemen.

In studies voor Duitse en Deense windparken wordt door de Germanischer Lloyd AG aangenomen dat iedere aandrijving en aanvaring leidt tot een gat in de scheepshuid met daaruit mogelijk een uitstroom. Det Norkske Veritas veronderstelt alleen een mogelijke uitstroom na een aandrijving, maar laat niet iedere aandrijving tot een uitstroom leiden. Dit lijkt op de aanname zoals in de schadematrix Tabel 3-1 is verwerkt, waarin iedere aandrijving van een schip boven 1000 GT tot een gat leidt, maar of dit vervolgens ook tot een uitstroom leidt hangt af van waar het schip wordt geraakt, of het een lading of ballasttank betreft en of het schip geladen is.

Door de technische universiteit Hamburg-Harburg zijn ook berekeningen uitgevoerd waarbij is aangetoond dat er geen gat zal ontstaan in de ladingtank bij een dubbelwandig schip.

Gezien de ontbrekende praktijkgevallen blijft een conservatieve benadering van de olie-uitstroom gewenst. Wel mag geconcludeerd worden dat de uitstroom van ladingolie door de invoering van de dubbelwandige tankers bij aandrijvingen van windturbines beduidend minder kan zijn dan met de huidige worst-case schadematrix wordt berekend.

Behalve olie uit het schip kan er ook een zeer geringe hoeveelheid olie in het water van de windturbine zelf wanneer deze omvalt of bezwijkt. De verontreiniging bestaat uit 250 liter minerale olie (qua viscositeit en verdamping vergelijkbaar met de SAMSON-categorie ladingolie) en maximaal 100 liter dieselolie (qua viscositeit en verdamping vergelijkbaar met SAMSON-categorie bunkerolie).

3.4.3 Bepalen van persoonlijk letsel

Persoonlijk letsel is voor een aanvaring/aandrijving alleen te verwachten wanneer de gondel met mast op het schip valt (“Gosmos” in Tabel 3-1).
Voor de windturbines zijn de frequenties van de verschillende schadevormen bepaald, waaruit de mogelijk optredende schade in termen van persoonlijk letsel is bepaald. Hierbij is uitgegaan van een aantal worst-case benaderingen.

Uitgaande van het aantal aanvaringen/aandrijvingen zijn de volgende rekenslagen per scheepstype en -grootte gemaakt.

- Aantal aanvaringen/aandrijvingen wordt vermenigvuldigd met de bijbehorende kans op een bepaalde bezwijkvorm.
- Vermenigvuldiging met de kans voor die bezwijkvorm dat de gondel met mast op het schip valt (“Gosmos” in de Tabel 3-1). Aangezien niet bekend is wat de kans is dat de mast op het schip valt, dan wel van het schip af valt wordt hier met een factor 1 gerekend, dus met het worst-case scenario dat de mast altijd op het schip valt.
- Vermenigvuldiging met het beschadigingsgedeelte van het dek. Hierin zitten twee worst-case benaderingen, namelijk;
    - De mast valt geheel op het schip. Bij het schampen zal echter de mast vaak schuin over het dek kantelen en hierbij slechts geringe schade aanrichten.
    - Het oppervlak van de mast inclusief het volledige rotorblad wordt genomen, dus alsof de windturbine al draaiend intact op het dek valt.
- Vermenigvuldiging met de kans dat iemand zich bevindt op het beschadigde gedeelte. De kans dat een persoon zich ergens aan dek bevindt wordt op 10% geschat. In werkelijkheid is deze kans veel kleiner, aangezien vrijwel alleen bij vissersschepen bemanning aan dek te vinden is, maar deze groep zit vrijwel niet in de groep schepen die de mast doet knikken. Deze 10% bevat ook de mensen die indirect worden getroffen door het doorwerken van de dekschade tot de ruimtes daaronder waarin personen aanwezig zijn.
- Vermenigvuldiging met het aantal personen aan boord, immers de kans is voor ieder persoon afzonderlijk bepaald.

Het persoonlijk letsel doordat mensen vallen door de klap zelf is niet gemodelleerd, ook niet voor de kleine schepen die frontaal tegen de bescherming van de mast varen waarbij het schip (recreatievaartuig) volledig vernield wordt. Voor deze categorie schepen zijn de kansmodellen ook onbetrouwbaar. Bovendien zullen deze schepen vrijwel altijd schampen.

3.5 Effecten voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur

Het gebied van een windpark indien het eenmaal gebouwd is, vormt een “verboden” gebied voor alle scheepvaart groter dan 24m (met uitzondering van reparatie/onderhoudsvaartuigen). Het is dus goed mogelijk dat schepen een andere route moeten volgen dan voor de bouw van het windpark. Hierdoor verandert het verkeersbeeld rond het windpark met een mogelijke verandering in de scheepvaartveiligheid als gevolg. Het aantal afgelegde scheepsmijlen kan door de aanwezigheid van het windpark toenemen.

De verandering in de scheepvaartveiligheid, de toename van de afgelegde scheepsmijlen, de extra kosten en de CO_2-uitstoot worden berekend door de resultaten voor de verkeerssituatie met het windpark te vergelijken met de situatie zonder windpark, de zogenaamde autonome situatie.
In de POLSSS (POLicy for Sea Shipping Safety) studie [2] voor het Directoraat-Generaal Goederenvervoer (DGG) (nu directoraat-Generaal Bereikbaarheid) is gebruik gemaakt van een scorekaart voor het weergeven van effecten voor de scheepvaart van maatregelen. De aanwezigheid van een windpark heeft over het algemeen invloed op de verkeersafwikkeling en heeft daardoor effect op de veiligheid voor de scheepvaart. Vanuit de POLSSS-scorekaart is de windpark-scorekaart afgeleid door een aantal (voor een windpark) nauwelijks ter zake doende items te verwijderen.

Scorekaart
De resultaten voor de situatie met een windpark worden steeds vergeleken met de nulsituatie voor het windpark, zijnde de situatie zonder windpark.

Voor ieder item van de scorekaart wordt het totaal resultaat voor de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) gegeven voor de situatie met het windpark. Van ieder item wordt ook het **effect van het windpark** bepaald, dus het resultaat van de situatie met het windpark minus de situatie zonder windpark. Om een idee te vormen van wat het *effect van het windpark* betekent, wordt de procentuele verandering van de situatie met het windpark ten opzichte van de autonome situatie gegeven.

De scorekaart bevat de volgende items.

Algemeen:
Per scheepstype wordt het gemiddelde aantal aanwezige schepen in de EEZ gegeven. Omdat de mogelijkheid bestaat dat schepen moeten “omvaren” door de aanwezigheid van het windpark, betekent dit dat het schip “langer” op zee is en dus het gemiddeld aantal aanwezige schepen toeneemt.

Veiligheid:
- Het aantal schepen (routegebonden en niet-routegebonden) dat per jaar betrokken is bij een aanvaring tussen schepen.
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een navigatiefout
- Het aantal strandingen per jaar als gevolg van een motorstoring (driften)
- Het aantal schepen dat gemiddeld per jaar zinkt
- Het verwachte aantal incidenten per jaar dat er door externe omstandigheden een gat in de huid ontstaat, waardoor bijvoorbeeld olie in zee kan stromen
- Het totale aantal ongevallen per jaar

3.6 Cumulatieve effect

Naast de windparken beschreven in dit rapport wordt een aantal andere windparken gebouwd op de Noordzee. Het cumulatieve effect van deze windparken op de verkeersveiligheid wordt, in tegenstelling tot sommige eerdere veiligheidsstudies, niet apart inzichtelijk gemaakt, maar wordt als basissituatie beschouwd. De nieuwe routestructuur die vanaf 1 augustus 2013 van kracht is gegaan, houdt namelijk al rekening met deze windparken. Het cumulatieve effect dat deze toekomstige windparken kunnen hebben op de scheepvaartroutes, wordt dus al opgevangen door de nieuwe routestructuur. Tevens wordt er in de berekeningen voor kavel I gecumuleerd over de overige kavels in het windenergiegebied; de routestructuur voor kavel I verandert nauwelijks als de overige kavels niet bebouwd worden. De impact van deze verandering wordt kwalitatief beschouwd.

3.7 Kruisende scheepvaart

Schepen die elkaar naderen met kruisende koersen dienen tijdig vast te kunnen stellen of er gevaar voor aanvaring bestaat en dienen voldoende mogelijkheden c.q. ruimte te hebben om een mogelijke aanvaring te voorkomen. Daartoe dient men goed zicht op elkaar te hebben, zowel visueel als via de radar. Windturbineparken belemmeren dit zicht. Zowel visueel (windturbines blokkeren zicht op de navigatielichten van het schip) als op de radar (afscherming, valse echo's, windturbines geven o.a. dikke echo's op het scherm). Dit geldt zeer zeker waar zich vele windturbines tussen de beide schepen bevinden, en in mindere mate waar zich enkele windturbines tussen beide schepen bevinden. Echter, op het punt dat zich nog maar enkele windturbines tussen beide schepen bevinden, kunnen de schepen elkaar al dicht genaderd zijn. De "Bepalingen ter voorkoming van aanvaring op zee" [8] (artikel 8) eisen dat men tijdig en duidelijk actie onderneemt op basis van betrouwbare informatie.
In dit hoofdstuk wordt nagegaan in hoeverre het mogelijk is om tijdig actie te ondernemen op basis van betrouwbare informatie.

Om meer inzicht in de problematiek te verkrijgen is een willekeurig windpark[1] gebouwd (gemodelleerd) in het buitenbeeld van de full scale manoeuvreersimulator van het MARIN. In dit beeld zijn steeds twee kruisende schepen gemodelleerd. De navigator bestuurt het schip dat aan de westkant van het park van zuid naar noord vaart en een "collision avoidance manoeuvre" moet uitvoeren voor het andere schip, dat aan de noordkant van het park van oost naar west vaart (zie Figuur 3-5). De simulatorrun is zo samengesteld dat wanneer beide schepen niets zouden doen er een aanvaring zal plaatsvinden. Dit snijpunt van de kruisende koerslijnen wordt verder 'kruispunt' genoemd. De navigator heeft alle navigatiemiddelen (met uitzondering van AIS) ter beschikking. Het windpark en de verstoring van het windpark op achterliggende objecten, zijn gemodelleerd. De vraag is of de navigator in staat is om het andere kleine (om het probleem te vergroten) schip vroegtijdig te signaleren, de koers en snelheid van dit schip te bepalen en eventueel een manoeuvre in te zetten om de aanvaring te voorkomen.

Er is specifiek voor dit "worst-case" scenario gekozen omdat een schip in de ontmoetingssituatie, om een aanvaring te voorkomen, in eerste instantie naar stuurboord zal uitwijken. Hier doet zich dan een probleem voor omdat het windpark zich aan deze kant bevindt. Figuur 3-3 en Figuur 3-4 zijn twee opnames van wat men kan

[1] Het gaat hier om een willekeurig windpark en niet het specifieke windpark dat in deze studie wordt onderzocht.

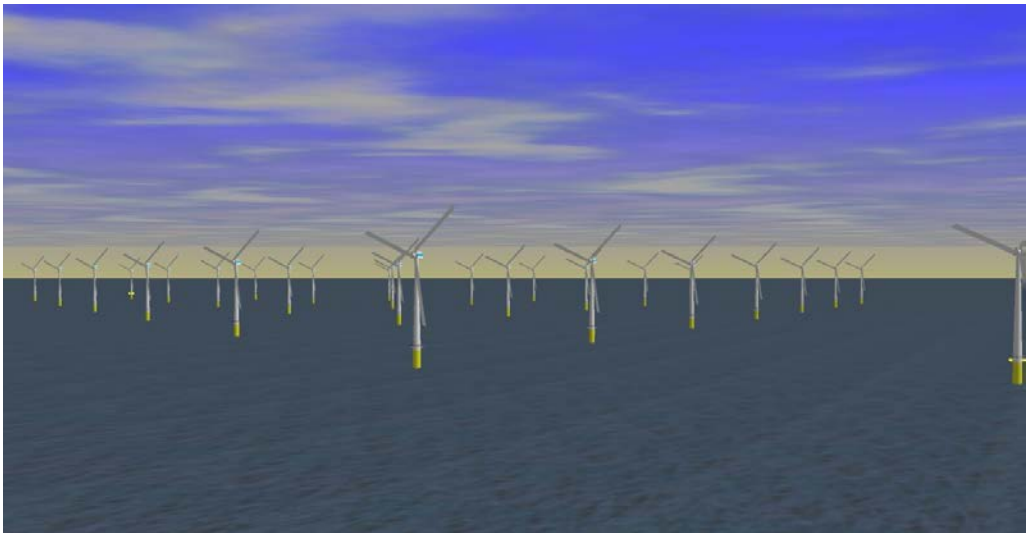
zien vanaf de brug van het eigen schip. Het eigen schip is het schip waarvoor in de simulator het buitenbeeld wordt geprojecteerd en dat bedienbaar is. In Figuur 3-3 is nog geen tweede schip te zien en in Figuur 3-4 is het tweede schip wel aanwezig (herkenbaar aan het rode stipje juist onder de horizon, links van de rij windturbines op 3/4 van de figuur). Het feit dat het tweede schip slecht te zien is, komt meer door de foto dan door de verstoring van de windturbines.

Voor dit scenario zijn de volgende parameters gevarieerd:

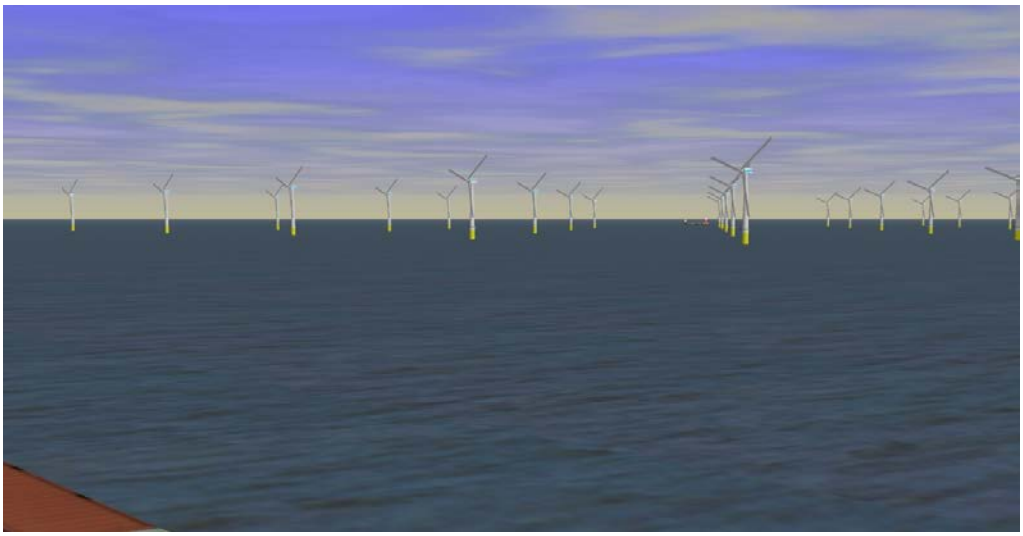
1. Dag en nacht;
2. Configuratie van het windpark;
3. Afstand tot het windpark.

Op de simulator zijn drie windparken gemodelleerd:

1. een windpark met de windturbines op de hoekpunten van vierkanten;
2. een windpark met een versprongen opstelling;
3. een windpark zoals in de eerste optie, maar dan met een scherpe punt van 45°.



Figuur 3-3 Windpark gezien vanaf het eigen schip



Figuur 3-4 Windpark gezien vanaf het schip met een klein schip in het buitenbeeld

De runs zijn uitgevoerd voor een passageafstand van 500 meter en 1000 meter voor beide schepen. In de vele runs die uitgevoerd zijn op de simulator, kon het schip steeds tijdig gesignaleerd worden, zowel visueel als op de radar. Dit geeft echter geen garantie voor de praktijk, aangezien het moeilijk is alle omstandigheden waaronder radarverstoring en valse echo's optreden, exact te simuleren. In de praktijk kunnen er bovendien meer schepen varen die de uitwijkmanoeuvre kunnen bemoeilijken. Op de simulator is bovendien bekend dat er een schip achter het windpark vaart, waardoor men beter oplet en eerder reageert dan in de praktijk. Verder dient wel opgemerkt te worden dat, hoewel de wettige passeerafstand (maximaal) 500 meter is, men in de praktijk op grotere afstand langs het windpark zal varen, juist om ervoor te zorgen dat men naar stuurboord kan uitwijken ("Preparedness" is een belangrijke eigenschap voor goed zeemansschap). Dit zal zeker worden gedaan door moeilijk manoeuvreerbare schepen. Bovendien komt de situatie zoals hier beschreven lang niet bij ieder windpark voor. Bij veel parken zorgt de normale scheepsafwikkeling, gegeven de herkomst en bestemming, vaak voor grotere afstanden tot het windpark dan de 500 en 1000 m die in de simulatorruns zijn gebruikt. Op de aspecten voor het specifieke windpark van deze studie wordt in Hoofdstuk 5.8 ingegaan.

Met behulp van een simulatorstudie kunnen kwalitatieve uitspraken worden gedaan, maar is het onmogelijk om een bepaald risico te kwantificeren. In de simulatorstudie was de verstoring van het zicht en het radarbeeld niet zo groot dat dit direct tot onoverkomelijke problemen leidde, maar het is niet zeker of dit ook bij mist en neerslag het geval zou zijn.

Als vervolg op de simulatorstudie is gezocht naar een methode om de mate van zicht en radarverstoring op een andere manier te kwantificeren. Met andere woorden, een methode waarmee in ieder geval de grootteorde van het probleem kan worden gekwantificeerd, die gebruikt kan worden om verschillende windparken onderling op doorzichtbaarheid te vergelijken. De methode is opgezet voor zichtlijnen, maar het resultaat hiervan geldt tevens voor de radar. Met de radar kan zelfs iets achter het object worden gekeken, maar een radar heeft als nadeel dat er meer verstoringen optreden. De resultaten voor ieder windpark worden gegeven door een aantal kenmerken over schaduwstukken en zichtstukken in figuren weer te geven. In dit hoofdstuk worden vier generieke configuraties van het windpark beschouwd.

Het presenteren van het zicht, of eigenlijk de ondoorzichtbaarheid, is lastig. Wanneer men nog op grote afstand van het ontmoetingspunt zit, is men niet geïnteresseerd in de schepen die al vlakbij het kruispunt varen, omdat deze allang gepasseerd zijn op het tijdstip dat het eigen schip het kruispunt passeert. Evenzo is men vlakbij het kruispunt niet geïnteresseerd in schepen op grote afstand. Deze constatering is belangrijk bij het kwantificeren van de (on)doorzichtbaarheid. Dit betekent dat vooral doorzichtbaarheid is gewenst in het gebied dat zich op dezelfde afstand van het kruispunt bevindt. Natuurlijk is dit weer niet precies die afstand omdat de snelheden van beide schepen verschillen, maar over het algemeen kan worden gezegd dat dit het belangrijkste gebied is.

De berekeningen in dit generieke stuk zijn gemaakt voor vier opstellingen zoals weergegeven in Figuur 3-5, Figuur 3-6, Figuur 3-7 en Figuur 3-8, met een afstand van 450 m tussen de turbines. Het effect van de opstelling is nagegaan voor deze opstellingen waarbij de kruisende schepen op een afstand van 500 m van het windpark varen.

Niet de doorzichtbaarheid is weergegeven maar juist de ondoorzichtbaarheid is weergegeven, omdat dit beter aangeeft of een schip door het windpark heen gezien kan

worden. De ondoorzichtbaarheid kan aangegeven worden in het aantal schaduwstukken van een zekere lengte. Een schip van 40 m kan altijd geheel of gedeeltelijk gezien worden wanneer de schaduwgrootte kleiner dan 40 m blijft en kan dus soms wegvallen bij grotere schaduwstukken. De schaduwstukken bewegen met het schip mee. Een schip zal daarom nooit constant in de schaduw blijven, maar het is duidelijk dat de kans om niet gezien te worden toeneemt met het aantal schaduwstukken, en groter wordt wanneer de schaduwstukken groter worden. Daarom is onderzocht hoe de frequentie van de schaduwstukken groter dan een bepaalde lengte verloopt. Voor de vier opstellingen zijn de schaduwstukken berekend, in stapjes van 0.1 nm op de aanvaarroute (van zuid naar noord) waarvan de resultaten worden getoond in Figuur 3-9 en in Figuur 3-10. Boven de plaatjes staat steeds wat wordt afgebeeld (y-as) als functie van de nog af te leggen weg van het schip tot aan het kruispunt (x-as, zie onderste plaatje). Deze figuren tonen het aantal schaduwstukken groter dan 10 m voor een bepaalde afstand x van het kruispunt voor het eigen schip op de vaarlijn van het andere schip op een even groot traject van x vanaf het kruispunt. Deze zelfde afstand x, waarvoor de schaduw bepaald wordt, is gekozen omdat de schaduwstukken op grote afstand niet meer belangrijk zijn wanneer het schip het kruispunt nadert. Wanneer de figuren doorlopen worden, dan kan voor een afstand op 4 nm van het ontmoetingspunt gezegd worden, dat het traject van het ander schip van 0 tot 4 nm voor het kruispunt:

- 40 schaduwstukken groter dan 10 m bevat;
- waarvan 10 schaduwstukken groter dan 20 m;
- waarvan 5 groter dan 30 m;
- waarvan 2 groter dan 40 m;
- een enkele schaduw groter dan 50 m;
- en de maximale schaduw ongeveer 70 m bedraagt.

De schaduwgroottes zijn berekend in stapjes van 0.1 nm op de aanvaarroute (van zuid naar noord). Het springen in de grafieken wordt veroorzaakt door deze discretisatie. Er kan geconcludeerd worden dat vanaf 4 nm voor het kruispunt schaduwen groter dan 50 m praktisch niet voorkomen. Ook het aantal schaduwen groter dan 40 m en groter dan 30 m blijft beperkt. Gezien ook nog de wisselingen in de posities van de schaduwen kan geconcludeerd worden dat een oplettende uitkijk ook een klein schip op tijd kan waarnemen. Er is zeker geen sprake van een blokkade van het zicht door het windpark vanaf deze afstand.
De figuren tonen dat er geen groot verschil is in de doorzichtbaarheid van de hier beschouwde opstellingen voor de windparken.

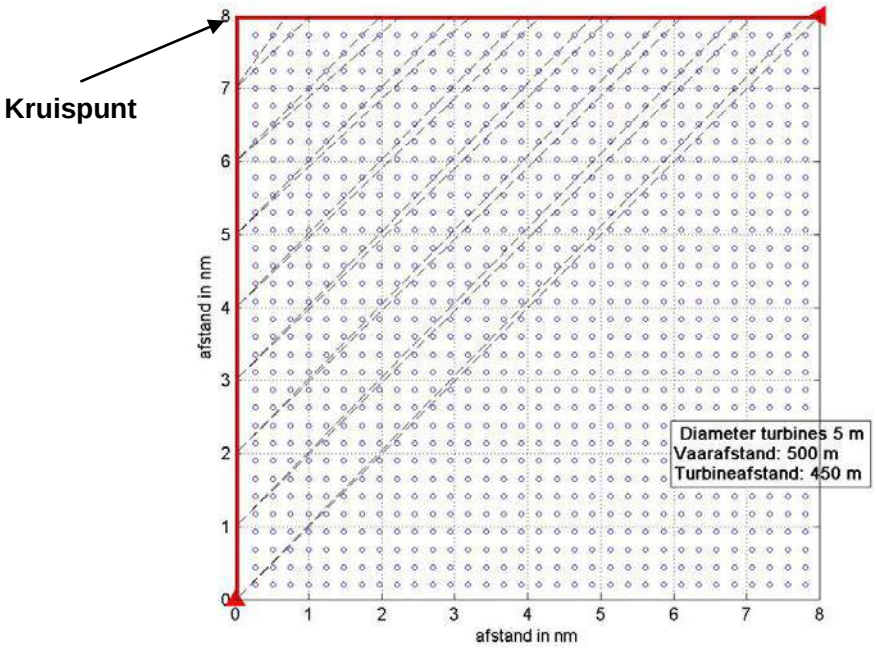
De doorzichtbaarheid verandert als de afstand tot het windpark groter wordt en ook wanneer de afstand tussen de windturbines anders wordt. Om dit te onderzoeken zijn er nog drie opstellingen met elkaar vergeleken, maar dan alleen voor de eerste opstelling met de windturbines in een vierkant. De eerste opstelling in Figuur 3-11 is gelijk aan die van Figuur 3-5. Figuur 3-12 bevat dezelfde opstelling maar dan voor een vaarafstand van 1000 m en Figuur 3-13 toont de opstelling die representatief is voor een windpark met een turbineafstand van 580 m en een diameter van 6 m. De plaatjes met de schaduwlengtes worden gegeven in Figuur 3-14 en Figuur 3-15. Hieruit is duidelijk te halen dat de rode lijn het beste is met de minste schaduwstukken, dus dat de vaarafstand een belangrijke factor is. Hierbij moet opgemerkt worden dat windcats vaak 16 meter en iets langer zijn, waardoor deze gemakkelijk wegvallen in de schaduwstukken die ontstaan als er kort langs een windpark gevaren wordt. De groene lijn ligt ook meestal onder de blauwe lijn, wat betekent dat een windpark met 580 m afstand tussen de turbines beter is dan een windpark met 450 m afstand tussen de turbines. Door de toegenomen diameter wordt een deel van het voordeel echter

weggenomen. Ook leidt de toegenomen diameter tot een iets grotere maximale schaduw.

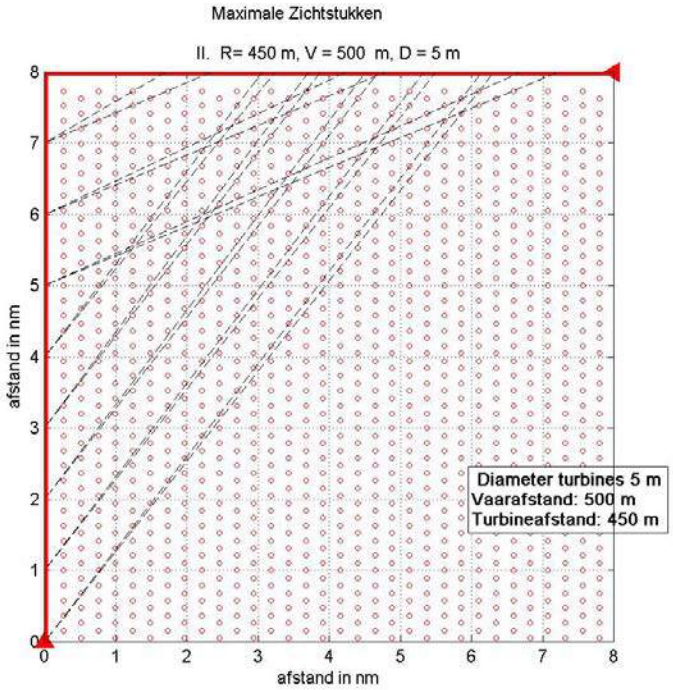
Conclusie

Uit het voorgaande kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

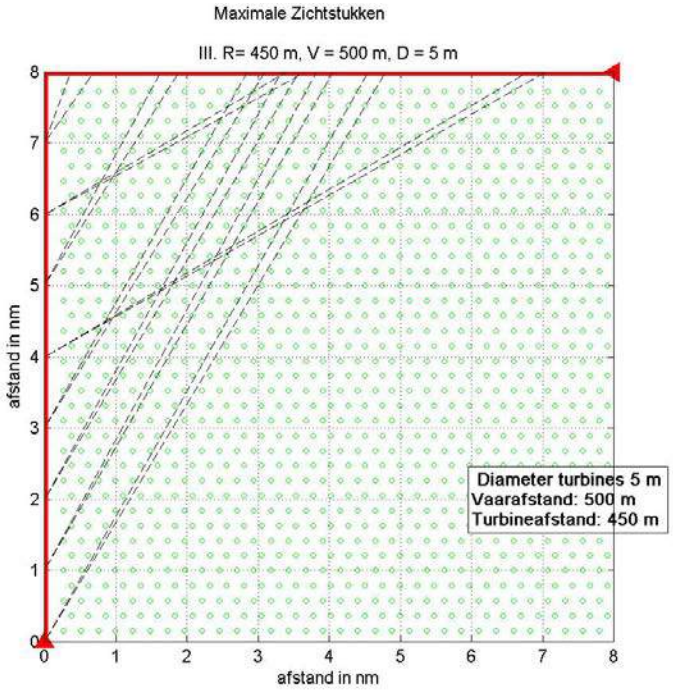
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark is niet erg gevoelig voor de opstelling van de windturbines, mits regelmatig opgesteld in rijen, de versprongen opstelling heeft wel als voordeel dat er meer turbines op dezelfde oppervlakte kunnen worden geplaatst;
- De ondoorzichtbaarheid wordt bij langs varen kleiner wanneer de afstand tot het park groter wordt;
- De ondoorzichtbaarheid van een windpark met grotere afstand tussen turbines is iets minder groot, maar het voordeel van de grotere afstand tussen de windturbines kan deels tenietgedaan worden door een grotere diameter van de windturbine.



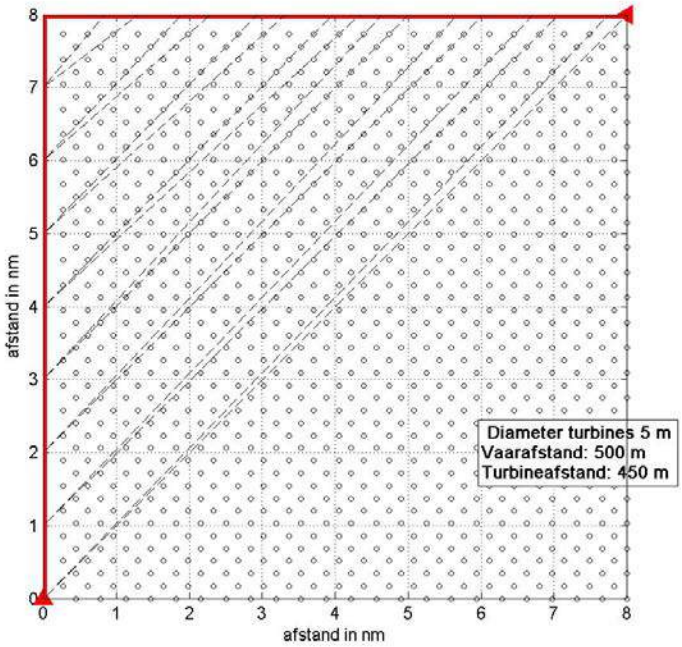
Figuur 3-5 Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks (l)



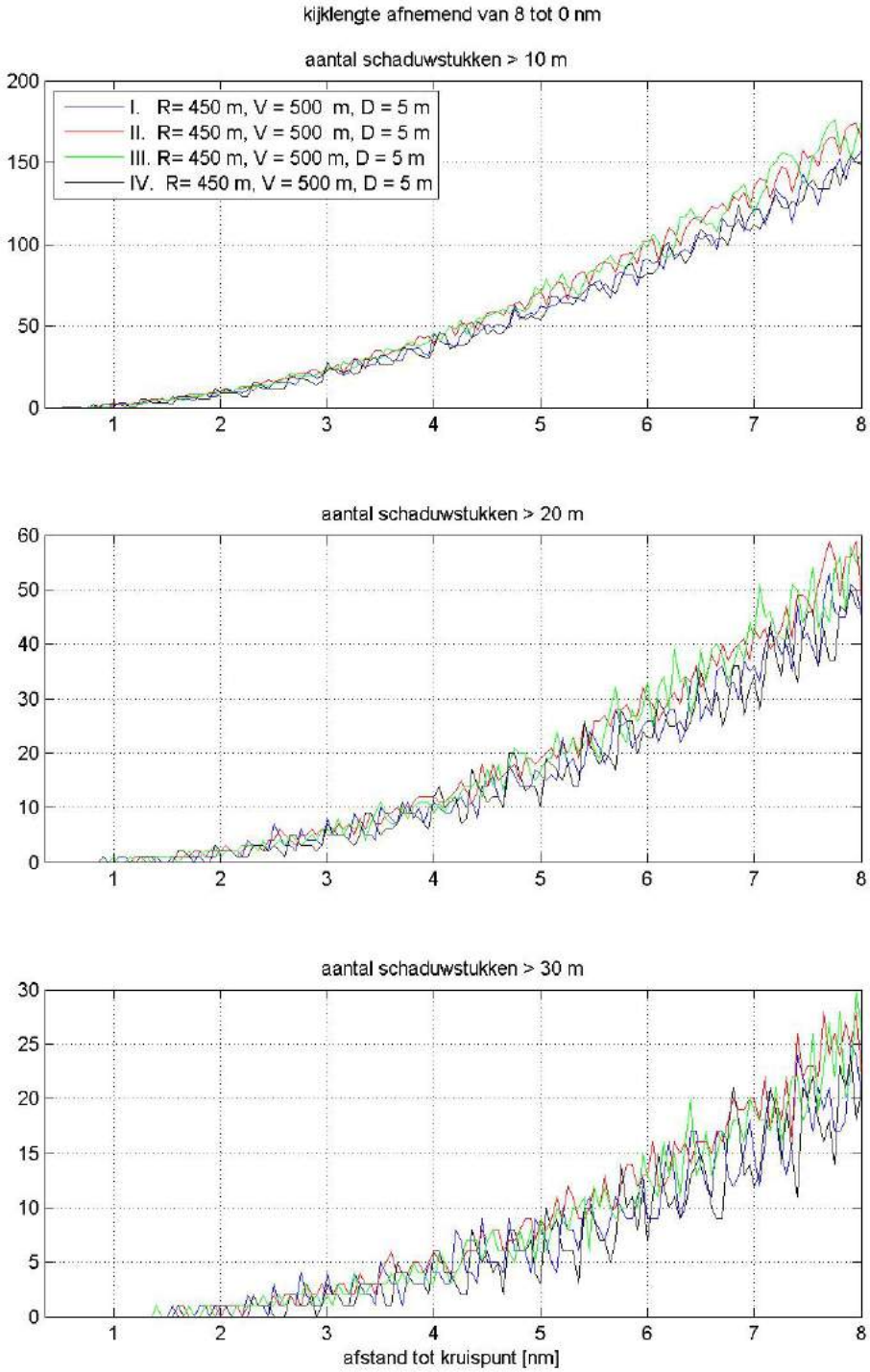
Figuur 3-6 Opstelling windturbines in dichte opstelling versprongen (II)



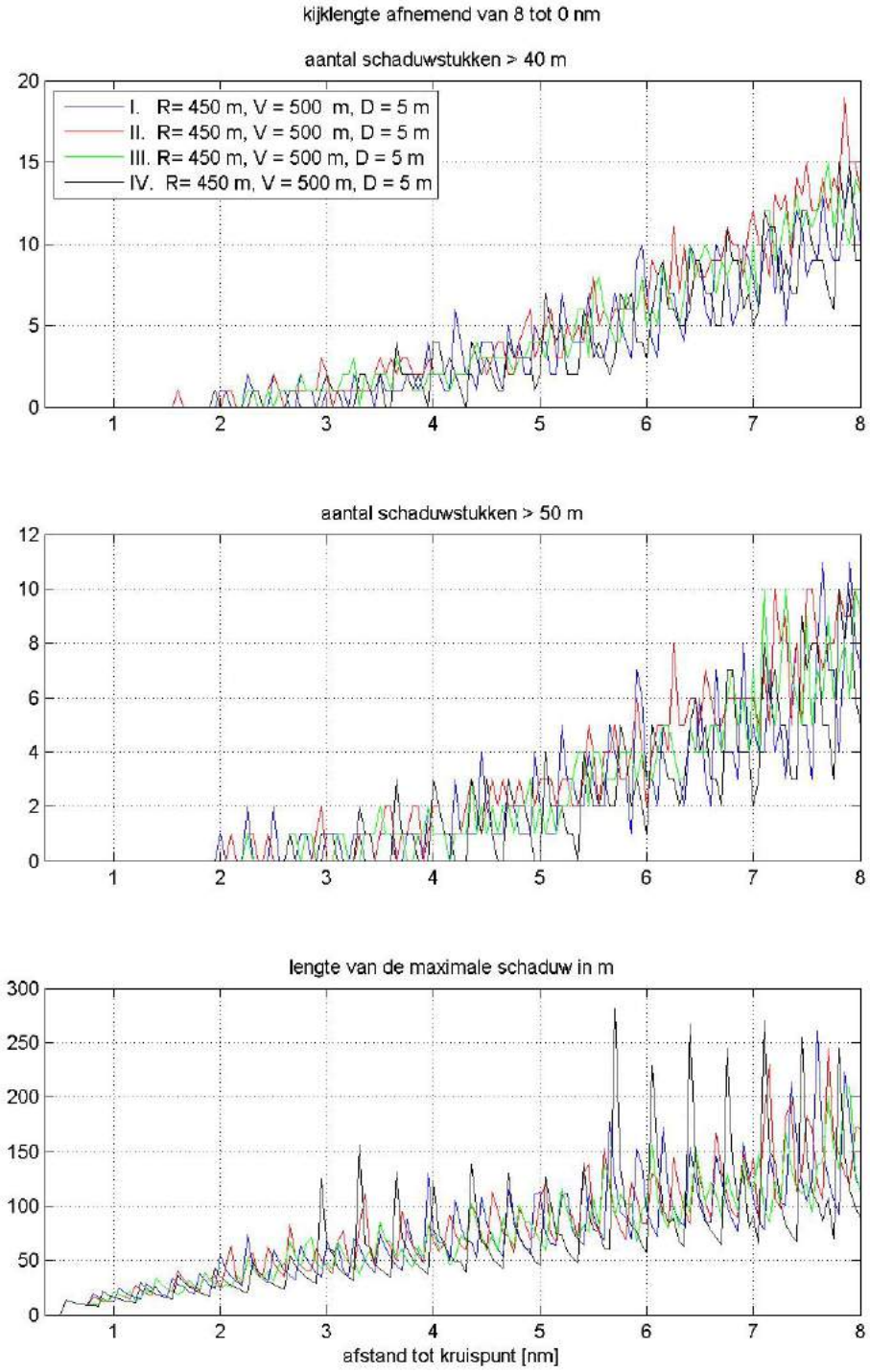
Figuur 3-7 Opstelling versprongen maar net als II maar 90º gedraaid (III)



