

# Monitoring aanvaringslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014

## Eindrapportage vijf jaar monitoring

A&W-rapport 1975



in opdracht van



Maatschap Berghuis, Bos e.a.



# **Monitoring aanvaringssslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014**

## Eindrapportage vijf jaar monitoring

A&W-rapport 1975

---

Erik Klop  
Allix Brenninkmeijer

#### Foto Voorplaat

Zicht op windpark Eemshaven en de energiecentrales van Nuon en RWE, mei 2014, Foto A&W

#### Erik Klop, Allix Brenninkmeijer 2014

Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven 2009-2014, Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1975. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

#### Opdrachtgevers

**RWE Innogy Windpower  
Netherlands BV**  
Postbus 72  
5201 AB Den Bosch  
Telefoon 038-8527631

**Growind , GDF SUEZ Energie  
Nederland , Bakker Bierum ,  
Maatschap Berghuis Bos e.a.**

#### Uitvoerder

**Altenburg & Wymenga  
ecologisch onderzoek bv**  
Postbus 32  
9269 ZR Feanwâlden  
Telefoon 0511 47 47 64  
Fax 0511 47 27 40  
info@altwym.nl  
[www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)

---

**Projectnummer**  
2052win

**Projectleider**  
A. Brenninkmeijer

**Status**  
Eindrapport

---

**Autorisatie**  
Goedgekeurd

**Paraaf**  
L.W. Bruinzeel

**Datum**  
12 september 2014

# Inhoud

---

<b>Samenvatting</b>	
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Aanleiding en doel	1
1.2 Aanpak en opzet	3
<b>2 Methoden</b>	<b>5</b>
2.1 Slachtoffertellingen	5
2.2 Correctie gevonden slachtoffers	6
2.3 Vliegbewegingen	11
<b>3 Resultaten</b>	<b>13</b>
3.1 Slachtoffertellingen	13
3.2 Gecorrigeerd aantal slachtoffers	18
3.3 Vliegbewegingen	23
<b>4 Discussie</b>	<b>33</b>
4.1 Correctie gevonden slachtoffers	33
4.2 Vergelijking voorspelde en gevonden slachtoffers	35
4.3 Vergelijking met andere windparken	41
<b>5 Literatuur</b>	<b>45</b>
<i>Bijlage 1 Correctiefactoren predatie- en vindkans</i>	<i>49</i>
<i>Bijlage 2 Vondsten per soort</i>	<i>51</i>
<i>Bijlage 3 Gecorrigeerde aantallen per soort</i>	<i>54</i>
<i>Bijlage 4 Vogelslachtoffers per turbine</i>	<i>57</i>

## Samenvatting

---

Windpark Eemshaven bestaat uit 88 turbines van elk ca. 3 MW die worden geëxploiteerd door een vijftal energiebedrijven. Aan de afgegeven Nb-wetvergunning was een monitoringsverplichting verbonden om te controleren of de voorspelde aantallen aanvaringslachtoffers overeen kwamen met de gevonden aantallen. Hiervoor is van februari 2009 t/m januari 2014 het aantal vogelslachtoffers maandelijks onderzocht.

### Zekere en mogelijke slachtoffers

In het veld zijn slachtoffers gecategoriseerd als 'zeker slachtoffer' of als 'mogelijk slachtoffer'. Zekere slachtoffers betreffen in stukken gehakte vogels, vogels met botbreuken en vogels aan de voet van een turbine. Mogelijke slachtoffers zijn slachtoffers die gevonden zijn in de zoekperiode, binnen de zoekcirkel onder een turbine, maar zonder uiterlijke kenmerken die wijzen op een aanvaring. Vogels met een andere doodsoorzaak (verkeerslachtoffers, draadslachtoffers van de hoogspanningslijnen, aangespoelde vogels e.d.) zijn wel genoteerd maar verder niet meegenomen in de analyses.

### Gevonden slachtoffers

Jaarlijks zijn gemiddeld 274 mogelijke en zekere slachtoffers gevonden. De jaarlijkse variatie is gering (van minimaal 257 tot maximaal 289 slachtoffers per jaar). In totaal zijn 89 verschillende vogelsoorten gevonden, waaronder 30 vogelsoorten, die zijn aangewezen voor het Natura 2000-gebied Waddenzee (de zogenaemde kwalificerende soorten); van de 89 soorten zijn 20 soorten vermeld op de Rode Lijst. Tot de meest gevonden slachtoffers behoren Wilde eend, Stadsduif, Zilvermeeuw, Kokmeeuw en Kleine mantelmeeuw.

### Gecorrigeerde aantallen slachtoffers

Tijdens de telling zijn niet alle aanvaringslachtoffers gevonden die in werkelijkheid zijn gevallen. De gevonden slachtoffers zijn derhalve gecorrigeerd voor de vindkans (waarnemers vinden niet alle slachtoffers), de predatiekans (aaseters ruimen een deel van de slachtoffers op) en het afgezochte oppervlak (sommige terreinen kunnen niet afgezocht worden). De predatiekans en vindkans zijn locatiespecifiek en zijn met experimenten gekwantificeerd. Op deze wijze is een schatting gemaakt van het werkelijke aantal slachtoffers. Gemiddeld zijn in het hele windpark van 88 turbines 576-2.873 slachtoffers per jaar gevallen; dit is 7-33 slachtoffers per turbine per jaar. Het gemiddelde aantal slachtoffers is jaarlijks geleidelijk toegenomen. De zangvogels vormen bijna de helft van de slachtoffers, en de meeuwen en sterns ongeveer een kwart. De meeste slachtoffers vallen in het voorjaar (april-mei) en najaar (september-oktober) en de minste in de winter (december-januari). De slachtoffers vallen niet evenredig verspreid over alle turbines van het windpark. De aantallen slachtoffers per turbine variëren van 1 - 213 per jaar. Bij de meeste turbines (tweederde) vallen 0-50 slachtoffers/jaar, maar bij drie turbines is dit aantal meer dan 100/jaar. De turbines met de hoogste aantallen slachtoffers liggen op de zeedijk en in het oosten van het windpark.

### Vliegbewegingen

In en langs de Eemshaven liggen enkele belangrijke hvp's en broedgebieden voor kwalificerende vogelsoorten; dit zijn vogelsoorten die zijn aangewezen voor de voor het aangrenzende Natura 2000-gebied Waddenzee. De landbouwgronden van de polders rond de Eemshaven waar turbines zijn gepland, fungeren als foerageergebied voor kwalificerende ganzen, eenden en steltlopers en voor broedende akker- en weidevogels. Het natuurgebied Ruidhorn en de kwelder ten noordwesten hiervan zijn van belang als hvp, broedgebied en

foerageergebied voor kwalificerende vogels. De belangrijkste vliegbewegingen zijn afkomstig van:

1. *Rustende vogels*. Rustende vogels vliegen dagelijks heen en weer tussen rustplaats en foerageergebied. Vogels foerageren op het drooggevalen wad, op het water van de Waddenzee of op de (binnendijkse) landbouwgronden. Deze vliegbewegingen vinden het hele jaar door plaats. De vogels kunnen tijdens hun dagelijkse vluchten een aantal turbines passeren; van de meeste soorten is waargenomen dat ze dit o.a. op rotorhoogte doen.
2. *Broedvogels*. Broedvogels vliegen dagelijks een aantal malen van broedgebied naar foerageergebied. Deze vliegbewegingen vinden alleen tijdens het broedseizoen plaats. Ook de broedvogels kunnen tijdens hun dagelijkse vluchten een aantal turbines passeren; van de meeste soorten is waargenomen dat ze dit o.a. op rotorhoogte doen. Omdat de kolonievogels Kokmeeuw, Noordse stern en Visdief tijdens het broedseizoen (vooral in de eilegfase en de kuikenfase) vele malen per dag heen en weer vliegen tussen kolonie en foerageergebied, zijn onder deze soorten relatief veel slachtoffers gevallen.
3. *Trekvogels*. De trekvogels komen tweemaal per jaar langs de Eemshaven: in het voorjaar op weg naar hun broedgebied en in het najaar op weg naar hun overwinteringsgebied. Veel soorten passeren het windpark tijdens de trek op grote hoogte (hoger dan de turbines), maar regelmatig vliegen trekvogels ook op rotorhoogte door het windpark (o.a. bij slechte trekomstandigheden als tegenwind). Bij de Eemshaven is in het voorjaar geregeld sprake van gestuwde trek, waarbij grote aantallen trekvogels boven de zeedijk naar het oosten vliegen en daarbij het windpark passeren. Tijdens de trek vliegen miljoenen vogels door of langs het windpark, maar omdat ze dat slechts tweemaal per jaar doen, is het aantal slachtoffers relatief laag. Het merendeel van de trekvogels bij de Eemshaven bestaat uit zangvogels, vooral lijsterachtigen en Spreeuwen. Deze soorten vormen ook de belangrijkste groep slachtoffers binnen de zangvogels.

### **Vergelijking voorspelde en gevonden aantallen**

Het geschatte maximale aantal aanvaringslachtoffers van 2.873 per jaar ligt aanzienlijk lager dan het voorspelde aantal van 6.293 slachtoffers. De minimale schatting van 576 (zekere) gevonden slachtoffers is nog lager. In alle vijf onderzoeksjaren zijn de gevonden aantallen slachtoffers lager dan de voorspelde aantallen, maar er is sprake van een stijging sinds het begin van de monitoring. Deze is vooral veroorzaakt door stijgende aantallen slachtoffers onder de zangvogels. De gevonden aantallen slachtoffers onder de trekvogels zijn veel lager dan de voorspelde aantallen (ongeveer een factor 4); de gevonden aantallen slachtoffers onder de pleisterende vogels zijn veel hoger dan de voorspelde aantallen (ook ongeveer een factor 4).

### **Kwalificerende soorten**

Het voorspelde soortenspectrum van slachtoffers onder kwalificerende vogelsoorten (19) is veel lager dan het gevonden van 30 soorten. Het gevonden aantal slachtoffers onder deze soorten bedraagt gemiddeld 619 vogels per jaar, wat neerkomt op ongeveer 22% van het totale aantal slachtoffers. Het voorspelde aantal van 301 kwalificerende slachtoffers per jaar bevindt zich tussen het aantal *zekere* (138) en aantal *zekere + mogelijke* (619) gevonden slachtoffers per jaar. Een opvallend verschil tussen de voorspelde en gevonden aantallen is te vinden bij de maximale aantallen van Bonte standloper; echter, veruit de meeste slachtoffers van deze soort konden niet met zekerheid als windturbineslachtoffer worden geïdentificeerd. Van de kwalificerende roofvogels, meeuwen en overige watervogels werden geen slachtoffers voorspeld, maar zijn wel enige tot enige tientallen slachtoffers gevonden; de belangrijkste slachtoffers (qua aantal) binnen deze groepen zijn respectievelijk Bruine kiekendief, Kleine mantelmeeuw en Aalscholver.





# 1 Inleiding

---

*In het kader van de afgegeven vergunning voor de Natuurbeschermingswet is van februari 2009 t/m januari 2014 het aantal vogelslachtoffers van de windturbines in windpark Eemshaven onderzocht. De monitoringsresultaten zijn jaarlijks gerapporteerd. In deze eindrapportage zijn de resultaten van de complete monitoringsperiode gebundeld en in samenhang geanalyseerd.*

## 1.1 Aanleiding en doel

### Ligging

Het Windpark Eemshaven bestaat uit 88 turbines van elk ca. 3 MW die worden geëxploiteerd door een vijftal energiebedrijven. De turbines staan verspreid opgesteld door de gehele Eemshaven en de aangrenzende Emmapolder, in het noordoosten van de provincie Groningen. Het gebied grenst aan het Natura 2000-gebied Waddenzee (figuur 1.1).

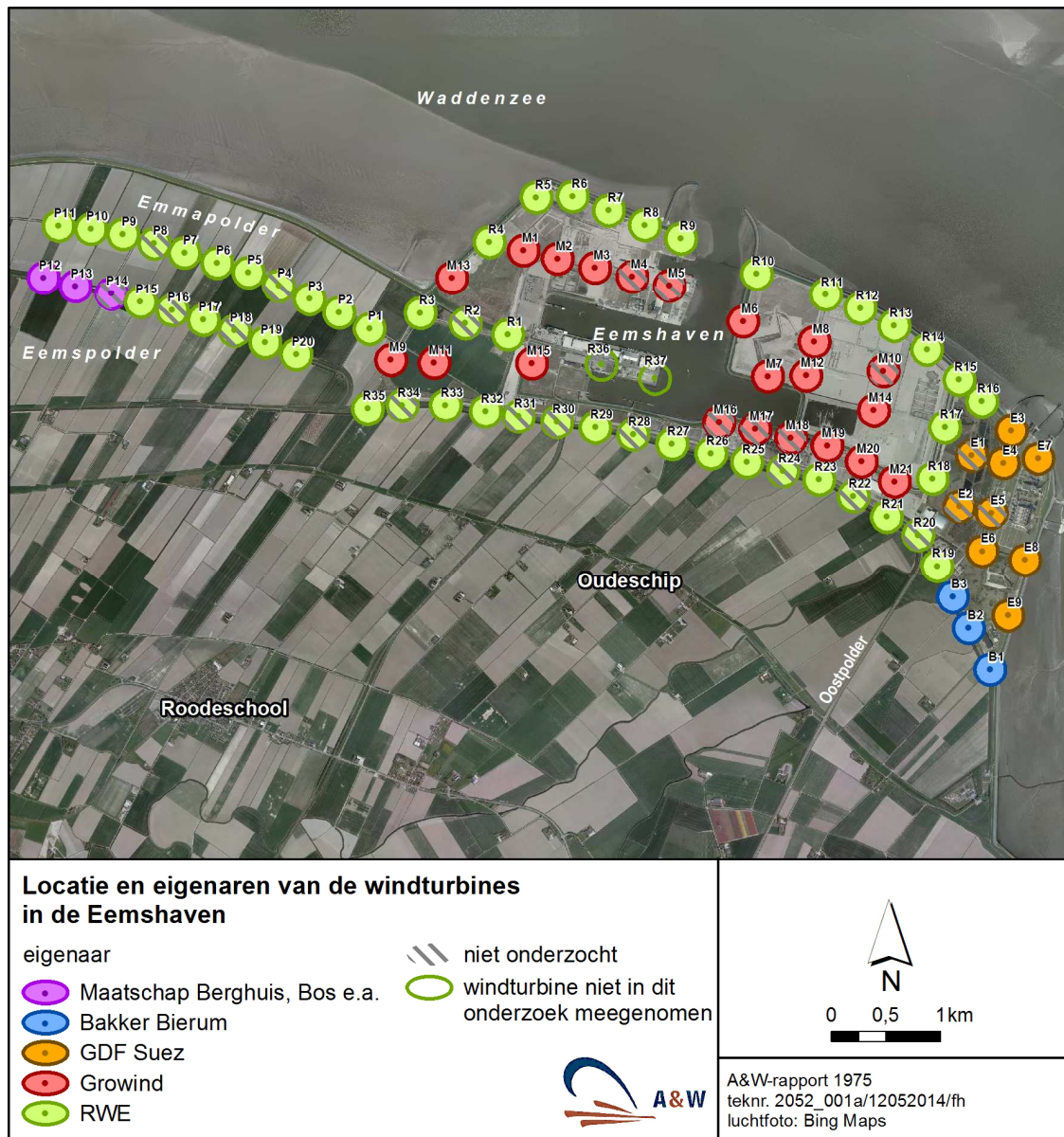
De turbines in het windpark hebben een ashoogte van ca. 100 m en een tiphoogte van ca. 140 m. Het grootste deel van het gebied waarin het windpark is gesitueerd was reeds in gebruik als windpark. Het oude windpark bestond uit 134 kleine turbines met een maximale tiphoogte van 46,5 m en een totaal vermogen van 44 MW. Het nieuwe windpark is een vervanging van het oude windpark. De laatste nieuwe turbines zijn begin 2009 operationeel geworden. In de zomer van 2012 zijn in het westen van de Eemshaven nabij Sealane twee nieuwe turbines van RWE gebouwd; beide turbines zijn geen onderdeel van de hier gepresenteerde monitoring en worden in de verdere analyse van aanvaringslachtoffers niet meegenomen.

### Vogels en turbines

Uit onderzoek is gebleken dat windturbines een gevaar kunnen vormen voor vogels (o.a. Winkelman 1992a-d, Hötger 2006, Everaert 2008, Krijgsveld *et al.* 2009, BioConsult 2010, Brenninkmeijer & van der Weyde 2011). Vogels kunnen verstoord worden zodat ze gebieden met turbines gaan mijden. Dit kan leiden tot fragmentatie van hun leefgebied of tot verstoring van broed-, foerageer- en rustgebieden, en trekroutes. Ook kunnen vogels tijdens het vliegen in botsing komen met een windturbine of in de luchturbulentie rond de draaiende rotor terecht komen. Hierbij kunnen vogels gewond raken of gedood worden. De kans op aanvaringen is het grootst tijdens de nacht en in de avond- of ochtendschemering, of onder slechte zichtomstandigheden (Hötger 2006, Everaert 2008, Winkelman *et al.* 2008). De slachtoffers vallen vooral bij operationele windturbines (Langston & Pullan 2003), en in mindere mate bij stilstaande turbines (Martin 2011). In het onderhavige onderzoek ligt de nadruk op het bepalen van de aantallen en soorten aanvaringslachtoffers in Windpark Eemshaven. Daarnaast is aandacht besteed aan vliegbewegingen in en rond het windpark.

### Natuurbeschermingswetvergunning

De Eemshaven is in het voorjaar één van de belangrijkste vogeltrekpunten van Nederland (LWVT/SOVON 2002, [www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl)). Door de ligging aan de Waddenzee vindt er vooral in het voorjaar veel gestuwde trek plaats, waarbij de vogels de kust volgen om de oversteek te maken in de richting van Duitsland (Poot *et al.* 2007). Vanwege de omvang van het windpark, de functie voor trekvogels en de ligging nabij het Natura 2000-gebied Waddenzee heeft een toetsing plaatsgevonden in het kader van de Natuurbeschermingswet (Koolstra 2006) en de Flora- en faunawet. Daarin is een inschatting gemaakt van het aantal slachtoffers per jaar, zowel voor pleisterende als trekkende vogels.



Figuur 1.1 - Locatie van windpark Eemshaven met de ligging van de 88 turbines. Bij de 22 turbines met gearceerde zoekcirkels zijn geen slachtoffertellingen uitgevoerd; voor deze turbines is in de analyse het aantal slachtoffers geschat. Slachtoffers van de twee (nummerloze groene) nieuwe turbines van RWE, die in mei/juni 2012 in de westelijke Eemshaven zijn gerealiseerd nabij de sternenkolonie, behoren niet tot dit onderzoek en zijn in deze rapportage niet geanalyseerd.

Het windpark wordt geëxploiteerd door vijf partijen: RWE, Growind, GDF SUEZ, Bakker Bierum en Maatschap Berghuis, Bos e.a. Het voormalige Ministerie van LNV (thans Economische Zaken) heeft aan alle vergunninghouders afzonderlijk een ontheffing verleend in het kader van de Flora- en faunawet en de Natuurbeschermingswet 1998, voor de bouw en exploitatie van windpark Eemshaven. Tevens is door het provinciaal bevoegd gezag voor iedere vergunninghouder afzonderlijk een vergunning in het kader van de Nb-wet verleend. In de vergunningen is een aantal voorwaarden gesteld. Iedere vergunninghouder dient op regelmatige basis (ten minste maandelijks) de soort en het aantal vogelslachtoffers in het door hen te realiseren deel van het windpark te (laten) registreren (Voorschrift 17 van Provincie

Fryslân 2008; Voorschrift 16 van Ministerie van LNV 2007). Bovendien dient gedurende vijf jaar na de oprichting van het windpark jaarlijks een monitoringsrapport te worden opgesteld, waarin behalve het aantal gevonden en verwachte slachtoffers eventuele veranderingen in vliegbewegingen van vogels in het gebied moeten worden vermeld (Voorschrift 18 van Provincie Fryslân 2008; Voorschrift 17 van Ministerie van LNV 2007). De vergunninghouders hebben Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv (A&W) opdracht gegeven voor het uitvoeren van het monitoringsonderzoek en de bijbehorende jaarlijkse rapportage. Conform de gestelde voorwaarden is het uitgevoerde monitoringsonderzoek afgestemd op vogelslachtoffers.

### **Doel**

Het doel van het onderzoek is om gedurende vijf jaar (2009–2014) het aantal vogelslachtoffers van de windturbines te monitoren, en op basis daarvan het totale aantal aanvaringsslachtoffers te berekenen. De laatste veldgegevens zijn verzameld in januari 2014. In deze eindrapportage worden de resultaten van de complete onderzoeksperiode besproken. Het aantal slachtoffers is vervolgens vergeleken met de verwachting, zoals opgesteld in de Passende Beoordeling (Koolstra 2006). Tevens zijn de belangrijkste vliegbewegingen in het windpark bepaald.

## **1.2 Aanpak en opzet**

### **Aanpak slachtoffertellingen**

Het onderzoek is vanaf februari 2009 met gelijkblijvende methodiek uitgevoerd (zie hoofdstuk 2). Deze methode is vergelijkbaar met het onderzoek in windpark Delfzijl-Zuid (Brenninkmeijer & van der Weyde 2011). Onderzoek naar aanvaringsslachtoffers kan op verschillende manieren worden uitgevoerd. De meest gebruikelijke en verantwoorde manier is om wekelijks het aantal slachtoffers te tellen (zie o.a. Winkelman 1992a-d, Everaert 2008). Wekelijkse monitoring is echter arbeidsintensief en kostbaar. Conform de vergunningsvoorschriften zijn de vergunninghouders verplicht om maandelijks de slachtoffers te monitoren. In dit onderzoek is, in overleg met het Bevoegd Gezag, gekozen voor een maandelijks monitoring van een representatieve selectie van turbines. Alleen in het voor- en najaar (de periode van de vogeltrek waarin hoge aantallen slachtoffers worden verwacht) is tweewekelijks naar slachtoffers gezocht. De gevonden slachtoffers zijn gecorrigeerd naar het geschatte werkelijke aantal slachtoffers met behulp van correctiefactoren (zie hoofdstuk 2).

### **Opzet van het rapport**

Hoofdstuk 2 beschrijft de gebruikte methodiek en de correctie van het aantal slachtoffers. Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van de slachtoffertellingen en beschrijft de belangrijkste vliegbewegingen. In hoofdstuk 4 is het aantal slachtoffers over de afgelopen vier jaar vergeleken met de inschatting die vooraf is gemaakt, en wordt een vergelijking gemaakt met andere windparken. In bijlage 1 worden de correctiefactoren weergegeven die zijn gebruikt om de gevonden aantallen naar totale aantallen te extrapoleren. In bijlage 2 zijn de gevonden aantallen slachtoffers per soort gegeven. Bijlage 3 geeft het geschat aantal slachtoffers per soort, en in bijlage 4 is een overzicht van het aantal slachtoffers per turbine weergegeven, gegroepeerd per vergunninghouder.



*Turbines nabij de centrale van GDF SUEZ Nederland in het oosten de Eemshaven (bovenste foto) en aan de Schildweg nabij Bakker Bierum aan de zuidzijde van de Eemshaven (onderste foto) (foto's A&W).*

## 2 Methoden

---

*Het aantal slachtoffers is bepaald door maandelijks onder een representatieve selectie van de turbines te zoeken. Bij deze zoekinspanning worden niet alle slachtoffers gevonden. Verschillende factoren, zoals vindkans, predatiekans, de fractie van het totale oppervlak dat afgezocht kan worden en de fractie turbines dat is onderzocht, beïnvloeden het resultaat. In dit hoofdstuk is kort de methodiek beschreven, waarmee is gecorrigeerd voor deze factoren. Tevens is een beschrijving gegeven van de gebruikte methode om de vliegbewegingen in kaart te brengen.*

### 2.1 Slachtoffertellingen

#### Zoekcirkel

De meeste slachtoffers vallen binnen een straal van maximaal 0,75-1,1 maal de ashoogte van de turbine (Winkelman 1992a, Grünkorn *et al.* 2005). Geadviseerd wordt om de tiphoogte van een turbine als zoekcirkel aan te houden. Voor dit onderzoek is 140 meter (de gemiddelde tiphoogte van de turbines) aangehouden als straal van het af te zoeken gebied.

#### Selectie van turbines

De slachtoffertellingen zijn uitgevoerd bij 66 van de 88 turbines (figuur 1.1). Selectie van turbines heeft plaatsgevonden op basis van de ligging en de geschiktheid van de ondergrond voor het vaststellen van slachtoffers. Turbines waarvan de ondergrond voor een groot deel niet afzoekbaar was, zijn buiten de selectie gehouden.

#### Zoekfrequentie

In de periode van februari 2009 tot en met januari 2014 is maandelijks gezocht naar aanvaringslachtoffers. In het voorjaar (april/mei) en het najaar (september/oktober) is tweewekelijks gezocht. Jaarlijks is 16 keer naar slachtoffers gezocht.

