

Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer

Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende
vogels



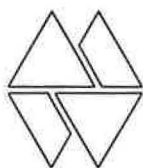
R.C. Fijn
K.L. Krijgsveld
H.A.M. Prinsen
W. Tijsen
S. Dirksen



Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer

Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels

R.C. Fijn
K.L. Krijgsveld
H.A.M. Prinsen
W. Tijsen
S. Dirksen



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849

e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Foto's voorkaft: Wim Tijsen (grote foto, vlucht ganzen voor turbine), Hein Prinsen (kleine zwanen op veld), Luc Hoogenstein (twee kolganzen in vlucht)

opdrachtgever: ECN Wind Energy Facilities bv

15 juli 2007

rapport nr. 07-001

Status uitgave:	eindrapport
Rapport nr.:	07-094
Datum uitgave:	15 juli 2007
Titel:	Effecten op zwanen en ganzen van het ECN windturbine testpark in de Wieringermeer
Subtitel:	Aanvaringsrisico's en verstoring van foeragerende vogels
Samenstellers:	drs. R.C. Fijn drs. K.L. Krijgsveld drs. H.A.M. Prinsen W. Tijsen drs. S. Dirksen
Aantal pagina's inclusief bijlagen:	98
Project nr.:	04-438
Projectleider:	drs. K.L. Krijgsveld
Naam en adres opdrachtgever:	ECN Wind Energy Facilities bv Postbus 1, 1755 ZG Petten
Referentie opdrachtgever:	Briefnrs WEF UC 2006-540 WJS GL 06-7872 / 20 november 2006
Akkoord voor uitgave:	Hoofd Sector Vogelecologie drs. S. Dirksen
Paraaf:	

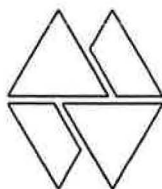
S.D.

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / ECN Wind Energy Facilities bv

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig BRL 9990:2001 / ISO 9001:2001.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Voorwoord

In 2003 heeft het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) het ECN-testpark gebouwd in de Wieringermeer. Voorafgaand aan de bouw bleek uit risicoanalyses dat dit park potentieel negatieve effecten kon hebben op kleine zwanen en toendrarietganzen die in belangrijke aantallen in het gebied overwinteren. Risico's van het park op deze soorten bestaan uit aanvaringen met de turbines en verstoring van foerageergedrag. Verstoring van vliegende vogels (barrièrewerking) wordt niet verwacht. ECN heeft Bureau Waardenburg en Alterra opdracht gegeven om deze potentiële risico's te onderzoeken. Hiertoe is zowel voor als na plaatsing van de turbines onderzocht wat de vliegbewegingen en foerageeractiviteiten zijn van de betreffende vogels in het gebied. Na plaatsing is tevens een slachtofferonderzoek uitgevoerd en is onderzocht wat het effect van de turbines op het foerageergedrag is.

Ten aanzien van het vaststellen van aanvaringsslachtoffers onder zwanen en ganzen is het onderzoek gecombineerd met vergelijkbaar onderzoek voor NUON/WEOM in het nabijgelegen windpark Waterkaaptocht. Resultaten uit beide windparken worden in voorliggend rapport alsook in de rapportage aan WEOM beschreven.

Het onderzoek is uitgevoerd in nauwe samenwerking met de Vogelwerkgroep Wierhaven. Wim Tijsen van deze vogelwerkgroep volgt sinds 1990 de ontwikkelingen van aantallen en verspreiding van zwanen en ganzen in de Wieringermeer. Een aanzienlijk deel van de gegevens die in dit rapport gepresenteerd worden (bv. aantallen vogels in het gebied, verspreiding in tussenliggende jaren, kennis over aanwezigheid en gebiedsgebruik), betreffen gegevens die op vrijwillige basis zijn verzameld door hem. In het kader van de opdracht van ECN, heeft de VWG de tellingen van aantallen, verspreiding en voedselkeus uitgevoerd, alsook de slachtoffertellingen. Daarnaast zijn leden van de VWG betrokken geweest bij observaties van vliegbewegingen met de radar.

Het project werd begeleid door Wim Stam van ECN. Het projectteam van Bureau Waardenburg voor de effectstudie in 2006/2007 was samengesteld uit Ruben Fijn (rapportage foerageergedrag), Hein Prinsen (coördinatie en uitvoering veldwerk radarobservaties, rapportage vliegbewegingen), Karen Krijgsveld (projectleiding, rapportage aanvaringsslachtoffers, foerageergedrag, radarobservaties), Bram Aarts, Suzanne Lubbe (beide radarobservaties), Daniël Beuker (gegevensinvoer), Peter van Horssen, Lieuwe Anema, Maarten Japink (alle GIS), Martin Poot (radarobservaties en commentaar op eerdere versies van dit rapport) en Sjoerd Dirksen (projectleiding, coördinatie, radarobservaties). Vanuit de Vogelwerkgroep Wierhaven werd het veldwerk uitgevoerd door Otto de Vries, Bob Woets, Luc Smit, Leon Kelder en Wim Tijsen.

Voor de nulwaarneming in 2000/2001 bestond het projectteam van Bureau Waardenburg uit Martin Poot, Jan van der Winden, Ingrid Tulp en Sjoerd Dirksen (alle uitvoering en rapportage radarobservaties). Dit team werd aangevuld vanuit Alterra door

Alle spaan (radarobservaties), Luc van der Winden, Sjoerd Dirksen, Ingrid Tulp, Jan van der Winden, Martin Poot, Otto de Vries, Bob Woets, Luc Smit, Leon Kelder en Wim Tijsen.

Schekkerman (foerageergedrag, radarobservaties). Het veldwerk werd vanuit de Vogelwerkgroep Wierhaven uitgevoerd door Gerrit Hazenhoek, Leon Kelder, Theo Mulder, Joop Neuvel, Theo Neuvel, Ad Roest, Henk Schobben, Robert Schouw, Luc Smit, Laurens van der Vaart, Cees de Vries, Otto de Vries, Bauke Weijer, Bert Winters en Wim Tijsen.

Dankzij Wim Tijsen en Jan van Gils (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek te Nieuwersluis) konden we beschikken over zwanengegevens van de jaren tussen 2000 en 2007.

Een eerdere versie van dit rapport is binnen Bureau Waardenburg van opbouwend commentaar voorzien door Martin Poot.

Wij danken bovengenoemden hartelijk voor hun inzet en betrokkenheid bij het project.

Inhoud

Voorwoord.....	3
1 Inleiding.....	9
1.1 Ganzen en zwanen in de Wieringermeer	9
1.2 Achtergrond onderzoek	9
1.3 Doelstelling	10
1.4 Leeswijzer.....	10
2 Mogelijke effecten van windturbines op vogels.....	11
2.1 Aanvaringsrisico.....	11
2.2 Verstoring.....	12
2.3 Verstoring van vogels in de lucht (barrièrewerking).....	14
2.4 Effecten van grotere windturbines	14
3 Materiaal en methoden.....	15
3.1 Studiegebied	15
3.2 Verstoring van foeragerende zwanen en ganzen	16
3.2.1 Tellingen foeragerende vogels en perceelgebruik	16
3.2.2 Analyse.....	17
3.3 Vliegbewegingen.....	18
3.3.1 Observaties	18
3.3.2 Dataverwerking	19
3.4 Aanvaringsslachtoffers	19
3.4.1 Slachtoffers zoeken.....	19
3.4.2 Dataverwerking	21
3.5 Observaties en tellingen 2000/01	21
4 Zwanen en ganzen in de Wieringermeer.....	23
4.1 Soorten en perceelgebruik	23
4.1.1 Soorten en perceelgebruik 2006/07	23
4.1.2 Soorten en perceelgebruik 2000/01	24
4.2 Aantallen	24
4.2.1 Aantallen winter 2006/07.....	24
4.2.2 Aantallen winter 2000/01.....	24
4.2.3 Vergelijking aantallen 2000/01 en 2006/07	25
4.3 Kleine zwanen in het ECN-studiegebied tussen 2000 en 2007	26
4.4 Deelname aan het ECN-studiegebied voor zwanen en ganzen	27

4.4.1	Gebiedsgebruik door kleine zwanen en toendrarietganzen in 2006/07 ...	27
4.4.2	Gebiedsgebruik door kleine zwanen in 2000/01	28
4.4.3	Gebiedsgebruik door kleine zwanen tussen 2000 en 2007	28
4.5	Conclusies	31
5	Verstoring van foeragerende zwanen en ganzen	35
5.1	Seizoensdynamiek in grondgebruik en aantallen zwanen en ganzen	35
5.1.1	Gebiedsgebruik door zwanen en ganzen in 2006/07 van het ECN-studiegebied	35
5.1.2	Gebiedsgebruik door zwanen en ganzen in 2006/07 van het Waterkaaptocht studiegebied	39
5.2	Aantallen zwanen en ganzen in ECN-testpark en controle gebied	40
5.2.1	Aantallen zwanen en ganzen in 2006/07	40
5.2.2	Aantallen zwanen en ganzen in 2000/01	42
5.2.3	Aantallen zwanen en ganzen in 2000/01 en 2006/07 in vogeldagen	43
5.3	Afstand van zwanen en ganzen tot de turbines	43
5.3.1	Afstanden in 2006/07	44
5.3.2	Afstanden van zwanen en ganzen tot toekomstige turbines in 2000/01 ..	45
5.3.3	Afstanden in relatie tot voedselaanbod	45
5.3.4	Gemiddelde afstanden van zwanen en ganzen tot turbines	47
5.4	Overige verstoring in het ECN-studiegebied	48
5.5	Conclusies	48
6	Vliegbewegingen	51
6.1	Vliegbewegingen bij NUON windpark Waterkaaptocht	51
6.1.1	Vliegbewegingen zwanen	51
6.1.2	Vliegbewegingen ganzen	53
6.2	Vliegbewegingen bij het ECN-testpark	54
6.2.1	Vliegbewegingen zwanen	54
6.2.2	Vliegbewegingen ganzen	56
6.3	Verdeling van vliegbewegingen door en om de windparken	58
6.4	Verschillen in vliegbewegingen tussen zwanen en ganzen	60
6.5	Vergelijking van waarnemingen voor en na bouw ECN-testpark	61
6.6	Conclusies	64
7	Aanvaringsslachtoffers	65
7.1	Gevonden slachtoffers	65
7.2	Verdwijnsnelheid	68
7.3	Gecorrigeerd aantal slachtoffers	69
7.4	Aanvaringskans	71

8	Conclusies	73
8.1	Verstoring van foeragerende vogels	73
8.2	Effecten op vliegbewegingen	76
8.3	Aanvaringsslachtoffers	77
9	Literatuur.....	79
	Bijlage 1. Ruimtelijke verspreiding.....	85
	Bijlage 2. Vliegbewegingen van zwanen en ganzen	87
	Bijlage 3. Uitslag onderzoek dode zwanen	97

1 Inleiding

1.1 Ganzen en zwanen in de Wieringermeer

De Wieringermeer fungeert als belangrijk overwinteringsgebied voor kleine zwanen (*Cygnus columbianus bewickii*) en toendrarietgans (*Anser serrirostris*) in Nederland (Voslamber *et al.* 2004). De aantrekkingskracht die dit gebied uitoefent komt voornamelijk doordat oogstresten op de akkerbouwvelden in de Wieringermeer makkelijk beschikbaar zijn in combinatie met voldoende rust/slaapgebieden in de naaste omgeving (Tijssen 2000). Dit vormt een relatief eenvoudige manier voor zwanen en ganzen om energiereserves op te bouwen voor het broedseizoen (Van Gils & Tijssen 2007). Sinds eind jaren '70 wordt het gebied bezocht door kleine zwanen maar pas sinds de jaren negentig komen grote aantallen op het gebied af, o.a. door gedeeltelijk vertrek uit de Noordoostpolder (Tijssen, ongepubl. data). De Wieringermeer is één van de belangrijke Europese overwinteringsplaatsen; 25-33 % van de wereldpopulatie kleine zwanen maakt gebruik van het gebied (Van Gils & Tijssen 2007). Ook voor toendrarietganzen is de Wieringermeer één van de belangrijke overwinteringsgebieden in Nederland met gemiddeld 2 % van de *flyway* populatie verblijvend in het gebied. Een afname van de traditionele landbouw (bieten en aardappelen) en toename van mogelijke verstoringsbronnen in het gebied zijn mogelijke oorzaken van achteruitgaande aantallen zwanen en ganzen in het gebied (Tijssen 2000).

1.2 Achtergrond onderzoek

Het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) heeft in de Wieringermeer een windturbinepark gebouwd dat fungeert als testpark. Hier worden allerlei aspecten van windenergie ontwikkeld en onderzocht. Het testpark bestaat uit twee rijen van in totaal negen turbines, en is gelokaliseerd net ten zuiden van Kreileroord. De eerste windturbine is geplaatst in februari 2003, in de loop van dat jaar gevolgd door meer windturbines. De laatste turbine is geplaatst in 2006. Uit een *quick scan* en een risicoanalyse die in 2000 zijn uitgevoerd door Bureau Waardenburg en Alterra, bleek dat de belangrijkste mogelijk negatieve effecten van het testpark zich voor zouden kunnen doen voor kleine zwanen en toendrarietganzen (Poot *et al.* 2000a&b). Potentiële effecten betreffen zowel aanvaringsrisico's als verstoring van foeragerende vogels. Verstoring van vliegende vogels (barrierewerking) is niet aan de orde. Vogels kunnen zonder grote extra uitgave in vlieggkosten de turbines ontwijken en belangrijke slaapplekken en foerageergebieden in de directe omgevingen blijven goed bereikbaar. ECN heeft de combinatie Bureau Waardenburg en Alterra opdracht gegeven onderzoek te doen naar deze mogelijke effecten.

Na overleg met de Vogelwerkgroep Wierhaven over uit te voeren onderzoek naar de effecten van plaatsing van het testpark, is door Bureau Waardenburg en Alterra een onderzoeksplan opgesteld. Het plan voorziet in een BACI-studie (Before/After, Control/Impact) met betrekking tot de effecten van de ECN testparklocatie op de vogelpopulatie in de Wieringermeer.

als in een aangrenzend controlegebied het terreingebruik van kleine zwanen en (toendrariet)ganzen wordt onderzocht. Hiertoe zijn observaties gedaan in zowel 2000/2001 als na de plaatsing in 2006/2007. De resultaten van de studie in 2000/01 zijn beknopt besproken in Schekkerman *et al.* (2001).

Ten aanzien van het vaststellen van aanvaringsslachtoffers onder zwanen en ganzen wordt het onderzoek gecombineerd met vergelijkbaar onderzoek voor NUON/WEOM in het nabijgelegen windpark Waterkaaptocht. De resultaten betreffende aanvaringsslachtoffers uit beide windparken worden aan beide opdrachtgevers gerapporteerd. De twee deelprojecten samen beschrijven de op grond van eerder onderzoek verwachte (mogelijke) effecten op zwanen en ganzen.

1.3 Doelstelling

De doelstelling van het project is om inzicht te verschaffen in de mogelijke effecten van het ECN-testpark op de in de Wieringermeer verblijvende kleine zwanen en toendrarietganzen. Hiertoe zijn effecten op foerageergedrag, vliegbewegingen en aanvaringsslachtoffers onderzocht. Dit onderzoek geeft niet alleen inzicht in de effecten op vogels in de Wieringermeer als gevolg van plaatsing van turbines, maar is ook innovatief met betrekking tot algemene kennis van effecten van windturbines op vogels in grootschalige akkerbouwgebieden.

1.4 Leeswijzer

Het rapport is als volgt ingedeeld:

- Hoofdstuk 2: Algemene beschrijving hoe windturbines van invloed kunnen zijn op vogels.
- Hoofdstuk 3: Beschrijving van het studiegebied en de methodische uitvoering van het project.
- Hoofdstuk 4: Ontwikkeling van de aantallen ganzen en zwanen in het studiegebied en in de gehele Wieringermeer, alsook perceelgebruik.
- Hoofdstuk 5: Foerageergedrag van de vogels, waarbij besproken wordt welke percelen wanneer zijn gebruikt in relatie tot de windturbines, alsook welke afstand de vogels tot de turbines aanhouden.
- Hoofdstuk 6: Vliegbewegingen van de vogels van en naar de slaapplekken en mogelijke veranderingen hierin, samenhangend met de bouw van de turbines. Het betreft hier met name vliegbewegingen in schemer en donker (aanvaringsrisico en barrièrewerking). Hierbij is tevens nagegaan of lokale tochten in de Wieringermeer als slaapplek worden gebruikt.
- Hoofdstuk 7: Aanvaringsslachtoffers gevonden tijdens het onderzoek en berekening van aanvaringskansen.

2 Mogelijke effecten van windturbines op vogels

Onderzoek naar effecten van windturbines op vogels heeft drie verschillende typen effecten laten zien (Winkelman 1992a, b, c en d, Spaans *et al.* 1998). Deze effecten worden hieronder kort besproken.

2.1 Aanvaringsrisico

Vogels kunnen met de rotor, de mast of het zog achter de windturbine in aanraking komen en gewond raken of sterven. Dit gevaar is voor de meeste soorten 's nachts het grootst, met name in donkere nachten of nachten met slecht weer (regen) (Winkelman 1992a). Turbines die als lijn zijn opgesteld dwars op de overheersende vliegrichting zijn qua aanvaringskans het ongunstigst (Winkelman 1992a). Roofvogels zijn een uitzondering op de regel in zoverre dat de meeste aanvaringen overdag plaats vinden, vooral op locaties met opwaartse luchtstromen, zoals thermiek langs bergkammen (Thelander *et al.* 2003, Lekuona 2001, Hunt *et al.* 1998, Barrios 1995). In het windpark nabij Oosterbierum kwamen, afhankelijk van seizoen en jaar en rekening houdend met zoektechnische problemen (waarvoor correctiefactoren moesten worden toegepast), in de operationele situatie per windturbine gemiddeld 18 tot 37 vogels/jaar zeker of zeer waarschijnlijk om het leven als gevolg van een botsing (Winkelman 1992a). In het windpark nabij Urk werd het aantal slachtoffers geschat op 7 tot 18 per turbine per jaar (Winkelman 1989).

Bij het windpark nabij de Kreekraksluizen lagen de aantallen bijna tien keer zo laag (3,7 vogels/turbine/jaar). Ook in deze studie werd gecorrigeerd voor de zoekefficiëntie van de waarnemers, predatie van slachtoffers en enkele andere factoren (Musters *et al.* 1991). De locatie bij de Kreekraksluizen verschilt echter aanzienlijk van de locaties Oosterbierum en Noordoostpolder. Het windpark nabij de Kreekraksluizen ligt niet alleen parallel aan een nabijgelegen hoogspanningsleiding en een vrij druk bereden weg, maar ook nabij bosschages, bomenrijen en relatief hoge gebouwen die 's nachts verlicht zijn. Het gehele complex is uit het westen bovendien veelal goed zichtbaar tegen de horizonverlichting van Bergen op Zoom. De locaties Oosterbierum en Noordoostpolder liggen daarentegen in het open veld, zonder verstorende landschapselementen in de omgeving en met slechts een geringe horizonverlichting.

Er zijn maar enkele Europese studies waarbij gecorrigeerd wordt voor factoren zoals vermeld in voorgaande alinea's. Het onderzoek in België door Everaert (2003) is er een van. Op een windturbinelocatie bij de Oostdam te Zeebrugge vielen, afhankelijk van de plaats van de turbine, <4 tot 58 slachtoffers/turbine/jaar. Als gevolg van aanvaringen met turbines bij het Boudewijnkanaal werden 11 tot 22 vogels/turbine/jaar gevonden. Bij een windturbinelocatie langs de Schelde waren dit 3,7 slachtoffers/turbine/jaar. Ook Lekuona (2001) verrichte tijdens zijn onderzoek in de westelijke Pyreneeën, experimenten om de zoekefficiëntie en mate van het verdwijnen van slachtoffers door

slachtoffer van aanvaringen met turbines. Gecorrigeerd voor predatie en zoek efficiëntie werd de sterfte geschat op 8,2 valse gieren per turbine per jaar. Het jaarlijks totaal aantal vogelslachtoffers per turbine in Salajones wordt geschat op 21,7. Dit lag op 22,6 in Izco-Aibar, 3,6 in Alaiz-Echague en 8,5 in Guerinda. In windpark El Perdón stierven 64,3 vogels per turbine per jaar door een aanvaring met een turbine. Uit een analyse van een groot aantal studies naar effecten van windturbines op vogels (Hötter *et al.* 2004) komt naar voren dat vooral in windparken in kustgebieden en op bergruggen grotere aantallen aanvaringsslachtoffers (>2 vogels/turbine/jaar) worden gevonden. In kustgebieden betreft het hoofdzakelijk meeuwen, in berggebieden roofvogels.

Het aantal vogels dat tegen een windturbine botst buiten een vogelrijk gebied blijkt aanzienlijk kleiner dan gemiddeld het geval is bij een alleenstaande vuurtoren of hoge zendmast in een gebied met veel vogelvliegbewegingen. Het aantal is echter groter dan bij zendmasten buiten vogelrijke gebieden. Per kilometer windpark was het aantal gelijk aan of kleiner dan bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding, en gelijk of iets groter dan bij eenzelfde lengte verkeersweg (Winkelman 1992a).

Er zijn tot nu toe geen aanwijzingen dat verliezen door aanvaringen met windturbines effect heeft op populatieniveau (Horch & Keller 2005, Hötter *et al.* 2004). Uitzondering vormen langzaam reproducerende soorten, wanneer die in grotere aantallen als aanvaringsslachtoffer worden aangetroffen. Voorbeelden hiervan zijn de eerder genoemde valse gieren slachtoffers in Spanje (Lekuona 2001, Janss 2000) en steenarenden in Californië (Thelander *et al.* 2003, Hunt *et al.* 1998).

2.2 Verstoring

Verstoringsreacties kunnen zich uiten in verschillende verschijningsvormen zoals een verandering in fysiologie, gedrag, en locatie. Verstoring kan reproductie en overleving beïnvloeden met uiteindelijke veranderingen in populatieomvang tot gevolg. Het bestaande verstoringsonderzoek bij windturbines beperkt zich vaak tot het vaststellen van afname in vogelaantallen rondom turbine locaties.

Vogels verlaten als gevolg van de aanwezigheid van een (draaiende) windturbine, door geluid en beweging, een bepaald gebied rond de windturbine c.q. het windpark. De verstoringssafstand verschilt per soort. Door de versturende werking gaat een bepaald oppervlak voor gebruik door vogels verloren. Ook de mate waarin vogels verstoord worden verschilt tussen soorten. Dergelijke effecten zijn met name aangetoond voor rustende vogels, maar ten dele ook voor foeragerende watervogels.

Voor pleisterende zwanen en ganzen zijn in verschillende studies versturende effecten vastgesteld binnen 400 m van windturbines. Op grond van de verdeling van het aantal ganzen en van het aantal gans- en zwaandagen (aantal vogels x verblijfsduur in dagen) over het onderzoeksgebied langs de Westermeerdijk in de Noordoostpolder leek geen van de soorten dit windpark in zijn geheel te mijden. Wel concentreerden de zwanen en ganzen zich ter hoogte van het windpark in een strook die verder van de dijk af lag

(200-400 m) dan elders (Winkelman 1989). In Denemarken bleek dat foeragerende kleine rietganzen een opstelling van kleine windturbines in een open landschap niet dichter naderden dan 400 m (Petersen & Nøhr 1989). Ook in Duitsland werd bij kolganzen een verstoringafstand van 400 m gevonden (Kruckenberg & Jaene 1999).

Bij het windpark in de Noordoostpolder (Winkelman 1989) werd voor vogels op het open water van het IJsselmeer een negatief effect van de turbines op de verspreiding vastgesteld tot 100 m uit de kust (150 m van de windturbines) voor kuifeend, tafeleend, brilduiker en mogelijk meerkoet, tot 250 m uit de kust (300 m van de windturbines) voor wilde eend en mogelijk voor tafeleend en stormmeeuw. Er werden geen negatieve effecten vastgesteld voor toppereend en kokmeeuw. De vermindering in aantallen was soortafhankelijk, maar bedroeg steeds 50% tot 95%.

Plaatsing van windturbines nabij (150 – 300 m) hoogwatervluchtplaatsen (hvp's) van wadvogels (kieviten, goudplevieren, zilverplevieren, wulpen en bonte strandloper) te Cuxhaven, Duitsland, had een sterk negatief effect op het gebruik hiervan. Ook werd de lijnopstelling van 10 windturbines niet tot nauwelijks gepasseerd, waardoor het een barrière leek te vormen tussen de foerageergebieden in de Waddenzee en rust- en/of foerageergebieden binnendijks (Clemens & Lammen 1995). Circa 90% van de wulpen meed windturbines over een afstand van 400 m en 50% over een afstand van 400-450 m. Van de goudplevier meed 90% de windturbine over 325 m en 50% over 400-500 m (Schreiber 1993). Voor andere soorten pleisterende steltlopers bedraagt de gemiddelde verstoringafstand 100 m (Winkelman 1992d, Bach *et al.* 1999). Voor de meeste soorten geldt dat buiten het broedseizoen de verstoringafstand toe neemt met de omvang van het windpark. Voor ganzen, smient, kievit en goudplevier is deze relatie statistisch significant (Hötter *et al.* 2004). Soort(groep)en met een geringe verstoringafstand (o.a. roofvogels, meeuwen en spreeuw), worden relatief vaker als aanvaringslachtoffer gevonden dan soort(groep)en die windparken mijden (b.v. ganzen en steltlopers). Een uitzondering hierop vormen kraaiachtigen die nauwelijks verstoringreacties vertonen, maar ook zelden als slachtoffer worden gevonden (Hötter *et al.* 2004).

Er zijn tot nu toe geen sterke aanwijzingen gevonden voor een verstorende werking van windturbines op de aantallen of verspreiding van broedvogels buiten een straal van enkele honderden meters. De verrichte studies hebben echter vaak het nadeel dat de onderzoeksperiode waarin de windturbines operationeel waren, slechts een korte tijdspanne besloeg (Winkelman 1992d). Bij onderzoek in Duitsland vonden Bach *et al.* (1999) geen verstorend effect van windturbines op broedende veldleeuwerik en graspieper, maar Korn & Scherner (2000) wel voor veldleeuwerik binnen 150 m van een windpark. Voor kieviten werden effecten tot 200 m afstand van de turbine niet uitgesloten. Gerjets (1999) nam bij broedende kieviten verstorende effecten door windturbines waar. Juist dergelijke vogelsoorten van open landschappen lijken gevoelig te zijn voor opgaande structuren die de openheid beperken. Lowther (1996) vermeldt verschillende (langlopende) studies in Groot-Brittannië waarbij geen effecten op broedvogels werden aangetoond. Voor broedende zangvogels zijn tot nu toe geen of slechts geringe verstoringseffecten vastgesteld waarbij verstoringafstanden veelal < 50

m bedroegen (Sinning 1999, Walter & Brux 1999, Reichenbach *et al.* 2000, Bergen 2001, Kaatz 2001).

2.3 Verstoring van vogels in de lucht (barrièrewerking)

Om aanvaringen met turbines te voorkomen kunnen vogels hun vliegroutes verleggen bij nadering van een windpark. Bij een onderzoek in Duitsland boog een deel van een groep migrerende kraanvogels reeds op 300-400 m afstand van een windturbinelocatie af en passeerde de locatie op 700-1000 m afstand. De vliegformaties die hierdoor uiteenvielen werden 1500 m na de windturbinelocatie weer hersteld (Brauneis 2000). Ook van eidereenden zijn veranderingen in het oorspronkelijke vliegptraan op 1-2 km van windturbinelocaties waargenomen (Pettersson 2005, Tulp *et al.* 1999). Een lijn van turbines kan zo een barrière in een vliegroute worden (Winkelman 1992c). Dit zou kunnen leiden tot het onbereikbaar of onbruikbaar worden van rust- of voedselgebieden. Dit is tot dusver niet in onderzoeksresultaten naar voren gekomen. Om barrièrewerking te minimaliseren moeten windparken zo ontworpen worden dat lange lijnopstellingen van turbines voorkomen worden of op bepaalde afstanden met openingen onderbroken worden.

2.4 Effecten van grotere windturbines

Tot op heden werden de meeste effectvoorspellingen gebaseerd op onderzoek naar effecten bij kleine windturbines. De omvang van de turbines is snel toegenomen. De informatie over de mogelijke effecten van **verstoring** door grotere turbines is beperkt. Langzaam draaiende turbines zouden, doordat ze rustiger lijken, minder verstorend effect kunnen hebben. Ze zijn echter veel groter, hetgeen even zo goed tot meer verstoring kan leiden. Hoe de balans uitvalt, was begin 2006 nog niet goed bekend. Een studie bij 1 MW turbines duidde er in ieder geval niet op dat er sprake was van verstoring die wezenlijk anders was dan bij kleine turbines (Schekkerman *et al.* 2003).

Er is inmiddels meer informatie over de aantallen slachtoffers bij grotere turbines zodat effectvoorspellingen hier beter zijn uit te voeren. In een slachtofferonderzoek bij windparken met moderne grotere windturbines (1,5 en 1,65 MW), zijn slachtofferaantallen gevonden die gemiddeld iets (1,4 keer) hoger liggen dan de aantallen bij kleinere turbines, en dus niet naar evenredigheid van een toename van het rotoroppervlak (5 keer zo groot) (Akershoek *et al.* 2005, Everaert 2003, Krijgsveld *et al.* in prep.). Dit betekent dat per turbine het aantal aanvaringen toeneemt, maar per MW het aantal afneemt. Hogere turbines bereiken hoger vliegende vogels. De vraag is of dit andere vogels in andere dichtheden zijn. Lokale vogelvliegbewegingen spelen zich af in de onderste 100 – 150 m (Winkelman 1992b, c; Spaans *et al.* 1998). De nu voorziene turbines zitten nog steeds volledig in het bereik van deze vliegbewegingen. Uit ervaringen met hoge zendmasten blijkt dat pas boven 150 – 200 m een sprong optreedt in aantallen dode vogels en er kennelijk andere vliegbanen worden aangesneden (Dirksen *et al.* 1999).

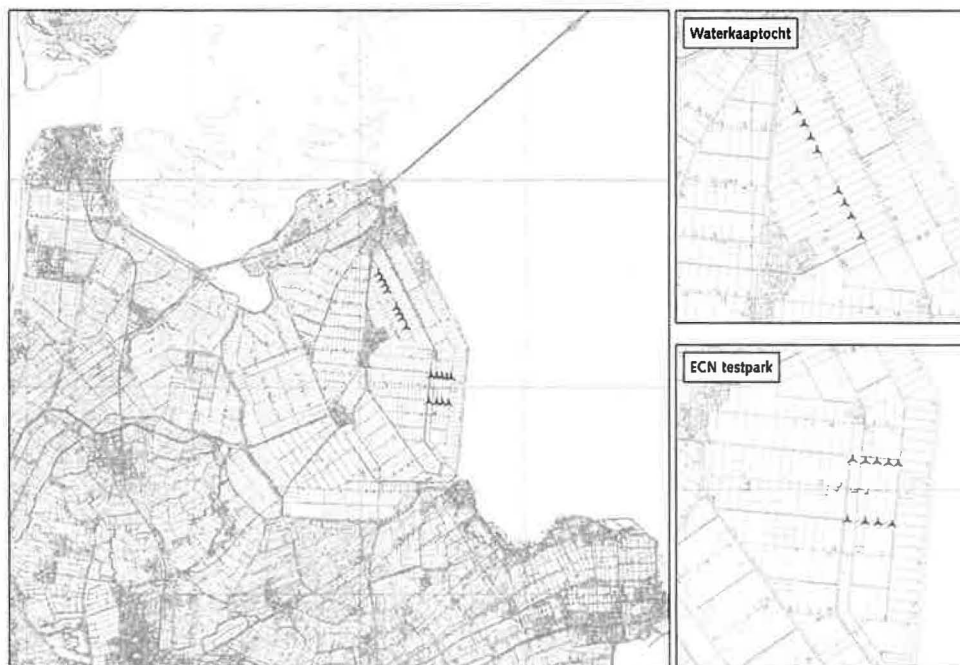
3 Materiaal en methoden

3.1 Studiegebied

De Wieringermeer is een polder met een oppervlak van 308 km² in de kop van Noord Holland die werd drooggelegd in 1930. Vanaf 1934 is de Wieringermeer voornamelijk in gebruik als akkerbouwgebied waar aardappelen, graan en suikerbieten worden verbouwd. De laatste jaren is hier meer gras bijgekomen, in combinatie met veeteelt. Hierdoor oefent de polder een grote aantrekkingskracht uit op zwanen en ganzen die foerageren op de aanwezige gewasresten op de akkers. Op de graslanden wordt vaak gerust en gepoetst, en ook ganzen (met name kolganzen) maken gebruik van de graslanden om te foerageren. Ook de aanwezigheid van geschikte slaappleatsen op het water in de buurt van de voedselgebieden maken de Wieringermeer tot een ideale verblijfplaats voor zwanen en ganzen (Tijsen 2000).

