

# Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen

*Wind turbines and birds in Flanders: preliminary study results and recommendations*

*Les éoliennes et les oiseaux en Flandre: résultats provisoires et recommandations*

JORIS EVERAERT

## SAMENVATTING

In dit artikel worden enkele voorlopige resultaten voorgesteld van het onderzoek naar de effecten van drie windturbineparken in Vlaanderen (België) op vogels. Het aantal aanvaringslachtoffers varieerde van 0 tot 125 vogels per windturbine en per jaar. Het gemiddelde aantal in 2002 was 24, 35 en 18 slachtoffers per windturbine en per jaar. De hier gepresenteerde aantallen kunnen echter best gezien worden als strikte minima. Het aantal slachtoffers staat in relatie tot het aantal overvliegende vogels. Het type windturbine lijkt minder van belang te zijn. De meeste slachtoffers waren algemeen voorkomende vogels zoals meeuwen, eenden en duiven, maar er werden ook minder algemene en bedreigde soorten gevonden zoals Blauwe Reiger, Slechtvalk, Tureluur, Visdief, Dwergstern en Roodborsttapuit. De berekende aanvaringskans op rotorhoogte varieerde van 1 op 12.000 tot 1 op 600 overvliegende vogels. De meeste pleisterende en rustende watervogels hielden een duidelijke afstand van 150-300 m tot de turbines. Aan een lijnopstelling van windturbines langs de kust werd tijdens het broedseizoen vastgesteld dat de meeste meeuwen en sternes gewoon tussen de turbines door vlogen. In tegenstelling tot de situatie bij seizoensgebonden trekbewegingen van heel wat vogelsoorten en bij voedselvluchten van sommige overwinterende soortgroepen zoals eenden, vormden de windturbines blijkbaar geen barrière voor de voedselvluchten van deze broedvogels. Deze studie toont echter ook aan dat locaties met veel lokale vliegbewegingen van vogels wel een relatief groot aantal aanvaringslachtoffers kunnen hebben. De impact op trekvogels is nog onduidelijk, zeker voor wat betreft het aanvaringsaspect is dringend meer onderzoek noodzakelijk.

## ABSTRACT

*This article presents some preliminary results from the research on the impact of three wind farms in Flanders (Belgium) on birds. The collision numbers varied from 0 to 125 birds per wind turbine per year. The mean number in 2002 was 24, 35 and 18 birds per wind turbine per year. It is important to know that the mentioned numbers of victims have to be regarded as a strict minimum. The number of collisions on the three studied locations seems to be dependent on the number of passing birds, and in less degree with the size of the wind turbine. Most of the victims were abundant present birds like gulls, ducks and pigeons but we also found rarer species as Grey Heron, Peregrine Falcon, Redshank, Common Tern, Little Tern and Stonechat. The calculated collision chance at rotor height varied between 1 on 12.000 and 1 on 600 passing birds. Most resting or foraging waterfowl species held a distance of 150-300 m from the wind turbines. At one location in the port of Zeebrugge we saw that most gulls and terns, flying between the breeding colonies and feeding areas at sea, crossed the line of wind turbines in a normal way. Therefore, in contrast to the situation with seasonal migration of many species and local migration of waterfowl, during the breeding season the wind turbine line was no barrier for these birds. However, this study also demonstrates that area's with many local migrations of birds can have a relatively high number of collision victims. The impact on seasonal migrating birds is still unclear, and more research is urgently needed certainly concerning the collision factor.*

## Joris Everaert

Instituut voor Natuurbehoud  
Wetenschappelijke Instelling van de Vlaamse Gemeenschap  
Kliniekstraat 25 – 1070 Brussel  
Tel: 02-558.18.27. E-mail: joris.everaert@instnat.be  
Website: <http://www.instnat.be>

Project: Effecten van windturbines op habitatgeschiktheid met betrekking tot vogelpopulaties: lange termijn monitoring en adviesverlening.  
Onderzoek in opdracht van en met steun van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie.