#### Slachtoffers

De doodsoorzaak van vogels kan niet altijd met zekerheid worden vastgesteld. Dit wordt beïnvloed door de versheid van het kadaver, de weersomstandigheden, de mate waarin het is aangevreten door aaseters en de hoeveelheid overblijfselen. Daarnaast is de grootte van de vogel van invloed op de vindkans en de duur dat de vogelresten nog aanwezig zijn: grote vogels vallen meer op, hebben een langer rottingsproces en er blijft na predatie meer over dan van kleine vogels. Van elk gevonden vogelrestant is de vindplaats op kaart ingetekend, en is de doodsoorzaak ter plekke onderzocht. Om eventuele dubbeltellingen te voorkomen, zijn alle gevonden vogelresten met milieuvriendelijke, onuitwisbare verf gemarkeerd.

Het is van belang om te weten of een gevonden vogel met een windturbine in aanraking is geweest of een andere doodsoorzaak heeft. Dit kan vooral worden bepaald aan de hand van de verwondingen die de gevonden vogel heeft. Elk slachtoffer, dat binnen de zoekcirkel rondom de turbine wordt gevonden, is ingedeeld in één van de drie onderstaande categorieën:

1. Zeker aanvaringslachtoffer: hieronder vallen in stukken gehakte vogels, vogels met botbreuken en vogels die aan de voet van een turbine liggen;
2. Mogelijk aanvaringslachtoffer: vogels die vermoedelijk met een turbine in aanraking zijn gekomen, maar waarbij een andere doodsoorzaak niet geheel kan worden uitgesloten.

3. Andere doodsoorzaken: vogels die niet met een turbine in aanraking zijn gekomen, maar door een andere oorzaak zijn gestorven: zeker draadslachtoffer (van hoogspanningslijnen; zie Klop & Brenninkmeijer 2013b), verkeersslachtoffer, uitmaaaien, predatie door niet-aaseters, olieslachtoffers, ziekte, aangespoelde vogels etc.

Een deel van de mogelijke turbineslachtoffers lag eveneens binnen het zoekgebied van de hoogspanningslijnen, die in 2011 in de oostelijke Eemshaven zijn gerealiseerd (Klop & Brenninkmeijer 2013b); de vogels kunnen derhalve ook het slachtoffer zijn van een aanvaring met een hoogspanningslijn. Elk slachtoffer is, indien mogelijk, toegewezen aan óf de lijnen óf de turbines op basis van de vindlocatie, de inschatting in het veld en gegevens omtrent vlieghoogte. Waar dit niet mogelijk bleek is een slachtoffer volgens een statistische methode *at random* aan één van beide toegewezen.

Vogels die binnen de zoekcirkel van een windturbine zijn gevonden, maar waarbij aantoonbaar sprake was van een andere doodsoorzaak (categorie 3), zijn niet meegenomen in de analyse. Ook slachtoffers die buiten de zoekcirkel van een windturbine zijn gevonden (>140 m), zijn niet meegenomen in de analyse. Met behulp van een *laser rangefinder* is van elk slachtoffer de afstand van de vindplaats tot de voet van de turbine bepaald. Wanneer verschillende delen van dezelfde vogel op verschillende afstand van de turbine zijn gevonden, is de afstand van het grootste deel van de vogel tot de voet van de turbine genomen.

## 2.2 Correctie gevonden slachtoffers

Bij veldonderzoek naar mortaliteit door windturbines worden nooit alle slachtoffers gevonden. Een deel wordt door roofdieren en aaseters verwijderd voordat ze door onderzoekers kunnen worden gevonden, en een deel is wel aanwezig maar wordt niet gevonden, bijvoorbeeld doordat de vogels verscholen liggen in de vegetatie. Daarom moeten gevonden aantallen altijd worden gecorrigeerd voor de predatiekans en de vindkans. Indien niet de volledige telstrook kan worden afgezocht moet ook worden gecorrigeerd voor het percentage afzoekbaar oppervlak.

Om de aantallen gevonden slachtoffers te corrigeren voor de vindkans, predatiekans en afgezocht oppervlak, is gebruik gemaakt van onderstaande formule (Winkelman 1992a):

$$N\text{-geschat} = (N_a - N_b) * (C_p * C_z * C_d) / C_o$$

N-geschat= geschatte werkelijke aantal slachtoffers

$N_a$ = Aantal gevonden vogelresten

$N_b$ =Aantal waarvan doodsoorzaak niet is terug te voeren op de windturbines

$C_p$ =predatiefactor

$C_z$ = vindkansfactor

$C_d$ = deel van het jaar waarin onderzoeksperiode valt

$C_o$ = aandeel afgezocht oppervlak van totale af te zoeken gebied

De correctie van het aantal aanvaringslachtoffers is gebaseerd op de volgende aannames:

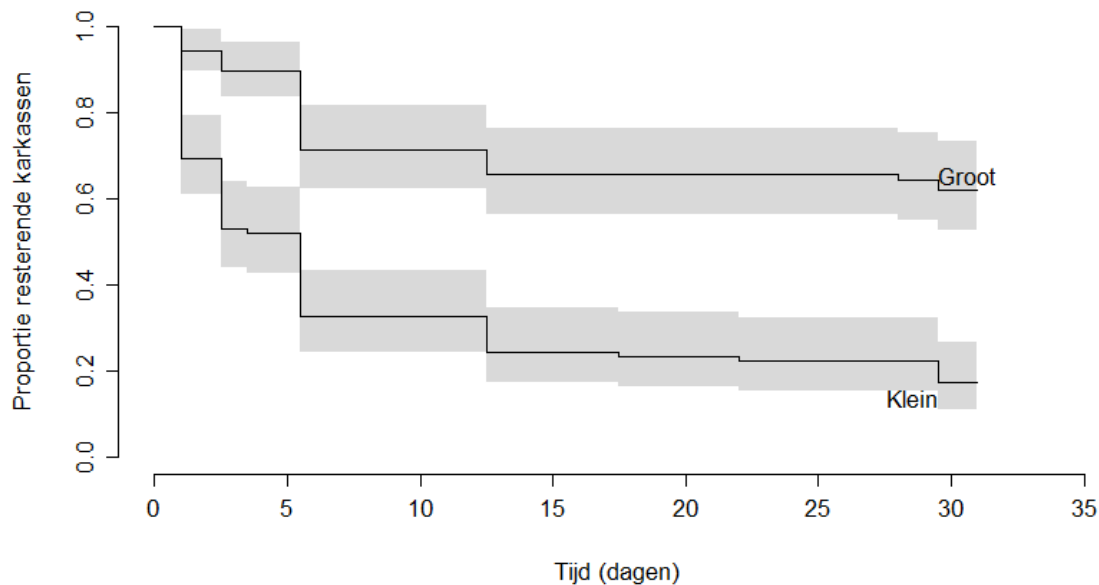
- alle aanvaringslachtoffers vallen binnen het onderzochte gebied rond de turbines;
- op dagen dat er niet wordt gezocht vallen gemiddeld evenveel aanvaringslachtoffers als op dagen dat wel wordt gezocht;
- $C_d = 1$ , want de onderzoeksperioden bedragen steeds een heel jaar;
- alle bij de formule betrokken factoren zijn onafhankelijk van elkaar.

Deze correctie is betrouwbaar voor het schatten van totale aantallen slachtoffers, en aantallen slachtoffers op soortgroepniveau. Om een gedetailleerde schatting te kunnen maken van het aantal slachtoffers op soortniveau is deze methode niet erg betrouwbaar. Ten minste één individu van een soort moet gevonden worden, voordat hieruit het aantal slachtoffers voor deze soort kan worden berekend. Omdat toeval hierbij een grote rol kan spelen, moeten de aantallen op soortniveau met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

### **Predatiekans**

Om de kans te berekenen dat een vogel binnen een bepaalde tijdsperiode wordt opgegeten of weggesleept door predatoren, is in de Eemshaven driemaal een predatieproef uitgevoerd (in maart 2009, oktober 2010 en mei 2012). Deze proeven bestaan uit het uitleggen van een aantal dode vogels van verschillende grootteklassen, waarna door een onderzoeker regelmatig gecontroleerd wordt welke vogels verdwenen en/of verplaatst zijn. Op basis van deze proeven kan de correctiefactor voor predatie worden bepaald. Meer details over de opzet van de predatieproeven zijn te vinden in bijlage 3 van Klop *et al.* (2012).

De mate van predatie van vogelslachtoffers is weergegeven in figuur 2.1. Uit deze figuur blijkt dat met name in de eerste week veel slachtoffers worden verwijderd door predatoren, en dus niet gevonden kunnen worden door de onderzoekers. Na de eerste week neemt de predatiekans sterk af. Dit is mogelijk een effect van detectie (geur) of van verminderde aantrekkelijkheid van oude karkassen voor predatoren, en komt overeen met de resultaten van gepubliceerde predatieproeven bij vogels en vleermuizen (o.a. Arnett *et al.* 2005, Smallwood 2007, Ponce *et al.* 2010, Bispo *et al.* 2013). Ook is sprake van een sterk effect van lichaamsgrootte: kleine vogels (<100g) worden sterker gepredeerd dan grote vogels (>100g). Na vier dagen is ongeveer de helft van alle uitgelegde kleine vogels verdwenen, tegenover slechts 10% van de grote vogels.



Figuur 2.1 Verloop van de predatiekans van uitgelegde slachtoffers over de tijd. In de figuur zijn de resultaten van drie predatieproeven samengevoegd, waarbij onderscheid is gemaakt tussen grote (>100g) en kleine (<100g) vogels. De grijs gearceerde blokken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer.

In de analyses van de aantallen slachtoffers is rekening gehouden met het verdwijnen van dode vogels door te corrigeren voor de predatiekans. De predatiekans is gebaseerd op de dag waarop het slachtoffer werd gevonden, gerekend vanaf de dag van uitleg van de dode vogels. De predatiefactor ( $C_p$ ) wordt bepaald met de volgende formule:

$$C_p = (\text{alle uitgelegde dode vogels}) / (\text{restant aantal})$$

De predatiefactor is voor grote en kleine vogels afzonderlijk berekend, vanwege het verschil in predatiekans op basis van grootte en gewicht van de betreffende vogels (figuur 2.1). De predatiekans met bijbehorende betrouwbaarheidsintervallen zijn berekend aan de hand van een binomiale verdeling, die de kans weergeeft dat van  $n$  uitgelegde vogels  $x$  exemplaren worden teruggevonden. De betrouwbaarheidsintervallen zijn berekend volgens de Pearson-Clopper methode met het statistische softwarepakket R.

Een samenvatting van de correctie voor predatie is gegeven in tabel 2.1. In bijlage 1 zijn de berekende correctiefactoren voor predatie voor de totale duur van de predatieproef weergegeven.



### Correctiefactor voor predatie

De predatiekans van vogels wordt gewoonlijk vastgesteld door middel van een predatieproef. Hierbij wordt de kans bepaald dat een vogelslachtoffer door predatie verdwenen is, voordat deze tijdens een monitoringronde kan worden aangetroffen. Hiertoe worden karkassen verspreid over het onderzoeksgebied uitgelegd, waarna gedurende het gebruikelijke monitoringsinterval de verdwijnsnelheid van deze karkassen wordt bepaald. Aan de hand daarvan kan per dag de specifieke predatiekans worden afgeleid. Vaak wordt het aantal dagen tussen twee zoekrondes gebruikt om de bijbehorende correctiefactor voor predatie te bepalen.

Bij het berekenen van de predatiekans wordt uitgegaan van het aantal vogels dat op de betreffende dag nog aanwezig is. Van deze karkassen is het aantal dagen dat deze in het onderzoeksgebied hebben gelegen bekend. Bij slachtoffers die tijdens de normale monitoringrondes worden gevonden is dit niet het geval. Door het aantal dagen tussen twee zoekrondes als maat te nemen voor de predatiekans is sprake van een 'worst case scenario'. Het is immers aannemelijk dat de gevonden vogels willekeurig over de tijd tussen twee zoekrondes slachtoffer zijn geworden, en niet alle op de dag van de vorige zoekronde zijn gevallen (Jain *et al.* 2009). Dit resulteert in een overschatting van het aantal draadslachtoffers, doordat met het aantal dagen tussen twee zoekrondes de correctiefactor voor predatie toeneemt. Naarmate het tijdsinterval tussen twee monitoringrondes en/of de verdwijnsnelheid van vogels in het onderzoeksgebied hoger is, betekent dit een grotere overschatting van het aantal slachtoffers.

Een meer correcte berekening is het nemen van het 'mid point' van de range van het aantal dagen tussen twee zoekrondes. Door uit te gaan van het gemiddelde aantal dagen dat de gevonden vogelslachtoffers in het onderzoeksgebied liggen, vóórdat zij worden gevonden, wordt de temporele spreiding gemiddeld, waardoor de predatiekans de werkelijke verdwijnsnelheid beter benadert. In dit rapport is de predatiekans berekend op basis van de helft van het aantal dagen tussen twee zoekrondes.

Tabel 2.1 - Correctiefactor voor predatie ( $C_p$ ) met 95% betrouwbaarheidsinterval berekend voor grote en kleine vogels op dag 7 en 15 na start predatieproeven in maart 2009, oktober 2012 en mei 2012.

	Dag 7				Dag 15			
	N uitgelegd	N aanwezig	$C_p$	95% BI	N uitgelegd	N aanwezig	$C_p$	95% BI
Grote vogels (>100 g)	87	62	1,4	1,2-1,7	87	57	1,5	1,3-1,8
Kleine vogels (<100 g)	98	32	3,1	2,3-4,3	98	24	4,1	2,9-6,2

### Vindkans

Naast het effect van mogelijke predatie moet worden gecorrigeerd voor de kans dat een draadslachtoffer niet wordt gevonden tijdens de telrondes. De vindkansfactor ( $C_z$ ) hangt af van de ervaring van de onderzoeker en de mate waarin de dode vogels opvallen op de ondergrond. Dit wordt vooral beïnvloed door de grootte van de vogel en het kleurcontrast tussen vogel en ondergrond, maar ook de hoogte van de begroeiing speelt een belangrijke rol. Zelfs na intensief zoeken zijn kleine vogels (vooral in ruigere vegetatie) moeilijk terug te vinden. Uit verschillende studies blijkt dat zonder correcties voor de vindkans een ernstige onderschatting van het aantal aanvaringsslachtoffers plaatsvindt (o.a. Everaert 2008, Korner-Nievergelt 2011, Péron *et al.* 2013).

De vindkans is bepaald door een aantal dode vogels binnen het zoekgebied uit te leggen en te onderzoeken welk deel hiervan teruggevonden wordt. Ook bij de vindkansproef is onderscheid gemaakt tussen grote (>100 g) en kleine (<100 g) vogels. Een volledige beschrijving van de proeven is te vinden in bijlage 3 van Klop *et al.* (2012). De vindkansfactor is vervolgens berekend met de formule:

$$Cz = (\text{aantal uitgelegde en nog aanwezige vogels}) / (\text{aantal teruggevonden vogels})$$

In tabel 2.2 zijn de berekende correctiefactoren voor vindkans weergegeven. Ook hier zijn de bijbehorende 95% betrouwbaarheidsintervallen berekend aan de hand van een biomiale verdeling (zie boven). De gecombineerde correctiefactoren voor predatie- en vindkans zijn weergegeven in tabel 2.3. Deze zijn gebruikt om het gevonden aantal slachtoffers te extrapoleren. Correctiefactoren voor de totale duur van de predatieproef zijn weergegeven in bijlage 1.

Tabel 2.2 - Correctiefactor voor vindkans (Cz) met 95% betrouwbaarheidsinterval berekend voor grote en kleine vogels (gecombineerde vindkansonderzoeken maart 2009, oktober 2012 en mei 2012).

	N aanwezig	N gevonden	Cz	95% BI
Grote vogels (>100 g)	82	47	1,7	1,5-2,2
Kleine vogels (<100 g)	68	12	5,7	3,5-10,6

Tabel 2.3 - Gecombineerde correctiefactor voor predatie- (Cp) en vindkans (Cz) met 95% betrouwbaarheidsinterval voor grote en kleine vogelslachtoffers gevonden op dag 7 en dag 15 na start predatieproef (gecombineerde onderzoeken maart 2009, oktober 2012 en mei 2012).

	Dag 7		Dag 15	
	Cz*Cp	95% BI	Cz*Cp	95% BI
Grote vogels (>100 g)	2,4	2,0 – 3,2	2,7	2,1-3,5
Kleine vogels (<100 g)	17,4	9,5 – 33,8	23,3	12,1-46,5

### Afgezocht oppervlak

Een deel van het oppervlak onder turbines is niet goed op slachtoffers af te zoeken. Dit is afhankelijk van zowel tijdelijke als van permanente 'obstakels' zoals gebouwen of hoge vegetatie. Het aandeel tijdelijke obstakels in het zoekgebied kan variëren gedurende het seizoen, bijvoorbeeld door opgroeiende gewassen waardoor het zoeken wordt bemoeilijkt. Daarnaast kunnen er permanente obstakels binnen de zoekcirkels onder de turbines staan, zoals daken van gebouwen, brede sloten, wegen of een stuk Waddenzee. Dergelijke obstakels zijn het hele jaar door aanwezig. Wegen zijn weliswaar goed af te zoeken, maar van de meeste op wegen gevonden slachtoffers is niet vast te stellen of dit turbineslachtoffers of verkeersslachtoffers zijn. Daarom zijn de oppervlakken van de wegen uitgesloten van het

onderzoek. Voor alle turbines is gecorrigeerd voor het aandeel wegen binnen een straal van 140 m: variërend van 0-6,6% van het totale oppervlak.

$$Co = (\text{totale af te zoeken oppervlak}) / (\text{afgezocht oppervlak})$$

Om te corrigeren voor de hoeveelheid obstakels en de seizoensvariatie hierin, is op vier momenten in het jaar het gemiddelde oppervlak bepaald dat niet kan worden afgezocht. Vervolgens zijn alle vondsten ingedeeld in de periodes november–januari, februari–april, mei–juli en augustus–oktober en is per periode voor iedere vondst de betreffende correctiefactor toegepast. Deze correctiefactoren staan weergegeven in tabel 2.4 en laten duidelijk de invloed van het groeiseizoen zien op het aandeel afzoekbaar oppervlak.

Tabel 2.4 - Percentages afzoekbaar oppervlak en bijbehorende correctiefactor per periode

Periode	Afzoekbaar oppervlak	Correctiefactor (Co)
november–januari	47,6%	2,10
februari–april	54,8%	1,82
mei–juli	31,3%	3,20
augustus–oktober	40,4%	2,48

### 2.3 Vliegbewegingen

Het monitoren van vliegbewegingen en het in beeld brengen van veranderingen in vliegroutes is uitgevoerd tijdens de monitoring van aanvaringsslachtoffers. Deze waarnemingen zijn vooral anekdotisch van aard. Het windpark is dermate groot dat het niet volledig te overzien is vanuit één waarneempunt. Naast toeval en weersomstandigheden spelen de tijd en plek van aanwezigheid in het veld een belangrijke rol bij het waarnemen van vliegbewegingen van verschillende vogelsoorten. Het vaststellen van veranderingen als gevolg van het plaatsen van de windturbines is echter niet mogelijk, omdat een nulmeting ontbreekt. In en rond de Eemshaven zijn vóór 2009 geen systematische waarnemingen gedurende het hele jaar verricht aan vliegbewegingen. De enige beschikbare systematische tellingen bestaan uit enkele waarnemingen in het voorjaar van 2007, toen tijdens vier ochtenden en avonden op vier locaties in het windpark de vogeltrekbewegingen zijn vastgelegd (Poot *et al.* 2007). Tijdens het onderzoek uit 2007 lag de nadruk op de belangrijke grootschalige voorjaarstrek langs de zeedijk en minder op de dagelijkse slaaptrek en voedselvluchten. In de overige seizoenen zijn geen vergelijkbare waarnemingen beschikbaar.



*Vliegende grauwe ganzen door het westen van windpark Eemshaven (november 2012, bovenste foto) en vliegende Kleine mantelmeeuw door het oosten van het windpark nabij de in aanbouw zijnde RWE centrale (juni 2012, onderste foto) (foto's A&W).*

## 3 Resultaten

*In dit hoofdstuk worden de resultaten van de complete onderzoeksperiode gepresenteerd. De tellingen zijn gecorrigeerd voor de vind- en predatiekans om tot een schatting van de totale aantallen te komen. Tevens zijn de belangrijkste vliegbewegingen in en rond het windpark beschreven. Door het gebruik van een meer exacte methode om de correctiefactoren te berekenen, en enkele correcties in de databestanden van de afgelopen jaren (vooral voor tien turbines waar ook draadslachtoffers van hoogspanningslijnen onder lagen), kunnen de hier gepresenteerde aantallen licht afwijken van die in voorgaande rapportages.*

### 3.1 Slachtoffertellingen

#### Aantallen

Van februari 2009 tot en met januari 2014 zijn 81 zoekrondes uitgevoerd, waarbij in totaal 1.371 (mogelijke en zekere) aanvaringsslachtoffers zijn gevonden (tabel 3.1). Daarnaast zijn 600 vogels gevonden waarbij een andere doodsoorzaak is vastgesteld, of die buiten de zoekcirkel van de turbine zijn aangetroffen: deze vogels zijn niet meegenomen in de analyse. Het aantal gevonden aanvaringsslachtoffers is na het eerste onderzoeksjaar licht afgenomen, maar het vierde en vijfde onderzoeksjaar weer ongeveer op het niveau van het eerste onderzoeksjaar.

Tabel 3.1 - Overzicht van het aantal aanvaringsslachtoffers in windpark Eemshaven in de periode 2009-2014.

Gevonden slachtoffers	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	Gemiddelde
Zekere slachtoffers	101	69	59	70	51	70
Mogelijke slachtoffers	188	188	197	211	237	204
<b>Totaal</b>	<b>289</b>	<b>257</b>	<b>256</b>	<b>281</b>	<b>288</b>	<b>274</b>

#### Soorten

In totaal zijn 89 verschillende vogelsoorten gevonden (bijlage 2), exclusief de gedomesticeerde Soepgans. De resten van 51 zekere of mogelijke slachtoffers konden alleen tot soortgroep worden gedetermineerd.

Onder de slachtoffers bevonden zich 30 kwalificerende (niet-)broedvogels van de Waddenzee: Brandgans, Rotgans, Toendrarietgans, Bergeend, Grauwe gans, Wilde eend, Krakeend, Wintertaling, Smient, Eider, Bruine kiekendief, Slechtvalk, Kleine mantelmeeuw, Grote stern, Noordse stern, Visdief, Aalscholver, Fuut, Bontbekplevier, Steenloper, Bonte strandloper, Goudplevier, Kanoet, Kievit, Kluut, Scholekster, Tureluur, Wulp, Grutto en Rosse grutto. Daarnaast zijn 20 soorten vermeld op de Rode Lijst: Wintertaling, Slechtvalk, Kerkuil, Ransuil, Grote mantelmeeuw, Dwergmeeuw, Grote stern, Visdief, Roerdomp, Bontbekplevier, Goudplevier, Bonte strandloper, Tureluur, Grutto, Watersnip, Boerenzwaluw, Huiszwaluw, Kramsvogel, Veldleeuwerik en Patrijs.

Tot de frequente slachtoffers behoren Wilde eend, Stadsduif, Zilvermeeuw, Kokmeeuw en Kleine mantelmeeuw (met gemiddeld meer dan 10 gevonden slachtoffers per jaar). Wilde eend en Kleine mantelmeeuw zijn kwalificerende (niet-)broedvogels voor de Waddenzee. Het aantal slachtoffers onder grote meeuwen (Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw) is na 2009/10 sterk

afgenomen: het totale hoge aantal is vooral bepaald door het hoge aantal in het eerste (en tweede) jaar. Het dalende aantal grote meeuwen, dat als slachtoffer is gevonden, is in overeenstemming met de verwachting: in 2010 zijn aanpassingen verricht aan de koelwaterinlaat bij energiecentrale GDF SUEZ in het oostelijk deel van de Eemshaven, waardoor het gebied rond de inlaat sinds medio 2010 minder aantrekkelijk is geworden voor grote meeuwen.

De gemakkelijk vangbare, aangeslagen vis voor deze koelwaterinlaat had grote aantrekkingskracht op hoge aantallen foeragerende grote meeuwen, en dit resulteerde in 2009/2010 in hoge aantallen aanvaringsslachtoffers bij de nabijgelegen turbines E3 en E7. Om deze reden is in 2010 de uitlaat aangepast: deze is visvriendelijker gemaakt en komt sindsdien verder in zee uit. Hierdoor zijn er minder aangeslagen vissen, en is de afstand tot de windturbines groter, met tot gevolg lagere aantallen foeragerende grote meeuwen en minder slachtoffers onder Zilvermeeuwen en Kleine mantelmeeuwen.

Reguliere slachtoffers (soorten die jaarlijks gemiddeld 5-10 keer zijn aangetroffen) zijn Bergeend, Fazant, Stormmeeuw, Scholekster, Wulp en Spreeuw (bijlage 2). Bijna de helft van de gevonden aanvaringsslachtoffers bestaat uit meeuwen en sterns (tabel 3.2). Het aantal meeuwen is na het eerste onderzoeksjaar echter sterk afgenomen. Het aantal zangvogels is daarentegen sterk toegenomen. De aantallen bij de overige soortgroepen fluctueren per jaar. Een detailoverzicht van de vondsten per soort is te vinden in bijlage 2.