In dit onderzoek zijn in de Wieringermeer twee studiegebieden aangewezen, te weten het gebied rond het ECN-testpark (verder genoemd **ECN-studiegebied**) aan de Scherveweg en het gebied rond het windpark van NUON aan de Waterkaaptocht (**WK-studiegebied**). Figuur 3.1 laat de exacte locaties van deze studiegebieden in de Wieringermeer zien. Het ECN-studiegebied ligt ingeklemd tussen de Medemblikkerweg, Oostermiddenmeerweg, Zuiderdijkweg en de Oosterterpweg en wordt doorsneden door de Scherveweg en de Zuiderkwelweg. Het WK-studiegebied wordt omsloten door de Noorderkwelweg, Robbenoordweg, Sluitgatweg en Zeugweg en wordt doorsneden door de Oom Keesweg.

Het ECN-testpark bestaat uit negen turbines waarvan de noordelijke rij bestaat uit vijf turbines van het type Nordex N80 met een ashoogte van 80 m en een rotordiameter van 80 m. De turbines uit de noordelijke rij zijn allemaal gebouwd in 2003/2004. De zuidelijke rij bestaat uit vier prototypes met de volgende specificaties van oost naar west: Siemens 3,6 MW met een ashoogte van 80 m en een diameter van 107 m, een GE 2,3 MW met een ashoogte van 100 m en een diameter van 94 m, een GE 2,5 MW met een ashoogte van 85 m en een diameter van 100 m, en als laatste een Vestas NM92 (2,75MW) met een ashoogte van 70 m en een diameter van 92 m. De turbines uit de zuidelijke rij zijn gebouwd tussen 2003 en 2006 (ECN, 2003). De turbines in windpark Waterkaaptocht zijn alle VestasV66 turbines van Utility NUON met een ashoogte van 78 m en een diameter van 66 m. Deze turbines zijn gebouwd in 2003.



Figuur 3.1 De kop van Noord-Holland met hierin getekend de twee windparken behandeld in dit rapport. Noordelijk gelegen is het windpark Waterkaaptocht; 8 turbines op een rij met een vlieggat in het midden. Zuidoostelijk hiervan liggen de twee rijen van in totaal 9 turbines die het ECN-testpark vormen.

3.2 Verstoring van foeragerende zwanen en ganzen

3.2.1 Tellingen foeragerende vogels en perceelgebruik

Om het effect te bepalen van de aanwezigheid van het ECN-testpark op aantallen en verspreiding van overwinterende zwanen en ganzen werd er veldwerk uitgevoerd in de periode van 27 oktober 2006 tot en met 25 januari 2007. Overdag werden aantallen en de verspreiding van de vogels vastgelegd met een frequentie van gemiddeld één bezoek per twee dagen. In de drukste tijd werd elke dag geteld terwijl aan het begin en eind van het seizoen soms eens per drie dagen werd gekeken. Het ECN-studiegebied werd per auto doorkruist en elke groep ganzen of zwanen werd ingetekend op minimaal perceelniveau (op dezelfde manier als in het jaaroverzicht in bijlage 1).

Om informatie te verkrijgen over het voedselaanbod in het ECN-studiegebied werd tijdens de zwanen- en ganzentellingen elke verandering in grondgebruik (door oogst, grondwerkzaamheden etc.) vastgelegd op een gewassenkaart die tijdens de eerste telronde was vervaardigd. Hierdoor werd er een overzicht verkregen van de toestand en dus de beschikbaarheid van voedselbronnen (gewassen) van alle percelen binnen het ECN-studiegebied in de loop van het veldseizoen.

Bieten zijn alleen maar beschikbaar voor ganzen na het rooien en voordat het veld geploegd wordt. Ook zijn bieten deels beschikbaar als het gerooide veld gespit wordt en vervolgens ingezaaid met winter tarwe. De rooi- en ploegdata zijn dus belangrijk bij het analyseren van de voedselbeschikbaarheid voor zwanen en ganzen. Indien voor een

bepaald perceel de ploegdatum niet bekend was, is er gekozen voor de datum dat het perceel voor de laatste keer in gebruik was door kleine zwanen of toendrarietganzen omdat er dan vanuit kan worden gegaan dat er die dag nog bieten beschikbaar moeten zijn geweest. Het ECN-studiegebied (fig. 3.2), bestaat uit twee delen: het effectgebied (rood) waar het ECN-testpark is gevestigd, ten oosten van de Zuiderkwelweg en het controlegebied (groen) ten westen van de Zuiderkwelweg.



Figuur 3.2 ECN-studiegebied bij het ECN-testpark waarbinnen zwanen en ganzen zijn geteld en waar een gewassenkaart van is bijgehouden. In het rode effectgebied staat het windpark, het groene gebied is het controlegebied.

De karteringen werden verricht door leden van de Vogelwerkgroep Wierhaven. Onderzoekers van Bureau Waardenburg hebben de VWG begeleid bij de opzet en uitvoering van het veldwerk, en verzorgden de (statistische) analyse van het verzamelde materiaal. De analyse van de verzamelde gegevens was er op gericht om na te gaan in hoeverre de aanwezige turbines effect hebben op de foeragerende kleine zwanen en toendrarietganzen. De verspreidingsgegevens in het ECN-studiegebied van de turbines zijn in GIS ingevoerd en zijn ruimtelijk weergegeven en geanalyseerd.

Ook in het WK-studiegebied zijn gegevens verzameld omtrent perceelgebruik, voedselaanbod, en tellingen van ganzen en zwanen. Omdat deze gegevens slechts voor één jaar beschikbaar zijn (2006/07), en derhalve niet vergeleken kunnen worden met andere jaren, is in de hoofdstukken 4 en 5 de nadruk gelegd op analyse van gegevens van het ECN-studiegebied.

3.2.2 Analyse

De beschikbare gegevens zijn frequente tellingen van aantallen kleine zwanen en toendrarietganzen per perceel. Dit zijn gegevens die zijn verzameld in het ECN-studiegebied.

perceel. Deze gegevens zijn vooral middels GLM's (Gegeneraliseerde Lineaire Modellen) geanalyseerd met behulp van het statistisch software pakket Genstat (versie 7).

3.3 Vliegbewegingen

3.3.1 Observaties

Voor het onderzoek aan vliegbewegingen van zwanen en ganzen bij de bestaande windparken van ECN (Scherveweg) en NUON (Waterkaaptocht), is verspreid over de winter van 2006/2007 zeven maal veldwerk uitgevoerd (tabel 3.1). Gedurende zes avonden zijn (veelal) met behulp van een horizontaal opgestelde 12 kW scheepsradar (merk Furuno) vliegroutes van vogelgroepen vastgelegd, waarbij de nadruk lag op de slaaptrek van zwanen en ganzen naar de slaapplekken in de omgeving van genoemde windparken (o.a. het IJsselmeer, Amstelmeer, dijkwielen en Waddenzee, zie hoofdstuk 4). Aanvullend is bij het NUON park één ochtend zonder radar de ochtendtrek van zwanen en ganzen vanaf de slaapplekken naar de foerageergebieden in kaart gebracht.

De locatie van de radar werd bepaald door de locatie van de aanwezige groepen pleisterende zwanen en ganzen ten opzichte van de onderzochte windparken. Bij het ECN-testpark is de radar telkens in de omgeving van de Scherveweg opgesteld, bij het NUON park op het toegangspad naar de vier turbines ten noorden dan wel ten zuiden van de Oom Keesweg. Vanaf deze waarnemingslocaties waren de windturbines goed te overzien en konden op het radarscherm de vliegbewegingen door en in de omgeving van het windpark worden gevolgd tot op een afstand van ca. 2,5 km van de radar. De vliegbewegingen die zichtbaar waren op het radarscherm zijn als pijl ingetekend op een topografische kaart ('pijlenkaarten') en informatie met betrekking tot tijd en, indien bekend, soort(groep), aantal vogels en vlieghoogte is per pijl op een formulier ingevuld.

Tabel 3.1 Datum, tijd en weersomstandigheden tijdens waarnemingen aan vliegbewegingen met radar bij het ECN-testpark aan de Scherveweg en het windpark Waterkaaptocht. Waarnemingen ondersteund door radar zijn gemarkeerd met een R.

datum	tijd	zon onder/op	weer
ECN-testpark Scherveweg			
21-Nov-06	16:10 – 18:00	16:42	half bewolkt, ZW3, droog, 6 °C
24-Nov-06 R	16:30 – 18:20	16:38	geheel bewolkt, Z3, vrijwel droog, 10 °C
01-Dec-06	16:30 – 18:00	16:32	geheel bewolkt, ZW3, vrijwel droog, 15 °C
07-Dec-06 R	16:00 – 18:30	16:29	wisselend bewolkt, ZW6, enkele bui, 8 °C
16-Jan-07 R	16:00 – 17:50	16:59	zwaar bewolkt, ZW4, veel regen, 8 °C
NUON windpark Waterkaaptocht			
01-Dec-06 R	16:30 – 19:20	16:32	geheel bewolkt, ZW3, vrijwel droog, 15 °C
03-Jan-07 R	16:20 – 17:40	16:41	geheel bewolkt, ZW5, droog, 7 °C
10-Jan-07	07:30 – 10:15	08:42	geheel bewolkt, ZW7, enkele buien, 12 °C

Op de radar waren groepen en ook individuele zwanen en ganzen goed te volgen. Radarwaarnemingen werden zo mogelijk visueel of auditief geverifieerd door de waarnemer bij de radar en/of door andere waarnemer(s), die gelijktijdig elders in de

omgeving van het windpark de vliegbewegingen van vogels waarnamen en vastlegden. Alle waarnemers stonden per portofoon en/of mobiele telefoon met elkaar in contact. De waarnemingen begonnen 's avonds voor zonsondergang en duurden tot meer dan een uur na zonsondergang of totdat alle zwanen en ganzen nabij het windpark naar de slaappleaats vertrokken waren. Voorafgaand aan de waarnemingen zijn in de omgeving de pleisterende groepen zwanen en ganzen opgezocht en geteld. De ochtend-waarneming bij het windpark Waterkaaptocht begon een uur voor zonsopgang.

3.3.2 Dataverwerking

De pijlenkaarten van ieder veldbezoek zijn in GIS gedigitaliseerd, waarbij aan iedere pijl een uniek volgnummer is toegekend. Voor iedere pijl die een vliegbeweging van ganzen of zwanen aangaf, is in een database informatie opgenomen met betrekking tot het unieke volgnummer, datum, tijd, soort(groep), aantal vogels, vlieghoogte en of de betreffende vogel(s) het windpark doorkruisten of er omheen vlogen. Tevens is voor iedere vliegbeweging berekend of deze in het donker plaatsvond, waarbij donker is gedefinieerd als een half uur na zonsondergang of een half uur voor zonsopkomst. Ook deze informatie is per pijl in de database opgenomen. Tenslotte is het digitale pijlenbestand aan de database gekoppeld. Voor beide windparken zijn per waarneemdatum de vliegbewegingen van zwanen en ganzen in afzonderlijke kaarten weergegeven, waarbij onderscheid is gemaakt naar vliegbewegingen overdag en in het donker, zoals hiervoor gedefinieerd. Groepen ganzen of zwanen die wel op het radarscherm zichtbaar waren, maar waarvan de soort en het aantal niet visueel geverifieerd kon worden, zijn als 'sporen' in deze kaarten weergegeven. Al deze kaarten zijn opgenomen in bijlage 2.

Met behulp van de digitale pijlenkaarten en de database is voor beide windparken voor iedere waarneemdatum berekend welk deel van de aanwezige zwanen en ganzen door of om het betreffende windpark vloog, inclusief vogels die van elders uit de Wieringermeer (de directe omgeving van) het windpark passeerden. Deze percentages zijn van belang voor het berekenen van het aanvaringsrisico (zie volgende paragraaf).

3.4 Aanvaringsslachtoffers

3.4.1 Slachtoffers zoeken

Zoeken van slachtoffers

Slachtoffers onder zwanen en ganzen zijn om de twee tot drie dagen gezocht in de periode van 27 november 2006 tot en met 2 februari 2007. Hiertoe is het gebied in een straal van ruim 150 m rond de turbines van de windparken Waterkaaptocht en ECN-testpark gescand met een telescoop en een verrekijker. Eerder onderzoek heeft uitgewezen dat het gros van de aanvaringsslachtoffers neerkomt binnen een straal die vergelijkbaar is met de ashoogte van de turbine (Winkelman 1992, Akershoek *et al.* 2005, Grünkorn *et al.* 2005). Soorten als zwanen en ganzen zullen door hun grotere gewicht naar alle waarschijnlijkheid op kortere afstand van de turbine neerkomen dan

kleinere, lichtere soorten. Daardoor zal een slachtoffer naar alle waarschijnlijkheid altijd worden gevonden binnen een zoekstraal van 100 m rond een turbine. Berekeningen in dit rapport zijn daarom alle uitgevoerd op basis van een straal van 100 m. Waarnemingen zijn doorgaans gedaan vanaf de toegangsweg naar de turbine, nabij de verschillende turbines. Alle percelen rond de turbines waren op deze wijze te overzien. Van 1 t/m 10 december 2006 was de toegangsweg tot de noordelijke rij turbines van ECN-testpark niet toegankelijk (door een grote hoeveelheid modder op de weg), waardoor in deze periode vier turbines in deze rij niet onderzocht konden worden.

In de Waterkaaptocht stond naast turbine 5 (noordelijkste turbine van de zuidelijkste rij) een veld met bladrammenas, dat te hoog was om eventuele slachtoffers in te kunnen vinden. Pas na de eerste vorst, medio december, waardoor de rammenas plat viel, konden ook hier slachtoffers gezocht worden. Het oppervlak dat binnen een straal van 100 m rond de turbine hierdoor niet bekeken kon worden besloeg 5.814m², ofwel ca. 20% van het totaal oppervlak rond de turbine.

Het onderzoek beperkte zich tot potentiële aanvaringsslachtoffers onder zwanen en ganzen. De onderzoeksopzet was er dan ook op gericht om deze soorten te vinden. Daarnaast is gelet op aanwezigheid van mogelijke slachtoffers onder andere vogelsoorten, maar de kans dat deze niet gevonden zijn terwijl ze er wel lagen is aanzienlijk, met name waar het kleinere vogelsoorten betreft.

Van eventuele slachtoffers is de positie ten opzichte van de turbine bepaald, en zijn foto's gemaakt.

Vindkans

Er is aangenomen dat binnen een straal van 100 m rond de turbine (en rond de waarnemer) alle eventuele ganzen of zwanen zijn gevonden. Een vogel van die grootte zal op die afstand altijd worden gezien, mits de vegetatiehoogte dit toelaat. Er is dan ook uitgegaan van een detectiekans van 100%.

Verdwijnsnelheid

Om te kunnen bepalen wat de verdwijnsnelheid is van eventuele aanvaringsslachtoffers, en daarmee wat de kans is dat een slachtoffer verdwenen is voordat het gevonden wordt door de onderzoeker, zijn een aantal karkassen uitgelegd in het studiegebied. Deze karkassen zijn vervolgens gedurende een periode van twee weken om de dag bezocht om de aanwezigheid te bepalen, alsmede eventuele verplaatsingen of vraat door predatoren. Deze verdwijnsnelheid is bepaald aan 1 rotgans die tijdens de studie dood werd aangetroffen op Wieringen, en aan 6 zwanen (2 knobbelzwanen en 4 kleine zwanen) die beschikbaar zijn gesteld door het NIOO Nieuwersluis. Door omstandigheden waren deze zwanen pas na afloop van de studie beschikbaar, en de proef is derhalve pas in februari uitgevoerd. De kans bestaat daardoor dat de verdwijnsnelheid iets afwijkt van de verdwijnsnelheid tijdens hartje winter (bijvoorbeeld doordat predatoren later in de winter hongeriger zijn, of doordat de kadavers meer geur afgaven

tijdens warmere omstandigheden en daardoor makkelijker gevonden konden worden). We gaan er evenwel van uit dat dit verschil minimaal is.

Analyse slachtoffers

Dode slachtoffers die zijn gevonden, zijn uitwendig onderzocht op sporen die de doodsoorzaak kunnen verhelderen door de betrokken onderzoekers. Vervolgens zijn de vogels naar het CIDC Lelystad gestuurd, voor een inwendige analyse van de mogelijke doodsoorzaak (bloedingen, botbreuken of ander letsel, evenals andere kenmerken zoals conditie van de vogel).

3.4.2 Dataverwerking

Berekening van het aantal aanvaringsslachtoffers

Teneinde het aantal slachtoffers (N_c) te kunnen berekenen, is het aantal gevonden slachtoffers (N_f) gecorrigeerd voor de volgende aspecten:

- verdwijnskans (P_d , kans dat het slachtoffer nog aanwezig is),
- de kans dat het slachtoffer überhaupt gevonden wordt (P_f , gesteld op 100%),
- het aandeel van het totale oppervlak (100 m radius) onder de turbine dat is afgezocht (F_s , fractie),
- het aantal dagen ten opzichte van de totale onderzoeksperiode dat slachtoffers gezocht werden (F_d , fractie).

Het aantal slachtoffers kan zodoende als volgt worden berekend (overeenkomstig Winkelman 1992a, Akershoek et al. 2004, Krijgsveld et al. *in prep.*):

$$N_c = N_f / (P_d * P_f * F_s * F_d)$$

3.5 Observaties en tellingen 2000/01

Om een vergelijking tussen de situatie voor en na plaatsing van turbines te kunnen maken, zijn tellingen voor het ECN-testpark ook uitgevoerd in 2000/01, voor plaatsing van de turbines. Deze tellingen zijn uitgevoerd op vergelijkbare wijze als in 2006/07. Het betrof evenals in 2006/07 tellingen van zowel het controlegebied als het effectgebied, waar destijds dus nog geen turbines geplaatst waren. Aantallen zwanen en ganzen in het studiegebied zijn geteld en in kaart gebracht, en vliegbewegingen zijn gekwantificeerd en in kaart gebracht middels visuele - en radarwaarnemingen.

Perceelgebruik (gewas en rooidata) is alleen in kaart gebracht voor het effectgebied, in het controlegebied zijn geen waarnemingen van perceelgebruik. Het perceelgebruik is wekelijks in kaart gebracht, met enkele periodes van maximaal drie weken zonder waarnemingen. Omdat perceelgebruik niet altijd voor het gehele effectgebied is gekarteerd, en omdat tussen de waarneemrondes grote discrepanties bestaan in het genoteerde perceelgebruik binnen dezelfde percelen, tezamen met het feit dat geen gegevens uit het controlegebied beschikbaar zijn, is de bruikbaarheid van deze perceelgegevens beperkt.

4 Zwanen en ganzen in de Wieringermeer

4.1 Soorten en perceelgebruik

4.1.1 Soorten en perceelgebruik 2006/07

Tijdens de tellingen in het ECN-studiegebied zijn tien ganzensoorten aangetroffen: toendrarietgans, grauwe gans, kleine rietgans, kolgans, brandgans, grote Canadese gans, kleine Canadese gans, Nijlgans, Indische gans en soepgans. Verder zijn drie soorten zwanen geteld: kleine zwaan, wilde zwaan en knobbelzwaan. Kleine zwanen werden tijdens de telrondes waargenomen van 1 november tot en met 28 januari, de variatie in aantallen was groot. Begin januari verdwenen door de zachte temperaturen de grootste aantallen zwanen uit het ECN-studiegebied met nog enkele achterblijvers tot eind januari. Toendrarietganzen werden aangetroffen tussen 4 november en 28 januari. Ook voor deze soort geldt een grote variatie in aanwezigheid en een vroeg vertrek uit het ECN-studiegebied.

Zwanen en ganzen werden aangetroffen op zeer uiteenlopende ondergronden. Het meest kwamen zwanen en ganzen voor op gerooide bietenvelden maar ook werden de vogels gezien op gerooide bietenvelden bewerkt met een cultivator, gerooide bietenvelden ingezaaid met wintertarwe, stoppelvelden, graslanden, braakliggende gebieden, gerooide aardappelpercelen, wintertarwe percelen en gerooide wortelpercelen. Waarschijnlijk werden voor het foerageren alleen gerooide bietenvelden, opnieuw ingezaaide bietenvelden (meestal ingezaaid met wintertarwe) en wortelvelden gebruikt, alsook graslanden in geringe mate. Op de andere ondergronden werd vooral gerust. In bijlage 1 is een overzichtskaart van de verspreiding en ondergronden opgenomen van alle locaties waar zwanen en ganzen zijn waargenomen in 2006/07.



Kleine zwanen en een windturbine in het ECN-testpark in de

4.1.2 Soorten en perceelgebruik 2000/01

Tijdens de tellingen in het ECN-studiegebied in het seizoen 2000/01 werden zes ganzensoorten aangetroffen: toendrarietgans, grauwe gans, brandgans, Canadese gans, Nijlgans en soepgans. Verder werden vier soorten zwanen geteld: kleine zwaan, wilde zwaan, knobbelzwaan en zwarte zwaan. In het vervolg van het rapport worden alleen de gegevens van de gebiedsspecifieke soorten kleine zwaan en toendrarietgans geanalyseerd.

Zwanen en ganzen werden tijdens de tellingen in 2000/01 aangetroffen op zeer uiteenlopende ondergronden. Het meest kwamen ganzen voor op gerooide bietenvelden maar ook werden de vogels gezien op graslanden, aardappelvelden, gerooide aardappelpercelen, maïsstoppels, geploegd land en percelen met wortels. Waarschijnlijk werden voor het foerageren alleen gerooide bietenvelden, gerooide aardappelvelden en gerooide wortelvelden gebruikt. Op de andere ondergronden werd vooral gerust en gepoetst. In bijlage 1 is een overzichtskaart van de verspreiding en ondergronden opgenomen van alle locaties waar zwanen en ganzen zijn waargenomen in 2006/07.

4.2 Aantallen

4.2.1 Aantallen winter 2006/07

Kleine zwanen werden in het ECN-studiegebied waargenomen van 1 november tot en met 28 januari. De variatie in aantallen waargenomen zwanen tijdens de tellingen is groot met een maximum van 656 op 5 november 2006. In de Wieringermeerpolder werd een maximum van 2.233 vogels geteld op 8 december 2006. Begin januari verdwenen de grote aantallen zwanen uit het ECN-studiegebied met nog enkele achterblijvers eind januari.

Toendrarietganzen werden aangetroffen tussen 4 november en 28 januari. Ook voor deze soort geldt een grote variatie in aanwezigheid. Het maximum binnen het ECN-studiegebied bedroeg 5.400 vogels op 1 december. Op diezelfde dag werd ook het maximum voor de gehele Wieringermeerpolder bereikt met 12.560 toendrarietganzen.

Van andere zwanen- en ganzensoorten werden veel kleinere aantallen in het ECN-studiegebied geteld: 22 wilde zwanen, 500 grauwe ganzen en 50 kolganzen.

4.2.2 Aantallen winter 2000/01

Naast de resultaten uit 2006/07 die gepresenteerd worden in dit rapport zijn ook in de winter 2000/01 gegevens verzameld in en rond het (destijds toekomstige) ECN-testpark (Schekkerman *et al.* 2001). In 2000/01 zijn er door medewerkers van de VWG Wierhaven tellingen van zwanen en ganzen uitgevoerd in het ECN-testpark (toen er nog geen turbines stonden) en in het naastgelegen controlegebied. Kleine zwanen werden in dat jaar in het ECN-studiegebied waargenomen van 23 oktober tot en met 7 maart. De aantallen liepen schommelend maar gestaag op tot een maximum van 1.099 op 21 januari, om daarna weer af te nemen. In de derde week van februari verdwenen bijna

alle vogels uit het ECN-studiegebied. Het maximum was aan de hoge kant, maar lag in de zelfde orde van grootte als seizoensmaxima in de afgelopen jaren.

Toendrarietganzen werden in het ECN-studiegebied aangetroffen tussen 22 november en 15 februari. Hun aanwezigheid was veel variabeler dan die van kleine zwanen. Het maximum bedroeg 5.840 vogels op 21 januari, tevens de laatste telling met grote aantallen. Dit aantal is groter dan in recente jaren is vastgesteld.

Van andere zwanen- en ganzensoorten werden veel kleinere maximale aantallen geteld: 60 wilde zwanen, 136 grauwe ganzen en 15 brandganzen.

4.2.3 Vergelijking aantallen 2000/01 en 2006/07

Er is een aantal verschillen te zien tussen de telresultaten uit 2000/01 en 2006/07. In 2006 kwamen de kleine zwanen later in het ECN-studiegebied aan (10 dagen) en vertrokken veel eerder (40 dagen), waardoor de totale verblijfstijd korter was vergeleken met 2000/01. In het geval van de toendrarietganzen was de verblijfstijd in het ECN-studiegebied in beide jaren even groot alleen vertrokken de ganzen, net als de kleine zwanen, in 2006/07 twee weken eerder.

Het seizoensmaximum voor kleine zwanen in 2000/01 was 1.099 op 21 januari. Dit verschilt zowel in aantal als moment sterk van 2006/07 toen het maximum 656 vogels was op 5 november. Voor toendrarietganzen verschillen seizoensmaxima en tijdstip ook zeer sterk, met 5.840 op 21 januari 2001 (aantal hoger dan in jaren daarvoor (Schekkerman *et al.* 2001)) en 1.885 op 15 december 2006.

Een betere maat voor het weergeven van aantallen zwanen en ganzen in een gebied is het aantal vogeldagen per soort, omdat op deze manier niet alleen het aantal vogels maar ook de periode gedurende welke de vogels aanwezig zijn wordt meegewogen. Deze standaardmaat is het aantal vogels per soort vermenigvuldigd met het aantal dagen dat die soort aanwezig is in het gebied. Dit kan op twee verschillende manieren berekend worden. Een snelle methode is het totaal aantal vogels per telling in één maand bij elkaar op te tellen en die te vermenigvuldigen met het aantal dagen in die maand. Een betere methode is om alle waarnemingen uit te zetten in de tijd en dan op basis van ecologische kennis voor de tussenliggende dagen een schatting te doen van de aantallen zwanen en ganzen in het gebied. Hiermee wordt een aantal vogels per dag verkregen en de sommatie hiervan is het aantal vogeldagen per maand. Beide gevallen geven goede resultaten maar de tweede geniet de voorkeur omdat deze minder afhankelijk is van eventuele uitschieters op bepaalde dagen. In het seizoen 2000/01 bedroeg het aantal kleine zwanen 55.300 vogeldagen in het ECN-studiegebied. In 2006/07 daarentegen bedroeg dit aantal 14.072 vogeldagen. Voor toendrarietganzen in het seizoen 2000/01 bedroeg het aantal 51.322 vogeldagen in het ECN-studiegebied. In 2006/07 daarentegen bedroeg dit aantal 12.735 vogeldagen.

De grote verschillen tussen de jaren kunnen verschillende oorzaken hebben. Aanwezigheid van molens kunnen een rol spelen, maar ook weersomstandigheden en voedselbeschikbaarheid kunnen het verschil verklaren. In de volgende hoofdstukken wordt het verschil in aantallen tussen 2000/01 en 2006/07 en de oorzaak hiervan nader geanalyseerd.

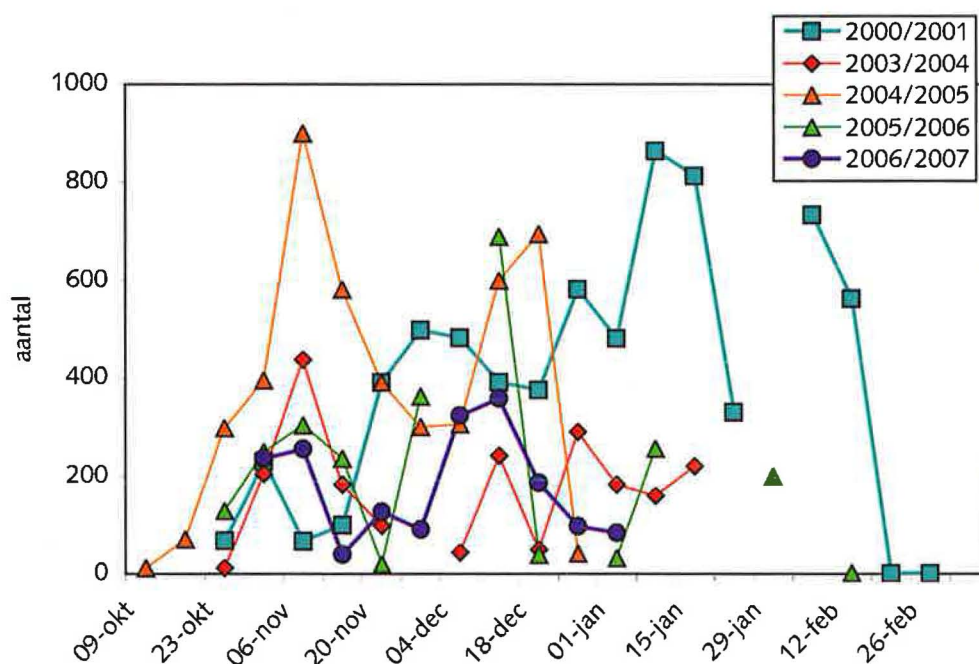
Voor de andere soorten zwanen en ganzen geldt dat de aantallen wilde zwanen

ECN-studiegebied zaten dan voorheen; dat brandganzen, gevonden in 2000/01, niet meer werden gevonden in 2006/07; en dat daarentegen het gebied in 2006/07 wel werd bezocht door kolganzen.

4.3 Kleine zwanen in het ECN-studiegebied tussen 2000 en 2007

Om een goede indruk te krijgen welk deel van de Wieringermeerpopulaties van kleine zwaan en toendrarietgans binnen het ECN-studiegebied voorkomen is het van belang om de gevonden aantallen te vergelijken met de maximale aantallen in de Wieringermeer per seizoen.

Naast de gegevens van het onderzoek in 2000/01 en de gegevens uit 2006/07, zijn gegevens beschikbaar van zwanentellingen in de Wieringermeer van de jaren 2003/04, 2004/05 en 2005/06, uitgevoerd door Wim Tijsen en het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek (NIOO). Hiermee is het mogelijk om de seizoens aantallen van kleine zwanen in het ECN-studiegebied voor vijf seizoenen uit te zetten in een grafiek (fig. 4.3). Hiervoor is het weekgemiddelde aantal zwanen genomen om te corrigeren voor de uiteenlopende teldata, en zo aantallen tussen seizoenen te kunnen vergelijken.



Figuur 4.3 Kleine zwanen in het ECN-studiegebied (controle en windpark) voor de seizoenen 2000/01, 2003/04, 2004/05, 2005/06 en 2006/07. Aantallen zijn weergegeven als weekgemiddelden.

De aantallen kleine zwanen in de loop van de winter waren erg variabel (fig. 4.3). In elk van de waargenomen seizoenen zijn twee pieken herkenbaar in aantallen vogels. Het eerste maximum vond vaak plaats tussen 6 en 20 november. Het tweede maximum was over een grotere periode verspreid en lag tussen 11 december en 8 januari. Een

opvallende illustratie van de twee pieken is het eerste en tweede maximum in de seizoenen 2003/04 en 2004/05. Toen werden bij de telrondes van 10 november 2003 en 12 november 2004 respectievelijk 653 en 1.125 zwanen gezien (ruwe data). In diezelfde seizoenen viel het tweede maximum op 16 december 2003 en 18 december 2004 met 654 en 1.158 zwanen. Qua timing leken deze jaren dus sterk op elkaar en ook de maxima binnen het jaar lagen zeer dicht bij elkaar. Alleen het totaal aantal kleine zwanen dat het ECN-studiegebied aandeed verschilde flink tussen de twee seizoenen. Uit figuur 4.3 blijkt ook dat seizoen 2000/01, de beginsituatie in dit onderzoek, een winter was waarin relatief veel zwanen het ECN-studiegebied bezochten, zeker in vergelijking met de aantallen in 2006/07, en waarin de vogels lang in het gebied bleven 'hangen'. Oorzaken hiervan zijn waarschijnlijk de relatief strenge winter en de uitzonderlijk goede voedselsituatie laat in het seizoen door twee niet gerooide aardappelpercelen tussen de Oosterterpweg en de Schervenweg.

In de volgende paragraaf (§4.4) wordt in meer detail ingegaan op de maximale aantallen in de verschillende jaren in het ECN-studiegebied en in de gehele Wieringermeer.