## RÉSUMÉ

*Cet article propose quelques résultats provisoires de l'étude des effets de trois parcs éoliens en Flandre (Belgique) sur les oiseaux. Le nombre de victimes de collision variait de 0 à 125 oiseaux par éolienne et par an. La moyenne en 2002 était de 24, 35 et 18 victimes par éolienne et par an. Les résultats présentés ici doivent être considérés comme des minima stricts. Le nombre de victimes est en relation avec le nombre d'oiseaux survolant les éoliennes. Le type d'éolienne semble être de moindre importance. La plupart des victimes appartenaient à des espèces communes, telles que mouettes et pigeons, mais d'autres espèces – moins communes ou menacées – ont aussi été retrouvées: Héron cendré, Faucon pèlerin, Chevalier gambette, Sterne pierregarin, Sterne naine et Tarier pâtre. Le risque de collision à hauteur du rotor variait de 1 sur 12 000 jusqu'à 1 sur 600 oiseaux survolant l'éolienne. La plupart des oiseaux, faisant étape ou se reposant, gardaient une nette distance de 150 à 300 m par rapport aux éoliennes. On a constaté à la côte que les mouettes et les sternes passaient entre les éoliennes en saison de reproduction, quand celles-ci étaient postées en ligne. En opposition à la situation des mouvements migratoires saisonniers de plusieurs espèces et des vols en quête de nourriture de certaines espèces hivernantes, comme les canards, les éoliennes ne constituaient pas de véritable barrière pour la recherche de nourriture des oiseaux nicheurs. Par contre, l'étude montre que les sites, marqués par de fréquents mouvements en vol, peuvent connaître un grand nombre de victimes de collision. L'impact sur les oiseaux migrateurs n'est pas encore clair. En ce qui concerne l'aspect "collision", une étude approfondie s'avère indispensable.*

## Inleiding

Windturbines kunnen in bepaalde situaties een concreet gevaar vormen voor vogels. Onderzoek toont aan dat vogels tijdens het vliegen in botsing kunnen komen met de turbines of dermate verstoord worden dat ze gebieden met windturbines mijden. Een beknopte samenvatting van enkele buitenlandse onderzoeksresultaten (inclusief aanbevelingen en criteria betreffende de opmaak van milieueffectrapporten en selectiecriteria voor mogelijke windparken) is te vinden in een recent rapport van Birdlife (Birdlife International 2003). In Vlaanderen staan heel wat projecten rond windenergie op stapel, hierin aangemoedigd door de Vlaamse Regering die tegen 2004 streeft naar een aandeel van 2 % hernieuwbare energieproductie in het elektriciteitsverbruik (en 5 % in 2010). In september 2000 verscheen de Omzendbrief EME/2000.01 van de Vlaamse Regering (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap 2000) waarin een algemeen afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines in Vlaanderen worden toege-



Windturbinepark te Schelle (Foto: Joris Everaert)

licht. Natuurgebieden (incl. 250 m buffer) zijn bijvoorbeeld uitgesloten voor het plaatsen van windturbines. In geval van specifieke beschermingsgebieden (b.v. Natura 2000) en/of vogelsoorten, reservaten en/of de nabijheid van beschermde habitats dient een afstandsregel van 500 tot 700 m gerespecteerd te worden. Gebieden die geen specifieke bescherming genieten maar waar

wel belangrijke (aantallen) vogels worden aangetroffen, moeten uiteraard ook grondig geëvalueerd worden voor het plaatsen van windturbines. Het is in dit kader dat binnen het Instituut voor Natuurbehoud (IN) een project werd opgestart om de nodige beleidskennis op te bouwen inzake de interacties tussen windturbines en vogelbestanden in Vlaanderen. Het project gebeurde in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, administratie Economie, afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, en liep van 15 mei 2000 tot eind 2001. Het onderzoek bestond uit een tweeluik, te weten: de opmaak van een beleidsondersteunende vogelatlas met bijzondere concentratiegebieden en (lokale) trekroutes enerzijds, en adviesverlening en monitoring anderzijds. De beleidsondersteunende vogelatlas (Everaert et al. 2003) is momenteel raadpleegbaar in een geoloket op de website van het OC-GIS Vlaanderen (OC-GIS Vlaanderen 2003). De voorlopige resultaten van de monitoring zijn verschenen in een rapport (Everaert et al. 2002). In dit artikel worden enkele van deze resultaten voorgesteld, inclusief de reeds verwerkte gegevens van het aantal aanvarings-slachtoffers in 2002. In opvolging van het eerste project werd namelijk begin 2002 een nieuw project opgestart (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap), voornamelijk gericht op verdere monitoring en adviesverlening.