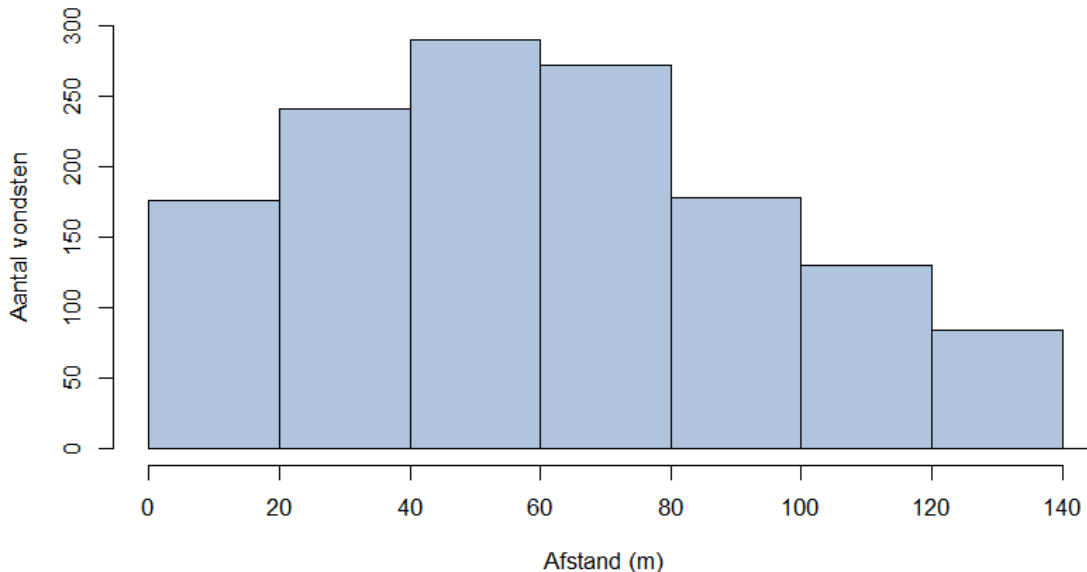
Tabel 3.2 - Gevonden aantal (zekere+mogelijke) aanvaringsslachtoffers per soortgroep in de periode 2009 – 2014.

Soortgroep	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	Gemiddeld	%
Duiven	14	15	25	26	18	20	7
Fazanten	3	8	12	2	12	7	3
Ganzen en eenden	33	48	34	32	40	37	14
Meeuwen en sterns	186	121	93	102	115	123	45
Overige watervogels	9	15	13	16	13	13	5
Roofvogels en uilen	14	6	10	7	12	10	4
Steltlopers	14	25	28	51	20	28	10
Zangvogels	16	18	40	44	58	35	13
Zeevogels	0	1	1	1	0	1	0
<b>Totaal</b>	<b>289</b>	<b>257</b>	<b>256</b>	<b>281</b>	<b>288</b>	<b>274</b>	<b>100</b>

## Afstand

Figuur 3.1 geeft een overzicht van de afstand van de voet van de turbine tot de locatie waar de slachtoffers zijn gevonden. Ruim de helft (52%) van de slachtoffers is binnen een straal van 60 m ten opzichte van de turbine gevonden, ongeveer de helft van de tiphoogte van de turbine. Vanaf 80 m afstand neemt het aantal snel af; hoe groter de afstand tot de turbine daarna is, des te minder slachtoffers er zijn gevonden. De mediane<sup>1</sup> afstand van de gevonden slachtoffers ten opzichte van de turbine bedroeg 60 m. In totaal zijn 241 vogels buiten de zoekcirkel (140 m) aangetroffen. Deze dode vogels zijn vanwege de te grote afstand in principe geen aanvaringsslachtoffer en zijn derhalve niet meegenomen in de berekening van de gemiddelde en mediane afstand en in de verdere data analyses.

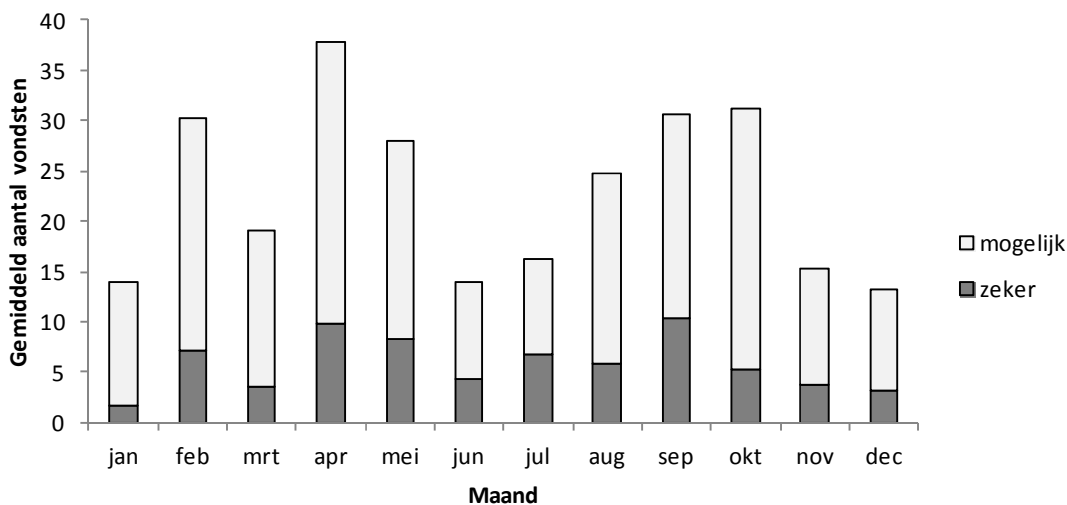
<sup>1</sup> De mediaan is de middelste waarde in een reeks getallen, die gerangschikt zijn naar grootte. Dat wil zeggen dat 50% van de gevonden waarden kleiner is dan de mediaan, en 50% van de getallen is groter dan de mediaan.



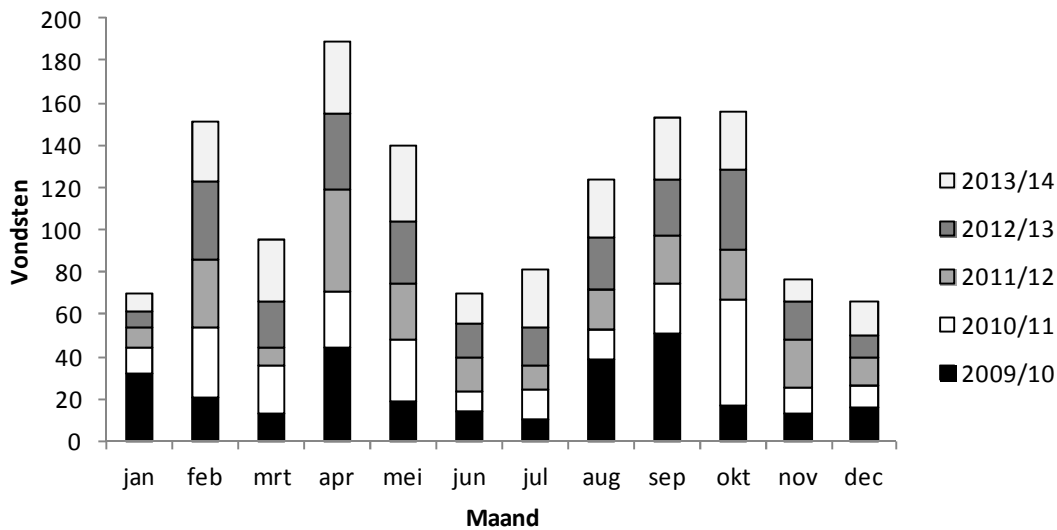
Figuur 3.1 - Afstanden waarop de slachtoffers zijn gevonden tot de voet van de turbine. Afstanden buiten de zoekcirkel (>140 m) betreffen in principe geen aanvaringslachtoffers en zijn derhalve niet in de analyses meegenomen.

**Slachtoffers per maand**

Per maand zijn gemiddeld 23 slachtoffers gevonden (figuur 3.2). Tijdens de voorjaars trek (april-mei) en de najaars trek (september-oktober) zijn de meeste aanvaringslachtoffers gevonden. In januari 2010 zijn relatief veel slachtoffers gevonden, terwijl dit aantal in de daaropvolgende jaren veel lager lag; in februari zijn jaarlijks veel slachtoffers aangetroffen (figuur 3.3). Mogelijk betreft dit voor een deel vorstslachtoffers. In de zomer (juni-juli), de vroege winter (november-december) en in maart zijn in alle onderzoeksjaren relatief weinig slachtoffers gevonden (figuur 3.3).



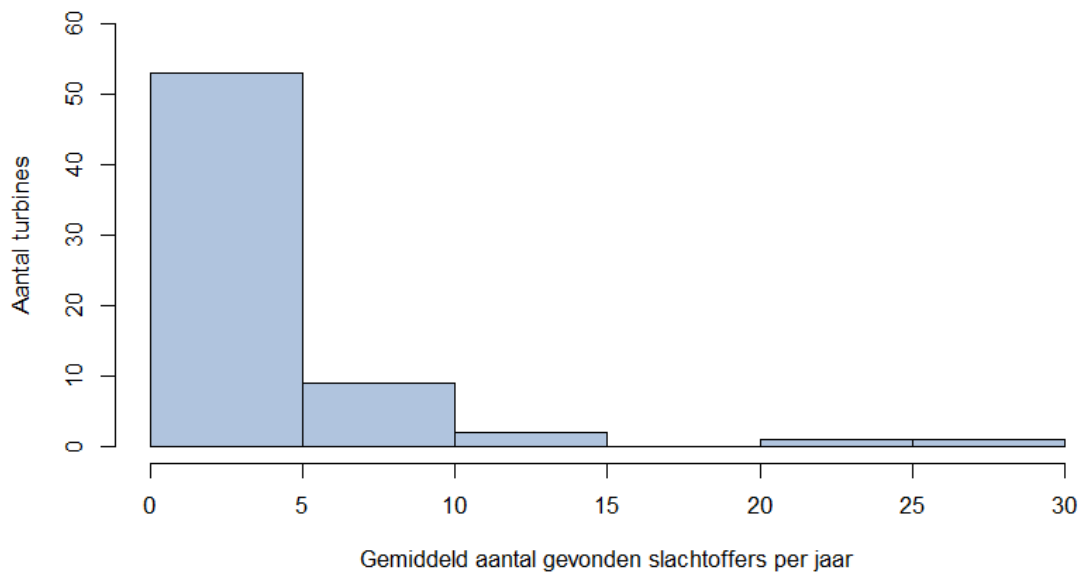
Figuur 3.2 - Gemiddeld aantal gevonden zekere en mogelijke aanvaringslachtoffers per maand in Windpark Eemshaven in de periode 2009 – 2014.



Figuur 3.3 - Cumulatief aantal gevonden (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers per maand in Windpark Eemshaven in de periode 2009 – 2014.

### Slachtoffers per turbine

Gedurende de looptijd van de monitoring zijn bij alle 66 onderzochte turbines slachtoffers aangetroffen. Onder 40 van de 66 turbines zijn elk jaar slachtoffers gevonden. Het gemiddelde aantal vondsten per turbine bedraagt 4,2 vogels per jaar. Het aantal aanvaringslachtoffers onder de turbines is echter zeer ongelijk verdeeld (zie figuur 3.4). Bij 53 van de 66 turbines (80%) zijn gemiddeld 0–5 slachtoffers per jaar gevonden. Bij twee turbines (E3 en E7) zijn gemiddeld meer dan 20 slachtoffers per jaar gevallen. Een overzicht van het gevonden aantal slachtoffers per turbine is gegeven in bijlage 4.



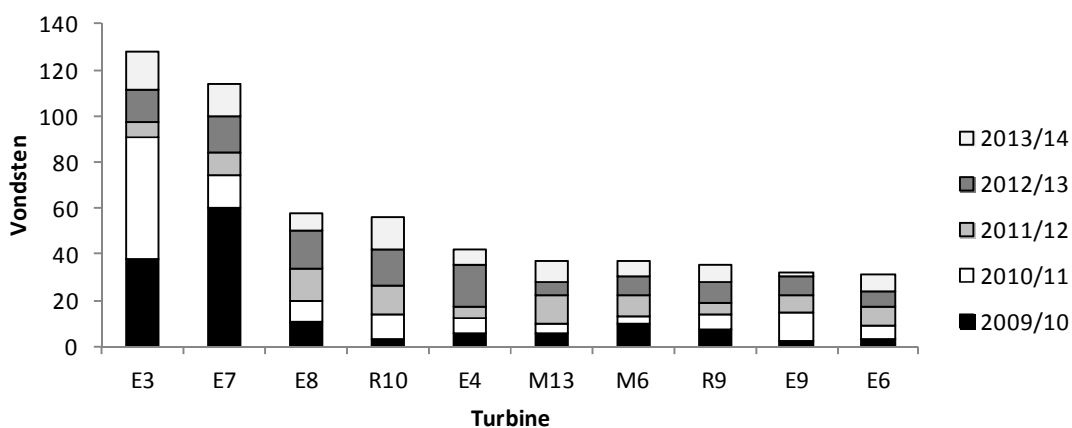
Figuur 3.4 - Verdeling van het gemiddeld aantal gevonden (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers per turbine in de periode 2009 – 2014.



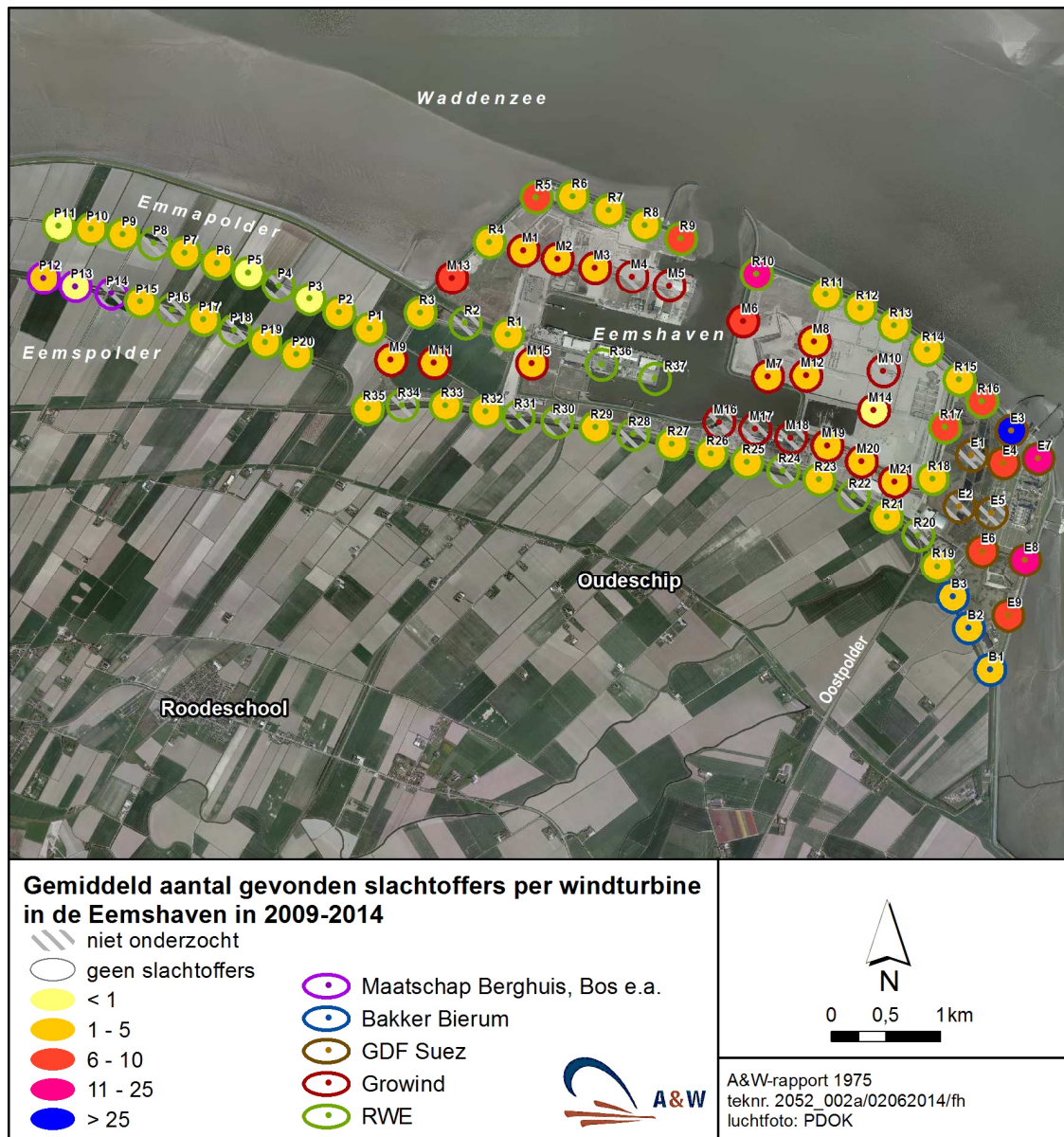
Ook uit tabel 3.3 en figuur 3.5 en 3.6 blijkt dat het aantal gevonden slachtoffers niet gelijk is verdeeld over de verschillende turbines en delen van het windpark: bij de turbines E3 en E7 zijn veruit de meeste slachtoffers gevonden. Deze turbines liggen op de oostelijke grens van de Eemshaven en de Waddenzee. Bovendien bevond zich tot 2010 vlakbij deze windturbines een koelwateruitlaat. Het merendeel van de gevonden slachtoffers bij turbines E3 en E7 in 2009/10 betrof meeuwen, respectievelijk 95% en 83%. In 2010/11 is bij turbine E7 een sterke afname in het aantal aanvaringslachtoffers waargenomen, gerelateerd aan de aanpassingen aan de koelwateruitlaat. Bij turbine E3, die het dichtst bij de koelwateruitlaat is gelegen, werd pas vanaf 2011/12 een sterke afname waargenomen. Turbine E7 ligt op de meest noordoostelijke punt van het windpark, waar veel trekvogels tijdens de gestuwde voorjaars trek het vasteland als oriëntatiepunt loslaten en boven zee verder oostwaarts vliegen (LWVT/SOVON 2002, Poot *et al.* 2007).

Tabel 3.3 - Aantal gevonden (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers per eigenaar in de periode 2009/10 – 2013/14.

Turbinegroep	Turbines		Gevonden slachtoffers					Gemiddeld n/turbine/jr
	Aanw.	Onderz.	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	
Bakker	3	3	6	13	11	22	10	4,1
GDF SUEZ	9	6	120	101	50	79	55	13,5
Growind	21	15	43	37	58	41	60	3,2
Berghuis, Bos e.a.	3	2	n.v.t.	0	4	4	1	1,5
RWE	52	40	120	106	133	135	162	3,3
<b>Totaal</b>	<b>88</b>	<b>66</b>	<b>289</b>	<b>257</b>	<b>256</b>	<b>281</b>	<b>288</b>	<b>4,2</b>



Figuur 3.5 - Cumulatief aantal gevonden (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers bij de 10 turbines met de meeste vondsten.



Figuur 3.6 - Gemiddeld aantal gevonden (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers per turbine per jaar in windpark Eemshaven in de periode 2009/10-2013/14. Vanaf het vierde onderzoeksjaar zijn bij alle onderzochte turbines slachtoffers gevonden. De slachtoffers van R36 en R37 zijn in deze rapportage buiten beschouwing gelaten.

### 3.2 Gecorrigeerd aantal slachtoffers

Tijdens de tellingen zijn niet alle aanvaringslachtoffers gevonden die in werkelijkheid gevallen zijn. De gevonden slachtoffers zijn met behulp van correctiefactoren (§2.2 en §2.3) gecorrigeerd naar een schatting van het werkelijke aantal. Het gecorrigeerde aantal is omgerekend naar het aantal slachtoffers per turbine per dag en per jaar (tabel 3.4). Hierbij is onderscheid gemaakt tussen het minimale (=zekere) en maximale (=zekere+mogelijke) aantal slachtoffers. Gemiddeld zijn in het hele windpark 576-2.873 aanvaringslachtoffers per jaar gevallen, oftewel 7-33 slachtoffers per turbine per jaar. Het gemiddelde aantal slachtoffers (maximale schatting) is jaarlijks geleidelijk toegenomen.

Tabel 3.4 - Gecorrigeerd aantal aanvaringslachtoffers per turbine per dag en per jaar in de perioden 2009-2014 met 95% betrouwbaarheidsinterval. Onderscheid is gemaakt tussen zekere en zekere+mogelijke slachtoffers.

Jaar	Minimale schatting (zekere slachtoffers)		Maximale schatting (zekere + mogelijke slachtoffers)	
	Gemiddeld	95% BI	Gemiddeld	95% BI
<b>2009/10</b>				
Aantal per turbine per dag	0,02	0,02-0,04	0,07	0,05-0,11
Aantal per turbine per jaar	9	7-13	26	19-40
Aantal per jaar voor gehele park (88 turbines)	792	582-1.166	2.331	1.673-3.523
<b>2010/11</b>				
Aantal per turbine per dag	0,01	0,01-0,02	0,06	0,05-0,10
Aantal per turbine per jaar	5	4-7	23	17-35
Aantal per jaar voor gehele park (88 turbines)	437	338-601	2.058	1.485-3.095
<b>2011/12</b>				
Aantal per turbine per dag	0,01	0,01-0,02	0,09	0,06-0,14
Aantal per turbine per jaar	5	4-7	31	21-52
Aantal per jaar voor gehele park (88 turbines)	422	322-593	2.767	1.834-4.569
<b>2012/13</b>				
Aantal per turbine per dag	0,02	0,02-0,04	0,11	0,07-0,19
Aantal per turbine per jaar	8	6-13	40	26-69
Aantal per jaar voor gehele park (88 turbines)	725	490-1.174	3.541	2.266-6.053
<b>2013/14</b>				
Aantal per turbine per dag	0,02	0,01-0,02	0,11	0,07-0,19
Aantal per turbine per jaar	6	4-9	42	27-71
Aantal per jaar voor gehele park (88 turbines)	505	351-794	3.667	2.354-6.239
<b>Gemiddelde 2009/10-2013/14</b>				
Aantal per turbine per dag	0,02	0,01-0,03	0,09	0,06-0,15
Aantal per turbine per jaar	7	5-10	33	22-53
Aantal per jaar voor gehele park (88 turbines)	576	416-865	2.873	1.922-4.696

### Soorten en soortgroepen

Tabel 3.5 geeft de gecorrigeerde aantallen slachtoffers weer, uitgesplitst naar soortgroep. De zangvogels vormen veruit de grootste soortgroep met bijna de helft van alle slachtoffers, terwijl van deze groep slechts een klein aantal dode vogels is gevonden. Door de hoge predatiekans en lage vindkans zijn de gevonden zangvogels met een relatief hoge omrekenfactor gecorrigeerd. Dit heeft geresulteerd in de hoge gecorrigeerde aantallen uit tabel 3.5.

Als gevolg van de hoge omrekeningsfactor voor de zangvogels verandert ook het aandeel (percentage van totaal) van de andere soortgroepen. Het aandeel meeuwen en sterns is na correctie lager: deze soortgroep betreft bijna de helft van alle gevonden aanvaringslachtoffers, maar slechts een kwart van de gecorrigeerde aantallen. Ook het percentage ganzen en eenden is na omrekening fors lager.

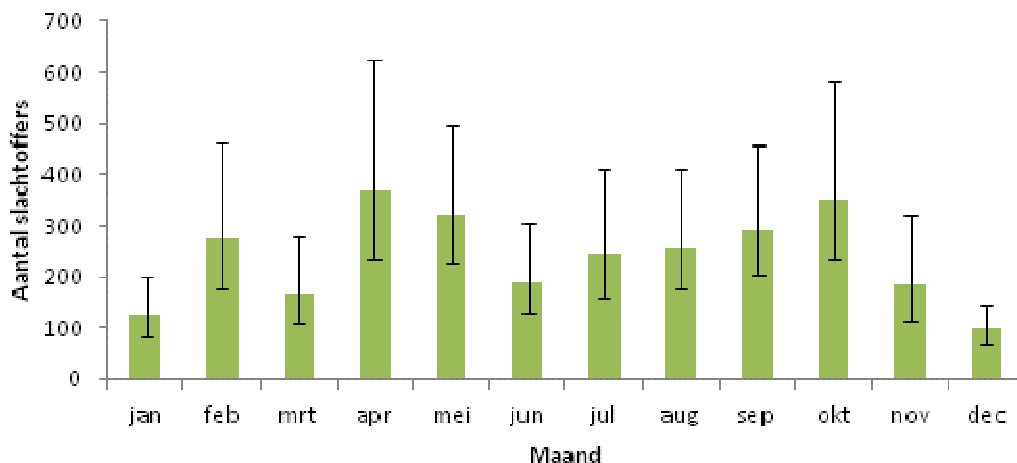
In bijlage 3 is een overzicht gegeven van het gecorrigeerde aantal slachtoffers per soort. Op soortniveau speelt toeval bij het al dan niet aantreffen van een bepaalde soort, voordat deze is gepredeerd of over het hoofd gezien, een grotere rol in verband met de minimale detectiekans van individuele soorten. Hierdoor hebben de gecorrigeerde aantallen voor de individuele vogelsoorten (vooral als ze incidenteel zijn gevonden) een grote bandbreedte en een lage betrouwbaarheid, en daarmee hebben ze weinig voorspellende waarde. De omrekening van gevonden naar gecorrigeerde aantallen is vooral geschikt voor het schatten van totale aantallen aanvaringslachtoffers, en het aantal slachtoffers op soortgroepniveau (tabel 3.5).