4.4 Belang van het ECN-studiegebied voor zwanen en ganzen

4.4.1 Gebiedsgebruik door kleine zwanen en toendrarietganzen in 2006/07

Om een indruk te krijgen van het potentieel maximale aantal zwanen en ganzen binnen het ECN-testpark en het bijbehorende controlegebied zijn, voor beide soorten de dagen dat het maximale aantal van deze soort in het ECN-studiegebied verbleef vergeleken met de maximale aantallen uit de gehele Wieringermeer. De data van deze maxima kunnen verschillen indien op de "drukste" dag voor de Wieringermeer een heleboel vogels zich buiten het ECN-studiegebied bevinden.

In 2006/07 werden de maximale aantallen **kleine zwanen** in de gehele Wieringermeer aangetroffen op 8 december 2006. Een totaal van 2.233 kleine zwanen werd toen vastgesteld. De grootste aantallen kleine zwanen in het ECN-studiegebied van het ECN-testpark werden gevonden op 5 november 2006 (656 kleine zwanen). Indien het maximum van 8 december wordt beschouwd als de totale populatie kleine zwanen aanwezig in de Wieringermeer, dan is de maximale fractie die in het ECN-studiegebied heeft gezeten **30%**. De grootste aantallen **toendrarietganzen** in de Wieringermeer werden ook op 24 december geteld, namelijk 14.250 stuks. Het maximale aantal toendrarietganzen in het ECN-studiegebied werd gezien op 15 december 2006 (1.885 ganzen). Indien het maximum van 24 december wordt beschouwd als de totale populatie toendrarietganzen aanwezig in de Wieringermeer, dan is de maximale fractie die op één moment in het ECN-studiegebied heeft gezeten **13%**. Volgens deze methode is het echter mogelijk dat vogels nu tweemaal worden meegeteld.

Bovenstaande getallen komen voort uit de aanname dat er min of meer een constant aantal vogels in de Wieringermeer aanwezig is. Indien in plaats daarvan gekeken wordt naar de dag waarop de seizoensmaxima voor een bepaalde soort wordt gehaald en naar het deel van deze vogels dat op dat moment binnen het ECN-studiegebied zit, dan

komen hier heel andere percentages uit; namelijk **19%** voor kleine zwanen en **0%** voor toendrarietganzen (geen toendrarietganzen in ECN-studiegebied aanwezig op 24 december 2006).

Een andere manier, die waarschijnlijk een beter beeld van het gebiedsbelang geeft, is om het weekgemiddelde rond het gebiedsmaximum te nemen en daarmee de percentages te berekenen. Hiertoe kijken we dus naar het aantal kleine zwanen 8 december, wanneer voor beide soorten de grootste aantallen in de Wieringermeer aanwezig zijn, namelijk 2.233 kleine zwanen en 12.560 toendrarietganzen. Het weekgemiddelde in het ECN-studiegebied rond 1 december (5-12 dec) was 369 kleine zwanen en het weekgemiddelde (20-28 dec) van toendrarietgans was 0 (geen ganzen aanwezig). Hieruit volgt dat in het ECN-studiegebied **17%** van alle kleine zwanen aanwezig in de Wieringermeer zitten, en **0%** van alle toendrarietganzen.

De variatie in deze percentages komt mede voort uit het feit dat de zwanen en ganzen in belangrijke mate in groepen foerageren. De percentages vogels die aanwezig zijn in bepaalde gebieden kan daardoor sterk fluctueren. De conclusie uit bovenstaande berekeningen is dat het percentage van de kleine zwanen in het Wieringermeergebied, dat aanwezig is in het ECN-studiegebied, varieerde tussen de 17 en 30%. Het percentage toendrarietganzen varieerde tussen 0 en 13%.

4.4.2 Gebiedsgebruik door kleine zwanen in 2000/01

Op vergelijkbare wijze als hierboven, kan voor het aantal zwanen en ganzen in de winter van 2000/01 berekend worden welk percentage van het totaal aantal vogels in de Wieringermeer aanwezig was in het ECN-studiegebied. Het gebiedsbelang is voor seizoen 2000/01 berekend met behulp van het weekgemiddelde rond het gebiedsmaximum. De grootste aantallen in de Wieringermeer werden toen bereikt op 21 januari 2001, te weten 1.099 kleine zwanen. Het weekgemiddelde rond 21 januari 2001 was 846 kleine zwanen. Hieruit komt een percentage van **77%**. Dit percentage wijkt zeer duidelijk af van de waarde gevonden in 2006/07 toen het gebiedsbelang 17 - 30% was. Om de oorzaak hiervoor te achterhalen, zijn ook de percentages berekend voor de jaren tussen 2000 en 2007 (volgende paragraaf). Voor toendrarietganzen zijn er geen maximale aantallen bekend in de Wieringermeer tussen 2000 en 2007, dus voor deze soort is deze analyse niet mogelijk.

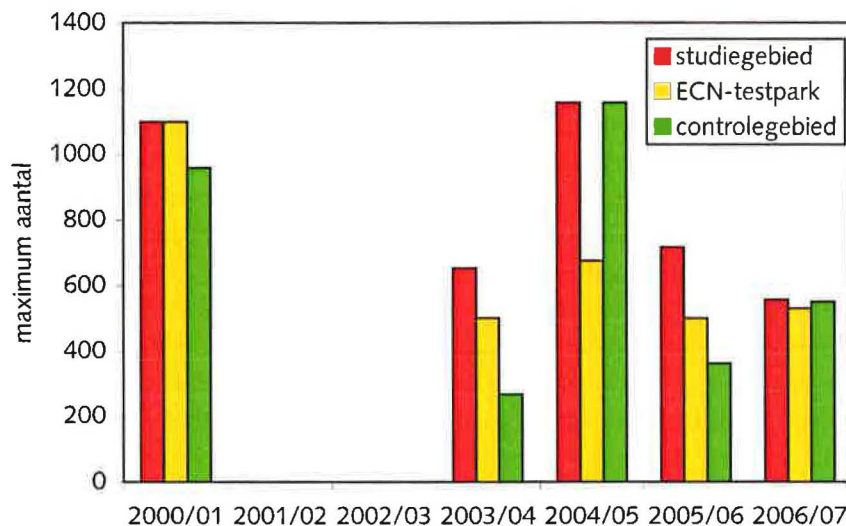
4.4.3 Gebiedsgebruik door kleine zwanen tussen 2000 en 2007

Uit de telgegevens van het NIOO verzameld in 2003/04, 2004/05 en 2005/06, is af te leiden of de aantallen kleine zwanen die geteld zijn, in het controlegebied of in het ECN-testpark zaten. Hierdoor kunnen deze maxima net zo worden gebruikt als in §4.4.1. Tabel 4.1 laat alle maximale aantallen kleine zwanen zien per locatie en de datum waarop dit aantal werd gevonden. Uit de tabel komt naar voren dat in een aantal gevallen de data van de maxima voor het ECN-studiegebied niet overeenkomen met de data van de maxima in het controlegebied en het ECN-testpark. Er zijn dus dagen dat de optelling van controlegebied en het ECN-testpark groter is dan maxima binnen gebieden.

In de jaren sinds de bouw van de turbines lijkt het maximaal aantal kleine zwanen in het ECN-testpark wat lager geworden (bijna significante trend; lineaire regressie: $t_3=-2,9$, $p=0,06$, $r^2=0,65$) (tabel 4.1, fig. 4.4). In het seizoen 2003/04 toen de turbines gebouwd werden was het maximum het laagst, wat kan duiden op verstoring tijdens de bouw. Verder blijkt hieruit dat de maxima in het ECN-studiegebied erg variabel zijn en er een groot verschil tussen de verschillende jaren is in aantallen zwanen. Tabel 4.1 en figuur 4.4 geven de resultaten weer op basis van de maxima gevonden in de verschillende jaren. Ook hier zou het beter zijn om deze gegevens weer te geven op basis van het aantal vogeljaren. Binnen de huidige opdracht was het echter niet mogelijk om deze berekeningen voor alle jaren uit te voeren, en ze zijn daarom beperkt tot 2000/01 en 2006/07. Hieruit blijkt dat de gevonden trend zoals zichtbaar in tabel 4.1 en figuur 4.4 ook zichtbaar is als het aantal vogeldagen als standaard uitdrukkingsmaat wordt genomen (zie §4.2.3). Dit versterkt de indruk dat in de loop van de jaren de aantallen zwanen en ganzen in het studiegebied afnemen.

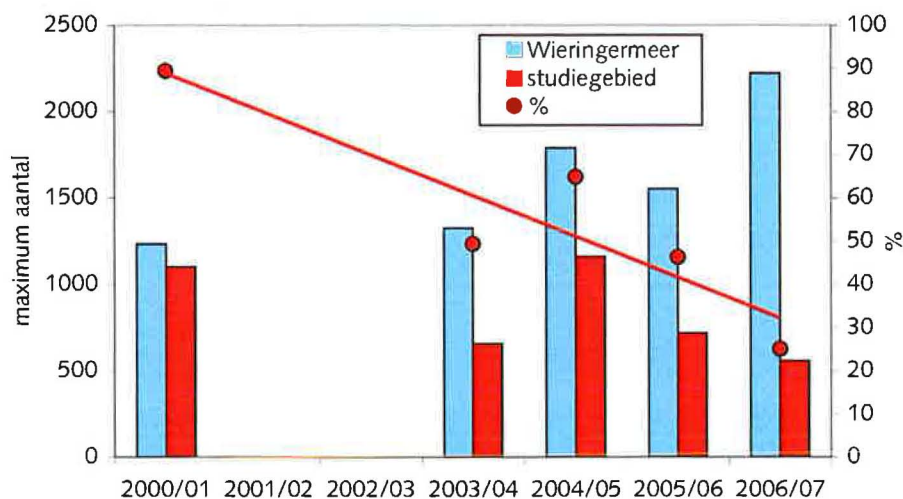
Tabel 4.1 Maximale aantallen kleine zwanen rond het ECN-testpark in de winters van '00/'01, '03/'04, '04/'05, '05/'06 en '06/'07 in het controlegebied, het effectgebied (ECN-testpark) en in beide gebieden samen (ECN-studiegebied).

jaar	gebied	aantal	datum
2000/01	controlegebied	959	26-11-2000
	ECN-testpark	1099	21-01-2001
	ECN-studiegebied	1099	21-01-2001
2003/04	controlegebied	268	05-11-2003
	ECN-testpark	501	08-11-2003
	ECN-studiegebied	653	10-11-2003
2004/05	controlegebied	1158	18-12-2004
	ECN-testpark	676	10-11-2004
	ECN-studiegebied	1158	18-12-2004
2005/06	controlegebied	363	03-12-2005
	ECN-testpark	500	15-12-2005
	ECN-studiegebied	717	14-12-2005
2006/07	controlegebied	550	05-11-2006
	ECN-testpark	530	17-12-2006
	ECN-studiegebied	656	05-11-2006



Figuur 4.4 Maxima van aantallen kleine zwanen in de afgelopen jaren in het ECN-testpark, het controlegebied, en in beide gebieden tezamen (ECN-studiegebied). (Grafische weergave van tabel 4.1.)

Om een indruk te krijgen van hoe de maximale aantallen van kleine zwanen in het ECN-studiegebied zich verhouden tot die van de aantallen in de gehele Wieringermeer, zijn de maxima uitgezet in figuur 4.5. De rechteras geeft het percentage weer van het aantal kleine zwanen in het ECN-studiegebied ten opzichte van het totaal aantal in de Wieringermeer. De seizoensmaxima voor het ECN-studiegebied komen uit de tellingen van de VWG Wieringermeer uit deze studie en de NIOO tellingen. Seizoensmaxima voor de gehele Wieringermeer betreffen ongepubliceerde gegevens van Wim Tijsen.



Figuur 4.5 Maximale aantallen kleine zwanen in het ECN-studiegebied (controlegebied en ECN-testpark) en in de gehele Wieringermeer per seizoen tussen 2000 en 2007 (staven). Het aantal in het ECN-studiegebied is tevens uitgezet als % t.o.v. aantallen in de Wieringermeer (stippen), met hier doorheen de lineaire trend gefit. Tellingen in 2001/02 en 2002/03 ontbreken.

Een opvallende constatering uit figuur 4.5 is dat de fracties die in het ECN-studiegebied zitten ten opzichte van de aantallen in de gehele Wieringermeer kleiner zijn geworden in de afgelopen jaren. Deze procentuele afname is significant (lineaire regressie: $t_3 = -3,83$, $p = 0,03$, $r^2 = 0,83$; %vogels = $-9,5 \cdot \text{jaar} + 19007$). De afname in het ECN-studiegebied op zich (aantallen) is niet significant, de afname in aantallen in het ECN-testpark zit tegen significantie aan ($p = 0,06$). De afname in het ECN-studiegebied t.o.v. aantallen in het Wieringermeer kan een gevolg zijn van het mijden van het ECN-studiegebied in de loop van de tijd, maar het kan ook het gevolg zijn van het aantrekkelijker worden van andere gebieden binnen de Wieringermeer voor kleine zwanen. Een derde mogelijkheid is dat in de loop van de tijd de voedselsituatie in het ECN-studiegebied achteruit is gegaan.

Een manier om deze derde hypothese te testen is het vergelijken van voedselkaarten uit 2000/01 en 2006/07. Hieruit blijkt dat het totaal aantal hectares potentieel voedselgebied voor zwanen en ganzen (bieten, wortels en aardappels) in het ECN-testpark (gegevens niet beschikbaar voor het controlegebied) tussen die jaren licht is afgenomen (144 ha in 2000 naar 134 ha in 2006). Door een gebrek aan accurate informatie is niet meegenomen de tijd dat bietenvelden beschikbaar zijn voor kleine zwanen, maar aannemende dat rooi- en ploegregimes van boeren in het gebied min of meer gelijk blijven in het gebied zou dit kunnen verklaren dat een kleinere fractie van de totale Wieringermeerpopulatie kleine zwanen gebruik maken van het ECN-studiegebied in acht nemend dat een afname van 10 ha niet zeer substantieel is.

Een betere verklaring is dat het aantal hectares bietenland, de belangrijkste voedselbron voor kleine zwanen, zeer sterk afgenomen van 100 ha in 2000/01 naar 64 ha in 2006/07. Ditzelfde geldt voor het aantal wortelpercelen (10 ha in 2000/01 naar 6 ha in 2006/07). Alleen het aantal hectares aardappels is in 2006/07 toegenomen maar over de beschikbaarheid van deze velden in dat jaar is niks bekend. In het seizoen 2006/07 is er geen rooiactiviteit geconstateerd in het ECN-studiegebied en was geen van de aardappelvelden aan het begin van de telperiode ongerooid. Dit suggereert dat deze velden al veel eerder waren gerooid en dus van weinig nut waren voor kleine zwanen. Dit blijkt ook uit het feit dat in dat jaar maar één keer een klein groepje kleine en wilde zwanen werd aangetroffen op een aardappelperceel. Voor toendrarietganzen daarentegen zijn aardappelen van veel groter belang (Poot, pers.comm).

In bijlage 1 is een overzichtskaart van de verspreiding en ondergronden opgenomen van alle locaties waar zwanen en ganzen zijn waargenomen in 2006/07. Ook hieruit is goed te zien dat in 2000/01 veel meer bietenlocaties aanwezig waren dan in 2006/07.

Al deze bevindingen ondersteunen de hypothese dat er in 2006/07 minder voedsel te vinden was in het controlegebied en dat afnemende aantallen hier vooral veroorzaakt worden door gebrek aan voedsel.

4.5 Conclusies

In 2006/07 zijn in het ECN-studiegebied grote aantallen zwanen en ganzen gevonden tijdens de telrondes. Soorten die gezien werden zijn toendrarietgans, grauwe gans, kleine rietgans, kolgans, brandgans, grote Canadese gans, kleine Canadese gans, Nijlgans,

en toendrarietganzen foerageerden voornamelijk op gerooide suikerbietresten en in mindere mate ook op wortels, wat overeenkomt met Tijssen (2000) voor de periode 1989-2000. Verder zijn vogels voornamelijk gezien op aardappelresten en gras.

Het seizoensmaximum kleine zwanen in het ECN-studiegebied, 656 vogels, werd geteld op 5 november 2006. In vergelijking met vorige jaren was dit aan de vroege kant en een lager aantal (vgl. Tijssen 2000). Het vroege tijdstip waarop de maximale aantallen zwanen in het ECN-studiegebied gezien werden, werd mogelijk veroorzaakt door het zachte karakter van de winter. Hierdoor vertrokken de zwanen ook weer vroeg. Het jaarmaximum toendrarietganzen in het ECN-studiegebied, 5.840 vogels, werd geteld op 21 januari 2007. In vergelijking met vorige jaren was dit een hoog aantal (Tijssen, 2000).

Er zijn een aantal verschillen te zien tussen de gevonden telresultaten uit 2000/01 en 2006/07. De totale verblijftijd in het ECN-studiegebied in 2006/07 van kleine zwanen was veel korter dan in 2000/01. Voor toendrarietgans blijft de verblijftijd even lang maar kwamen de dieren twee weken eerder aan. Het moment en het aantal van het seizoensmaximum verschilt voor beide soorten erg tussen 2000/01 en 2006/07. Naast de aan- en afwezigheid van windturbines waren ook de weersomstandigheden tussen de jaren verschillend en mogelijk ligt hier ook een oorzaak voor de verschillen in aantallen tussen 2000/01 en 2006/07. Het seizoen 2000/01 een heel koud jaar was met veel sneeuw in tegenstelling tot de zachte winter van 2006/07. In koude winters is het maximum vaak later en blijven zwanen en ganzen langer in de Wieringermeer hangen (Tijssen, 2000).

Het gebiedsbelang van het ECN-studiegebied, op basis van het weekgemiddelde rond het jaarmaximum, bedraagt in 2006/07 voor kleine zwaan tussen de 17 en 30% en voor toendrarietgans tussen de 0 en 13%. In 2000/01 is het alleen mogelijk dit percentage uit te rekenen voor kleine zwanen en bedraagt dit 77%. Dit percentage wijkt zeer duidelijk af van de waarde gevonden in 2006/07 toen het belang tussen de 17 en 30% was. Een reden hiervoor kan zijn dat in de betreffende week (rond 21 januari) in 2000/01 veel voedsel beschikbaar was in het gebied; er lagen twee met een cultivator bewerkte aardappelvelden in het gebied (daarmee goed beschikbaar voedsel) en er werden überhaupt meer bieten geteeld in het hele ECN-studiegebied in 2000/01.

De afgelopen jaren blijken kleine zwanen een verspreiding te hebben met twee piekmomenten in aantallen in het seizoen. De maximum aantallen kleine zwanen in de Wieringermeer lijken de afgelopen jaren gestaag te zijn gestegen. De fractie kleine zwanen van dit totaal die verbleven in het ECN-studiegebied nam daarentegen af. Een mogelijke oorzaak hiervan zou de aanwezigheid van de windturbines kunnen zijn maar ook het aantrekkelijker worden van andere gebieden binnen de Wieringermeer kan hier een rol spelen. Dit laatste lijkt onwaarschijnlijk doordat enerzijds in de Wieringermeer steeds meer bollen en andere gewassen worden verbouwd in plaats van bieten, aardappels en wortels en anderzijds opschaling van veel solitaire windturbines (eigen waarnemingen, W. Tijssen). Daarnaast is in de periode 2000/01 tot 2006/07 het voedselaanbod binnen het ECN-testpark afgenomen, maar dit aspect van het probleem

wordt in hoofdstuk 5 behandeld. Een afname aan voedselaanbod zou dus ook als resultaat kunnen hebben dat er een kleinere fractie in het ECN-studiegebied verblijft. Het seizoen 2003/04 is een opmerkelijk seizoen met lage maximale aantallen kleine zwanen in het ECN-studiegebied, mogelijk veroorzaakt door de bouw van de windturbines en overige bouwactiviteiten in het ECN-testpark.

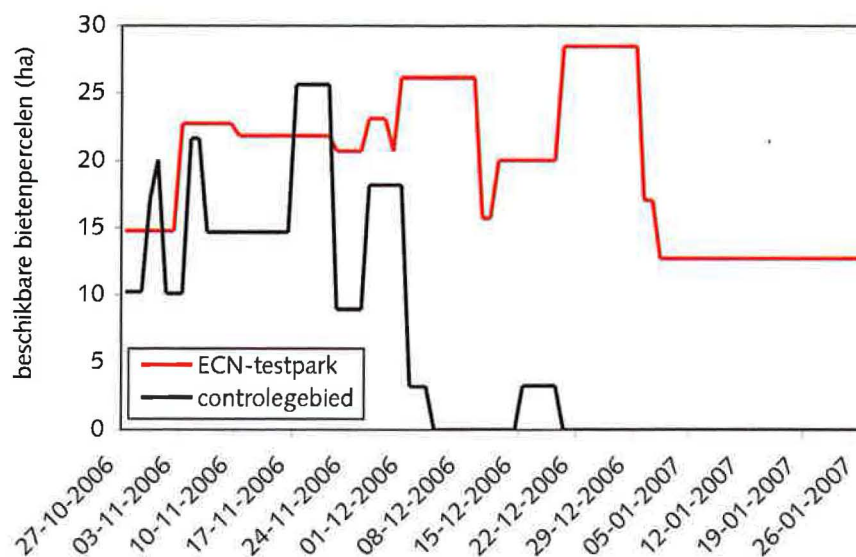
5 Verstoring van foeragerende zwanen en ganzen

5.1 Seizoensdynamiek in grondgebruik en aantallen zwanen en ganzen

5.1.1 Gebiedsgebruik door zwanen en ganzen in 2006/07 van het ECN-studiegebied

Bietenaanbod

Bieten(-resten) vormen een belangrijke voedselbron voor kleine zwanen en toendrarietganzen in de Wieringermeer en daarom is het bietenaanbod in een gebied van groot belang voor het aantal verblijvende zwanen en ganzen. Op basis van de rooi- en ploegdata is het bietenaanbod in het controle- en effectgebied van het ECN-testpark bepaald, uitgedrukt in het aantal hectares gerooide bietenakker (fig. 5.1). In beide deelgebieden waren al vanaf het begin van de waarnemingen gerooide bietenakkers aanwezig (rooidatum voor 27-10-2006). Hierdoor is de ouderdom/versheid van de bietresten moeilijk te bepalen en dus de aantrekkelijkheid voor zwanen en ganzen om deze percelen te gebruiken onbekend. Uit de data blijkt dat zowel de toestand van de percelen bij de eerste tellingen (vrij verse 'rooisporen') en het gebruik van zwanen en ganzen van die percelen suggereren dat er voldoende eten te vinden moet zijn geweest voor deze vogels. Vandaar dat deze percelen als beschikbaar foerageergebied zijn meegenomen in de analyse. Bij percelen zonder bekende rooidatum is gekozen voor de datum dat het perceel voor de laatste keer in gebruik was door ganzen of zwanen (zie §3.2.1 in *Materiaal en methoden*).



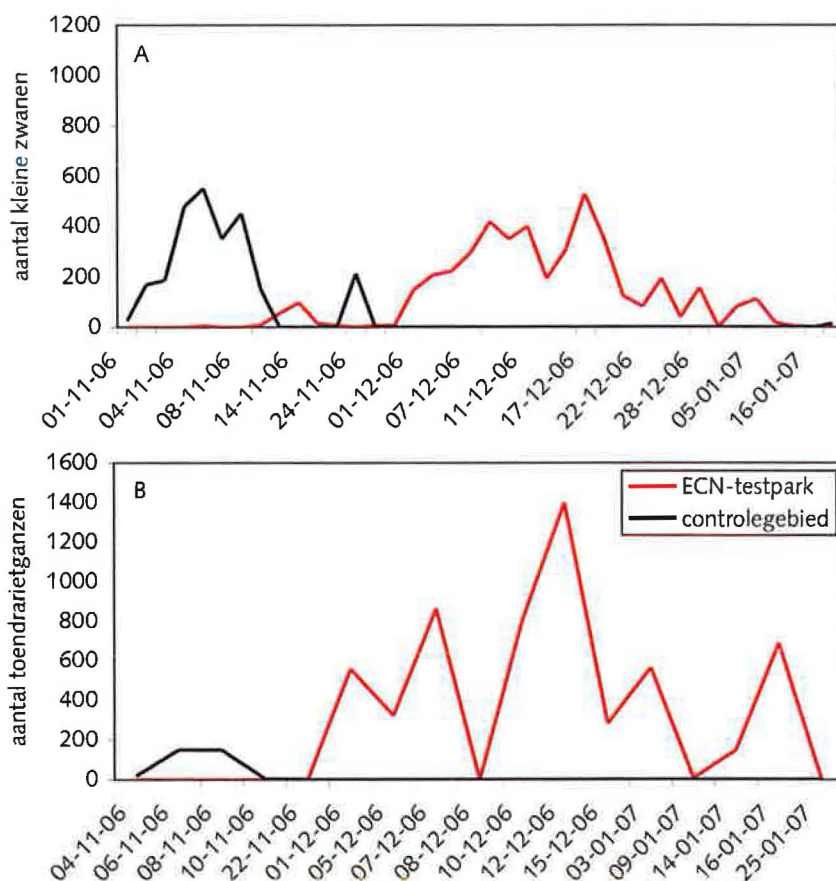
Figuur 5.1 Bietenaanbod in de loop van de winter in ECN-testpark en in controlegebied, weergegeven in hectares gerooide bietenakker. Opmerkelijk is het ontbreken van geschikt foerageergebied voor ganzen in het controlegebied na 8 december 2006.

Tot 8 december waren in zowel het controlegebied als in het ECN-testpark bieten beschikbaar om als voedsel te dienen voor kleine zwanen en toendrarietganzen. Na 8 december was het bietenaanbod in het controlegebied

(m.u.v. een klein oppervlak tussen 15-20 december). Het ECN-testpark daarentegen heeft tot aan het eind van het seizoen beschikbare gebieden gehad.

Aantal vogels in 2006/07

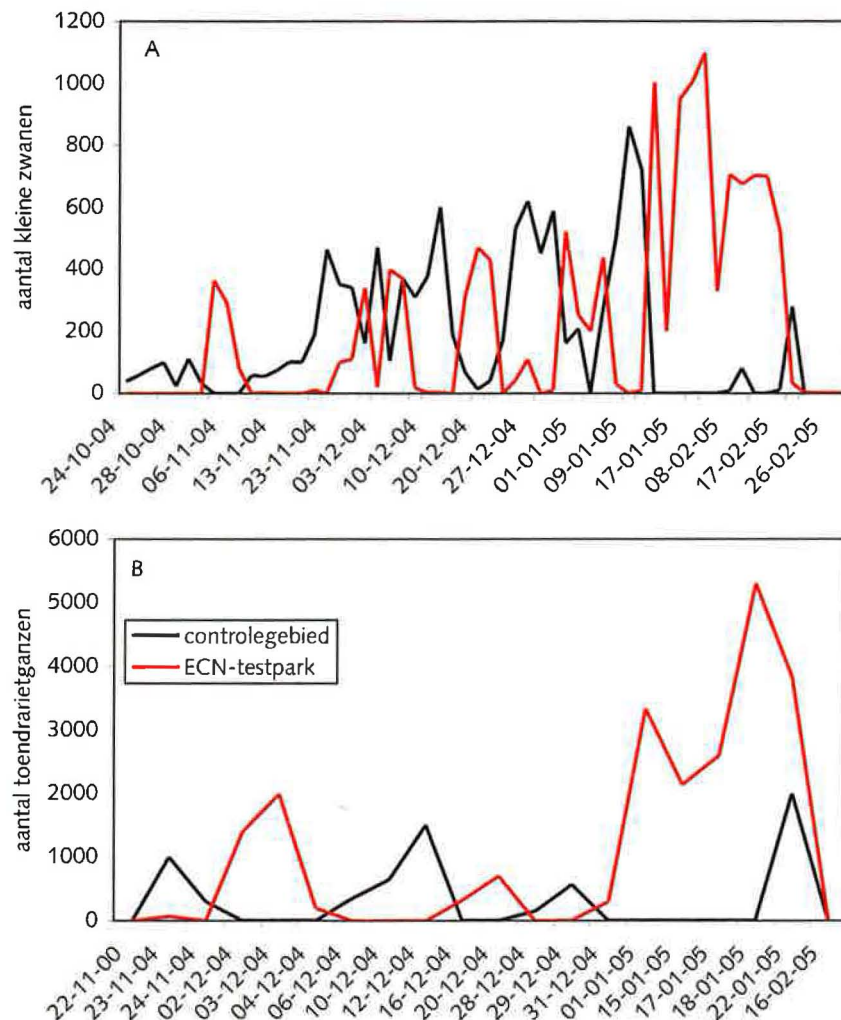
De verwachting is dat de gevonden aantallen zwanen en ganzen tijdens de tellingen binnen het studiegebied zullen overeenkomen met de beschikbaarheid van voedsel in het ECN-studiegebied. Figuur 5.2 laat de aantallen kleine zwanen en toendrarietganzen zien binnen het ECN-studiegebied, verdeeld over het ECN-testgebied en het controlegebied in het seizoen 2006/07. In tegenstelling tot de verwachting, zaten in het begin van het seizoen zowel de kleine zwanen alsook de toendrarietganzen voornamelijk in het controlegebied, terwijl aan het einde van het seizoen de vogels in het ECN-testpark verbleven (fig 5.2). Dit indiceert dat wanneer zwanen en ganzen de keus hebben ze bij voorkeur uit de buurt van de windturbines blijven, zoals het geval was in het begin van het veldseizoen.



Figuur 5.2 Aantallen in 2006/07 van kleine zwanen (A) en toendrarietganzen (B) in het ECN-studiegebied, onderverdeeld in aantallen in het controlegebied en het ECN-testpark.

Aantallen vogels in 2000/01

Helaas ontbreken voor seizoen 2000/01 de gegevens om eenzelfde figuur als figuur 5.1 te kunnen maken. De voedselsituatie is toen zeer summier vastgelegd voor alleen het toekomstige ECN-testpark en niet het controlegebied (zie §3.5). Hierdoor is er geen gedetailleerde informatie over rooidata van de verschillende percelen. Wel is het mogelijk om de aantallen in het ECN-testpark en het controlegebied uit te zetten op dezelfde wijze zoals gedaan in figuur 5.2. Figuur 5.3 laat de aantallen kleine zwanen en toendrarietganzen zien voor het seizoen 2000/01 binnen het ECN-studiegebied, verdeeld in het ECN-testpark en het controlegebied.



Figuur 5.3 Aantallen in 2000/01 van kleine zwanen (A) en toendrarietganzen (B) in het ECN-studiegebied, onderverdeeld in aantallen in het controlegebied en het ECN-testpark.

Verschillen tussen 2000/01 en 2006/07

De verspreiding binnen het ECN-studiegebied was voor zowel kleine zwaan als toendra-rietgans veel groter in het seizoen 2000/01 (fig. 5.3) dan in het seizoen 2006/07. Voordat de turbines er stonden lijken beide soorten in het begin van het seizoen meer in het ECN-testpark te verblijven dan in 2006/07. In dat seizoen bleven de vogels weg uit het ECN-testpark in het begin van het seizoen (fig. 5.2) en kwamen ze pas aan het eind van het seizoen in het ECN-testpark.

Aangenomen dat boeren min of meer hetzelfde zijn blijven verbouwen in de loop der jaren, dezelfde fractie bieten van het totaal aantal akkers en in hetzelfde gebied, dan kunnen de aantallen tussen de jaren vergeleken worden en lijkt het erop dat de windturbines tegenwoordig de verspreiding van zwanen en ganzen in het gebied beïnvloeden. Zoals getoond in §4.4.3 *Gebiedsgebruik door kleine zwanen tussen 2000 en 2007*) is bekend dat het voedselaanbod tussen de seizoenen 2000/01 en 2006/07 behoorlijk verschilt, en daarom is geen uitsluitel te geven of de voedselbeschikbaarheid niet de oorzaak is dat in 2006/07 de zwanen en ganzen eerst in het controlegebied verbleven en daarna pas naar het ECN-testpark toe trokken. Opvallend is wel dat in beide jaren beide soorten een voorkeur vertonen voor het ECN-testpark aan het eind van het seizoen. Dit heeft mogelijk als oorzaak dat boeren in het controlegebied over het algemeen eerder hun akkers geploegd hadden, waardoor er geen bieten meer beschikbaar waren. In Poot *et al.* (2000b) wordt vermeld dat er een verschil is tussen 'zware' en 'lichte' ondergronden in de Wieringermeer en dat deze gronden heel duidelijk verschillen in ploegregimes. Waarschijnlijk heeft een verschil in ondergrond tussen het controlegebied en het ECN-testpark ermee te maken dat er een verschil is tussen het rooien en ploegen in beide gebieden. Uit analyse van bodemkaarten van het gebied blijkt dat in het controlegebied naar verhouding meer zware gronden aanwezig zijn dan in het ECN-testpark (Poot *et al.* 200b). Zware gronden zijn moeilijker te ploegen en moeten redelijk snel na rooien worden geploegd.