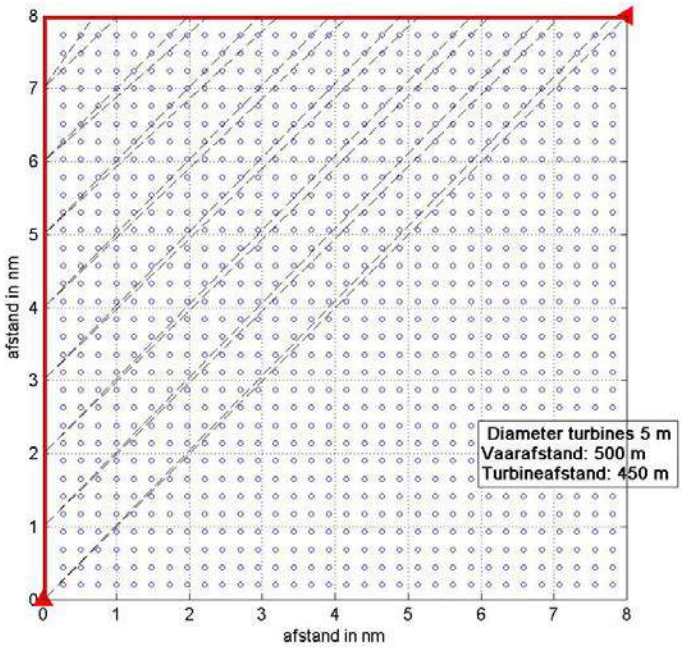
Figuur 3-8 Opstelling vierkant als I maar dan 45º gedraaid (IV)



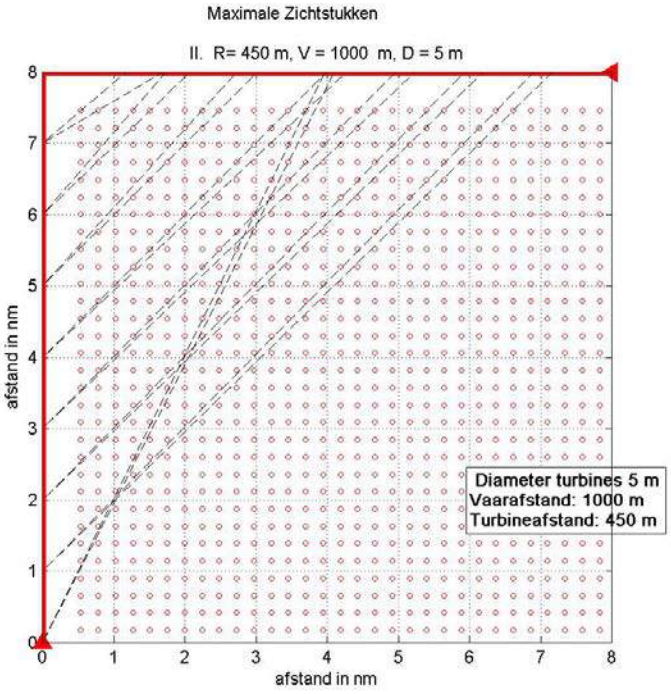
Figuur 3-9 Schaduwstukken > 10 m, > 20 m en > 30 m



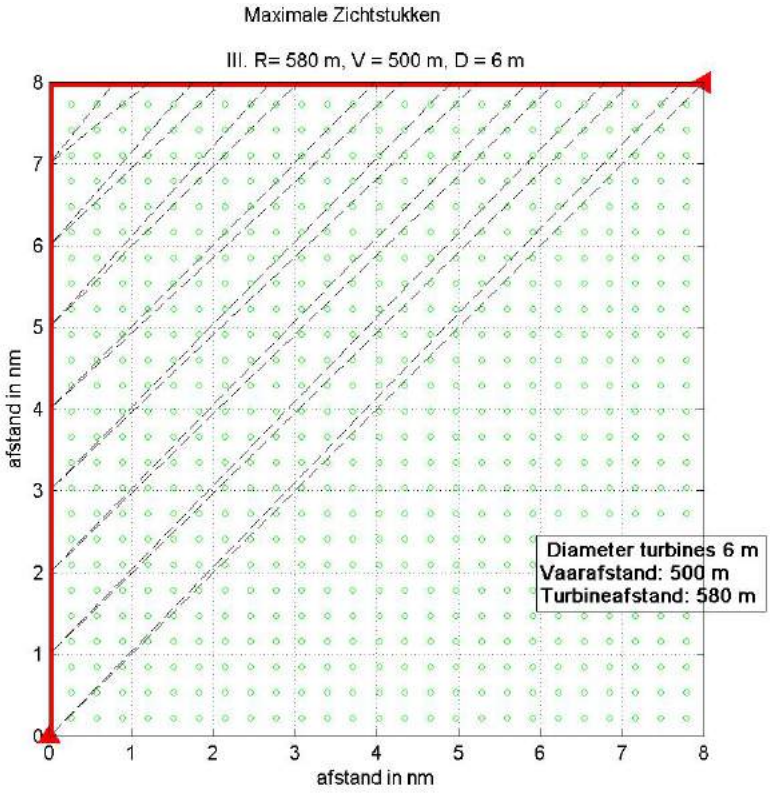
Figuur 3-10 Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk



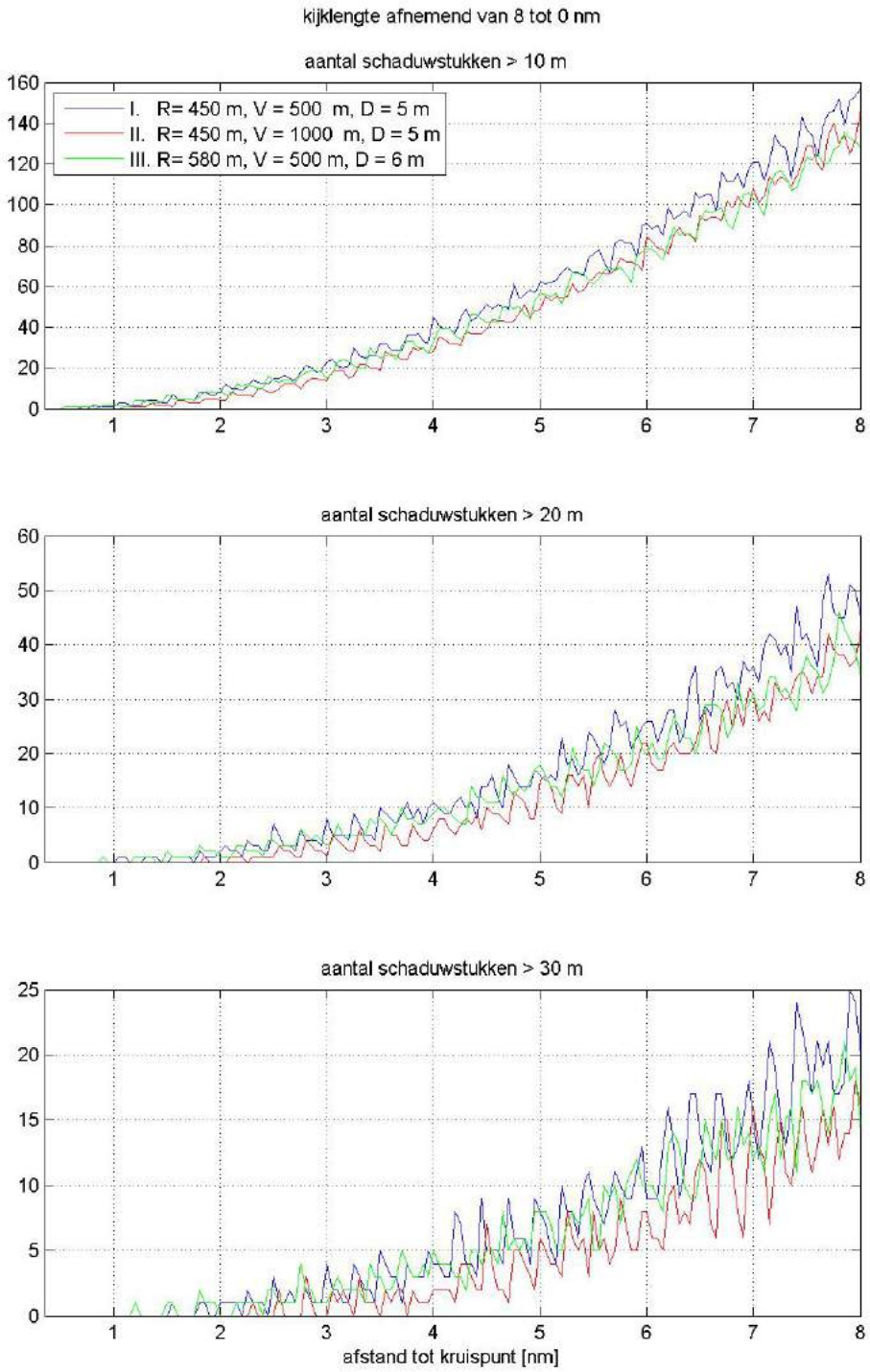
Figuur 3-11 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 500 m***



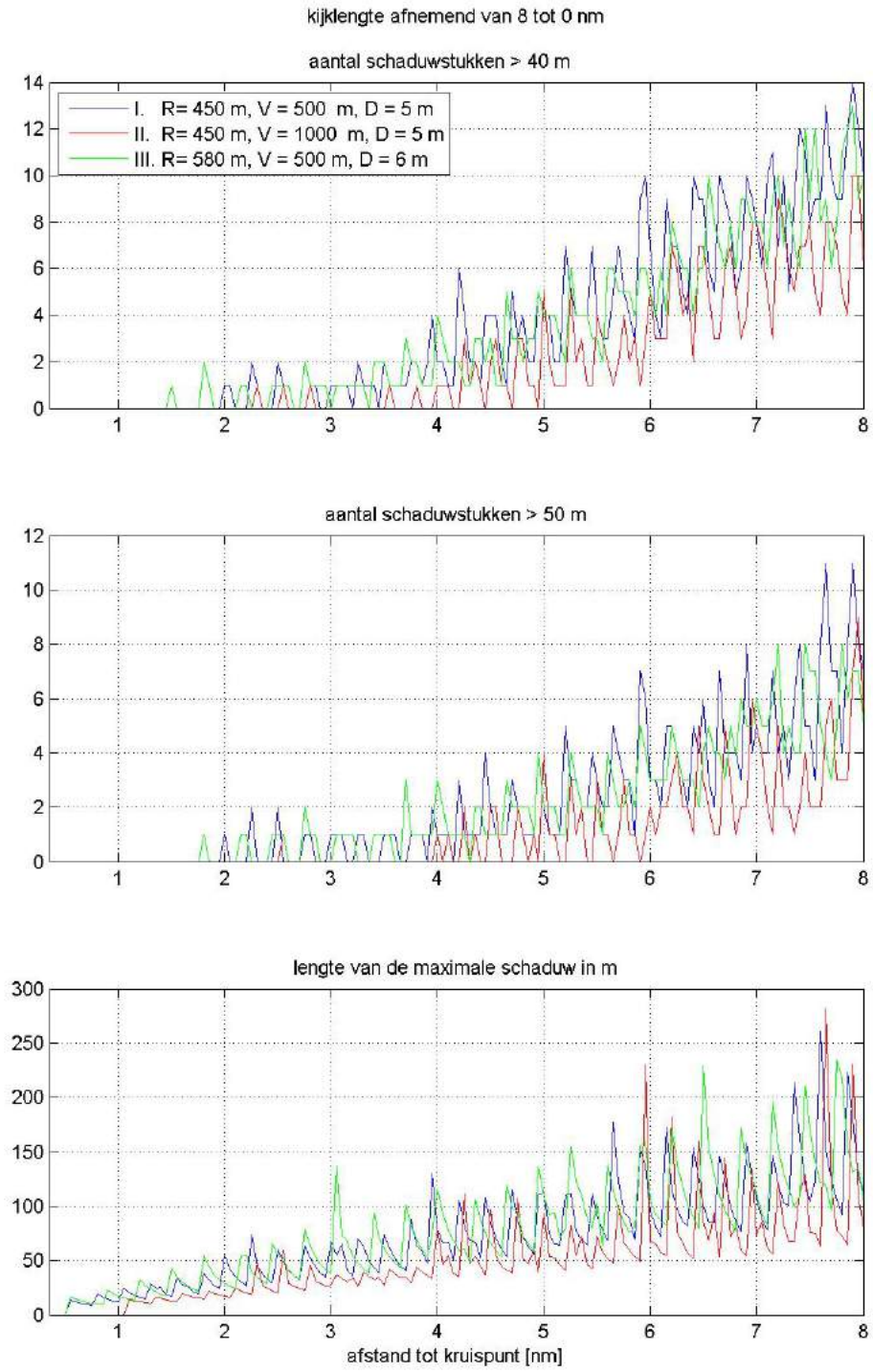
Figuur 3-12 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, vaarafstand 1000 m***



Figuur 3-13 ***Opstelling windturbines in vierkant evenwijdig aan vaarlinks, afstand tussen turbines 580 m en vaarafstand 500 m***



Figuur 3-14 ***Schaduw > 10 m, > 20 m en > 30 m lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse***



Figuur 3-15 ***Schaduw > 40 m, > 50 m en maximale lengte van een schaduwstuk voor de gevoeligheidsanalyse***

4 VERKEERSANALYSE EN MODELLERING

Om een goed beeld te krijgen van de precieze verkeersstromen door en rond het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) en hoe deze stromen door de bouw van windparken in de kavels kunnen veranderen, is een analyse van AIS data uitgevoerd. De resultaten daarvan worden in 4.1 getoond en beschreven. In 4.2 wordt beschreven hoe het verkeer wordt gemodelleerd voor de huidige en toekomstige situatie.

4.1 AIS analyse verkeersstromen

Voor de periode van december 2014 tot en met november 2015 (één volledig jaar) zijn de AIS data verwerkt van schepen in de ruime omgeving van het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In Figuur 4-1 is een verkeersdichtheidskaart te zien waarin het gemiddeld aantal aanwezige schepen per oppervlakte-eenheid wordt weergegeven. In deze kaart worden alleen de scheepstypen weergegeven die over het algemeen de scheepvaartroutes volgen (zie 3.3.1).
Te zien is dat de drukke verkeersroutes (de rodere verkeersstromen) ten westen en ten noorden van het windenergiegebied lopen. De ankergebieden Scheveningen en IJmuiden zijn herkenbaar als donker rode vlek ten zuid oosten en ten noorden van het windenergiegebied. In het reeds gebouwde windpark zijn de turbines herkenbaar door uitgezonden AIS signalen van enkele schepen die een bepaalde periode bij de turbines lagen. Ten oosten van Luchterduinen zijn in 2015 werkzaamheden verricht, en is werkverkeer zichtbaar (werkschepen zijn in principe niet-routegebonden schepen, maar sommige aanwezige werkschepen zijn van een ander type dat als routegebonden wordt beschouwd).
De figuur laat zien dat er in het windenergiegebied in verhouding tot de routes in de omgeving weinig schepen varen. Toch zijn licht gele stromen door het gebied van en naar (ankergebied) Scheveningen te zien, alsmede een lichte verkeersstroom ten oosten van, en parallel aan, het windenergiegebied.

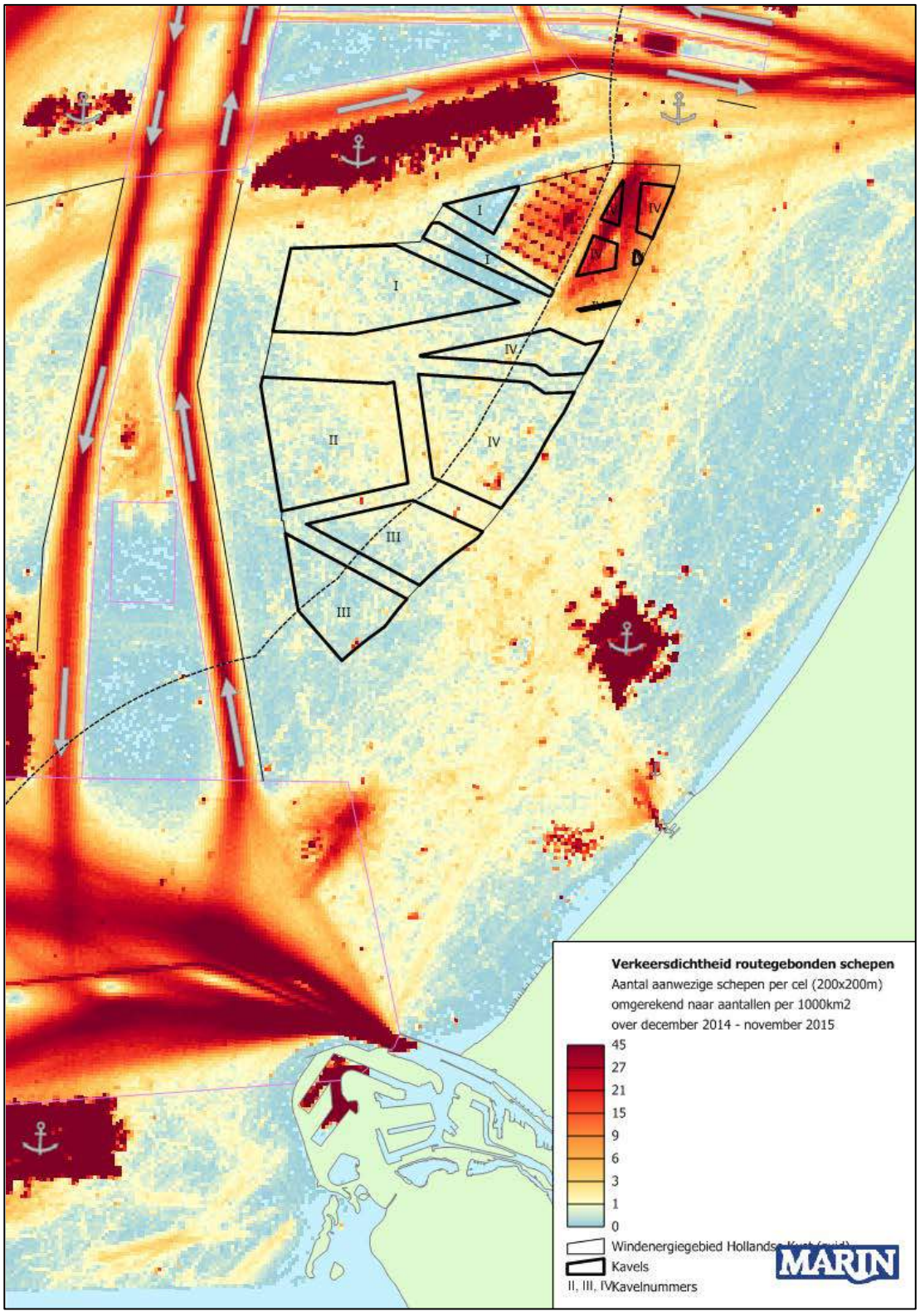
Om de richting van deze verkeersstromen duidelijker zichtbaar te maken en de aantallen passages en typen schepen op deze stromen te bepalen, zijn de scheepstracks verwerkt en geplot. Figuur 4-2, Figuur 4-3 en Figuur 4-4 laten alle tracks van routegebonden scheepstypen door en langs het windenergiegebied zien.

Figuur 4-2 toont alle scheepstracks gedurende het hele jaar op de meer gebruikelijke routes door het windenergiegebied. Behalve de verwachte verkeersbewegingen van en naar Scheveningen (426 schepen gedurende het jaar, met name tankers en vrachtschepen naar het ankergebied), is hierop een duidelijke stroom van vrachtschepen door het gebied te zien die vanuit IJmuiden richting Engeland varen. Hiervan zijn vanuit IJmuiden westwaarts 136 bewegingen geteld, en richting IJmuiden slechts 12. Deze schepen zijn niet langer dan 110m, en het betreft bovendien vaak hetzelfde schip.

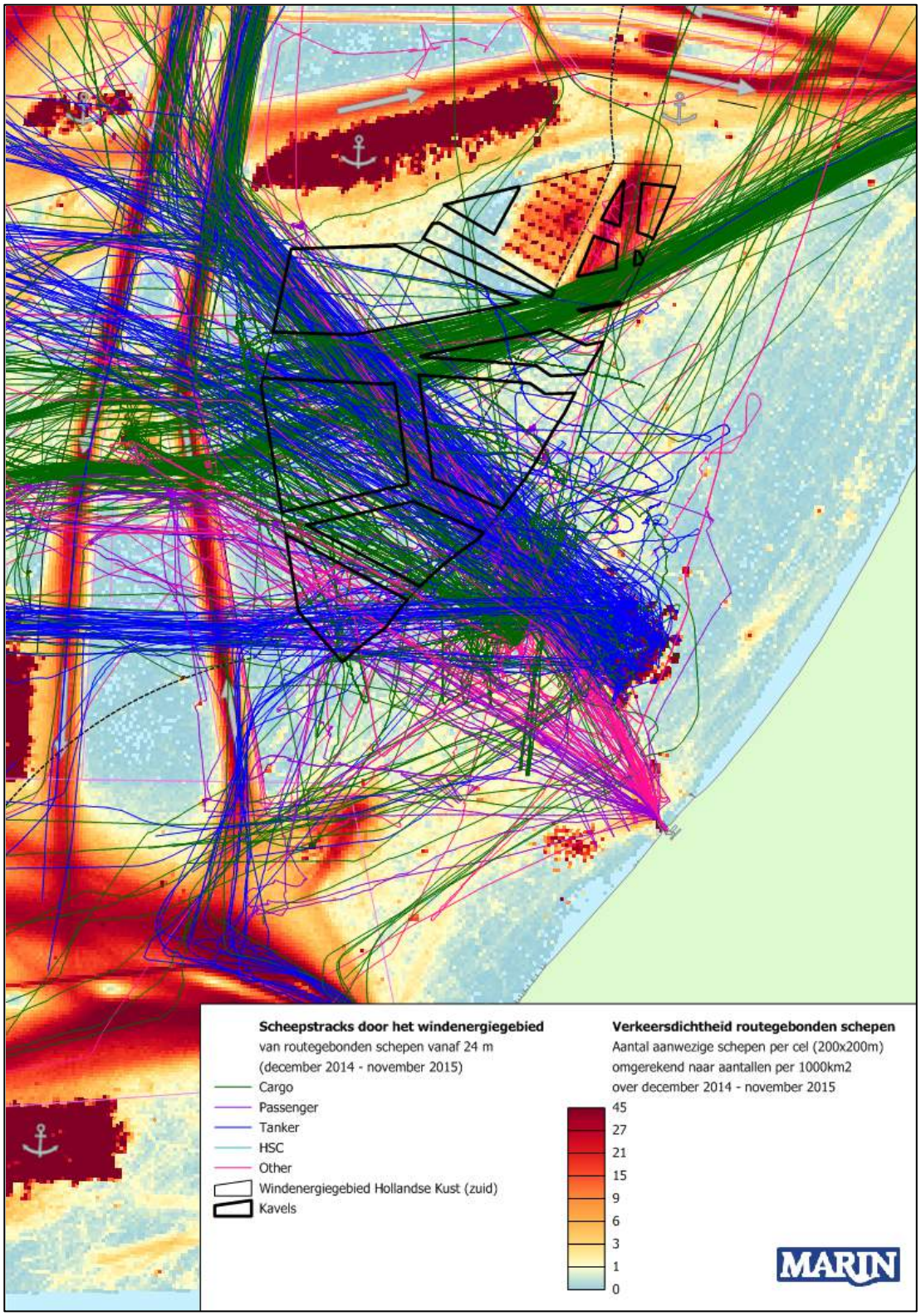
De tracks van het verkeer dat ten oosten van het windenergiegebied noord-zuid en vice versa vaart, is in Figuur 4-3 te zien. Dit betreft vooral kleinere vrachtschepen (tot ongeveer 110 meter) en overige routegebonden schepen. In totaal zijn noordwaarts (vanuit Rotterdam naar IJmuiden of verder langs de kust) 213 bewegingen geteld, en zuidwaarts 161.

Figuur 4-4 laat tenslotte de scheepstracks zien die buiten de gebruikelijke routes door het gebied gingen. Deze figuur is dus complementair aan Figuur 4-2 en is bedoeld om te

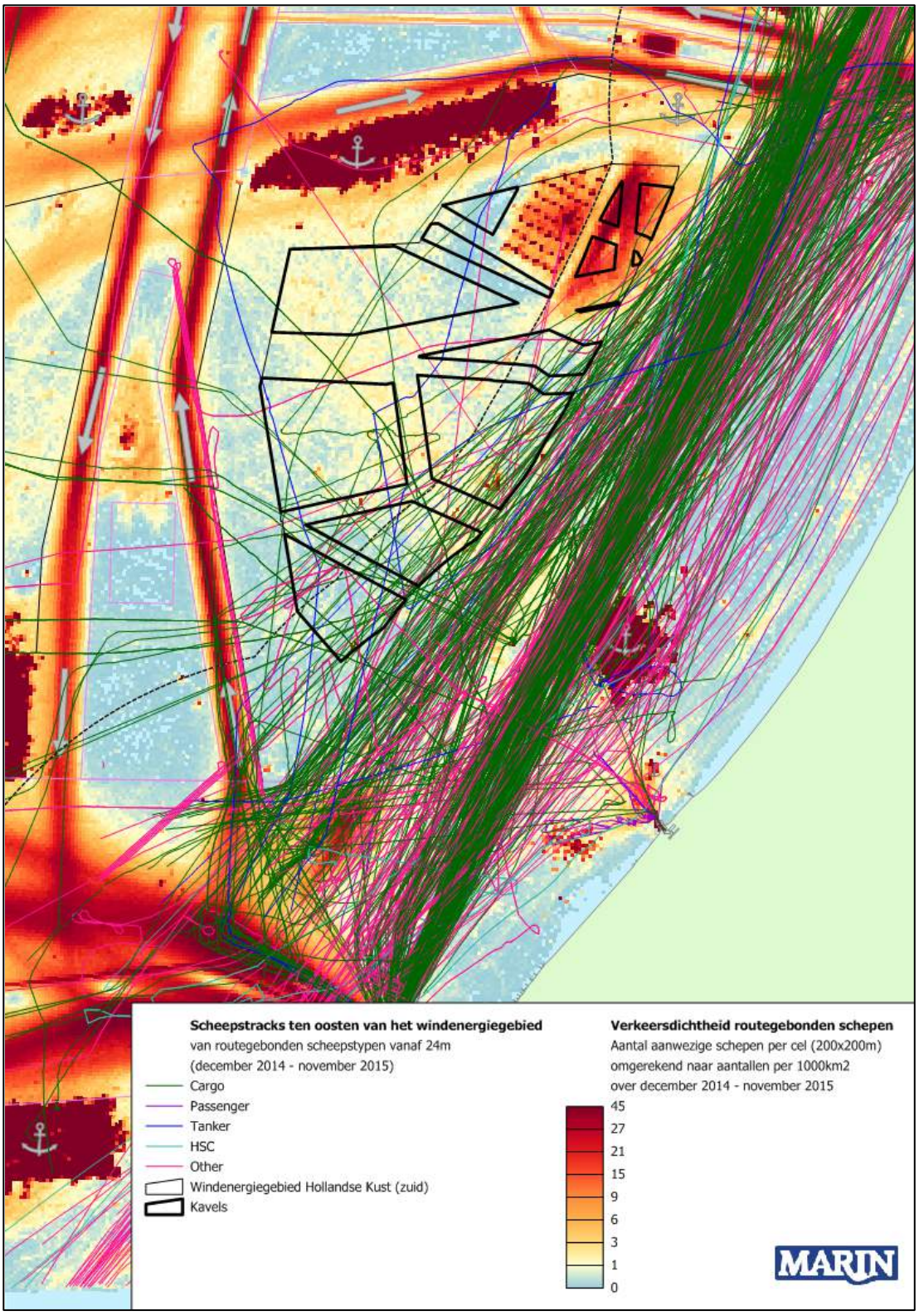
laten zien of er nog verkeersstromen over het hoofd zijn gezien. De figuur laat zien dat, buiten een relatief klein aantal willekeurige bewegingen door het gebied, er ten oosten van Luchterduinen inderdaad veel bewegingen van werkverkeer zijn, en ten zuiden van het ankergebied IJmuiden zijn veel tankerschepen zichtbaar die dit gebied nu vaak kort gebruiken om zich te verplaatsen vanuit of richting ankergebied.



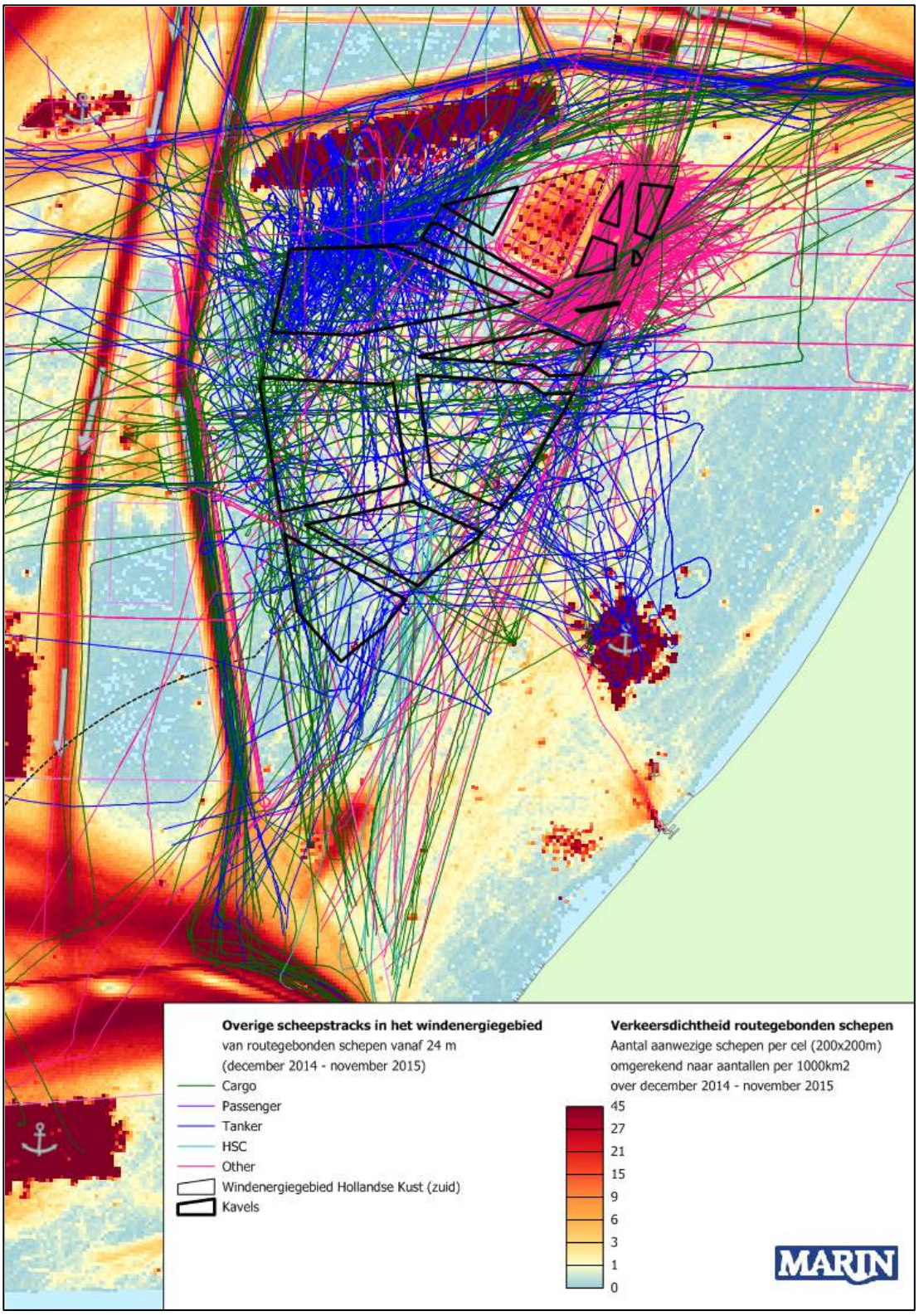
Figuur 4-1 ***Dichtheidskaart van routegebonden verkeer in de omgeving van het windenergiegebied***



Figuur 4-2 ***Scheepstracks van routegebonden verkeer op de hoofdverkeersstromen door het windenergiegebied van december 2014 tot en met november 2015***



Figuur 4-3 ***Scheepstracks van routegebonden verkeer varend ten oosten langs het windenergiegebied van december 2014 tot en met november 2015***



Figuur 4-4 ***Scheepstracks van routegebonden verkeer buiten de hoofdstromen door het windenergiegebied van december 2014 tot en met november 2015***

Uit de verkeersstromen in de bovenstaande figuren wordt duidelijk dat alleen de verkeersstromen die door het windenergiegebied lopen, beïnvloed zullen worden door de aanwezigheid van windparken in de kavels. De drukke verkeersstromen ten westen en ten noorden van het gebied, evenals de kleine stroom aan de oostkant, zullen door de aanwezigheid van windparken in de kavels niet verschuiven. Het maakt daarbij ook niet uit of alleen windparken in kavel I of in alle kavels aanwezig zijn.

Voor de verkeersstromen door het windenergiegebied (de route door het gebied vanuit IJmuiden richting Engeland, en het verkeer van en naar ankergebied Scheveningen) zal het wel degelijk uitmaken in welke kavels windparken zijn gebouwd. Bij aanwezigheid van alleen windturbines in kavel I, zal het verkeer van Scheveningen richting het noordwesten, en vice versie, nog steeds door het gebied afsnijden en kort langs de zuidwestelijke hoek van kavel I langs gaan. Wanneer alle kavels volgebouwd zijn, zal dit verkeer verder om moeten varen langs de zuidpunt van het gehele windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). Dit verkeer, bestaande uit grotere tankers en vrachtschepen, zal geen gebruik maken van de oost-west corridor halverwege het gebied. Deze route is vrijwel even lang als langs de zuidhoek, en geeft voor de schepen aanmerkelijk minder ruimte dan de voor de hand liggende route via de noordgaande vaarbaan vanuit stelsel Maas Noord.
Het verkeer vanuit IJmuiden richting Engeland dat nu door het windenergiegebied vaart ten zuiden langs windpark Luchterduinen, zal wel door de corridor varen als er windparken aanwezig zijn. Het maakt hierbij weinig verschil of alleen kavel I bebouwd is, of alle kavels. In het eerste geval is er geen sprake van een corridor, en zal dit verkeer minder dicht langs het windpark in kavel I varen.

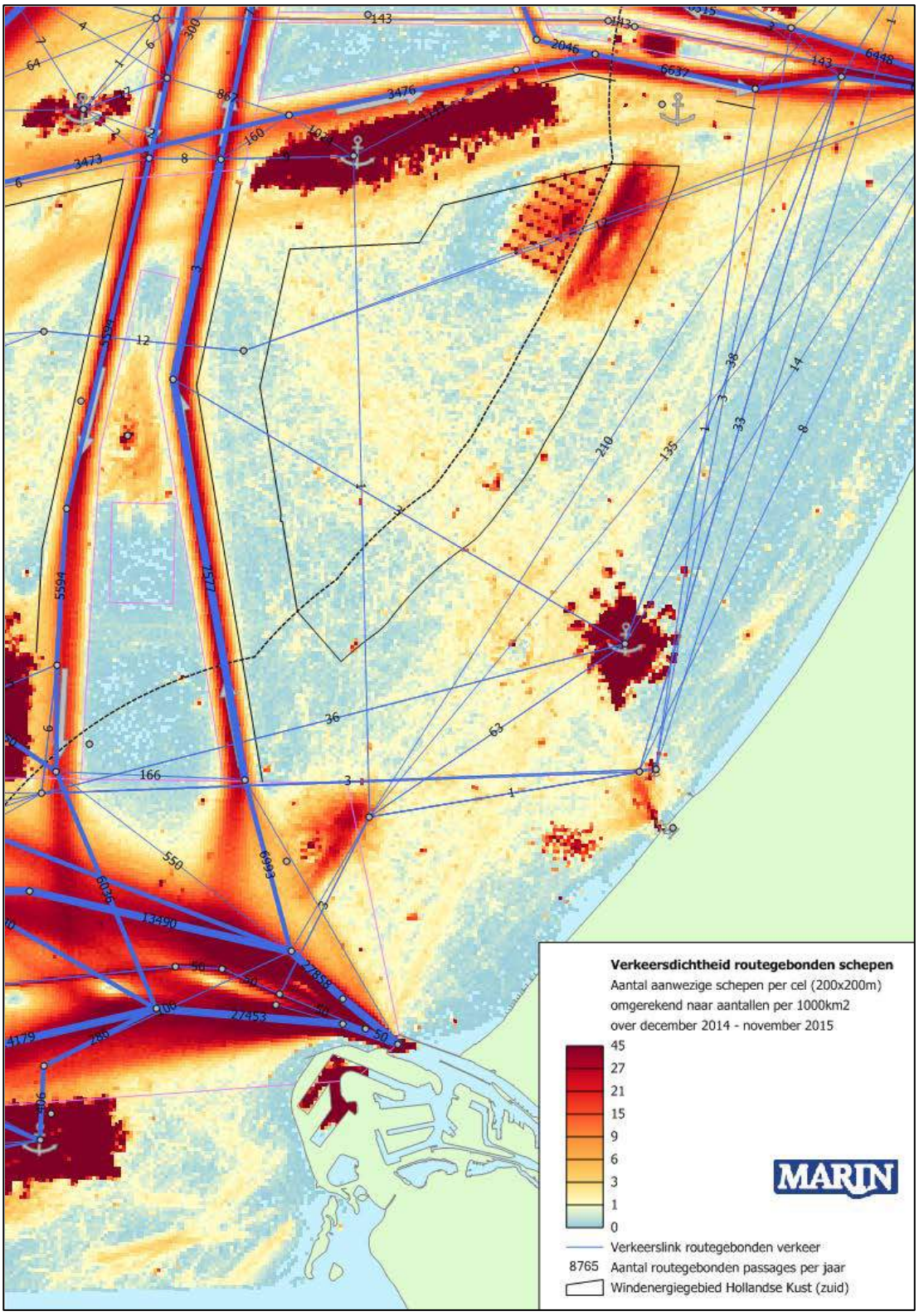
Vanwege de slechts kleine verschuivingen van verkeersstromen in de verschillende kavel scenario's, is er in deze studie voor gekozen om uit te gaan van de situatie waarin alle vier kavels aanwezig zijn en als afgesloten gebied worden beschouwd voor schepen vanaf 24m. Dit betekent dat er wordt gerekend met een cumulatief scenario. Er zal vervolgens voor het individuele kavel I een kwalitatieve beschouwing worden gegeven over de veranderingen van van aanvarings- en aandrijvingsfrequenties voor het scenario waarin alleen windturbines in dit kavel gebouwd worden.