Tabel 3.5 - Gecorrigeerde aantallen (zekere+mogelijke) slachtoffers per soortgroep in de periode 2009/10-2013/14, met gemiddelde + 95% betrouwbaarheidsinterval.

Soortgroep	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	Gemiddeld	95% BI
Duiven	98	100	147	169	110	125	100-164
Fazanten	22	46	68	12	75	45	36-59
Ganzen en eenden	195	272	195	195	242	220	176-288
Meeuwen en sterns	1101	748	577	641	721	758	605-995
Overige watervogels	50	74	69	86	76	71	57-93
Roofvogels en uilen	83	37	54	36	77	57	46-75
Steltlopers	152	177	321	689	235	315	202-535
Zangvogels	629	599	1330	1708	2131	1279	699-2483
Zeevogels	0	6	5	5	0	3	3-4
<b>Totaal</b>	<b>2331</b>	<b>2058</b>	<b>2767</b>	<b>3541</b>	<b>3667</b>	<b>2873</b>	<b>1922-4696</b>

### Slachtoffers per maand

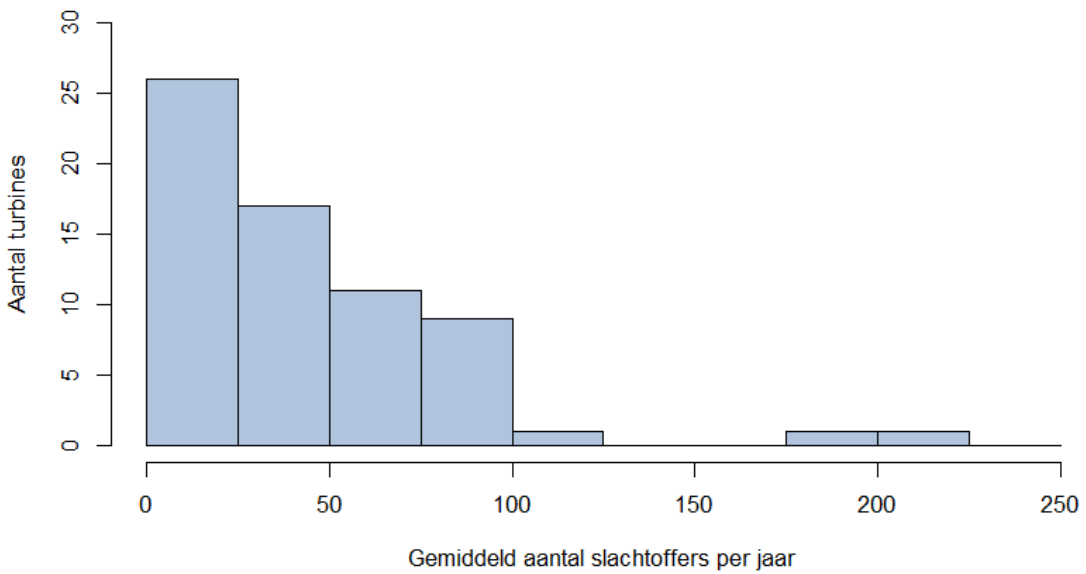
Figuur 3.7 geeft het verloop van het gecorrigeerde aantal slachtoffers per maand. In april en oktober vallen de meeste slachtoffers, in december en januari de minste. De voorjaarspiek is sterker geconcentreerd dan de najaarspiek, maar het gemiddeld aantal slachtoffers dat valt tijdens de periode van voorjaar- en najaarstrekk is vergelijkbaar. Zoals is af te lezen uit figuur 3.7 zijn de foutmarges rond de gemiddelden substantieel, waardoor seizoensgebonden patronen in de aantallen moeilijk zijn af te leiden.



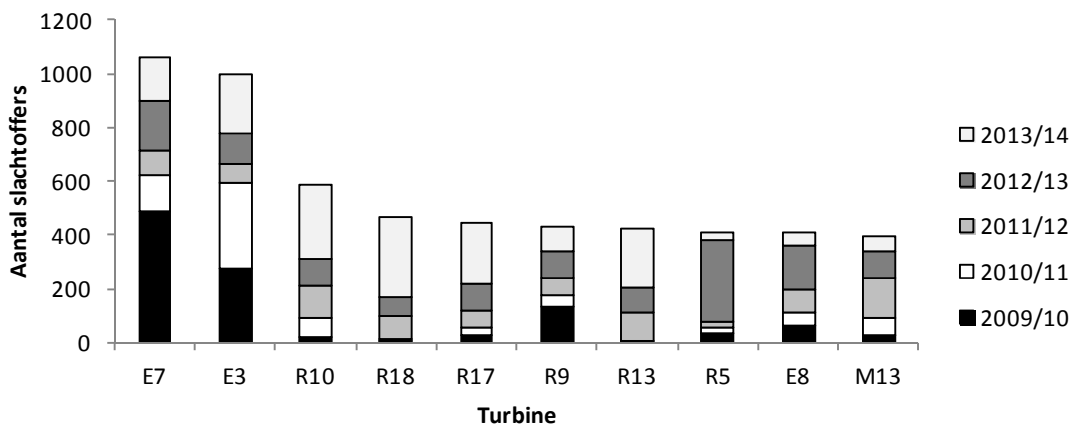
Figuur 3.7 - Gecorrigeerd aantal (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers per maand in de periode 2009/10-2013/14. Foutbalken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval weer.

**Slachtoffers per turbine**

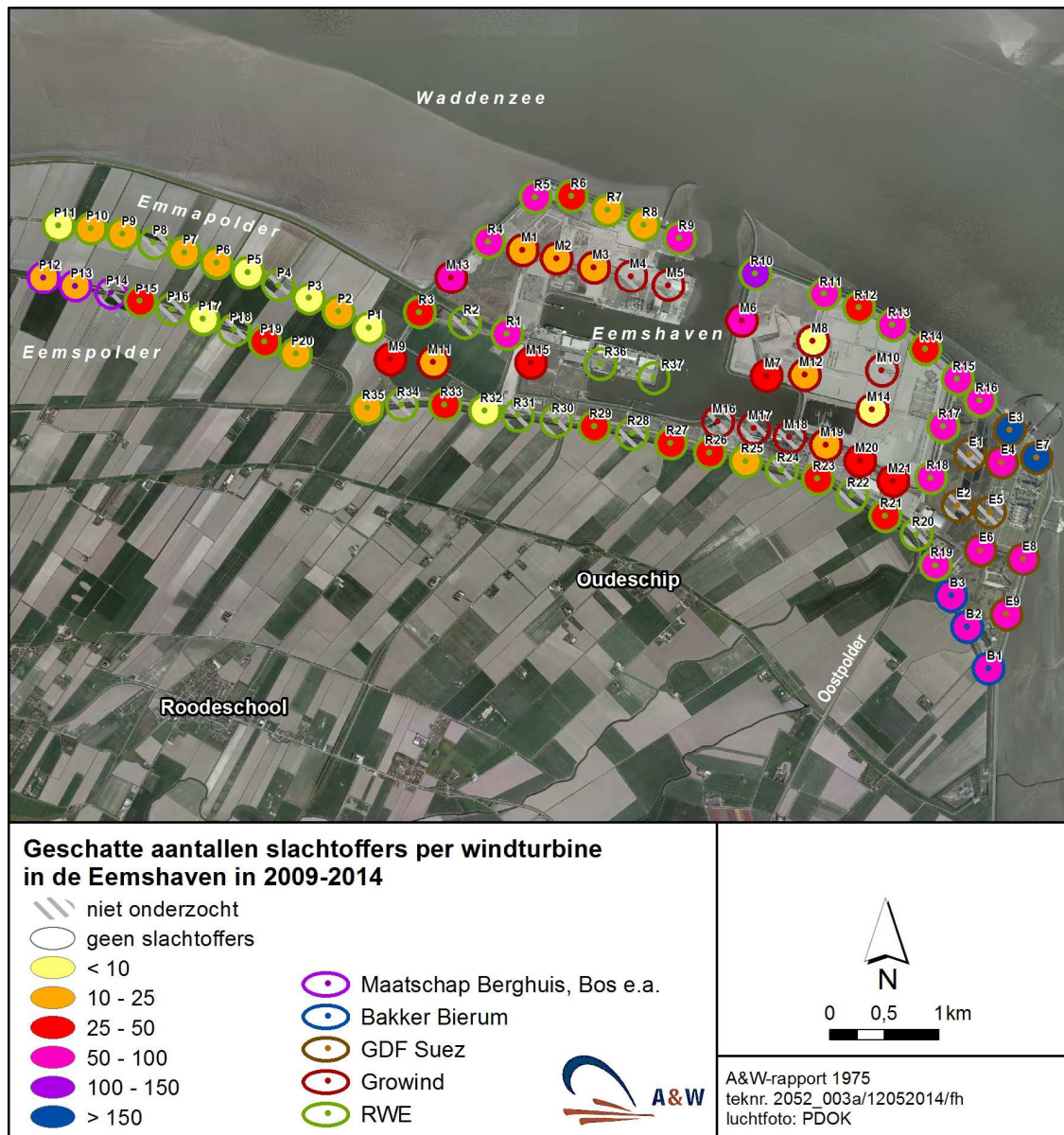
Berekend voor het gehele windpark vallen gemiddeld 7-33 slachtoffers per turbine per jaar (tabel 3.4). Uit figuur 3.4 en 3.5 is gebleken dat de slachtoffers niet evenredig verspreid over het windpark zijn gevonden. Ook na correctie blijkt het aantal slachtoffers per turbine sterk te verschillen: van 1 tot 213 per jaar (figuur 3.8). Bij circa tweederde van de windturbines vallen jaarlijks gemiddeld 0-50 slachtoffers, bij drie turbines (E7, E3 en R10) vallen gemiddeld meer dan 100 slachtoffers per jaar. In bijlage 4 is een overzicht gegeven van het gecorrigeerde aantal slachtoffers, uitgesplitst per turbine en per vergunninghouder.



Figuur 3.8 - Frequentieverdeling van het gecorrigeerd aantal (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers per turbine per jaar in windpark Eemshaven in de periode 2009/10-2013/14.



Figuur 3.9 - Gecorrigeerd aantal (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers per turbine per jaar in windpark Eemshaven in de periode 2009-2014, voor de 10 turbines met de meeste slachtoffers.



Figuur 3.10 - Gecorrigeerde maximale aantal aanvaringslachtoffers per turbine per jaar in windpark Eemshaven in de periode 2009/10-2013/14. De slachtoffers van R36 en R37 zijn in deze rapportage buiten beschouwing gelaten

Rondom de turbines E3, E7 en R10 zijn veruit de meeste slachtoffers gevallen (figuur 3.9). Deze drie turbines liggen op de hoeken van de Eemshaven op de grens met de Waddenzee (figuur 3.10). De ruimtelijke ligging van een turbine in het windpark heeft derhalve een groot effect op het aantal slachtoffers dat in aanraking komt met de betreffende turbine. Bij de turbines aan de oostgrens (B1-B3, E3, E4, E6-E9) vallen gemiddeld bijna 100 slachtoffers per turbine per jaar, vergeleken met ongeveer 14 slachtoffers per turbine per jaar voor de polderturbines aan de westzijde (zie ook bijlage 4).

### Slachtoffers per turbinegroep

Per turbine zijn gemiddeld vier slachtoffers per jaar gevonden, wat na correctie neerkomt op gemiddeld 33 slachtoffers per turbine per jaar (tabel 3.4 en 3.6).

Bij de turbinegroep van GDF-SUEZ vielen per turbine de meeste slachtoffers (tabel 3.6). Bij de turbinegroepen van Growind en Maatschap Berghuis, Bos e.a. vielen jaarlijks aanzienlijk minder slachtoffers dan gemiddeld. De grote verschillen zijn te verklaren door de ruimtelijke ligging van de turbinegroepen binnen het windpark, aangezien dit een groot effect heeft op het aantal vogels dat in aanraking komt met de betreffende turbine. In figuur 3.6 en 3.10 zijn respectievelijk het gevonden en het gecorrigeerde aantal slachtoffers per turbine weergegeven, waarbij de ligging van de turbines per vergunninghouder ruimtelijk is aangegeven.

Tabel 3.6 - Gevonden en gecorrigeerd aantal (zekere+mogelijke) aanvaringslachtoffers per turbinegroep per jaar in windpark Eemshaven in 2009/10-2013/14.

Turbinegroep	Turbines		Gecorrigeerde totale aantallen					Gemiddeld n/turbine/jr
	Aanwezig	Onderzocht	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	
Bakker	3	3	34	147	221	338	117	57
GDF SUEZ	9	6	928	642	426	945	629	79
Growind	21	15	295	400	495	484	524	21
Berghuis, Bos e.a.	3	2	n.v.t.	0	58	60	8	11
RWE	52	40	1.073	868	1.567	1.713	2.388	29
<b>Totaal</b>	<b>88</b>	<b>66</b>	<b>2.331</b>	<b>2.058</b>	<b>2.767</b>	<b>3.541</b>	<b>3.667</b>	<b>33</b>

### 3.3 Vliegbewegingen

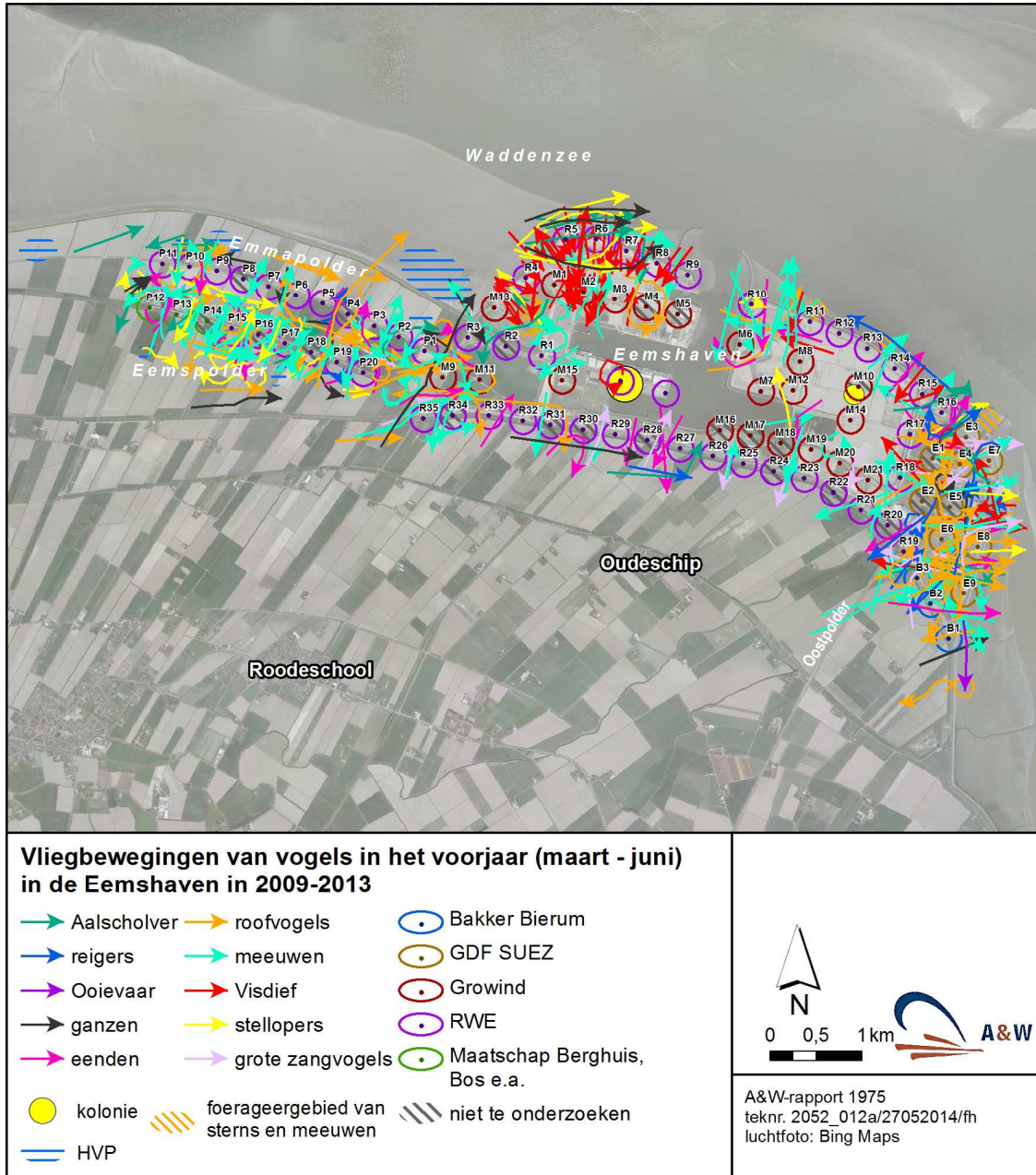
In en langs de Eemshaven liggen enkele belangrijke hvp's en broedgebieden voor kwalificerende vogelsoorten; dit zijn vogelsoorten die zijn aangewezen voor de voor het aangrenzende Natura 2000-gebied Waddenzee. De landbouwgronden van de polders rond de Eemshaven waar turbines zijn gepland, fungeren als foerageergebied voor kwalificerende ganzen, eenden en steltlopers en voor broedende akker- en weidevogels. Het natuurgebied Ruidhorn en de kwelder ten noordwesten hiervan zijn van belang als hvp, broedgebied en foerageergebied voor kwalificerende vogels. De belangrijkste vliegbewegingen zijn afkomstig van:

4. *Rustende vogels*. Rustende vogels vliegen dagelijks heen en weer tussen rustplaats en foerageergebied. Vogels foerageren op het drooggevalen wad, op het water van de Waddenzee of op de (binnendijkse) landbouwgronden. Deze vliegbewegingen vinden het hele jaar door plaats.
5. *Broedvogels*. Broedvogels vliegen dagelijks een aantal malen van broedgebied naar foerageergebied. Deze vliegbewegingen vinden alleen tijdens het broedseizoen plaats.
6. *Trekvogels*. De trekvogels komen twee maal per jaar langs de Eemshaven: in het voorjaar op weg naar hun broedgebied en in het najaar op weg naar hun overwinteringsgebied.

#### Vliegbewegingen in 2013/14

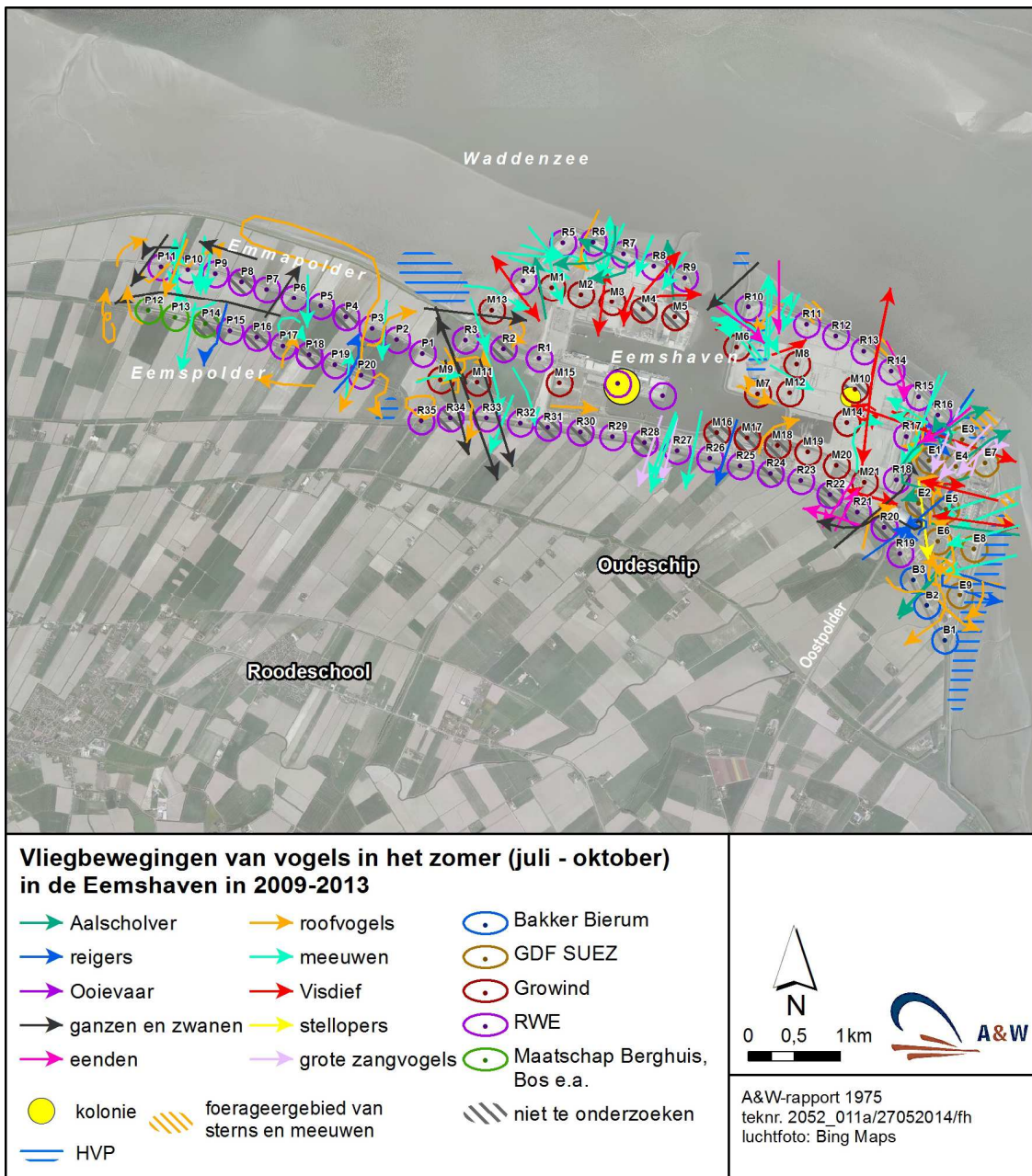
In figuur 3.11 t/m 3.13 zijn de belangrijkste vliegbewegingen tijdens het voorjaar, de zomer en de winter van de gehele periode 2009-2014 weergegeven. Om de vliegbewegingen beter te kunnen begrijpen zijn de belangrijkste vogelconcentraties, zoals broedkolonies en hoogwatervluchtplaatsen (hvp's), aangegeven. Hieronder zijn de meest relevante bevindingen kort uiteengezet. In hoofdlijnen komen ze overeen met de vliegbewegingen die in de eerste vier onderzoeksjaren werden vastgesteld (Brenninkmeijer *et al.* 2010, Brenninkmeijer 2011,

Brenninkmeijer & van der Weyde 2012, Klop & Brenninkmeijer 2013a). Het algemene beeld is dat veel vogelsoorten overdag geregeld op rotorhoogte door het park vliegen. In het vijfde onderzoeksjaar zijn van zeker 41 verschillende soorten vogels vliegbewegingen op rotorhoogte vastgesteld.

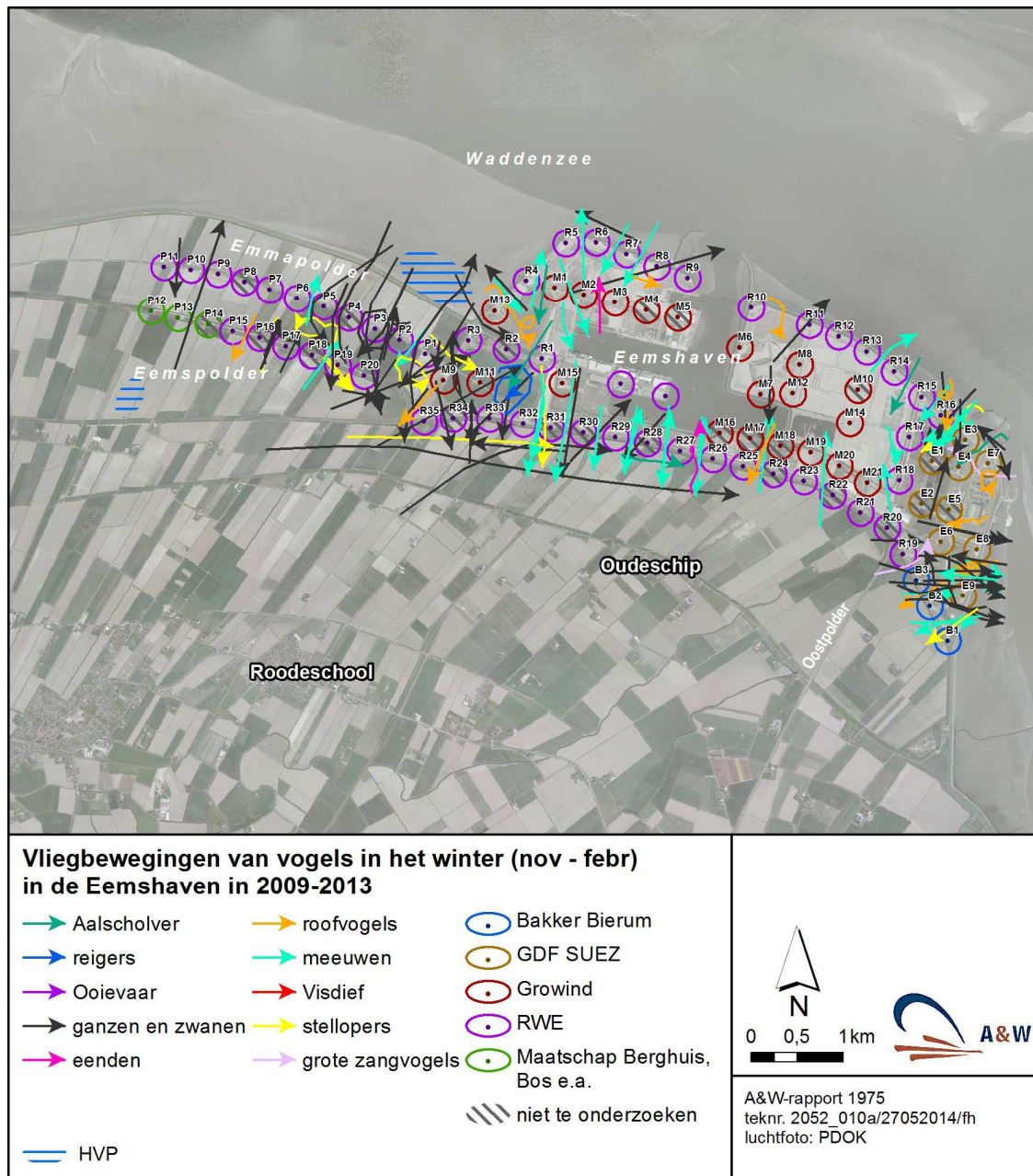


Figuur 3.11 - Overzicht van de belangrijkste vliegbewegingen van vogels in en rond windpark Eemshaven in het voorjaar van 2009- 2013. Tevens is de ligging van de belangrijkste kolonies en hvp's weergegeven.