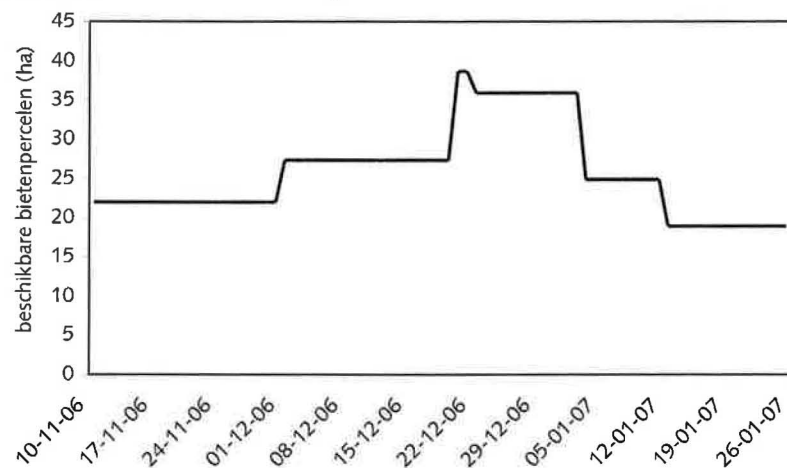
Interpretatie

Samenvattend wijzen de resultaten beschreven in deze paragraaf erop dat zwanen en ganzen indien ze de keus hebben een voorkeur hebben voor foerageergebieden zonder turbines, maar dat ze percelen nabij windparken niet schuwen. Aan het begin van het seizoen zaten ze in het controlegebied en pas aan het eind van het seizoen de dieren ook in het windpark foerageren. Deze verschuiving kan meerdere oorzaken hebben. Aan de ene kant kan het zijn dat de turbines de vogels verstoren en dat de dieren in het begin kiezen om verder weg van de turbines te foerageren en pas later in het seizoen in het ECN-testpark. Aan de andere kant kan de beschikbaarheid van voedsel ook de bepalende factor zijn. Statistische analyse van de gegevens leverde geen nadere verduidelijking omtrent mogelijke oorzaken van verschuivingen. Hierover is dus op basis van de gegevens geen definitief uitsluitel te geven, maar het is mogelijk dat voedselaanbod de belangrijkste *trigger* is voor aan- of afwezigheid op bepaalde percelen. Ter controle is gekeken naar de resultaten uit 2000/01. Toen was er geen patroon in het gebruik van controlegebied en ECN-testpark tijdens het seizoen, maar adequate gegevens om verschillen in voedselbeschikbaarheid te analyseren ontbreken voor dat

jaar. Verder kan het verschil ook verklaard worden doordat in 2006/07 de velden in het controlegebied eerder gerooid en geploegd werden dan in het ECN-testpark, waardoor de meest verse bietresten eerst in het controlegebied en pas later in het windpark te vinden waren, waardoor de zwanen en ganzen verschoven in de loop van het seizoen. Verschillen in rooi- en ploegdata tussen het ECN-testgebied en het controlegebied kunnen te maken hebben met het verschil in ondergrond in beide stukken.

5.1.2 Gebiedsgebruik door zwanen en ganzen in 2006/07 van het Waterkaaptocht studiegebied

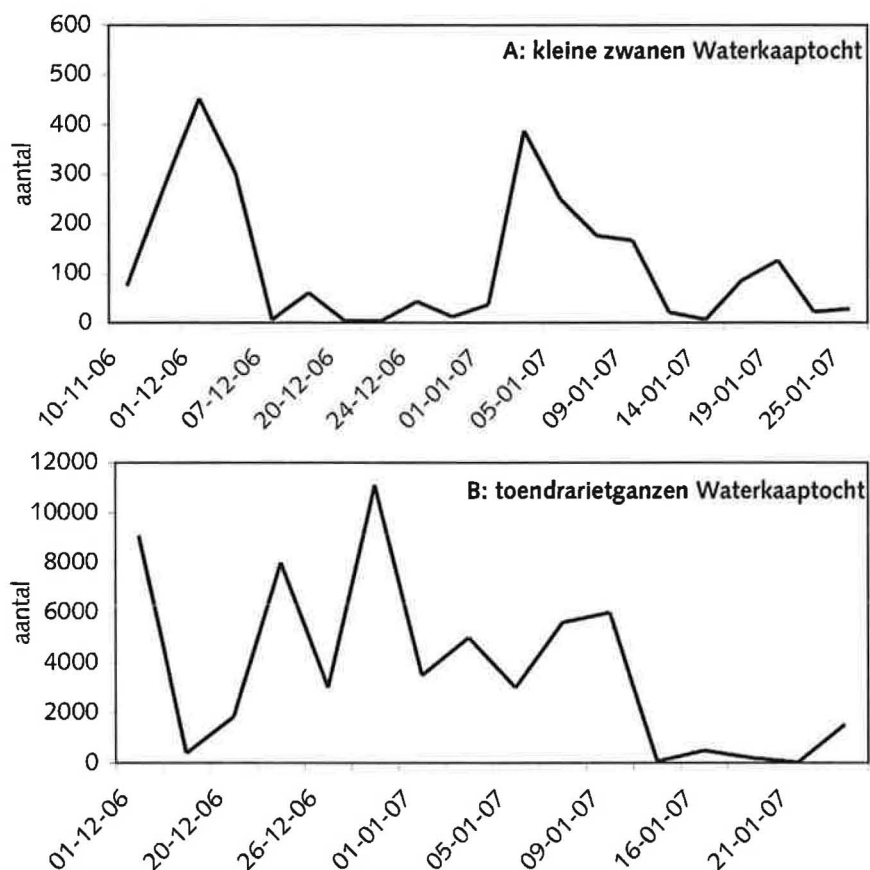
Ook in het proefgebied rond het windturbinepark aan de Waterkaaptocht is in de loop van het seizoen 2006/07 tijdens elke telling bijgehouden hoe de verschillende percelen binnen het WK-studiegebied werden gebruikt. Hiermee is het ook voor dit gebied mogelijk om het bietenaanbod te laten zien (fig. 5.4). In de Waterkaaptocht was een redelijk continu aanbod van gerooide bietenvelden, met alleen een piek in december. Omdat het gros van deze bietenvelden reeds voor aanvang van het onderzoek gerooid was, is niet duidelijk of en in welke mate hier daadwerkelijk bietenresten beschikbaar waren als voedsel voor de vogels.



Figuur 5.4 Bietenaanbod in het Waterkaaptochtpark in de loop van de winter van 2006/07, weergegeven in hectares gerooide bietenakker.

Gerooide bietenvelden waren in het WK-studiegebied het gehele winterseizoen aanwezig (fig. 5.4). Aan het begin van de telperiode waren de meeste bietenvelden al gerooid. Aanwezigheid van zwanen en ganzen op sommige van die velden suggereert dat er nog voedsel beschikbaar was voor de vogels. Tussen 1 december 2006 en 22 december 2006 werden er meer bieten gerooid in het WK-studiegebied en kwamen er dus nieuwe velden beschikbaar, die bleven liggen tot aan het eind van de telperiode. Op één perceel na werd geen van de percelen die aan het begin van het onderzoek op 10 november 2006 beschikbaar waren, geploegd gedurende de onderzoeksperiode. De verwachting is dat de gevonden aantallen zwanen en ganzen tijdens de tellingen binnen het WK-studiegebied zullen overeenkomen met de beschikbaarheid van (nieuw) voedsel in het WK-studiegebied. De piek in beschikbaarheid zou dan terug te zien zijn in de aantallen vogels in het WK-studiegebied (fig. 5.5). De aantallen kleine zwanen waren, in de periode dat de nieuwe bieten beschikbaar kwamen, in het WK-studiegebied echter op

z'n laagst. Ook de aantallen toendrarietganzen toonden een periode met lage aantallen (7-20 december), zij het in mindere mate.



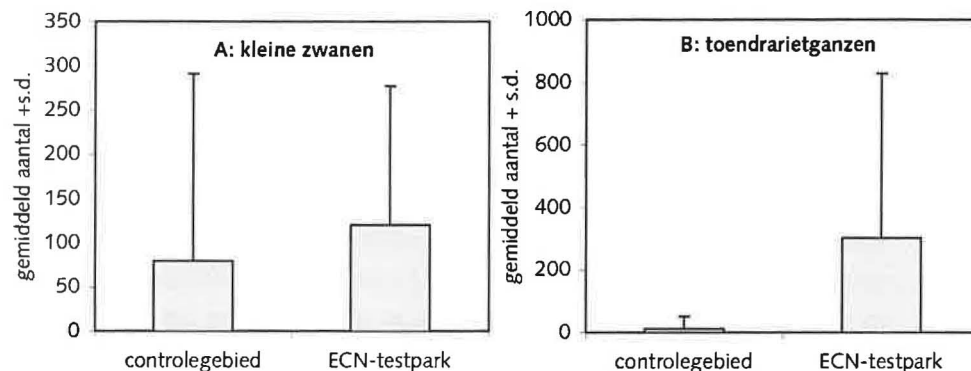
Figuur 5.5 Aantallen kleine zwanen (A) en toendrarietganzen (B) in het windpark Waterkaaptocht in 2006/07.

5.2 Aantallen zwanen en ganzen in ECN-testpark en controle gebied

In deze paragraaf bespreken we de verschillen in aantallen zwanen en ganzen tussen controlegebied en ECN-testpark, zowel voor als na de bouw van de turbines. Dit is alleen gedaan voor het ECN studiegebied, omdat voor het WK-studiegebied geen controlegebied aangewezen is.

5.2.1 Aantallen zwanen en ganzen in 2006/07

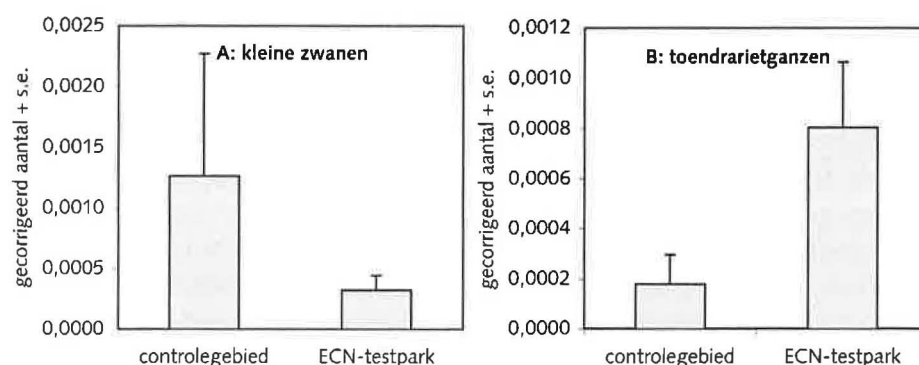
Tijdens het seizoen 2006/07 was het gemiddelde aantal kleine zwanen in het ECN-testpark 121 zwanen. In het controlegebied was het gemiddelde aantal kleine zwanen 79 in dezelfde periode (fig. 5.6A). Ook is voor dit seizoen het gemiddelde aantal toendrarietganzen berekend. In het ECN-testpark was dit 302 ganzen en in het controlegebied gemiddeld 11 ganzen (fig. 5.6B).



Figuur 5.6 Gemiddeld aantal kleine zwanen (A) en toendrarietganzen (B) in het ECN-studiegebied (ECN-testpark en controlegebied), met standaard deviaties.

Hoewel niet significant, lijkt uit figuur 5.6 naar voren te komen dat er gemiddeld meer zwanen en ganzen in het ECN-testpark zaten dan in het controlegebied. Dit is tegen de verwachting, aangezien uit literatuur bekend is dat zwanen en ganzen de nodige afstand bewaren tot windturbines (minstens 400 m; e.g. Petersen & Nøhr 1989, Kruckenberg & Jaene 1999). Een mogelijke oorzaak voor het relatief hoge aantal in het ECN-testpark kan zijn dat de oppervlaktes aan potentieel foerageergebied verschillen tussen het ECN-testpark en het controlegebied. Een andere belangrijke factor is de beschikbaarheid van voedsel in deze potentiële foerageergebieden.

De gevonden gemiddelde aantallen zwanen en ganzen in beide gebieden moeten dus worden gecorrigeerd voor het aantal dagen dat voedsel (voornamelijk bieten) beschikbaar is. Dit is gedaan door de aantallen op perceelsniveau te delen door de vermenigvuldiging van de oppervlakte van de foerageerpercelen en het aantal dagen dat die voedsel bevatten voor zwanen en ganzen (fig. 5.7). De grote standaard deviaties uit figuur 5.6 worden veroorzaakt door de grote variatie in aantallen zwanen en ganzen in het ECN-studiegebied in de loop van het seizoen. Om deze reden is in figuur 5.7 de standaard fout in de grafiek opgenomen, welke ook het aantal metingen reflecteert.

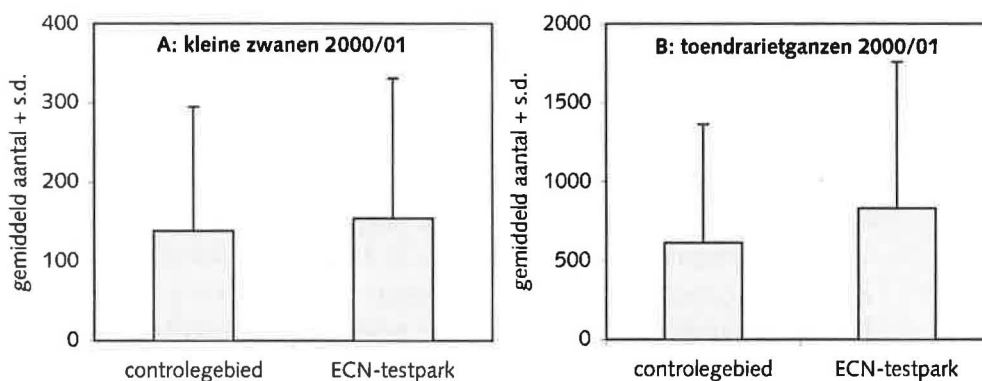


Figuur 5.7 Gecorrigeerd gemiddeld aantal kleine zwanen (A) en toendrarietganzen (B) in het ECN-studiegebied (ECN-testpark en controlegebied) met standaard fouten. Gemiddelden zijn verkregen na correctie voor de oppervlakte van de verschillende foerageerpercelen en het aantal dagen

Overeenkomstig met de verwachting blijkt uit figuur 5.7 dat de aantallen zwanen, gecorrigeerd voor voedselbeschikbaarheid, in het controlegebied groter zijn dan in het ECN-testpark (verschil bijna significant: t-toets $t_{90}=1,9$, $p=0,06$). Voor toendrarietganzen geldt nog steeds dat er veel meer ganzen in het windpark zaten dan in het controlegebied (verschil significant: t-toets $t_{57}=-4,3$, $p<0,0001$). Dit wordt veroorzaakt door de afwezigheid van ganzen in het begin van het seizoen (weinig ganzen op grote percelen met beschikbare bieten in het controlegebied). Ook speelt ruimtelijke variatie hier een grote rol. Zo zat een zeer grote groep ganzen op 1 december 2006 net buiten (< 400 m.) het ECN-studiegebied. Wanneer deze groep ganzen op 1 december 2006 in de berekening wordt meegenomen, dan wordt voor de toendrarietgans eenzelfde resultaat gevonden als voor de kleine zwaan.

5.2.2 Aantallen zwanen en ganzen in 2000/01

Tijdens het seizoen 2000/01 was het gemiddeld aantal kleine zwanen in het destijds toekomstige ECN-testpark 155 zwanen. In het controlegebied was het gemiddeld aantal kleine zwanen 139 in dezelfde periode. Het gemiddeld aantal toendrarietganzen was in het ECN-testpark 829 ganzen, en in het controlegebied 613 ganzen in 2000/01 (fig 5.8).



Figuur 5.8 Gemiddeld aantal kleine zwanen (A) en toendrarietganzen (B) in 2000/01 in het ECN-studiegebied (ECN-testpark en controlegebied) met standaard deviaties.

Uit figuur 5.8 lijkt naar voren te komen dat in 2000/01 in het controlegebied en het ECN-testpark (dat er toen nog niet lag) evenveel zwanen zaten. Dit indiceert dat voordat de turbines geplaatst werden, de vogels gelijkmatiger over het ECN-studiegebied verspreid waren dan in 2006/07 toen de turbines wel aanwezig waren. Alleen voor toendrarietgans lijken marginaal meer vogels in het ECN-testpark te zitten dan in het controlegebied, wat vergelijkbaar is met de situatie in 2006/07 (verschil niet significant). Door ontbrekende gegevens t.a.v. voedselbeschikbaarheid is het niet mogelijk om de correctie voor oppervlakte en beschikbaarheid uit te voeren voor de gegevens van 2000/01. Hierdoor is het maken van een goede vergelijking tussen 2006/07 en 2000/01 niet goed mogelijk. Wel is het mogelijk om bovenstaande berekeningen nogmaals te doen maar dan op basis van aantallen uitgedrukt in vogeldagen voor beide soorten (zie §4.2.3). Dit wordt besproken in de volgende paragraaf.

5.2.3 Aantallen zwanen en ganzen in 2000/01 en 2006/07 in vogeldagen

In §4.2.3 is getoond dat in het ECN-studiegebied in seizoen 2000/01 het aantal kleine zwanen 55.300 vogeldagen bedroeg, en in 2006/07 14.072 vogeldagen. Voor toendrarietgans bedroegen deze aantallen respectievelijk 51.322 vogeldagen en 12.735 vogeldagen. Deze aantallen zijn ook berekend voor het controlegebied en het ECN-testpark apart (tabel 5.1).

Deze resultaten ondersteunen de conclusie uit het voorgaande hoofdstuk dat de verschillen in aantallen vogels in belangrijke mate gerelateerd zijn aan de voedselbeschikbaarheid en zeer waarschijnlijk niet worden veroorzaakt door de aanwezigheid van de windturbines van het ECN-testpark. Dit blijkt uit het feit dat de afname binnen het ECN-testpark voor beide soorten in dezelfde orde van grootte ligt als in het controlegebied. In 2006/07 hebben minder kleine zwanen en toendrarietganzen het gebied bezocht dan in 2000/01.

Tabel 5.1 Aantallen in vogeldagen van kleine zwaan en toendrarietgans in het controlegebied en het ECN-testpark in seizoen 2000/01 en 2006/07.

	kleine zwaan		toendrarietgans	
	controle	ECN-testpark	controle	ECN-testpark
seizoen 2000/01	20.714	34.586	9.490	41.832
seizoen 2006/07	4.546	9.526	553	12.182

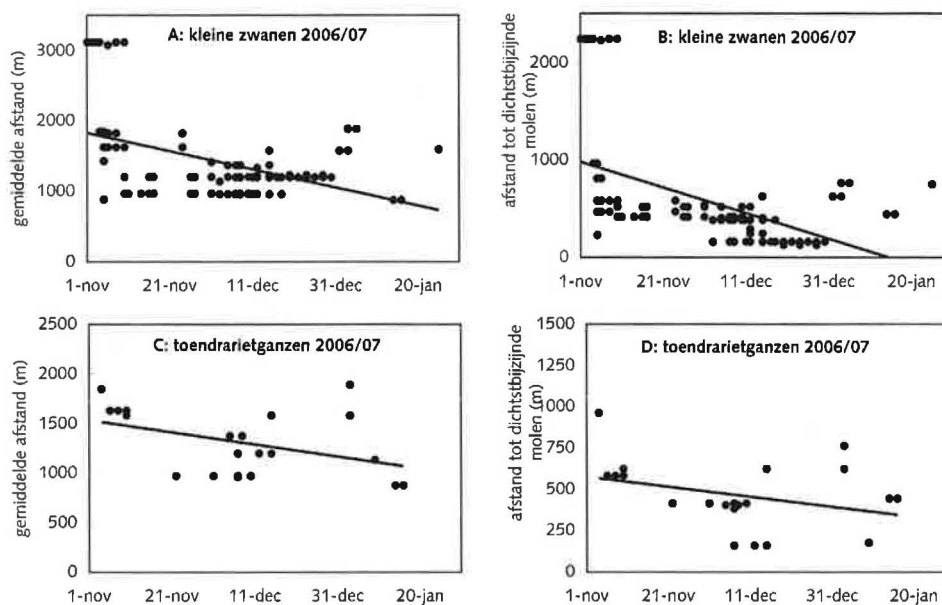
De verschillen tussen het controlegebied en het ECN-testpark komen overeen met de resultaten gevonden in §5.2.1 en §5.2.2, alleen zijn voor het seizoen 2000/01 de verschillen prominenter. Net als in §5.2.1, moeten ook de aantallen vogeldagen gecorrigeerd worden voor de beschikbaarheid van gerooide bietenpercelen en wederom is dit, door onvoldoende gegevens, niet mogelijk voor 2000/01. Vandaar dat hier alleen de gegevens voor 2006/07 gepresenteerd kunnen worden. In 2006/07 bedroeg het gecorrigeerde aantal vogeldagen (# vogels*dagen aanwezig/ha gerooid bietenveld*aantal dagen beschikbaar) van kleine zwaan in het controlegebied 9,2 vogels/ha en 13,7 vogels/ha in het ECN-testpark. Voor toendrarietgans waren deze gecorrigeerde aantallen vogeldagen 1,1 vogels/ha in het controlegebied en 19,5 vogels/ha in het ECN testpark. Hieruit blijkt dus nog steeds dat er meer zwanen en ganzen in het ECN-testpark zitten vergeleken met het controlegebied. Ook deze analyse versterkt dus het idee dat de verspreiding van zwanen en ganzen gestuurd wordt door voedselbeschikbaarheid en niet door de aan- en afwezigheid van molens.

5.3 Afstand van zwanen en ganzen tot de turbines

In deze paragraaf bespreken we de afstanden die zwanen en ganzen aanhouden tot de turbines. Dit is alleen gedaan voor het ECN-testpark. In het Waterkaaptochtspark werden wel vogels op korte afstand van de molens aangetroffen maar omdat de afstanden in het Waterkaaptochtspark te weinig variatie vertoonden, ten gevolge van de geringe breedte van het WK-studiegebied, kon geen zinvolle analyse worden gedaan van de gegevens.

5.3.1 Afstanden in 2006/07

Voor alle locaties waar kleine zwanen en toendrarietganzen zijn gevonden, zijn met behulp van ARCGIS de afstanden berekend van de waarneming tot en met de dichtstbijzijnde turbine. Ook is voor elke waarneming de 'gemiddelde turbineafstand' berekend, het gemiddelde van de afzonderlijke afstanden tot alle turbines uit het park. In figuur 5.9 zijn alle gevonden afstanden van alle waarnemingen in een puntenwolk uitgezet tegen de tijd, waardoorheen een trendlijn is berekend.



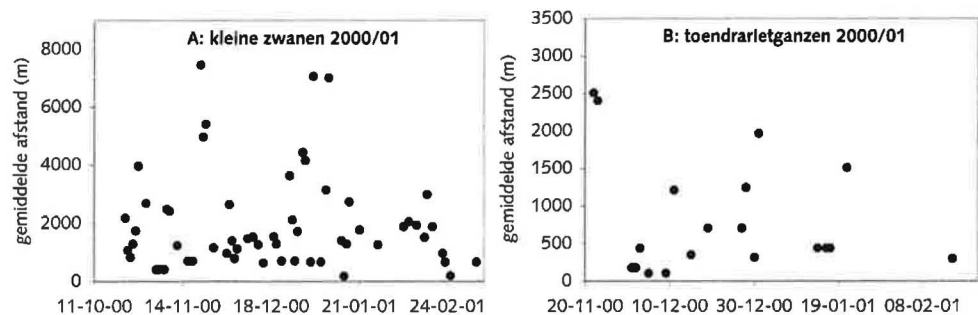
Figuur 5.9 Afstanden tot windturbines in het seizoen 2006/07 voor kleine zwaan (boven) en toendrarietgans (onder) in het ECN-studiegebied. Weergegeven zijn de afstand van de vogels tot de dichtstbijzijnde turbine (rechts) en de afstand tot alle turbines gemiddeld (links).

Figuur 5.9 toont voor zowel de kleine zwanen als de toendrarietganzen een afnemende afstand over het seizoen (zowel tot de dichtstbijzijnde turbine als tot alle turbines gemiddeld). Deze afname is voor alle vier de grafieken significant (lineaire regressie over afstand van groepen vogels in het ECN-studiegebied tegen datum: gem. afstand zwanen: $t_{116} = -4,8$, $p < 0,001$, $r^2 = 0,16$; dichtstbijzijnde afstand zwanen: $t_{116} = -5,8$, $p < 0,001$, $r^2 = 0,22$; gem. afstand ganzen: $t_{32} = -2,6$, $p = 0,02$, $r^2 = 0,15$; dichtstbijzijnde afstand ganzen: $t_{32} = -2,7$, $p = 0,01$, $r^2 = 0,16$). Later in het seizoen zaten vogels dus dichterbij de turbines dan in het begin. Dit resultaat zou kunnen worden verklaard door gewenning in de loop van het seizoen, maar de oorzaak zou ook kunnen liggen in de afwezigheid van beschikbare bieteenvelden in de tweede helft van het seizoen in het controlegebied (fig. 5.1). Om een beter inzicht te krijgen in de mogelijke oorzaak van deze verschuiving is in de volgende paragraaf eenzelfde analyse gedaan voor 2000/01 toen er nog geen turbines in het ECN-testpark waren gebouwd. Ook wordt in §5.3.3 geanalyseerd of in 2006/07 de afstand van de gerooide bieteenvelden tot de windturbines afneemt. Is dit het geval dan is de afnemende afstand van zwaan tot turbine te verklaren door het steeds dichterbij de turbines liggende voedselaanbod. Is dit niet het

geval dan zou dit erop duiden dat zwanen en ganzen bewust in het begin van het seizoen verder van de turbines blijven dan later in het seizoen.

5.3.2 Afstanden van zwanen en ganzen tot toekomstige turbines in 2000/01

Ter controle van de afnemende afstanden in §5.3.1 is in deze paragraaf voor alle locaties waar kleine zwanen en toendrarietganzen zijn gevonden in 2000/01, voor alle vogelwaarnemingen, de gemiddelde afstand berekend van de vogelgroepen tot de locatie van de *toekomstige* turbine. In figuur 5.10 zijn deze afstanden uitgezet tegen de tijd.



Figuur 5.10 Afstanden tot windturbines in het seizoen 2000/01 voor kleine zwaan (A) en toendrarietganzen. Weergegeven is de afstand tot de toekomstige turbines gemiddeld.

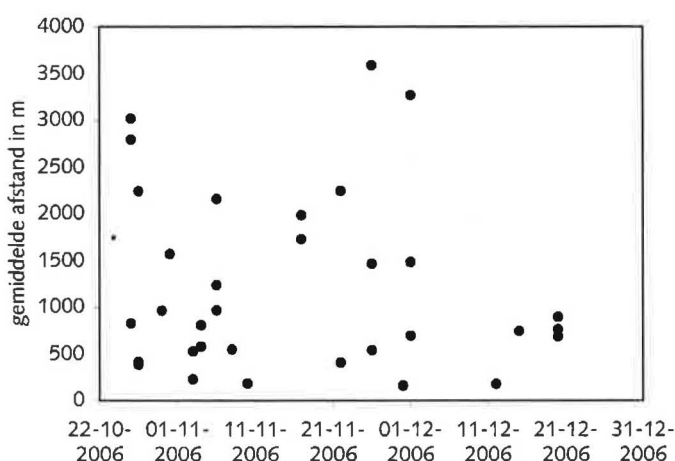
Voor beide soorten is een zeer grote spreiding in afstand gevonden. Voor kleine zwaan is de afstand constant over het seizoen, voor toendrarietganzen neemt de afstand licht af over het seizoen, maar deze afname is niet significant (lineaire regressie: kleine zwanen: $p=0,70$; toendrarietganzen: $p=0,37$). Dat in 2000/01 geen afname in afstand tot de toekomstige turbines werd gevonden in de loop van het seizoen, terwijl dit in 2006/07 wel werd gevonden, ondersteunt het idee dat de vogels in 2006/07 de turbines in het begin van het seizoen mijden, en pas later dichterbij de turbines komen, wanneer foerageergebieden verder van de turbines niet meer beschikbaar zijn. Het is echter nog steeds mogelijk dat dit patroon verklaard wordt door het aanbod aan beschikbare percelen, en los staat van een keuze van de vogels. Voor seizoen 2000/01 zijn geen data over bietenbeschikbaarheid, dus over de mogelijke invloed van beschikbare perceelverdeling is niks te zeggen. Voor 2006/07 zijn deze gegevens wel beschikbaar en kan deze controle-analyse wel worden gedaan en dit wordt beschreven in §5.3.3.

5.3.3 Afstanden in relatie tot voedselaanbod

De afstand van zowel kleine zwanen als toendrarietganzen tot de turbines in het ECN-testpark nam in de loop van het seizoen 2006/07 af, terwijl dit in 2000/01 niet het geval was tot de toekomstige turbines. Dit suggereert een relatie met de aanwezigheid van de turbines, maar kan ook veroorzaakt worden door de voedselbeschikbaarheid gedurende het seizoen, en kan daarmee geheel los staan van de turbines. Om de relatie tussen afstand en turbines te toetsen zijn een aantal analyses gedaan.

Allereerst zijn de gegevens omtrent afstanden, oppervlak gerooide bietenvelden, en aantal dagen sinds rooien dat het veld beschikbaar is, in een statistisch model getoetst (GLM). Hieruit blijkt dat in de winter van 2006/07, vooral de afstand tot de turbines en het aantal dagen sinds bietenvelden gerooid waren, bepalend waren voor de datum waarop zwanen op bietenpercelen in het ECN-studiegebied foerageerden. Het aantal dagen sinds rooien was de belangrijkste verklarende factor, maar afstand van het perceel tot de (dichtstbijzijnde) turbines droeg significant bij aan het model. Het oppervlak aan bietenpercelen was minder belangrijk dan deze twee voorgaande factoren. (GLM: hele model: $F_{2, 55}=53$, $p<0,001$, $r^2=0,65$. Effect van $\log(\text{dagen sinds rooien})$ op $\log(\text{datum dat perceel gebruikt wordt})$: $t_{55}=6,2$, $p<0,001$; additief effect van $\log(\text{kortste afstand})$ op $\log(\text{datum dat perceel gebruikt wordt})$: $t_{55}=-5,7$, $p<0,001$; Interactie niet significant). Op percelen waar later in het seizoen gefoerageerd werd, is het aantal dagen sinds rooien groter. Dus vogels blijven later in de winter langer foerageren op percelen die gerooid zijn (tot 50 dagen). Naast deze correlatie draagt de afstand tot de turbines significant bij aan de datum waarop er gefoerageerd wordt: hoe groter de afstand tot de turbines, hoe vroeger er op het perceel gefoerageerd wordt. Er zijn niet voldoende gegevens om een soortgelijke analyse voor toendrarietganzen te doen.

Ten tweede zijn de afstanden van alle bietenvelden in het ECN-studiegebied, ook de niet door zwanen en ganzen bezochte percelen, uitgezet tegen de datum waarop gerooid is (fig. 5.11).



Figuur 5.11 Afstanden van gerooide bietenvelden tot windturbines in het seizoen 2006/07. Geen significante relatie tussen afstand en datum aanwezig.

Uit deze figuur blijkt dat de afstand van gerooid velden tot turbines niet significant kleiner werd in de loop van het seizoen (lineaire regressie: $p=0,53$). Dit is nogmaals een aanwijzing dat de over het seizoen afnemende turbine-afstand van kleine zwanen en toendrarietganzen in 2006/07, mogelijk wordt verklaard door toenemende gewenning van de vogels, eventueel in combinatie met toenemende voedselbehoefte. In het begin van het seizoen worden de turbines door de dieren gemeden, en pas later komen ze dichterbij, wanneer foerageergebieden verder van de turbines niet meer beschikbaar zijn.

De afstand van beschikbare bietenpercelen tot de turbines was evenmin significant verschillend tussen percelen waar wel en waar niet gevoerd werd door toendrarietganzen of kleine zwanen.