4.2 Routegebonden verkeersdatabase

Om de overige effecten te berekenen van de verschuivingen van de verkeersstromen door aanwezigheid van windparken, wordt er vergeleken met een basis situatie. Figuur 4-5 laat de verkeersmodellering zien voor het routegebonden verkeer voor deze situatie. In dit geval loopt de verkeersstroom vanuit IJmuiden naar Engeland dwars door windpark Luchterduinen, terwijl dat in werkelijkheid duidelijk om het park loopt (zie Figuur 4-2). Dit heeft op de berekeningen geen merkbaar effect, aangezien de verkeerslink in dit gebied geen andere verkeerslinks kruist. Ook voor kans op aanvaring met niet-routegebonden verkeer heeft dit weinig effect; het niet-routegebonden verkeer in dat gebied is vastgesteld op basis van het jaar daarvoor (2014, zie [9]), en bevindt zich bovendien ook bij de zuidoost hoek van Luchterduinen.
In de figuur zijn niet alle verkeersintensiteiten weergegeven als tekst op de link. Dit komt door dubbele of tweezijdige links. In het geval van de verkeersstroom vanuit IJmuiden (136 passages) is bijvoorbeeld alleen de intensiteit in de andere richting leesbaar (12).

In deze studie wordt uitgegaan van het cumulatieve scenario waarin ook de overige kavels in het windenergiegebied zijn afgesloten voor verkeer, behalve voor de doorvaart bestaande uit schepen tot 24m. De verkeersroutering voor dit scenario wordt gegeven in Figuur 4-6. Hierin is te zien dat de verkeersstroom vanuit IJmuiden door het windenergiegebied nu door de oost-west corridor tussen de kavels loopt.

In de verkeersrouteringen van zowel de basis situatie als de situatie met windparken, wordt uitgegaan van een prognose van het aantal scheepsreizen voor 2020.



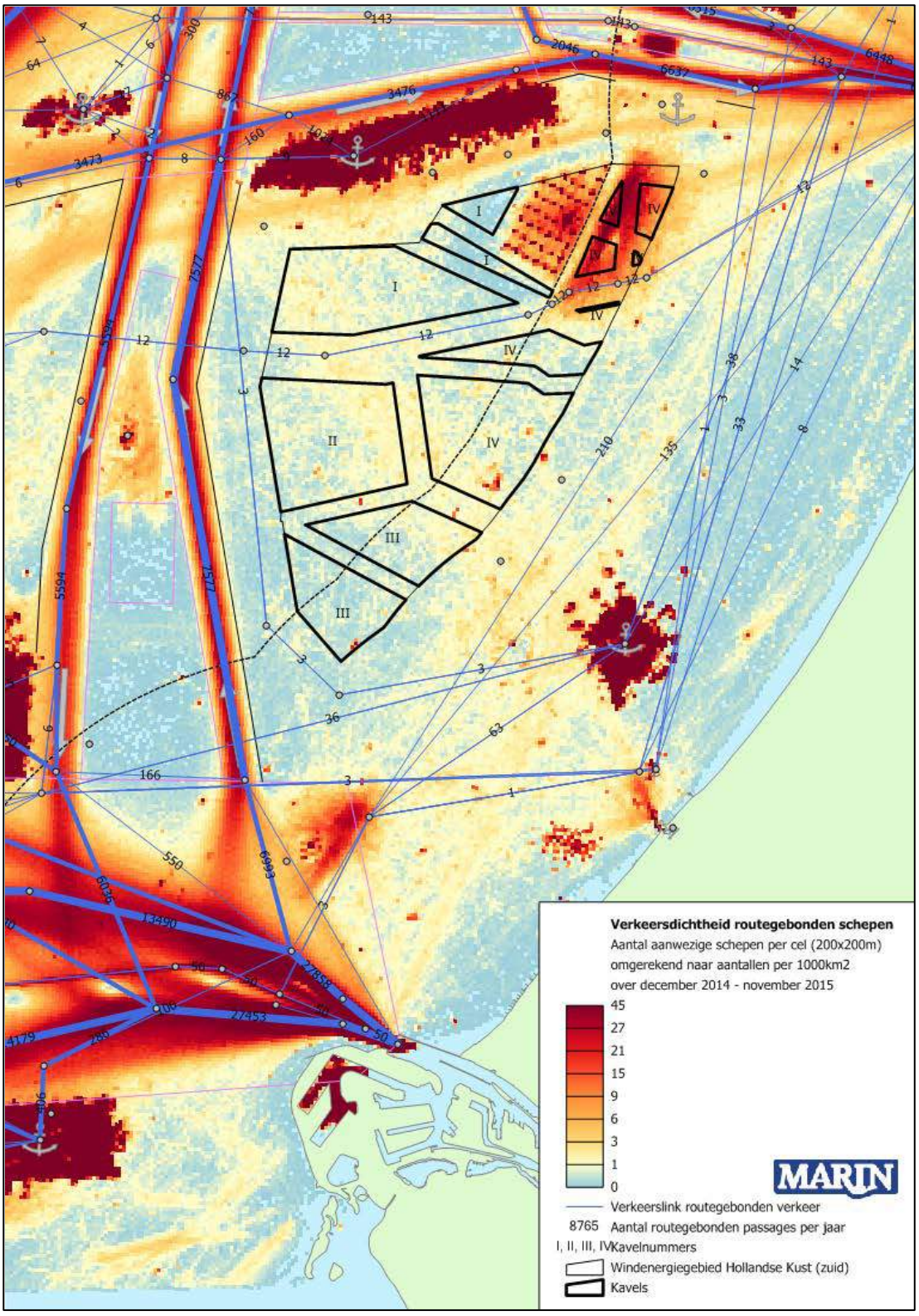
Figuur 4-5 Verkeersroutering voor de basis situatie zonder windparken

Tabel 4-1 geeft een overzicht van de twee verkeersscenario's in deze studie.

Tabel 4-1 Overzicht van alle verkeersscenario's

Verkeersscenario	Windparken aanwezig
Basis verkeer	Geen windparken aanwezig
Verkeer HK (cumulatief)	Windparken aanwezig in alle kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid)

Het niet-routegebonden verkeer wordt als dichtheid meegenomen in de berekeningen, en is voor het meeste verkeer gebaseerd op 2014 (zie 3.3.1.2. en [9]). In de berekeningen wordt aangenomen dat alleen schepen tot 24m door de parken mogen varen. Hierbij wordt aangenomen dat deze een afstand van minimaal 50m tot de windturbines aanhouden. Voor het overige niet-routegebonden verkeer is het park afgesloten. Het niet-routegebonden verkeer boven 24m dat nu in de verkeersdatabase in dit gebied aanwezig is, wordt daarom verplaatst naar de directe omgeving van het gebied.



Figuur 4-6 ***Verkeersroutering voor de cumulatieve situatie waarin in alle kavels windturbines aanwezig zijn***

5 RESULTATEN SAMSON BEREKENINGEN

In 5.1 worden eerst de doorgerekende varianten beschreven, gevolgd door de aanvaar- en aandrijffrequenties en de gevolgschade voor kavel I. Hierbij wordt verondersteld dat er geen verkeer is in en tussen de kavels, behalve in de oost-west corridor zoals zichtbaar in Figuur 4-6. Gedetailleerde resultaten per variant worden gegeven in verschillende tabellen in de appendices. Voor beide varianten is daarin eenzelfde set tabellen gegeven. In de tekst in dit hoofdstuk wordt voor beide varianten alleen verwezen naar de appendix-tabellen voor de eerste variant. In de appendix zijn bovendien voor beide varianten de lay-outs van de kavel in een figuur weergegeven, waarin tegelijkertijd de aanvaringskansen grafisch zijn aangegeven. De routegebonden schepen worden in de tabellen verkort weergegeven met “R-schepen” en de niet-routegebonden schepen worden aangeduid met “N-schepen”.
De overige effecten worden voor beide varianten beschreven vanaf 5.3.

5.1 Configuraties

Voor kavel I zijn er in deze studie twee configuraties doorgerekend waarbij het totale vermogen ongeveer 380 MW is. Er is gekozen voor een configuratie met een groter aantal windturbines met minder vermogen, geplaatst op een jacket fundering (verder in dit rapport aangeduid als de 6 MW variant), en een configuratie met een kleiner aantal windturbines met meer vermogen, geplaatst op monopiles (aangeduid als de 10 MW variant). Deze twee configuraties geven samen een goede indicatie van de bandbreedte van de aanvaringskansen van turbines. Hierbij kan de 6 MW variant als worst-case beschouwd worden, aangezien meer turbines en een grotere fundering de kans op aanvaring in de berekeningen altijd zullen vergroten. Er is in deze berekeningen geen rekening gehouden met het feit dat aanvaringen met jackets tot meer schade zullen leiden.
De gehanteerde gegevens per configuratie zijn gegeven in Tabel 5-1. De turbineposities zijn in detail weergegeven in Figuur A1-1 en Figuur A2-1. Hierbij zijn ook de uiteindelijke aanvaar- en aandrijffrequenties grafisch weergegeven.

Tabel 5-1 Configuratiegegevens varianten windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) kavel I

	Turbines			Fundering	
Variant	Aantal	Vermogen	Rotor diameter	Type	Afmeting
Kavel I 6MW	63	6 MW	152 m	jacket	17 x 17 m
Kavel I 10MW	38	10 MW	221 m	monopile	Ø 10 m

5.2 Aanvaar-/ aandrijffrequenties windparken

Door de aanwezigheid van het windpark op kavel I is een nieuw type risico ontstaan op die locatie op zee, namelijk de kans dat een schip tegen één van de windturbines aanvaart (rammen) of aandrijft (driften). De frequenties voor deze ongevallen zijn bepaald met het SAMSON-model. De resultaten van deze berekening worden gegeven in termen van het aantal mogelijke aanvaringen of aandrijvingen per jaar voor elke windturbine afzonderlijk en voor het gehele windpark.

In Tabel A1-1 van de appendix staan voor de 6 MW variant van kavel I de aanvaar- en aandrijffrequenties per windturbine door schepen groter dan 24m. Figuur A1-1 toont een

grafische weergave hiervan. Voor de 10 MW variant staan deze frequenties in Tabel A2-1 en Figuur A2-1. Voor het gemak zal in het vervolg alleen worden verwezen naar het tabel- of figuurnummer van de eerste variant.

Uit deze tabellen en figuren blijkt dat de windturbines op de hoeken (met name de zuidwestelijke en zuidoostelijke hoek) een relatief hogere aanvaarkans hebben vergeleken met de turbines in het midden en aan de west- en zuidkant van het park. Deels komt dit doordat deze turbines aan de corridor liggen waar wordt aangenomen dat het verkeer (met name niet-routegebonden verkeer) een kortere afstand tot de windturbines aanhoudt dan aan de overige randen.

Tabel 5-2 bevat de kans op een aanvaring/aandrijving per jaar voor beide varianten, gesommeerd over alle windturbines. De kansen zijn gegeven voor zowel de schepen kleiner dan 24m (in de verkeersdatabase alleen niet-routegebonden verkeer) die door het park mogen varen als de schepen groter dan 24m, waarvoor het windpark verboden gebied is.
Uit de tabel blijkt dat voor de variant met 63 6 MW turbines op een jacket fundering de kansen hoger zijn dan voor de variant met 38 10 MW turbines op een monopile. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant.

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24m is 0.03489 voor de 6 MW variant, en 0.01808 voor de 10 MW variant. Dit is equivalent aan respectievelijk eens per 28.7 jaar en 55.3 jaar. Voor schepen kleiner dan 24m is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0.01072 voor de 6 MW variant en 0.00364 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 93.3 jaar en 274.7 jaar.

Naar verhouding is het aandeel aanvaringen door schepen kleiner dan 24m groter voor de 6 MW variant dan voor de 10 MW variant. Dit heeft te maken met het gebruik van jackets. Voor de doorvaart in het windpark wordt uitgegaan van een korte minimale afstand tot de windturbines (50m). Hierdoor wordt het aandeel van ram-aanvaringen groter, en de afmetingen van de fundering (jacket of monopile) hebben een grotere invloed op de aanvaringen (rammen) dan op de aandrijvingen.

Van de aantallen ram-aanvaringen wordt aangenomen (zie Tabel 3-1) dat 10% frontaal plaatsvindt, en 90% van de schepen slechts schampt. Op basis hiervan wordt in 5.3 een indicatie van de gevolgschade gegeven. De frequentie van frontale ram-aanvaringen is dus een factor 10 lager dan van alle ram-aanvaringen in Tabel 5-2. Voor de 6 MW variant voor routegebonden schepen is dit dus bijvoorbeeld 0.000053 (eens per 18868 jaar).

Tabel 5-2 Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen per jaar voor kavel I per variant

Variant	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar	Eens per … jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Kavel I 6MW Schepen >24m	63	0.00053	0.01107	0.01901	0.00428	0.03489	28.7
Kavel I 6MW Schepen <24m	63	0.00000	0.00971	0.00000	0.00101	0.01072	93.3
Kavel I 10MW Schepen >24m	38	0.00023	0.00441	0.01112	0.00232	0.01808	55.3
Kavel I 10MW Schepen <24m	38	0.00000	0.00318	0.00000	0.00045	0.00364	274.7

Omdat de kansen ook afhangen van het aantal turbines, zijn in Tabel 5-3 de gemiddelde kansen per turbine gegeven. Hieruit blijkt dat voor schepen groter dan 24m de gemiddelde kans op aanvaring/aandrijving per turbine in de 6 MW variant 0.000554 bedraagt (eens per 1805.5 jaar), en in de 10 MW variant 0.000476 (eens per 2100.8 jaar). Dit geeft de invloed van de afmetingen van de fundering aan. Voor de doorvaart is de invloed van de fundering op kansen groter: 0.000170 voor jackets (eens per 5882.4 jaar) en 0.000096 voor monopiles (eens per 10416.7 jaar).

De verwachte energieopbrengst per jaar is voor beide inrichtingsvarianten nagenoeg gelijk. Het weergeven van de kansen per verwachte eenheid energieopbrengst per jaar, zoals bij eerdere studies is gedaan, heeft daarom geen toegevoegde waarde en wordt in deze studie weggelaten.

Tabel 5-3 ***Verwacht aantal aanvaringen/aandrijvingen gemiddeld per turbine voor kavel I per variant***

Variant	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per turbine		Aantal aandrijvingen (driften) per turbine		Totaal per turbine	Eens per … jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Kavel I 6MW Schepen >24m	63	0.000008	0.000176	0.000302	0.000068	0.000554	1805.5
Kavel I 6MW Schepen <24m	63	0.000000	0.000154	0.000000	0.000016	0.000170	5882.4
Kavel I 10MW Schepen >24m	38	0.000006	0.000116	0.000293	0.000061	0.000476	2100.8
Kavel I 10MW Schepen <24m	38	0.000000	0.000084	0.000000	0.000012	0.000096	10416.7

5.3 Gevolgschade

5.3.1 Schade aan het schip

Voor de gevolgschade aan het schip worden drie types onderscheiden: schade aan het schip in het geval dat de gondel en mastdeel op het schip valt na de aanvaring, alleen schade aan de scheepshuid en geen schade (zie 3.4.1). De frequentie van ieder type schade aan het schip is voor de eerste variant gegeven in Tabel A1-3 in de appendix. De frequenties worden gegeven voor zeven verschillende scheepstypen. In de berekeningen wordt geen rekening gehouden met het verschil in funderingen en het feit dat aanvaringen met jackets tot meer schade aan het schip zullen leiden.

In Tabel 5-4 wordt voor beide varianten het aandeel per scheepstype en per type schade in de totale frequentie gegeven. Zo is bijvoorbeeld te zien dat in 13.4% van de aanvaringen of aandrijvingen met een turbine van de 6 MW variant sprake is van schade aan de scheepshuid van een container/RoRo-schip. Voor de 10 MW variant is dit 16.7%.
Uit onderstaande tabel en de genoemde tabel in de appendix blijkt ook dat alle aanvaringen met schepen kleiner dan 24m (23.5% en 16.7% van de aanvaringen voor respectievelijk de 6 MW en 10 MW variant) er geen schade aan het schip optreedt. Dit komt doordat het energieniveau bij deze aanvaringen laag is.

Tabel 5-4 ***Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijvingsfrequentie per variant, per scheepstype en soort schade***

	6 MW variant				10 MW variant			
Scheepstype	Soort schade			Totaal	Soort schade			Totaal
	GosMos	schade aan scheepshuid	geen schade		GosMos	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.0%	3.6%	0.2%	3.8%	0.0%	4.6%	0.2%	4.8%
Chemicaliëntanker	0.0%	8.1%	0.1%	8.3%	0.0%	10.0%	0.1%	10.1%
Gastanker	0.0%	0.7%	0.0%	0.8%	0.0%	0.9%	0.0%	0.9%
Container+ RoRo	0.1%	13.4%	0.5%	14.0%	0.1%	16.7%	0.5%	17.3%
Ferry	0.0%	0.4%	0.0%	0.4%	0.0%	0.5%	0.0%	0.5%
Overige R-schepen	0.0%	14.8%	0.8%	15.6%	0.0%	17.9%	0.8%	18.6%
N-schepen >24m	0.3%	0.5%	32.9%	33.7%	0.2%	0.6%	30.1%	31.0%
Alle schepen >24m	0.4%	41.6%	34.5%	76.5%	0.3%	51.2%	31.7%	83.3%
N-schepen <24m	0.0%	0.0%	23.5%	23.5%	0.0%	0.0%	16.7%	16.7%
Alle schepen	0.4%	41.6%	58.0%	100.0%	0.3%	51.2%	48.5%	100.0%

5.3.2 Schade aan de windturbines

Voor de gevolgschade aan de windturbines worden vier typen onderscheiden: geen schade, de turbine kan scheef gaan staan, de turbine kan omvallen, de gondel en mast kunnen op het schip vallen. De frequentie van deze verschillende types is voor het gehele windpark gesommeerd en voor de 6 MW variant gegeven in Tabel A1-4 in de appendix. In Tabel 5-5 is voor beide varianten per type gevolgschade het aandeel in de totale aanvarings- en aandrijvingsfrequentie gegeven. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat voor de 6 MW en 10 MW variant bij respectievelijk 20.0% en 23.6% van de aanvaringen of aandrijvingen de turbine als gevolg ervan scheef staat. In 47.1% en 38.5% van de gevallen zal er geen schade aan de turbine zijn. Dat dit percentage voor de variant met 10 MW turbines op monopiles lager ligt dan voor de variant met 6 MW op jackets, heeft vooral te maken met het lagere aandeel van aanvaringen door doorvaart bij de laatste variant (zie Tabel 5-2). Deze aanvaringen vinden namelijk met relatief lage impact plaats. Zoals eerder vermeld wordt de vorm van de fundering (jacket of monopile) in de berekeningen niet meegenomen bij het bepalen van de schade.

Tabel 5-5 Aandeel in de totale aanvarings- of aandrijvingsfrequentie per variant en type schade aan de turbine

	6 MW variant		10 MW variant	
Schade aan turbine	Aantal per jaar	Aandeel in frequentie variant	Aantal per jaar	Aandeel in frequentie variant
Geen	0.021612	47.1%	0.008419	38.5%
Scheef	0.009151	20.0%	0.005165	23.6%
Omvallen	0.014684	32.0%	0.008068	36.9%
GosMos	0.000418	0.9%	0.000189	0.9%
Totaal	0.045866	100.0%	0.021841	100.0%

Op basis van de gemiddelde massa van een bepaald scheepstype en scheepsgrootte en de gemiddelde snelheid kan de kinetische energie bepaald worden op het moment van ‘impact’. De verdeling van de aanvaar/aandrijffrequenties voor de verschillende impactenergieniveaus is gegeven in Tabel A1-5.
Uit deze tabel volgt dat bij de 6 MW variant ongeveer 53.3% van de contacten met turbines door driften wordt veroorzaakt, en 46.7% door rammen. Voor 29.5% van de gevallen is het energieniveau lager dan 1 MJ. Hierbij is vrijwel altijd sprake van niet-routegebonden verkeer (29.3% tegen 0.3% routegebonden verkeer).

Figuur A1-2 bevat nogmaals de aanvaringsfrequenties, maar in dit geval alleen voor schepen groter dan 24m. Met deze figuur wordt weergegeven hoe vaak aanvaringen met een bepaalde impact voorkomen. Het aantal aanvaringen dat een impact heeft boven een bepaalde energiewaarde, zal afnemen naarmate die drempelwaarde (op de y-as) toeneemt. De lijnen lopen dus richting de y-as. De groene lijn valt bij 158 MJ ($\approx 10^{2.2}$) samen met de y-as. Dit betekent dat er nooit aandrijvingen met een impact van meer dan 158 MJ plaatsvinden. De blauwe en rode lijn vallen vanaf dat energieniveau samen. Alleen aanvaringen hebben dus een impact van meer dan 158 MJ.

5.3.3 Milieuschade

De schade aan het milieu als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine wordt bepaald door de hoeveelheid olie die uit een schip stroomt. Er worden twee hoofdtypen olie onderscheiden: bunkerolie en ladingolie. In Tabel A1-6 wordt voor de eerste variant de frequentie voor de uitstroom van bunkerolie gegeven voor verschillende volumeklassen voor de uitstroom. In Tabel A1-7 wordt de frequentie van

de uitstroom van ladingolie gegeven. Voor de uitstroom van ladingolie wordt uitgegaan van enkelwandige tankers. In Tabel A1-8 worden beide oliesoorten naast elkaar gezet.

De totale kans op een uitstroom van olie en de gemiddelde hoeveelheid uitstroom per jaar per variant is gegeven in Tabel 5-6. Op basis van de frequenties is de gemiddelde tijd tussen twee uitstromingen van olie bepaald, bijvoorbeeld 1/(0.001321+0.000069) ≈ 719 jaar voor de 6 MW variant.
De gemiddelde uitstroom van 1.09 m^3 ladingolie voor deze variant in Tabel 5-6 dient alleen als vergelijking. Een uitstroom van 1.09 m^3 ieder jaar geeft immers een heel andere milieubelasting dan een uitstroom van 1090 m^3 eens in de 1000 jaar op één bepaald moment. In de appendix is daarom in Tabel A1-6 en Tabel A1-7 de verdeling van het uitstroomvolume over verschillende volumeklassen gegeven.

Om een idee te krijgen van wat dit betekent is de uitstroom aan olie ten gevolge van een ongeval (alle verschillende typen) voor het gehele NCP toegevoegd (uit [7]). Dit getal geldt voor de situatie zonder windparken, en gaat nog uit van de oude routestructuur van voor 1 augustus 2013. De frequentie van uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine van variant 6 MW toe met (0.001321+0.000069) / (0.353402+0.148723) * 100 ≈ 0.28%. Voor de 10 MW variant ligt dit lager (0.16%).

Tabel 5-6 Uitstroomfrequentie en hoeveelheid van bunkerolie en ladingolie

Variant	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de … jaar
Variant 6 MW	0.001321	757	0.379	0.000069	14432	1.090	719
Variant 10 MW	0.000753	1328	0.224	0.000041	24116	0.659	1259
Gehele NCP (zonder windparken)[1]	0.353402	2.8	68.04	0.148723	6.7	1499.5	2

Uit Tabel 5-6 volgt ook dat zowel de frequentie als de gemiddelde hoeveelheid uitstroom bunker- en ladingolie hoger is voor de 6 MW variant dan voor de 10MW variant.

Naast de uitstroom van olie veroorzaakt ook de uitstroom van chemicaliën schade aan het milieu. Niet alle soorten chemicaliën zijn even schadelijk voor het milieu. De mate waarin een bepaalde stof schadelijk is, wordt aangeduid met het ecologisch risico. In Tabel 5-7 worden de frequenties gegeven van de uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van een windturbine per ecologisch risico.
De frequentie van uitstroom van chemicaliën is voor de 6 MW variant hoger dan voor de 10 MW variant.

[1] De uitstroom als gevolg van een ongeval (alle verschillende typen) op het gehele NCP zonder windparken [7]. Hierbij is nog uitgegaan van de oude routestructuur op de Noordzee, en niet de situatie vanaf augustus 2013.

Tabel 5-7 ***Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Ecologische risico-indicator	Variant 6 MW	Variant 10 MW
Zeer hoog ecologisch risico	0.000058	0.000034
Hoog ecologisch risico	0.000014	0.000008
Gemiddeld ecologisch risico	0.000010	0.000006
Gering ecologisch risico	0.000079	0.000046
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000045	0.000026
Totaal	0.000206	0.000120
Eens in de … jaar	4843	8319

5.3.4 Persoonlijk letstel

Persoonlijk letstel wordt veroorzaakt doordat de gondel en de mast op het dek van een schip kunnen vallen als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine. In Tabel A1-10 is voor de 6 MW variant een overzicht gegeven van het aantal directe doden als gevolg van het op het dek vallen van de gondel en de mast. Ook wordt een indicatie gegeven van het groepsrisico. Bij het groepsrisico is de kans op een ramp met meer dan 10 dodelijke slachtoffers gegeven. Een dergelijke ramp doet zich alleen maar voor wanneer een ferry, container- of RoRo-schip de windturbine aanvaart, waarna deze knikt en op het dek terecht komt.

Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 0.000169 (1.69×10^{-4}, zie Tabel A1-10). Het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is 0.000094 (9.4×10^{-5}, zie Tabel A2-10). Voor de frequenties per scheepstype wordt verwezen naar de detailtabellen in Appendix A.

5.4 Effecten en overige risico's voor de scheepvaart als gevolg van een wijziging in de routestructuur

Naast de mogelijke aanvaringen met windturbines kan de aanwezigheid van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) ook op andere gebieden effect hebben op de scheepvaart. Zo zal omvaren van schepen voor extra kosten zorgen en zal door omvaren de dichtheid op de verkeersroutes op zee toenemen. Bovendien heeft het verleggen van de routes en een verandering van intensiteiten ook een mogelijk effect op de onderlinge ontmoetingen van schepen, en daarmee ook op het risico van onderlinge aanvaringen.

Tabel 5-8 geeft de effecten van de aanwezigheid van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de scheepvaartongevallen buiten het windenergiegebied op de EEZ, als gevolg van de veranderingen van de vaarroutes ten opzichte van het basis scenario zonder windparken. Aangezien de drukke verkeersstromen rond het windenergiegebied niet verschuiven en alleen de rustigere stromen door het gebied beïnvloed worden, zijn er niet of nauwelijks effecten waarneembaar in deze resultaten.

5.4.1 Aantal aanwezige schepen

In de bovenste rijen van de tabel staan in de laatste drie kolommen de effecten op de aantallen aanwezige schepen per scheepstype. De eerste kolom hiervan geeft het absolute aantal aanwezige schepen onder het cumulatieve scenario met aanwezigheid van windparken alle kavels van het windenergiegebied. De kolom daarnaast geeft het absolute verschil ten opzichte van het basis scenario en de laatste kolom geeft het relatieve verschil ten opzichte van het basis scenario.

5.4.2 Veiligheid

In de tabel staat onder 'veiligheid' het effect van de veranderde routes op het aantal ongevallen weergegeven per ongevalstype. De eerste kolom geeft het aantal ongevallen in het verkeersscenario waarbij alle kavels in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn afgesloten. De kolommen ernaast geven respectievelijk de absolute en relatieve toename of afname ten opzichte van het basis scenario. Er is een kleine toename van het totale aantal ongevallen te zien van 0.0447 per jaar (0.17%). Dit komt met name door een kleine toename van het aantal aanvaringen (toename 0.344%), en een kleine toename van het aantal strandingen door motorstoring (0.042%). De toename van het aantal aanvaringen wordt (in de berekeningen) met name veroorzaakt doordat het niet-routegebonden verkeer groter dan 24m vanuit het windenergiegebied verplaatst is naar de omringende gebieden, waaronder ook de gebieden met drukke vaarroutes. Het is echter niet zeker waar bijvoorbeeld de vissersschepen in de nieuwe situatie zullen gaan vissen, en het ligt voor de hand dat dit buiten de drukke vaarroutes zal zijn. De toename zal derhalve in werkelijkheid kleiner zijn.

5.4.3 Economisch effect

Het economisch effect komt tot uitdrukking in het aantal afgelegde zeemijlen in de EEZ. Het aantal afgelegde zeemijlen verandert vrijwel niet. De kleine toename door omvaren voor de EEZ is door afronding niet zichtbaar in de tabel.

5.4.4 Emissies

De extra emissies als gevolg van het nieuwe windparkscenario zijn gerelateerd aan de extra zeemijlen, en afhankelijk van scheepstype en scheepsgrootte. Deze extra emissies worden in de onderste rijen van de tabellen gegeven wat betreft CO_2, CO, SO_2 en NO_x door schepen in de gehanteerde verkeersdatabase, en alleen binnen de EEZ.

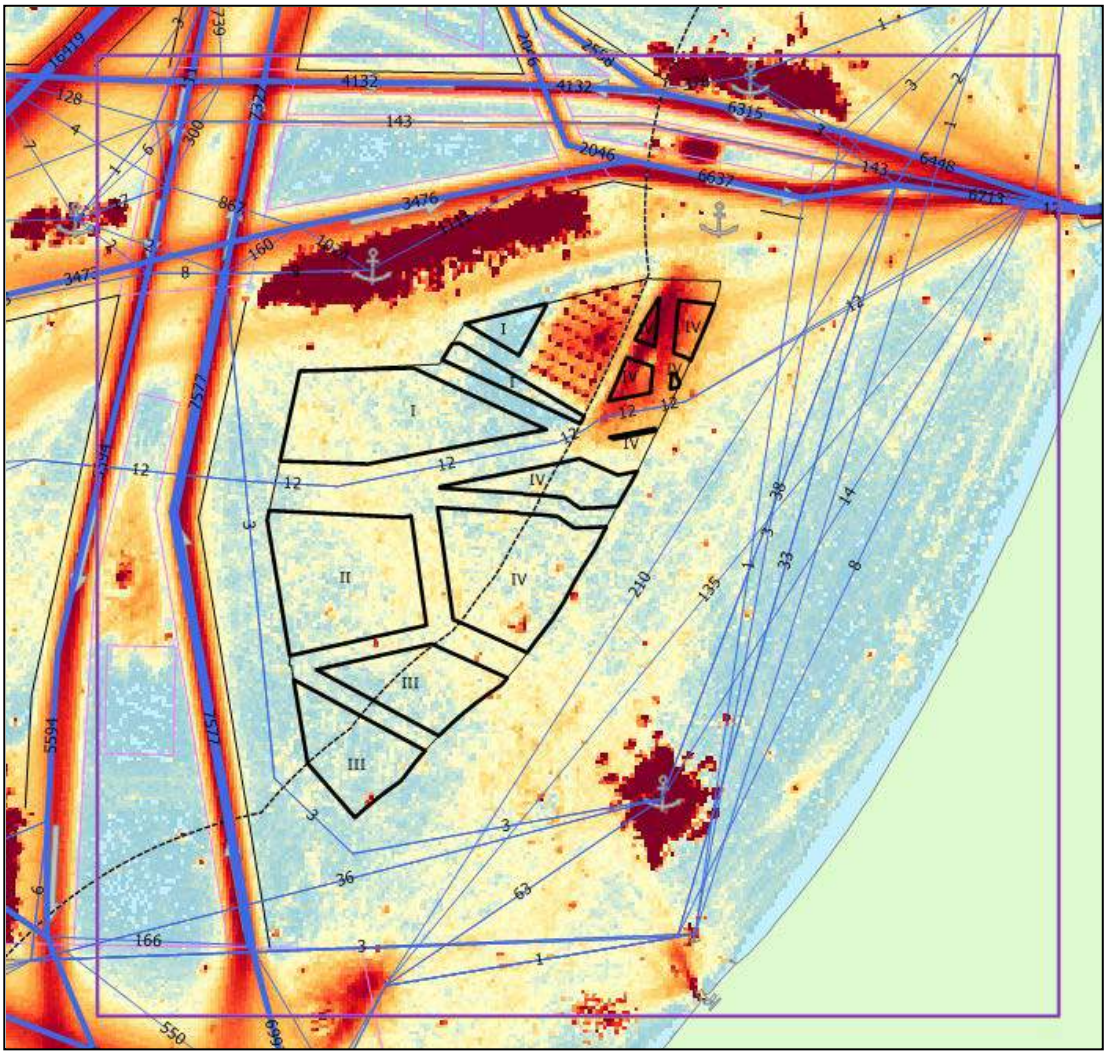
Tabel 5-8 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid van windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de scheepvaart binnen de EEZ

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor EEZ na aanpassing van het verkeer volgens cumulatief scenario Hollandse Kust (zuid)	Absoluut effect cumulatief scenario t.o.v. het basis scenario	Relatief effect cumulatief scenario t.o.v. het basis scenario
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.560	0.0000	0.000%
Chemicaliëntankers		26.558	0.0000	0.000%
Olietankers		8.914	0.0000	0.000%
Gastankers		5.387	0.0000	0.000%
Bulkers		10.310	0.0000	0.000%
Unitised		33.378	0.0000	0.000%
General Dry Cargo		50.832	0.0000	0.000%
Passagiersschepen + conventionele ferries		2.917	0.0000	0.000%
High Speed Ferries		0.052	0.0000	0.000%
Overig		1.842	0.0000	0.000%
Totaal routegebonden		140.750	0.0000	0.000%
Totaal niet-routegebonden (zie 3.3.1.2)		151.386	0.0000	0.000%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	12.835	0.0440	0.344%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	8.600	0.0000	0.000%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	1.577	0.0007	0.042%
Zinken	aantal/jaar	0.659	0.0000	0.001%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	1.356	0.0000	0.001%
Brand/explosie	aantal/jaar	1.228	0.0000	0.000%
Totaal		26.255	0.0447	0.170%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	1447.769	0.0000	0.000%
Emissies				
CO2	kton / year	4651	0	0.000%
CO	kton / year	18	0	0.000%
SO2	kton / year	48	0	0.000%
NOx	kton / year	121	0	0.000%

5.4.5 Lokale effecten wijziging routestructuur

Naast de effecten als gevolg van een wijziging in de routestructuur voor de gehele EEZ is ook naar het lokale effect gekeken. Hiervoor zijn dezelfde parameters bepaald als weergegeven in Tabel 5-8, alleen nu voor het paars omrande gebied weergegeven in Figuur 5-1. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5-9.

Ook lokaal is een lichte toename van het totaal aantal ongevallen te zien van 0.0456 (3.845% voor dit gebied). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door toename van het aantal aanvaringen met 7.389% en voor een klein deel door toename van het aantal strandingen door motorstoring met 0.592%. Zoals al beschreven bij de resultaten voor de EEZ, komt de toename van het aantal aanvaringen door verplaatsing van het niet-routegebonden verkeer groter dan 24m vanuit het windenergiegebied naar de directe omgeving van het gebied.



Figuur 5-1 Het beschouwde gebied voor de lokale analyse

Tabel 5-9 Scoretabel voor de effecten van de aanwezigheid windparken in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) op de scheepvaart binnen een lokaal gebied (zie Figuur 5-1)

Omschrijving	Eenheid	Resultaat voor directe omgeving na aanpassing van het verkeer volgens cumulatief scenario Hollandse Kust (zuid)	Absoluut effect cumulatief scenario t.o.v. het basis scenario	Relatief effect cumulatief scenario t.o.v. het basis scenario
Algemeen				
Gemiddeld aantal aanwezige schepen:				
OBO's		0.009	0.0000	0.000%
Chemicaliëntankers		1.299	0.0000	0.000%
Olietankers		0.372	0.0000	0.000%
Gastankers		0.108	0.0000	0.000%
Bulkers		0.398	0.0000	0.000%
Unitised		1.190	0.0000	0.000%
General Dry Cargo		2.353	0.0000	0.000%
Passagiersschepen + conventionele ferries		0.157	0.0000	0.000%
High Speed Ferries		0.000	0.0000	
Overig		0.013	0.0000	0.000%
Totaal routegebonden		5.899	0.0000	0.000%
Totaal niet-routegebonden (zie 3.3.1.2)		12.489	0.0000	0.000%
Veiligheid				
Aantal schepen betrokken bij een aanvaring	aantal/jaar	0.655	0.0451	7.389%
Stranding als gevolg van navigatiefout	aantal/jaar	0.289	0.0000	0.000%
Stranding als gevolg van motorstoring	aantal/jaar	0.084	0.0005	0.592%
Zinken	aantal/jaar	0.047	0.0000	0.004%
Gat in scheepshuid	aantal/jaar	0.085	0.0000	0.008%
Brand/explosie	aantal/jaar	0.071	0.0000	0.006%
Totaal		1.231	0.0456	3.845%
Economische effect				
Kosten van afgelegde zeemijlen	M€ / jaar	55.719	0.0084	0.015%
Emissies				
CO2	kton / year	176	0	0.014%
CO	kton / year	1	0	0.012%
SO2	kton / year	2	0	0.014%
NOx	kton / year	5	0	0.011%

5.5 Het effect van het werkverkeer op het risico

Gedurende de bouwperiode varen dagelijks enkele schepen van en naar het windpark. De meeste van deze vaarbewegingen worden uitgevoerd met normale snelheid en geven daardoor niet meer hinder voor de andere scheepvaart dan een normale scheepsbeweging. Het effect van deze scheepvaart op het totale risico in een gebied hangt af van de drukte in het gebied. Deze vaarbewegingen moeten gezien worden als normale bedrijvigheid. Het verhoogde risico is van tijdelijke aard.
IJmuiden zal de uitvalsbasis voor het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) worden. Vanuit IJmuiden naar kavel I is het gemiddeld ongeveer 2.5 uur varen. Met acht schepen zijn dit 8 x 2.5 uur x 2 (heen + terug) = 40 extra vaaruren per dag. Tijdens de bouwperiode is dus gemiddeld 40/24 = $1\frac{2}{3}$ extra schip aanwezig (buiten het park) per dag. Deze extra scheepsbewegingen vinden voornamelijk overdag plaats. Op een totaal van gemiddeld 300 aanwezige schepen op het NCP is dit een verhoging van 0.56%. Gedurende de bouwperiode is de kans op een aanvaring tussen schepen door de verhoogde verkeersintensiteit daarom (1.0056^2-1) x 100% ≈ 1.11% hoger[1] dan normaal. In de praktijk zal dit minder zijn omdat de schepen een deel van de tijd in relatief stille gebieden varen.
De kans op een ander type scheepsongeval neemt in deze periode toe met 0.56% (lineair met de toename van het aantal schepen).