Figuur 3.12 - Overzicht van de belangrijkste vliegbewegingen van vogels in en rond windpark Eemshaven tijdens de zomer en herfst van 2009-2013. Tevens is de ligging van de belangrijkste kolonies en hvp's weergegeven.



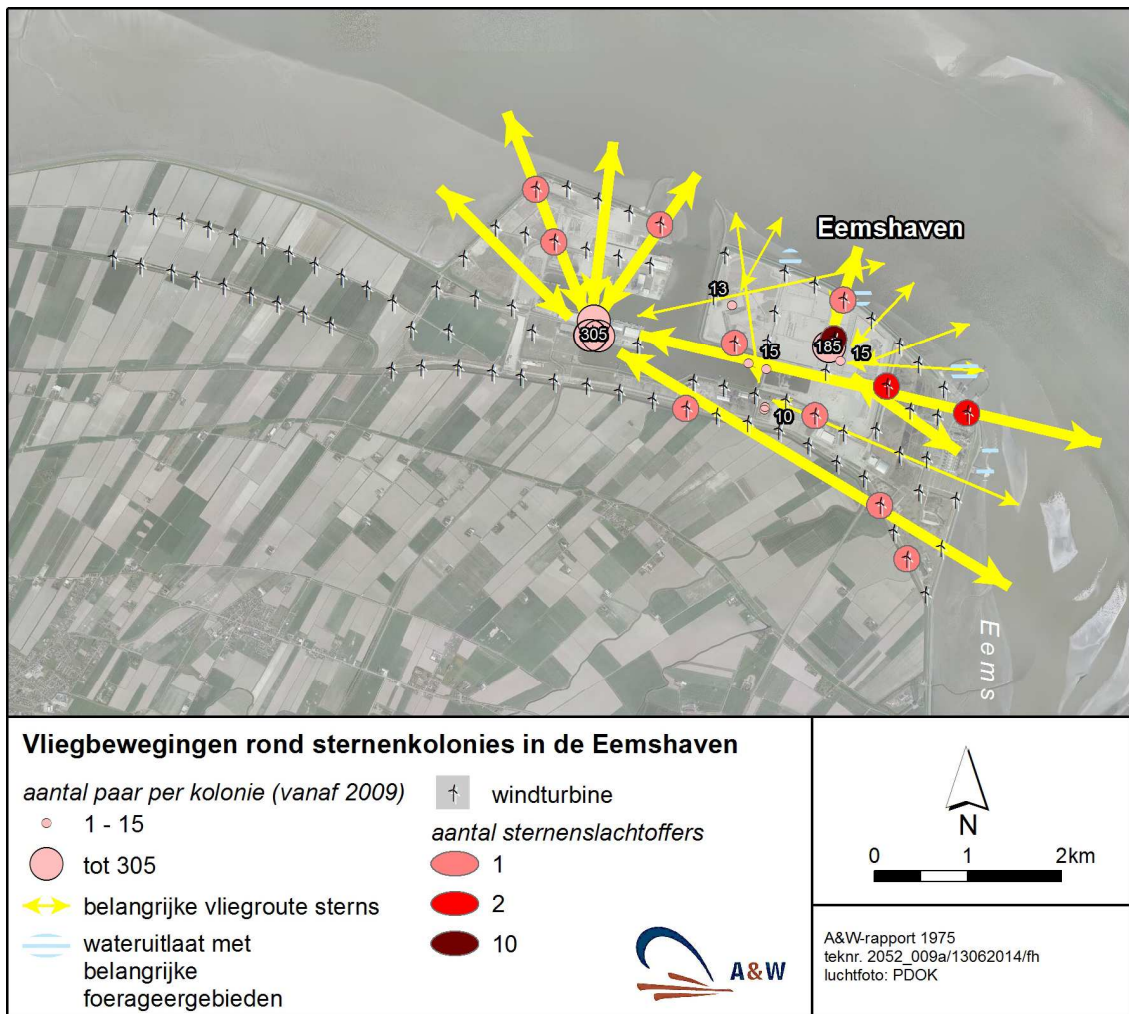
Figuur 3.13 - Overzicht van de belangrijkste vliegbewegingen van vogels in en rond windpark Eemshaven in de winters van 2009/10 t/m 2013/14. Tevens is de ligging van de belangrijkste hvp's weergegeven.

### Broedvogels

Visdieven, Noordse sterns (beide kwalificerende soorten) en Kokmeeuwen (géén kwalificerende soort) hebben de afgelopen jaren in twee grote en in enkele kleine kolonies in de Eemshaven gebroed (Brenninkmeijer 2012, 2014, Van Dijk 2013). In 2013 bevonden zich twee grote kolonies in de Eemshaven (figuur 3.11). De eerste locatie, een broedkolonie met 180 paren Noordse sterns, 50 paren Visdieven en 750 paren Kokmeeuwen, lag, evenals in de afgelopen jaren, ten oosten van turbine R36, in het westelijke centrum van de Eemshaven. De tweede locatie, een broedkolonie met 160 paren Visdieven, 25 paren Noordse Sterns en 25 paren Kokmeeuwen, bevond zich ten zuiden van turbine M10 ten zuidoosten van de NUON Centrale.

Sterns

De Visdieven en Noordse sterns (beide kwalificerende broedvogel) voerden meerdere malen per dag voedselvluchten uit, en vlogen daarbij voornamelijk tussen de kolonies en de Waddenzee ten noorden, ten noordwesten en ten oosten van de beide kolonies (figuur 3.14). Deze broedvogels foerageerden vooral buiten de Eemshaven op de Waddenzee en passeerden daarbij één of meer rijen windturbines. Belangrijke sternconcentraties bevonden zich bij de koelwaterinlaten en -uitlaten van de drie energiecentrales, waar de sterns veel foerageerden op vissen die aangeslagen zijn (en gemakkelijker te vangen) door de temperatuurverschillen van het inkomende en uitgaande koelwater. Daarnaast zijn tijdens trekellingen in het voorjaar van 2013 op de westelijke zeedijk tussen M13 en R6 frequente pendelvluchten tussen deze turbines en de westelijke kolonie vastgesteld. Regelmatig zijn sterns waargenomen die (o.a.) op rotorhoogte baltsvluchten uitvoerden. Tijdens voedselvluchten vlogen ze soms op, maar meestal onder rotorhoogte. Het precieze percentage vliegbewegingen op rotorhoogte is verder niet gekwantificeerd.

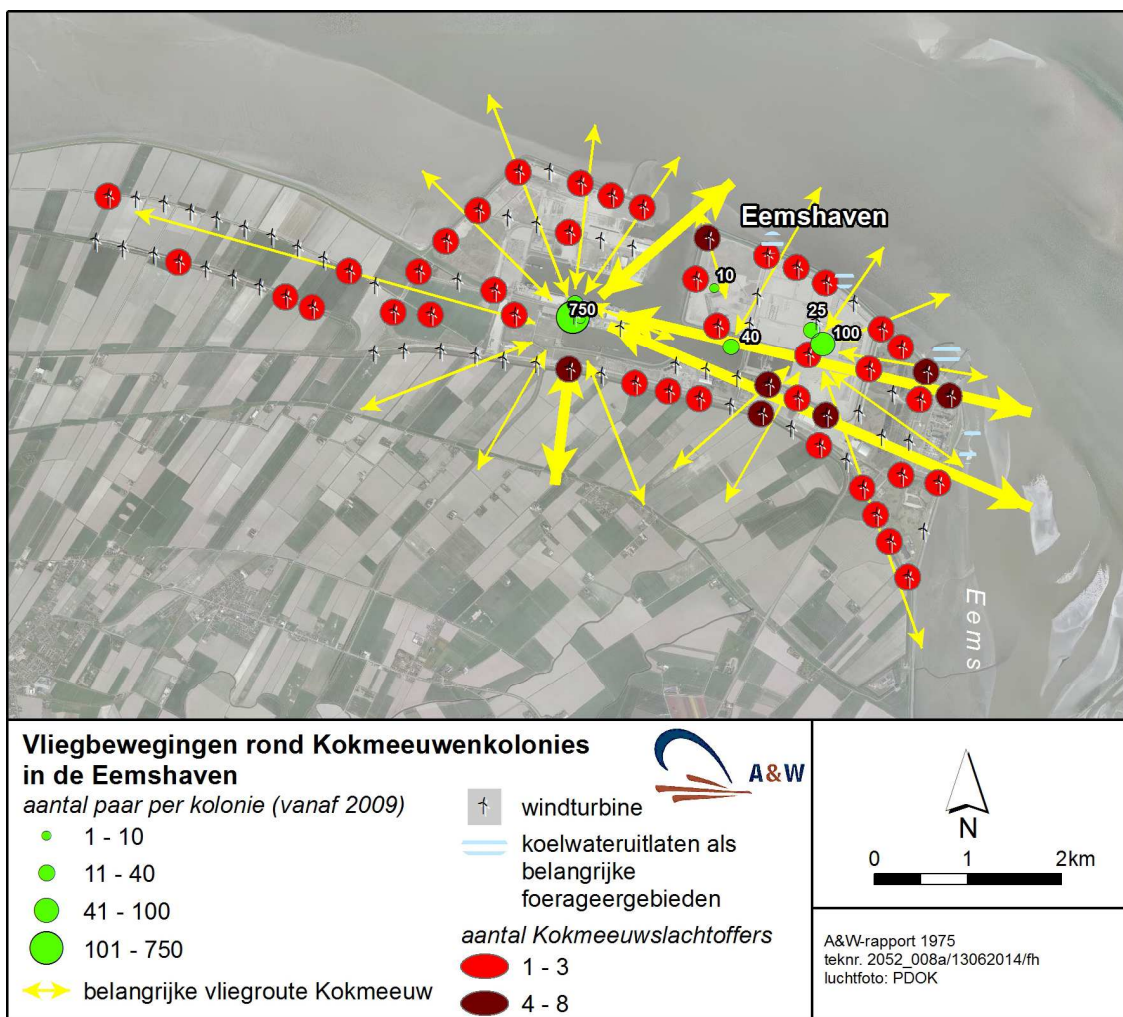


Figuur 3.14 Belangrijkste vliegbewegingen van sterns (Visdief, Noordse stern) rond hun kolonies in de Eemshaven, gebaseerd op zichtwaarnemingen in 2009-2013 en expert judgement. Onder de omcirkelde turbines zijn tussen 2009 en 2013 sternslachtoffers gevonden.

Alle sternenslachtoffers zijn gevonden onder turbines die op de vliegroute tussen de kolonies en de Waddenzee in stonden: R5 en M2 op de noordwestelijke route, R9 op de noordelijke route, R13 op de noordoostelijke route, M7, R17 en E7 op de oostelijke route en R26, M20, R19 en B2 op de zuidoostelijke route; rond de turbines R17 en E7, nabij de koelwaterinlaat en uitlaat van GDF SUEZ zijn twee slachtoffers gevonden. Gemiddeld sneuvelden (omgerekend) 15 Visdieven en 3 Noordse sterns per jaar in het hele windpark (bijlage 3).

Kokmeeuw

Kleine groepjes en losse exemplaren van de Kokmeeuw (geen kwalificerende soort) vlogen geregeld op rotorhoogte tussen de broedkolonie en de foerageergebieden. Kokmeeuwen foerageerden zowel op de Waddenzee als in de omliggende landbouwgebieden (figuur 3.15).



Figuur 3.15 Belangrijkste vliegbewegingen van de Kokmeeuw rond de kolonies in de Eemshaven, gebaseerd op zichtwaarnemingen vanaf 2009 en expert judgement. Onder de omcirkelde turbines zijn vanaf 2009 Kokmeeuwslachtoffers tijdens het broedseizoen (april-augustus) gevonden; de meeste slachtoffers zijn gevonden onder de turbines M19, M21, R23 en R29 (4), E3 en R10 (5) en E7 (8).

Kokmeeuwconcentraties bevonden zich bij de koelwaterinlaten en -uitlaten van de drie energiecentrales, waar ze samen met andere meeuwen en sterns foerageerden op aangeslagen vissen. Ze passeerden hierbij de turbines op allerlei locaties in het windpark. Net

als bij de sterns zijn bij de Kokmeeuwen regelmatig baltsvluchten (o.a.) op rotorhoogte waargenomen. Tijdens voedselvluchten vlogen ze soms op, maar meestal onder rotorhoogte. Het precieze percentage vliegbewegingen op rotorhoogte is verder niet gekwantificeerd. De Kokmeeuw is één van de meest frequente aanvaringsslachtoffers (gemiddeld 243 per jaar; bijlage 3) en is tijdens het broedseizoen overal in het windpark als slachtoffer gevonden (onder 45 van de 66 onderzochte turbines).

#### Kleine mantelmeeuw

Kleine mantelmeeuwen (kwalificerende broedvogel) broedden niet in de Eemshaven, maar op de Waddeneilanden. Adulte vogels passeerden tijdens het broedseizoen regelmatig het windpark tijdens voedselvluchten van en naar het binnenland en vlogen daarbij ook op rotorhoogte. De Kleine mantelmeeuw behoort tot de frequente aanvaringsslachtoffers (gemiddeld 73 per jaar; bijlage 3). Dit zijn er meer dan van de zeldzamere Grote mantelmeeuw (gemiddeld 9 per jaar), maar minder dan van de Zilvermeeuw (gemiddeld 360 per jaar); beide zijn geen aangewezen soort voor Natura 2000-gebied Waddenzee.

#### Kluut

De Kluut (kwalificerende broedvogel) broedde de afgelopen jaren in de Ruidhorn (ca. 150-350 paar) en in de westlob (ca. 10 paar) (Brenninkmeijer *et al.* 2014). Deze soort nestelde binnendijks en foerageerde zowel binnendijks in het moeras als buitendijks op het naburige wad. Daarbij vlogen ze dagelijks regelmatig heen en weer, vaak laag over de dijk. In de Eemshaven is de Kluut regelmatig slachtoffer (7/jaar), maar dit kunnen zowel broedvogels als trekvogels zijn.

#### **Vliegbewegingen niet-broedvogels**

In hoofdlijnen was de verspreiding van de locaties van de rust- en foerageergebieden van groepen vogels (hoogwatervluchtplaatsen van wadvogels, foerageer- en rustgebieden van ganzen, eenden, meeuwen, visetende watervogels) de afgelopen vijf onderzoeksjaren ongeveer gelijk. Aalscholver, Blauwe reiger, ganzen (Grauwe Gans, Brandgans, Kolgans en Toendrarietgans), meeuwen (Kokmeeuw, Stormmeeuw en Zilvermeeuw) en steltlopers (onder andere Goudplevier en Bontbekplevier) vlogen regelmatig op rotorhoogte door het windpark. Koersveranderingen en het uiteenvallen van groepen als gevolg van passage op rotorhoogte langs de windturbines zijn alle jaren een aantal malen waargenomen bij groepen die de turbines passeerden. Op akkers in de Emmapolder was eind mei 2013 een hoogwatervluchtplaats van meer dan 1.000 Bontbekplevieren. In augustus 2013 was hier een grote hoogwatervluchtplaats van meer dan 1.000 meeuwen (hoofdzakelijk adulte, ruiende Kokmeeuwen). Meeuwen in de slagpenrui kunnen minder goed vliegen en zijn minder wendbaar, met daardoor een verhoogd risico op aanvaring.

#### Steltlopers

De Scholekster (kwalificerende soort) foerageert op het wad, maar ook in de polder, en rust vooral op de hvp's op de zeedijk van de Eemshaven. De Scholekster vliegt regelmatig door het windpark, ook op rotorhoogte. Met gemiddeld 52 slachtoffers per jaar behoort de Scholekster tot de meest frequente slachtoffers onder de steltlopers. Op de moerasplassen in de oostlob en de westlob rustten en foerageerden in het voorjaar tientallen Kluten, Tureluurs en Grutto's (kwalificerende soorten) en diverse andere soorten steltlopers. Kluten en Tureluurs gebruikten ook de Waddenzee als voedselgebied en vlogen regelmatig langs de turbines. Daarbij vielen regelmatig slachtoffers onder de Kluten (7/jaar) en Tureluurs (9/jaar) en incidenteel onder de Grutto's (1/jaar). Tijdens de najaars- en voorjaarstrek verblijven elk jaar grote groepen Goudplevieren en Kieviten (kwalificerende soorten) in de Emmapolder. Deze groepen vlogen

veel rond, ook op rotorhoogte. Kieviten (9/jaar) zijn geregeld gevonden als aanvaringslachtoffer, Goudplevieren alleen incidenteel (2/jaar).

#### Meeuwen

Diverse soorten meeuwen vlogen regelmatig (ook op rotorhoogte) door Windpark Eemshaven. Rond de koelwateruitlaat van de energiecentrale foerageerden in 2009 en 2010 geregeld honderden meeuwen (vooral onvolwassen Zilvermeeuwen). Sinds de aanpassing van de koelwateruitlaat in 2010 is het aantal meeuwen (en het aantal aanvaringslachtoffers) in dit gebied afgenomen.

In het voorjaar en in de zomer bevond zich de meeset jaren een grote hvp van meeuwen (Kokmeeuw, Stormmeeuw, Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw) aan de westgrens van de oostlob ten westen van de Nuon-centrale, met aantallen die konden oplopen tot 1.500 exemplaren. Deze meeuwen foerageerden met laag water op de Waddenzee en vlogen dan langs of over de turbines. Daarbij vlogen ze o.a. op rotorhoogte vanaf de hvp via diverse routes naar de Waddenzee. In augustus zaten 1.200 meeuwen op deze hvp, bijna uitsluitend adulte vogels in slagpenrui. Meeuwen in de slagpenrui kunnen minder goed vliegen en zijn minder wendbaar, waardoor het aanvaringsrisico verhoogd is. Bovengenoemde meeuwensoorten behoren tot de reguliere aanvaringslachtoffers in windpark Eemshaven

Een aantal malen is slaaptrek van Stormmeeuwen en Kokmeeuwen waargenomen van de polder langs de turbines o.a. op rotorhoogte naar de Eemshaven en vice versa.

#### Eenden en ganzen

Ganzen vlogen regelmatig (ook op rotorhoogte) door Windpark Eemshaven. Groepen Rotganzen en Brandganzen zijn vliegend ook op rotorhoogte waargenomen, maar vlogen meest buiten de turbines om of er tussendoor. Van beide kwalificerende soorten zijn alleen incidenteel slachtoffers gevonden (2 per jaar). Op rotorhoogte vliegende ganzen (vooral Brandgans en Grauwe gans) zijn vooral in de Emmapolder gezien, in het meest westelijk deel van het park. Duizenden ganzen (vooral Brandgans en Grauwe gans) foerageerden tijdens de wintermaanden op diverse plekken op akkers in de Emmapolder. Beide soorten vlogen in de Emmapolder en omgeving regelmatig ook op rotorhoogte langs de turbines heen. Alleen de Grauwe gans (kwalificerende soort; 13/jaar) is regelmatig aangetroffen als aanvaringslachtoffer.

Rond de koelwateruitlaat van de energiecentrale foerageerden in 2009 en 2010 geregeld tientallen Wilde eenden. Sinds de aanpassing van de koelwateruitlaat in 2010 is het aantal watervogels (en het aantal aanvaringslachtoffers) in dit gebied afgenomen. Op de tijdelijke moerasplas pal ten westen van de Nuon-centrale pleisterden in het voorjaar en de zomer van 2011 ook groepen rustende eenden, met maxima van 300 Wilde eenden, 100 Krakeenden en 100 Bergeenden. De Bergeenden gebruikten vooral de Waddenzee als voedselgebied en vlogen regelmatig langs een aantal turbines. De Wilde eenden foerageerden zowel op de akkers ten zuiden van de Eemshaven als op het wad en vlogen in beide gevallen langs een aantal turbines. Bergeend (30/jaar) en Wilde eend (127/jaar) behoren tot de reguliere aanvaringslachtoffers in windpark Eemshaven.

#### Overige watervogels

Aalscholver (kwalificerende soort) en Blauwe reiger vlogen regelmatig (ook op rotorhoogte) door Windpark Eemshaven. Rond de koelwateruitlaat van de energiecentrale foerageerden in 2009 en 2010 geregeld tientallen Aalscholvers en Blauwe reigers. Sinds de aanpassing van de koelwateruitlaat in 2010 is het aantal watervogels (en het aantal aanvaringslachtoffers) in dit

gebied afgenomen. Aalscholvers vliegen o.a. op rotorhoogte. Gemiddeld waren 17 Aalscholvers per jaar aanvaringssslachtoffer.

In de moerasplassen in de oostlob en westlob rustten en foerageerden ook enkele Lepelaars (kwalificerende soort). Deze gebruikten ook de Waddenzee als voedselgebied en vlogen dan langs de turbines, o.a. op rotorhoogte en zowel overdag als 's nachts. Tot op heden is de Lepelaar niet als aanvaringssslachtoffer aangetroffen.

#### Roofvogels en uilen

*Broedvogels* Slechtvalk en Bruine Kiekendief (beide kwalificerende broedvogels) en Buizerd en Torenvalk (beide geen kwalificerende soorten) waren in 2013 broedvogel in het windpark (nesten van Bruine kiekendief bij E1 en E6, territoriale Bruine kiekendieven in de westlob van de Eemshaven; Buizerdnest bij R19; Slechtvalk op de schoorsteen van de GDF SUEZ energiecentrale, Torenvalk onder andere in een nestkast bij R10). Ook in voorgaande jaren hebben deze vogels in en rond windpark Eemshaven gebroed (Brenninkmeijer *et al.* 2014).

*Trekvogels* In het voorjaar is in de Eemshaven geregeld sprake van een sterk gestuwde seizoenstrek van roofvogels. Hierbij passeren in een korte periode grote aantallen roofvogels (Bruine Kiekendief, Buizerd, Ruigpootbuizerd, Rode wouw, Slechtvalk) het windpark op rotorhoogte. Op goede trekdagen kunnen tientallen roofvogels verspreid over de dag zowel boven de zeedijk als elders door het windpark trekken, waarbij ze ook op rotorhoogte (naar het oosten) vliegen. Met uitzondering van Rode Wouw zijn al deze soorten als aanvaringssslachtoffer gevonden, waarbij de Ruigpootbuizerd incidenteel.

*Kwalificerende soorten* In het windpark zijn regelmatig Bruine kiekendieven waargenomen die ook op rotorhoogte rondvlogen. Dit betreft zowel broedvogels als niet-broedvogels. De Bruine kiekendief heeft een groot voedselgebied van een aantal ha en vliegt dagelijks veelvuldig binnen zijn territorium. In windpark Eemshaven is de soort geregeld als aanvaringssslachtoffer gevonden (6/jaar). De Slechtvalk jaagt in de wijde omgeving van de GDF SUEZ centrale op vogels. In oktober 2012 is een jagende Slechtvalk in de Emmapolder waargenomen die voor veel paniek zorgde. Zeker 1.000 vogels (Spreeuw, Kievit, Goudplevier, meeuwen) vlogen hierdoor flink heen en weer, deels op rotorhoogte en tussen de turbines door. De Slechtvalk is een zeer goede vlieger die zelf ook op rotorhoogte vliegt, maar alleen incidenteel tot de aanvaringssslachtoffers behoort (1/jaar).