5.3.4 Gemiddelde afstanden van zwanen en ganzen tot turbines

In de literatuur over vogels en windturbines wordt vaak gewerkt met de term 'verstoringafstand' als maat voor de afstand tot een windturbine waarbij een vogelsoort negatieve effecten ondervindt. In het ECN-studiegebied foerageren zwanen en ganzen in een zeer heterogeen voedsellandschap rond windturbines. Hier is deze afstand moeilijker te definiëren en sterk afhankelijk van de ligging van geschikte percelen en tijd dat voedsel hierop beschikbaar en daardoor de noodzaak om in een gebied met turbines te zijn. De foerageerafstand van een vogel tot een turbine zal heel anders zijn dan de afstand die hij bewaart tijdens het rusten. Er zijn een aantal verschillende manieren om turbine-afstanden te berekenen, welke worden weergegeven in tabel 5.2.

In de literatuur wordt voor verstoringafstand, waarbinnen een verlaging van de dichtheid optreedt, voor kleine zwaan en toendrarietgans vaak 400 meter genoemd (e.g. Petersen & Nøhr, 1989; Kruckenberg & Jaene, 1999). Uit tabel 5.2 blijkt dat gemiddeld gezien deze afstand overeenkomt met wat gevonden is in deze studie (561 meter voor kleine zwaan en 464 meter voor toendrarietgans). Af en toe zijn de vogels op veel kortere afstand van de turbines gezien (resp. 126 en 161 meter) in percelen grenzend aan de turbines. Deze laatste afstand zou dus kunnen worden meegenomen als verstoringafstand waarbinnen 100% afwezigheid van vogels plaatsvindt. Vermoedelijk worden de verschillen tussen de in tabel 5.2 beschreven verschillen bepaald door voedselaanbod en voedselbehoefte, en mogelijk ook vermijdingsgedrag. Als laat in het seizoen alleen nog velden dichtbij turbines beschikbaar zijn, dan zal er op een kortere afstand van een turbine gevoerd worden.

Tabel 5.2 Afstand (m) van kleine zwaan en toendrarietgans tot de dichtstbijzijnde (toekomstige) turbine in het ECN-testpark, gemeten tijdens de veldseizoenen van 2006/07 en 2000/01, weergegeven volgens een viertal verschillende berekeningsmethodes.

methode	kleine zwaan	toendrarietgans
<i>afstanden 2006/07</i>		
gemiddelde afstand	561	464
minimum	126	161
mediaan	414	414
modus	161	414
<i>afstanden 2000/01</i>		
gemiddelde afstand	1.991	817
minimum	175	105
mediaan	1.439	439
modus	702	439

5.4 Overige verstoring in het ECN-studiegebied

Naast mogelijke directe verstoring door de aanwezigheid van windturbines in het ECN-studiegebied, heeft de aanwezigheid van de turbines ook een betere toegankelijkheid van het gebied veroorzaakt. Een groot aantal betonpaden is aangelegd om onderhoud aan de turbines te plegen. Deze paden worden veelal gebruikt door boeren, onderhoudsmensen en recreanten. Vooral onderhoudsmensen en recreanten zorgen tezamen voor extra verstoring op de percelen. Dit is een indirect effect van de aanwezigheid van de turbines, dat echter wel bijdraagt aan de verstoring, en daarmee aan een verminderde geschiktheid van het ECN-studiegebied voor foeragerende ganzen en zwanen.

Los van de windmolens vormt het regelmatig uitvoeren van helikopteroefeningen door Defensie een extra bron van verstoring in de omgeving van het ECN-studiegebied (pers. waarnemingen S. Dirksen, W. Tijsen). Verscheidene malen is tijdens de telrondes in 2006/07 gezien dat grote groepen zwanen en ganzen de lucht in gingen en het gebied verlieten door dergelijke oefeningen

5.5 Conclusies

In het ECN-studiegebied waren het hele seizoen 2006/07 bieten beschikbaar als voedselbron voor zwanen en ganzen. In het controlegebied waren bietenresten beschikbaar in het begin van het seizoen tot en met half december. In het windturbinepark het hele seizoen. De aantallen zwanen en ganzen varieerden in de loop van het seizoen maar lieten een duidelijk verspreidingspatroon zien. In het begin van het seizoen zaten bijna alle vogels in het controlegebied (toen zowel in het controle- als in het windparkgebied nog bieten beschikbaar waren) terwijl aan het eind van het seizoen de vogels alleen in het ECN-testpark zaten (geen bieten meer beschikbaar in het controlegebied). Het lijkt er dus op dat indien zwanen en ganzen de keuze hebben tussen foerageergebieden met en zonder turbines ze een voorkeur hebben voor het gebied zonder turbines.

In 2000/01, toen er nog geen turbines in het ECN-studiegebied waren geplaatst, was er geen dergelijk patroon te zien. Vogels waren toen veel gelijkmatiger verspreid over het ECN-studiegebied. Naast de aanwezigheid van turbines was het verschil tussen 2000/01 en 2006/07 vooral een verschil in aanbod van potentiële voedselbronnen. Op grond van de tot nu toe verzamelde gegevens is niet te zeggen of de ruimtelijke verspreiding van zwanen en ganzen in 2006/07 veroorzaakt wordt door de turbines of door het aanbod van voedsel in het ECN-studiegebied.

In 2006/07 is hetzelfde onderzoek uitgevoerd in het Waterkaaptocht windturbinepark. Hier is in de loop van het jaar een redelijk continu aanbod aan zowel bietenresten als kleine zwanen. Opvallend was een afname in de aantallen kleine zwanen op het moment dat een aantal bietenpercelen tegelijkertijd gerooid werden. Deze afname werd mogelijk veroorzaakt doordat zwanen die door de rooi-activiteiten verstoord werden,

ook uit het WK-studiegebied verdwenen, door de beperkte breedte van het WK-studiegebied. Hierdoor werden de zwanen niet meer waargenomen tijdens de telrondes.

Gemiddeld werden tijdens het seizoen 2006/07 79 kleine zwanen in het controlegebied gezien en 121 in het ECN-testpark. In 2000/01 waren dit respectievelijk 139 in het controlegebied en 155 in het ECN-testpark. Gemiddeld werden tijdens het seizoen 2006/07 11 toendrarietganzen in het controlegebied gezien en 302 in het ECN-testpark. In 2000/01 waren dit respectievelijk 612 in het controlegebied en 829 in het ECN-testpark.

Voor beide soorten lijken dus de aantallen in 2000/01, toen de turbines nog niet aanwezig waren, veel gelijkmatiger over het gebied verdeeld dan in 2006/07 toen de turbines in werking waren. De gevonden aantallen moeten worden gecorrigeerd voor de oppervlakte van het aanbod aan gerooide bietenvelden. Voor 2000/01 is dit door de beperkte informatie niet mogelijk, maar voor 2006/07 is na deze correctie te zien dat het gemiddelde aantal vogels in het controlegebied duidelijk hoger was dan in het ECN-testpark. Kleine zwanen lijken dus minder voor te komen in het ECN-testpark dan in het controlegebied. Of dit verschil komt door de turbines of het voedselaanbod is niet met zekerheid te zeggen, maar aannemende dat op alle gerooide bietenvelden evenveel voedsel te vinden is, zou dit kunnen indiceren dat de aanwezigheid van de turbines te maken heeft met de lagere aantallen zwanen en ganzen.

Een analyse van de afstanden die zwanen en ganzen aanhouden tot de turbines in de loop van het seizoen 2006/07, laat zien dat deze afstand kleiner werd in de loop van het seizoen. Dit zou kunnen worden verklaard doordat vogels in de loop van het seizoen een vorm van gewenning vertonen, mogelijk gerelateerd aan een grotere voedselbehoefte. Een andere verklaring ligt in een beperktere beschikbaarheid van voedsel in gebieden verder weg van de turbines. In de tweede helft van het seizoen waren geen geschikte bietenvelden meer beschikbaar in het controlegebied, dat op grotere afstand van het windpark ligt. In 2000/01 was er geen verband tussen afstand tot de toekomstige turbines en de datum. Dit maakt het waarschijnlijker dat zowel zwanen als ganzen de turbines enigszins mijden. Van dit seizoen waren echter geen gegevens omtrent voedselbeschikbaarheid aanwezig, een factor die de locaties van ganzen en zwanen sterk kan sturen.

In de literatuur wordt als verstoringsafstand voor kleine zwaan en toendrarietgans door windturbines vaak 400 meter vermeld (e.g. Petersen & Nøhr, 1989; Kruckenberg & Jaene, 1999). Dit onderzoek sluit daar bij aan, hoewel de variatie in afstand van foeragerende zwanen en ganzen tot de turbines groot was. Verschillen worden waarschijnlijk bepaald door voedselaanbod en voedselbehoefte. Zoals te zien in de analyse in dit rapport betekent dit dat indien laat in het seizoen alleen nog velden dichtbij turbines beschikbaar zijn, de zwanen en ganzen zich op een kortere afstand (tot 126 meter voor kleine zwanen en 161 meter voor toendrarietgans) van een turbine zullen bevinden dan in het begin van het seizoen.

6 Vliegbewegingen

In dit hoofdstuk worden eerst de vliegbewegingen van zwanen en ganzen beschreven, zoals waargenomen bij de windparken aan de Waterkaaptocht (NUON) en aan de Scherveweg (ECN). De nadruk ligt hierbij op de slaaptrek, aangezien in het donker de aanvaringsrisico's het hoogst zijn en er weinig waarnemingen van foerageervluchten overdag zijn verzameld. Aangegeven wordt welk aandeel van de waargenomen vogels in het licht en donker vloog en of sprake was van uitwijken. De bijbehorende kaartbeelden zijn opgenomen in bijlage 2. Tenslotte wordt nagegaan welk deel van de vliegbewegingen potentieel risicovol is en wordt onderscheid gemaakt in uitwijken voor het windpark en tussen de turbines door vliegen. Deze informatie is van belang voor het duiden van het aanvaringsrisico voor zwanen en ganzen in beide windparken, beschreven in hoofdstuk 7.

6.1 Vliegbewegingen bij NUON windpark Waterkaaptocht

6.1.1 Vliegbewegingen zwanen

1 december 2006, namiddag en avond

Op 1 december 2006 bevinden zich aan het einde van de middag 271 kleine zwanen tezamen met ca. 8.500 toendrarietganzen op een gerooide bietenakker tussen de Oosterkwelweg en de twee meest zuidelijke turbines langs de Waterkaaptocht (tabel 6.1). De rietganzen vertrekken ca. 20 minuten na zonsondergang als één groep in zuidoostelijke richting naar het IJsselmeer. De zwanen blijven dan nog zitten en vertrekken pas na 17:00u, als het donkerder is, in kleine groepjes en in uiteenlopende richtingen. Het merendeel van deze zwanen vliegen in ZO richting weg (IJsselmeer), maar een deel vertrekt in NW richting, waarschijnlijk om te slapen op het Amstelmeer of in de Waddenzee. De zwanen die in NW richting vertrekken, vliegen vrijwel allemaal tussen de turbines door. Van slechts een klein aantal wordt waargenomen dat ze eerst zuidelijk om de turbines heen vliegen en dan pas naar het NW koersen. De laatste zwanen vertrekken zo'n 2 uur na zonsondergang.

Een tweede groep van 74 kleine zwanen bevindt zich tezamen met 45 grauwe ganzen op een bietenakker tussen de Robbenoordweg en de twee meest noordelijke turbines aan de Waterkaaptocht. Op de radar is te zien dat deze zwanen pas om 17:34u, dus een uur na zonsondergang, in NW richting naar de slaappleaats vertrekken.

Tenslotte is een groepje van 6 kleine zwanen waargenomen, die rond zonsondergang vanuit het ZO komen aanvliegen en ten westen van de meest zuidelijke turbine aan de Waterkaaptocht naar het westen buigen.

Tabel 6.1 Aantal waargenomen zwanen en ganzen nabij het NUON windpark aan de Waterkaaptocht en onderscheid van vliegbewegingen bij daglicht en in het donker tijdens twee avonden en een ochtend in de periode 1 december 2006 – 10 januari 2007. De donkerperiode is gedefinieerd als een half uur na zonsondergang of voor zonsopkomst.

soortgroep/datum	avond / ochtend	aantal	licht %	donker %
zwanen				
01-dec-06	A	351	2	98
03-jan-07	A	227	38	62
10-jan-07	O	206	100	0
ganzen				
01-dec-06	A	8.500	100	<1
03-jan-07	A	3.300	100	0
10-jan-07	O	428	99	1

3 januari 2006, namiddag en avond

Bij aankomst in het NUON windpark in de namiddag van 3 januari 2006 foerageren 149 kleine zwanen, 4 wilde zwanen en ca. 3.300 toendrarietganzen op een bietenperceel tussen de Robbenoordweg en de vier noordelijke turbines. Ten oosten van deze turbines pleistert een groep van 65 kleine zwanen en twee groepjes van 5 respectievelijk 4 kleine zwanen ten westen van de Noorderkwelweg (tabel 6.1). Het groepje van 5 kleine zwanen op een perceel met wintertarwe wordt verstoord door spelende kinderen en vliegt tussen de turbines door om zich bij de grote groep ten westen van de turbines te voegen.

Iets meer dan de helft (ca. 87) van het aantal zwanen die pleisteren aan de westkant van de turbines vertrekt in verschillende groepen binnen een half uur na zonsondergang in oostelijke richting, mogelijk om te gaan slapen op de Dijkwielen of op het IJsselmeer. In ieder geval een groep van ca. 19 zwanen vliegt hierbij tussen de turbines door, terwijl 5 vogels door het 'gat' vliegen tussen de zuidelijke en noordelijke lijnopstelling van het NUON park. Ongeveer 60 zwanen vliegen om de meest noordelijke turbine heen. De resterende 71 vogels aan de westkant van de turbines vertrekken in vier groepen in de schemering/donker richting IJsselmeer. Op de radar zijn de vliegpaden van deze groepen goed te volgen, terwijl de waarnemer buiten de aantallen per groep vaststelt. Een groep van 28 exemplaren vliegt parallel aan de turbines naar het zuiden om vervolgens door het eerdergenoemde 'gat' naar het oosten af te buigen. Twee groepjes (10 respectievelijk 3 zwanen) vliegen tussen de turbines door naar het oosten, terwijl een groep van 30 zwanen om de meest noordelijke turbine heen oostwaarts vliegt.

Tegelijkertijd zijn de 65 respectievelijk 4 zwanen ten oosten van het park in verschillende groepen in het donker richting IJsselmeer gevlogen.

10 januari 2007, ochtend

Op de ochtend van 10 januari 2007 arriveren de eerste zwanen een kwartier voor zonsopkomst bij het NUON park. Tussen 08:30u en 09:40u verzamelen ca. 147 kleine zwanen zich op een gerooid bietenperceel juist ten zuidoosten van de meest zuidelijke turbine van het windpark. Bij de vier noordelijke turbines arriveert een groep van 25 kleine zwanen rond zonsopkomst en strijkt neer op een perceel ten zuidwesten van deze lijnopstelling. Een uur na zonsopkomst arriveren 14 kleine en 2 wilde zwanen op een perceel ten oosten van de noordelijke lijnopstelling. Na een kwartier vliegen deze zwanen laag tussen de turbines door naar een perceel westelijk van de lijnopstelling nabij de Robbenoordweg. Bij de vier turbines ten zuiden van de Oom Keesweg wordt in de ochtend nog de passage van enkele kleine groepjes zwanen vastgesteld. Een groepje van 3 exemplaren vliegt daarbij op 10m hoogte tussen de turbines door.

Tijdens voornoemde drie waarneemsessies bij het NUON windpark aan de Waterkaaptocht is geen aanwijzing gevonden dat kleine zwanen overnachtten in de tochten en/of sloten nabij het windpark, zoals bij het ECN-testpark aan de Scherveweg van een beperkt aantal kleine zwanen wel is vastgesteld (zie paragraaf 6.2).

6.1.2 Vliegbewegingen ganzen

1 december 2006, namiddag en avond

Op 1 december 2006 bevinden zich aan het einde van de middag ca. 7.000 toendra-rietganzen en 271 kleine zwanen op een gerooide bietenakker tussen de Oosterkwelweg en de twee meest zuidelijke turbines aan de Waterkaaptocht. Om 16:15u, een kwartier voor zonsondergang, komt vanuit het zuidwesten een groep van ca. 1.500 rietganzen laag aanvliegen en landt bij de al aanwezige groep rietganzen en zwanen op de akker (tabel 6.1). Om zich bij de pleisterende vogels te voegen, vliegen deze ganzen op rotorhoogte tussen de drie meest zuidelijke turbines van het NUON windpark door. Om 16:50u, nog voor het donker, vliegen alle ganzen 'en masse' in zuidwestelijke richting naar een slaapplek op het IJsselmeer.

3 januari 2006, namiddag en avond

In de namiddag van 3 januari 2006 bevinden zich ca. 3.300 toendrarietganzen en 158 zwanen op een bietenperceel tussen de Robbenoordweg en de vier noordelijke turbines (tabel 6.1). De rietganzen vertrekken even na 17:00u in drie groepen (ca. 700, 2.200 respectievelijk 400 ganzen) in ZO richting. Alle groepen vliegen daarbij met een kleine boog om de meest zuidelijke turbine van de noordelijke lijnopstelling, door het 'gat' tussen beide lijnopstellingen van het NUON park. De grootste groep van ca. 2.200 ganzen vliegt daarbij in een breder front, maar koerst ook tussen de Oom Keesweg en de meest zuidelijke turbine van de noordelijke lijnopstelling. Alle ganzen passeren dit 'gat' op 50 – 80m hoogte.

10 januari 2007, ochtend

Op de ochtend van 10 januari 2007 worden rond 08:00u in het donker de eerste paar rietganzen waargenomen. Rond zonsopkomst arriveren vanuit de richting van het

ten ZO van de meest zuidelijke turbine van het NUON park, verzamelen zich binnen 20 minuten ca. 170 toendrarietganzen. Om 09:06u wordt de foeragerende groep ganzen opgejaagd door een bezoeker met auto aan de meest zuidelijke turbine. Alle ganzen vliegen in zuidelijke richting weg, terwijl de aanwezige groep kleine zwanen (op dat moment ca. 110 exemplaren) blijft zitten. Tot aan het eind van de waarneemsessie, 10:10u, keren ca. 250 ganzen terug naar dit perceel. Een kleinere groep van 50 rietganzen pleistert ten oosten van de twee noordelijke turbines van de zuidelijke opstelling. Bij de noordelijke vier turbines, ten noorden van de Oom Keesweg pleisteren geen ganzen. Wel vliegen hier, net als bij de zuidelijke lijnopstelling, in de ochtend bij daglicht regelmatig kleine groepjes ganzen langs en door het windpark.

6.2 Vliegbewegingen bij het ECN-testpark

6.2.1 Vliegbewegingen zwanen

21 november 2006, namiddag en avond

Op 21 november 2006 foerageert 's middags rond 14:30u een groep van 46 kleine zwanen op een gerooide bietenakker in het windpark, tussen de Scherveweg en de zuidelijke lijnopstelling. Later in de namiddag zijn deze zwanen hier verdwenen. Nabij de noordelijke lijnopstelling verblijft om 16:15u een groep van 13 zwanen en ten zuiden van de zuidelijke lijnopstelling een groepje van 4 zwanen op een perceel ten noorden van de Oostermiddenmeerweg. Een groep van 70 kleine zwanen en 4 wilde zwanen pleisteren tezamen met enkele honderden ganzen op een perceel ten zuiden van de Oostermiddenmeerweg (tabel 6.2). Deze laatste groep zwanen vliegt in het donker in kleine groepjes in O of ZO richting het IJsselmeer op en ondervindt geen hinder van de windturbines. De precieze vliegbewegingen van de twee andere groepjes pleisterende zwanen bij het windpark zijn bij afwezigheid van een radar niet allemaal precies gevolgd. Zoals zichtbaar in bijlage 2 zijn op deze avond zeven vliegbewegingen van zwanen nabij het windpark waargenomen. In totaal 11 zwanen zijn in het donker naar de Lage Kwelvaart gevlogen en hebben daar waarschijnlijk net ten zuiden van de zuidelijke lijnopstelling de nacht doorgebracht.

24 november 2006, namiddag en avond

In de namiddag van 24 november 2006 foerageren in totaal 294 kleine zwanen op twee percelen aan de Hoekvaart ten westen van het windpark. De eerste 2 zwanen vertrekken ruim een half uur na zonsondergang in ZZO richting naar het IJsselmeer en vliegen daarbij op zo'n 20m hoogte tussen de turbines van de zuidelijke lijnopstelling door. Alle andere zwanen vliegen in het donker in kleine groepjes naar het IJsselmeer. Op de radar is goed te zien dat de vogels daarbij eerst tussen beide lijnopstellingen doorvliegen, min of meer over de Scherveweg, en pas ten oosten van het park afbuigen naar het ZO (zie figuur in bijlage 2). Twee kleine zwanen zijn drie kwartier na zonsondergang naar de Hoekvaart gevlogen en hebben daar mogelijk overnacht.

Tabel 6.2. Aantal waargenomen zwanen en ganzen nabij het ECN-testpark en onderscheid van vliegbewegingen bij daglicht en in het donker tijdens vijf avonden in de periode 21 november 2006 – 16 januari 2007. De donkerperiode is gedefinieerd als een half uur na zonsondergang tot een half uur voor zonsopkomst.

soortgroep/datum	Avond / Ochtend	aantal	licht %	donker %
zwanen				
21-nov-06	A	94	10	90
24-nov-06	A	294	0	100
01-dec-06	A	351	0	86
07-dec-06	A	459	4	96
16-jan-07	A	9	44	56
ganzen				
21-nov-06	A	3.789	42	58
24-nov-06	A	1.566	7	93
01-dec-06	A	96	92	8
07-dec-06	A	2.680	5	95
16-jan-07	A	1.200	1	99

1 december 2006, namiddag en avond

In de namiddag van 1 december 2006 bevinden zich 48 kleine zwanen op een perceel ten oosten van het windpark, nabij de hoek Schervenweg met Zuiderdijkweg, en 3 wilde zwanen in het windpark ten zuiden van de Schervenweg. Ruim een uur na zonsondergang vliegen 2 zwanen parallel aan de Schervenweg in oostelijke richting naar het IJsselmeer. Er zijn hier geen andere vliegbewegingen van zwanen op deze avond waargenomen (maar waarnemingen niet ondersteund door radar die deze avond is opgesteld bij het NUON windpark aan de Waterkaaptocht).

Een groep van 300 kleine zwanen foerageert op een bietenakker op een perceel ten ZO van de lijnopstelling aan de Korte Medemblickertocht, dus op ruime afstand van het ECN-testpark. Deze vogels vliegen ruim een uur na zonsondergang in vier groepen in ZO richting naar het IJsselmeer.

7 december 2006, namiddag en avond

Bij aankomst in het windpark, 15:00u, foerageren tussen de Schervenweg en de zuidelijke lijnopstelling twee groepen van respectievelijk 147 en 132 kleine zwanen op gerooide bietenakkers. Juist ten ZO van de noordelijke lijnopstelling bevindt zich een groep van 98 kleine zwanen. Een vierde groep kleine zwanen foerageren tezamen met ca. 150 Canadese ganzen op een perceel tussen de zuidelijke lijnopstelling en de Oostermiddenmeerweg. Een groepje van 4 kleine zwanen foerageert nabij de hoek van de Oostermiddenmeerweg met de Zuiderdijkweg.

Al bij aankomst in het windpark vliegen kleine groepjes zwanen van de groep bij de noordelijke turbines naar de groepen ten zuiden van de Schervenweg. Van de groep ten noorden van de Schervenweg zijn in de namiddag en avond met de radar geen

het IJsselmeer gevlogen. Een uur na zonsondergang beginnen de in het windpark aanwezige zwanen naar zuidelijk gelegen slaapplekken te vliegen. De eerste groep van 4 zwanen vliegt tussen een turbine en de westelijke meetmast door en landt op de Lage Kwelvaart. Hierna vertrekken binnen een half uur alle zwanen in het park, telkens in kleine groepjes. Het merendeel van de op de radar en/of visueel zichtbare vliegbewegingen betreft zwanen die tussen de turbines door in zuidelijke richting wegvliegen. Enkele groepen stijgen eerst tegen de wind op naar het westen en vliegen dan min of meer over de Lage Kwelvaart zuidwaarts of buigen bij in ZO richting en vliegen dan tussen de westelijke turbines en de meetmast door. In de zuidelijke lijnopstelling stond, van W naar O gezien, de eerste en derde turbine deze avond stil. Omdat de radar dicht bij de groepen zwanen staat, zijn niet alle vliegbewegingen goed zichtbaar. Het is daarom niet duidelijk of meer zwanen op de Lage Kwelvaart zijn geland en daar overnacht hebben. Op basis van geluid- en zichtwaarnemingen lijkt het merendeel van de zwanen door de zuidelijke lijnopstelling naar het IJsselmeer te vliegen. Slechts van 4 zwanen is vastgesteld dat deze in oostelijke richting het windpark verlaten en naar het IJsselmeer vliegen. Ook van de groep zwanen ten zuiden van het windpark zijn geen vliegbewegingen waargenomen. Het is waarschijnlijk dat ook deze vogels in ZO richting naar het IJsselmeer zijn vertrokken.

16 januari 2007, namiddag en avond

In de namiddag zijn 9 zwanen in het windpark aanwezig in een grote groep toendrarietganzen op een gerooid wortelperceel tussen de Scherveweg en de noordelijke lijnopstelling. Vanwege de slechte weersomstandigheden en korte tijd om radar voor het donker klaar te hebben, is niet gezien om welke soort zwanen het ging, maar 's ochtends zijn 15 wilde zwanen op dit perceel tussen de rietganzen geteld (eigen waarneming W. Tjisen).

Rond zonsondergang vliegen 4 zwanen naar de Lage Kwelvaart en landen op de vaart ten noorden van de Scherveweg. Van de overige 5 zwanen zijn geen vliegbewegingen vastgesteld. In het donker (een uur na zonsondergang) was niet vast te stellen of er nog zwanen op de akker zaten en/of op de Lage Kwelvaart.

6.2.2 Vliegbewegingen ganzen

21 november 2006, namiddag en avond

In de middag van 21 november 2006 verblijven ca. 1.500 toendrarietganzen op een bouwland tussen de Hoekvaart en de Oosterterpweg ten westen van het windpark. Om 14:30u vliegen deze ganzen om onbekende reden op; ca. 1.200 vogels vliegen in ZW richting de Wieringermeer in en ca. 300 vogels vliegen naar het ZO, daarbij de zuidelijke lijnopstelling op rotorhoogte en deels erboven passerend. Later in de namiddag bevindt zich een groep van 110 toendrarietganzen en 150 grauwe ganzen tezamen met kleine en wilde zwanen ten zuiden van de Oostermiddenmeerweg, op ruime afstand van het windpark. Het merendeel van deze laatste groep ganzen vliegt in het donker het IJsselmeer op. Tijdens de waarneemessie in het windpark vliegen enkele groepen bij daglicht door het park, tussen beide turbinerijen min of meer over de Scherveweg (zie figuur in bijlage 2). Een groepje van 7 toendrarietganzen vliegt rond zonsondergang op rotorhoogte door de zuidelijke turbinerij. In de schemering/donker passeren vanuit de

Wieringermeer ruim ten zuiden van het windpark, enkele grote groepen rietganzen (totaal ca. 1.900 ganzen) op slaaptrek naar het IJsselmeer. Deze vogels vliegen in een ongeveer 500m breed front op relatief grote hoogte ('boven rotorhoogte') min of meer over de Oostermiddenmeerweg naar het oosten en ontwijken daarmee zowel de zuidelijke lijnopstelling van het ECN-testpark als de lijnopstelling langs de Korte Medemblickertocht.

24 november 2006, namiddag en avond

Op de namiddag van 24 november 2006 zijn geen ganzen aanwezig nabij het windpark. Tijdens het opstellen van de radar passeren 60 toendrarietganzen op rotorhoogte in westelijke richting ten zuiden van de noordelijke lijnopstelling en 50 grauwe ganzen in oostelijke richting over de Scherveweg. Ruim drie kwartier na zonsondergang passeert ten zuiden van het windpark een grote groep rietganzen (ca. 1.200 ex.) richting IJsselmeer. Op de radar is te zien dat de ganzen in een breed front precies tussen de zuidelijke lijnopstelling van het ECN-testpark en de lijnopstelling langs de Korte Medemblickertocht doorvliegen. Twintig minuten later volgt nog een groep van zo'n 200 ganzen die dezelfde koers volgen. Twee groepen van 16 respectievelijk 40 rietganzen op weg naar het IJsselmeer passeren tenslotte in het donker juist ten noorden van het windpark.

1 december 2006, namiddag en avond

Ook in de namiddag en avond van 1 december 2006 zijn geen ganzen aanwezig bij het windpark. Rond zonsondergang vliegt een groep van 38 ganzen in oostelijke richting over de Wieringermeerdijk. Deze vogels vliegen tussen beide lijnopstellingen door. Een kwartier later volgt een groep van 50 ganzen met dezelfde koers. In het donker landen nog 8 ganzen in het windpark ten zuiden van de noordelijke lijnopstelling. Er zijn hier geen andere vliegbewegingen van ganzen op deze avond waargenomen (maar waarnemingen niet ondersteund door radar die deze avond is opgesteld bij het NUON windpark aan de Waterkaaptocht).

7 december 2006, namiddag en avond

Op 7 december 2006 verblijven in de namiddag geen ganzen in het park, met uitzondering van een groep van ca. 150 Canadese ganzen op een perceel tussen de zuidelijke lijnopstelling en de Oostermiddenmeerweg. Hier waren eerder op de dag ca. 1.000 rietganzen aanwezig (eigen waarneming W. Tijsen). Tijdens het opstellen van de radar en daarna vliegen acht groepen ganzen voorbij (totaal 130 ex.), geen van deze groepen vliegt tussen de turbines door. Meer dan een half uur na zonsondergang vliegt vanuit de Wieringermeer een grote groep van ca. 1.800 rietganzen naar het IJsselmeer. Zoals ook op beide waarneemsessies in november is vastgesteld, vliegen de ganzen in een breed front ten zuiden van het windpark en ten noorden van de lijnopstelling aan de Korte Medemblickertocht. Een half uur later passeert nogmaals een groep van vele honderden ganzen ten zuiden van het windpark met dezelfde koers. Meer dan anderhalf uur na zonsondergang komt nog een groep ganzen uit het westen richting windpark gevlogen. Op de radar is goed te zien dat deze groep uitwijkt voor de zuidelijke

turbinelijn, in NW richting buigt en uiteenvalt in minstens drie groepen die hun weg naar het IJsselmeer vervolgen.

16 januari 2007, namiddag en avond

In de namiddag zijn ca. 1.200 toendrarietganzen en enkele zwanen in het windpark aanwezig op een gerooid wortelperceel tussen de Schervenvweg en de noordelijke lijnopstelling. Rond zonsondergang vliegen 17 ganzen vanuit deze groep naar het IJsselmeer, ten zuiden en parallel aan de noordelijke turbineopstelling. Alle andere ganzen vliegen ruim een half uur na zonsondergang 'en masse' en in brede waaiers naar het IJsselmeer. De vogels blijven hierbij ten zuiden van de noordelijke lijnopstelling.

6.3 Verdeling van vliegbewegingen door en om de windparken

In hoofdstuk 7 is op basis van vastgelegde vliegbewegingen door en langs de windparken het aanvaringsrisico voor zwanen en ganzen van beide onderzochte windparken beschreven. Voordat een dergelijke analyse uitgevoerd kan worden is het onder andere nodig om vast te stellen welk aandeel van de vliegbewegingen om en door het windpark mogelijk risicovol is. Vogels die niet in de directe omgeving van een windpark verblijven of vliegen kunnen uiteraard ook niet met betreffende windturbines in aanvaring komen. Hetzelfde geldt voor vogels die wel in de nabijheid van een windpark verblijven, maar die bij het opvliegen zich direct van de turbineopstelling verwijderen. Indien de windturbines niet tussen verschillende foerageergebieden of tussen foerageergebied en slaappleaats zijn opgesteld, ondervinden de vogels geen hinder tijdens het vliegen tussen dergelijke gebieden. Op 1 december 2006 verbleef bijvoorbeeld een grote groep rietganzen (8.500 ex.) op een perceel ten oosten van de turbineopstelling van NUON aan de Waterkaaptocht. Deze groep ganzen sliep die avond op het IJsselmeer ten oosten van het foerageergebied en ondervond tijdens de slaaptrek daarom geen hinder van dit windpark. Een deel van deze groep (1.500 ex.) was echter eerder in de namiddag vanuit elders in de Wieringermeer en ten westen van het windpark naar dit perceel gevlogen en doorkruiste toen wel het windpark (zie figuur van betreffende dag in bijlage 2). De foerageervlucht van laatstgenoemde groep is in potentie risicovol (want mogelijk aanvaringen met betreffende windturbines), de slaaptrek van eerstgenoemde groep is zonder risico (voor wat betreft aanvaringen met het betreffende windpark op dat moment).