5.6 Kwalitatieve beschouwing aanwezigheid individueel kavel

Het cumulatieve effect is in deze studie geen afzonderlijk onderwerp omdat de andere geplande windparken op de Noordzee de verkeersroutes voor het routegebonden verkeer niet zullen wijzigen. De nieuwe routestructuur is juist dusdanig ontworpen dat deze rekening houdt met reeds aangelegde en aan te leggen windparken. In het kader van het aanpassen van het stelsel in augustus 2013 zijn verschillende risicostudies uitgevoerd, bijvoorbeeld ‘Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied "Hollandse Kust"’[3]. Binnen deze studie komt ook het cumulatieve effect aan de orde.

Daarnaast is er in deze studie voor gekozen in de verkeersroutering rekening te houden met bebouwing in de overige kavels van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) (zie 4.1). De beschouwde situatie is dus tevens het cumulatieve scenario waarin het verkeer ook om de windparken in andere kavels heen vaart. Afhankelijk van welke kavels er in windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) bebouwd zullen worden, zullen met name de routes door het gebied van en naar ankergebied Scheveningen en de route IJmuiden – Engeland verschuiven, zoals al in 4.1 is toegelicht.

Wanneer kavel II niet wordt bebouwd, verdwijnt in principe de corridor, en zal het verkeer de gebruikelijke ruimere afstand tot het windpark aanhouden. Hierdoor zullen de aanvaarkansen door niet-routegebonden verkeer groter dan 24m afnamen, met name aan de zuidzijde, maar ook aan de noord- en westzijde doordat het niet-routegebonden verkeer nu nog wel in de gebieden van de overige kavels kan varen. Ook zal het verkeer vanuit IJmuiden door de corridor (136 passages westwaards, 12 oostwaarts), iets verder van kavel I afvaren waardoor de aanvaringskans ervan zal afnemen.

Voor het verkeer vanuit ankergebied Scheveningen naar het noordwesten en vice versa, zorgt het niet bebouwen van kavel II, III en IV ervoor dat de kortere route door het windenergiegebied nog genomen kan worden. Deze schepen zullen dan aan de

[1] Het aantal aanvaringen tussen schepen neemt kwadratisch met de intensiteit toe.

zuidwest hoek van kavel I passeren. Dit zal ervoor zorgen dat de aanvaringsfrequenties door routegebonden verkeer voor met name de windturbines in die hoek iets zullen stijgen. Het gaat echter om ongeveer 426 schepen per jaar. Dit is in vergelijking met de ruim 7500 noordgaand passerende schepen vanuit stelsel Maas Noord relatief weinig. Maar die schepen passeren op grotere afstand. Daarom zal het met name effect hebben voor de ram-frequenties, en minder voor de aandrijffrequenties.

5.7 Radardekking van de Nederlandse havens

Het te ontwikkelen windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) wordt gedeeltelijk gedekt door het bereik van de walradarketen (walradar plus steunzenders) vanuit de grote Nederlandse havens Rotterdam en Amsterdam/IJmuiden. Hierdoor is er nu radarzicht op de nog te ontwikkelen kavels.

Wanneer alle kavels in het windenergiegebied met windturbines bebouwd zijn, is het aannemelijk dat de kwaliteit en het bereik van het huidige radarbeeld van de walradarketen afneemt door de effecten (verstoringen) die windparken hebben op radar performance. De meest voorkomende effecten zijn hierbij het ontstaan van valse echo's achter de windparken (terwijl er drukke verkeersroutes achter het windenergiegebied lopen) en de degradatie van het huidige radarbeeld, zowel wat betreft bereik, betrouwbaarheid als nauwkeurigheid. Beide effecten zorgen voor verwarring met mogelijk gevaarlijk gedrag bij andere scheepvaart, en/of verwarring bij scheepvaartbegeleiding waardoor de scheepvaartveiligheid afneemt. Naar de exacte effecten van windparken op radar dient nog verder en specifieker onderzoek gedaan te worden.

De scheepvaartbegeleiding (VTS en Kustwacht) heeft weliswaar met de komst van AIS een ondersteunende sensor voor de beeldopbouw en is niet meer alleen afhankelijk van de radarwaarnemingen. Toch is het noodzakelijk dat de kwaliteit en het bereik van het radarbeeld van de walradarketen gegarandeerd kan worden. Voor de positiebepaling van schepen geeft een radarpositie de "ware" aanwezigheid van een object weer (verstoringen daargelaten) en geeft AIS een aanvullend of bevestigend beeld. De werking van AIS berust echter op een ander principe, waardoor nooit alleen op AIS-informatie vertrouwd kan worden voor de beeldopbouw. Een belangrijke reden hiervoor is dat AIS relatief eenvoudig gemanipuleerd kan worden door verstoring van buitenaf (spoofing/jamming) of door (bewust) menselijk handelen (uitschakelen van AIS of het bewust uitzenden van andere posities). Bovendien is ook niet gegarandeerd dat er in windparken volledige AIS dekking is.

5.8 Kruisende scheepvaart

Op dezelfde wijze als in 3.7 zijn voor twee locaties bij het windpark waar verkeer elkaar kan kruisen, de zichtlijnen en schaduwstukken bepaald zowel voor de variant met 6 MW turbines op jackets van 17 x 17 meter, als voor de variant met 10 MW op monopiles met een diameter van 10 meter. De configuratie van het windpark ligt op dit moment nog niet vast, maar de resultaten voor de twee varianten geven een indicatie van eventuele hinder door zichtbelemmering.

5.8.1 Kruisend verkeer bij de noordwest hoek

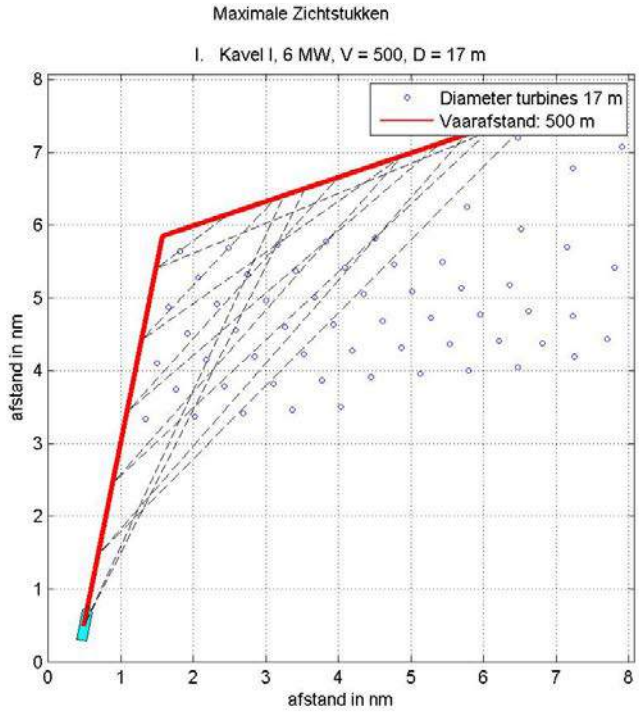
Bij de noordwesthoek van het windpark kan een noordwaarts varend schip, varend langs het windpark op 500m afstand, een westwaarts varend schip ontmoeten, varend

op dezelfde afstand van het windpark. Het noordwaarts varende schip is hierbij uitwijkplichtig, en zal daarom het westwaarts varende schip tijdig willen waarnemen.

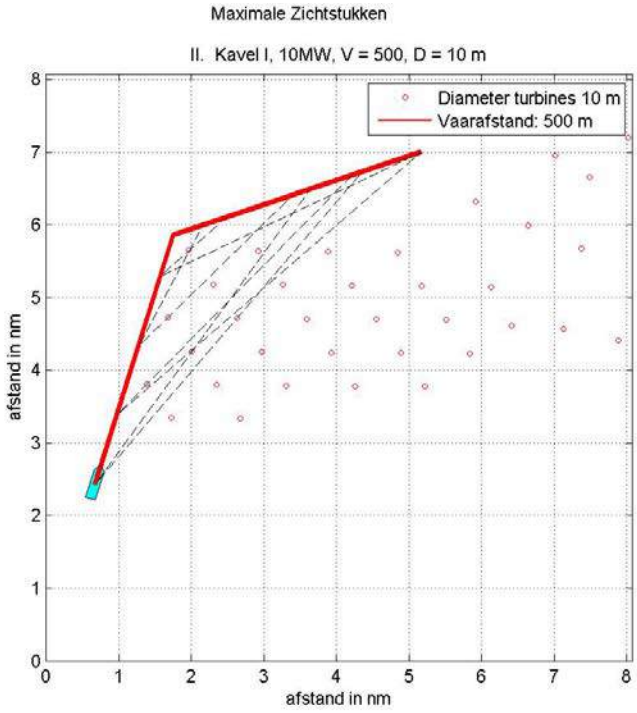
In Figuur 5-2 en Figuur 5-3 is de situatie voor de twee varianten weergegeven. Hierbij zijn ter indicatie de maximale zichtstukken voor het noordwaarts varende schip voor diverse posities tijdens het naderen weergegeven. Te zien in die figuur is dat de hoek tussen de lijnen steeds groter wordt. Dit geeft aan dat het zicht op het traject van het andere schip steeds beter wordt.

Figuur 5-4 en Figuur 5-5 laten zien dat er binnen de laatste mijl (op 0.6 mijl voor de kruising) nog wel een schaduwstuk aanwezig is. Deze wordt veroorzaakt door de uiterste windturbine in de noordwest hoek. Omdat de afmetingen voor de 6MW turbines op jackets groter zijn, is dit schaduwstuk voor die variant iets groter (iets meer dan 50 meter). Dit is in de onderste grafiek van Figuur 5-5 te zien.

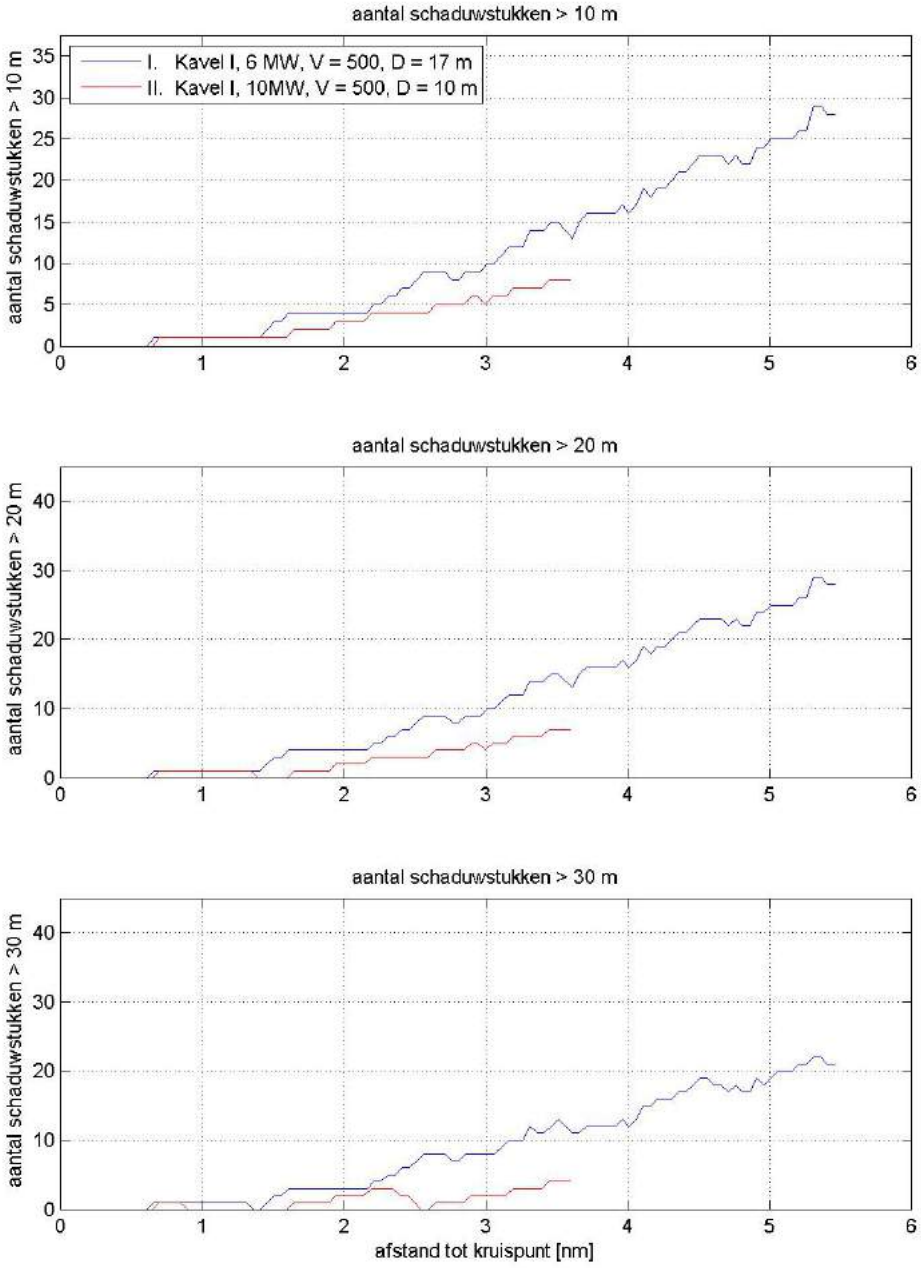
Over het algemeen zullen noordwaarts alleen kleinere schepen op 500m langs het park varen. Grotere schepen varen verder van het windpark af, hetzij reeds in de drukke noordwaartse verkeersstroom, of richting die verkeersstroom. Deze schepen hebben daardoor meer tijd en ruimte om kleinere westwaarts varende schepen te zien en eventueel te ontwijken. Kleinere schepen hebben aan de 0.6 mijl genoeg om uit te wijken.



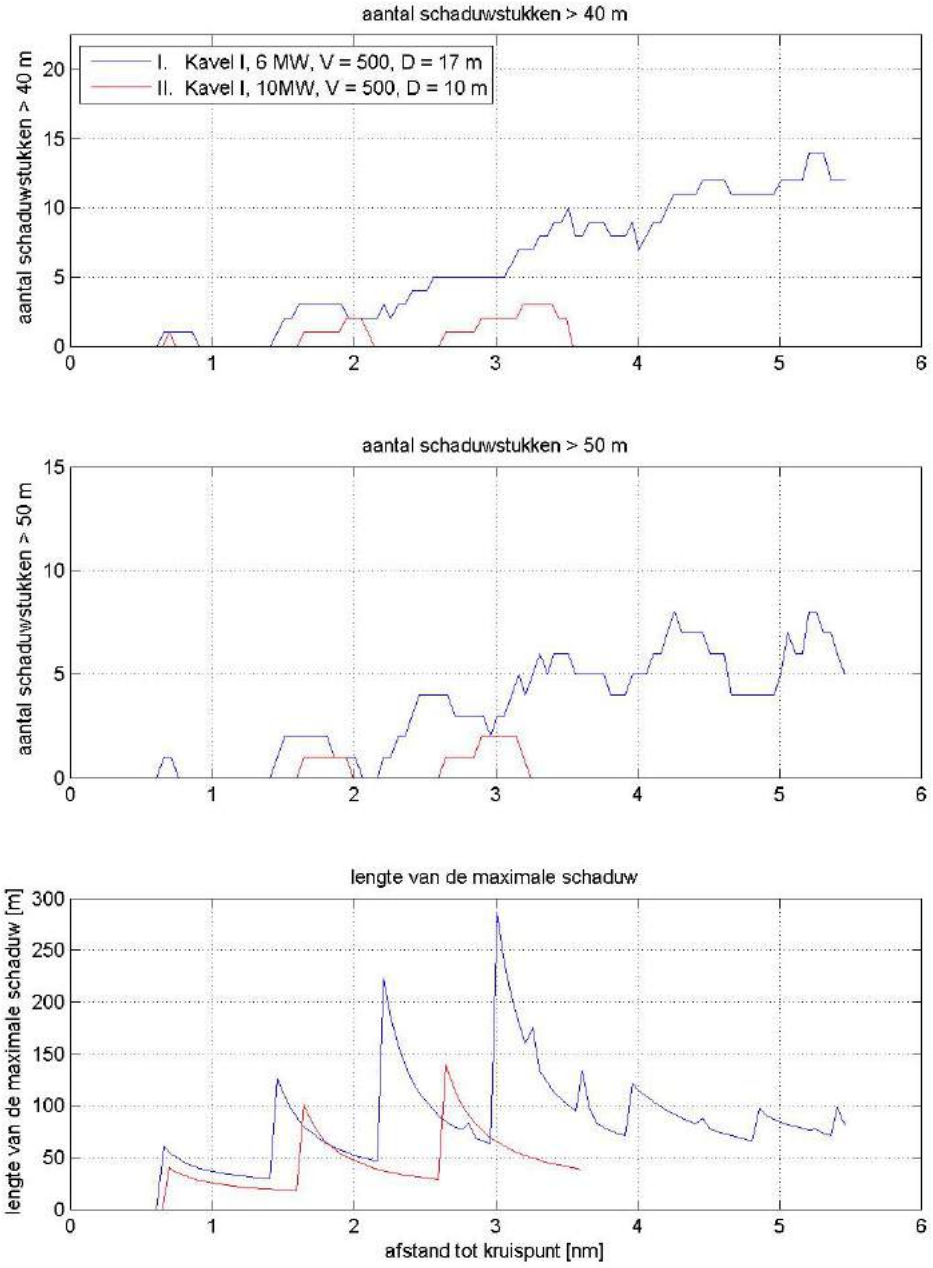
Figuur 5-2 ***Ontmoeting met een westwaarts varend schip bij de noordwesthoek van kavel I, gezien vanuit een noordwaarts langs het park varend schip voor de 6 MW variant met jackets***



Figuur 5-3 ***Ontmoeting met een westwaarts varend schip bij de noordwesthoek van kavel I, gezien vanuit een noordwaarts langs het park varend schip voor de 10 MW variant met monopiles***



Figuur 5-4 ***Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en >30m voor de ontmoeting bij de noordwesthoek gezien vanuit het noordwaarts langs het park varend schip voor beide varianten***



Figuur 5-5 ***Aantallen schaduwstukken >40m en >50m, en de maximale lengte van schaduwstukken voor de ontmoeting bij de noordwesthoek gezien vanuit het noordwaarts langs het park varend schip voor beide varianten***

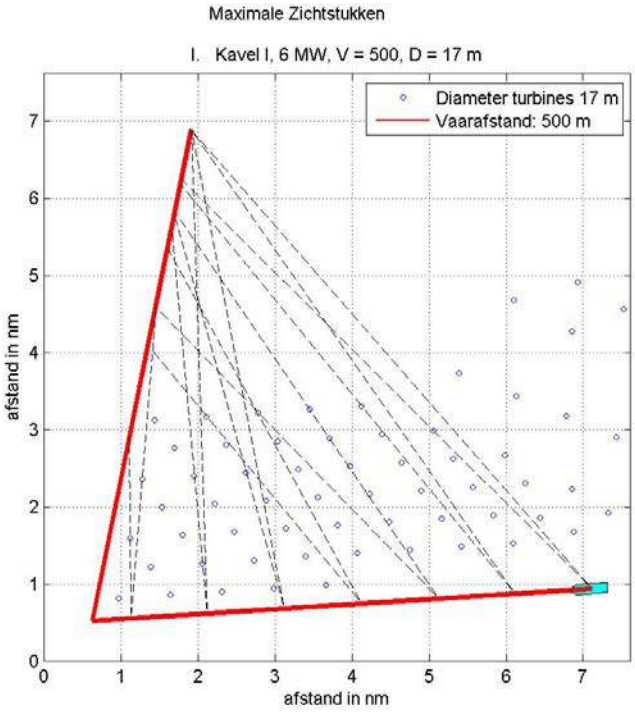
5.8.2 Kruisend verkeer bij de corridor bij de zuidwest hoek

Bij de zuidwesthoek van het windpark kan een westwaarts door de corridor varend schip, op 500m afstand van het windpark, een zuidwaarts langs het park varend schip ontmoeten. Het westwaarts varende schip is in dit geval uitwijkplichtig, en zal het zuidwaarts varende schip vroegtijdig willen waarnemen.

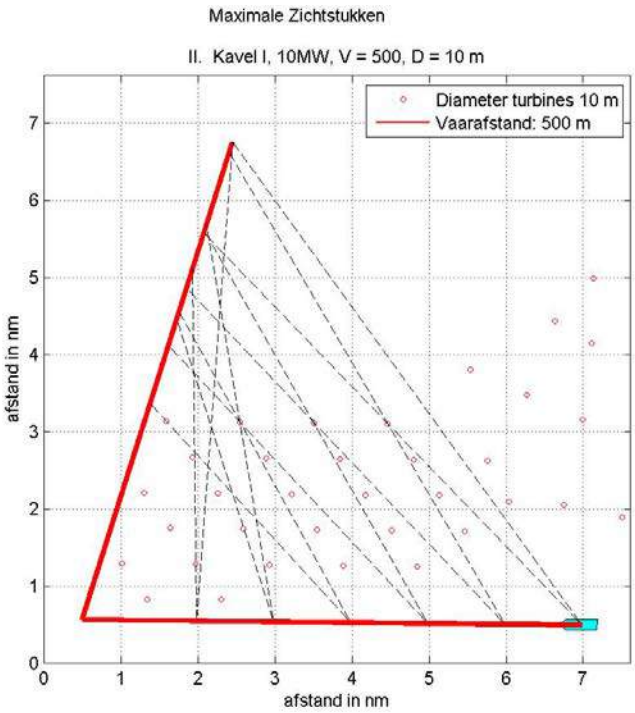
In Figuur 5-6 en Figuur 5-7 is de situatie voor de twee varianten weergegeven. Hierbij zijn ter indicatie de maximale zichtstukken voor het noordwaarts varende schip voor diverse posities tijdens het naderen weergegeven. Te zien in die figuur is dat de hoek tussen de lijnen eerst groter wordt, maar vanaf 4 mijl voor de kruising weer kleiner wordt. Het is hier dus niet vanzelfsprekend dat het zicht op het traject van het andere schip bij nadering beter wordt.

Figuur 5-9 laat echter zien dat in deze situatie er binnen de laatste 1.2 mijl geen schaduwstukken groter dan 40m aanwezig zijn. Het laatste schaduwstuk voor de variant met jackets ligt op ongeveer 0.6 mijl, en is net minder dan 40m.

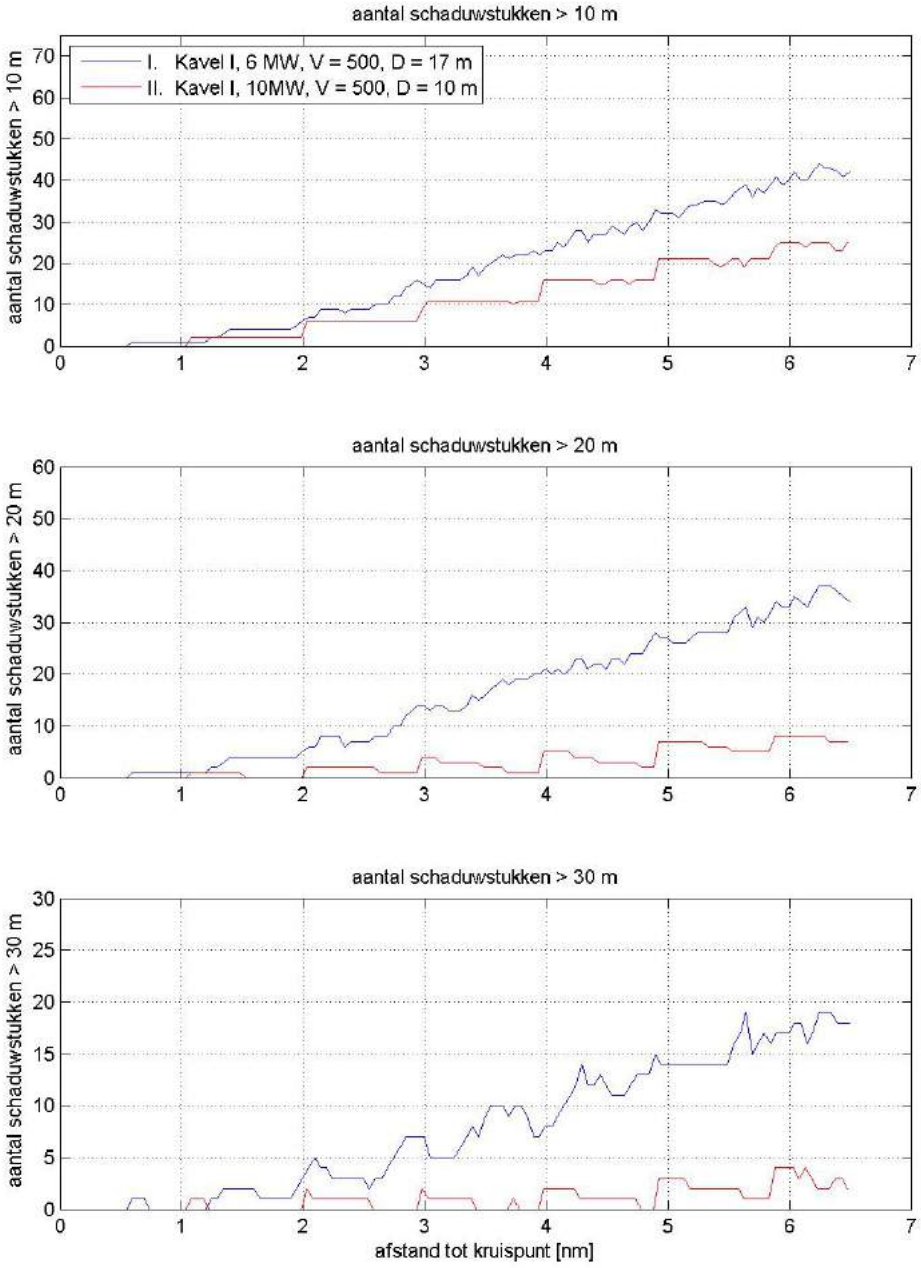
De schepen door de corridor zijn maximaal ongeveer 110m lang, en hebben daarom met de 1.2 mijl tijd en afstand genoeg om een eventueel klein zuidwaarts varend schip te ontwijken.



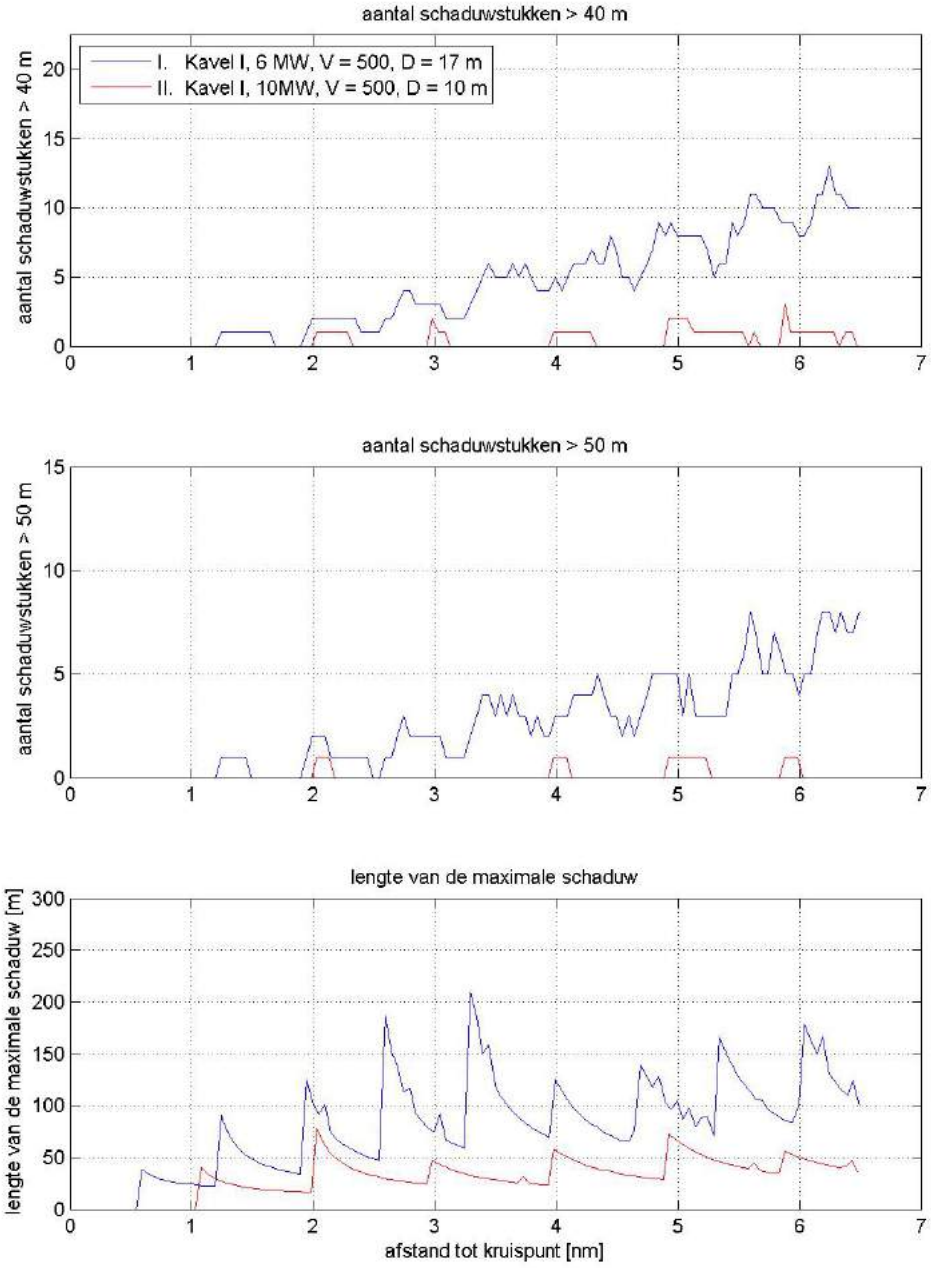
Figuur 5-6 ***Ontmoeting met een zuidwaarts varend schip bij de zuidwesthoek van kavel I, gezien vanuit een westwaarts door de corridor varend schip voor de 6 MW variant met jackets***



Figuur 5-7 ***Ontmoeting met een zuidwaarts varend schip bij de zuidwesthoek van kavel I, gezien vanuit een westwaarts door de corridor varend schip voor de 10 MW variant met monopiles***



Figuur 5-8 ***Aantallen schaduwstukken >10m, >20m en >30m voor de ontmoeting bij de zuidwesthoek gezien vanuit het westwaarts door de corridor varend schip voor beide varianten***



Figuur 5-9 ***Aantallen schaduwstukken >40m en >50m, en de maximale lengte van schaduwstukken voor de ontmoeting bij de zuidwesthoek gezien vanuit het westwaarts door de corridor varend schip voor beide varianten***

6 MAATREGELEN

6.1 Gebruik van AIS

Sinds 1 januari 2005 zijn alle zeevaartschepen boven de 300 GT (ongeveer 55 m) wettelijk verplicht om een AIS-transponder (Automatic Identification System) aan boord te hebben die de positie van het schip continu uitzendt. Recentere wetgeving legt ook kleinere schepen zoals vissers en recreatievaart de verplichting op om AIS te gebruiken. Schepen die in de buurt varen kunnen de uitgezonden signalen met hun eigen AIS ontvangen, waarmee de positie, koers en snelheid van het andere schip bekend wordt.
AIS, mits geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug (zoals radar en/of elektronische zeekaart) en uitgaande van goede regelmatige overdracht van signalen, biedt in dat geval extra mogelijkheden om het kruisende schip vroegtijdig te zien, temeer daar AIS minder storingsgevoelig is dan radar door de aanwezigheid van windturbines in het windpark.
De goede regelmatige overdracht van signalen is hierbij wel een vereiste, en deze kan in het geding komen als de bandbreedte vol raakt en er niet voldoende time-slots beschikbaar zijn om elke twee seconden een positie update te geven. Hierdoor kunnen de posities uit de AIS van zulke schepen op de navigatiehulpmiddelen afwijken van de werkelijkheid en van de radar-posities. Een gegarandeerde AIS-dekking op zowel A- en B-niveau en een goede, regelmatige overdracht van signalen is daarbij wel een vereiste, en deze kan in het geding komen als de bandbreedte vol raakt en er niet voldoende time-slots beschikbaar zijn om elke twee seconden een positie update te geven. Als de AIS dekking of capaciteit van infrastructuur niet voldoende is voor het scheepvaartaanbod, dan zullen de posities uit de AIS van schepen op de navigatiehulpmiddelen van alle gebruikers (zowel VTS/Kustwacht als varende schepen) niet correct zijn. In deze gevallen zal AIS haar updates prioriteren via haar eigen algoritmes. Hierdoor zullen sommige schepen niet meer worden weergegeven en zullen andere met een tijdsvertraging worden weergegeven; AIS wijkt dan af van de werkelijkheid en van de radar-posities.

De verwachting is dat AIS, vooral wanneer AIS is geïntegreerd in de navigatiehulpmiddelen op de scheepsbrug, de veiligheid op zee zal bevorderen. In het SAFESHIP-project en de harmonisatie van de aannamen ten behoeve van veiligheidsstudies voor windparken voor de Duitse autoriteiten [6] is geconcludeerd dat door AIS de kans dat een schip tegen een windturbine aanvaart (rammen) zal afnemen met 20%.
Inmiddels varen de meeste vissers met een AIS-transponder, en gaat ook het overige kleine verkeer (recreatie) steeds meer AIS gebruiken, juist vanwege het veiligheidsaspect (kleine schepen worden met correct werkende AIS infrastructuur "gezien" door grotere). Hierdoor zal het probleem van kruisende scheepvaart steeds minder groot worden, mits echter de positie-updates voor de kleinere schepen ook continu worden doorgegeven. Zoals boven beschreven is het niet gegarandeerd dat dit altijd het geval is.

Door AIS zal de kans op een aandrijving niet veranderen. Een hele kleine (eerder theoretische) reductie wordt verwacht doordat een te hulp geroepen sleepboot de positie van de drifter beter kent en ook doordat men met de AIS-data sneller in staat is de dichtstbijzijnde sleepboot naar de drifter te sturen.

6.2 Inzet van een ETV (Emergency Towing Vessel)

Zoals uit de berekeningen volgt, geeft aandrijven het grootste risico. Een aandrijving, als gevolg van een storing in de voortstuwing, wordt voorkomen wanneer het schip voor anker kan gaan of de storing op tijd verholpen wordt. Met deze processen is in de berekening rekening gehouden.
Een derde mogelijkheid waardoor de storing niet tot een aandrijving leidt is wanneer de drifter vroegtijdig wordt opgevangen door een sleepboot.

Een sleepboot van de Nederlandse overheid (ETV, Emergency Towing Vessel) wordt naar een drifter gestuurd zodra er een melding binnenkomt bij de Kustwacht. Een dergelijke ETV kan een aandrijving voorkomen wanneer het schip de drifter kan bereiken voordat een windturbine wordt geraakt. De reductie van het aantal aandrijvingen hangt sterk af van de positie van de ETV op het moment van de melding. De thuishaven van de ETV is Den Helder. Bij een windkracht vanaf 5 Beaufort kan de ETV op wacht liggen in het Texel-verkeersscheidingsstelsel, omdat bij deze weersomstandigheden de kans op een drifter relatief groot is, evenals de kans op een aandrijving omdat de driftsnelheid relatief groot is.

De plaats van de ETV bij het verkeersscheidingsstelsel is gebaseerd op het huidige gevaar van een drifter met het oog op de offshore olie- en gasplatforms. Wanneer er veel windparken gebouwd gaan worden zou de positie van de ETV bij slecht weer kunnen veranderen. Om deze reden is de ETV niet in de standaardberekening opgenomen.
Voor Hollandse Kust (zuid) is het effect van de ETV op het aantal aandrijvingen niet berekend. Het positioneren van de ETV in de buurt van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zal de aandrijvingskansen voor kavel I wel doen reduceren. Uit eerdere studies is gebleken dat dit kan leiden tot een reductie van meer dan 50% tot 80% (afhankelijk van de locatie van het windpark t.o.v. de positionering van de ETV).

7 CONCLUSIES

Voor twee windparkvarianten in kavel I van windenergiegebied Hollandse Kust (zuid) zijn berekeningen uitgevoerd naar de aanvaar- en aandrijfkansen van de turbines. Hierbij is uitgegaan van de situatie dat alle kavels in het windenergiegebied zijn bebouwd. Een analyse van de verkeersstromen maakt duidelijk dat dit uitgangspunt geen grote gevolgen heeft voor de resultaten. De verkeersstromen die door het gebied lopen en beïnvloed worden door aanwezigheid van windparken in de overige kavels, zijn relatief klein.