*Niet-kwalificerende soorten* In windpark Eemshaven zijn regelmatig Buizerds waargenomen die ook op rotorhoogte rondvlogen. Van de Buizerd zijn jaarlijks 24 aanvaringssslachtoffer gevonden; dit betreft voornamelijk doortrekkende en overwinterende vogels, aangezien jaarlijks slechts ca. 3 paren in en rond de Eemshaven broedden. Torenvalken broedden ook jaarlijks in Windpark Eemshaven (meestal enkele paren). Biddende Torenvalken, deels broedvogels en deels niet-broedvogels, vliegen meestal onder rotorhoogte. De aanvaringssslachtoffers onder de Torenvalk (17/jaar) zijn alle in het voorjaar (maart-april) of najaar (augustus-november) gevonden en betreffen waarschijnlijk trekkende exemplaren. Ook de Ruigpootbuizerd is op rotorhoogte vliegend waargenomen, en incidenteel als aanvaringssslachtoffer gevonden (1/jaar). Andere incidentele slachtoffers onder de roofvogels en uilen zijn Sperwer (3/jaar), Havik (1/jaar), Ransuil (1/jaar) en Kerkuil (2/jaar).



*Gevonden aanvaringslachtoffers in windpark Eemshaven tussen 2009 en 2014: van links naar rechts en van boven naar beneden: Scholekster, Gierzwaluw, onthoofde Bergeend, Kluut, onthoofde Roerdomp, Sneeuwgorst ('verenpuzzel'), Bruine kiekendief, Vissdief, Kerkuil, kop en romp van Kleine mantelmeeuw, Grauwe gans.*



## 4 Discussie

### 4.1 Correctie gevonden slachtoffers

#### Minimale detectiekans van individuele vogelsoorten

In monitoringsonderzoek van aanvaringslachtoffers van windturbines is het gebruikelijk dat gevonden slachtoffers met behulp van correctiefactoren worden gecorrigeerd om tot een schatting van het werkelijke aantal slachtoffers te komen. Om een schatting te kunnen maken van het aantal slachtoffers op soortniveau moet ten minste één individu van een soort worden gevonden, voordat het aantal slachtoffers van die betreffende soort daaruit berekend kan worden. De mogelijkheid bestaat echter dat een vogel wel aanvaringslachtoffer is geworden, maar niet is gevonden tijdens de slachtoffertellingen. Bij de correctie is hiervoor geëxtrapoleerd met behulp van de correctiefactoren voor predatie, vindkans, afgezocht oppervlak en aantal onderzocht turbines.

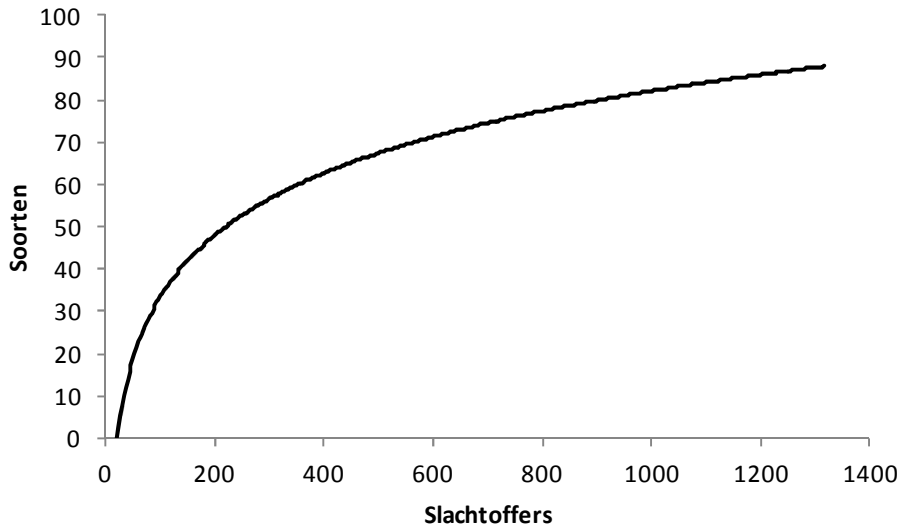
In totaal zijn gedurende de looptijd van dit onderzoek drie vindkans- en predatieproeven uitgevoerd, waarvan de laatste in mei 2012. Door het toevoegen van een derde proef zijn de correctiefactoren betrouwbaarder geworden ten opzichte van de deelrapportages vóór 2012; ook de betrouwbaarheidsintervallen zijn kleiner geworden door de grotere steekproef. Een ander verschil met de eerdere (<2012) deelrapportages is een gewijzigde berekening van het aandeel afgezocht oppervlak. Deze is niet meer op het niveau van de individuele turbine bepaald, maar per seizoen voor het gehele windpark. Op deze manier is ons inziens een eerlijker wijze van correctie toegepast, doordat ook rekening is gehouden met turbines waarbij geen slachtoffers zijn aangetroffen en die slechts gedeeltelijk konden worden afgezocht.

De hier gebruikte omrekenmethode is betrouwbaar voor het schatten van *totale* aantallen slachtoffers. Op soortniveau is de berekening echter minder nauwkeurig, vanwege de minimale detectiekans van 0-3 voor grote vogelsoorten (>100 g) en 0-22 voor kleine vogelsoorten (<100 g).<sup>2</sup> In de praktijk betekent dit dat gemiddeld van elke 22 aanvaringslachtoffers per kleine vogelsoort 1 exemplaar daadwerkelijk als slachtoffer wordt gevonden tijdens de zoekrondes. Wanneer gemiddeld in totaal minder dan 22 slachtoffers per kleine vogelsoort vallen, bestaat de kans dat de slachtoffers van de betreffende soort niet gevonden is tijdens de zoekrondes. Dit leidt tot een onderschatting van het aantal vogelsoorten dat aanvaringslachtoffer wordt.

Een analyse, waarbij de soortsaamenstelling cumulatief uitgezet wordt tegen de tijd en/of het gevonden aantal slachtoffers, kan een indicatie geven of de monitoring een volledig beeld geeft van het aantal soorten dat ten slachtoffer valt aan de turbines. Een dergelijke analyse is weergegeven in figuur 4.1. Hieruit blijkt dat na vijf jaar monitoring de soortencurve bijna is afgevlakt. Er is echter nog een zeer lichte stijging waarneembaar, wat erop duidt dat het werkelijke aantal soorten waarschijnlijk marginaal hoger ligt dan het gevonden aantal soorten. Op basis van recent ontwikkelde statistische technieken<sup>3</sup>, waarbij de soortencurve als het ware wordt 'doorgetrokken', wordt het totale soortenaantal geschat op ca. 99 soorten (95% betrouwbaarheidsinterval = 92–119). Na vijf jaar monitoring is dus ca. 90% van het totale soortenspectrum ook daadwerkelijk onder de turbines aangetroffen.

<sup>2</sup> Dit is berekend als de predatiekans maal de vindkans, op dag 14 (zie bijlage 1)

<sup>3</sup> De hier gebruikte methode is ontwikkeld door Prof. Anne Chao en is berekend m.b.v. het programma Estimates (Colwell 2013). Meer informatie over de achterliggende berekeningen is te vinden in Chao et al. (2000) en Gotelli & Colwell (2011).



Figuur 4.1 - Cumulatief aantal soorten als functie van het aantal gevonden slachtoffers in de periode 2009-2014. De soortencurve is berekend m.b.v. het programma Estimates (Colwell 2013).

#### Betrouwbaarheid van de gecorrigeerde aantallen

Voor het schatten van het totale aantal slachtoffers speelt de minimale detectiekans geen rol, omdat hiervoor wordt gecorrigeerd door middel van de correctiefactoren. De correctie van gevonden slachtoffers geeft een goede schatting van het werkelijke aantal slachtoffers. Ook op soortgroepniveau is hiermee een goed inzicht te verkrijgen van het aantal slachtoffers. Voor het soortspecifieke aantal slachtoffers heeft deze methode een lage betrouwbaarheid en weinig voorspellende waarde. Toeval speelt op soortniveau een belangrijke rol, vanwege de kleine aantallen die gecorrigeerd worden. Hierdoor kan het gecorrigeerde aantal slachtoffers een overschatting op soortniveau betekenen, vooral bij toevallige (eenmalige) slachtoffers en kleine vogelsoorten.

#### Correctiefactoren voor predatie- en vindkans

De vindkansfactor ( $C_z$ ) voor kleine vogels in windpark Eemshaven is relatief hoog in vergelijking tot andere windparken (tabel 4.1). Alleen in een windpark op het Duitse eiland Fehmarn, met een hoge vegetatiedichtheid, is de vindkansfactor voor kleine vogels veel hoger. De vindkansfactor voor grote vogels in windpark Eemshaven is vergelijkbaar met die in andere windparken. De predatiefactor ( $C_p$ ) voor zowel grote als kleine vogels is eveneens vergelijkbaar met die in andere windparken (tabel 4.2).

Tabel 4.1 - Overzicht van de berekende vindkansfactor in windpark Eemshaven en in andere windparken.

Vindkansfactor $C_z$	Grote vogels	Kleine vogels	Bron
Eemshaven	1,7	5,7	Klop <i>et al.</i> 2012
Delfzijl-Zuid	1,1	1,6	Brenninkmeijer & van der Weyde 2011
Fehmarn (Duitsland)	1,1-2,0	3,1-14,3	BioConsult & ARSU 2010
Enkele Amerikaanse windparken	1,1-1,2	1,2-2,8	Morrison <i>et al.</i> 2007
Enkele Belgische windparken	1,2	2,0	Everaert 2008

Tabel 4.2 - Vergelijking van de gevonden predatiefactoren voor dag 7, 14 en 30 in windpark Eemshaven met predatiefactoren in andere windparken.

Predatiefactor Cp	Dag	Grote vogels	Kleine vogels	Bron
Eemshaven	7	1,4	3,1	Klop <i>et al.</i> 2012
Fehmarn	7	1,1	1,7	BioConsult & ARSU 2010
Delfzijl-Zuid	7	1,3	2,7	Brenninkmeijer & van der Weyde 2011
Eemshaven	14	1,5	3,9	Brenninkmeijer & Bruinzeel 2010
Fehmarn	14	1,3	4,0	BioConsult & ARSU 2010
Enkele Belgische windparken	14	1,1	3,0-20,0	Everaert 2008
Delfzijl-Zuid	14	2,1	7,5	Brenninkmeijer & van der Weyde 2011

### Onderscheid draad- en turbineslachtoffer

Sinds 2011 zijn onder tien turbines hoogspanningslijnen geplaatst. Naast turbineslachtoffers vallen er in het zoekgebied rond deze turbines ook aanvaringslachtoffers van de naburige hoogspanningslijnen. In een aantal gevallen kon niet met zekerheid worden vastgesteld of een dode vogel, die zowel onder een turbine als onder de draden gevonden was, het slachtoffer was van een windturbine of van een hoogspanningslijn. In een aantal gevallen bestonden de vogelresten uit alleen veren, waardoor geen doodsoorzaak meer kon worden vastgesteld. In andere gevallen betrof het vogels met breuken of verwondingen; die kunnen zowel door de turbine als door de draden veroorzaakt zijn. In Klop *et al.* (2012) is berekend dat binnen het overlappende zoekoppervlak sprake is van een gelijke verdeling tussen turbineslachtoffers en draadslachtoffers. Met andere woorden, ca. 50% van de slachtoffers in de overlappende zoekgebieden is tegen de draden gevlogen en ca. 50% is tegen de turbine gevlogen (Klop *et al.* 2012). Naar aanleiding van deze analyse zijn alle aanvaringslachtoffers vanaf 2011 met een onduidelijke doodsoorzaak (draad of turbine) volgens een statistische methode *at random* aan één van beide toegewezen.

## 4.2 Vergelijking voorspelde en gevonden slachtoffers

### Aantallen

Het geschatte maximale aantal aanvaringslachtoffers van 2.873 per jaar (tabel 3.4) ligt aanzienlijk lager dan het voorspelde aantal van 6.293 slachtoffers (Koolstra 2006: zie box). De minimale schatting van 576 (zekere) gevonden slachtoffers is nog lager. Vanwege de vele aannames die gemaakt zijn bij de berekening van het aantal voorspelde aanvaringslachtoffers dienen deze voorspelde aantallen vooral als een indicatie. Bovendien vinden jaarlijkse fluctuaties plaats in het aantal slachtoffers in een windpark. In alle vijf onderzoeksjaren zijn de gevonden aantallen slachtoffers lager dan de voorspelde aantallen. Wel is, met uitzondering van het tweede onderzoeksjaar, sprake van een stijging sinds het begin van de monitoring. Deze is vooral veroorzaakt door stijgende aantallen slachtoffers onder de zangvogels (tabel 3.5). De oorzaak van deze toename is onbekend; mogelijk spelen toevallige slechte weersomstandigheden tijdens de passage van het windpark hierbij een rol.

### Zangvogels

Het gevonden soortenspectrum wijkt enigszins van de voorspelling (tabel 4.3). Zangvogels vormen het grootste deel van de slachtoffers, maar zijn minder vaak aangetroffen dan voorspeld. De Spreeuw was zoals voorspeld de talrijkste soort onder de zangvogels, en een van

**Verwachte aantallen en soorten**

*Voorafgaande aan de plaatsing van het windpark is een inschatting gemaakt van het verwachte aantal slachtoffers en de betrokken soorten (Koolstra 2006). Deze berekening was gebaseerd op onderzoek in het windpark bij Oosterbierum in Friesland door Winkelman (1992a-d).*

*Najaarstrek Koolstra (2006) ging ervan uit dat de herfsttrek bij slecht weer gedurende drie maanden het sterkst is (schatting 0,18 slachtoffer per turbine per dag), maar dat de trek gedurende de overige drie najaarsmaanden op een derde zal liggen (schatting 0,06 slachtoffer per turbine per dag). Op basis daarvan werden 1.938 slachtoffers verwacht in het najaar, voor het gehele windpark.*

*Voorjaarstrek Doordat de meeste vogelsoorten tijdens de voorjaarstrek zo lang mogelijk het land blijven volgen voordat zij de oversteek over de Eems maken richting Duitsland, is in het voorjaar sprake van gestuwde trek rond de Eemshaven. Tijdens de najaarstrek vindt de gestuwde trek verder oostelijk plaats. Vanwege de grotere aantallen vogels die in het voorjaar de Eemshaven passeren als gevolg van de stuwing ligt het aantal aanvaringsslachtoffers naar verwachting 2,8 maal hoger dan tijdens de najaarstrek of gedurende de overige maanden van het jaar (Koolstra 2006). De voorjaarstrek vindt voornamelijk plaats in februari-mei, met hoogste aantallen in maart en april. Het verwachte aantal aanvaringsslachtoffers in maart-april is geschat op 0,5 slachtoffers per turbine per dag, en in februari en mei op 0,25 slachtoffers/turbine/dag. Dit resulteert in een totaal aantal verwachte aanvaringsslachtoffers gedurende de voorjaarsperiode van 3.938 slachtoffers in het gehele windpark.*

*Totale trek In totaal werden  $(1.938+3.938=)$  5.876 aanvaringsslachtoffers per jaar onder de trekvogels verwacht (Koolstra 2006; tabel 4.3).*

*Lokale vogels Naast slachtoffers onder de trekvogels werden ook aanvaringsslachtoffers verwacht onder de lokale vogels. Gebaseerd op de verblijftijd van vogels in het gebied, het aantal aanwezige vogels en de aanvaringskans gebaseerd op onderzoek van Winkelman (1992a) was het aantal verwachte slachtoffers onder de lokale vogels berekend op 417 per jaar voor het gehele windpark (Koolstra 2006; tabel 4.3).*

*Soorten De voorspelde soortsaamenstelling van de aanvaringsslachtoffers in windpark Eemshaven bestaat voornamelijk uit zangvogels als de Spreeuw (Koolstra 2006). Onder de zangvogels bevinden zich geen kwalificerende soorten van de Waddenzee. Behalve de trekvogels zou naar verwachting 114 exemplaren van lokale soorten zoals Zilvermeeuw, Kokmeeuw en Stormmeeuw vallen, en ruim 300 exemplaren van kwalificerende niet-broedvogelsoorten van de Waddenzee als Scholekster, Wilde eend, Wulp, Bergeend en Bonte strandloper (Koolstra 2006; tabel 4.3 en 4.4). Van de kwalificerende broedvogelsoorten van de Waddenzee broedden Bruine kiekendief, Slechtvalk, Kluut, Noordse stern, Visdief en Bontbekplevier gedurende de onderzoeksperiode in het Eemshavengebied (Koopmans et al. 2009, BügelHajema 2011, Brenninkmeijer et al. 2014).*

de meest voorkomende slachtoffers (bijlage 3). Daarnaast zijn van de zangvogels relatief veel Koperwieken, Merels en Gierzwaluwen gevonden. Het merendeel van de trekvogels bij de Eemshaven bestaat uit zangvogels, vooral lijsterachtigen en Spreeuwen (o.a. Poot et al. 2007). Deze soorten vormen ook de belangrijkste groep slachtoffers binnen de zangvogels. Ervan uitgaand dat het voorspelde aantal trekvogels gelijk staat aan het aantal zangvogels dat als

aanvaringslachtoffer is gevonden, vormt deze groep met maximaal 1.279 slachtoffers (spreiding 699–2.483) ongeveer 22% van het door Koolstra (2006) voorspelde aantal van 5.876 (tabel 4.3).

Tabel 4.3 - Vergelijking van de minimale (zekere) en maximale (zekere + mogelijke) aantallen slachtoffers per soortgroep per jaar in windpark Eemshaven in 2009-2014, en het door Koolstra (2006) voorspelde aantal slachtoffers.

Soortgroep	Gemiddelde gecorrigeerde aantallen				Voorspelde aantal	
	Minimaal	95% BI	Maximaal	95% BI	Pleisterende vogels	Trekvogels
Duiven	19	15-24	125	100-164	0	-
Fazanten	2	2-7	45	36-59	0	-
Ganzen en eenden	49	40-65	220	176-288	126	-
Meeuwen en sterns	244	195-320	758	605-995	114	-
Overige watervogels	26	21-34	71	57-93	0	-
Roofvogels en uilen	31	25-41	57	46-75	0	-
Steltlopers	34	25-51	315	202-535	177	-
Zangvogels	168	93-324	1279	699-2.483	0	Vnl. zangvogels
Zeevogels	2	2-7	3	3-4	0	-
<b>Totaal</b>	<b>576</b>	<b>416-874</b>	<b>2.873</b>	<b>1.922-4.696</b>	<b>417</b>	<b>5.876</b>

### Trekvogels

Tijdens de voorjaarstrek bestonden de gevonden slachtoffers voornamelijk uit zangvogels, meeuwen, ganzen, eenden en steltlopers. In het najaar is de piek in aanvaringslachtoffers minder geconcentreerd dan in het voorjaar, en betrof het voornamelijk zangvogels en meeuwen. Koolstra (2006) voorspelde dat het grootste deel van de slachtoffers onder de trekvogels zou vallen (tabel 4.3). Verhoudingsgewijs komt de voorspelling van Koolstra derhalve redelijk overeen met de gevonden resultaten, alhoewel de pieken tijdens de trekperioden aanzienlijk minder hoog zijn dan voorspeld (figuur 3.7).

### Meeuwen

Het gevonden maximale aantal slachtoffers onder meeuwen is bijna zeven keer hoger dan voorspeld: dit betreft vooral Zilvermeeuwen (gemiddeld 360 slachtoffers per jaar) en Kokmeeuwen (gemiddeld 243 per jaar). De meeste van deze meeuwen zijn waarschijnlijk lokale vogels. Veel meeuwen verbleven tot halverwege 2010 een groot deel van het jaar rond de koelwateruitlaat van GDF SUEZ. Rond deze uitlaat bevond zich veel gemakkelijk te vangen vis en werkte daardoor als belangrijke trekpleister voor foeragerende meeuwen. In 2010 zijn aanpassingen verricht aan de koelwateruitlaat. Hierdoor zijn de gemakkelijk vangbare vissen verdwenen en is deze minder aantrekkelijk geworden voor de meeuwen. Dit heeft geresulteerd in lagere aantallen rustende en foeragerende meeuwen en lagere aantallen slachtoffers onder meeuwen rond de nabijgelegen turbines.

### Steltlopers, ganzen en eenden

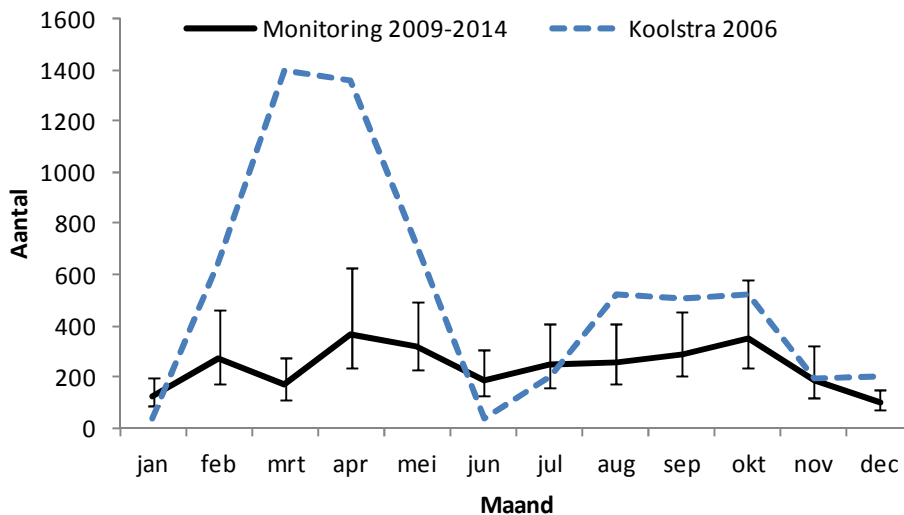
Steltlopers zijn bijna twee keer zo vaak als voorspeld als slachtoffer gevonden. Binnen deze soortgroep is Bonte strandloper veruit het meest aangetroffen (gemiddeld 166 slachtoffers per jaar). Dit is circa 13 keer vaker dan voorspeld (tabel 4.4). Het gevonden aantal Scholeksters is lager dan voorspeld, namelijk gemiddeld 52 per jaar in plaats van 92. De Bonte strandloper is niet eerder als aanvaringslachtoffer gevonden in andere onderzoeken (Winkelman *et al.* 2008, Dürr 2013). Ook ganzen en eenden zijn bijna twee keer zo vaak aanvaringslachtoffer als voorspeld.

### Roofvogels en uilen

Het gevonden aantal roofvogels en uilen is met gemiddeld 57 slachtoffers per jaar voor het gehele windpark beduidend hoger dan ingeschat door Koolstra (2006). Veruit de meeste roofvogelslachtoffers hebben betrekking op Buizerd (gemiddeld 24 per jaar) en Torenavalk (18 per jaar). Ook in andere windparken zijn roofvogels regelmatig als aanvaringslachtoffer gevonden. In windpark Delfzijl-Zuid vormden roofvogels in de periode 2006-2011 ongeveer 10% van het totaal aantal slachtoffers (vergeleken met 2% in deze studie). Jaarlijks kwamen hier gemiddeld 12 Buizerds, 2 Bruine kiekendieven, 5 Torenavalken en 2 Kerkuilen met de windturbines in aanraking (Brenninkmeijer & van der Weyde 2011). In een aantal Duitse windparken zijn vanaf de jaren 90 in totaal 1.965 slachtoffers gemeld (stand april 2014; Dürr 2014): ca. een derde hiervan betrof roofvogels. Vooral Buizerd (255), Rode wouw (232), Zeearend (91) en Torenavalk (56) blijken regelmatig met windturbines in aanraking te komen. In een windpark op het Duitse eiland Fehmarn bestond 7% van de aanvaringslachtoffers uit Buizerds (BioConsult & ARSU 2010). Ook in andere delen van Europa en de VS worden relatief vaak roofvogels als slachtoffer gevonden, meer dan voorspeld op basis van de aanwezige aantallen (Hötter 2006, Drewitt & Langston 2008).

### Overige vogels

Duiven, zeevogels en fazanten zijn niet expliciet genoemd door Koolstra (2006), maar zijn wel aangetroffen als aanvaringslachtoffer. Onder deze soortgroepen vormen de duiven met gemiddeld 125 slachtoffers per jaar de grootste groep; met name de Stadsduif is regelmatig aangetroffen. Zeevogels (Noordse stormvogel, Zeekoet) zijn slechts incidenteel aangetroffen.



Figuur 4.2 - Vergelijking van de door Koolstra (2006) maandelijks voorspelde totale aantallen (trekvoegels+lokale vogels) en de gecorrigeerde (zekere + mogelijke) aantallen slachtoffers in 2009-2014. De foutbalken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval rond het gemiddelde weer.

### Kwalificerende soorten

Koolstra (2006) voorspelde slachtoffers onder 19 vogelsoorten, die zijn aangewezen voor het Natura 2000-gebied Waddenzee (de zogenoemde kwalificerende soorten): van zes soorten meer dan tien slachtoffers, van 13 soorten minder dan tien en van de overige soorten minder

dan 0,5 (aangegeven als '0' in de laatste kolom) of geen (aangegeven als '-') slachtoffers (tabel 4.4).

Tabel 4.4 - Totaal aantal gevonden en voorspelde (Koolstra 2006) kwalificerende soorten van Natura 2000-gebied Waddenzee per jaar in windpark Eemshaven in 2009-2014.