In tabel 6.3 is aangegeven welk aandeel van de waargenomen vliegbewegingen van zwanen en ganzen bij beide onderzochte windparken potentieel risicovol was. Een aantal van deze vogels is echter tijdens de slaaptrek alsnog uitgeweken voor betreffende turbines, en alleen het resterende aantal dat daadwerkelijk tussen de turbines is doorgevlogen (of dicht buitenom de buitenste turbines) had een risico om met deze turbines in aanvaring te komen. In tabel 6.3 is dit aantal uitgedrukt als aandeel van het totale aanbod; deze 'flux' wordt in hoofdstuk 7 gebruikt om het aanvaringsrisico te berekenen. Voor zwanen is de berekende flux voor beide windparken gemiddeld 14% bij het ECN-testpark en 19% bij het NUON park. Gebaseerd op de waarnemingen bij beide parken betekent dit dat ca. 16% van de aanwezige zwanen nabij deze windparken

tijdens de slaaptrek tussen de turbines van het windpark door zal vliegen. Voor ganzen betreft dit gemiddeld 2% bij het ECN-testpark en 10% bij het NUON park (tabel 6.3).

Tabel 6.3 Verdeling van de vliegbewegingen van zwanen en ganzen door en om de het ECN-testpark en het windpark Waterkaaptocht. Voor beide windparken is voor iedere waarneemdatum voor zwanen en ganzen weergegeven: het aantal vogels dat ter plaatse in (de directe omgeving van) het windpark verbleef (A), het aantal vogels dat vanaf elders langs of door het windpark vloog (B), welk deel van dit totale aanbod tijdens de slaaptrek door of nabij het windpark vloog (C) en welk deel hiervan uitweek (D) of tussen de turbines door vloog (E). In de laatste kolom is het aantal vogels dat tussen de turbines doorvloog weergegeven als percentage van het totale aanbod.

	totaal aantal t.p. elders		potentieel risicovol aantal %		uitwijken aantal %		tussen turbines door		
	A	B	C	C / (A+B)	D	D/C	E	E/C	E / (A+B)
ECN-testpark									
<i>zwanen</i>									
21-11-2006	74	3	17	18	13	76	4	24	4
24-11-2006	294	0	294	100	288	98	6	2	2
01-12-2006	51	0	51	100	51	100	0	0	0
07-12-2006	459	0	302	66	4	1	298	99	65
16-01-2007	9	0	9	100	9	100	0	0	0
gemiddeld						75		25	14
<i>ganzen</i>									
21-11-2006	1.772	2.017	2.344	62	2.037	87	307	13	8
24-11-2006	0	1.566	1.566	100	1.566	100	0	0	0
01-12-2006	0	96	96	100	96	100	0	0	0
07-12-2006	0	2.680	2.680	100	2.679	100	1	0	0
16-01-2007	1.217	0	1.217	100	1.217	100	0	0	0
gemiddeld						97		3	2
NUON windpark									
<i>zwanen</i>									
01-12-2006	345	6	153	43	42	27	111	73	32
03-01-2007	227	0	158	70	121	77	37	23	16
10-01-2007	188	18	53	26	34	64	19	36	9
gemiddeld						56		44	19
<i>ganzen</i>									
01-12-2006	7.000	1.623	1.623	19	28	2	1.605	99	19
03-01-2007	3.300	4	3.304	100	3.304	100	0	0	0
10-01-2007	308	120	123	29	75	61	48	39	11
gemiddeld						54		46	10
gemiddeld beide windparken									
zwanen						68		32	16
ganzen						81		19	5

De in deze studie vastgestelde hoge uitwijkpercentages (gemiddeld voor beide windparken 84% voor zwanen en 95% voor ganzen) zijn niet uitzonderlijk en ook voor andere soortgroepen bij andere windparken vastgesteld. Poot *et al.* (2001) zagen bij een windpark van 19 turbines aan de Eemmeerdijk (provincie Flevoland) dat tijdens negen waarneemsessies vrijwel alle passerende ganzen en zwanen om of over (boven rotorhoogte) het windpark heen vlogen. Ook van andere soortgroepen (eenden, steltlopers, meeuwen) werd slechts sporadisch vastgesteld dat vogels tussen de turbines door vlogen.

Bij een windturbine op het sluizencomplex van Den Oever, is waargenomen dat passerende sterns op slaaptrek de turbine actief meden. In een strook van 50 - 100m aan weerszijde van de windturbine waren de aantallen passerende stern aanzienlijk kleiner dan in sectoren verder van de turbine. Van individuele sterns die wel dicht langs de turbine vlogen, is regelmatig uitwijkgedrag vastgesteld (Dirksen *et al.* 1998).

Bij het offshore windpark Tunø Knob (10 turbines) in Denemarken vertoonden eiders in hun nachtelijke vliegbewegingen actieve vermijding van de omgeving van het windpark en was een geringere vliegactiviteit rond het windpark en lage aantallen vliegbewegingen door het windpark het resultaat (Tulp *et al.* 1999). Dit vermijden door eiders is recent ook door Petersen *et al.* (2006) waargenomen bij twee andere Deense offshore windparken. Bij het offshore windpark Nysted in Denemarken, werd door hen een afname van ca. 73% vastgesteld met betrekking tot het gebruik van het luchtruim in het windpark door trekvogels (vooral eiders). Radargegevens van het offshore windpark Horns Rev laten zien dat tussen de 71 en 86% van alle vogelecho's die binnen een afstand van 1,5-2 km op het windpark aanvliegen uiteindelijk dit windpark niet doorkruisten (Petersen *et al.* 2006).

Ook bij het Windpark Lely (4 turbines) in het IJsselmeer is risicomijdend vlieggedrag vastgesteld. Het betrof hier het uitvliegen in het donker van duikeenden die nabij de IJsselmeerdijk rustten en 's avonds na zonsondergang het IJsselmeer opvlogen om te foerageren. In donkere nachten werd meer vermijden (91%) van de turbinelijn vastgesteld dan in lichte nachten (82%), toen 18% van de waargenomen vliegbewegingen van eenden ook de turbinelijn tussen de turbines kruisten (van der Winden *et al.* 1996).

6.4 Verschillen in vliegbewegingen tussen zwanen en ganzen

Uit de waarnemingen aan vliegende en pleisterende zwanen en ganzen bij het windpark Waterkaaptocht en bij het ECN-testpark zijn een aantal verschillen in vlieggedrag tussen beide soortgroepen af te leiden. Ten eerste lijkt het, op basis van zeven avonden waarnemen, dat ganzen hier 's avonds eerder naar de slaapplek vertrekken dan zwanen (tabel 6.1 en 6.2). Ten tweede vliegen de ganzen *en masse* en soms in breed uitwaaierende fronten naar de slaapplek, terwijl de zwanen dit in kleinere groepen plegen te doen waarbij de vogels achter elkaar of dicht bij elkaar vliegen.

Op beide waarneemavonden bij het NUON windpark bevonden zich enkele duizenden rietganzen en enkele honderden kleine zwanen in gemengde groepen foeragerend bij het windpark. Bij het massaal opvliegen van de ganzen, bleef het merendeel van de zwanen onverstoord verder foerageren. Op 1 december 2006

vertrokken de eerste zwanen ca. 10 minuten later dan de ganzen naar de slaappleats. Een half uur later was het merendeel van de zwanen vertrokken, maar 2 uur na zonsondergang vertrokken nog steeds zwanen naar de slaappleats. Op 3 januari vertrokken de eerste zwanen ongeveer tegelijkertijd met de ganzen en waren de laatste zwanen een half uur na de laatste ganzen vertrokken. Bij het ECN-testpark is dit verschil in 'timing' ook vastgesteld, maar vertrokken de ganzen vaker ook in de schemering/donker naar de slaappleatsen, echter altijd vroeger dan de aanwezige zwanen.

Op drie van de vijf waarneemavonden passeerden ten zuiden van het ECN-testpark enkele duizenden ganzen op slaaptrek vanuit elders in de Wieringermeer in oostelijke richting naar het IJsselmeer. Dit gebeurde op alle drie de avonden een half uur tot drie kwartier na zonsondergang. Deze slaaptrek verliep over een honderden meters breed front, maar op de radar was goed zichtbaar dat dit front precies tussen de zuidelijke turbinelijn van het ECN-testpark en de lijnopstelling aan de Korte Medemblickertocht passeerde. Grote groepen ganzen die tijdens de slaaptrek door het ECN-testpark vlogen, hielden hierbij meestal ook (ruim) afstand van de turbinelijnen.

Dit geeft aan dat de ganzen in de schemer en zelfs donkerperiode deze lijnopstellingen goed zien en weten te ontwijken. Zowel in het ECN-testpark als in het NUON park vlogen in de schemering (zonsondergang tot een half uur later) of daarna geen ganzen tussen de turbines door. Dit is een derde verschil met de zwanen, waarvan dit gedrag in beide onderzochte windparken wel bij verschillende groepen is vastgesteld. Met de radar en door visuele waarnemingen was goed te zien dat zwanen ook in het donker (1 – 2 uur na zonsondergang) soms nog tussen de turbines door vlogen.

Tijdens de ene waarneemochtend op 10 januari 2007 bij het NUON park is vastgesteld dat beide soortgroepen toen voornamelijk bij daglicht en telkens in kleine groepen bij het windpark arriveerden. Bij daglicht is zowel in de namiddag als 's ochtends vastgesteld dat zowel zwanen als ganzen soms op of onder rotorhoogte tussen de turbines doorvliegen (zie ook §6.3).

6.5 Vergelijking van waarnemingen voor en na bouw ECN-testpark

Onderzoek in winter 2000/2001

In de winter van 2000/2001 zijn tussen 30 december en 1 februari op vijf avonden en vier erop volgende ochtenden, ondersteund door radar, waarnemingen gedaan aan slaaptrek van kleine zwanen en rietganzen in en nabij de locatie van het ECN-testpark. De resultaten van dit veldonderzoek in de nulsituatie (dus nog zonder windturbines) zijn beknopt vastgelegd in Schekkerman *et al.* (2001) en worden in de volgende alinea samengevat.

In de winter van 2000/2001 is de locatie van het ECN testpark en de nabije omgeving ervan, regelmatig gebruikt door honderden tot duizend kleine zwanen en tot enkele duizenden toendrarietganzen. Het gebruik van slaappleatsen door deze vogels bleek nogal variabel. Kleine zwanen sliepen geregeld in grote aantallen (op drie avonden

Lage Kwelvaart) in en vlakbij het toen nog aan te leggen windpark. Op andere avonden sliepen ze op het IJsselmeer, vlak achter de Wieringermeerdijk, bij de Oude Zeug of verder weg, richting Vooroevers ten oosten van Medemblik. De slaaptrek vond meestal in de schemering plaats. In heldere nachten bleef echter een deel van de vogels op de akkers foerageren, waarbij ook in het donker gevlogen werd. Bovendien vlogen in één nacht waarschijnlijk honderden vogels in het donker van het IJsselmeer terug naar de genoemde tochten.

Toendrarietganzen leken iets regelmatig in hun slaappleatskeuze, met een regelmatig gebruikte grote slaappleats op het IJsselmeer bij de Oude Zeug. Soms overnachtten de vogels echter elders. Slapen in de tochten in en bij de locatie van het ECN-testpark werd maar éénmaal vermoed en betrof toen ca. 200 ganzen. De timing van de slaaptrek bleek erg variabel; soms vertrokken de vogels nog in het daglicht, soms ook pas uren na donker. Ook rietganzen bleven in sommige nachten foerageren op de akkers, waarbij ook lokale vluchten optraden (Schekkerman *et al.* 2001).

Vergelijking met winter 2006/2007

Ten opzichte van de hierboven beschreven waarnemingen in de nulsituatie in de winter van 2000/2001, zijn de volgende overeenkomsten en verschillen in slaaptrekgedrag in de winter van 2006/2007 vastgesteld.

In de laatste winter zijn tijdens de vijf avondbezoeken aan het ECN-testpark nauwelijks overnachtingen van zwanen op de tochten in en bij het windpark vastgesteld. Hoewel op vier van de vijf avonden zwanen in het donker naar de tochten vlogen en daar waarschijnlijk ook overnacht hebben, betrof dit telkens slechts enkele individuen (maximaal 11 ex. op 21 november 2006). Dit staat in schril contrast tot de enkele honderden (maximaal 700 ex.) die op drie van de vijf waarneemavonden in de winter van 2000/2001 op dezelfde tochten sliepen.

In de winter van 2006/2007 sliepen vrijwel alle zwanen, die in de omgeving van het ECN-testpark foerageerden, 's nachts op het IJsselmeer. In beide winters is tijdens de avondwaarnemingen geen slaaptrek richting de Waddenzee waargenomen. Omdat in de winter 2006/2007 na vertrek van de zwanen naar de slaappleatsen waarnemingen niet zijn gecontinueerd, is niet bekend of daarna in het donker nog vogels zijn teruggekeerd naar de tochten of percelen in en rond het windpark. Dit is wel een enkele keer vastgesteld in winter 2000/2001 toen tijdens twee waarneemavonden eveneens is vastgesteld dat zwanen tot laat in het donker en zelfs 's nachts op de akkers bleven foerageren. Op deze avonden was het (bijna) volle maan en relatief licht.

Met behulp van met satellietzenders uitgeruste kleine zwanen is in de winter van 2005/2006 door onderzoekers van het NIOO vastgesteld dat zwanen tevens gebruik maken van het Amstelmeer en het Normerven/Waddenzee als slaappleats en de dijkwielen bij het Dijkgatbos (gegevens NIOO, Jan van Gils). Dit betreft waarschijnlijk vooral vogels die overdag in het noordelijke deel van de Wieringermeer in de nabijheid van betreffende slaappleatsen foerageren, hoewel zwanen soms tot op meer dan 10 km van de slaappleats foerageren (Van Gils & Tijsen 2007).

Voor wat betreft ganzen is, in tegenstelling tot winter 2000/2001, in de winter van 2006/2007 nauwelijks slaaptrek laat in het donker vastgesteld. Zoals beschreven in §6.4 vond in de winter van 2006/2007 massale slaaptrek van enkele duizenden rietganzen naar het IJsselmeer vooral in de schemerperiode plaats. Dit is een opvallend verschil met de winter 2000/2001 toen in ieder geval op twee avonden een deel van de aanwezige rietganzen 's nachts op de akkers bleef foerageren en/of mogelijk op de tochten overnachtte.

In de winter 2000/2001 werd door de rietganzen vooral in de omgeving van de Oude Zeug op het IJsselmeer overnacht, terwijl in de winter 2006/2007 de ganzen iets zuidelijker het IJsselmeer opvlogen (maar onbekend is waar ze op het IJsselmeer overnachtten).

Invloed van windturbines

De hierboven beschreven verschillen in slaaptrekgedrag tussen beide winters kunnen niet zonder meer toegeschreven worden aan de aanwezigheid van het ECN-testpark. Mogelijk heeft de aanwezigheid van de windturbines nabij de Lage Kwelvaart er wel toe geleid dat de kleine zwanen minder graag in deze tocht overnachten (verstoring door geluid). Hoewel de onderzoeksopzet in beide winterseizoenen zoveel mogelijk op elkaar aansloot, kan echter niet worden uitgesloten dat in de beperkte onderzoekstijd verschillen in weersomstandigheden geleid hebben tot ander slaaptrekgedrag. In 2000/2001 bleven zwanen bijvoorbeeld foerageren op twee maanverlichte nachten. Tijdens de waarnemingen in winter 2006/2007 was het echter bijna telkens geheel bewolkt. Ook op de enige waarneemavond met volle maan (6 december 2006) was het wisselend bewolkt met een enkele bui en harde wind. In winter 2006/2007 zijn 's nachts geen waarnemingen verzameld, zodat niet kan worden uitgesloten dat in het donker alsnog zwanen en/of ganzen vanaf het IJsselmeer terug zijn gevlogen naar de percelen of tochten in en nabij het ECN-testpark.

Het patroon in de slaaptrek van zwanen en ganzen, zoals vastgesteld bij het ECN-testpark in de winter van 2006/2007, lijkt ook elders in de Wieringermeer van toepassing, getuige de waarnemingen bij het windpark aan de Waterkaaptocht en de relatief vroege slaaptrek van ganzen naar het IJsselmeer vanuit westelijker in de Wieringermeer gelegen foerageergebieden. Het omvat tevens vogels en gebieden die niet binnen de mogelijke beïnvloedingszone van windparken zijn gelegen.

Hiermee vormen (ook) factoren anders dan de oprichting van het ECN-testpark (en andere windparken in de Wieringermeer sinds 2000) een waarschijnlijke verklaring voor de veranderde slaaptrekpatronen, zoals variatie in weersomstandigheden. Ook worden bijvoorbeeld vaker foeragerende vogels op kwetsbare landbouwgewassen verstoord, als gevolg van het sinds 1 oktober 2005 ingestelde beleid rondom verjaag- en opvanggebieden voor ganzen en smienten. Buiten de opvanggebieden is verjaging namelijk verplicht om in aanmerking te komen voor tegemoetkoming in schade. In de Wieringermeer zijn op dit moment geen opvanggebieden voor ganzen of smienten ingesteld. In hoeverre dit ook het nachtelijk foerageergedrag zou beïnvloeden is niet bekend.

6.6 Conclusies

Voor zwanen is de berekende flux (het aantal vogels dat tussen de turbines door vliegt ten opzichte van het totale aanbod) bij het ECN-testpark gemiddeld 14% en bij het NUON park 19% van de aanwezige vogels. Gebaseerd op in totaal acht waarneemsessies betekent dit dat ca. 16% van de aanwezige zwanen nabij deze windparken tijdens de slaaptrek tussen de turbines van het windpark door zal vliegen. Voor ganzen betreft dit gemiddeld 2% bij het ECN-testpark en 10% bij het NUON park oftewel 5% gemiddeld op basis van alle waarnemingen bij beide parken. Zowel in het ECN-testpark als in het NUON park vlogen in de schemering (zonsondergang tot een half uur later) of daarna geen ganzen meer tussen de turbines door. Dit is een verschil met de zwanen, waarvan in beide windparken van verschillende groepen is vastgesteld dat deze ook in het donker (1-2 uur na zonsondergang) soms nog tussen de turbines door vlogen.

In het oostelijke deel van de Wieringermeer vertrokken ganzen 's avonds eerder naar de slaappleats dan zwanen, maar beide soortgroepen vertrokken in de schemer of, met name zwanen, in het donker. De slaaptrek van ganzen had een massaler karakter dan die van zwanen omdat de veel grotere groepen (soms enkele duizenden) meestal *en masse* en soms in breed uitwaaiierende fronten naar de slaappleats vlogen, terwijl de zwanen dit meer verspreid over de namiddag/avond in kleinere groepen (maximaal enkele tientallen per groep) pleegden te doen, waarbij de vogels achter elkaar aan of dicht bij elkaar bleven vliegen.

In tegenstelling tot de nulsituatie in de winter van 2000/2001, toen maximaal 700 zwanen en mogelijk 200 ganzen in de tochten in en nabij de locatie van het ECN-testpark overnachtten, is dit in de winter van 2006/2007 nauwelijks vastgesteld (hooguit een tiental kleine zwanen en geen rietganzen). Ook vertrokken zowel zwanen als ganzen in winter 2006/2007 in het algemeen duidelijk vroeger naar de slaappleatsen dan in winter 2000/2001. In laatstgenoemde winter is op enkele avonden vastgesteld dat zwanen en/of ganzen zelfs de hele nacht op de akkers bleven foerageren, met name tijdens maanverlichte nachten. Het is onduidelijk in hoeverre de aanwezigheid van het ECN-testpark een factor is die deze verschillen in slaaptrekgedrag verklaart, maar het lijkt aannemelijk dat andere factoren, zoals bijvoorbeeld weersomstandigheden, een belangrijker rol spelen.

7 Aanvaringsslachtoffers

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven van het onderzoek naar de aanvaringsslachtoffers. Beschreven wordt wat is aangetroffen aan slachtoffers (§7.1), hoe snel vogels verdwenen uit het gebied (§7.2), waarna berekend wordt wat het aantal aanvaringsslachtoffers is (§7.3). Tot slot wordt op basis van het aantal vliegbewegingen door het windpark berekend wat het aanvaringsrisico is van zwanen en ganzen met de turbines (§7.4).

In hoofdstuk 4 is gesproken over de aantallen zwanen en ganzen in de twee onderzoeksgebieden. De volgende informatie dient als achtergrond bij dit hoofdstuk over aanvaringsslachtoffers. Het gemiddeld aantal zwanen dat aanwezig was in het studiegebied rond zowel het windpark Waterkaaptocht als het ECN-testpark, gedurende de periode dat gezocht werd naar aanvaringsslachtoffers, is weergegeven in tabel 7.1.

Tabel 7.1. Gemiddeld aantal kleine zwanen en toendrarietganzen aanwezig per dag in het studiegebied (ECN: alleen directe omgeving van turbines, excl. controle-gebied); tijdens de periode waarin slachtoffers gezocht werden.

	# kleine zwaan	# toendrarietgans
ECN-testpark	164	4306
Waterkaaptocht	99	302
totaal	263	4608

7.1 Gevonden slachtoffers

Gevonden vogels

In totaal is gedurende een periode van ruim twee maanden gezocht naar vogelslachtoffers. In tabel 7.2 wordt een overzicht gegeven van de dagen waarop gezocht is naar aanvaringsslachtoffers en overige karakteristieken van deze zoekdagen. Binnen dit tijdsbestek is op 31 dagen gezocht. Twee keer is een dode vogel aangetroffen in het gebied.

Op 1 december werd een kleine zwaan gevonden bij het windturbinepark Waterkaaptocht. De vogel lag ten noordwesten van de 2^{de} turbine vanaf N, op een afstand van ongeveer 150 m van de turbine, op een gerooide bietenakker. De vogel lag 30 m naast een plek met veren, wat erop duidt dat de zwaan aangevreten was door een roofdier. Op de twee dagen daarvoor is het gebied wel bezocht, maar is de vogel niet gezien, wat erop duidt dat de vogel waarschijnlijk in de nacht van 30 november op 1 december is gestorven.

Op 5 december werd wederom een kleine zwaan gevonden, niet ver van de eerste vogel in het windpark Waterkaaptocht. Deze vogel lag ca. 300 m westelijk van de meest noordelijke turbine. Er werden geen veren aangetroffen in de omgeving van de vogel. Twee dagen voor de vondst (3 december) is het gebied bezocht maar is geen

Op beide dagen heerste een harde zuid- tot zuidwestenwind, die in de nacht van 4 op 5 december stormachtig was (5-6 Bft). Een aanvaringsslachtoffer zou naar verwachting derhalve eerder in noordoostelijke richting van een turbine neerkomen dan in westelijke of noordwestelijke richting. Door de ligging van een brede vaart langs de turbines, is het niet mogelijk dat een slachtoffer door een predator zou worden versleept van de oostelijke zijde van een turbine naar de westelijke zijde van een turbine. De periode viel rond volle maan.

Afgezien van de twee kleine zwanen zijn geen andere zwanen dood gevonden in het onderzoeksgebied, evenmin zijn er slachtoffers van andere vogelsoorten gevonden.

Tabel 7.2 *Overzicht van dagen waarop gezocht is naar aanvaringsslachtoffers, het tijdsinterval tussen opeenvolgende zoekdagen, het aantal turbines dat is afgezocht op elke datum, het totaal oppervlak dat per datum is afgezocht (m²), en het aantal slachtoffers dat is gevonden, zowel voor alleen die gevallen waar kadavers duidelijk aanvaringsslachtoffers waren (min), als voor ook kadavers met onduidelijke doodsoorzaak (max).*

datum	interval	tot # turb	tot opp	# sl.o max	#sl.o min
27-nov-06		17	508.469	0	0
29-nov-06	2	17	508.469	0	0
1-dec-06	2	13	382.805	1	0
3-dec-06	2	13	382.805	0	0
5-dec-06	2	13	382.805	1	0
7-dec-06	2	13	382.805	0	0
10-dec-06	3	13	382.805	0	0
12-dec-06	2	17	508.469	0	0
15-dec-06	3	17	508.469	0	0
17-dec-06	2	17	534.071	0	0
20-dec-06	3	17	534.071	0	0
22-dec-06	2	17	534.071	0	0
24-dec-06	2	17	534.071	0	0
26-dec-06	2	17	534.071	0	0
28-dec-06	2	17	534.071	0	0
30-dec-06	2	17	534.071	0	0
1-jan-07	2	17	534.071	0	0
3-jan-07	2	17	534.071	0	0
5-jan-07	2	17	534.071	0	0
7-jan-07	2	17	534.071	0	0
9-jan-07	2	17	534.071	0	0
12-jan-07	3	17	534.071	0	0
14-jan-07	2	17	534.071	0	0
16-jan-07	2	17	534.071	0	0
19-jan-07	3	17	534.071	0	0
21-jan-07	2	17	534.071	0	0
25-jan-07	4	17	534.071	0	0
27-jan-07	2	17	534.071	0	0
29-jan-07	2	17	534.071	0	0
31-jan-07	2	17	534.071	0	0
2-feb-07	2	17	534.071	0	0
totaal	71	507	15.697.457	2	0

NB: totaal zoekoppervlak varieert met afzoekbaar oppervlak en aantal afzoekbare windturbines (zie §3.3.1).

Beschrijving vogels

De kleine zwaan gevonden op 1 december toonde sporen van vraat door een predator, mogelijk een vos. De kop was met een groot deel van de hals van de vogel gescheurd, de borst was met een groot deel van de vogel sterk aangegeeten. De vondst van de vogel op 30 m afstand van een grote verenplek duidt eveneens op predatie. De kleine zwaan gevonden op 5 december toonde eveneens sporen van vraat. Ook hier was de kop eraf, de borst eraf, en de vogel flink aangegeeten. Figuur 7.1 laat foto's zien van de twee gevonden slachtoffers.

Vervolgens zijn beide vogels naar het CIDC in Lelystad gestuurd voor inwendige examinatie (zie ook bijlage 3). Van beide vogels was de hals er niet volledig af, maar was ca. 5 cm over. De halsrand was rafelig, maar de oorzaak dat de hals eraf lag kon op basis van het beeld niet bepaald worden. Botten van beide vogels waren heel, vleugels waren in prima staat. De inwendige organen van de vogels waren goeddeels weg, waardoor eventuele bloedingen niet te zien waren. Ook de conditie van de vogels was niet meer te bepalen doordat het spier- en vetweefsel opgegeten was. De doodsoorzaak was door de staat van de vogels derhalve niet te achterhalen op basis van inwendig onderzoek.



Figuur 7.1 Vindplaats en indruk van dode kleine zwanen gevonden op 1 december 2006 (boven) en op 5 december 2006 (onder). Foto's: Wim Tijsen.

Doodsoorzaak vogels

Beide vogels zijn op meer dan 100 m van de turbine gevonden, in een richting die niet overeenkomt met de overheersende windrichting. Bovendien zijn beide vogels aangegeten door een predator. Er is geen letsel aangetroffen dat in de richting wijst van een aanvaring met een turbine, hoewel eventuele lichaamsdelen met letsel volledig kunnen zijn verwijderd door de vraat. Deze bevindingen maken het zeer onwaarschijnlijk dat de vogels het slachtoffer zijn geworden van een aanvaring met een turbine. Waarschijnlijker is het dat de vogels zijn gedood door een predator of door een natuurlijke oorzaak zijn gestorven.

7.2 Verdwijnsnelheid

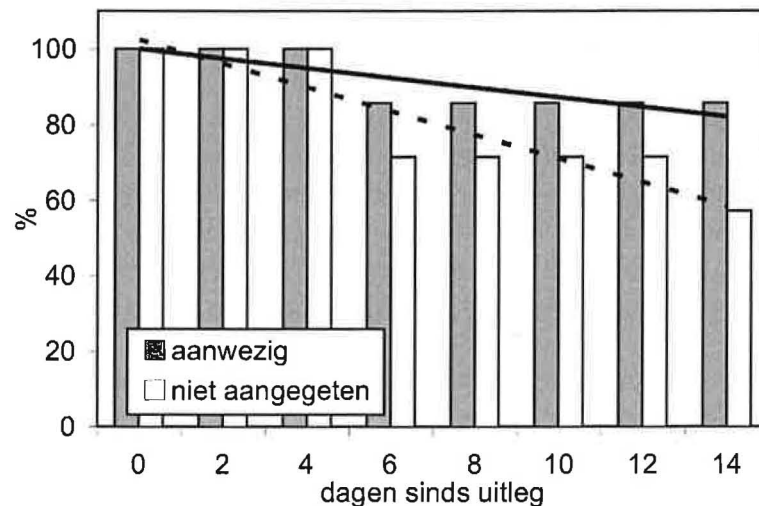
In totaal zijn zeven vogels (1 rotgans, 4 kleine zwanen, 2 knobbelzwanen) uitgelegd om te bepalen hoe snel vogels verdwenen uit het studiegebied, door predatie of anderszins. Tabel 7.3 geeft een overzicht van de resultaten van deze proef. De proef duurde 14 dagen. De vogels beleven gemiddeld bijna 13 dagen liggen. Het gemiddeld aantal dagen dat een vogel onaangegeten bleef was 11 dagen. Drie vogels werden in de proefperiode aangegeten, de rotgans (nr 1) na 13 dagen, een knobbelzwaan (nr 4) na 4 dagen, en een kleine zwaan (nr 6) eveneens na 4 dagen. Alleen een knobbelzwaan (nr 4) werd na 4 dagen begraven door een vos aan de voet van de turbine, en was hierdoor niet meer zichtbaar. Slechts 2 vogels werden verplaatst, over respectievelijk 1 en 25 m van de oorspronkelijke uitlegplek.

Tabel 7.3 Overzicht van de proef naar verdwijnsnelheid van vogels. Aangegeven zijn de soort die is uitgelegd, datum van uitleg, het windpark waarin de vogel is uitgelegd (OMM=Oostenmiddenmeer, WK=Waterkaaptocht, ECN=ECN-testpark), het aantal dagen dat de proef heeft geduurd (# d gelegen), het type akker ondergrond waarop de vogel lag, het aantal dagen dat de vogel niet is verdwenen, en niet is aangegeten, het aantal meter dat de vogel in totaal is verplaatst, turbine waar de vogel is uitgelegd, en afstand en richting van de vogel tot de turbine.

vogelnr	soort	datum uitleg	park	d gelegen	ondergrond	#d niet weg	#d niet aangegeten	#m verplaatst totaal	bij turbine	afstand tot molen	richting vanaf molen
1	rotgans	7-dec-06	OMM	15	geploegde akker	15	13	0	3	7	ZW
2	kleine zwaan	21-feb-07	WK	14	gras	14	14	1	4	85	NO
3	kleine zwaan	21-feb-07	WK	14	gras	14	14	0	4	40	Z/ZO
4	knobbelzwaan	21-feb-07	WK	14	bieten gerooid	4	4	25	8	25	O
5	kleine zwaan	21-feb-07	ECN	14	winterarwe	14	14	0	1	95	O
6	kleine zwaan	21-feb-07	ECN	14	geploegde akker	14	4	0	6	35	O
7	knobbelzwaan	21-feb-07	ECN	14	geploegde akker	14	14	0	5	65	Z

Na vier dagen was 100% van de vogels nog aanwezig en was geen enkele vogel aangegeten. In de periode daarna nam het percentage nog aanwezige vogels en niet-aangegeten vogels langzaam af (fig. 7.2). Het (lineair) verband tussen het aantal dagen sinds uitleg en % overgebleven vogels is: % vogels over = $-2,55 \cdot \text{aantal dagen} + 103$

($R^2=0,71$). Het (lineair) verband tussen het aantal dagen sinds uitleg en het % niet aangegeten vogels is: $\% \text{ vogels} = -6,29 \cdot \text{aantal dagen} + 109$ ($R^2=0,83$).



Figuur 7.2. Snelheid waarmee zwanen en ganzen verdwijnen uit het studiegebied, weergegeven als het percentage vogels dat over is danwel niet aangegeten is, in relatie tot het aantal dagen sinds de vogel is uitgelegd.

Omdat binnen vier dagen 0% van de vogels was verdwenen dan wel aangegeten, is vier dagen gehanteerd als het maximaal interval tussen twee zoekrondes.

Om het aantal gevonden slachtoffers te corrigeren voor de fractie vogels die nog aanwezig is bij zoeken, is de relatie tussen het aantal dagen sinds uitleg en het % overgebleven vogels gebruikt. Het gemiddelde zoekinterval bedroeg 2,3 dagen (zie tabel 7.2). Hiermee kan uitgerekend worden dat de kans dat de vogel aangetroffen wordt 0,97 bedraagt.