De bestudeerde varianten van kavel I betreffen een variant van 63 6 MW windturbines op jackets, en een variant van 38 10 MW turbines op een monopile. Schepen tot 24m zullen door de windparken mogen varen. Voor deze schepen zijn de aanvarings- en aandrijvginskansen apart berekend.
Onderstaande tabel (Tabel 5-2) geeft de totale kansen per variant. Voor de 6 MW variant zijn de kansen hoger dan voor de 10 MW variant. Dit komt zowel door het hogere aantal turbines als door het gebruik van jackets binnen de eerste variant.

De totale aanvaar- en aandrijffrequentie door verkeer groter dan 24m is 0.03489 voor de 6 MW variant, en 0.01808 voor de 10 MW variant. Dit is equivalent aan respectievelijk eens per 28.7 jaar en 55.3 jaar. Voor schepen kleiner dan 24m is de aanvaar- en aandrijffrequentie respectievelijk 0.01072 voor de 6 MW variant en 0.00364 voor de 10 MW variant, oftewel respectievelijk eens per 93.3 jaar en 274.7 jaar. Het energieniveau bij aanvaring is voor schepen kleiner dan 24m te laag om tot schade aan de windturbine te komen.
Van de aantallen ram-aanvaringen wordt in de berekeningen van de schade aangenomen dat 10% frontaal plaatsvindt, en 90% van de schepen slechts schampt. De frequentie van frontale ram-aanvaringen is dus een factor 10 lager dan van alle ram-aanvaringen in onderstaande tabel. Voor de 6 MW variant voor routegebonden schepen is dit dus bijvoorbeeld 0.000053 (eens per 18868 jaar).

Variant	Aantal turbines	Aantal aanvaringen (rammen) per jaar		Aantal aandrijvingen (driften) per jaar		Totaal aantal per jaar	Eens per … jaar
		R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Kavel I 6MW Schepen >24m	63	0.00053	0.01107	0.01901	0.00428	0.03489	28.7
Kavel I 6MW Schepen <24m	63	0.00000	0.00971	0.00000	0.00101	0.01072	93.3
Kavel I 10MW Schepen >24m	38	0.00023	0.00441	0.01112	0.00232	0.01808	55.3
Kavel I 10MW Schepen <24m	38	0.00000	0.00318	0.00000	0.00045	0.00364	274.7

Als gevolg van de 6 MW variant wordt eens per 719 jaar een uitstroom van olie verwacht, terwijl dit voor de 10 MW eens per 1259 jaar is. De kans op uitstroom van bunkerolie en ladingolie op het gehele NCP neemt als gevolg van het risico op aanvaring met een windturbine in kavel I toe met respectievelijk 0.28% en 0.16%.

De frequentie van de uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aanvaring/aandrijving van het windpark is weergegeven in de volgende Tabel (Tabel 5-7). De verwachte uitstroom is voor de 6 MW variant eens per 4843 jaar en voor de 10 MW variant eens per 8319 jaar.

Ecologische risico-indicator	Variant 6 MW	Variant 10 MW
Zeer hoog ecologisch risico	0.000058	0.000034
Hoog ecologisch risico	0.000014	0.000008
Gemiddeld ecologisch risico	0.000010	0.000006
Gering ecologisch risico	0.000079	0.000046
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000045	0.000026
Totaal	0.000206	0.000120
Eens in de … jaar	4843	8319

De kans op persoonlijk letsel bij een aanvaring en aandrijving is bijzonder klein. Bij de 6 MW variant is het verwachte gemiddelde aantal doden per jaar als gevolg van een aanvaring of aandrijving van een turbine 1.69×10^{-4}; het verwachte aantal doden voor de 10 MW variant is 9.4×10^{-5}.

REFERENTIES

[1] C. van der Tak, J.H. de Jong
Safety Management Assessment Ranking Tool (SMART)
8th International Symposium on Vessel Traffic Services 1996

[2] W.E. Walker, M. Pöyhönen, C. van der Tak, J.H. de Jong
POLSSS - Policy for Sea Shipping Safety, Executive Summary
RAND Europe and MARIN, December 1998

[3] C. van der Tak
Risico voor de scheepvaart bij aanwijzing windgebied “Hollandse Kust”
MARIN, 26455-2-MSCN-rev.4, 19 september 2013

[4] L. van Schaijk
Netwerkevaluatie Noordzee na invoering nieuwe stelsel
MARIN, 27918-1-MSCN-rev.2, 7 november 2014

[5] J. Barentse
Nadere toelichting: Gevolgen van aanvaringen door de windturbine-installatie Jacobs Comprimo Nederland, juli 2000

[6] Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
Abschlussberichts der Unterarbeitsgruppe "Parameter für Risikoanalysen"
BSH 2005

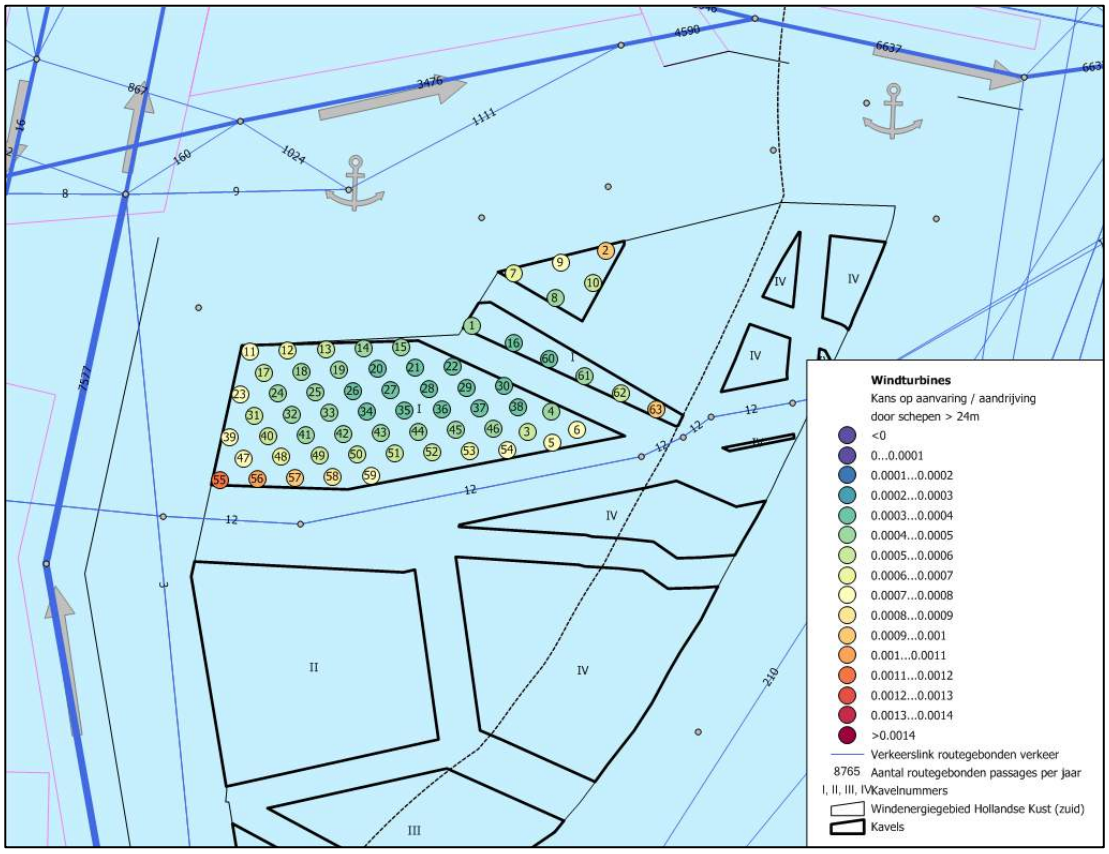
[7] Y. Koldenhof, C. van der Tak
Risico vervoer (milieu)gevaarlijke stoffen op zee
MARIN, 19287.630/4, juli 2004

[8] Verdrag inzake de Internationale Bepalingen ter voorkoming van aanvaringen op zee (COLREGs)
Londen, 1972

[9] L. van Schaijk
Actualisatie SAMSON – Niet-routegebonden verkeersdatabase
MARIN, 28556.602-1-MSCN-rev.0, 15 maart 2016

APPENDIX A1:

Resultaten kavel I variant 6 MW



Figuur A1-1 ***Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines voor kavel I variant 6 MW voor verkeer >24m***

Tabel A1-1 ***Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines kavel I variant 6 MW voor verkeer >24m***

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.HKZ_I_6MW	5223.6	403.5	0.000010	0.000059	0.000282	0.000066	0.000417	2397
002.HKZ_I_6MW	5225.0	407.4	0.000010	0.000582	0.000280	0.000094	0.000966	1036
003.HKZ_I_6MW	5221.7	405.2	0.000004	0.000218	0.000247	0.000078	0.000547	1829
004.HKZ_I_6MW	5222.1	405.9	0.000004	0.000127	0.000245	0.000080	0.000456	2193
005.HKZ_I_6MW	5221.5	405.9	0.000011	0.000416	0.000239	0.000084	0.000750	1334
006.HKZ_I_6MW	5221.8	406.6	0.000005	0.000392	0.000238	0.000090	0.000724	1381
007.HKZ_I_6MW	5224.5	404.7	0.000036	0.000263	0.000297	0.000076	0.000672	1488
008.HKZ_I_6MW	5224.1	405.9	0.000005	0.000093	0.000268	0.000078	0.000443	2256
009.HKZ_I_6MW	5224.8	406.1	0.000012	0.000321	0.000286	0.000083	0.000703	1422
010.HKZ_I_6MW	5224.4	407.0	0.000006	0.000183	0.000261	0.000084	0.000534	1873
011.HKZ_I_6MW	5223.1	357.1	0.000032	0.000268	0.000403	0.000063	0.000766	1306
012.HKZ_I_6MW	5223.1	358.1	0.000008	0.000183	0.000369	0.000061	0.000621	1611
013.HKZ_I_6MW	5223.1	359.2	0.000004	0.000120	0.000343	0.000063	0.000531	1884
014.HKZ_I_6MW	5223.2	400.3	0.000008	0.000077	0.000320	0.000062	0.000467	2142
015.HKZ_I_6MW	5223.2	401.4	0.000014	0.000051	0.000302	0.000062	0.000429	2330
016.HKZ_I_6MW	5223.3	404.7	0.000003	0.000022	0.000264	0.000067	0.000357	2803
017.HKZ_I_6MW	5222.7	357.4	0.000014	0.000122	0.000379	0.000062	0.000577	1732
018.HKZ_I_6MW	5222.7	358.6	0.000004	0.000064	0.000350	0.000060	0.000478	2092
019.HKZ_I_6MW	5222.8	359.6	0.000003	0.000041	0.000325	0.000060	0.000430	2326

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
020.HKZ_I_6MW	5222.8	400.7	0.000005	0.000029	0.000304	0.000060	0.000397	2518
021.HKZ_I_6MW	5222.8	401.9	0.000006	0.000021	0.000291	0.000060	0.000378	2645
022.HKZ_I_6MW	5222.9	402.9	0.000005	0.000016	0.000277	0.000059	0.000357	2800
023.HKZ_I_6MW	5222.3	356.8	0.000025	0.000259	0.000399	0.000062	0.000746	1341
024.HKZ_I_6MW	5222.3	357.8	0.000007	0.000054	0.000360	0.000058	0.000479	2088
025.HKZ_I_6MW	5222.4	359.0	0.000003	0.000025	0.000333	0.000057	0.000418	2394
026.HKZ_I_6MW	5222.4	400.1	0.000002	0.000017	0.000310	0.000058	0.000387	2581
027.HKZ_I_6MW	5222.4	401.1	0.000003	0.000016	0.000294	0.000056	0.000368	2716
028.HKZ_I_6MW	5222.5	402.3	0.000005	0.000019	0.000281	0.000061	0.000365	2739
029.HKZ_I_6MW	5222.5	403.4	0.000005	0.000022	0.000270	0.000063	0.000360	2778
030.HKZ_I_6MW	5222.5	404.4	0.000005	0.000028	0.000259	0.000067	0.000359	2783
031.HKZ_I_6MW	5221.9	357.2	0.000013	0.000125	0.000371	0.000060	0.000570	1756
032.HKZ_I_6MW	5221.9	358.3	0.000006	0.000040	0.000342	0.000058	0.000445	2246
033.HKZ_I_6MW	5222.0	359.4	0.000003	0.000034	0.000321	0.000060	0.000418	2392
034.HKZ_I_6MW	5222.0	400.5	0.000002	0.000030	0.000300	0.000059	0.000391	2560
035.HKZ_I_6MW	5222.0	401.6	0.000002	0.000034	0.000284	0.000060	0.000380	2629
036.HKZ_I_6MW	5222.1	402.6	0.000003	0.000041	0.000274	0.000062	0.000380	2631
037.HKZ_I_6MW	5222.1	403.8	0.000003	0.000053	0.000263	0.000065	0.000384	2604
038.HKZ_I_6MW	5222.2	404.9	0.000003	0.000072	0.000251	0.000072	0.000397	2522
039.HKZ_I_6MW	5221.5	356.5	0.000026	0.000266	0.000399	0.000064	0.000755	1324
040.HKZ_I_6MW	5221.5	357.6	0.000010	0.000108	0.000352	0.000063	0.000533	1875
041.HKZ_I_6MW	5221.6	358.7	0.000005	0.000094	0.000329	0.000062	0.000489	2044
042.HKZ_I_6MW	5221.6	359.8	0.000002	0.000079	0.000308	0.000064	0.000454	2202
043.HKZ_I_6MW	5221.6	400.9	0.000002	0.000071	0.000290	0.000064	0.000427	2342
044.HKZ_I_6MW	5221.7	402.0	0.000002	0.000089	0.000276	0.000065	0.000433	2310
045.HKZ_I_6MW	5221.7	403.1	0.000003	0.000113	0.000267	0.000068	0.000451	2217
046.HKZ_I_6MW	5221.8	404.2	0.000003	0.000145	0.000258	0.000072	0.000477	2096
047.HKZ_I_6MW	5221.1	356.9	0.000021	0.000261	0.000378	0.000065	0.000725	1380
048.HKZ_I_6MW	5221.2	358.0	0.000009	0.000239	0.000347	0.000064	0.000659	1518
049.HKZ_I_6MW	5221.2	359.1	0.000004	0.000210	0.000315	0.000065	0.000595	1681
050.HKZ_I_6MW	5221.3	400.2	0.000003	0.000180	0.000298	0.000067	0.000548	1824
051.HKZ_I_6MW	5221.3	401.3	0.000003	0.000177	0.000285	0.000066	0.000531	1883
052.HKZ_I_6MW	5221.3	402.4	0.000004	0.000224	0.000271	0.000068	0.000567	1763
053.HKZ_I_6MW	5221.4	403.5	0.000006	0.000287	0.000263	0.000071	0.000627	1595
054.HKZ_I_6MW	5221.4	404.6	0.000009	0.000368	0.000251	0.000076	0.000705	1419
055.HKZ_I_6MW	5220.7	356.2	0.000054	0.000673	0.000399	0.000068	0.001195	837
056.HKZ_I_6MW	5220.8	357.3	0.000021	0.000609	0.000353	0.000068	0.001052	951
057.HKZ_I_6MW	5220.8	358.4	0.000010	0.000540	0.000331	0.000068	0.000949	1053
058.HKZ_I_6MW	5220.9	359.5	0.000009	0.000473	0.000313	0.000069	0.000864	1158
059.HKZ_I_6MW	5220.9	400.6	0.000012	0.000402	0.000293	0.000066	0.000773	1293
060.HKZ_I_6MW	5223.0	405.8	0.000003	0.000022	0.000252	0.000070	0.000347	2881
061.HKZ_I_6MW	5222.7	406.8	0.000001	0.000110	0.000241	0.000077	0.000430	2328
062.HKZ_I_6MW	5222.4	407.9	0.000002	0.000227	0.000237	0.000089	0.000555	1802
063.HKZ_I_6MW	5222.1	408.9	0.000004	0.000563	0.000225	0.000111	0.000903	1107
Totaal per jaar			0.000528	0.011068	0.019013	0.004282	0.034890	29
Dit is eens in .. jaar			1893	90	53	234	29	

Tabel A1-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor kavel I variant 6 MW

Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar
R-schepen	0.000528	1894	0.019009	53	0.019537	51
N-schepen >24m	0.011068	90	0.004282	234	0.015350	65
Totaal schepen >24m	0.011596	86	0.023291	43	0.034887	29
N-schepen <24m	0.009710	103	0.001011	989	0.010721	93

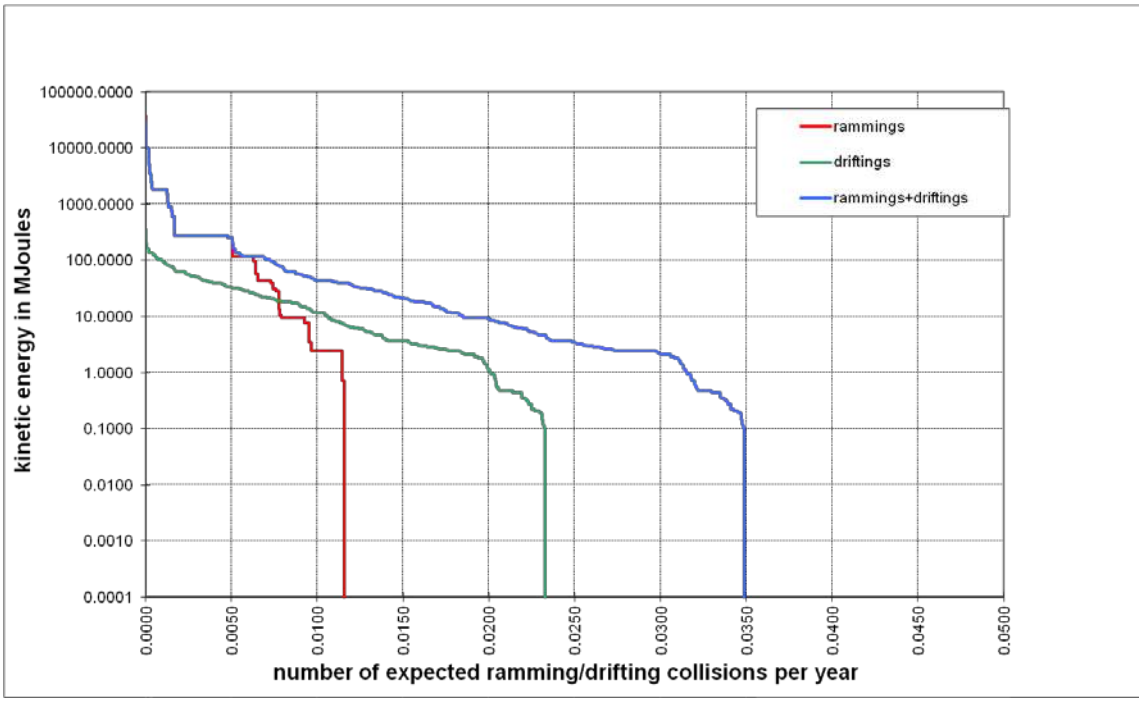
Tabel A1-3 Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000008	0.001662	0.000074	0.001744
Chemicaliëntanker	0.000006	0.003699	0.000060	0.003765
Gastanker	0.000001	0.000341	0.000006	0.000348
Container+ RoRo	0.000024	0.006122	0.000223	0.006369
Ferry	0.000001	0.000173	0.000018	0.000192
Overige R-schepen	0.000009	0.006756	0.000356	0.007121
N-schepen >24m	0.000121	0.000217	0.015012	0.015350
Alle schepen >24m	0.000170	0.018970	0.015749	0.034889
N-schepen <24m	0.000000	0.000000	0.010721	0.010721

Tabel A1-4 Schade aan het totale windpark in kavel I variant 6 MW

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de … jaar
	frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0.000000	0.001423	0.000000	0.014267	0.000903	0.005020	0.000903	0.020709	0.021612	46
Scheef	0.000000	0.000163	0.000000	0.000285	0.008502	0.000201	0.008502	0.000649	0.009151	109
Omvallen	0.000047	0.000470	0.000431	0.004055	0.009609	0.000072	0.010087	0.004597	0.014684	68
GosMos[1]	0.000005	0.000048	0.000044	0.000322	0.000000	0.000000	0.000049	0.000369	0.000418	2390
Totaal	0.000053	0.002103	0.000474	0.018929	0.019014	0.005293	0.019541	0.026325	0.045866	22

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming



Figuur A1-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer >24m)***

Tabel A1-5 ***Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor alle windturbines van kavel I variant 6 MW***

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	20.3%	20.3%	0.3%	8.9%	9.2%	0.3%	29.3%	29.5%
1-3	0.0%	5.2%	5.2%	6.7%	1.9%	8.6%	6.7%	7.1%	13.8%
3-5	0.0%	0.3%	0.3%	6.6%	0.0%	6.6%	6.6%	0.3%	6.8%
5-10	0.0%	3.6%	3.6%	5.3%	0.4%	5.7%	5.3%	4.0%	9.3%
10-15	0.0%	0.3%	0.3%	3.1%	0.3%	3.4%	3.1%	0.6%	3.7%
15-50	0.0%	2.7%	2.7%	13.1%	0.0%	13.1%	13.1%	2.7%	15.8%
50-100	0.0%	0.6%	0.6%	4.6%	0.0%	4.6%	4.6%	0.6%	5.2%
100-200	0.1%	2.6%	2.7%	2.0%	0.0%	2.0%	2.1%	2.6%	4.7%
>200	1.0%	10.0%	11.0%	0.1%	0.0%	0.1%	1.1%	10.0%	11.1%
Totaal	1.2%	45.6%	46.7%	41.7%	11.6%	53.3%	42.8%	57.2%	100.0%

Tabel A1-6 ***Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine***

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Kavel I variant 6 MW		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000002	625361	0.000
20-150	0.000927	1078	0.083
150-750	0.000283	3534	0.101
750-3000	0.000092	10853	0.115
3000-10000	0.000018	57103	0.080
Totaal	0.001321	757	0.379

Tabel A1-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Uitstroom van ladingolie in m^3	Kavel I variant 6 MW		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000001	971465	0.000
750-3000	0.000007	135108	0.015
3000-10000	0.000025	39520	0.142
10000-30000	0.000026	38802	0.399
30000-100000	0.000009	112956	0.411
Totaal	0.000069	14432	1.090

Tabel A1-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine

Kavel I variant 6 MW	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de … jaar
	0.001321	757	0.379	0.000069	14432	1.090	719

Tabel A1-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine

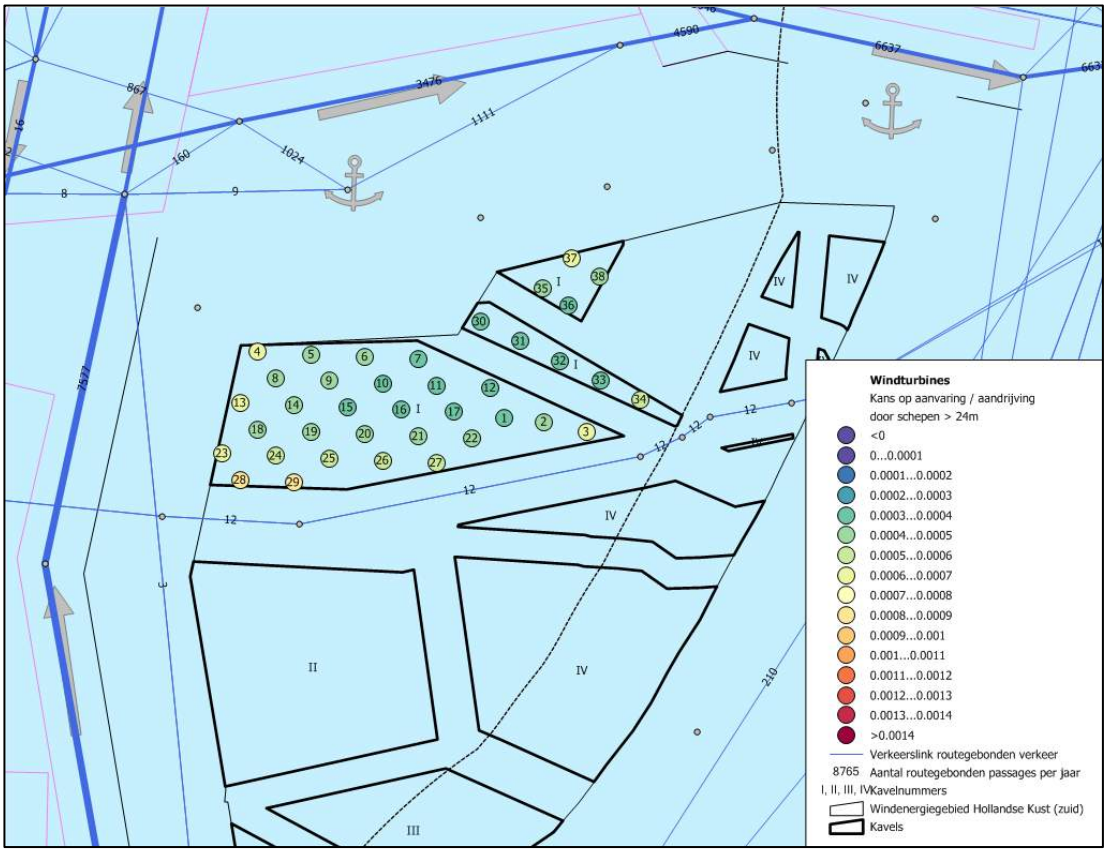
Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000058
Hoog ecologisch risico	0.000014
Gemiddeld ecologisch risico	0.000010
Gering ecologisch risico	0.000079
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000045
Totaal	0.000206
Eens in de … jaar	4843

Tabel A1-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de …jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de … jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0.000001	0.000007	126422	1.15	0.000009	
Chemicaliëntanker	0.000001	0.000005	165837	1.50	0.000009	
Gastanker	0.000000	0.000001	1428571	0.93	0.000001	
Container + RoRo	0.000002	0.000022	40891	1.79	0.000044	2000000
Ferry	0.000000	0.000001	1428571	54.13	0.000038	1428571
Overige R-schepen	0.000001	0.000008	108401	1.02	0.000009	
N-schepen	0.000023	0.000099	8236	0.49	0.000059	
Totaal	0.000028	0.000142	5867	0.99	0.000169	833333

APPENDIX A2:

Resultaten kavel I variant 10 MW



Figuur A2-1 ***Lay-out en aanvaar- en aandrijfkansen turbines kavel I variant 10 MW voor verkeer >24m***

Tabel A2-1 ***Locatie, aanvaar- en aandrijfkansen turbines kavel I variant 10 MW voor verkeer >24m***

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
001.HKZ_I_10MW	5221.9	404.5	0.000002	0.000078	0.000244	0.000064	0.000388	2576
002.HKZ_I_10MW	5221.9	405.7	0.000002	0.000130	0.000235	0.000070	0.000438	2286
003.HKZ_I_10MW	5221.7	406.9	0.000004	0.000340	0.000225	0.000082	0.000652	1533
004.HKZ_I_10MW	5223.1	357.3	0.000019	0.000173	0.000382	0.000056	0.000630	1587
005.HKZ_I_10MW	5223.0	358.9	0.000003	0.000090	0.000344	0.000054	0.000492	2033
006.HKZ_I_10MW	5223.0	400.4	0.000004	0.000050	0.000309	0.000055	0.000418	2395
007.HKZ_I_10MW	5223.0	402.0	0.000006	0.000025	0.000286	0.000054	0.000370	2701
008.HKZ_I_10MW	5222.6	357.8	0.000007	0.000054	0.000359	0.000053	0.000474	2111
009.HKZ_I_10MW	5222.6	359.4	0.000002	0.000034	0.000320	0.000053	0.000409	2443
010.HKZ_I_10MW	5222.5	401.0	0.000002	0.000019	0.000293	0.000053	0.000367	2724
011.HKZ_I_10MW	5222.5	402.5	0.000003	0.000017	0.000274	0.000054	0.000348	2877
012.HKZ_I_10MW	5222.5	404.1	0.000004	0.000023	0.000253	0.000060	0.000339	2946
013.HKZ_I_10MW	5222.1	356.8	0.000018	0.000168	0.000377	0.000056	0.000619	1615
014.HKZ_I_10MW	5222.1	358.4	0.000004	0.000027	0.000337	0.000053	0.000421	2373
015.HKZ_I_10MW	5222.1	359.9	0.000002	0.000030	0.000304	0.000054	0.000390	2567
016.HKZ_I_10MW	5222.1	401.5	0.000002	0.000033	0.000281	0.000054	0.000369	2709
017.HKZ_I_10MW	5222.0	403.1	0.000002	0.000040	0.000258	0.000057	0.000356	2806
018.HKZ_I_10MW	5221.7	357.3	0.000011	0.000067	0.000356	0.000054	0.000486	2056

Windturbine	Positie		Rammen		Driften		Totaal	Eens in de … jaar
	NB ggmm.m	OL ggmm.m	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
019.HKZ_I_10MW	5221.6	358.9	0.000003	0.000066	0.000320	0.000056	0.000446	2244
020.HKZ_I_10MW	5221.6	400.5	0.000001	0.000063	0.000293	0.000057	0.000414	2414
021.HKZ_I_10MW	5221.6	402.0	0.000002	0.000084	0.000271	0.000057	0.000414	2415
022.HKZ_I_10MW	5221.6	403.6	0.000003	0.000128	0.000251	0.000061	0.000442	2261
023.HKZ_I_10MW	5221.2	356.3	0.000028	0.000211	0.000400	0.000057	0.000696	1437
024.HKZ_I_10MW	5221.2	357.8	0.000008	0.000163	0.000342	0.000056	0.000570	1756
025.HKZ_I_10MW	5221.2	359.4	0.000003	0.000161	0.000306	0.000059	0.000529	1889
026.HKZ_I_10MW	5221.2	401.0	0.000003	0.000157	0.000283	0.000059	0.000502	1993
027.HKZ_I_10MW	5221.1	402.6	0.000007	0.000241	0.000265	0.000059	0.000571	1750
028.HKZ_I_10MW	5220.8	356.8	0.000027	0.000442	0.000364	0.000060	0.000893	1120
029.HKZ_I_10MW	5220.7	358.4	0.000010	0.000440	0.000329	0.000061	0.000840	1191
030.HKZ_I_10MW	5223.7	403.8	0.000008	0.000040	0.000270	0.000058	0.000377	2653
031.HKZ_I_10MW	5223.3	404.9	0.000002	0.000020	0.000254	0.000062	0.000338	2959
032.HKZ_I_10MW	5223.0	406.1	0.000002	0.000024	0.000241	0.000067	0.000335	2984
033.HKZ_I_10MW	5222.7	407.3	0.000001	0.000061	0.000231	0.000077	0.000370	2701
034.HKZ_I_10MW	5222.3	408.5	0.000002	0.000186	0.000222	0.000091	0.000501	1996
035.HKZ_I_10MW	5224.3	405.6	0.000006	0.000095	0.000266	0.000068	0.000436	2296
036.HKZ_I_10MW	5224.0	406.3	0.000003	0.000052	0.000253	0.000069	0.000377	2656
037.HKZ_I_10MW	5224.8	406.4	0.000010	0.000257	0.000275	0.000078	0.000621	1610
038.HKZ_I_10MW	5224.5	407.2	0.000006	0.000119	0.000255	0.000076	0.000455	2197
Totaal per jaar			0.000235	0.004408	0.011126	0.002325	0.018093	55
Dit is eens in .. jaar			4260	227	90	430	55	

Tabel A2-2 Totaal aantal aanvaringen/aandrijvingen voor kavel I variant 10 MW

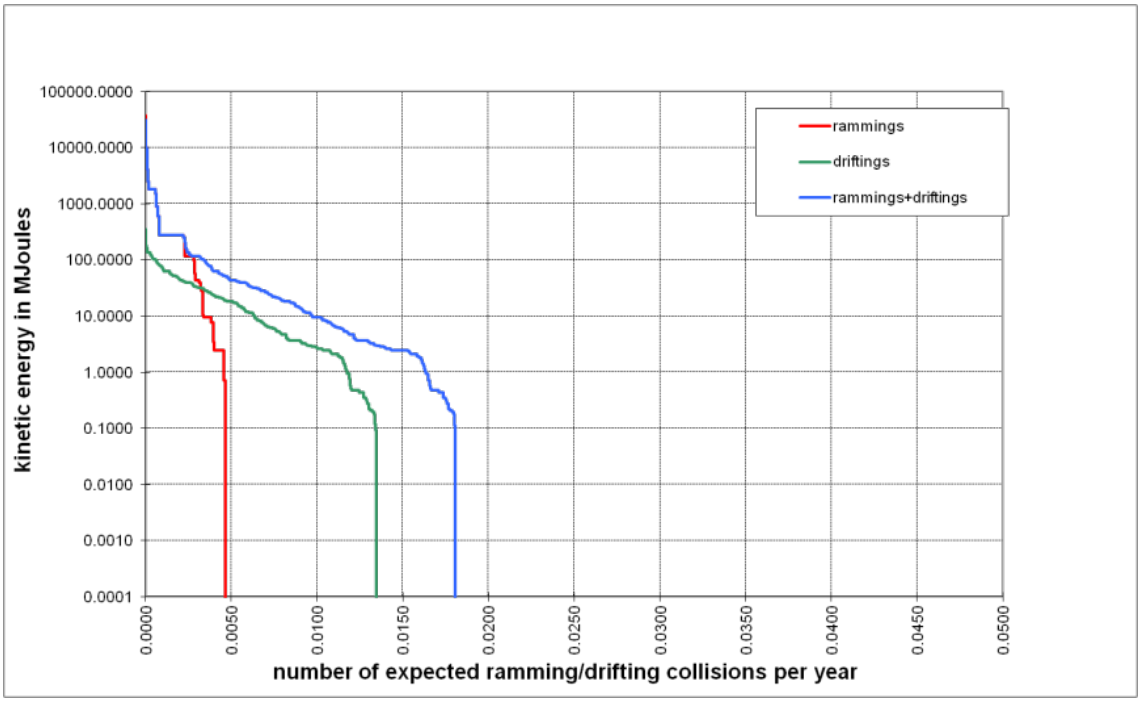
Scheepstype	Rammen		Driften		Totaal	
	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar	Aantal per jaar	Eens in de … jaar
R-schepen	0.000231	4329	0.011120	90	0.011351	88
N-schepen >24m	0.004407	227	0.002323	430	0.006730	149
Totaal schepen >24m	0.004638	216	0.013443	74	0.018081	55
N-schepen <24m	0.003182	314	0.000453	2205	0.003635	275

Tabel A2-3 ***Kans op een bepaalde schade soort veroorzaakt door de verschillende scheepstypen***

Scheepstype	Soort schade			Totaal
	GosMos[1]	schade aan scheepshuid	geen schade	
Olietanker	0.000003	0.001001	0.000033	0.001037
Chemicaliëntanker	0.000002	0.002173	0.000025	0.002200
Gastanker	0.000000	0.000191	0.000005	0.000196
Container+ RoRo	0.000012	0.003638	0.000112	0.003762
Ferry	0.000000	0.000107	0.000008	0.000115
Overige R-schepen	0.000003	0.003878	0.000166	0.004047
N-schepen	0.000054	0.000130	0.006549	0.006733
Alle schepen >24m	0.000076	0.011118	0.006896	0.018090
N-schepen <24m	0.000000	0.000000	0.003635	0.003635

Tabel A2-4 ***Schade aan het totale windpark kavel I variant 10 MW***

Schade aan turbine	Rammen				Driften		Totaal		Aantal per jaar	Eens in de … jaar
	Frontaal		Schampen							
	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen	R-schepen	N-schepen		
Geen	0.000000	0.000470	0.000000	0.004848	0.000488	0.002613	0.000488	0.007931	0.008419	119
Scheef	0.000000	0.000069	0.000000	0.000119	0.004857	0.000120	0.004857	0.000308	0.005165	194
Omvallen	0.000021	0.000210	0.000192	0.001822	0.005780	0.000043	0.005993	0.002075	0.008068	124
GosMos[1]	0.000002	0.000021	0.000020	0.000145	0.000000	0.000000	0.000022	0.000166	0.000189	5303
Totaal	0.000024	0.000770	0.000212	0.006934	0.011125	0.002776	0.011360	0.010481	0.021841	46



Figuur A2-2 ***Totale aanvaringsfrequentie per jaar boven een bepaald kinetisch energieniveau (routegebonden en niet-routegebonden verkeer >24m)***

[1] Gondel en mastdeel vallen op schip na plastische vervorming

Tabel A2-5 Verdeling aanvaar- en aandrijfkansen over de scheepstypen en energieklassen voor kavel I variant 10 MW

Kinetische energie in MJ	Rammen			Driften			Totaal		
	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal	R-schepen	N-schepen	Totaal
<1	0.0%	14.0%	14.0%	0.3%	9.5%	9.8%	0.3%	23.5%	23.8%
1-3	0.0%	3.7%	3.7%	7.9%	2.3%	10.2%	7.9%	6.0%	13.8%
3-5	0.0%	0.2%	0.2%	7.8%	0.0%	7.8%	7.8%	0.2%	8.0%
5-10	0.0%	2.6%	2.6%	6.4%	0.5%	6.9%	6.4%	3.1%	9.5%
10-15	0.0%	0.2%	0.2%	3.8%	0.4%	4.2%	3.8%	0.6%	4.4%
15-50	0.0%	1.9%	1.9%	16.5%	0.1%	16.6%	16.5%	2.0%	18.5%
50-100	0.0%	0.5%	0.5%	5.8%	0.0%	5.8%	5.8%	0.5%	6.3%
100-200	0.1%	2.3%	2.4%	2.6%	0.0%	2.6%	2.7%	2.3%	4.9%
>200	1.0%	9.6%	10.6%	0.1%	0.0%	0.1%	1.1%	9.6%	10.7%
Totaal	1.1%	35.0%	36.0%	51.2%	12.8%	64.0%	52.3%	47.7%	100.0%

Tabel A2-6 Frequentie en volume van een uitstroom van bunkerolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Uitstroom van bunkerolie in m^3	Kavel I variant 10 MW		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
0.01-20	0.000001	1161838	0.000
20-150	0.000521	1921	0.047
150-750	0.000166	6039	0.060
750-3000	0.000055	18105	0.069
3000-10000	0.000011	94337	0.049
Totaal	0.000753	1328	0.224

Tabel A2-7 Frequentie en volume van een uitstroom van ladingolie als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Uitstroom van ladingolie in m^3	Kavel I variant 10 MW		
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3
20-150	0.000000		0.000
150-750	0.000001	1716664	0.000
750-3000	0.000004	227738	0.009
3000-10000	0.000015	66422	0.085
10000-30000	0.000016	64467	0.240
30000-100000	0.000005	186823	0.249
Totaal	0.000041	24116	0.659

Tabel A2-8 Uitstroom van ladingolie en bunkerolie als gevolg van een aandrijving met een windturbine

Kavel I variant 10 MW	Bunkerolie			Ladingolie			Totaal
	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Frequentie	Eens in de …. jaar	Gemiddelde uitstroom per jaar in m^3	Eens in de … jaar
	0.000753	1328	0.224	0.000041	24116	0.659	1259

Tabel A2-9 Frequentie van uitstroom van chemicaliën als gevolg van een aandrijving van een windturbine

Ecologische risico-indicator	
Zeer hoog ecologisch risico	0.000034
Hoog ecologisch risico	0.000008
Gemiddeld ecologisch risico	0.000006
Gering ecologisch risico	0.000046
Verwaarloosbaar ecologisch risico	0.000026
Totaal	0.000120
Eens in de … jaar	8319

Tabel A2-10 Overlijdensrisico bij aanvaren en aandrijven van een windturbine waarbij de mast met gondel op het schip valt

Scheepstype	Aanvaringstype Aantal per jaar		Samen eens in de …jaar	Directe doden		Groepsrisico
	Frontaal	Schampen		Gemiddeld aantal doden per keer	Gemiddeld aantal doden per jaar	Eens in de … jaar meer dan 10 doden
Olietanker	0.000000	0.000003	289436	1.59	0.000005	
Chemicaliëntanker	0.000000	0.000002	443459	1.69	0.000004	
Gastanker	0.000000	0.000000	3333333	1.35	0.000000	
Container + RoRo	0.000001	0.000011	82645	2.28	0.000028	5000000
Ferry	0.000000	0.000000	3333333	72.93	0.000022	3333333
Overige R-schepen	0.000000	0.000003	287770	1.28	0.000004	
N-schepen	0.000010	0.000044	18466	0.57	0.000031	
Totaal	0.000012	0.000064	13151	1.24	0.000094	2000000

BIJLAGE 12.1

BEREKENINGEN WINDPRO – MINIMUMALTERNATIEF



Project:
715082

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Main Result

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,234 kg/m³
Air density relative to standard	100,8 %
Hub altitude above sea level (asl)	102,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,3 °C
Pressure at WTGs	1.000,8 hPa

Wake Model Parameters

From angle [°]	To angle [°]	Terrain type	Wake decay constant
-180,0	180,0	Offshore & Water areas	0,040

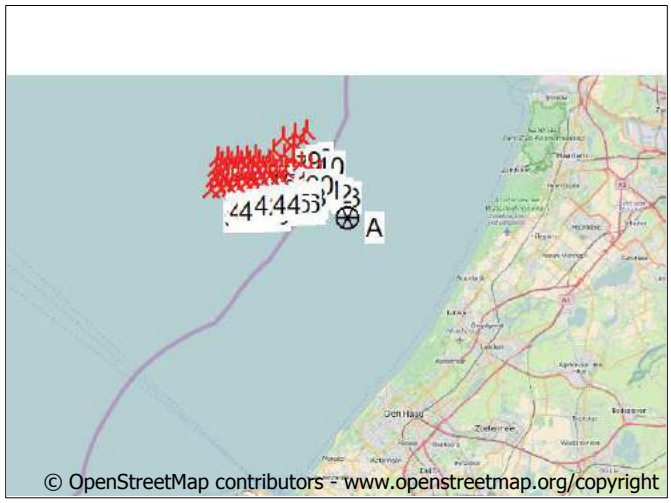
Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics NL EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m.wws

WAsP version WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100



Scale 1:1.000.000

New WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain UTM (north)-ETRS89 Zone: 31

	Easting	Northing	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	582.068	5.796.386	Site data: Hollandse Kust Zuid	WAsP (WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100)	5.718	8,4	-1,0

Calculated Annual Energy for Wind Farm

	Specific results¤)						
WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
Wind farm	1.441.736,1	1.614.966,3	89,3	43,5	22.884,7	3.814	8,4

¤) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 63 new WTGs with total 378,0 MW rated power

		WTG type						Power curve		Annual Energy	Park		
	Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean wind speed [m/s]
1	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.596,7	91,98	44,9	8,42
2	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	24.339,1	94,99	46,3	8,42
3	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.861,8	88,93	43,5	8,44
4	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.022,8	89,57	43,8	8,44
5	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.712,2	92,22	45,1	8,44
6	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.671,4	92,06	45,0	8,44
7	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	24.209,4	94,46	46,0	8,42
8	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.868,5	93,04	45,4	8,43
9	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	24.147,6	94,22	45,9	8,42
10	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	24.024,8	93,68	45,7	8,43
11	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	24.201,3	94,87	46,0	8,38
12	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.267,7	91,06	44,2	8,39
13	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.848,1	89,31	43,4	8,40
14	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.661,3	88,49	43,1	8,41
15	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.725,9	88,65	43,2	8,42
16	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.389,4	91,11	44,5	8,43
17	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.158,9	90,69	44,0	8,39
18	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.412,4	87,64	42,6	8,40
19	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.074,9	86,22	42,0	8,41
20	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.010,5	85,88	41,8	8,41
21	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.146,9	86,34	42,1	8,42
22	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.473,0	87,55	42,7	8,43
23	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.757,3	93,10	45,2	8,38

To be continued on next page...