Kwalificerende soort	Aantal (zeker)		Aantal (zeker+mogelijk)		Voorspelde aantal
	Minimaal	95% BI	Maximaal	95% BI	
<b>Ganzen en eenden</b>	<b>47</b>	<b>38-62</b>	<b>197</b>	<b>158-259</b>	<b>125</b>
Bergeend	7	5-9	30	24-39	22
Brandgans	1	1-2	2	2-3	4
Eider	2	2-3	12	10-16	-
Grauwe gans	5	4-7	14	11-18	3
Krakeend	0	n.v.t.	3	2-4	-
Pijlstaart	0	n.v.t.	0	n.v.t.	4
Rotgans	0	n.v.t.	2	2-3	3
Smient	0	n.v.t.	2	2-3	4
Toendrarietgans	1	1-1	1	1-1	2
Wilde eend	31	25-40	127	102-166	81
Wintertaling	0	n.v.t.	4	3-5	2
<b>Roofvogels en uilen</b>	<b>8</b>	<b>6-10</b>	<b>8</b>	<b>6-10</b>	<b>0</b>
Bruine kiekendief	6	5-8	6	5-8	-
Slechtvalk	1	1-2	1	1-2	-
<b>Meeuwen en sterns</b>	<b>37</b>	<b>30-49</b>	<b>93</b>	<b>74-122</b>	<b>0</b>
Grote stern	1	1-2	1	1-2	-
Kleine mantelmeeuw	30	24-40	73	58-96	-
Noordse stern	0	n.v.t.	3	2-4	-
Visdief	6	5-8	16	13-21	0
<b>Overige watervogels</b>	<b>8</b>	<b>7-11</b>	<b>20</b>	<b>16-26</b>	<b>0</b>
Aalscholver	6	5-8	17	13-22	0
Fuut	2	2-3	3	2-4	-
<b>Steltlopers</b>	<b>37</b>	<b>27-55</b>	<b>301</b>	<b>194-513</b>	<b>176</b>
Bontbekplevier	0	n.v.t.	10	6-20	-
Bonte strandloper	9	5-17	166	88-328	13
Goudplevier	1	1-2	2	2-3	7
Groenpootruiter	0	n.v.t.	0	n.v.t.	1
Grutto	1	1-2	1	1-2	-
Kanoet	0	n.v.t.	3	3-5	0
Kievit	0	n.v.t.	9	7-12	1
Kluut	8	6-10	13	11-17	1
Rosse grutto	0	n.v.t.	5	4-6	1
Scholekster	10	8-14	52	42-68	92
Steenloper	0	n.v.t.	5	4-6	-
Tureluur	1	1-1	9	7-12	12
Wulp	7	5-9	26	21-34	46
Zilverplevier	0	n.v.t.	0	n.v.t.	2
<b>Eindtotaal</b>	<b>138</b>	<b>108-187</b>	<b>619</b>	<b>448-929</b>	<b>301</b>

Tijdens de vijf monitoringsjaren zijn van 30 kwalificerende soorten slachtoffers gevonden. Het aantal slachtoffers onder deze soorten bedraagt gemiddeld 619 vogels per jaar, wat neerkomt op ongeveer 22% van het totale aantal slachtoffers.

Het door Koolstra (2006) voorspelde aantal van 301 kwalificerende slachtoffers per jaar bevindt zich tussen het aantal *zekere* (138) en aantal *zekere + mogelijke* (619) gevonden slachtoffers per jaar. Een opvallend verschil tussen de voorspelde en gevonden aantallen is te vinden bij de maximale aantallen van Bonte standloper; echter, veruit de meeste slachtoffers van deze soort konden niet met absolute zekerheid als windturbineslachtoffer worden geclassificeerd. De aantallen *mogelijke* slachtoffers zijn mogelijk overschat als gevolg van 1) predatie door Slechtvalk en 2) de lage gewichtsklasse van Bonte strandloper (<100g) waardoor een hoge correctiefactor is toegepast.

Van de kwalificerende roofvogels, meeuwen en overige watervogels werden geen slachtoffers voorspeld, maar zijn wel enige tot enige tientallen slachtoffers gevonden; de belangrijkste slachtoffers (qua aantal) binnen deze groepen zijn respectievelijk Bruine kiekendief, Kleine mantelmeeuw en Aalscholver.

### **Vliegbewegingen**

Koolstra (2006) voorspelde dat de doorgang van trekvogels in het oostelijke deel van de Eemshaven geblokkeerd zou worden (barrièrewerking) door de realisatie van de turbines op die locatie tijdens de dagtrek en dat deze vogels het windpark aan de oostzijde zouden passeren, met een verlenging van de vliegroute met 2-3 km als gevolg. Daarnaast voorspelde hij voor pleisterende vogels (vooral eenden en meeuwen die in de haven rusten) een toename van verstoring in de haven en het gebied tussen de haven en de centrale van GDF SUEZ. Voor deze soorten werden voldoende alternatieve pleisterplaatsen in de omgeving beschikbaar geacht. Voor wat betreft verstoring en barrièrewerking van zowel trekvogels als pleisterende vogels die kwalificerend zijn voor het Natura 2000-gebied Waddenzee werden geen significante effecten voorspeld.

Tijdens de slachtoffertellingen zijn overdag veel vliegbewegingen waargenomen. Tevens zijn de belangrijkste vogelconcentraties, zoals rust-, foerageer- en broedgebieden, in kaart gebracht. Er zijn geen grote verschillen in vliegbewegingen waargenomen in de loop van het onderzoek. Veel lokale vogels vlogen heen en weer tussen de broed-, rust en foerageergebieden in de Waddenzee, de Eemshaven en het omliggende landbouwgebied, waarbij ze de turbines zowel onder, op als boven rotorhoogte passeerden. Dit betrof zowel broedvogels uit het moerasgebied en de kolonies in de Eemshaven als pleisterende vogels die rustten op de hoogwatervluchtplaatsen en andere pleisterplaatsen in en rond de Eemshaven.

Toekomstige veranderingen in vliegbewegingen kunnen het gevolg zijn van zowel de veranderde inrichting van de Eemshaven als van een verdergaande aanpassing van de lokale vogels aan de turbines van het huidige windpark. Deze ontwikkelingen bestaan o.a. de uitbreiding van het huidige windpark buiten de Eemshaven, de uitbreiding van de haven met extra waterwegen, de bouw van een kassencomplex ten zuiden van de Eemshaven en de verdere bouwplannen in en ten zuiden van de Eemshaven. Ook komt er mogelijk een alternatieve broedlocatie voor meeuwen en sterns buiten de Eemshaven. Deze ontwikkelingen hebben naar verwachting een groot effect op de ligging en het gebruik van de broedlocaties, de pleisterplaatsen en de dagelijkse vliegroutes.

De huidige waarnemingen van vliegbewegingen zijn niet gedetailleerd genoeg om harde conclusies te trekken over een eventuele verandering van vliegbaan, vlieghoogte en



vliegrichting van de verschillende vogelsoorten in en rondom het windpark als gevolg van barrièrewerking door de realisatie van de turbines. Het is bovendien zeer lastig barrière-effecten van de turbines te scheiden van de barrière-effecten door andere onlangs gerealiseerde ingrepen, zoals de geplaatste hoogspanningslijnen en grote gebouwen en de verdwijning of verplaatsing van leefgebieden. Een verandering van vliegroutes door het totale spectrum aan ontwikkelingen in het gebied kan in de toekomst leiden tot andere aantallen aanvaringslachtoffers.

#### **Waarnemingen trektellingen**

*De trektellers van Trekvogeltelgroep Eemshaven (med. P. Pepers en L. Schilperoord) tellen ieder voorjaar de langsttrekkende vogels vanaf de Waddendijk van de Eemshaven bij E3 en vanaf de Waddendijk langs de Emmapolder bij P10. Hun waarnemingen vanaf 2009 zijn niet systematisch geanalyseerd, maar bij hen bestaat de indruk dat bij veel soorten trekvogels veranderingen zijn opgetreden met betrekking tot trekhoogte en trekbanen. Zij hebben waargenomen dat een aantal vogelsoorten, op weg naar de Duitse Waddenzee, de nieuwe windturbines ontweken door hoog boven de turbines te gaan vliegen of door van koers te veranderen. Deze koersverandering bestond uit een alternatieve route via de polders ten zuiden van het windpark, of uit een snellere route naar de Waddenzee via de westzijde van het windpark, ongeveer ter hoogte van de Noordkaap in de Emmapolder (zichtbaar vanaf de telpost bij P10). Daarnaast is door de trektellers waargenomen dat groepen trekvogels, waaronder ganzen, hun koers wijzigden voor de ronddraaiende wieken van een turbine en in kleinere groepjes uiteenvielen om op verschillende locaties het windpark te passeren. Deze waarnemingen van de trektellers komen overeen met de waarnemingen gedaan tijdens de slachtoffertellingen van A&W (koersveranderingen van groepen, groepen die uiteenvallen, etc.). De trektellers hebben tweemaal geconstateerd dat een vogel door de wieken van een turbine werd geraakt. Eén van de Houtduiven uit een trekkende groep werd door E3 geraakt en viel op de grond. Dit slachtoffer is tijdens de slachtoffertelling ca. één week later niet aangetroffen. Bij M13 werd op 9 augustus 2013 een Goudplevier door de wieken geraakt en in tweeën gesplitst (waarneming J. Bosma, <http://waarneming.nl/waarneming/view/78245457>). Drie dagen later, tijdens de reguliere zoekronde, waren de resten reeds verdwenen.*

### **4.3 Vergelijking met andere windparken**

Van een aantal Nederlandse en buitenlandse windparken is het gecorrigeerde aantal slachtoffers per turbine per jaar weergegeven in tabel 4.5. Niet in alle onderzoeken zijn de gevonden aantallen slachtoffers gecorrigeerd voor vindkans en predatie en derhalve gecorrigeerd. Uit tabel 4.5 blijkt dat het aantal slachtoffers/turbine/jaar tussen windparken sterk kan verschillen. In 22 West-Europese studies vielen gemiddeld 6,9 slachtoffers per turbine per jaar (Hötter 2006). Windpark Eemshaven ligt met gemiddeld maximaal 33 slachtoffers per turbine per jaar ver boven dit gemiddelde. De laagste aantallen slachtoffers worden gevonden in windparken in grasland, bouwland en heide (0,6-1,4 slachtoffers/turbine/jaar), terwijl de hoogste aantallen slachtoffers aangetroffen worden in windparken op bergruggen en in wetlands (Hötter 2006, Drewitt & Langston 2008). De hoge aantallen slachtoffers in Windpark Eemshaven zijn naar alle waarschijnlijkheid te wijten aan de strategische ligging van het gebied in de trekroutes van veel soorten.

Tabel 4.5 - Overzicht van het gecorrigeerde aantal vogelslachtoffers per turbine per jaar in windparken in Nederland, Europa en de VS. De getallen voor windpark Eemshaven betreffen het jaarlijks aantal zekere en zekere+mogelijke slachtoffers in de periode 2009-2013.

Windpark	Periode	n maanden	Aantal/ turbine/ jaar	Bron
Vansycle, VS	1999	12	0,6	Erickson <i>et al.</i> 2001
Näsudden, Zweden	-	-	0,7	Percival 2000 <sup>1</sup>
Altamont, VS	1988-2000	106	0,9	Smallwood & Thelander 2004
Buffalo Ridge, VS	1994-1999	92	1,0	Erickson <i>et al.</i> 2001
Nieuwkapelle Diksmuide, België	2005-2006	12	1,0	Everaert & Stienen 2006
Blyth Harbour (UK)	-	-	1,3	Still <i>et al.</i> 1996 <sup>1</sup>
Obersdorf, Oostenrijk	-	-	1,5	Traxler <i>et al.</i> 2005 <sup>1</sup>
Foot Creek Rim, VS	1998/1999	12	1,8	Erickson <i>et al.</i> 2001
Woolnorth Tasmanië, Australië	2002/2003	14	1,9	Hydro Tasmania 2003 <sup>1</sup>
Gent, België	2004	12	2,8	Everaert 2008
Simonsberger Koog, Duitsland	-	-	> 2,2***	Grünkorn <i>et al.</i> 2005 <sup>1</sup>
San Gorgino, VS	-	-	2,3	Erickson <i>et al.</i> 2001
Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog, Duitsland	-	-	> 2,6***	Grünkorn <i>et al.</i> 2005 <sup>1</sup>
Steinberg-Prinzendorf, Oostenrijk	-	-	3	Traxler <i>et al.</i> 2005 <sup>1</sup>
Delfzijl-Zuid, Nederland	2006-2011	60	2,2-6,8**	Brenninkmeijer & vd Weyde 2011
Kreekraksluizen, Nederland	-	-	3,3	Musters <i>et al.</i> 1991
Nine Canyon Wind Project, VS	2002/2003	12	3,6	Erickson <i>et al.</i> 2003 <sup>1</sup>
Alaiz-Echague, Pyreneeën, Spanje	2000/2001	12	>3,6*	Lekuona 2001
Kluizendok Gent, België	2005-2007	24	6,6	Everaert & Stienen 2006
Urk, Nederland	1987-1989	24	7,3-18,3	Winkelman 1989
Breklumer Koog, Duitsland	-	-	> 7,5***	Grünkorn <i>et al.</i> 2005 <sup>1</sup>
<b>Eemshaven, Nederland</b>	<b>2009-2014</b>	<b>60</b>	<b>7-33**</b>	<b>Deze studie</b>
Guerinda, Pyreneeën, Spanje	2000/2001	12	>8,5*	Lekuona 2001
Bremerhaven-Fischereihafen, Duitsland	-	-	9	Scherner 1999b <sup>1</sup>
Schelle, België	2002-2004	36	11,3	Everaert 2008
Fehmarn, Duitse Oostzee	2009	12	13	BioConsult & ARSU 2010
Prellenkirchen, Oostenrijk	-	-	13,9	Traxler <i>et al.</i> 2005 <sup>1</sup>
Oosterbierum, Nederland	1986-1991	60	18,3-36,5	Winkelman 1992a-d
Almere (Jaap Rodenburg), Nederland	2004	3	20	Krijgsveld <i>et al.</i> 2009
Zeebrugge, België	2001-2007	84	21,4	Everaert 2008
Salajones, Pyreneeën, Spanje	2000/2001	12	>21,7*	Lekuona 2001
Izco-Aibar, Pyreneeën, Spanje	2000/2001	12	>22,6*	Lekuona 2001
Brugge (Boudewijnkanaal), België	2001-2006	72	23,7	Everaert 2008
Wieringerwerf, Nederland	2004	3	27	Krijgsveld <i>et al.</i> 2009
Middenmeer (Groettocht), Nederland	2004	3	39	Krijgsveld <i>et al.</i> 2009
Kleine Pathoekeweg Brugge, België	2005-2006	24	42,3	Everaert 2008
Solano County, VS	-	-	54	Erickson <i>et al.</i> 2001
El Perdon, Pyreneeën, Spanje	2000/2001	12	> 63,3*	Lekuona 2001

\* gedeeltelijk gecorrigeerd voor predatiedruk en zoek efficiëntie (onderschatting)

\*\* onderscheid tussen zekere en mogelijke aanvaringslachtoffers

\*\*\* onderzoeksperiode korter dan een jaar en slechts gedeeltelijk gecorrigeerd voor predatiedruk en zoek efficiëntie (onderschatting)

<sup>1</sup>

in Hötter 2006

### Soortenspectrum

Uit een analyse van aanvaringsslachtoffers in Europese windparken blijkt dat de gevonden soorten over het algemeen overeenkomen met de lokale avifauna in het gebied rond de windturbines (Winkelman *et al.* 2008). Soorten als meeuwen, roofvogels en zangvogels, zijn vaker als slachtoffer gevonden dan verwacht op grond van hun lokale aantallen. Ganzen en steltlopers zijn echter minder vaak gevonden dan verwacht op basis van hun aantallen in de omgeving (Hötker 2006, Drewitt & Langston 2008). Deze patronen komen deels overeen met deze studie. De afgelopen drie jaar zijn meer lokale vogels gevonden dan verwacht, zoals meeuwen en roofvogels. Ook het aantal steltlopers en ganzen en eenden ligt hoger dan verwacht. Het aantal (trekkende) zangvogels daarentegen is veel lager dan vooraf ingeschat (tabel 4.3).

### Fluctuaties in ruimte en tijd

Het aantal slachtoffers varieert in de loop van de onderzoeksperiode. De gevonden variatie in aantallen slachtoffers in de tijd is vergelijkbaar met de marges die zijn gevonden in andere Nederlandse windparken, waar het aantal slachtoffers per jaar een factor 2 tot 4 verschilt (Winkelman 1989;1992a, Everaert 2008, Brenninkmeijer & van der Weyde 2011). Daarnaast kunnen binnen een windpark grote verschillen in de ruimte worden waargenomen tussen het aantal aanvaringsslachtoffers per turbine. Met name de ruimtelijke ligging van een turbine in het windpark speelt hierbij een belangrijke rol. Zo vallen bijvoorbeeld in Zeebrugge, België, bij één turbine gelegen nabij een sternekolonie jaarlijks 125 slachtoffers, terwijl het gemiddelde voor het hele park op 23 slachtoffers/turbine/jaar ligt (Everaert *et al.* 2002). In Zuid-Spanje is 14% van de turbines verantwoordelijk voor 57% van de vogelsterfte (Barrios 1995). Ook in deze studie zijn bij enkele turbines structureel meer aanvaringsslachtoffers gevonden dan in de rest van het windpark. De turbines met relatief hoge slachtofferaantallen zijn gelegen aan de Waddenzeezijde of langs de rand van het Eemshaventerrein. De twee turbines met de hoogste aantallen slachtoffers (E3 en E7) liggen in de uiterste noordoostpunt van de Eemshaven, waar veel trekvogels tijdens de gestuwde voorjaarstrek het vasteland als oriëntatiepunt loslaten en boven zee verder oostwaarts vliegen (LWVT/SOVON 2002, Poot *et al.* 2007). De turbines ten zuiden van de Eemshaven of in de Emmapolder maken relatief weinig slachtoffers.



## 5 Literatuur

---

- Aarts, B. & L.W. Bruinzeel 2009. De nationale windmolenrisicokaart voor vogels. Visie Vogelbescherming Nederland. SOVON-notitie 09-105. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen/Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Arnett, E.B., W.P. Erickson, J. Kerns & J. Horn 2005. Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- BioConsult & ARSU 2010. Zum Einfluss von Windenergieanlagen auf den Vogelzug auf der Insel Fehmarn. Gutachterliche Stellungnahme auf Basis der Literatur und eigener Untersuchungen im Frühjahr und Herbst 2009. BioConsult SH GmbH & Co. KG, Husum/ARSU GmbH, Oldenburg.
- Bispo R., J. Bernardino, T.A. Marques & D. Pestana 2013. Modeling carcass removal time for avian mortality assessment in wind farms using survival analysis. *Environ. Ecol. Stat.* 20:147–165.
- Brenninkmeijer, A. & L.W. Bruinzeel 2010. Aanvullend onderzoek correctiefactoren vogelslachtoffers Windpark Eemshaven. A&W-rapport 1583. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Brenninkmeijer, A., K. van Dijk & A.K. Vos 2010. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Eemshaven. Rapportage februari 2009-januari 2010. A&W-rapport 1442. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Brenninkmeijer, A. & C. van der Weyde 2011. Monitoring aanvaringsslachtoffers Windpark Delfzijl-Zuid 2006-2011. Eindrapportage vijf jaar monitoring. A&W-rapport 1656. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Brenninkmeijer, A. 2011. Vervolgonderzoek naar vogelslachtoffers windturbines Windpark Westereems 2010-2011. A&W-rapport 1584. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Brenninkmeijer, A. 2012. Ecologische beoordeling van het beoogde transport van turbineonderdelen door de sternkolonie in de Eemshaven. A&W-notitie 1900/AB. Altenburg & Wymenga bv, Feanwâlden.
- Brenninkmeijer, A. & C. van der Weyde 2012. Vervolgonderzoek vogelaanvaringen windpark Eemshaven 2011-2012. A&W-rapport 1748. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Brenninkmeijer, A., M. Koopmans, E. Klop, R. Bakker, F. Hoekema & H. Steendam 2014. Natuurmonitoring Eemshaven en natuurontwikkelingsgebieden Emmapolder 208-2013. A&W-rapport 1960. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Brenninkmeijer, A. 2014. Noordse sterns in de Eemshaven. A&W-notitie FEKA2014#5. Altenburg & Wymenga bv, Feanwâlden.
- BügelHajema 2011. Broedvogelonderzoek Eemshaven (Westlob en Zuidpolder). Project 090.00.01.28.24. BügelHajema Adviseurs, Assen.
- Chao, A., W.H. Hwang, Y.C. Chen & C.Y. Kuo 2000. Estimating the number of shared species in two communities. *Statistica Sinica* 10: 227-246.
- Colwell, R.K. 2013. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
- Colwell, R.K., Chao, A., Gotelli, N.J., Lin, S., Mao, C.X., Chazdon, R.L. & Longino, J.T. 2012. Models and estimators linking individual-based and ample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology* 5: 3-21.

- Dijk, K. van 2013. Hoge aantallen dakbroedende Kokmeeuwen *Chroicocephalus ridibundus* in de Eemshaven in 2011. Sula 25, in press.
- Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston 2008. Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1334: 233-266.
- Dürr, T. 2014. Vogelverluster an Windenergieanlagen in Deutschland. Bijgewerkt t/m 4-4-2014. <http://www.mluv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb2.c.451792.de>.
- Erickson, W.P., G.D. Johnson, M.D. Strickland, D.P. Young, K.J. Sernka & R.E. Good 2001. Avian collision with wind turbines: a summary of existing studies and comparisons to other sources of avian collision mortality in the United States. Report to the National Wind Coordinating Committee, Washington.
- Erickson, W.P., K. Kronner & B. Gritski 2003. Nine Canyon Wind Power Project. Avian and Bat Monitoring Report. September 2002-August 2003. Prepared for Nine Canyon Technical Advisory Committee by West, Inc., Cheyenne.
- Everaert, J., K. Devos & E. Kuijken 2002. Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen. Nota IN.A.2002.3. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Everaert, J. & E.W.M. Stienen 2007. Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). Significant effect on breeding tern colony due to collisions. *Biodiversity Conservation* 16: 3345–3359.
- Everaert, J. 2008. Effecten van windturbines op de fauna in Vlaanderen. Onderzoeksresultaten, discussie en aanbevelingen. Rapportnr. INBO.R.2008.44. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. 2011. Estimating species richness. In: Magurran, A.E. & McGill, B.J. (eds). *Frontiers in measuring biodiversity*. Oxford University Press, New York.
- Grünkorn T., A. Diederichs, B. Stahl, D. Poszig & G. Nehls 2005. Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Unveröff. Gutachten Im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein.
- Hötker, H. 2006. Auswirkungen des 'Repowering' von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Michael-Otto-Institut im NABU-Forschungs- und Bildungszentrum für Feuchtgebiete und Vogelschutz, Berghusen.
- Hydro Tasmania 2003. Bird and Bat monitoring. Hydro Tasmania.
- Jain, A., P. Kerlinger, R. Curry, L. Slobodnik & M. Lehman 2009. Annual Report for the Maple Ridge Wind Power Project. Post-construction Bird and Bat Fatality Study – 2008. Seracuse, New York, USA.
- Klop, E., R. de Jong, C. van der Weyde & A. Brenninkmeijer 2012. Monitoring vogelslachtoffers hoogspanningslijnen Eemshaven. Jaarrapportage 2011-2012. A&W-rapport 1813. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Klop, E. & A. Brenninkmeijer 2013a. Vervolgonderzoek vogelaanvaringen Windpark Eemshaven. Jaarrapportage 2012-2013. A&W-rapport 1888. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Klop, E. & A. Brenninkmeijer 2013b. Vervolgmonitoring vogelslachtoffers hoogspanningslijnen Eemshaven. Jaarrapportage 2012-2013. A&W-rapport 1930. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.
- Koolstra, B.J.H. 2006. Windpark Eemshaven. Effectenstudie in het kader van de natuurbeschermingswet. Alterra-rapport 515c. Alterra, Wageningen.
- Korner-Nievergelt, F., Korner-Nievergelt, P., Behr, O., Niermann, I., Brinkmann, R. & Hellriegel, B. 2011. A new method to determine bird and bat fatality at wind energy turbines from carcass searches. *Wildlife Biology*, 17, 350–363.
- Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk & S. Dirksen 2009. Collision risk of birds with modern large wind turbines. *Ardea* 97: 357-366.