7.3 Gecorrigeerd aantal slachtoffers

Tijdens de studie zijn geen vogels gevonden die duidelijk slachtoffer waren van een aanvaring met een turbine. Als met dit aantal van nul vogels wordt doorgerekend, om te bepalen wat bijvoorbeeld het aanvaringsrisico is, of wat het werkelijk in plaats van het gevonden aantal slachtoffers is, komen we in de problemen, omdat nul maal welk getal nu eenmaal altijd nul zal blijven. Dit geeft natuurlijk niet de werkelijkheid weer. De aanvaringskans van vogels met windturbines zal in de meeste gevallen niet nul zijn, maar ten minste iets groter dan nul. Of een vogel wordt gevonden tijdens een studie hangt af van de kans dat een vogel tegen een turbine vliegt, maar ook met de duur van de studie.

Om ondanks het feit dat geen vogelslachtoffers gevonden zijn, toch iets te kunnen zeggen over aanvaringsrisico's, zijn in deze en volgende paragraaf een aantal berekeningen uitgevoerd op basis van een maximale schatting van het aantal

slachtoffers. Hiertoe zijn de twee zwanen die dood zijn aangetroffen in het gebied meegerekend als potentieel slachtoffer. De consequenties van deze keuze worden in onderstaande paragrafen steeds besproken.

Aantalscorrectie slachtoffers

Teneinde het werkelijk aantal slachtoffers (N_c) te kunnen berekenen, moeten een aantal correcties worden toegepast. De kans dat het slachtoffer nog aanwezig is (P_d) bedroeg 0,99. De kans dat het slachtoffer überhaupt gevonden wordt (P_f) is gesteld op 1. Het aandeel van het totale oppervlak dat is afgezocht (F_s) bedroeg 0,986 (zie tabel 7.2; afgezocht oppervlak in totaal 15.697.457 m², totaal oppervlak binnen straal van 100 m rond turbines = 15.927.875 m²). Het aandeel dagen van de totale zoekperiode dat informatie omtrent slachtoffers bekend is (F_d) bedroeg 1.

Zoals beschreven in §3.4.2, kan het aantal slachtoffers op basis van bovenstaande informatie worden berekend als $N_c = N_f / (P_d * P_f * F_s * F_d)$. Derhalve is het gecorrigeerd aantal slachtoffers, uitgaande van een maximaal aantal van twee gevonden slachtoffers, $2 / (0,967 * 1 * 0,986 * 1) = 2,1$. Het werkelijk aantal slachtoffers is dus 5% hoger dan het gevonden aantal slachtoffers.

Aantal slachtoffers per jaar

Het aantal aanvaringsslachtoffers dat gevonden is, moet gezien worden in relatie tot het aantal nachten/dagen dat is gezocht, en tot het aantal turbines dat is afgezocht. Omgerekend komt het maximaal aantal slachtoffers neer op een gemiddelde van 0,002 slachtoffers per turbine per nacht, ofwel 2-3 per windpark per jaar (tabel 7.4).

Tabel 7.4 Het aantal aanvaringsslachtoffers dat verwacht kan worden onder zwanen en ganzen op basis van de gevonden resultaten. Weergegeven zijn zowel het aantal slachtoffers per turbine als het aantal voor het park als geheel (op basis van het aantal turbines in het park). Onderscheid is gemaakt tussen het maximaal aantal slachtoffers dat verwacht kan worden (uitgaande van 2 gevonden slachtoffers) en het minimaal aantal (geen gevonden slachtoffers). Het werkelijk aantal ligt hier tussenin.

	maximaal	minimaal
# turbinenachten	1163	1163
# slachtoffers / turbine / nacht	0,002	0
# slachtoffers in ECN-testpark / 24 h	0,02	0
# slachtoffers in Waterkaaptocht / 24 h	0,01	0
# slachtoffers in beide parken / 24 h	0,03	0

7.4 Aanvaringskans

Het aantal vogels dat met een windturbine in aanvaring komt wordt bepaald door de kans dat de vogel met een turbine in aanvaring komt en het aantal vogels dat langs de turbines vliegt (de flux). Hoe groter het aantal vogels dat passeert, hoe groter het aantal slachtoffers. Evenzo geldt dat hoe groter de aanvaringskans van een soort, hoe groter het aantal slachtoffers. Onder aanvaringskans wordt verstaan: het aandeel van de vogels dat gegeven het aanbod aan vogels door het rotorvlak, slachtoffer wordt.

Het aantal slachtoffers zoals dat in bovenstaande paragrafen is bepaald, is dus afhankelijk van de flux ter plaatse en van het aanvaringsrisico. Om te komen tot de aanvaringskans gebruiken we de flux zoals berekend in hoofdstuk 6, en het aantal slachtoffers zoals berekend in §7.3.

Flux

Voor de fluxbepaling worden alleen die vogels in aanmerking genomen die tussen de turbines door vliegen. De flux door beide windparken bedroeg gemiddeld 59 zwanen tijdens de slaaptrek in de avond (zie tabel 7.3). Flux voor ganzen bedroeg gemiddeld 306 ganzen tijdens de slaaptrek in de avond. Variatie tussen windparken was klein voor zwanen (62 in ECN-testpark versus 56 in Waterkaaptocht), maar de variatie in flux voor ganzen was veel groter (62 in ECN versus 551 in Waterkaaptocht).

Om minder afhankelijk te zijn van de flux zoals gemeten tijdens het beperkt aantal radarnachten, verdient het de voorkeur om uit te gaan van het gemiddeld aanbod aan zwanen en ganzen in de omgeving, en de flux door de parken te baseren op deze aantallen en het percentage van deze vogels dat door de turbineopstelling vliegt. Dit percentage bedroeg gemiddeld 16% van het totaal aantal zwanen en 5% van het totaal aantal ganzen aanwezig in de omgeving van beide windparken (tabel 6.3). Samen met het aantal in het gebied aanwezige vogels (zie ook tabel 7.1) kan hiermee berekend worden wat de gemiddelde flux is (tabel 7.5).

Bovenstaande percentages geven de flux weer tijdens de slaaptrek in de avond. Omdat zwanen en ganzen in de ochtend vanaf de slaapplekken het foerageergebied rond de windturbines in komen vliegen, ligt de werkelijke flux per 24-uurs periode ongeveer een factor twee hoger. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen daglicht en de donkerperiode, omdat niet is uitgesloten dat vogels tijdens daglicht in aanvaring kunnen komen met de turbine.

Aanvaringskans

Op grond van de berekende flux en het maximaal aantal gevonden slachtoffers, is de aanvaringskans voor zwanen en ganzen tezamen gemiddeld 0,0001 (0,01%; tabel 7.5). Vanwege de grote variatie in aanwezigheid in het gebied, fluxen door het park, en ook het gebrek aan slachtoffers, is het niet verantwoord om verder onderscheid te maken in aanvaringskansen tussen zwanen en ganzen. Vanwege het feit dat geen duidelijke aanvarings-slachtoffers gevonden zijn, geldt ook hier weer dat deze aanvaringskans beschouwd moet worden als maximaal. De werkelijke aanvaringskans zal liggen tussen 0 en 0,01% (ofwel 1 op de 10.000).

Tabel 7.5. Aantallen en fluxen van zwanen en ganzen in beide windparken, en de aanvaringskans voor zwanen en ganzen tezamen, uitgaande van maximaal aantal gevonden slachtoffers.

	kleine zwaan	toendrarietgans	totaal
gemiddeld # in ECN-testpark	164	4306	4470
gemiddeld # in Waterkaaptocht	99	302	401
gemiddeld # voor beide parken	132	2304	2436
procentuele flux (=% v aanwezige vogels vliegend door park)	16	5	11 (gem)
flux per slaaptrek (# langs turbines)	21	115	136
flux per 24h-periode (# langs turbines)	42	230	272
# slachtoffers per nacht voor beide parken			0,03
maximale aanvaringskans (fractie)			0,00011

8 Conclusies

Om de effecten van windturbines in de Wieringermeer op foerageergedrag, vliegbewegingen en aanvaringsrisico's van zwanen en ganzen te bepalen, is in de winters van 2000/01 en 2006/07 een studie uitgevoerd. In 2006/07 waren de aantallen vogels in het Wieringermeergebied vergelijkbaar met die in andere jaren, waarmee de gegevens als representatief kunnen worden beschouwd voor andere jaren. Doordat het een zachte winter betrof, vertrokken de vogels echter relatief vroeg uit het Wieringermeergebied. Hierdoor zijn de studieperiode en daarmee de verzamelde gegevens enigszins beperkt.

Kort samengevat kan gesteld worden dat het aanvaringsrisico onder toendrarietganzen en kleine zwanen aanzienlijk lager blijkt te liggen dan het aanvaringsrisico onder vogels in het algemeen. Hierdoor zal dus het aantal slachtoffers onder ganzen en zwanen van het ECN-testpark lager zijn dan voorspeld op basis van algemene aanvaringsrisico's.

Vliegbewegingen van toendrarietganzen en kleine zwanen werden nauwelijks gehinderd door de windturbines. Vogels die in het studiegebied foerageerden, vlogen veelal tussen de turbines door, dan wel er overheen. Deels vlogen de vogels om het park als geheel heen, om de buitenste turbines. Er was dus geen sprake van barrièrewerking. De flux was lager dan in de winter van 2000/01. Dit verschil is deels te verklaren door lagere aantallen vogels nabij de turbines, deels door de lagere aantallen in de gehele Wieringermeer. De tochten werden nauwelijks gebruikt als slaapplek, in tegenstelling tot de winter van 2000/01. Het is niet duidelijk of dit ligt aan weersomstandigheden die het gebruik van de tochten onaantrekkelijk maakten, of aan een eventuele verstoring van de werking van de windturbines.

Verschillen in gebruik van voedselpercelen nabij de turbines en verder er vanaf, waren in belangrijke mate toe te schrijven aan verschillen in voedselbeschikbaarheid. Bij gelijke voedselomstandigheden gaven kleine zwanen en toendrarietganzen echter de voorkeur aan foerageergebieden verder verwijderd van de windturbines. In de loop van het seizoen, naarmate voedsel elders minder voorradig werd, nam het gebruik van percelen in het ECN-testpark toe. De vogels meden dus de windturbines, totdat de voedselbeschikbaarheid nabij versus verder van het windpark vandaan zodanig werd dat foerageren nabij de turbines opwoog tegen het verstoringseffect van de turbines. Derhalve trad enige verstoring van foeragerende vogels op, met mogelijke consequenties voor de conditie van de vogels. Al dan niet optreden van dergelijke consequenties is in belangrijke mate afhankelijk van overige factoren zoals voedsel en cumulatieve verstoring. De verstoring door het ECN-testpark was niet dermate groot dat vogels het testpark niet meer gebruikten om te foerageren.

8.1 Verstoring van foeragerende vogels

Uit de telgegevens van 2006/07 blijkt andermaal dat de Wieringermeer een sleutelrol heeft in de overwintering van kleine zwanen en toendrarietganzen in Nederland. Ook het gebied rond het ECN-testpark heeft hierin een belangrijke plek. In 2006/07 zijn

soorten zwanen en ganzen die zijn gezien zijn wilde zwaan, knobbelzwaan, grauwe gans, kleine rietgans, kolgans, brandgans, grote Canadese gans, kleine Canadese gans, Nijlgans, Indische gans en soepgans. Voornamelijk werd gevoerageerd op gerooide suikerbietresten en in mindere mate ook op wortels. Verder zijn vogels voornamelijk gezien op aardappelresten en gras.

Aantallen

Het seizoensmaximum kleine zwanen in het ECN-studiegebied was 656 vogels, dat werd geteld op 5 november 2006. Het seizoensmaximum toendrarietganzen in het ECN-studiegebied was 5840 vogels en werd geteld op 21 januari 2007. Ook in 2000/01 zijn tellingen verricht in het ECN-studiegebied (Schekkerman *et al.* 2001). Verschillen tussen de tellingen van 2000/01 en 2006/07 zijn dat de totale verblijftijd in het ECN-studiegebied in 2006/07 van kleine zwanen veel korter was dan in 2000/01 en dat het moment en het aantal van het seizoensmaximum verschilt voor beide soorten tussen 2000/01 en 2006/07. Deze verschillen zijn waarschijnlijk niet toe te schrijven aan de windturbines van het ECN-testpark maar zijn waarschijnlijk veroorzaakt doordat 2000/01 een heel koud jaar was met veel sneeuw in tegenstelling tot de zachte winter van 2006/07, waardoor zwanen later komen en langer blijven hangen.

De totale aantallen kleine zwanen in de Wieringermeer lijken de afgelopen jaren enigszins te zijn gestegen. De fractie kleine zwanen van dit totaal die verbleven in het ECN-studiegebied nam daarentegen significant af. Een mogelijke oorzaak hiervan kan de aanwezigheid van de windturbines zijn, maar ook veranderingen in het voedselaanbod kunnen hieraan ten grondslag liggen. Analyse van het potentieel oppervlakte foerageergebied in 2000/01 en 2006/07 wijst op een sterke afname van het oppervlak bieten- en wortelvelden, waardoor waarschijnlijk het ECN-studiegebied minder aantrekkelijk is geworden voor kleine zwanen om te verblijven. Voor een goede analyse zou het van belang zijn om ook van de tussenliggende jaren vast te kunnen stellen wat het potentiële voedselaanbod in het gebied is geweest. Hiervoor is de tijd binnen dit project helaas niet toereikend maar in toekomstig onderzoek zou dit een interessante vraagstelling kunnen zijn.

Verspreiding in relatie tot voedsel en turbines

In het begin van het seizoen 2006/07 zaten de vogels in het ECN-studiegebied bijna alle in het controlegebied, toen er nog zowel in het controle- als het ECN-testpark (effectgebied) bieten beschikbaar waren. Aan het eind van het seizoen echter zaten de vogels alleen in het ECN-testpark, toen er geen bieten meer beschikbaar waren in het controlegebied. Deze resultaten suggereren dat als zwanen en ganzen de keuze hebben tussen foerageergebieden met en zonder turbines, ze een voorkeur hebben voor het gebied zonder turbines.

In 2000/01, toen er nog geen turbines in het ECN-studiegebied waren geplaatst, was het patroon anders dan in 2006/07. Het verschil tussen 2000/01 en 2006/07 was vooral een verschil in aanbod van potentiële voedselbronnen. Op grond van de tot nu toe verzamelde gegevens is niet te zeggen of de ruimtelijke verspreiding van zwanen en ganzen in 2006/07 veroorzaakt wordt door de aanwezigheid van de turbines of door het aanbod van voedsel in het ECN-studiegebied. Dit komt vooral doordat de gegevens voor

voedselbeschikbaarheid in 2000/01 ontbreken voor het controlegebied en in zeer beperkte mate aanwezig zijn voor het ECN-testpark. Hierdoor zijn de vergelijkingen van aantal en verspreiding in relatie tot het voedselaanbod niet goed mogelijk tussen jaren. De resultaten gevonden in 2006/07 kunnen hierdoor niet voldoende vergeleken worden met de nulmeting in 2000/01. Een bijkomend probleem in de studie is dat in het controlegebied, waar aantallen ganzen en zwanen niet beïnvloed zouden moeten worden door turbines, ook een flink aantal grote en kleine turbines aanwezig was.

In het controlegebied waren de gemiddelde aantallen kleine zwanen hoger dan de aantallen in het ECN-testpark na correctie voor de hoeveelheid beschikbare bieten. Dit wijst op een negatieve invloed van windturbines op de aantallen zwanen, aannemende dat op alle gerooide bietenvelden evenveel kwalitatief goed voedsel te vinden is.

Afstand tot turbines

Voor zowel kleine zwanen als toendrarietganzen neemt de afstand tot een turbine significant af in de loop van het seizoen. Later in het seizoen zaten vogels dus dichterbij de turbines dan in het begin. Dit resultaat zou kunnen worden verklaard door gewenning in de loop van het seizoen, maar de oorzaak zou ook kunnen liggen in de afwezigheid van beschikbare bietenvelden in de tweede helft van het seizoen in het controlegebied. Ter controle is ook de afstand tot de toekomstige turbines in 2000/01 uitgezet in de tijd en toen was er geen significant verband. Dat in 2000/01 geen afname in afstand tot de turbines werd gevonden in de loop van het seizoen, terwijl dit in 2006/07 wel werd gevonden, ondersteunt het idee dat de vogels de turbines in het begin van het seizoen mijden, en pas later dicht in de buurt van de turbines komen, wanneer foerageergebieden verder van de turbines niet meer beschikbaar zijn. Het is echter nog steeds mogelijk dat dit patroon verklaard wordt door het aanbod aan beschikbare percelen, en los staat van een keuze van de vogels. Daarom zijn de gegevens van 2006/07 in een statistisch model getoetst, waaruit bleek dat vooral de afstand tot de turbines en het aantal dagen sinds bietenvelden gerooid waren, bepalend waren voor de datum waarop zwanen op bietenpercelen in het ECN-studiegebied foerageerden. De afstand van het perceel tot de (dichtstbijzijnde) turbines droeg significant bij aan het model. De afstand van gerooide bietenvelden tot de turbines werd niet significant kleiner in de loop van het seizoen. Dit vormt dus geen verklaring voor de kleiner wordende afstand van de vogels tot de turbines over het seizoen. De afnemende afstand van kleine zwanen en toendrarietganzen in 2006/07 in de loop van het seizoen kan mogelijk verklaard worden door gewenning van de vogels aan de windturbines, mogelijk ook speelt voedselbeschikbaarheid in combinatie met voedselbehoefte een rol. In het begin van het jaar worden de turbines door de dieren gemeden, en pas later komen ze dicht in de buurt van de turbines, wanneer foerageergebieden verder van de turbines niet meer beschikbaar zijn.

De gemiddelde afstand die de vogels aanhielden tot de turbines bedroeg 560 m voor kleine zwanen en 465 m voor toendrarietganzen. De minimale afstand bedroeg respectievelijk 126 en 161 m voor kleine zwanen en toendrarietganzen. Deze afstanden leken afhankelijk van de voedselbeschikbaarheid.

Belang van gerooide bietenvelden

Uit hoofdstuk 5 van dit rapport komt naar voren dat kleine zwanen en toendrarietganzen waarschijnlijk gevoelig zijn voor de aanwezigheid van turbines. Uit hoofdstuk 4 komt naar voren dat de aantallen in de gehele Wieringermeer echter niet dalen onder invloed van de turbines. Willen deze vogels in hun voedselbehoefte kunnen voldoen en zijn de dieren bang voor turbines, dan zullen er voor kleine zwanen en toendrarietganzen buiten de windturbineparken genoeg gebieden moeten liggen waar bietenresten lang beschikbaar zijn. Dit is van belang voor het opbouwen van energiereserves voor het broedseizoen en om de mogelijke verstoring door de windturbines tot een minimum te beperken. Een mogelijke maatregel zou zijn om afspraken te maken tussen boeren onderling over rooi- en ploegdata en een compensatie aan te bieden aan boeren die hun gerooide bietenvelden niet ploegen tot na februari, wanneer de zwanen en ganzen weer vertrokken zijn.

Overige verstoringbronnen

Naast mogelijke directe verstoring door de aanwezigheid van windturbines in het ECN-studiegebied, heeft de aanwezigheid van de turbines ook tot een betere toegankelijkheid van het gebied geleid. Een groot aantal betonpaden is aangelegd om onderhoud aan de turbines te kunnen plegen. Deze paden worden veel gebruikt door boeren, onderhoudsmensen en recreanten. Vooral onderhoudsmensen en recreanten zorgen voor extra verstoring op de percelen. Dit is een indirect effect van de aanwezigheid van de turbines, dat echter wel bijdraagt aan de verstoring, en daarmee aan een verminderde geschiktheid van het ECN-studiegebied voor foeragerende ganzen en zwanen.

Ook de aanwezigheid in het ECN-testpark van twee meetmasten, die met vele tuidraden aan de grond verzekerd zijn, leidt waarschijnlijk tot additionele indirecte verstoring door het testpark. Zwanen en ganzen zijn sinds de bouw van het ECN-testpark nooit foeragerend gezien onder of nabij de meetmasten (eigen waarnemingen, W. Tijsen).

Daarnaast vormt het regelmatig uitvoeren van helikopteroefeningen door Defensie een extra bron van verstoring in de omgeving van het ECN-studiegebied (pers. waarnemingen S. Dirksen, W. Tijsen). Verscheidene malen is tijdens de telrondes in 2006/07 gezien dat grote groepen zwanen en ganzen de lucht in gingen en het gebied verlieten door dergelijke oefeningen.

8.2 Effecten op vliegbewegingen

Flux en barrièrewerking

Voor zwanen was de tijdens deze studie berekende flux (het aantal vogels dat tussen de turbines door vliegt ten opzichte van het totale aanbod) bij het ECN-testpark gemiddeld 14% en bij het NUON park 19% van de aanwezige vogels. Gebaseerd op totaal acht waarnemingsessies betekent dit dat ca. 16% van de aanwezige zwanen nabij deze windparken tijdens de slaaptrek tussen de turbines van het windpark door zal vliegen. Voor ganzen betreft dit gemiddeld 2% bij het ECN-testpark en 10% bij het NUON park oftewel 5% gemiddeld op basis van alle waarnemingen bij beide parken. Dit lage aandeel van vogels die tussen de turbines doorvliegen, komt qua ordegrootte goed

overeen met andere studies naar uitwijkgedrag van vogels bij bestaande windparken. De vraag is of dit uitwijkgedrag er in resulteert dat betreffende windparken een barrière vormen voor zwanen en/of ganzen tijdens hun foerageer- en/of slaaptrek. Gezien de relatief korte lengte van de beide windparken onderzocht in deze studie, en de hoge frequentie waarmee de vogels het windpark passeerden (over of om de turbines heen en tussen de turbines door), is in de huidige situatie geen sprake van barrièrewerking.

Timing slaaptrek

Zowel in het ECN-testpark als in het windpark Waterkaaptocht vlogen in de schemering (zonsondergang tot een half uur later) of daarna geen ganzen meer tussen de turbines door. Dit is een verschil met de zwanen, waarvan in beide windparken van verschillende groepen is vastgesteld dat deze ook in het donker (1-2 uur na zonsondergang) soms nog tussen de turbines door vlogen.

Slaapplaatsen en nachtelijk foerageren: verschillen tussen 2000/01 en 2006/07

In vergelijking tot de nulsituatie in winter 2000/01, toen maximaal 700 zwanen en mogelijk 200 ganzen in de tochten in en nabij de locatie van het ECN-testpark overnachtten, is dit in winter 2006/07 nauwelijks vastgesteld (hooguit een tiental kleine zwanen en geen rietganzen). Ook vertrokken zowel zwanen als ganzen in de winter van 2006/07 in het algemeen duidelijk vroeger naar de slaapplaatsen dan in winter 2000/01. In laatstgenoemde winter is op enkele avonden vastgesteld dat zwanen en/of ganzen zelfs de hele nacht op de akkers bleven foerageren, met name tijdens maanlichte nachten. Het is onduidelijk in hoeverre de oprichting en ingebruikname van het ECN-testpark een factor is die deze verschillen in slaaptrekgedrag verklaard, maar het lijkt aannemelijk dat andere factoren een belangrijker rol spelen.

8.3 Aanvaringsslachtoffers

Tijdens de onderzoeksperiode zijn in het studiegebied geen dode zwanen of ganzen aangetroffen die duidelijk het slachtoffer waren geworden van een botsing met een windturbine. Twee dode kleine zwanen zijn gevonden in het studiegebied, maar deze zijn vrijwel zeker een natuurlijke dood gestorven of gedood door een roofdier, en niet door een aanvaring met een windturbine. Zelfs wanneer deze twee dieren toch worden beschouwd als aanvaringsslachtoffers, bedraagt het aantal slachtoffers slechts twee, waarmee de aanvaringskans van zwanen en ganzen met windturbines beperkt blijft tot 1 op de 10.000 (ofwel 0,01%).

De aantallen zwanen en ganzen die aanwezig waren in het studiegebied in de winter van 2006/2007 waren vergelijkbaar met andere jaren. De zwanen en ook de ganzen vertrokken, in verband met de zachte temperaturen na begin januari, relatief vroeg uit het studiegebied. Hierdoor werd de onderzoeksperiode wat vroeger dan verwacht afgebroken. Slachtoffers werden gezocht van eind november tot begin februari, maar na de eerste twee weken van januari waren nog maar weinig kleine zwanen en ganzen in het gebied aanwezig.

Deze beperking in de onderzoeksperiode kan weliswaar de kans op het vinden van een aanvaringsslachtoffer iets hebben verkleind, maar het gevonden resultaat tijdens de periode dat de vogels wel aanwezig waren duidt op een dermate lage aanvaringskans dat een langer verblijf van de vogels in het onderzoeksgebied niet wezenlijk van invloed zal zijn op de resultaten.

9 Literatuur

- Akershoek, K., F. Dijk & F. Schenk, 2005. Aanvaringsrisico's van vogels met moderne, grote windturbines. Studentenverslag van slachtofferonderzoek in drie windparken in Nederland. Studentenrapport Van Hall/WUR. Rapport 05-082. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Bach, L., K. Handke & F. Sinning, 1999. Einfluss von windenergieanlagen auf die Verteilung von Brut- und Rastvögeln in Nordwest-Deutschland – Erste Auswertung verschiedener Untersuchungen. In: Bremer Beiträge für Naturkunde und naturschutz, Band 4 Themenheft "Vögel und Windkraft", pp. 107-121. BUND, Bremen.
- Barrios, L., 1995. Effects of wind turbine power plants on the avifauna in the Campo de Gibraltar region. Summary of the final report. R. Marti (ed). Sociedad Espanola de Ornitologia (SEO/BirdLife), Madrid.
- Beekman, J.H., 1999. Results of the Bewick's and Whooper Swan Census 1995. In: Swan Specialist Group Newsletter. 8 June 1999. Wildfowl & Wetlands Trust for Wetlands International.
- Bergen, F., 2001. Untersuchungen zum Einfluss der Errichtung und des Betriebs von Windenergieanlagen auf Vögel im Binnenland. Dissertation. Ruhr Universität Bochum.
- Brauneis, W. von, 2000. Der Einfluß von Windkraftanlagen (WKA) auf die Avifauna, dargestellt insb. am Beispiel des Kranichs *Grus grus*. Ornithologische Mitteilungen 52: 410-415.
- Clemens, T. & C. Lammen, 1995. Windkraftanlagen und Rastplätze von Küstenvogel in ein Nutzungskonflikt. Seevögel Zeitschrift Verein Jordsand, Hamburg: 34-38.
- Dirksen, S., R. Lensink, G.W.N.M. van Moorsel & J. van der Winden, 1999. Ecologische aspecten plaatsing zendmasten Delta Radio in de Noordzee. Twee notities. Rapport 99.28, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- ECN, 2003. ECN Windturbine Test Site Wieringermeer. Online brochure <http://www.ecn.nl/fileadmin/ecn/units/wind/EWTW.pdf>; bezocht mei 2007.
- Everaert, J., 2003. Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen. Oriolus 69: 145-155.
- Gerjets, D., 1999. Annäherung wiesenbrütender Vögel an Windkraftanlagen. Ergebnisse einer Brutvogeluntersuchung in Nahbereich des Windparks Drochtersen. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 4: 49-52.
- Gils, J.A. van & W. Tijssen, 2007. Short-term foraging costs and long-term fueling rates in central-place foraging swans revealed by giving-up exploitation times. American Naturalist 169: 609-620.
- Horch, P. & V. Keller, 2005. Windkraftanlagen und Vögel – ein Konflikt? Schweizerische Vogelwarte Sempach, Sempach.
- Hötter, H., K-M Thomsen & H. Köster, 2004. Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Michael-Otto-Institut, NABU.
- Hunt, W.G., R.E. Jackman, T.L. Hunt, D.E. Driscoll & L. Culp, 1998. A population Study of Golden Eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area: population trend analysis 1994-1997. Report to National Renewable Energy Laboratory, Predatory Bird Research Group, University of California, Santa Cruz.

- Kaatz, J., 2001. Zum Empfindlichkeit von singvögeln und Weißstorch gegenüber Windkraftanlagen. Vortrag auf der Fachtagung "Windenergie und Vögel – Ausmaß und Bewältigungen eines Konfliktes" am 29/30-11-2001 in Berlin.
- Korn, M. & E. Scherner, 2000. Raumnutzung von Feldlerchern (*Alauda arvensis*) in einem "Windpark". *Natur und Landschaft* 75: 74-75.
- Krijgsveld, K.L., K. Akershoek, F. Schenk, F. Dijk, H. Schekkerman & S. Dirksen, *in prep.* Collision of birds with modern large wind turbines: reduced risk compared to smaller turbines. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Kruckenbergh, H. & J. Jaene, 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheinland (Landkreis Leer, Niedersachsen). *Natur und Landschaft* 74: 420-424.
- Lekuona, J. Ma, 2001. Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de navarra durante un ciclo anual. Direccion General de Medio Ambiente. Departamento de medio Ambiente, Ordenacion del Territorio y Viviends, Gobierno de Navarra.
- Lowther, S., 1996. Impacts, mitigation and monitoring: a summary of current knowledge. in proceedings of the Birds and Windturbines: can they co-exist? Seminar, Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon, Cambs.
- Musters, C.J.M., G.J.C. van Zuylen & W.J. ter Keurs, 1991. Vogels en windturbines bij de Kreekraksluizen. Rapport vakgroep Biologie. Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.
- Petersen, B.S. & H. Nøhr, 1989. Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. Rapport. Ornis Consult, Copenhagen.
- Petersen, I.K., T.K. Christensen, J. Kahlert, M. Desholm & A.D. Fox, 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. NERI report, Ministry of the Environment.
- Pettersson, J., 2005. The impact of offshore wind farms on bird life in Southern Kalmar Sound, Sweden. A final report based on studies 1999 – 2003. Swedish Energy Agency, Lund University.
- Poot, M.J.M., A.L. Spaans & S. Dirksen, 2000a. Risicoanalyse effecten van het Multi Megawatt Testpark in de Wieringermeer op vogels. Rapport 00-044. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Poot, M.J.M., S. Dirksen, A.L. Spaans & A.J. van der Winden, 2000b. Quick scan: mogelijke effecten op vogels van het Multi Megawatt Testpark in de Wieringermeer. Rapport 00-015. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Poot, M.J.M., I. Tulp, H. Schekkerman, L.M.J. van den Bergh & J. van der Winden, 2001. Effect van mist op vogelvliegedrag bij het windpark Eemmeerdiijk. Zijn er aanwijzingen voor verhoogde aanvaringsrisico's? Rapport 01-072. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Reichenbach, M., K.-M. Exo, C. Ketzenberg & M. Castor, 2000. Einfluß von Windkraftanlagen auf Brutvögel – Sanfte Energie im Konflikt mit dem Naturschutz. Teilprojekt Brutvögel. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Stiftung für Bildung und Behindertenförderung GmbH.
- Schekkerman, H., S. Dirksen & W. Tijssen, 2001. Onderzoek naar mogelijke effecten van het Multi Megawatt Testpark op ganzen en zwanen in de Wieringermeer. Intern voortgangsrapport winter 2000/2001, Bureau Waardenburg / Alterra, Culemborg / Wageningen.
- Schekkerman, H., L.M.J. van den Bergh, K. Krijgsveld & S. Dirksen, 2003. Effecten van moderne, grote windturbines op vogels. Onderzoek naar verstoring van watervogels bij het windpark Eemmeerdiijk. Alterra, Wageningen.