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Main Result

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I

...continued from previous page

		WTG type							Power curve		Annual Energy	Park		
	Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Displacement height	Creator	Name	Result	Efficiency	Capacity factor	Mean wind speed
					[kW]	[m]	[m]	[m]			[MWh]	[%]	[%]	[m/s]
24	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.518,2	88,09	42,8	8,39
25	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.966,2	85,83	41,8	8,40
26	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.742,4	84,86	41,3	8,41
27	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.764,3	84,86	41,4	8,42
28	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.906,7	85,35	41,7	8,42
29	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.190,4	86,41	42,2	8,43
30	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.613,5	88,03	43,0	8,43
31	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.946,2	89,83	43,6	8,39
32	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.136,9	86,54	42,1	8,40
33	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.768,6	84,99	41,4	8,41
34	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.691,0	84,60	41,2	8,41
35	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.776,6	84,85	41,4	8,42
36	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.985,5	85,61	41,8	8,43
37	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.233,3	86,54	42,3	8,43
38	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.574,4	87,85	42,9	8,43
39	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.818,3	93,33	45,3	8,38
40	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.610,6	88,44	43,0	8,39
41	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.107,4	86,36	42,0	8,40
42	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.894,0	85,42	41,6	8,41
43	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	21.901,0	85,36	41,6	8,42
44	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.057,5	85,90	41,9	8,43
45	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.324,7	86,89	42,4	8,43
46	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.503,3	87,55	42,8	8,43
47	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.290,5	91,18	44,3	8,39
48	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.617,7	88,40	43,0	8,40
49	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.358,8	87,28	42,5	8,41
50	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.320,8	87,04	42,4	8,42
51	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.467,2	87,52	42,7	8,42
52	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	22.898,9	89,14	43,5	8,43
53	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.115,4	89,94	43,9	8,43
54	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.320,5	90,72	44,3	8,44
55	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	24.313,0	95,27	46,2	8,38
56	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.576,2	92,22	44,8	8,39
57	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.263,6	90,86	44,2	8,40
58	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.122,8	90,20	44,0	8,41
59	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.211,0	90,46	44,1	8,42
60	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.519,3	91,57	44,7	8,43
61	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	23.784,7	92,57	45,2	8,44
62	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	24.194,9	94,14	46,0	8,44
63	A	No	Siemens	SWT-6.0-154-6.000	6.000	154,0	102,0	0,0	USER	SWT-6.0-154	24.747,9	96,29	47,1	8,44

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. Additional losses and uncertainty must be considered for an investment decision.

WTG siting

		UTM (north)-ETRS89 Zone: 31			
		Easting	Northing	Z [m]	Row data/Description
1	New	572.018	5.805.304	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (819)
2	New	576.355	5.807.933	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (824)
3	New	573.959	5.801.836	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (825)
4	New	574.729	5.802.537	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (826)
5	New	574.775	5.801.503	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (827)
6	New	575.610	5.801.955	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (828)
7	New	573.333	5.807.065	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (829)
8	New	574.727	5.806.305	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (830)
9	New	574.875	5.807.488	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (831)
10	New	575.975	5.806.847	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (832)
11	New	564.693	5.804.192	0,0	87,1°, 1.248,2 m
12	New	565.938	5.804.272	0,0	
13	New	567.184	5.804.353	0,0	
14	New	568.430	5.804.433	0,0	
15	New	569.675	5.804.514	0,0	
16	New	573.404	5.804.759	0,0	Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! hub: 102,0 m (TOT: 179,0 m) (842)

To be continued on next page...

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com

PARK - Main Result

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I

...continued from previous page

UTM (north)-ETRS89 Zone: 31

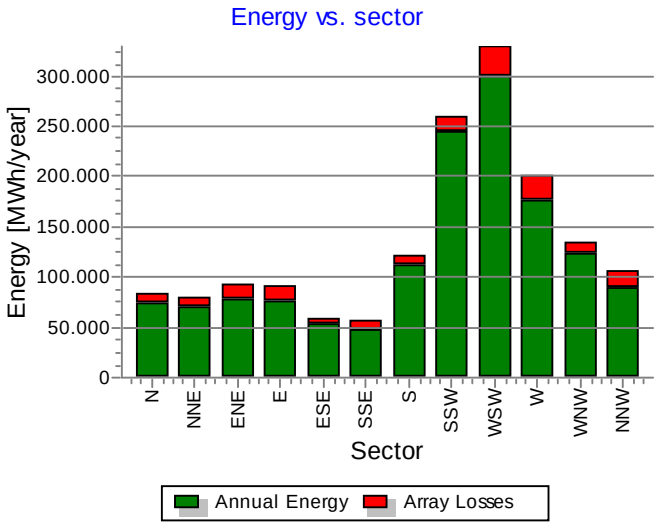
		Easting	Northing	Z [m]	Row data/Description
17	New	565.171	5.803.518	0,0	87,1°, 1.248,2 m
18	New	566.417	5.803.598	0,0	
19	New	567.662	5.803.679	0,0	
20	New	568.908	5.803.760	0,0	
21	New	570.154	5.803.841	0,0	
22	New	571.399	5.803.922	0,0	
23	New	564.405	5.802.764	0,0	87,1°, 1.248,2 m
24	New	565.651	5.802.844	0,0	
25	New	566.896	5.802.924	0,0	
26	New	568.142	5.803.005	0,0	
27	New	569.387	5.803.086	0,0	
28	New	570.633	5.803.167	0,0	
29	New	571.879	5.803.249	0,0	
30	New	573.124	5.803.331	0,0	
31	New	564.883	5.802.090	0,0	87,1°, 1.248,2 m
32	New	566.129	5.802.170	0,0	
33	New	567.375	5.802.251	0,0	
34	New	568.620	5.802.331	0,0	
35	New	569.866	5.802.412	0,0	
36	New	571.111	5.802.494	0,0	
37	New	572.357	5.802.576	0,0	
38	New	573.603	5.802.658	0,0	
39	New	564.117	5.801.336	0,0	87,1°, 1.248,2 m
40	New	565.363	5.801.416	0,0	
41	New	566.608	5.801.496	0,0	
42	New	567.854	5.801.577	0,0	
43	New	569.100	5.801.658	0,0	
44	New	570.345	5.801.739	0,0	
45	New	571.591	5.801.820	0,0	
46	New	572.836	5.801.902	0,0	
47	New	564.595	5.800.662	0,0	87,1°, 1.248,2 m
48	New	565.841	5.800.742	0,0	
49	New	567.087	5.800.822	0,0	
50	New	568.332	5.800.903	0,0	
51	New	569.578	5.800.984	0,0	
52	New	570.824	5.801.065	0,0	
53	New	572.069	5.801.147	0,0	
54	New	573.315	5.801.229	0,0	
55	New	563.829	5.799.908	0,0	87,1°, 1.248,2 m
56	New	565.075	5.799.988	0,0	
57	New	566.321	5.800.068	0,0	
58	New	567.566	5.800.149	0,0	
59	New	568.812	5.800.229	0,0	
60	New	574.588	5.804.287	0,0	114,5°, 1.312,0 m
61	New	575.791	5.803.763	0,0	
62	New	576.994	5.803.239	0,0	
63	New	578.197	5.802.715	0,0	

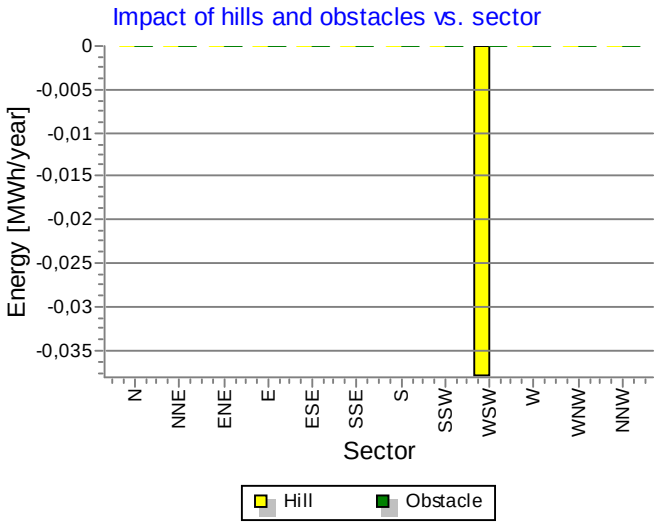
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Production Analysis

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I**WTG:** All new WTGs, Air density 1,237 kg/m³
Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	83.016,5	80.546,8	92.956,4	91.127,9	59.113,3	56.960,3	120.918,6	260.526,1	329.851,0	200.530,5	133.760,0	105.659,2	1.614.966,1
-Decrease due to array losses	[MWh]	8.435,5	9.700,1	14.869,5	15.706,4	6.770,9	9.895,4	8.457,3	16.663,7	31.064,2	23.954,7	11.120,5	16.592,0	173.230,4
Resulting energy	**[MWh]**	**74.581,0**	**70.846,6**	**78.086,9**	**75.421,5**	**52.342,4**	**47.064,9**	**112.461,2**	**243.862,4**	**298.786,8**	**176.575,8**	**122.639,5**	**89.067,2**	**1.441.735,5**
Specific energy	[kWh/m²]													1.229
Specific energy	[kWh/kW]													3.814
Decrease due to array losses	[%]	10,2	12,0	16,0	17,2	11,5	17,4	7,0	6,4	9,4	11,9	8,3	15,7	10,73
Utilization	[%]	29,8	30,7	28,0	27,4	30,6	26,4	21,6	18,0	17,8	18,7	22,7	23,8	21,2
Operational	[Hours/year]	578	556	561	552	412	389	598	1.058	1.379	967	742	651	8.444
Full Load Equivalent	[Hours/year]	197	187	207	200	138	125	298	645	790	467	324	236	3.814





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I**WTG:** 1 - Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! SWT-6.0-154, Hub height: 102,0 m

Name: SWT-6.0-154
Source: Standard PC and Ct Fryslan offshore wind farm, Siemens Doc E-R-WP-CTO-400000-9504-00

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
11-7-2013	USER	21-4-2015	21-4-2015	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,32

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	9.537	14.649	19.654	24.160	27.993	31.082
Siemens SWT-6.0-154 6000 154.0 !O! SWT-6.0-154	[MWh]	9.360	14.342	19.280	23.759	27.577	30.641
Check value	[%]	2	2	2	2	2	1

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

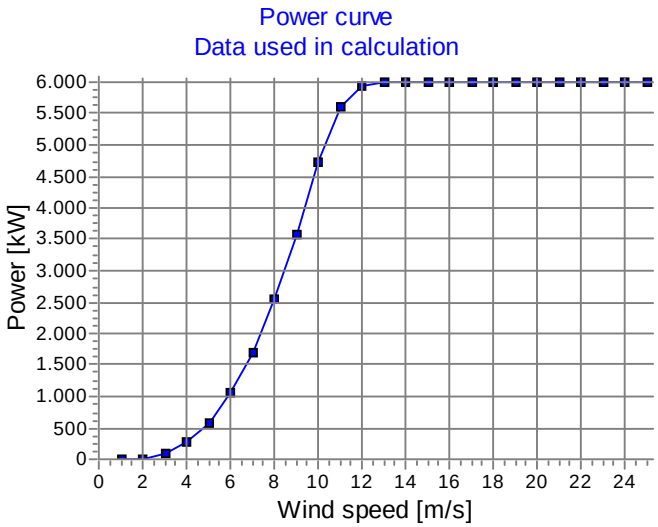
Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

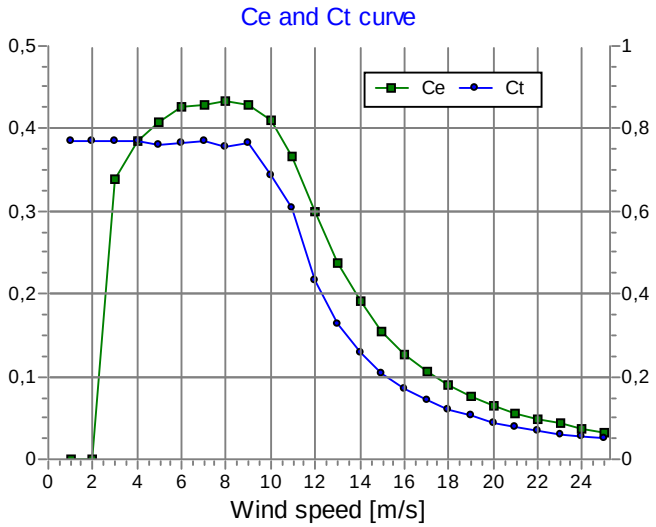
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	104,0	0,34	3,0	0,77
4,0	281,0	0,38	4,0	0,77
5,0	580,0	0,41	5,0	0,76
6,0	1.048,0	0,43	6,0	0,76
7,0	1.677,0	0,43	7,0	0,77
8,0	2.527,0	0,43	8,0	0,76
9,0	3.562,0	0,43	9,0	0,76
10,0	4.695,0	0,41	10,0	0,69
11,0	5.594,0	0,37	11,0	0,61
12,0	5.929,0	0,30	12,0	0,43
13,0	5.992,0	0,24	13,0	0,33
14,0	5.999,0	0,19	14,0	0,26
15,0	6.000,0	0,16	15,0	0,21
16,0	6.000,0	0,13	16,0	0,17
17,0	6.000,0	0,11	17,0	0,14
18,0	6.000,0	0,09	18,0	0,12
19,0	6.000,0	0,08	19,0	0,10
20,0	6.000,0	0,07	20,0	0,09
21,0	6.000,0	0,06	21,0	0,08
22,0	6.000,0	0,05	22,0	0,07
23,0	6.000,0	0,04	23,0	0,06
24,0	6.000,0	0,04	24,0	0,05
25,0	6.000,0	0,03	25,0	0,05

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,234 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	2,9	2,9	0,0
3,0	105,3	0,34	2,50- 3,50	52,5	55,4	0,2
4,0	283,9	0,39	3,50- 4,50	189,5	244,9	1,0
5,0	585,8	0,41	4,50- 5,50	444,0	689,0	2,9
6,0	1.057,3	0,43	5,50- 6,50	846,7	1.535,6	6,5
7,0	1.691,6	0,43	6,50- 7,50	1.380,5	2.916,1	12,4
8,0	2.547,6	0,43	7,50- 8,50	1.987,0	4.903,1	20,8
9,0	3.589,1	0,43	8,50- 9,50	2.552,8	7.455,9	31,6
10,0	4.722,0	0,41	9,50-10,50	2.909,8	10.365,7	43,9
11,0	5.606,7	0,37	10,50-11,50	2.900,6	13.266,3	56,2
12,0	5.931,8	0,30	11,50-12,50	2.550,9	15.817,2	67,0
13,0	5.992,3	0,24	12,50-13,50	2.064,2	17.881,5	75,8
14,0	5.999,1	0,19	13,50-14,50	1.601,1	19.482,6	82,6
15,0	6.000,0	0,15	14,50-15,50	1.211,2	20.693,7	87,7
16,0	6.000,0	0,13	15,50-16,50	897,7	21.591,4	91,5
17,0	6.000,0	0,11	16,50-17,50	652,3	22.243,7	94,3
18,0	6.000,0	0,09	17,50-18,50	464,3	22.708,0	96,2
19,0	6.000,0	0,08	18,50-19,50	323,2	23.031,2	97,6
20,0	6.000,0	0,07	19,50-20,50	219,6	23.250,8	98,5
21,0	6.000,0	0,06	20,50-21,50	145,3	23.396,1	99,1
22,0	6.000,0	0,05	21,50-22,50	93,5	23.489,6	99,5
23,0	6.000,0	0,04	22,50-23,50	58,5	23.548,0	99,8
24,0	6.000,0	0,04	23,50-24,50	35,5	23.583,5	99,9
25,0	6.000,0	0,03	24,50-25,50	13,2	23.596,7	100,0





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Terrain

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I**Site Data:** A - Site data: Hollandse Kust Zuid

Obstacles:
No obstacles

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
\\sbs2011\projecten\Extern\2015\715082 MER PB kavels Hollandse Kust Zuid\TO\WP\ROUGHNESSLINE_715082_0.wpo
Min X: 545.283, Max X: 604.617, Min Y: 5.765.924, Max Y: 5.826.915, Width: 59.334 m, Height: 60.991 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
\\sbs2011\projecten\Extern\2015\715082 MER PB kavels Hollandse Kust Zuid\TO\WP\MAPFILES_715082_0.map
Min X: 547.001, Max X: 599.603, Min Y: 5.774.102, Max Y: 5.815.670, Width: 52.602 m, Height: 41.568 m

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Wind Data Analysis

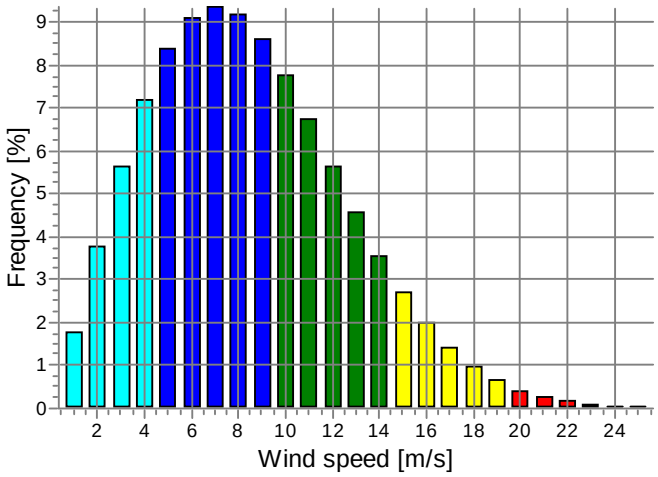
Calculation: Minimum alternatief: Kavel I**Wind data:** A - Site data: Hollandse Kust Zuid; Hub height: 102,0

Site coordinates
UTM (north)-ETRS89 Zone: 31
East: 582.068 North: 5.796.386
Wind statistics
NL EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m.wws

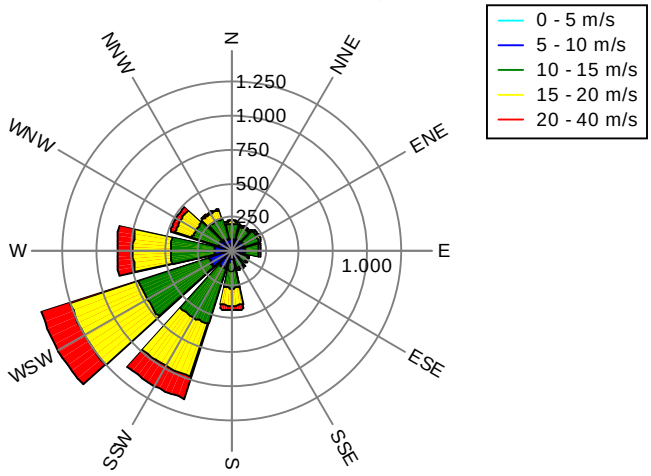
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	7,96	7,05	2,275	6,8
1 NNE	7,98	7,08	2,471	6,6
2 ENE	8,41	7,47	2,600	6,6
3 E	8,30	7,37	2,564	6,5
4 ESE	7,69	6,81	2,432	4,8
5 SSE	7,87	6,97	2,213	4,6
6 S	9,75	8,64	2,182	7,1
7 SSW	11,41	10,12	2,377	12,5
8 WSW	11,30	10,01	2,322	16,3
9 W	10,25	9,08	2,092	11,5
10 WNW	9,18	8,14	2,049	8,8
11 NNW	8,53	7,56	2,100	7,7
All	9,52	8,43	2,115	100,0

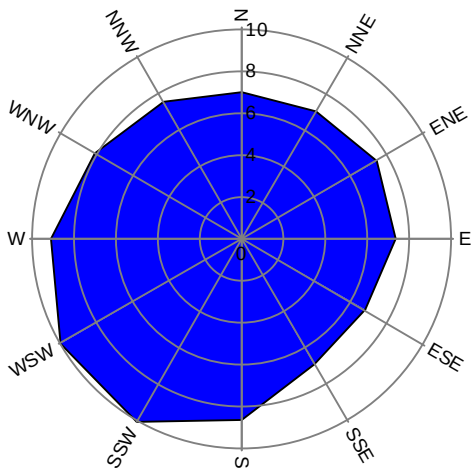
Weibull Distribution



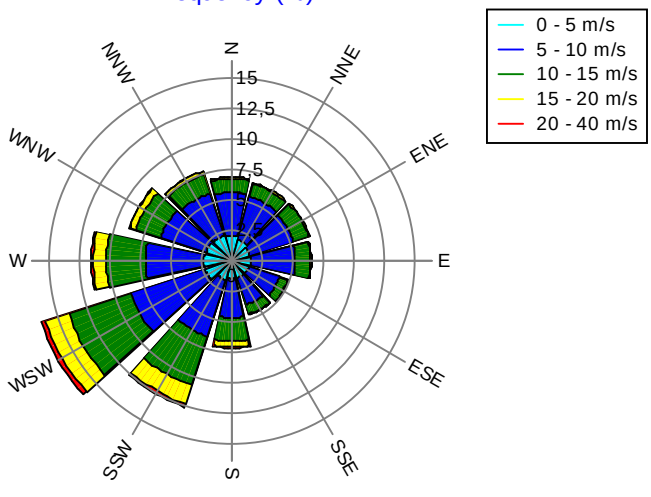
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Wind Data Analysis

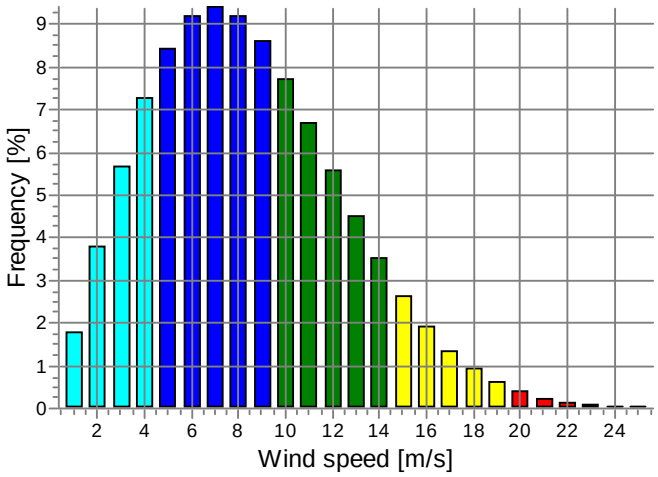
Calculation: Minimum alternatief: Kavel I**Wind data:** A - Site data: Hollandse Kust Zuid; Hub height: 100,0

Site coordinates
UTM (north)-ETRS89 Zone: 31
East: 582.068 North: 5.796.386
Wind statistics
NL EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m.wws

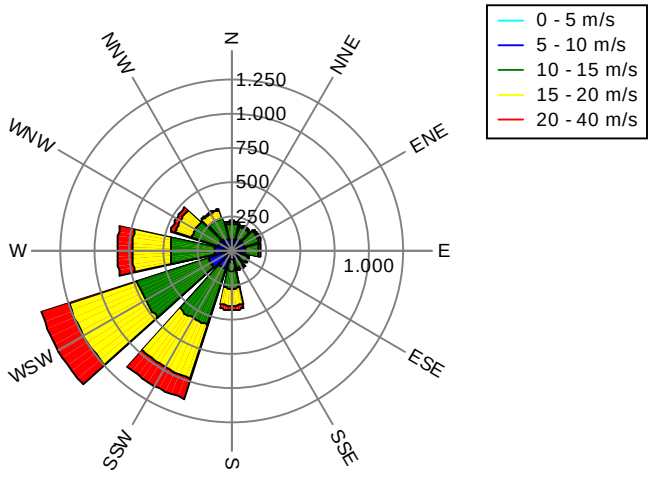
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	7,91	7,01	2,279	6,8
1 NNE	7,93	7,03	2,475	6,6
2 ENE	8,35	7,42	2,604	6,6
3 E	8,24	7,32	2,568	6,5
4 ESE	7,64	6,77	2,432	4,8
5 SSE	7,82	6,92	2,217	4,6
6 S	9,69	8,59	2,186	7,1
7 SSW	11,36	10,07	2,381	12,5
8 WSW	11,24	9,96	2,326	16,3
9 W	10,20	9,03	2,096	11,5
10 WNW	9,12	8,08	2,053	8,8
11 NNW	8,47	7,51	2,100	7,7
All	9,47	8,38	2,119	100,0

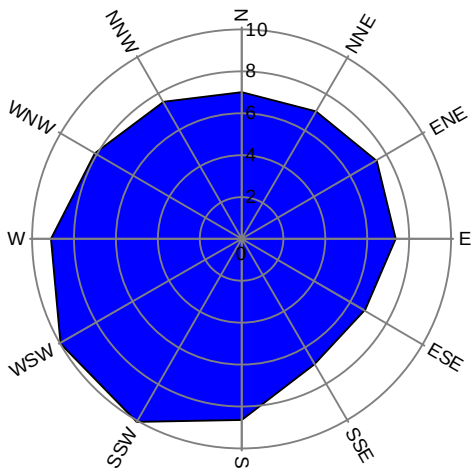
Weibull Distribution



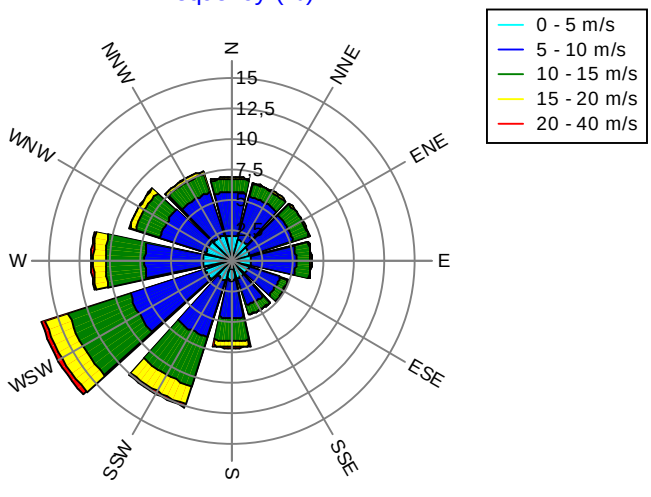
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Park power curve

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I

Wind speed [m/s]	Power Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	1.045	415	531	462	292	314	483	465	533	478	321	307	483	459
3,5	12.223	9.108	9.948	9.691	8.645	8.359	9.781	8.488	9.948	9.699	8.657	8.312	9.781	8.482
4,5	27.330	21.270	22.826	22.334	20.315	19.983	22.453	20.245	22.822	22.362	20.350	19.885	22.450	20.231
5,5	51.681	40.475	43.310	42.400	38.741	38.055	42.637	38.762	43.309	42.447	38.790	37.850	42.636	38.734
6,5	86.471	68.425	72.989	71.595	65.688	64.531	71.978	65.337	72.982	71.667	65.778	64.220	71.993	65.297
7,5	133.418	105.966	112.946	110.779	101.749	100.026	111.373	101.254	112.944	110.904	101.931	99.595	111.393	101.186
8,5	193.231	154.507	164.409	161.479	148.641	146.062	162.177	147.533	164.401	161.633	148.849	145.405	162.210	147.448
9,5	262.021	213.583	226.809	222.754	206.095	202.318	223.876	203.565	226.828	222.897	206.502	201.543	223.883	203.450
10,5	326.026	278.210	293.243	288.536	271.435	265.813	290.157	263.612	293.246	288.532	271.580	264.776	290.124	263.525
11,5	363.852	333.616	346.888	341.701	330.480	323.251	344.729	315.212	346.940	341.659	330.701	322.636	344.596	315.136
12,5	375.700	364.407	372.214	367.905	364.570	359.634	371.466	348.610	372.250	368.081	364.780	359.650	371.362	348.581
13,5	377.739	375.310	377.425	376.355	375.814	375.014	377.346	368.096	377.429	376.471	375.941	375.191	377.329	368.094
14,5	377.972	377.774	377.947	377.897	377.867	377.843	377.944	376.907	377.948	377.902	377.872	377.851	377.944	376.906
15,5	378.000	377.993	377.999	377.997	377.995	377.994	377.999	377.965	377.999	377.997	377.996	377.994	377.999	377.965
16,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	377.999	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	377.999
17,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
18,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
19,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
20,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
21,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
22,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
23,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
24,5	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000	378.000
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:
The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes array losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.
Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

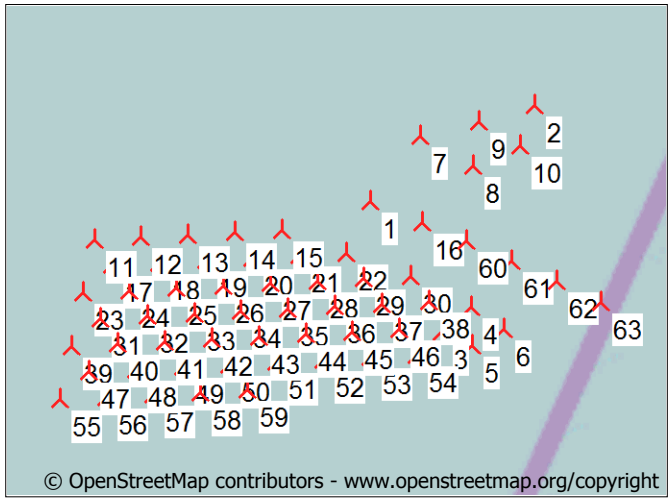
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - WTG distances

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in rotor diameters
1	0,0	16	0,0	1.490	9,7
2	0,0	10	0,0	1.151	7,5
3	0,0	5	0,0	881	5,7
4	0,0	5	0,0	1.034	6,7
5	0,0	3	0,0	881	5,7
6	0,0	5	0,0	950	6,2
7	0,0	8	0,0	1.588	10,3
8	0,0	9	0,0	1.192	7,7
9	0,0	8	0,0	1.192	7,7
10	0,0	2	0,0	1.151	7,5
11	0,0	17	0,0	827	5,4
12	0,0	18	0,0	826	5,4
13	0,0	19	0,0	826	5,4
14	0,0	20	0,0	826	5,4
15	0,0	21	0,0	826	5,4
16	0,0	60	0,0	1.275	8,3
17	0,0	11	0,0	827	5,4
18	0,0	12	0,0	826	5,4
19	0,0	13	0,0	826	5,4
20	0,0	14	0,0	826	5,4
21	0,0	15	0,0	826	5,4
22	0,0	29	0,0	827	5,4
23	0,0	31	0,0	827	5,4
24	0,0	32	0,0	826	5,4
25	0,0	33	0,0	826	5,4
26	0,0	34	0,0	826	5,4
27	0,0	35	0,0	826	5,4
28	0,0	36	0,0	826	5,4
29	0,0	37	0,0	826	5,4
30	0,0	38	0,0	826	5,4
31	0,0	23	0,0	827	5,4
32	0,0	24	0,0	826	5,4
33	0,0	25	0,0	826	5,4
34	0,0	26	0,0	826	5,4
35	0,0	27	0,0	826	5,4
36	0,0	28	0,0	826	5,4
37	0,0	29	0,0	826	5,4
38	0,0	30	0,0	826	5,4
39	0,0	47	0,0	827	5,4
40	0,0	48	0,0	827	5,4
41	0,0	49	0,0	826	5,4
42	0,0	50	0,0	826	5,4
43	0,0	51	0,0	826	5,4
44	0,0	52	0,0	826	5,4
45	0,0	53	0,0	826	5,4
46	0,0	54	0,0	826	5,4
47	0,0	39	0,0	827	5,4
48	0,0	40	0,0	827	5,4
49	0,0	41	0,0	826	5,4
50	0,0	42	0,0	826	5,4
51	0,0	43	0,0	826	5,4
52	0,0	44	0,0	826	5,4
53	0,0	45	0,0	826	5,4
54	0,0	46	0,0	826	5,4
55	0,0	47	0,0	1.075	7,0
56	0,0	47	0,0	827	5,4
57	0,0	48	0,0	827	5,4
58	0,0	49	0,0	827	5,4
59	0,0	50	0,0	827	5,4
60	0,0	16	0,0	1.275	8,3
61	0,0	60	0,0	1.312	8,5
62	0,0	61	0,0	1.312	8,5
63	0,0	62	0,0	1.312	8,5
Min	**0,0**		**0,0**	**826**	**5,4**
Max	**0,0**		**0,0**	**1.588**	**10,3**



Scale 1:200.000

New WTG

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Wind statistics info

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I

Main data for wind statistic

File	\\sbs2011\projecten\Extern\2015\715082 MER PB kavels Hollandse Kust Zuid\TO\WP\NL EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m.wws
Name	EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	UTM (north)-ETRS89 Zone: 31 East: 583.090 North: 5.792.991
Created	27-1-2016
Edited	27-1-2016
Sectors	12
WAsP version	WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100