- Langston, R.H.W. & J.D. Pullan 2003. Windfarms and birds: an analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Report T-PVS/Inf (2003) 12, BirdLife International RSPB/BirdLife in the UK.
- Lekuona, J. M. 2001. Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves murcielagos en los parques eolicos de navarra durante un ciclo anual. Direccion General de Medio Ambiente, Departamento de medio Ambiente, Ordenacion del Territorio y Viviends, Gobierno de Navarra, Pamplona, Spain.
- Lekuona, J. M. & C. Ursua 2007. Avian mortality in wind power plants of Navarra (Northern Spain): 177-192. In: Lucas, M. de, G.F.E. Janss & M. Ferrer (eds). Birds and wind farms. Risk assesment and mitigation. Servicios Informativos Ambientales/Quercus, Madrid.
- LWVT/SOVON (red.) 2002. Vogeltrek over Nederland 1976-1993. Landelijke werkgroep vogeltrektellen/ SOVON Vogelonderzoek Nederland. Schuyt & co, Haarlem.
- Martin, G.R. 2011. Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* 153: 239-254.
- Ministerie van LNV 2004. Besluit Rode Lijsten flora en fauna. Ministerie van LNV, Den Haag.
- Ministerie van LNV 2007. Natuurbeschermingswet 1998. Vergunning Waddenzee; Windpark Eemshaven; kenmerk DRZ/07/1274/MO/SM; d.d. 30-3-2007. Ministerie van LNV, Directie Regionale Zaken Vestiging Noord, Groningen.
- Morrison, M. 2002. Searcher Bias and Scavenging Rates in Bird/Wind Energy studies. Subcontractor Report NREL/SR-500-30876. NREL National Renewable energy Laboratory, Golden, Colorado, USA.
- Morrison, M., K.C. Sinclair & C.G. Thelander 2007. A sampling framework for conducting studies of the influence of wind energy development on birds and other animals: 101-115. In: Lucas, M. de, G.F.E. Janss & M. Ferrer (eds). Birds and wind farms. Risk assesment and mitigation. Servicios Informativos Ambientales/Quercus, Madrid.
- Musters, C.J.M., M.A.W. Noordervliet & W.J. ter Keurs 1996. Bird casualties caused by wind energy project in an estuary. *Bird Study* 43: 124-126.
- National Research Council 2007. Environmental impacts of wind-energy projects. National Academy of Sciences.
- Péron, G., J.E. Hines, J.D. Nichols, W.L. Kendall, K.A. Peters & D.S. Mizrahi 2013. Estimation of bird and bat mortality at wind-power farms with superpopulation models. *Journal of Applied Ecology* 2013, 50, 902–911.
- Ponce, C., J.C. Alonso, G. Argandoña, A. García Fernández & M. Carrasco 2010. Carcass removal by scavengers and search accuracy affect bird mortality estimates at power lines. *Animal Conservation* 13 (2010) 603–612.
- Poot, M.J.M., R. Lensink & A. Brenninkmeijer m.m.v. Vogeltrekgroep Eemshaven 2007. Onderzoek naar nachtelijke vogeltrek in het Eemshavengebied in het voorjaar van 2007. A&W-rapport 968/BuWa-rapport 07-103. Altenburg & Wymenga, Feanwâlden/Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Provincie Fryslân 2008. Vergunning o.g.v Natuurbeschermingswet 1998 Natura 2000-gebied Waddenzee; Windpark Eemshaven; kenmerk 00792213; d.d. 14-11-2008. Provincie Fryslân, Leeuwarden.
- Smallwood, K.S. & C.G. Thelander 2004. Developing methods to reduce bird mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area. Final Report by BioResource Consultants to the California Energy Commission, Public Interest Energy Research- Environmental Area, Contract no. 500-01-019.
- Smallwood, K.S. & C.G. Thelander 2008. Bird mortality in the Altamont Pass wind resource area, California. *Journal of Wildlife Management*, 72:215-233.
- Spaans, A.L., J. van der Winden, L.M.J. van den Bergh & S. Dirksen 1998. Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma. Deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en

- vlieghoogtes van vogels langs de Afsluitdijk. Bureau Waardenburg rapport 98.015, Culemborg.
- Thelander, C.G., K.S. Smallwood & L. Rugge 2003. Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Wind Resource Area. Period of performance: March 1998 – December 2000. Report NREL/SR-500-33829 by BioResource Consultants to the National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado, USA.
- Whitfield, D.P. & M. Madders 2005. A review of the impacts of wind farms on Hen Harriers *Circus cyaneus*. Natural Research Information Note 1. Natural Research Ltd, Banchory, UK.
- Winkelman, J.E. 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen, RIN-rapport 89per15, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992a. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 1 Aanvaringslachtoffers. RIN-rapport 92per2, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992b. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 2 Nachtelijke aanvaringskansen. RIN-rapport 92per3, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992c. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 3 Aanvliegedrag overdag. RIN-rapport 92per4, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992d. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. 4 Verstoring. RIN-rapport 92per5, Rijksinstituut voor Natuurbeheer zoek, Arnhem.
- Winkelman, J.E., F.H. Kistenkas & M.J. Epe 2008. Ecologische en natuurbeschermingsrechtelijke aspecten van windturbines op land. Alterra-rapport 1780. Alterra, Wageningen.
- Witte, R.H. & S.M.J van Lieshout 2003. Effecten van windturbines op vogels. Een overzicht van bestaande literatuur. BuWa-rapport 01-060, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Wonnacott, T.H. & R.J. Wonnacott 1977. Introductory statistics. Third Edition. John Wiley & Sons. New York, Santa Barbara, London, Sydney, Toronto.
- Zar 1984. Biostatistical Analysis. Second edition. Department of Biological Sciences, Northern Illinois University. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

#### **Geraadpleegde internetsites**

[www.bto.org/birdfacts/indexa\\_all.htm](http://www.bto.org/birdfacts/indexa_all.htm): vogelgewichten



## Bijlage 1 Correctiefactoren predatie- en vindkans

Gedurende het lopende monitoringsonderzoek zijn drie predatie- en vindkansproeven uitgevoerd, om inzicht te verkrijgen in de predatiekans en vindkans van aanvaringsslachtoffers in het windpark. De gebruikte methodiek en resultaten van deze predatie- en vindkansproeven zijn beschreven in Brenninkmeijer & Bruinzeel (2010). Op basis van deze resultaten zijn de correctiefactoren voor predatie- en vindkans met bijbehorend 95% betrouwbaarheidsinterval berekend, zoals beschreven in §2.5 (zie tabel I en II).

Tabel I Berekende correctiefactor voor predatiekans  $C_p$  met 95% betrouwbaarheidsinterval ( $C_p$  min/ $C_p$  max) per dag na start predatieproef voor grote en kleine vogels.

Dag	Grote vogels (>100 g)			Kleine vogels (<100 g)		
	$C_p$	$C_p$ min	$C_p$ max	$C_p$	$C_p$ min	$C_p$ max
1	1,1	1,0	1,1	1,4	1,3	1,7
2	1,2	1,1	1,3	1,7	1,4	2,0
3	1,2	1,1	1,3	2,0	1,7	2,5
4	1,2	1,1	1,4	2,3	1,8	2,9
5	1,3	1,2	1,5	2,5	2,0	3,3
6	1,3	1,2	1,6	2,7	2,1	3,7
7	1,4	1,2	1,7	3,1	2,3	4,3
8	1,4	1,3	1,7	3,2	2,4	4,5
9	1,5	1,3	1,7	3,4	2,5	4,9
10	1,5	1,3	1,7	3,4	2,6	4,9
11	1,5	1,3	1,7	3,4	2,6	4,9
12	1,5	1,3	1,8	3,6	2,6	5,2
13	1,5	1,3	1,8	3,7	2,7	5,5
14	1,5	1,3	1,8	3,9	2,8	5,8
15	1,5	1,3	1,8	4,1	2,9	6,2
16	1,5	1,3	1,8	4,1	3,0	6,2
17	1,5	1,3	1,8	4,2	3,0	6,3
18	1,5	1,3	1,9	4,2	3,0	6,4
19	1,5	1,3	1,9	4,3	3,0	6,5
20	1,5	1,3	1,9	4,3	3,0	6,5
21	1,5	1,3	1,9	4,3	3,1	6,6
22	1,6	1,3	1,9	4,4	3,1	6,6
23	1,6	1,3	1,9	4,4	3,1	6,7
24	1,6	1,4	1,9	4,4	3,1	6,7
25	1,6	1,4	1,9	4,4	3,1	6,7
26	1,6	1,4	1,9	4,4	3,1	6,7
27	1,6	1,4	1,9	4,4	3,1	6,8
28	1,6	1,4	1,9	4,4	3,1	6,8
29	1,6	1,4	1,9	4,7	3,3	7,4
30	1,6	1,4	2,0	5,1	3,4	8,1
31	1,6	1,4	2,0	5,4	3,6	8,9

Tabel II Correctiefactor voor vindkans Cz met 95% betrouwbaarheidsinterval (Cz min/Cz max) voor grote en kleine vogels.

	N aanwezig	N gevonden	Cz	Cz min	Cz max
Grote vogels (>100 g)	82	47	1,7	1,5	2,2
Kleine vogels (<100 g)	68	12	5,7	3,5	10,6

De berekende correctiefactoren voor predatie- en vindkans zijn vervolgens samengevoegd tot een gecombineerde correctiefactor voor predatie- en vindkans met 95% betrouwbaarheidsinterval (zie §2.5 en Brenninkmeijer & Bruinzeel 2010). Op basis van deze correctiefactoren is het gevonden aantal slachtoffers gecorrigeerd. Tabel III geeft de gecombineerde correctiefactor voor predatie- en vindkans met 95% betrouwbaarheidsinterval per dag na start van de predatieproef voor grote en kleine vogels.

Tabel III Gecombineerde correctiefactor voor predatie- en vindkans Cz\*Cp met 95% betrouwbaarheidsinterval (Cz\*Cp min/Cz\*Cp max) per dag na start predatieproef voor grote en kleine vogels.

Dag	Grote vogels (>100 g)			Kleine vogels (<100 g)		
	Cz*Cp gem	Cz*Cp min	Cz*Cp max	Cz*Cp gem	Cz*Cp min	Cz*Cp max
1	1,9	1,5	2,3	8,2	4,9	15,4
2	2,0	1,7	2,6	9,6	5,6	18,1
3	2,1	1,7	2,7	11,3	6,5	21,4
4	2,1	1,8	2,7	12,8	7,3	24,4
5	2,2	1,8	2,9	14,0	7,9	26,9
6	2,3	1,9	3,0	15,5	8,6	30,0
7	2,4	2,0	3,2	17,4	9,5	33,8
8	2,5	2,0	3,3	18,3	9,9	35,8
9	2,5	2,0	3,3	19,3	10,4	38,0
10	2,5	2,0	3,3	19,4	10,4	38,2
11	2,6	2,0	3,4	19,5	10,5	38,4
12	2,6	2,1	3,4	20,4	10,8	40,1
13	2,6	2,1	3,4	21,2	11,2	42,1
14	2,6	2,1	3,5	22,2	11,6	44,2
15	2,7	2,1	3,5	23,3	12,1	46,5
16	2,7	2,1	3,5	23,5	12,2	47,0
17	2,7	2,1	3,5	23,7	12,3	47,5
18	2,7	2,1	3,5	23,9	12,4	47,9
19	2,7	2,1	3,6	24,1	12,4	48,4
20	2,7	2,1	3,6	24,4	12,5	48,9
21	2,7	2,1	3,6	24,6	12,6	49,5
22	2,7	2,1	3,6	24,7	12,7	49,6
23	2,7	2,2	3,6	24,8	12,7	49,8
24	2,7	2,2	3,6	24,8	12,7	49,9
25	2,7	2,2	3,6	24,9	12,8	50,1
26	2,7	2,2	3,6	25,0	12,8	50,3
27	2,7	2,2	3,6	25,0	12,8	50,4
28	2,8	2,2	3,6	25,1	12,8	50,6
29	2,8	2,2	3,7	26,8	13,5	54,4
30	2,8	2,2	3,7	28,7	14,3	58,9
31	2,8	2,2	3,7	30,9	15,1	63,9

## Bijlage 2 Vondsten per soort

In onderstaande tabel staan de gevonden aantallen zekere (Z) + mogelijke (M) aanvaringsslachtoffers per soort per jaar voor het gehele windpark Eemshaven in de periode 2009-2014.

Jaargang Status	2009/10		2010/11		2011/12		2012/13		2013/14		Totaal	
	Z	M	Z	M	Z	M	Z	M	Z	M	Z	M
Aalscholver	1	1	1	1	0	2	2	4	2	1	6	9
Bergeend	1	8	2	5	0	2	2	1	1	4	6	20
Blauwe reiger	0	0	1	1	1	1	0	2	1	0	3	4
Boerenwaluw	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Bontbekplevier	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Bonte strandloper	0	2	0	1	0	4	1	8	0	4	1	19
Brandgans	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Bruine kiekendief	3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	5	0
Buizerd	3	2	5	0	1	2	2	2	1	3	12	9
Dodaars	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Drieteenmeeuw	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1	1	4
Duif spec_	0	0	0	1	0	7	0	2	0	2	0	12
Dwergmeeuw	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Eend spec_	0	0	0	3	0	1	0	1	0	0	0	5
Eider	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	4
Ekster	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Fazant	0	2	1	7	0	8	0	2	0	10	1	29
Fuut	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	1
Gans spec_	0	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	5
Gierzwaluw	0	0	0	1	1	2	2	6	1	1	4	10
Goudhaan	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Goudplevier	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
Graspieper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Grauwe gans	0	1	2	1	0	4	2	2	1	0	5	8
Grote lijster	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Grote mantelmeeuw	2	1	1	0	0	0	0	0	0	4	3	5
Grote stern	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Grutto	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Havik	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Holenduif	0	2	0	4	0	1	0	7	0	2	0	16
Houtduif	0	3	0	4	0	5	0	3	0	3	0	18
Houtsnip	0	1	1	0	0	1	0	2	0	1	1	5
Huiswaluw	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1
Kanoet	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	3
Kauw	1	1	0	2	1	1	0	0	1	2	3	6
Kerkuil	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
Kievit	0	2	0	1	0	2	0	3	0	0	0	8

Kleine mantelmeeuw	8	8	4	9	1	2	6	3	3	11	22	33
Kleine strandloper	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Kluut	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	3	2
Kneu	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Knobbelzwaan	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
Kokmeeuw	12	29	9	15	9	38	9	27	13	28	52	137
Kolgans	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	2
Koolmees	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Koperwiek	0	1	0	1	0	1	0	8	0	3	0	14
Kraai spec_	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Krakeend	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Kramsvogel	0	1	0	0	0	4	1	1	0	1	1	7
Kuifeend	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Meerkoet	2	2	2	4	0	4	2	0	0	1	6	11
Meeuw spec_	1	2	0	2	0	1	0	2	0	3	1	10
Merel	0	1	0	2	0	5	0	3	0	2	0	13
Noordse stern	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Noordse stormvogel	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Oeverzwaluw	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Patrijs	0	1	0	0	1	3	0	0	0	2	1	6
Putter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Ransuil	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Rietgors	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Roek	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Roerdomp	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1
Roodborst	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Rosse grutto	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	4
Rotgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Ruigpootbuizerd	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Scholekster	2	2	3	4	2	10	0	11	2	5	9	32
Slechtvalk	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Smient	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Soepgans	0	0	0	3	1	0	0	0	0	1	1	4
Sperwer	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Spreeuw	1	0	0	3	0	6	2	3	2	10	5	22
Stadsduif	2	7	3	3	6	6	2	12	1	10	14	38
Steenloper	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	5
Steltloper spec_	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Stormmeeuw	2	2	3	2	1	5	3	3	2	7	11	19
Toendrarietgans	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Torenvalk	1	4	0	0	2	2	1	1	1	3	5	10
Tuinfluit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Tureluur	0	1	0	3	0	0	1	4	0	0	1	8
Veldleeuwerik	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2

Vink	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Visdief	4	0	0	1	0	1	0	1	0	4	4	7
Waterhoen	0	1	0	1	2	1	2	4	0	3	4	10
Waterral	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4	2	4
Watersnip	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
Wilde eend	5	15	8	13	6	15	5	12	1	23	25	78
Winterkoning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Wintertaling	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	4
Witte kwikstaart	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3
Wulp	0	0	5	5	0	3	2	11	0	0	7	19
Zanglijster	1	0	0	0	0	3	1	4	0	14	2	21
Zangvogel spec_	0	2	0	0	0	7	0	5	0	1	0	15
Zeekoet	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Zilvermeeuw	42	72	12	62	15	17	17	28	9	29	95	208
Zwarte kraai	0	1	0	4	3	2	1	2	1	8	5	17
Zwarte zee-eend	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2

## Bijlage 3 Gecorrigeerde aantallen per soort

Onderstaande tabel geeft de gecorrigeerde aantallen zekere (Z) + mogelijke (M) aanvaringslachtoffers per soort per jaar voor het gehele windpark Eemshaven in de periode 2009-2014. Op soortniveau kunnen toevalsfactoren echter een grote rol spelen, waardoor de betrouwbaarheid van de gegevens relatief laag is en de foutmarge groot. De hieronder gepresenteerde aantallen dienen daarom met enige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd.

Jaargang Status	2009/10		2010/11		2011/12		2012/13		2013/14		Totaal	
	Z	M	Z	M	Z	M	Z	M	Z	M	Z	M
Aalscholver	6	4	5	7	0	12	11	23	9	6	31	52
Bergeend	8	49	10	28	0	9	10	8	5	21	33	116
Blauwe reiger	0	0	0	5	5	6	0	11	8	0	13	21
Boerenzwaluw	0	0	0	48	0	0	0	0	0	48	0	97
Bontbekplevier	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	26
Bonte strandloper	0	85	0	43	0	172	44	350	0	135	44	784
Brandgans	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6
Bruine kiekendief	20	0	0	0	5	0	0	0	6	0	31	0
Buizerd	18	12	31	0	5	9	10	9	6	18	69	49
Dodaars	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Drieteenmeeuw	0	0	0	0	6	14	0	5	0	5	6	24
Duif spec_	0	0	0	5	0	40	0	16	0	15	0	75
Dwergmeeuw	0	0	0	0	0	0	0	5	6	0	6	5
Eend spec_	0	0	0	19	0	5	0	5	0	0	0	29
Eider	0	0	0	8	0	6	5	5	0	6	5	25
Ekster	0	0	0	0	0	8	0	0	0	6	0	14
Fazant	0	16	6	40	0	44	0	12	0	63	6	175
Fuut	0	0	4	0	6	5	0	0	0	0	11	5
Gans spec_	0	9	0	5	0	0	0	7	0	5	0	27
Gierzwaluw	0	0	0	65	62	126	117	322	48	48	227	562
Goudhaan	0	45	0	0	0	0	0	28	0	0	0	73
Goudplevier	0	0	0	0	0	5	0	0	7	0	7	5
Graspieper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	32
Grauwe gans	0	5	10	6	0	20	11	10	6	0	27	40
Grote lijster	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	10
Grote mantelmeeuw	9	6	6	0	0	0	0	0	0	25	15	31
Grote stern	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
Grutto	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
Havik	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0
Holenduif	0	14	0	32	0	5	0	41	0	10	0	101
Houtduif	0	20	0	22	0	28	0	15	0	14	0	99
Houtsnip	0	6	5	0	0	5	0	10	0	5	5	25
Huiszwaluw	60	0	43	0	0	0	0	0	0	43	103	43
Kanoet	0	0	0	0	0	12	0	0	0	5	0	17

Kauw	8	5	0	13	8	8	0	0	7	16	24	41
Kerkuil	0	0	0	6	0	0	5	0	0	0	5	6
Kievit	0	9	0	6	0	10	0	20	0	0	0	45
Kleine mantelmeeuw	49	50	24	57	8	13	46	19	25	72	152	212
Kleine strandloper	0	0	0	0	0	0	0	62	0	0	0	62
Kluut	8	0	4	8	7	0	0	5	0	0	20	13
Kneu	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	33	0
Knobbelzwaan	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24
Kokmeeuw	75	174	61	102	58	240	53	173	91	187	338	876
Kolgans	0	0	0	0	5	0	0	5	0	6	5	10
Koolmees	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	42
Koperwiek	0	45	0	35	0	41	0	275	0	125	0	522
Kraai spec_	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	8
Krakeend	0	0	0	0	0	8	0	0	0	6	0	14
Kramsvogel	0	52	0	0	0	149	32	58	0	42	32	301
Kuifeend	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Meerkoet	12	10	10	23	0	21	10	0	0	5	32	59
Meeuw spec_	7	9	0	12	0	6	0	14	0	18	7	59
Merel	0	52	0	98	0	184	0	111	0	99	0	543
Noordse stern	0	0	0	8	0	0	0	7	0	0	0	15
Noordse stormvogel	0	0	6	0	0	5	0	0	0	0	6	5
Oeverzwaluw	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	0
Patrijs	0	6	0	0	5	19	0	0	0	12	5	38
Putter	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	0	74
Ransuil	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Rietgors	0	0	0	43	0	41	0	0	0	0	0	84
Roek	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
Roerdomp	6	0	5	5	0	0	0	0	0	0	11	5
Roodborst	0	35	0	0	0	0	0	0	0	32	0	67
Rosse grutto	0	0	0	0	0	8	0	15	0	0	0	23
Rotgans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	11
Ruigpootbuizerd	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Scholekster	9	12	18	24	12	67	0	65	13	40	52	209
Slechtvalk	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0
Smient	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12
Soepgans	0	0	0	16	5	0	0	0	0	5	5	21
Sperwer	0	0	0	0	0	7	0	0	0	8	0	15
Spreeuw	71	0	0	161	0	249	72	145	113	561	257	1115
Stadsduif	14	50	21	20	37	37	14	84	8	63	93	254
Steenloper	0	0	0	0	0	0	0	5	0	19	0	24
Steltloper spec_	0	0	0	0	0	6	0	4	0	0	0	10
Stormmeeuw	10	11	16	10	4	27	16	16	9	36	57	101
Toendrarietgans	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0
Torenvalk	5	22	0	0	11	12	7	5	8	17	31	56

Tuinfluitier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50
Tureluur	0	6	0	16	0	0	5	19	0	0	5	41
Veldleeuwerik	0	36	0	0	0	41	0	0	0	0	0	76
Vink	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
Visdief	29	0	0	8	0	6	0	8	0	28	29	51
Waterhoen	0	6	0	5	10	5	12	19	0	18	23	53
Waterral	0	0	5	0	0	0	0	0	5	25	9	25
Watersnip	0	11	0	0	0	0	0	0	0	12	0	23
Wilde eend	26	91	47	77	39	88	35	75	8	148	155	480
Winterkoning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	32
Wintertaling	0	0	0	15	0	0	0	5	0	0	0	20
Witte kwikstaart	0	0	0	59	0	0	0	81	0	0	0	140
Wulp	0	0	24	29	0	15	10	51	0	0	34	95
Zanglijster	58	0	0	0	0	103	27	144	0	552	85	799
Zangvogel spec_	0	104	0	0	0	272	0	224	0	62	0	662
Zeekoet	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0
Zilvermeeuw	258	409	74	368	103	91	113	166	58	162	607	1196
Zwarte kraai	0	8	0	25	16	15	8	11	8	57	33	116
Zwarte zee-eend	0	0	0	6	6	0	0	0	0	5	6	11



## Bijlage 4 Vogelslachtoffers per turbine

Onderstaande tabel geeft het gemiddeld gevonden en gecorrigeerde (geschatte) aantal aanvaringslachtoffer per jaar per turbine in windpark Eemshaven in de periode 2009-2014. Op individueel turbineniveau kunnen toevalsfactoren een rol spelen, waardoor de betrouwbaarheid van de gegevens relatief laag is en de foutmarge groot. De gepresenteerde aantallen slachtoffers per turbine dienen daarom met enige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd.

Turbine	Gevonden	Geschat	95% BI
<b>Bakker</b>			
B1	5	54	36-91
B2	4	58	36-102
B3	4	59	36-105
<b>GDF SUEZ</b>			
E3	26	199	145-296
E4	8	79	54-125
E6	6	79	51-135
E7	23	212	147-335
E8	12	82	61-119
E9	6	63	42-103
<b>Growind</b>			
M1	1	17	11-30
M2	3	18	14-24
M3	2	14	11-18
M6	7	50	38-72
M7	5	30	24-39
M8	1	6	5-8
M9	3	34	22-57
M11	3	23	16-36
M12	1	18	11-31
M13	7	80	52-133
M14	1	4	3-5
M15	3	47	30-82
M19	3	17	14-23
M20	4	42	28-67
M21	4	39	27-64
<b>Maatschap Berghuis, Bos e.a.</b>			
P12	1	14	7-12
P13	1	11	10-26
<b>RWE</b>			
P1	2	9	5-7
P2	1	22	13-39
P3	0	1	1-1
P5	0	3	2-3
P6	1	16	11-28
P7	2	11	9-15
P9	2	17	11-28
P10	1	16	9-24
P11	1	6	6-20
P15	2	32	19-58

P17	2	10	8-13
P19	3	30	20-49
P20	2	13	10-17
R1	4	56	35-97
R3	3	46	28-81
R4	4	53	33-92
R5	6	82	51-145
R6	4	49	31-84
R7	3	20	16-26
R8	3	18	14-23
R9	7	86	55-146
R10	11	117	78-192
R11	4	55	34-96
R12	4	39	26-62
R13	5	84	50-154
R14	3	37	23-65
R15	5	60	39-100
R16	6	70	46-118
R17	5	89	55-157
R18	5	92	55-168
R19	4	60	37-106
R21	5	29	23-38
R23	2	30	19-53
R25	3	25	18-37
R26	2	27	19-42
R27	4	36	24-56
R29	5	29	23-39
R32	1	6	5-8
R33	3	32	23-50
R35	2	11	9-14

---



**Bezoekadres**

Suderwei 2  
9269 TZ Feanwâlden

**Postadres**

Postbus 32  
9269 ZR Feanwâlden  
Telefoon 0511 47 47 64  
Fax 0511 47 27 40  
info@altwym.nl

[www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)