- Schreiber, M., 1993. Windkraftanlagen und Watvogel-Rastplatze, Storungen und Rastplatzwahl von Brachvogel und Goldregenpfeifer. *Natur und Landschaft* 25: 133-139.
- Sinning, F., 1999. Ergebnisse von Brut- und Rastvogeluntersuchungen im Bereich des Jade-Windparks und DEWI-Testfeldes in Wilhelmshaven. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz*, Bd. 4: 61-70.
- Spaans, A.L., J. van der Winden, R. Lensink, L.M.J. van den Bergh & S. Dirksen, 1998. Vogelhinder door windturbines. Landelijk onderzoekprogramma, deel 4: nachtelijke vliegbewegingen en vlieghoogtes langs de Afsluitdijk. Rapport 98.15. Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Thelander, C.G., K.S. Smallwood & L. Rugge, 2003. Bird risk behaviors and fatalities at the Altamont Pass Wind Resource Area. Report to the National Renewable Energy Laboratory.
- Tijssen, W. 2000. Tien jaar zwanen en ganzen tellen in de Wieringermeer. *Graspieper* 20: 12-27.
- Tulp I., H. Schekkerman, J.K. Larsen, J. van der Winden, R.J.W. van de Haterd, P. van Horssen, S. Dirksen & A.L. Spaans, 1999. Nocturnal flight activity of sea ducks near the wind farm Tunø Knob in the Kattegat. IBN-DLO rapport 99.30.
- Voslamber, B., E. van Winden & K. Koffijberg, 2004. Atlas van ganzen, zwanen en Smienten in Nederland. SOVON-onderzoeksrapport 2004/08. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Walter, G. & H. Brux, 1999. Erste Ergebnisse eines dreijährigen Brut- und Gastvogelmonitorings (1994-1997) im Einzugsbereich von zwei Windparks im Landkreis Cuxhaven. *Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz* Bd. 4: 81-106.
- Winden, J. van der, S. Dirksen, L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans, 1996. Nachtelijke vliegbewegingen van duikeenden bij het Windpark Lely in het IJsselmeer. Rapport 96.34. Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Winkelman, J.E., 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992a. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 1: aanvaringsslachtoffers. RIN-rapport 92/2. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992b. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 2: nachtelijke aanvaringskansen. RIN-rapport 92/3. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992c. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 3: aanvliegedrag overdag. RIN-rapport 92/4. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
- Winkelman, J.E., 1992d. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4: verstoringsonderzoek. RIN-rapport 92/5. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.

Bijlagen

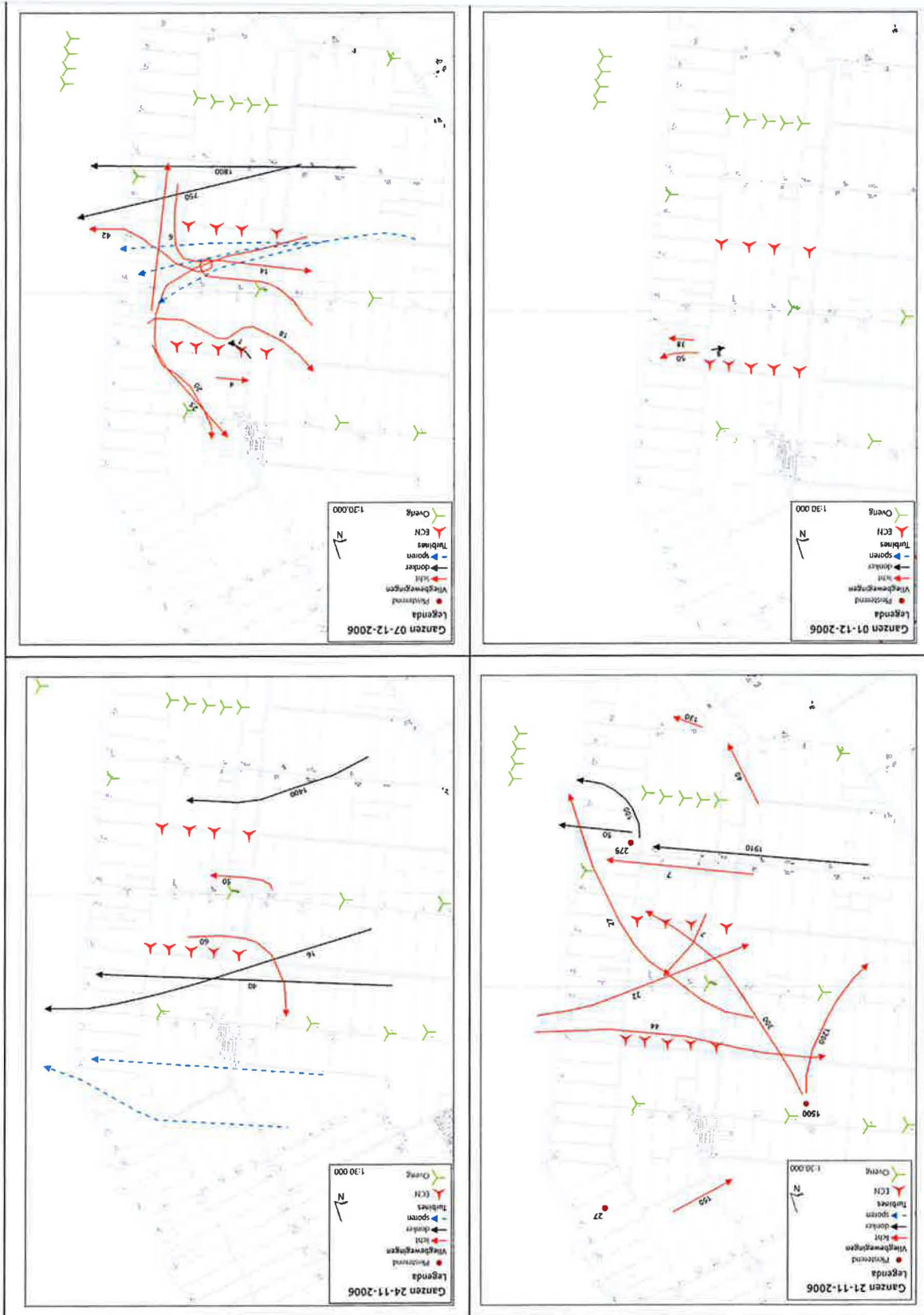
Bijlage 1. Ruimten.

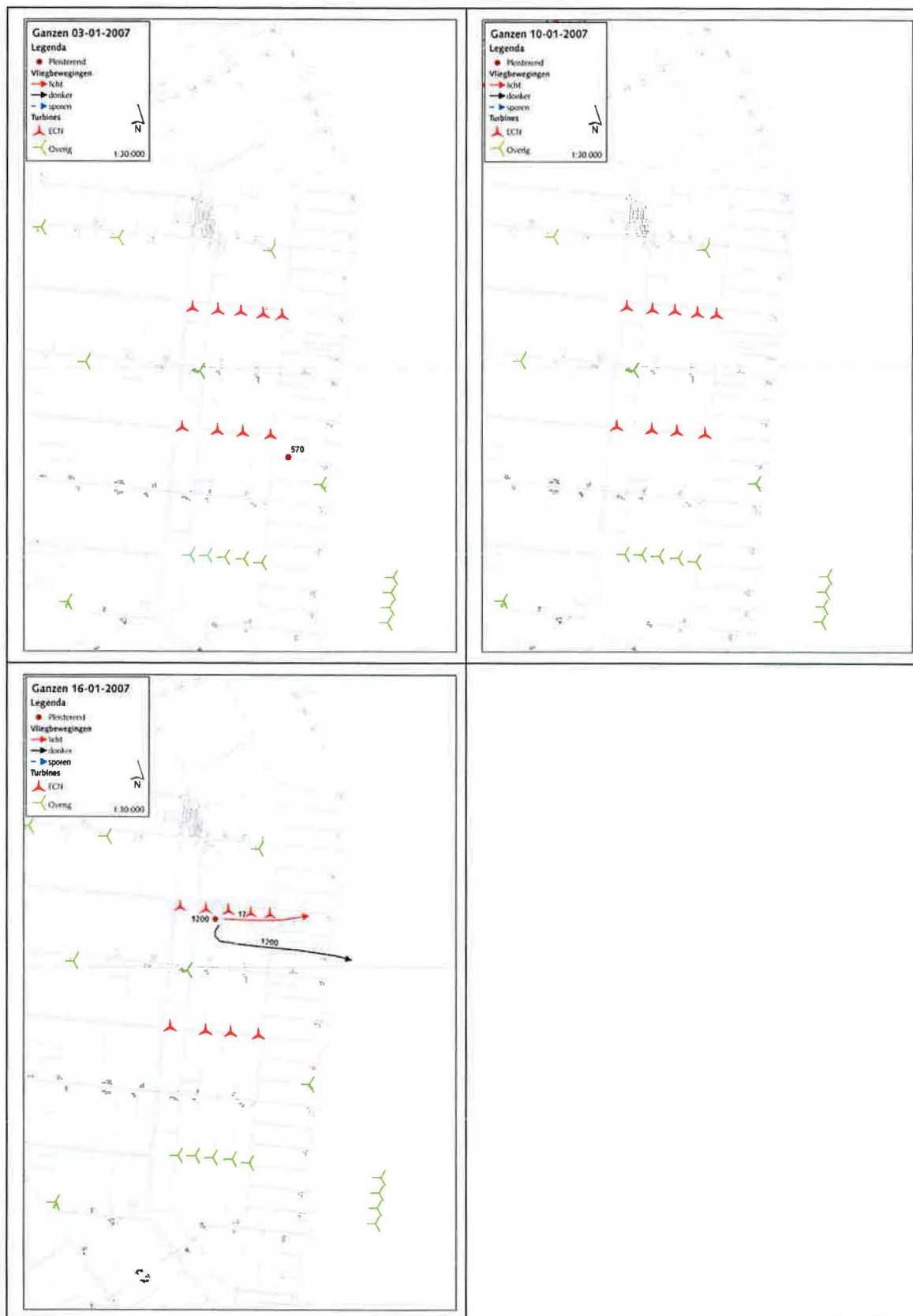
In deze bijlage worden twee kaartjes gegeven van de ruimtelijke verspreiding van groepen zwanen en ganzen in het ECN-studiegebied in 2000/01 en 2006/07. De verschillende kleuren geven de verschillende ondergronden weer.

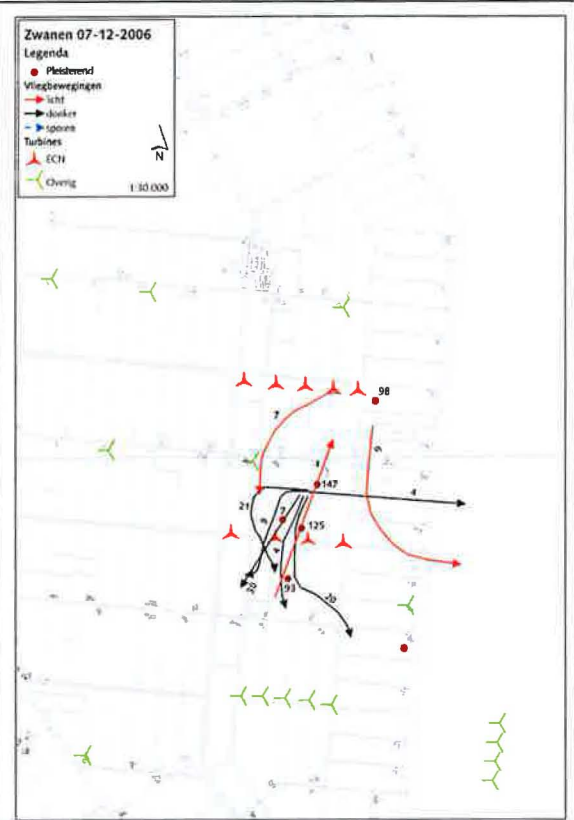
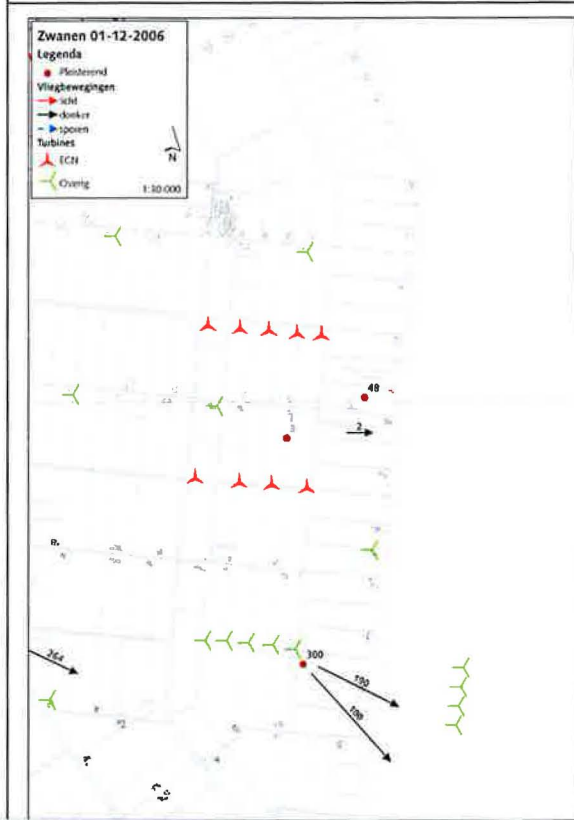
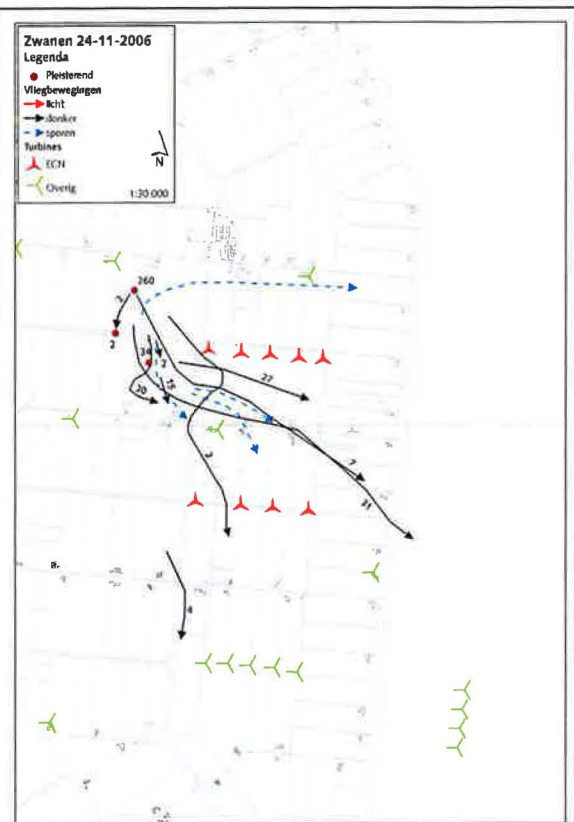
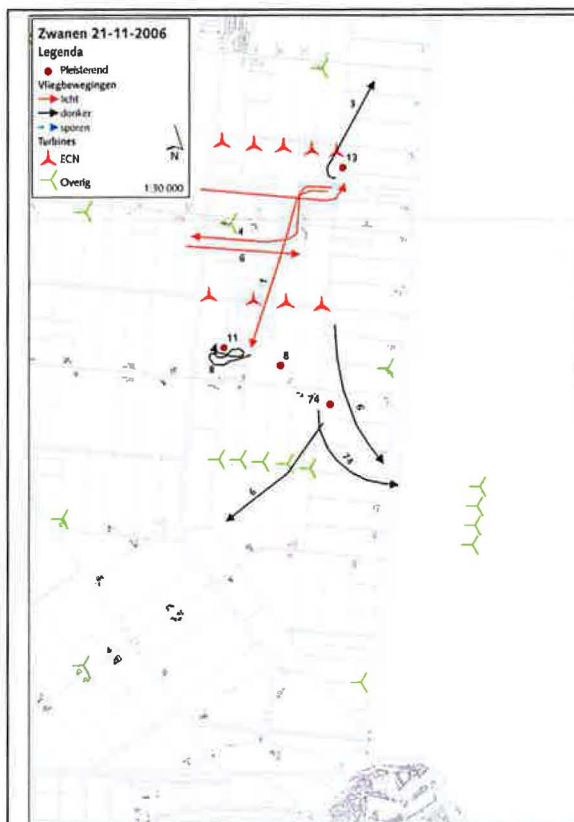


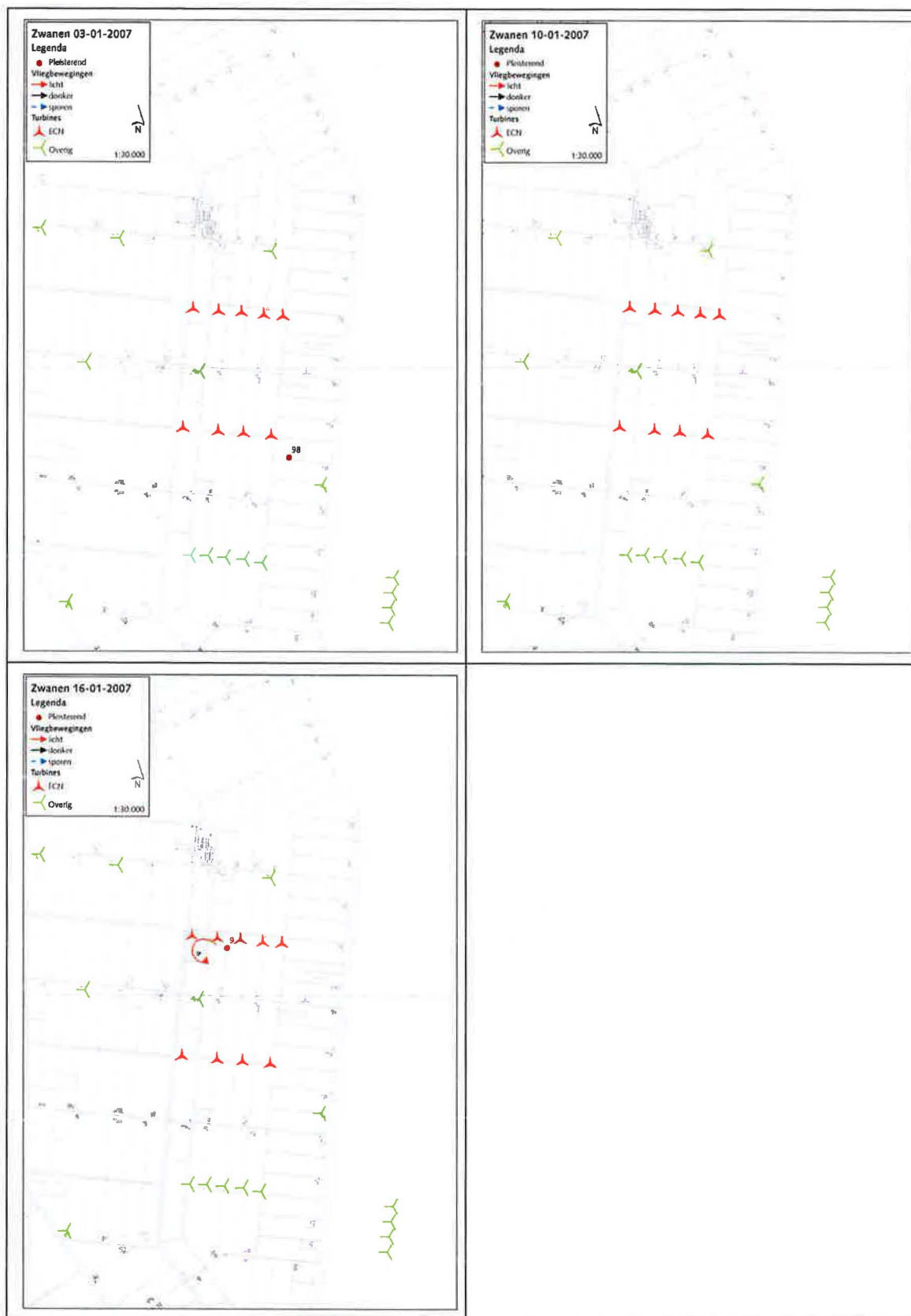
Bijlage 2. Vliegbewegingen van zwanen en ganzen

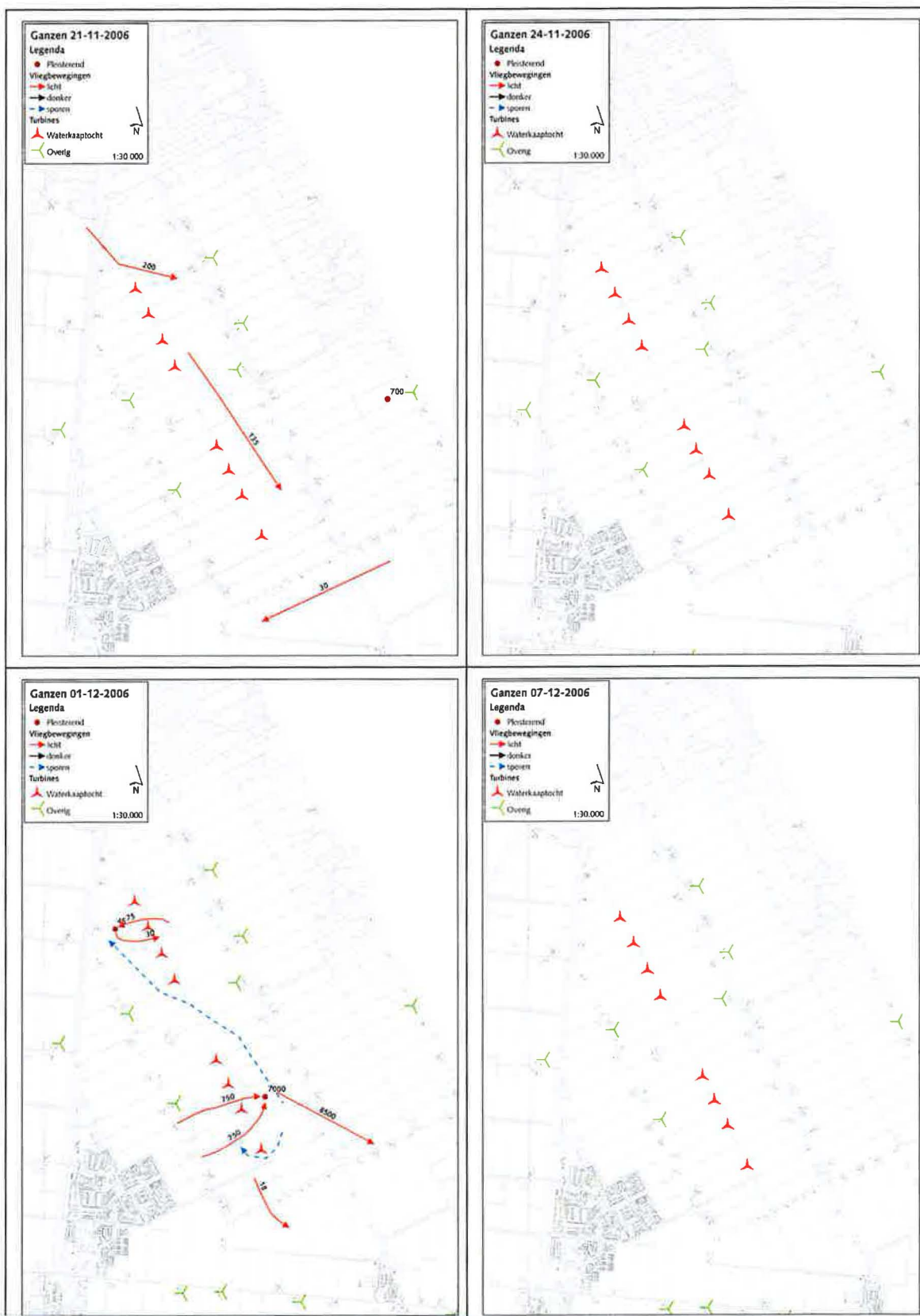
In deze bijlage worden de vliegbewegingen gepresenteerd zoals deze zijn waargenomen tijdens de radarobservaties. In onderstaande kaarten worden eerst vliegbewegingen van ganzen in het ECN Testpark getoond, dan van kleine zwanen in het ECN Testpark, vervolgens vliegbewegingen van ganzen in het windpark Waterkaaptocht, en ten slotte van kleine zwanen in het windpark Waterkaaptocht. Elke kaart geeft de vliegbewegingen weer die zijn waargenomen op één datum.











Ganzen 03-01-2007
Legenda

- Plesterend
- Vliegbevingen
 - licht
 - donker
 - sporen
- Turbines
- Waterkaaptocht
- Overig

1:30 000



Ganzen 10-01-2007
Legenda

- Plesterend
- Vliegbevingen
 - licht
 - donker
 - sporen
- Turbines
- Waterkaaptocht
- Overig

1:30 000

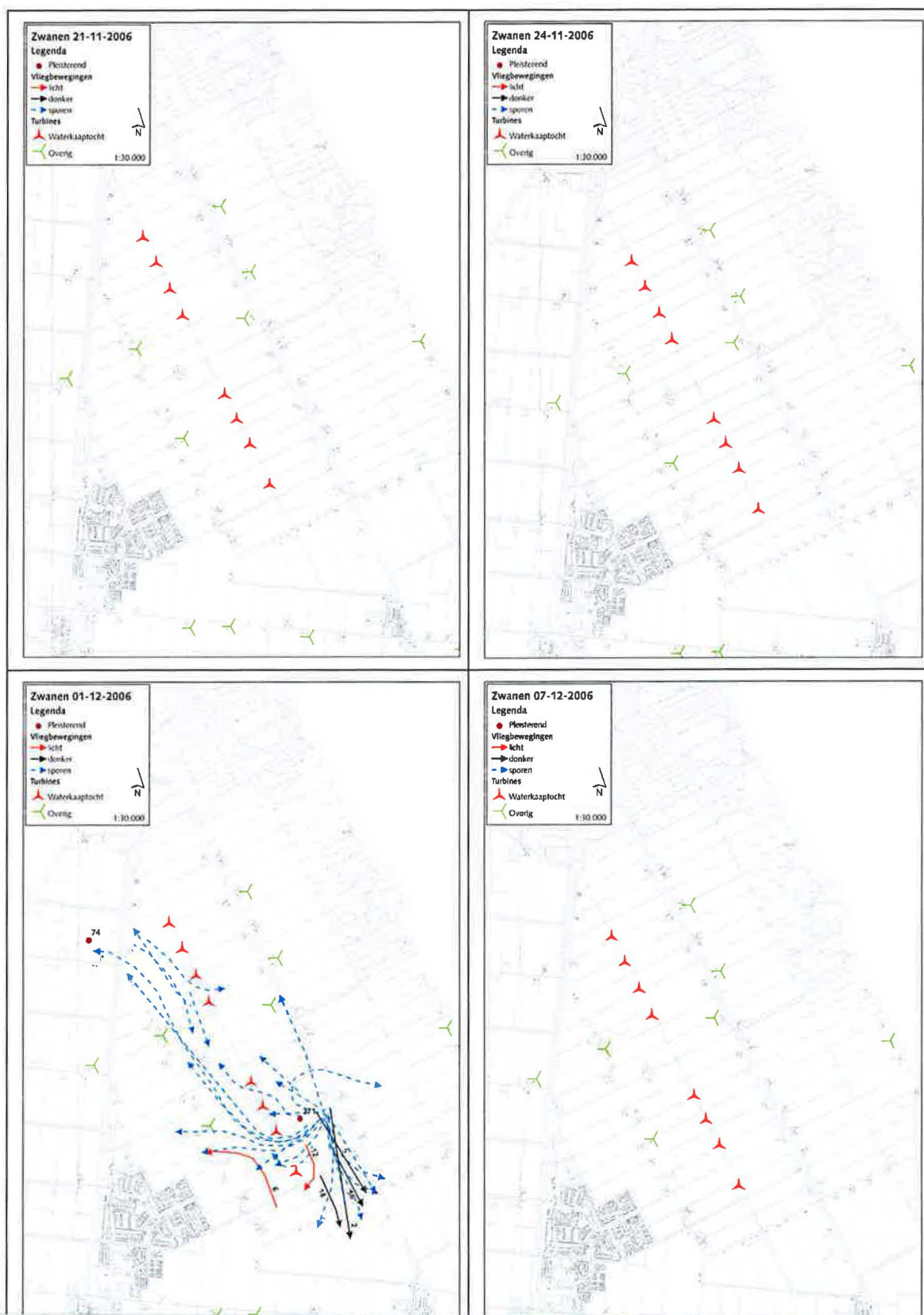


Ganzen 16-01-2007
Legenda

- Plesterend
- Vliegbevingen
 - licht
 - donker
 - sporen
- Turbines
- Waterkaaptocht
- Overig

1:30 000



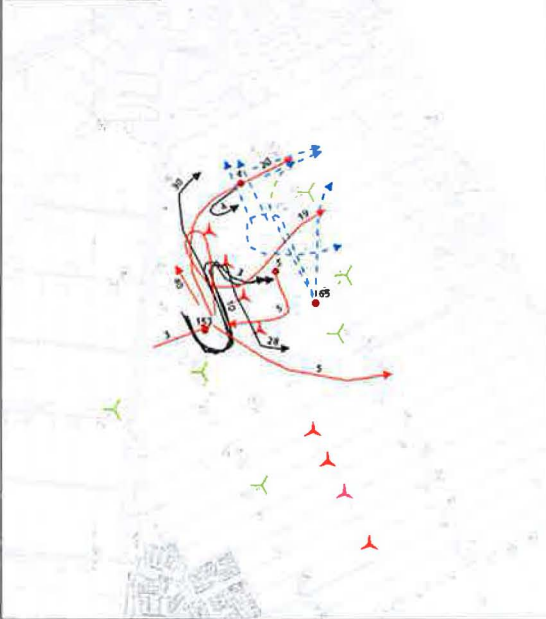


Zwanen 03-01-2007

Legenda

- Pleisterend
- Vliegbevingen
- licht
- donker
- sporen
- Turbines
- Waterkaaptocht
- Overig

1:30.000

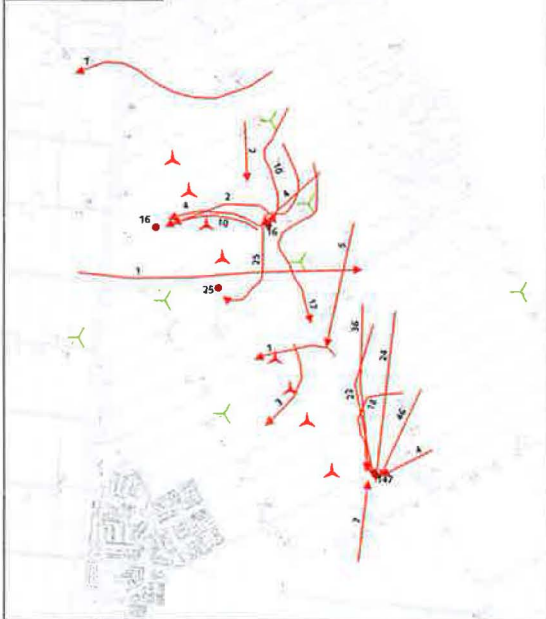


Zwanen 10-01-2007

Legenda

- Pleisterend
- Vliegbevingen
- licht
- donker
- sporen
- Turbines
- Waterkaaptocht
- Overig

1:30.000



Zwanen 16-01-2007

Legenda

- Pleisterend
- Vliegbevingen
- licht
- donker
- sporen
- Turbines
- Waterkaaptocht
- Overig

1:30.000



Bijlage 3. Uitslag onderzoek dode zwanen

Datum: 8 maart 2007
Uw Kenmerk: 04-438 Krijgsveld
Ons kenmerk: 07004216



CIDC-LELYSTAD
WAGENINGEN UR

Bijlage 1

R A P P O R T V A N O N D E R Z O E K

CIDC-OPDRACHTNUMMER: 07004216

Inzender: Bureau Waardenburg, Culemborg

1. Beschrijving van de inzending

Wij ontvingen op 21-2-2007 van K.L. Krijgsveld de kadavers van 2 kleine zwanen. De kadavers waren tot genoemde datum ingevroren bewaard.

2. Vindgegevens

De zwanen werden op 1-12-2006 (no. 1) en op 5-12-2006 (no. 2) dood aangetroffen bij een windpark. Beide vogels waren aangevreten. De kop en hals ontbraken geheel of gedeeltelijk. Mogelijk slachtoffers van windturbines.
Vindplaats: Windpark Waterkaaptocht te Wieringerwerf (N-Holland).
Vinder/melder: K.L. Krijgsveld.

3. Vraagstelling

De zwanen te onderzoeken op de doodsoorzaak, speciaal op letsels veroorzaakt door een windturbine.

4. Sectiebevindingen

(Onderzoek uitgevoerd door ID-Lelystad)

Kleine zwaan-1: vers; kop en nek ontbreken; sterk in- en uitwendig aangevreten; veel inwendige organen ontbreken; uiteinde van nog aanwezige deel van luchtpijp is rafelig; geen botbreuken.

Kleine zwaan-2: vers; kop en nek ontbreken; sterk in- en uitwendig aangevreten; uiteinde van nog aanwezige deel van luchtpijp is rafelig; geen botbreuken.

5. Conclusies

De toestand van de kadavers maakte geen adequate sectie mogelijk.

De koppen zijn afgerukt. Niet duidelijk is of dit vóór of na de dood is gebeurd.

Gelet op het ontbreken van botbreuken is een mogelijk verband met windturbines niet waarschijnlijk.

ing. P.E.F. Zoun
Projectleider/Coördinator Onderzoek Wilde Fauna
Divisie Bacteriologie en TSE's
telefoon : 0320-238438
e mail: pedro.zoun@wur.nl