Additional info for wind statistic

Source data	EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15
Data from	1-1-1986
Data to	30-9-2015
Measurement length	357,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	357,0 Months

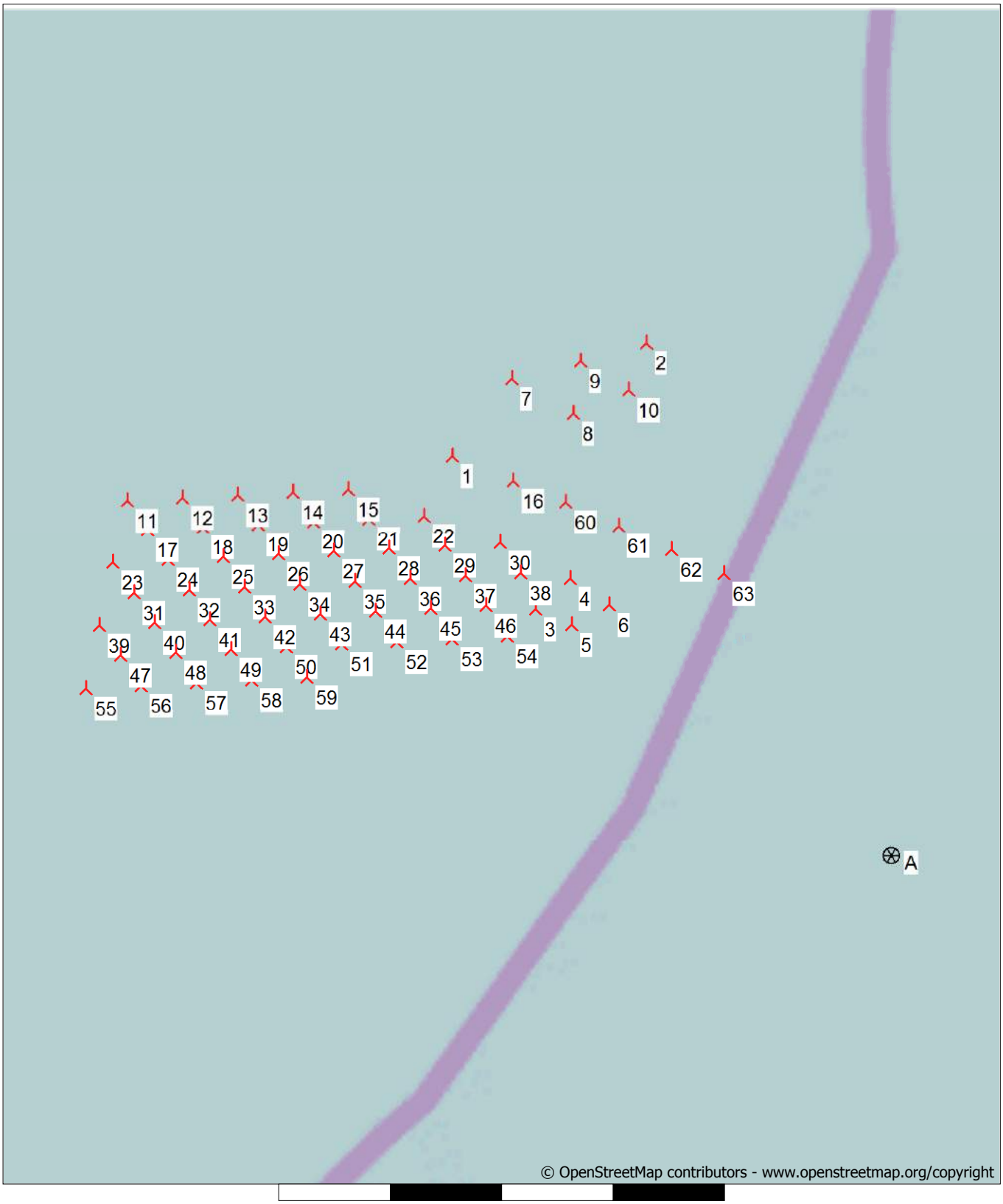
Note

To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:20/3.0.639

PARK - Map

Calculation: Minimum alternatief: Kavel I



Map: Open Street Map 001 , Print scale 1:125.000, Map center UTM (north)-ETRS89 Zone: 31 East: 572.949 North: 5.802.159

New WTG Site Data

BIJLAGE 12.2

BEREKENINGEN WINDPRO – MAXIMUMALTERNATIEF



Project:
715082

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Main Result

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I

Wake Model N.O. Jensen (RISØ/EMD)

Calculation Settings

Air density calculation mode	Individual per WTG
Result for WTG at hub altitude	1,233 kg/m³
Air density relative to standard	100,7 %
Hub altitude above sea level (asl)	112,0 m
Annual mean temperature at hub alt.	9,2 °C
Pressure at WTGs	999,6 hPa

Wake Model Parameters

From angle [°]	To angle [°]	Terrain type	Wake decay constant
-180,0	180,0	Offshore & Water areas	0,040

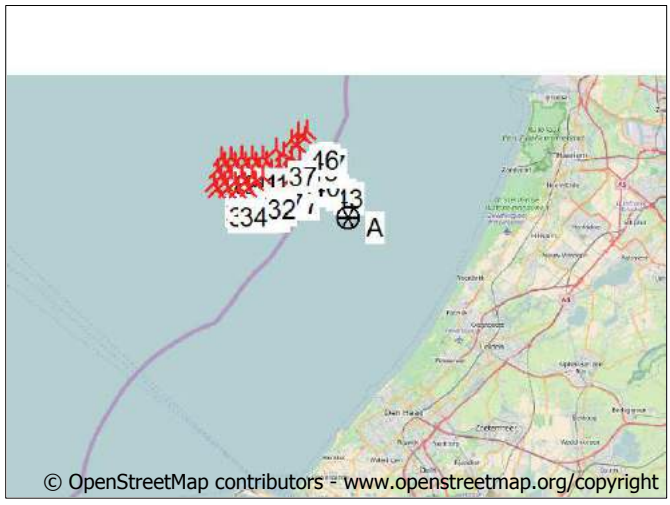
Displacement heights from objects

Wake calculation settings

Angle [°]			Wind speed [m/s]		
start	end	step	start	end	step
0,5	360,0	1,0	0,5	30,5	1,0

Wind statistics NL EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m.wws

WAsP version WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100



Scale 1:1.000.000

New WTG Site Data

Key results for height 100,0 m above ground level

Terrain UTM (north)-ETRS89 Zone: 31

	Easting	Northing	Name of wind distribution	Type	Wind energy [kWh/m²]	Mean wind speed [m/s]	Equivalent roughness
A	582.068	5.796.386	Site data: Hollandse Kust Zuid	WAsP (WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100)	5.718	8,4	-1,0

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Park efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	Mean wind speed @hub height [m/s]
				Specific results¤)			
Wind farm	1.416.733,0	1.563.506,2	90,6	43,0	30.143,3	3.768	8,6

¤) Based on wake reduced results, but no other losses included

Calculated Annual Energy for each of 47 new WTGs with total 376,0 MW rated power

	WTG type							Power curve		Annual Energy	Park		
Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Creator	Name	Result [MWh]	Efficiency [%]	Capacity factor [%]	Mean wind speed [m/s]
1 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	31.085,3	93,48	44,3	8,66
2 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.813,1	92,38	43,9	8,66
3 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.648,8	88,94	42,3	8,66
4 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.439,0	91,24	43,4	8,67
5 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.970,9	89,90	42,7	8,66
6 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.447,4	91,28	43,4	8,67
7 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	31.389,8	94,05	44,8	8,67
8 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	31.403,8	94,84	44,8	8,61
9 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.240,2	91,17	43,1	8,63
10 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.734,7	89,51	42,4	8,64
11 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.590,8	88,99	42,2	8,65
12 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.675,3	89,15	42,3	8,65
13 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.158,3	90,98	43,0	8,62
14 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.244,2	88,08	41,7	8,63
15 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	28.852,3	86,78	41,1	8,64
16 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	28.872,1	86,75	41,2	8,65
17 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.154,6	87,53	41,6	8,66
18 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.970,2	93,51	44,2	8,61
19 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.455,8	88,77	42,0	8,63
20 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	28.813,2	86,70	41,1	8,64
21 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	28.617,9	86,00	40,8	8,65
22 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	28.779,4	86,41	41,0	8,66
23 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.104,8	90,80	42,9	8,62
24 A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.152,8	87,78	41,6	8,63

To be continued on next page...

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Main Result

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I

...continued from previous page

		WTG type							Power curve		Annual Energy	Park		
	Links	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Displacement height	Creator	Name	Result	Efficiency	Capacity factor	Mean wind speed
					[kW]	[m]	[m]	[m]			[MWh]	[%]	[%]	[m/s]
25	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	28.797,8	86,58	41,1	8,64
26	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	28.822,6	86,57	41,1	8,65
27	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.250,4	87,77	41,7	8,66
28	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	31.289,2	94,47	44,6	8,61
29	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.924,2	90,18	42,7	8,63
30	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.434,0	88,55	42,0	8,64
31	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.303,5	88,04	41,8	8,65
32	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	29.593,9	88,83	42,2	8,66
33	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	31.198,3	94,11	44,5	8,62
34	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.545,6	91,98	43,6	8,63
35	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.287,7	91,06	43,2	8,64
36	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.464,2	91,47	43,4	8,65
37	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.823,2	92,59	44,0	8,66
38	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.456,5	91,42	43,4	8,66
39	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.462,1	91,39	43,4	8,67
40	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.839,9	92,48	44,0	8,67
41	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	31.278,0	93,77	44,6	8,67
42	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	31.675,3	94,95	45,2	8,67
43	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	32.155,5	96,39	45,9	8,67
44	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.859,0	92,72	44,0	8,66
45	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.659,1	92,06	43,7	8,66
46	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	31.170,0	93,73	44,4	8,66
47	A	Yes	VESTAS	V164-8.0-8.000	8.000	164,0	112,0	0,0	USER	Mode 0 - 10-2015	30.828,3	92,64	44,0	8,66

Annual Energy results do not include any losses apart from wake losses. Additional losses and uncertainty must be considered for an investment decision.

WTG siting

		UTM (north)-ETRS89 Zone: 31			
		Easting	Northing	Z [m]	Row data/Description
1	New	576.464	5.807.898	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (787)
2	New	571.575	5.800.998	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (788)
3	New	571.708	5.802.660	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (789)
4	New	572.719	5.801.703	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (790)
5	New	572.789	5.803.427	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (791)
6	New	573.828	5.802.722	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (792)
7	New	574.590	5.801.730	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (793)
8	New	565.024	5.804.203	0,0	88,6°, 1.394,5 m
9	New	566.418	5.804.255	0,0	
10	New	567.811	5.804.308	0,0	
11	New	569.205	5.804.361	0,0	
12	New	570.598	5.804.414	0,0	
13	New	565.482	5.803.370	0,0	88,6°, 1.394,5 m
14	New	566.875	5.803.423	0,0	
15	New	568.269	5.803.475	0,0	
16	New	569.662	5.803.528	0,0	
17	New	571.056	5.803.582	0,0	
18	New	564.547	5.802.486	0,0	88,6°, 1.394,5 m
19	New	565.941	5.802.538	0,0	
20	New	567.334	5.802.590	0,0	
21	New	568.728	5.802.643	0,0	
22	New	570.121	5.802.696	0,0	
23	New	565.005	5.801.653	0,0	88,6°, 1.394,5 m
24	New	566.399	5.801.705	0,0	
25	New	567.792	5.801.757	0,0	
26	New	569.186	5.801.810	0,0	
27	New	570.579	5.801.864	0,0	
28	New	564.071	5.800.768	0,0	88,6°, 1.394,5 m
29	New	565.464	5.800.820	0,0	
30	New	566.858	5.800.872	0,0	
31	New	568.251	5.800.925	0,0	
32	New	569.645	5.800.978	0,0	

To be continued on next page...

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com

PARK - Main Result

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I

...continued from previous page

UTM (north)-ETRS89 Zone: 31

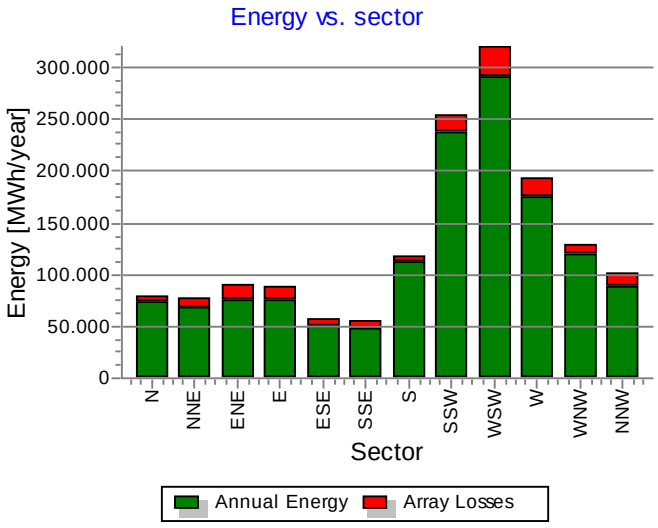
		Easting	Northing	Z [m]	Row data/Description
33	New	564.528	5.799.935	0,0	88,6°, 1.394,5 m
34	New	565.922	5.799.987	0,0	
35	New	567.315	5.800.040	0,0	
36	New	568.709	5.800.093	0,0	
37	New	572.299	5.805.447	0,0	115,1°, 1.148,0 m
38	New	573.347	5.804.977	0,0	
39	New	574.394	5.804.508	0,0	
40	New	575.442	5.804.039	0,0	
41	New	576.490	5.803.570	0,0	
42	New	577.538	5.803.101	0,0	
43	New	578.586	5.802.632	0,0	
44	New	574.323	5.806.604	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (801)
45	New	575.213	5.806.077	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (802)
46	New	575.251	5.807.636	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (803)
47	New	576.190	5.807.062	0,0	VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! hub: 112,0 m (TOT: 194,0 m) (804)

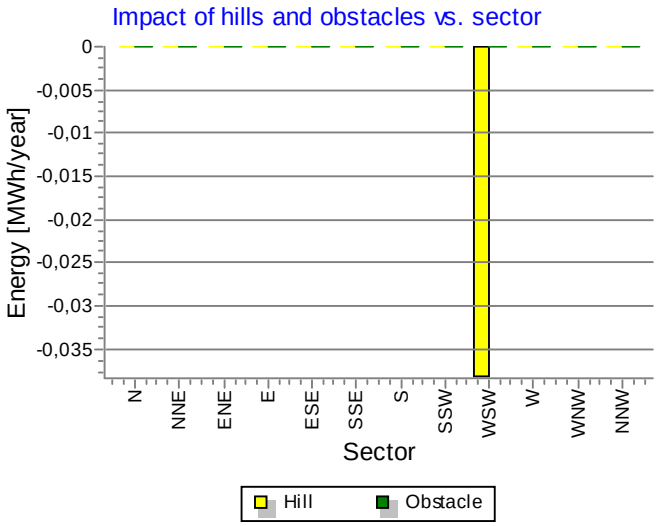
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Production Analysis

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I**WTG:** All new WTGs, Air density 1,236 kg/m³
Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy	[MWh]	79.488,8	77.128,9	89.756,3	87.975,0	56.682,5	54.795,3	117.625,0	253.521,5	320.697,4	194.074,6	129.759,9	102.001,1	1.563.506,4
-Decrease due to array losses	[MWh]	5.246,8	8.649,7	13.751,3	12.713,9	6.466,3	7.742,2	5.253,9	14.944,1	29.118,3	19.230,4	10.746,3	12.910,1	146.773,2
Resulting energy	**[MWh]**	**74.242,0**	**68.479,3**	**76.005,0**	**75.261,1**	**50.216,2**	**47.053,1**	**112.371,2**	**238.577,4**	**291.579,0**	**174.844,3**	**119.013,7**	**89.091,0**	**1.416.733,4**
Specific energy	[kWh/m²]													1.427
Specific energy	[kWh/kW]													3.768
Decrease due to array losses	[%]	6,6	11,2	15,3	14,5	11,4	14,1	4,5	5,9	9,1	9,9	8,3	12,7	9,39
Utilization	[%]	31,9	31,8	29,3	29,3	31,4	28,2	23,2	19,3	19,1	20,2	23,6	25,5	22,6
Operational	[Hours/year]	552	531	536	527	393	371	571	1.011	1.317	924	709	622	8.065
Full Load Equivalent	[Hours/year]	197	182	202	200	134	125	299	635	775	465	317	237	3.768





Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Power Curve Analysis

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I**WTG:** 1 - VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! Mode 0 - 10-2015, Hub height: 112,0 m

Name: Mode 0 - 10-2015
Source: General specification V164-8.0 MW 50 Hz Offshore

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m²
14-10-2015	USER	26-1-2016	26-1-2016	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,38

Doc nr 011-5675 V12

HP curve comparison - Note: For standard air density and weibull k parameter = 2

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	10.946	17.266	23.695	29.658	34.849	39.116
VESTAS V164-8.0 8000 164.0 !O! Mode 0 - 10-2015	[MWh]	10.479	16.907	23.474	29.548	34.797	39.060
Check value	[%]	4	2	1	0	0	0

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m^2) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.
For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see windPRO manual chapter 3.5.2.
The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.
Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

Original data from Windcat, Air density: 1,225 kg/m³

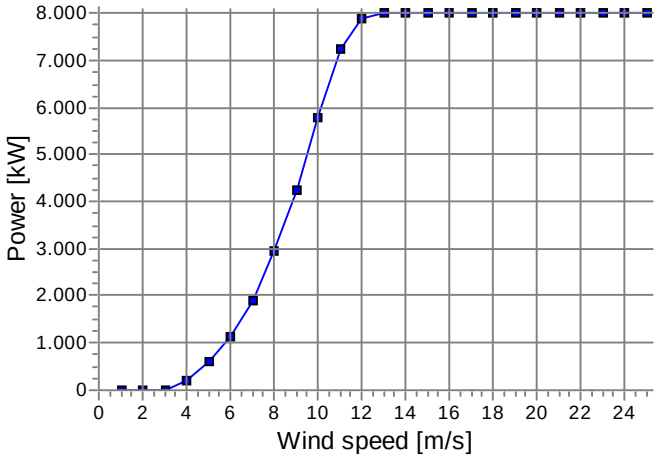
Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Wind speed [m/s]	Ct curve
4,0	194,0	0,23	4,0	0,85
4,5	369,0	0,31	4,5	0,88
5,0	583,0	0,36	5,0	0,88
5,5	843,0	0,39	5,5	0,86
6,0	1.141,0	0,41	6,0	0,84
6,5	1.489,0	0,42	6,5	0,83
7,0	1.899,0	0,43	7,0	0,82
7,5	2.372,0	0,43	7,5	0,81
8,0	2.912,0	0,44	8,0	0,81
8,5	3.520,0	0,44	8,5	0,80
9,0	4.197,0	0,44	9,0	0,79
9,5	4.941,0	0,45	9,5	0,77
10,0	5.724,0	0,44	10,0	0,75
10,5	6.504,0	0,43	10,5	0,72
11,0	7.186,0	0,42	11,0	0,67
11,5	7.657,0	0,39	11,5	0,60
12,0	7.888,0	0,35	12,0	0,51
12,5	7.972,0	0,32	12,5	0,44
13,0	7.997,0	0,28	13,0	0,38
13,5	8.000,0	0,25	13,5	0,33
14,0	8.000,0	0,23	14,0	0,29
14,5	8.000,0	0,20	14,5	0,26
15,0	8.000,0	0,18	15,0	0,23
15,5	8.000,0	0,17	15,5	0,21
16,0	8.000,0	0,15	16,0	0,19
16,5	8.000,0	0,14	16,5	0,17
17,0	8.000,0	0,13	17,0	0,16
17,5	8.000,0	0,12	17,5	0,14
18,0	8.000,0	0,11	18,0	0,13
18,5	8.000,0	0,10	18,5	0,12
19,0	8.000,0	0,09	19,0	0,11
19,5	8.000,0	0,08	19,5	0,11
20,0	8.000,0	0,08	20,0	0,10
20,5	8.000,0	0,07	20,5	0,09
21,0	8.000,0	0,07	21,0	0,09
21,5	8.000,0	0,06	21,5	0,08
22,0	8.000,0	0,06	22,0	0,08
22,5	8.000,0	0,05	22,5	0,07
23,0	8.000,0	0,05	23,0	0,07
23,5	8.000,0	0,05	23,5	0,06
24,0	8.000,0	0,04	24,0	0,06
24,5	8.000,0	0,04	24,5	0,06

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

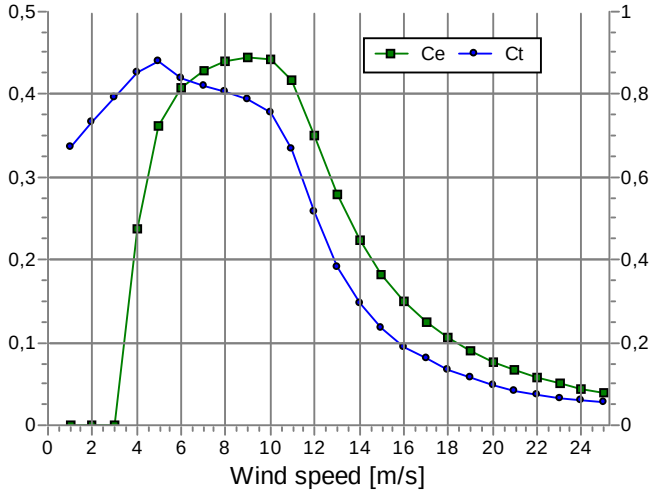
Data used in calculation, Air density: 1,233 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Ce	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc.Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50- 1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50- 2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	0,0	0,00	2,50- 3,50	5,3	5,3	0,0
4,0	197,0	0,24	3,50- 4,50	122,0	127,3	0,4
5,0	588,6	0,36	4,50- 5,50	423,3	550,6	1,8
6,0	1.149,9	0,41	5,50- 6,50	887,8	1.438,4	4,6
7,0	1.913,2	0,43	6,50- 7,50	1.516,1	2.954,5	9,5
8,0	2.933,0	0,44	7,50- 8,50	2.263,9	5.218,4	16,8
9,0	4.228,0	0,45	8,50- 9,50	3.032,9	8.251,3	26,5
10,0	5.764,8	0,44	9,50-10,50	3.665,5	11.916,8	38,3
11,0	7.217,0	0,42	10,50-11,50	3.901,6	15.818,4	50,9
12,0	7.894,6	0,35	11,50-12,50	3.586,7	19.405,1	62,4
13,0	7.997,3	0,28	12,50-13,50	2.959,4	22.364,5	71,9
14,0	8.000,0	0,22	13,50-14,50	2.332,3	24.696,8	79,4
15,0	8.000,0	0,18	14,50-15,50	1.795,3	26.492,1	85,2
16,0	8.000,0	0,15	15,50-16,50	1.355,5	27.847,6	89,6
17,0	8.000,0	0,13	16,50-17,50	1.005,0	28.852,6	92,8
18,0	8.000,0	0,11	17,50-18,50	731,4	29.583,9	95,2
19,0	8.000,0	0,09	18,50-19,50	521,8	30.105,8	96,8
20,0	8.000,0	0,08	19,50-20,50	364,4	30.470,2	98,0
21,0	8.000,0	0,07	20,50-21,50	248,7	30.718,8	98,8
22,0	8.000,0	0,06	21,50-22,50	165,5	30.884,3	99,4
23,0	8.000,0	0,05	22,50-23,50	107,3	30.991,7	99,7
24,0	8.000,0	0,04	23,50-24,50	67,7	31.059,4	99,9
25,0	8.000,0	0,04	24,50-25,50	25,9	31.085,3	100,0

Power curve
Data used in calculation



Ce and Ct curve



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com

PARK - Terrain

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I**Site Data:** A - Site data: Hollandse Kust Zuid

Obstacles:
No obstacles

Roughness:
Calculation uses following MAP files:
\\sbs2011\projecten\Extern\2015\715082 MER PB kavels Hollandse Kust Zuid\TO\WP\ROUGHNESSLINE_715082_0.wpo
Min X: 545.283, Max X: 604.617, Min Y: 5.765.924, Max Y: 5.826.915, Width: 59.334 m, Height: 60.991 m

Orography:
Calculation uses following MAP files:
\\sbs2011\projecten\Extern\2015\715082 MER PB kavels Hollandse Kust Zuid\TO\WP\MAPFILES_715082_0.map
Min X: 547.001, Max X: 599.603, Min Y: 5.774.102, Max Y: 5.815.670, Width: 52.602 m, Height: 41.568 m

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Wind Data Analysis

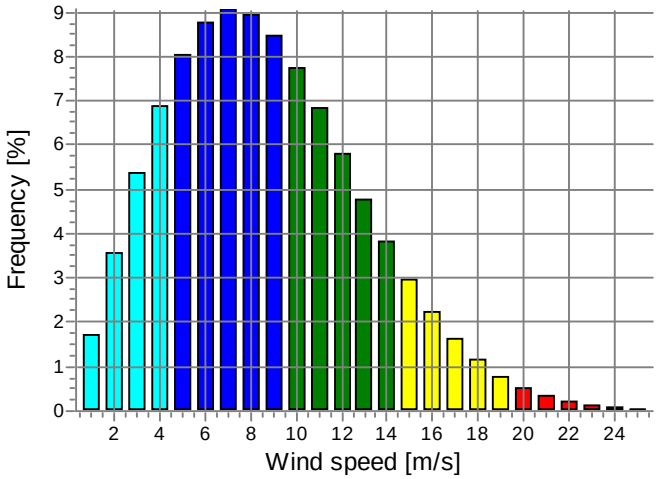
Calculation: Maximum alternatief: Kavel I**Wind data:** A - Site data: Hollandse Kust Zuid; Hub height: 112,0

Site coordinates
UTM (north)-ETRS89 Zone: 31
East: 582.068 North: 5.796.386
Wind statistics
NL EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m.wws

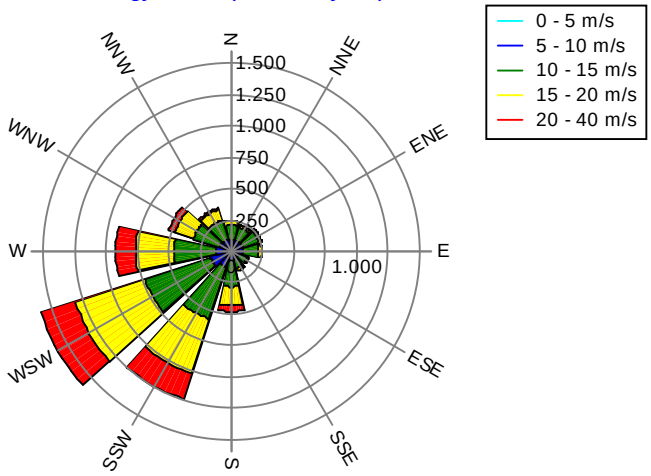
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	8,21	7,28	2,260	6,8
1 NNE	8,23	7,30	2,455	6,6
2 ENE	8,67	7,70	2,584	6,6
3 E	8,55	7,59	2,549	6,5
4 ESE	7,92	7,02	2,416	4,8
5 SSE	8,11	7,18	2,197	4,6
6 S	10,04	8,89	2,166	7,1
7 SSW	11,68	10,35	2,361	12,5
8 WSW	11,57	10,25	2,311	16,3
9 W	10,50	9,30	2,076	11,5
10 WNW	9,47	8,39	2,033	8,8
11 NNW	8,80	7,79	2,084	7,7
All	9,79	8,67	2,107	100,0

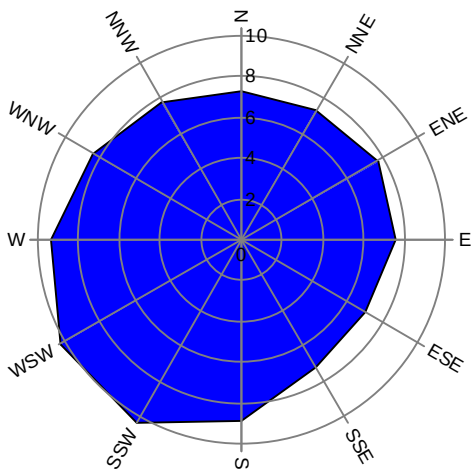
Weibull Distribution



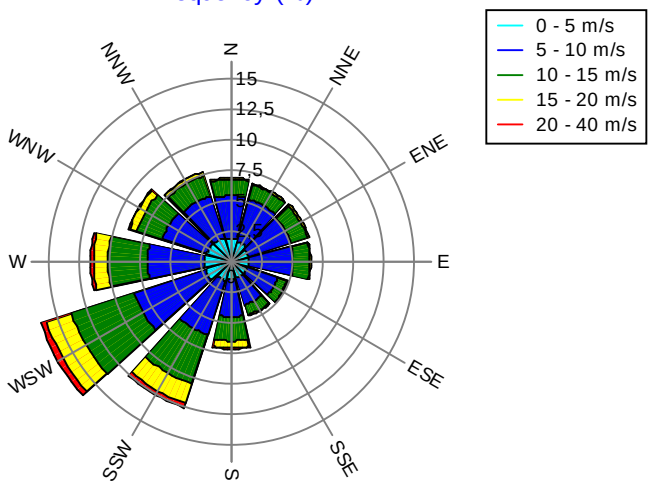
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Wind Data Analysis

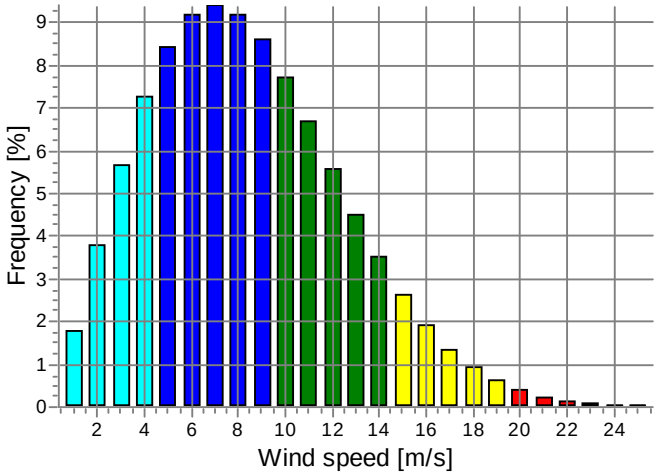
Calculation: Maximum alternatief: Kavel I**Wind data:** A - Site data: Hollandse Kust Zuid; Hub height: 100,0

Site coordinates
UTM (north)-ETRS89 Zone: 31
East: 582.068 North: 5.796.386
Wind statistics
NL EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m.wws

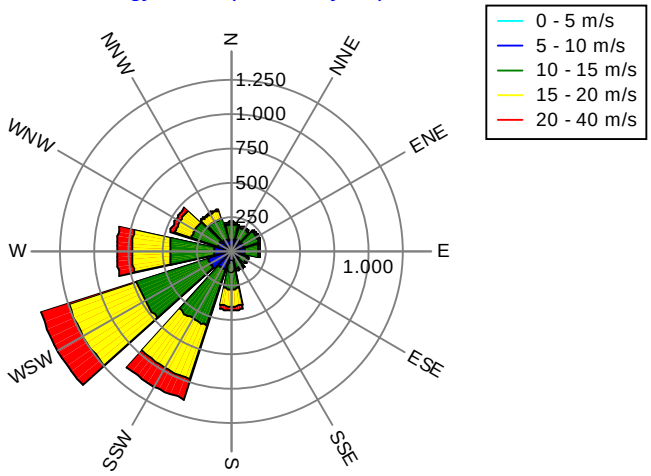
Weibull Data

Sector	Current site A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]
0 N	7,91	7,01	2,279	6,8
1 NNE	7,93	7,03	2,475	6,6
2 ENE	8,35	7,42	2,604	6,6
3 E	8,24	7,32	2,568	6,5
4 ESE	7,64	6,77	2,432	4,8
5 SSE	7,82	6,92	2,217	4,6
6 S	9,69	8,59	2,186	7,1
7 SSW	11,36	10,07	2,381	12,5
8 WSW	11,24	9,96	2,326	16,3
9 W	10,20	9,03	2,096	11,5
10 WNW	9,12	8,08	2,053	8,8
11 NNW	8,47	7,51	2,100	7,7
All	9,47	8,38	2,119	100,0

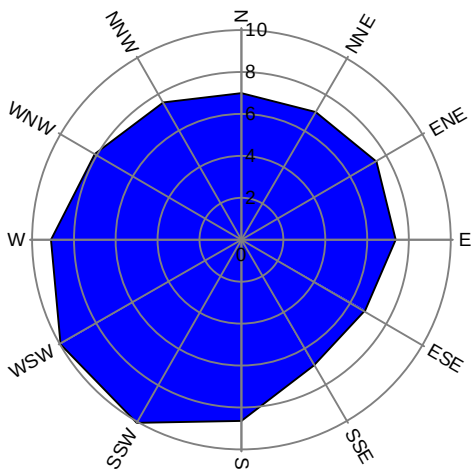
Weibull Distribution



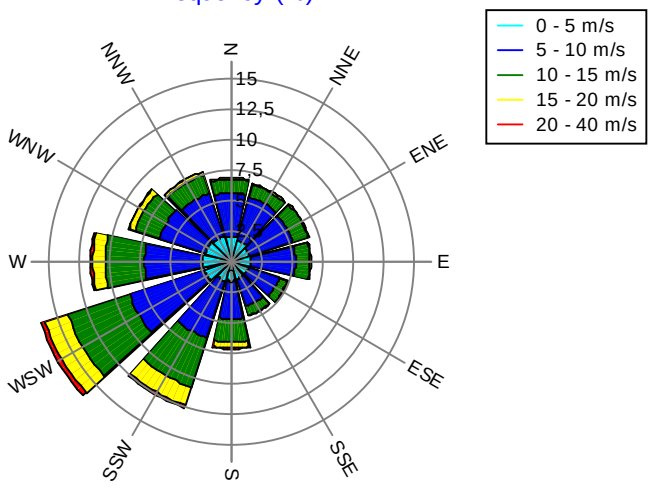
Energy Rose (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Park power curve

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I

Wind speed [m/s]	Power Free WTGs [kW]	Park WTGs [kW]	N [kW]	NNE [kW]	ENE [kW]	E [kW]	ESE [kW]	SSE [kW]	S [kW]	SSW [kW]	WSW [kW]	W [kW]	WNW [kW]	NNW [kW]
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,5	1.016	458	637	494	317	367	512	511	632	495	338	371	511	512
4,5	17.537	12.267	14.451	12.799	11.003	11.387	12.801	12.154	14.448	12.813	10.972	11.278	12.802	12.159
5,5	39.951	30.726	34.793	31.894	28.423	29.130	31.776	29.891	34.780	31.885	28.428	29.042	31.760	29.896
6,5	70.520	56.555	62.851	58.408	53.112	54.098	58.224	54.998	62.839	58.412	53.082	53.878	58.203	55.003
7,5	112.300	91.429	100.760	94.175	86.302	87.823	93.866	89.137	100.742	94.189	86.266	87.495	93.838	89.148
8,5	166.641	137.062	150.308	140.970	129.785	131.943	140.522	133.770	150.281	140.979	129.746	131.500	140.478	133.785
9,5	233.940	194.565	212.448	199.909	184.785	187.615	199.298	189.920	212.410	199.899	184.749	187.026	199.239	189.929
10,5	307.575	262.184	283.930	269.006	250.657	253.765	268.084	255.241	283.889	268.918	250.653	252.992	268.008	255.215
11,5	360.669	326.525	346.167	333.726	317.482	318.965	332.234	315.656	346.123	333.474	317.604	318.254	332.167	315.572
12,5	374.781	362.578	372.302	367.436	359.950	358.811	365.405	350.868	372.257	367.312	360.229	359.090	365.382	350.876
13,5	376.000	373.681	375.912	375.229	373.734	373.753	373.697	367.880	375.908	375.239	373.897	374.213	373.697	367.885
14,5	376.000	375.859	376.000	375.991	375.959	375.972	375.853	375.130	376.000	375.991	375.963	375.983	375.853	375.130
15,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	375.996	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	375.996
16,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
17,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
18,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
19,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
20,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
21,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
22,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
23,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
24,5	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000	376.000
25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Description:
The park power curve is similar to a WTG power curve, meaning that when a given wind speed appears in front of the park with same speed in the entire wind farm area (before influence from the park), the output from the park can be found in the park power curve. Another way to say this: The park power curve includes array losses, but do NOT include terrain given variations in the wind speed over the park area.
Measuring a park power curve is not as simple as measuring a WTG power curve due to the fact that the park power curve depends on the wind direction and that the same wind speed normally will not appear for the entire park area at the same time (only in very flat non-complex terrain). The idea with this version of the park power curve is not to use it for validation based on measurements. This would require at least 2 measurement masts at two sides of the park, unless only a few direction sectors should be tested, AND non complex terrain (normally only useable off shore). Another park power curve version for complex terrain is available in windPRO.

The park power curve can be used for:

1. Forecast systems, based on more rough (approximated) wind data, the park power curve would be an efficient way to make the connection from wind speed (and direction) to power.
2. Construction of duration curves, telling how often a given power output will appear, the park power curve can be used together with the average wind distribution for the Wind farm area in hub height. The average wind distribution can eventually be obtained based on the Weibull parameters for each WTG position. These are found at print menu: >Result to file< in the >Park result< which can be saved to file or copied to clipboard and pasted in Excel.
3. Calculation of wind energy index based on the PARK production (see below).
4. Estimation of the expected PARK production for an existing wind farm based on wind measurements at minimum 2 measurement masts at two sides of wind farm. The masts must be used for obtaining the free wind speed. The free wind speed is used in the simulation of expected energy production with the PARK power curve. This procedure will only work suitable in non complex terrains. For complex terrain another park power curve calculation is available in windPRO (PPV-model).

Note:
From the >Result to file< the >Wind Speeds Inside Wind farm< is also available. These can (e.g. via Excel) be used for extracting the wake induced reductions in measured wind speed.

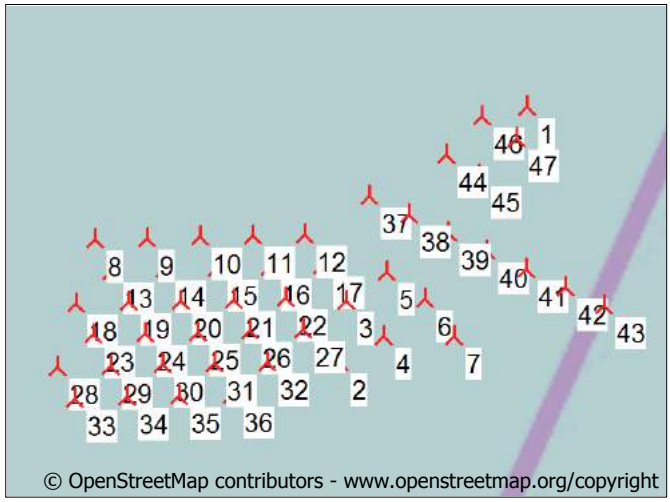
Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - WTG distances

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I

WTG distances

	Z [m]	Nearest WTG	Z [m]	Horizontal distance [m]	Distance in rotor diameters
1	0,0	47	0,0	880	5,4
2	0,0	27	0,0	1.320	8,0
3	0,0	17	0,0	1.130	6,9
4	0,0	2	0,0	1.344	8,2
5	0,0	6	0,0	1.256	7,7
6	0,0	7	0,0	1.251	7,6
7	0,0	6	0,0	1.251	7,6
8	0,0	13	0,0	950	5,8
9	0,0	14	0,0	950	5,8
10	0,0	15	0,0	950	5,8
11	0,0	16	0,0	950	5,8
12	0,0	17	0,0	950	5,8
13	0,0	8	0,0	950	5,8
14	0,0	9	0,0	950	5,8
15	0,0	10	0,0	950	5,8
16	0,0	11	0,0	950	5,8
17	0,0	12	0,0	950	5,8
18	0,0	23	0,0	950	5,8
19	0,0	24	0,0	950	5,8
20	0,0	25	0,0	950	5,8
21	0,0	26	0,0	950	5,8
22	0,0	27	0,0	950	5,8
23	0,0	18	0,0	950	5,8
24	0,0	19	0,0	950	5,8
25	0,0	20	0,0	950	5,8
26	0,0	21	0,0	950	5,8
27	0,0	22	0,0	950	5,8
28	0,0	33	0,0	950	5,8
29	0,0	34	0,0	950	5,8
30	0,0	35	0,0	950	5,8
31	0,0	36	0,0	950	5,8
32	0,0	26	0,0	951	5,8
33	0,0	28	0,0	950	5,8
34	0,0	29	0,0	950	5,8
35	0,0	30	0,0	950	5,8
36	0,0	31	0,0	950	5,8
37	0,0	38	0,0	1.148	7,0
38	0,0	39	0,0	1.148	7,0
39	0,0	38	0,0	1.148	7,0
40	0,0	39	0,0	1.148	7,0
41	0,0	40	0,0	1.148	7,0
42	0,0	41	0,0	1.148	7,0
43	0,0	42	0,0	1.148	7,0
44	0,0	45	0,0	1.035	6,3
45	0,0	44	0,0	1.035	6,3
46	0,0	47	0,0	1.101	6,7
47	0,0	1	0,0	880	5,4
Min	**0,0**		**0,0**	**880**	**5,4**
Max	**0,0**		**0,0**	**1.344**	**8,2**



Scale 1:200.000

New WTG

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Wind statistics info

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I

Main data for wind statistic

File	\\sbs2011\projecten\Extern\2015\715082 MER PB kavels Hollandse Kust Zuid\TO\WP\NL EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m.wws
Name	EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15 - 100,00 m
Country	Netherlands
Source	USER
Mast coordinates	UTM (north)-ETRS89 Zone: 31 East: 583.090 North: 5.792.991
Created	27-1-2016
Edited	27-1-2016
Sectors	12
WAsP version	WAsP 10.2 RVEA0164.dll 3.0.1.100

Additional info for wind statistic

Source data	EmdERA_N52.281_E004.218 (3), 86-15
Data from	1-1-1986
Data to	30-9-2015
Measurement length	357,0 Months
Recovery rate	100,0 %
Effective measurement length	357,0 Months

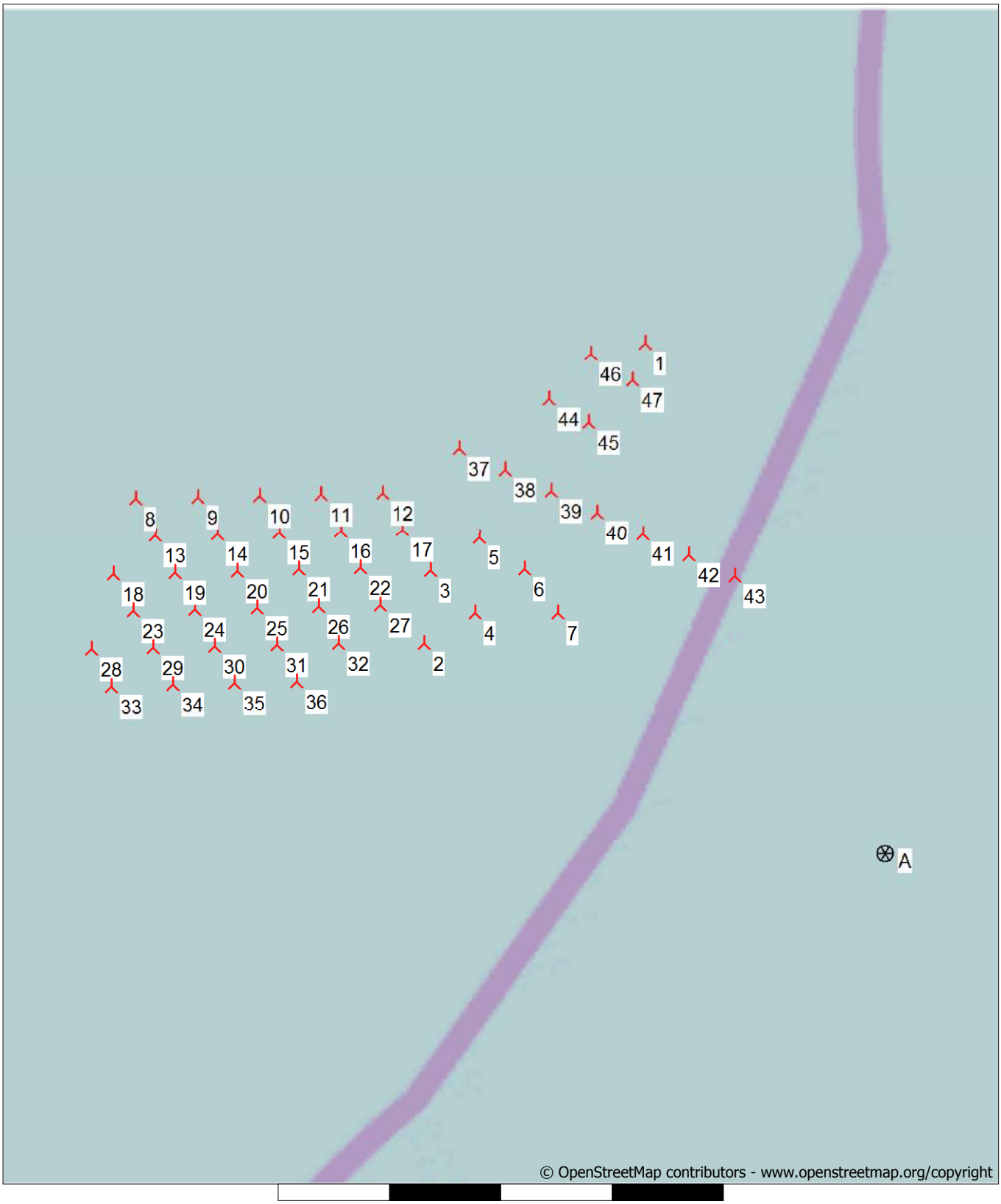
Note

To get the most correct calculation results, wind statistics shall be calculated with the SAME model and model parameters, as currently chosen in calculation. For WAsP versions before 10.0, the model is unchanged, but thereafter more model changes affecting the wind statistic is seen. Likewise WAsP CFD should always use WAsP CFD calculated wind statistics.

Licensed user:
Pondera Consult B.V.
Welbergweg 49
NL-7556 PE Hengelo
0031742489940
Andrew Beltau / a.beltau@ponderaconsult.com
Calculated:
27-1-2016 16:59/3.0.639

PARK - Map

Calculation: Maximum alternatief: Kavel I



Map: Open Street Map 001 , Print scale 1:125.000, Map center UTM (north)-ETRS89 Zone: 31 East: 573.069 North: 5.802.142

New WTG Site Data

BIJLAGE 13

VERWERKING ADVIES COMMISSIE VOOR DE M.E.R.



Verwerking van advies Commissie m.e.r. (5 april 2016 / projectnummer 3091) in MER

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
Essentiële punten (hoofdstuk 1 van het advies)		
1	een beschrijving van de ligging en omvang van de windparken, de onderzochte bandbreedte aan (technische) invullingsmogelijkheden en de daaraan verbonden milieugevolgen	Hoofdstuk 3 en 4 met informatie over de ligging en omvang van de kavels, evenals de onderzochte bandbreedte. In de hoofdstukken daarna wordt per milieuaspect de verbonden milieugevolgen weergegeven.
2	een duidelijk overzicht van de gevolgen voor beschermde soorten (met name zeezoogdieren en vogels) en beschermde gebieden (waaronder Natura 2000-gebieden) met daarbij een toetsing van deze gevolgen aan wet- en regelgeving en beleid	In hoofdstuk 6 (vogels en vleermuizen) en hoofdstuk 7 (onderwaterleven) worden de gevolgen beschreven. In twee bijlagen, bijlage 8 en bijlage 7, wordt getoetst aan respectievelijk de Nb-wet en de Ff-wet.
3	een overzicht van de mogelijke en van de (eventueel) benodigde maatregelen om nadelige effecten op natuur, scheepvaart en landschap te voorkomen of te mitigeren;	In elk hoofdstuk worden mitigerende maatregelen genoemd. Specifiek voor natuur worden mogelijke maatregelen gepresenteerd in hoofdstuk 6 en 7. Voor scheepvaart wordt dat gedaan in hoofdstuk 8. Voor landschap wordt dat gedaan in hoofdstuk 9. In hoofdstuk 12 wordt aangegeven welke maatregelen genomen worden in het voorkeursalternatief.
4	Samenvatting van het MER	Na de titelpagina is een samenvatting opgenomen.
Aanbevelingen (hoofdstuk 2 tot en met 6)		
5	Geef een omschrijving van het huidige en toekomstige beleid en wet- en regelgeving over windenergie op zee (STROOM, KRM, OSPAR, Kaderrichtlijn maritieme ruimtelijke ordening en geïntegreerd kustbeheer, ASCOBANS en indien relevant ook Wadden Sea Seals en EUROBATS), evenals de werking van het beschermingsregime voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) in het Nederlandse Noordzeegebied en de inwerkingtreding van de Wet natuurbescherming en Omgevingswet voor zover verwacht mag worden dat die gevolgen kunnen hebben voor de benodigde milieu-informatie (hoofdstuk 2 van het advies).	Met name in bijlage 5 (achtergrondrapportage Bureau Waardenburg) wordt ingegaan op de verschillende kaders en de betekenis voor de beoordeling van de milieueffecten. Wat betreft ASCOBANS vormt de doelstelling die daarin geformuleerd is een kader om te komen tot een maat voor toelaatbare effecten op bruinvissen. Dit wordt in het hoofdstuk onderwaterleven, achtergronddocument zeezoogdieren (bijlage 6)

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
		en in het KEC geadresseerd. Verder wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op wet- en regelgeving en relevante beleidskaders. Ook paragraaf 12.2 is in dit kader relevant. In paragraaf 1.3.1 van de Achtergrondrapportage Bureau Waardenburg (bijlage 5 van het MER) wordt aangegeven waarom het NNN verder niet wordt beschouwd (omdat windparken worden aangelegd omwille van een dwingend openbaar belang en windparken een ononderbroken netwerk van natuurgebieden niet in de weg staan).
6	De Commissie adviseert in het MER aan te geven hoe de resultaten van het MER (kunnen) worden vertaald in voorschriften bij een kavelbesluit (hoofdstuk 2 van het advies).	Het kavelbesluit wordt gelijktijdig met het MER gepubliceerd. In het kavelbesluit wordt aangegeven hoe de resultaten uit het MER zijn vertaald.
7	Neem een scenario in het MER op voor de situatie waarin geen turbines in de zone tussen 10 en 12 Nm worden geplaatst (paragraaf 3.1 van het advies)	Wanneer geen turbines in de zone tussen 10 en 12 Nm worden geplaatst, dan heeft dat mogelijk consequenties voor de ligging, grootte en invulling van kavel I en II. Besloten is om niet in dit MER hiervoor een scenario te beschouwen, maar om een nieuw MER op te stellen indien het gebied tussen 10 en 12 nautische mijl niet wordt aangewezen. Dit is in paragraaf 3.2 in het MER aangegeven.
8	De Commissie adviseert de verhoging van het vermogen van windturbines van 4 naar 6 MW nader te onderbouwen gegeven het feit dat middeling van turbinevermogens eigenlijk moet plaatsvinden over in totaal 10 windparken (paragraaf 3.2 van het advies)	In paragraaf 4.2.1 over de te beschouwen bandbreedte komt dit aan de orde. Voor Borssele is de ondergrens bepaald op 4 MW turbines, dus om gemiddeld op 5 MW te komen is een turbine met een vermogen van meer dan 5 MW nodig. Vandaar dat voor Hollandse Kust (zuid) 6 MW wordt aangehouden als ondergrens. De notitie “Zilvermeeuw slachtofferaantallen bij vier scenario’s van SER windparken” bevestigd de benodigde ondergrens van 6 MW.

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
9	In de NRD wordt aangegeven dat bij de effectbeoordeling als uitgangspunt wordt gehanteerd dat populaties van soorten niet structureel achteruit mogen gaan. Daarbij wordt getoetst aan de Potential Biological Removal (PBR) zoals beschreven in het KEC. Bij de vogels wordt daaraan voorafgaand gewerkt met het 1% ORNIS-criterium als 'grove zeef', wat impliceert dat bij vogelsoorten waarvan de extra sterfte lager is dan 1% van de natuurlijke sterfte wordt aangenomen dat er geen onaanvaardbare effecten optreden. De Commissie kan zich vinden in deze benadering maar wijst erop dat: • in het KEC is aangegeven dat de gevolgen van activiteiten voor soorten beoordeeld kunnen worden aan de hand van vuistregels zoals het ORNIS-criterium. Belangrijk is dat op het moment dat er een betere methode is om de effecten te beoordelen (bijvoorbeeld integrale populatiemodellen) het ORNIS-criterium juridisch niet meer dwingend opgelegd wordt. De Commissie adviseert dan ook om (zekerheidshalve) soorten waarvan de additionele sterfte net onder de 1% komt ook bij de verdere beoordeling te betrekken (paragraaf 4.1).	In hoofdstuk 6 (vogels) en dan met name paragraaf 6.7 wordt ingegaan op cumulatieve effecten en wordt ingegaan op de toetsing van effecten. Ongeacht de omvang van de sterfte ten opzichte van de 1% jaarlijkse sterfte, is voor alle soorten óók de PBR in beeld gebracht en níet alleen voor die soorten die over of rond de 1% additionele sterfte zitten.
10	• duidelijk moet zijn of de becijferde additionele sterfte wel of niet in cumulatie (met o.a. andere windparken) is berekend (paragraaf 4.1).	In hoofdstuk 6 (vogels) en dan met name paragraaf 6.7 wordt ingegaan op cumulatieve effecten en wordt ingegaan op de toetsing van effecten. Bij alle niet grote meeuwen is uitgegaan van windparken met allemaal 3 MW en andere ontwikkelingen (zie KEC) in de zuidelijke Noordzee. Bij de grote meeuwen is uitgegaan van windparken op het NCP (en andere ontwikkelingen in de zuidelijke Noordzee) en dan volgens het scenario 4 MW turbines in Borssele kavel I/II, 6 MW turbines in Borssele kavel III-V en alle kavels van Hollandse Kust (zuid) en 8 MW turbines in Hollandse Kust (noord).
11	• het KEC de gevolgen voor populaties in de Zuidelijke Noordzee beschouwt. Indien daarvan wordt afgeweken en bijvoorbeeld het Nederlandse Noordzeegebied gehanteerd wordt, acht de Commissie het van belang dat duidelijk gemotiveerd wordt welke (inhoudelijke) argumenten daaraan ten grondslag liggen paragraaf 4.1).	Zie paragraaf 6.7.1 van het MER. Voor het NCP is meer betrouwbare en gedetailleerde data beschikbaar dan voor de gehele Zuidelijke Noordzee. Bovendien is voor het NCP ook meer zekerheid over de tot en met 2023 op te richten windparken. De onzekerheidsmarge in resultaten is bij deze analyse daarom kleiner. Bij deze analyses zijn tevens de effecten van het gebruik van de 10-12 mijlszone bij windenergiegebied Hollandse Kust meegenomen. Daarom is ervoor gekozen om een analyse te doen waarin het aantal door Nederlandse parken veroorzaakte slachtoffers wordt vergeleken met een op Nederlandse populaties gebaseerde PBR.

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
12	• de opmerking in de NRD (pag. 29) dat 'zolang de PBR niet overschreden wordt geen sprake zal zijn van significante effecten' niet behoeft te gelden voor de gebiedsbescherming. Daarbij is vooral van belang dat wordt aangetoond dat de instandhoudingsdoelstellingen niet (verder) buiten bereik komen (paragraaf 4.1).	Voor effecten op vogels en zeezoogdieren heeft een nadere analyse op significante effecten plaatsgevonden in de Passende Beoordeling (bijlage 8 van het MER). Hierbij is bepaald of de (cumulatieve) effecten van het initiatief afbreuk doen aan omvang, kwaliteit en draagkracht van de habitats en leefgebieden van soorten met instandhoudingsdoelstellingen binnen die Natura 2000-gebieden. In enkele gevallen gaat het om ruimtelijk beperkte effect relaties waarvoor een nadere cumulatieve effect analyse heeft plaatsgevonden in aanvulling op de resultaten uit het KEC.
13	In de NRD wordt aangegeven dat verstoring door onderhoud in beeld wordt gebracht. Ga daarbij ook in op de aard en omvang van het aantal benodigde transportbewegingen en eventuele milieugevolgen daarvan, waaronder verstoring van zeevogels en zeezoogdieren (paragraaf 4.1).	In hoofdstuk 6 (vogels) wordt aandacht besteed aan de effecten van onderhoud voor vogels/vleermuizen (zoals in paragraaf 6.5.4 onder 'Indirecte effecten') en in hoofdstuk 7 wordt dat ook gedaan voor zeezoogdieren (paragraaf 7.4.3 onder 'Effecten van exploitatie').
14	Maak onderscheid in broedvogels, niet-broedvogels en trekvogels (paragraaf 4.2 van het advies).	Zie hoofdstuk 6 over vogels en vleermuizen en bijlage 5 (Achtergrondrapportage Bureau Waardenburg). Hoewel de benaming iets anders is in het MER komt de indeling feitelijk overeen met hetgeen door de Commissie geadviseerd wordt. Het volgende onderscheid wordt gemaakt: • niet-broedende lokale zeevogels; • broedende (kolonie)vogels; • vogels op seizoenstrek.
15	Ga uit van recente aantallen en trends bij zeezoogdieren (Gewone en Grijze zeehond en Bruinvis). Beschouw zo mogelijk ook de Bruinvistelling van SCANS III die gepland staat voor de zomer van 2016. Geef aan de hand van een state of the art rekenmethode de te verwachten geluidcontouren behorende bij de te onderzoeken bandbreedtes in tabel 4.1 van de NRD (paragraaf 4.3 van het advies).	Zie hoofdstuk 7 over onderwaterleven en bijlage 6 (achtergrondrapportage HWE). SCANS III staat later gepland is derhalve te laat voor dit MER.
16	In de NRD is aangegeven dat het extra verstorende effect van het geluid van seismisch vooronderzoek zal worden onderzocht. Omdat de Commissie dit onderzoek beschouwt als integraal onderdeel van het voornemen onderschrijft zij het belang daarvan (paragraaf 4.3 van het advies).	Zie hoofdstuk 7 over onderwaterleven (specifiek 7.4.3) en bijlage 6 (achtergrondrapportage HWE).

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
17	Laat bij bovengenoemde soorten zien hoeveel dieren zich binnen de verschillende geluidcontouren kunnen bevinden, welke invloed het geluid heeft op hun gehoor (TTS, PTS) en (vlucht)gedrag en hoe het aantal beïnvloede dieren zich verhoudt tot het totale aantal dieren binnen het Nederlands Continentaal Plat en de (zuidelijke) Noordzee. Maak daarbij, indien beschikbaar, ook gebruik van effectstudies verricht in het kader van de aanleg van de recente windparken in de Noordzee zoals Luchterduinen en Gemini. Hanteer bij de beschrijving van effecten van onderwatergeluid ook worst-case scenario's: gebruik het regionale maximum van de dichtheid van de soort in het seizoen waarin de funderingen worden geplaatst (paragraaf 4.3 van het advies).	Zie hoofdstuk 7 over onderwaterleven (specifiek 7.4.3) en bijlage 6 (achtergrondrapportage HWE).
18	Besteed ook aandacht aan het bouwtempo van funderingen want dit bepaalt de mate waarin effecten zich telkens opnieuw voordoen en daarmee welk deel van de populatie wordt beïnvloed (paragraaf 4.3 van het advies).	Zie hoofdstuk 7 over onderwaterleven (specifiek 7.4.3 en daarin tabel 7.10 en tabel 7.11 en de bijbehorende tekst) en bijlage 6 (achtergrondrapportage HWE)..
19	Met name Bruinvissen zijn niet gebonden aan bepaalde Natura2000 gebieden. Voor dergelijke migrerende soorten zijn vooral soortbeschermingsmaatregelen, zoals neergelegd in de Flora- en faunawet en ASCOBANS, van belang. Het KEC vormt een belangrijk hulpmiddel om met deze maatregelen om te gaan, ook omdat de Bruinvis zich niet in een gunstige staat van instandhouding bevindt (paragraaf 4.3 van het advies).	Met de soortbescherming is rekening gehouden in het MER, zowel bij het in beeld brengen van de effecten (hoofdstuk 7), toetsing aan beleid en wetgeving én bij het benoemen van het VKA (hoofdstuk 12).
20	Geef een actueel overzicht van de (binnen afzienbare termijn) beschikbare mitigerende maatregelen, bijvoorbeeld om de emissie van heigeluid te reduceren. Ga daarbij in op de milieuwinst die kan worden bereikt en laat zien in hoeverre de technieken kansrijk c.q. inzetbaar zijn (paragraaf 4.3 van het advies).	Zie paragraaf 7.7.2, waarin tevens het door de Commissie genoemde rapport (Development of Noise Mitigation Measures in Offshore Wind Farm Construction, Bundesambt für Naturschutz, febr 2013) is betrokken.
21	Geef in het MER een overzicht van relevante vissoorten binnen de eerder genoemde geluidcontouren en hun gevoeligheid voor heiwerkzaamheden. Enerzijds gaat het om beschermde vissoorten, anderzijds om vissoorten die van belang zijn als voedsel voor vogels en zeezoogdieren. De Commissie wijst in dit verband op de Rode Lijst vissen die recentelijk is aange-past en op de onlangs verschenen visatlas. De Commissie realiseert zich dat waarden als dichtheden per seizoen bij vissen in de Noordzee vaak onvoldoende bekend zijn om tot kwantitatieve toetsing te komen. De Commissie verwacht evenwel dat het mogelijk is om op basis van bovengenoemde criteria en informatie een indruk te verschaffen van de soorten waar mogelijk problemen zouden kunnen optreden. Mede op basis van de snelheid waarmee deze soorten kunnen wegzwemmen van heiwerkzaamheden kan een indicatie worden gegeven in hoeverre geluidbeperkende maatregelen, getroffen in verband met het effect op bruinvissen, ook nadelige effecten op deze vissoorten mitigeren (paragraaf 4.4 van het advies).	Zie hoofdstuk 7 (paragraaf 7.5.2) over onderwaterleven en bijlage 5 (paragraaf 7.4.1 in de Achtergrondrapportage Bureau Waardenburg)

#	Advies Commissie m.e.r.	Waar beschreven in MER?
22	De Commissie onderschrijft het belang een beschrijving op te nemen van de in het gebied aanwezige zandbanken, zandgolven en megaribbels, alsmede de dynamiek daarvan en de sedimentologie. Deze kan goed als onderlegger dienen voor het aangeven van ecologische effecten op de bodemfauna. Daarnaast zijn zandbanken ook belangrijk voor de diepte waarop windturbines worden geplaatst en voor de voortplanting van onderwatergeluid. De Commissie acht het dan ook van belang dat de deze basisinformatie wordt opgenomen in het eerste hoofdstuk 'Morfologie en dynamiek' van Deel B van het MER (paragraaf 4.4 van het advies).	Zie hoofdstuk 5 over morfologie en hydrologie en paragraaf 7.3.1 over de huidige situatie van bodemdieren.
23	Voor een deel van de bodemfauna geldt dat dit fungeert als voedsel voor met name vissen en vogels. Bij vogels verdienen schelpenbanken daarbij in beginsel bijzondere aandacht, alhoewel het belang daarvan, ondanks de relatief geringe diepte ter hoogte van de kavels I en II, waarschijnlijk gering is (paragraaf 4.4 van het advies).	Zie bijlage 5 van het MER, waarin in paragraaf 2.2 wordt aangegeven bij zee-eenden dat deze soorten gebonden zijn aan relatief ondiep water met een rijke voedselvoorziening in de vorm van schelpdierbanken. Deze omstandigheden doen zich niet voor in het windenergiegebied Hollandse Kust (zuid). In onder andere paragraaf 2.7 van bijlage 5 van het MER wordt ingegaan op bodemfauna.
24	De Commissie adviseert voor de besluitvorming over openstelling voor schepen tot 24 meter de cumulatieve kans op aanvaring/aandrijving en het overlijdensrisico te bepalen en mee te wegen bij de gevolgen voor de scheepvaartveiligheid. Maak in dit verband duidelijk wat de voorgenomen maatregelen zijn ter beperking van de risico's van doorvaart, zoals deze zijn weergegeven in de Uitwerking Besluit Doorvaart en Medegebruik van Windparken op zee (december, 2015). Ga na of, naar analogie van de risicozonering windturbines op land, een toetsingskader kan of moet worden ontwikkeld voor de (cumulatieve) overlijdensrisico's met betrekking tot windturbines op zee. Beschouw daarbij, naast de risico's verbonden aan het falen van rotorbladen, de risico's verbonden aan aanvaring/aandrijving van turbines door schepen (hoofdstuk 5 van het advies).	Zie hoofdstuk 8 over scheepvaartveiligheid en bijlage 11 (Rapportage MARIN) en bijlage 14 (veiligheidsberekening falen windturbines)
25	Beschrijf en visualiseer zo mogelijk, vanwege de verlichting, ook de zichtbaarheid van de windturbines vanaf de kust in de nachtperiode (Hoofdstuk 5 van het advies).	Zie hoofdstuk 9 over landschap.

BIJLAGE 14

RISICO'S VOOR SCHEEPVAART DOOR FALEN VAN WINDTURBINES



1 RISICO'S VOOR SCHEEPVAART DOOR FALEN VAN WINDTURBINES

1.1 Inleiding

Om de risico's voor scheepvaart in windturbineparken (recreatievaart en kleinere visserijvaart) door het falen van windturbines op zee te bepalen, kunnen berekeningen worden uitgevoerd die inzicht geven in de risico's van mogelijke worst-case situaties die zich kunnen voordoen. Bij het falen van windturbines gaat het om het mogelijk falen van rotorbladen, mastbreuk en gondelval. Er is geen normstelsel voor windturbines op zee beschikbaar om te beoordelen of de hoogte van deze risico's aanvaardbaar is voor individuen of voor de samenleving. Omdat er geen normstelsel beschikbaar is kan eventueel gekeken worden naar de regels uit het handboek risicozonering windturbines 2014 (v3.1) die gelden voor windturbines die geplaatst worden op land. Dezelfde regels zouden eventueel toegepast kunnen worden op een zee-situatie. Hierbij is het wel van belang om de juiste normen voor op land toe te passen op de juiste risico-scenario's op zee. Er zijn drie soorten normen voor windturbines op land waarbij aangesloten zou kunnen worden bij het beoordelen van de situatie op zee. In deze notitie worden achtereenvolgens de volgende drie normen beschreven en toegepast op een zee-situatie:

- Plaatsgebonden risico (PR),
- Individueel Passanten Risico (IPR) en het
- Maatschappelijk Risico (MR).

1.2 Plaatsgebonden risico (PR)

Het PR is het risico waarbij gekeken wordt naar een ruimtelijk effect en uitgerekend wordt wat het maximale risico per m^2 is als een persoon 24 uur per dag voor 365 dagen per jaar onbeschermd op die vierkante meter aanwezig zou zijn. Dit is een weergave van het maximaal optredende ruimtelijk risico en wordt gebruikt om te beoordelen of gebouwen en objecten waar langdurig mensen aanwezig zijn (woningen, ziekenhuizen et cetera) toegestaan kunnen worden binnen deze contouren. Het gaat hier dus om het bieden van bescherming voor gebouwen en objecten waarbij een langere verblijfstijd van personen van toepassing zou kunnen zijn. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de beoordeling van de $PR10^{-5}$ contour (voor beperkt kwetsbare objecten) en de $PR10^{-6}$ contour (voor kwetsbare objecten).

De $PR10^{-5}$ contour wordt normaliter begrenst tot maximaal een afstand van (circa) een halve rotordiameter. Voor de windparken op zee is het voor derden verboden om op een afstand van 50 meter aanwezig te zijn vanaf de windturbinepaal zodat het grootse deel van deze halve rotordiameter zich buiten bereik van een passant bevindt.

Bij de beoordeling van de $PR10^{-6}$ contour wordt op land gekeken naar de verblijfstijd en het aantal personen in objecten en gebouwen. Hierbij zijn bijvoorbeeld kantoorgebouwen met gemiddeld minder dan 50 aanwezige personen wel toegestaan binnen deze contour, maar kantoren met gemiddeld meer dan 50 personen (of meer dan 1.500 m^2 vloeroppervlak) niet.

De risico's worden dus meer acceptabel geacht naarmate het aantal personen dat gedurende een jaar binnen de contour gedurende langere tijd aanwezig is, kleiner is. Op zee zullen er geen boten, schepen of installaties met veel personen gedurende langere tijd aanwezig zijn; de

aanwezigheid is meer incidenteel te noemen. De verblijfstijden van personen zijn zeer laag vergeleken met het toetsingskader voor windturbines op land waar het gaat om min of meer permanente aanwezigheid. Er zijn daarmee ook geen objecten op zee aanwezig die beoordeeld kunnen worden in het kader van het plaatsgebonden risico voor windparken.

Indien er geen objecten met personen aanwezig zijn dan geldt bij de beoordeling van windturbines op land dat personen die 'incidenteel' aanwezig zijn onder de windturbine niet beoordeeld hoeven te worden. Dit betekent bijvoorbeeld dat incidentele aanwezigen die tijdelijk aanwezig zijn onder een windturbine (bijvoorbeeld een turbine boven een parkeerplaats of persoenen lopend in een bos onder de windturbine) niet beoordeeld worden. Deze situaties worden niet beoordeeld omdat de aanwezigheidsduur van personen onder de windturbines zodanig klein is dat de risico's voor deze personen verwaarloosbaar zijn. Voor windparken op zee geldt dit ook voor recreatievaart en kleine visserijvaart die niet gebonden is aan vaarroutes. De kans dat er iets gebeurt met een windturbine en dat juist op dat moment er een vaartuig aanwezig is onder de windturbine, is zodanig klein dat dit als een verwaarloosbaar klein risico kan worden gezien.

Onderstaand is een kort rekenvoorbeeld toegevoegd van een worst-case scenario welke de hoogte van de risico's illustreert.

Kader 1.1 Voorbeeld berekening plaatsgebonden risico

We nemen een gepensioneerde recreatieschipper met een zeilboot die 2 dagen per week de overtocht maakt tussen Nederland en Engeland. Hierbij vaart hij bij elke oversteek zo dicht mogelijk langs 50 windturbines. Als hij langs de windturbines vaart dan vaart hij met een snelheid van 3,6 m/s (7 knopen). Hij vaart bij elke windturbine circa 300 meter lang binnen de risicocontour (maximale werpafstand van de windturbine) en passeert de windturbines op 50 meter. Dit betekent dat hij 83 seconden per windturbine aanwezig is binnen de risicozone. Hij is dan gedurende 83x50/3.600 = 1,16 uur per oversteek aanwezig binnen het risicogebied. Per jaar is hij 120 uur aanwezig in de risicozone onder een windturbine (52 weken maal 2 dagen). Tijdens deze periode ondervindt hij een gemiddeld plaatsgebonden risico van $5x10^{-6}$ per jaar. Gezien zijn verblijfsfractie (tijd dat hij binnen de risicocontour aanwezig is) ondervindt hij een resterend totaal risico van 7×10^{-8} per jaar. De verwachtingswaarde dat er iets met deze actieve schipper gebeurt door de aanwezigheid van de windturbines is ééns in de 14,3 miljoen jaar. Deze kans is zodanig klein dat zijn risico verwaarloosbaar is.

1.3 Individueel passanten risico (IPR)

Het IPR wordt gebruikt om het risico voor passanten op transportroutes te berekenen. Dit wordt toegepast op situaties waarbij windturbines in de buurt staan van routes waar veel personen op aanwezig zijn zoals rijkswegen, spoorlijnen en kanalen met veel vaartransport. Het IPR is normaliter enkel van toepassing op transportroutes van rijksniveau. De toets kan door een bevoegd gezag ook worden toegepast voor lokale wegen, maar de uitkomsten bij lokale wegen zijn vrijwel altijd geheel binnen de gehanteerd normen. De norm die Rijkswaterstaat hanteert voor de beoordeling van transport routes is voor het IPR een maximale waarde van 10^{-6} voor één passant per windparkinrichting. (Daarbij wordt uitdrukkelijk vermeld dat het IPR geen algemene toepassing heeft.) Zelfs bij het extreme voorbeeld in Kader 1.1 is het IPR nog niet hoger dan 10^{-6} voor deze passant. Het IPR is op land alleen van toepassing op routes en niet op de 'gewone' openbare ruimte, dat wil zeggen dat als een windturbine publiek te bereiken is zonder dat er sprake is van een transportroute, de normen voor het plaatsgebonden risico

gelden (zie hierboven), De doorgaande vaarroutes nabij het windpark op zee zijn zodanig ver gelegen van de windturbines (ordegrootte 2 NM over het algemeen) dat er geen sprake is van een optredend risico. Het IPR als gevolg van het falen van de windturbines is voor personen op de doorgaande vaarroutes dus nihil. Het scenario in kader 1.1 geeft een voorbeeld van het beoordelen van het risico van een meer individuele route door een windpark resulterend in een waarde van 7×10^{-8}, dus ver onder de norm.

1.4 Maatschappelijk Risico (MR)

Naast het IPR wordt op land ook het MR berekend voor transportroutes. Dit geeft per windturbinepark (per inrichting) weer wat het risico van plaatsing van de windparkinrichting in de nabijheid van een transportroute voor de gehele maatschappij betekent. Hiervoor wordt het optredende risico voor één passage vermenigvuldigd met het aantal personen dat in één jaar een passage maakt over de transportroute. Hierbij worden dus transportroutes beoordeeld ten opzichten van één windparkinrichting. Dit geeft het maatschappelijk risico van de windparkinrichting op de transportroute weer. Per windpark wordt een maximaal maatschappelijk risico van $2x10^{-3}$ geaccepteerd. Het handboek stelt daarbij expliciet dat het niet de bedoeling is om dit risico cumulatief over meerdere windparken te beschouwen, en er wordt uitdrukkelijk vermeld dat het MR geen algemene toepassing heeft.

Omdat de doorgaande vaarroutes echter niet binnen de effectzone van de windturbines vallen (zie hiervoor onder IPR) treedt er in dit geval ook geen maatschappelijk risico bij de vaarroutes zelf op. Dit is te vergelijken met een snelweg op land die niet binnen de effectzone van een windpark valt. Beoordeling is dan ook conform het handboek niet benodigd.

Als het MER wordt toegepast op de optelsom van individuele passages in een windpark, dan is dit feitelijk niet de manier waarop het Handboek dit bedoeld heeft, voor individuele passages geldt immers het IPR. Passen we dit echter desondanks toch toe (je zou kunnen redeneren dat scheepvaart minder gebonden is aan ‘wegen’ in vergelijking met een landsituatie) dan ontstaat het volgende beeld. De hoogte van de norm voor het MER is 2×10^{-3}. Dit betekent dat ten opzichte van de situatie zoals beschreven in kader 1.1 er voortdurend $(2 \times 10^{-3})/(7 \times 10^{-8})$ = 28.571 schepen met een intensief verplaatsingsscenario zoals beschreven in kader 1.1. in het windpark actief zouden mogen zijn voordat de norm voor het MR wordt overschreden. Het is triviaal dat dit niet het geval zal zijn.

Aanvullend dient opgemerkt te worden dat het individueel passantenrisico en maatschappelijk risico conform het handboek per windpark wordt bepaald en er niet gecumuleerd wordt met alle windturbines die langs rijkswegen staan in één provincie of in geheel Nederland en vervolgens getoetst aan de normen voor IPR en MR. Voor windturbines op zee zijn deze risico’s dus ook niet op te tellen voor alle windturbines op zee of alle windturbines in een groter gebied zoals alle kavels in geheel windenergiegebied Hollandse Kust (zuid).