## Studiegebied en methoden van onderzoek

In de periode mei 2000 tot (voorlopig) december 2002 werden drie windturbine-

## Birdlife-rapport betreffende 'windparken en vogels'.

Ten behoeve van de Bern Conventie schreef Birdlife International in september 2002 het rapport 'Windfarms and birds'. In september 2003 werd daarvan een update opgemaakt met correcties en aanvullingen. Het document bevat een beknopte recensie van onderzoek aan bestaande windturbines, maar ook richtlijnen betreffende de opmaak van milieueffectrapporten (MER) en selectiecriteria voor mogelijke windturbinelocaties. Hieronder is een korte samenvatting weergegeven van het onderdeel 'richtlijnen'.

Alle ontwikkelingen van windparken die een potentieel gevaar betekenen voor vogels of natuur in het algemeen, of gebieden waar nog onzekerheid is over de mogelijke impact, moeten onderworpen worden aan een uitgebreid MER. Dit impliceert een veelomvattende studie voor individuele projecten, maar ook het bepalen van de cumulatieve impact van alle geplande projecten in de omgeving. Een veldstudie van minimum 1 jaar dient opgenomen te worden in de MER. Verdere monitoring na de bouw van de turbines moet over zowel korte als lange termijn gebeuren. Het gebruik van standaardmethoden (incl. vergelijkende 'voor/na' impactmethode) is hierbij essentieel.

Veel potentiële conflicten tussen windenergie en vogelpopulaties kunnen vermeden worden door een goede locatiekeuze. Alternatieve locaties/opstellingen moeten steeds onderzocht en geëvalueerd worden. Windparken mogen geen belangrijke nadelige effecten veroorzaken in internationaal en nationaal belangrijke gebieden of andere regio's met grote aantallen vogels zoals veel gebruikte trekroutes, of in regio's met bedreigde vogelsoorten. In de hierboven vermelde risicogebieden dient ook steeds het voorzorgsprincipe toegepast te worden, tenzij en totdat nader onderzoek de indicatie kan geven dat er geen belangrijke impact zal optreden.

Meer informatie bij Joris Everaert (02-558.18.27. [joris.everaert@instnat.be](mailto:joris.everaert@instnat.be)) en BirdLife International, 2003. *Windfarms and birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues. Information document for the 23rd meeting of the Standing Committee on behalf of the Bern Convention (1-5 December 2003)*, Document T-PVS/Inf (2003) 12, Strasbourg. [http://www.coe.int/T/E/Cultural\\_Cooperation/Environment/Nature\\_and\\_biological\\_diversity/Nature\\_protection/sc23.asp#TopOfPage](http://www.coe.int/T/E/Cultural_Cooperation/Environment/Nature_and_biological_diversity/Nature_protection/sc23.asp#TopOfPage)

caties onderzocht: (a) 23 kleine tot middelgrote turbines van 200, 400 en 600 kW in twee lijnopstellingen van respectievelijk 10, 12 en 1 turbine aan de Oostdam in de haven van Zeebrugge (periode mei 2000-2002), (b1) vijf middelgrote turbines (600 kW) in een lijnopstelling aan de Pathoekeweg langs het Boudewijnkanaal te Brugge (periode 2001-2002), (b2) negen turbines (600 kW) in het verlengde van de 5 eerstgenoemde turbines langs het Boudewijnkanaal (periode 2002), en (c) drie grote turbines (1.500 kW) in een clusteropstelling langs de Schelde te Schelle (periode april 2001-2002). De 23 windturbines aan de Oostdam staan langs het water op een verharde dijk. In 2000 werd gestart met de aanleg van een sternenschiereiland ter hoogte van de 3 meest noordelijke turbines. In de eerste fase werd ongeveer 2 ha opgespoten. Vlak voor het broedseizoen is daar in 2001 nog 3 ha bijgekomen. De windturbines langs het Boudewijnkanaal zijn omgeven door bedrijven, braakliggende grond en water. De windturbines te Schelle staan naast een oude elektriciteitscentrale op braakliggende industriegrond. Er werd wekelijks of tweewekelijks gezocht naar aanvaringslachtoffers. Enkel de vogels die zeker of zeer waarschijnlijk in aanvaring kwamen met de windturbines werden in rekening gebracht. De straal van de zoekcirkel was voor de kleine turbines aan de Oostdam gelijk aan de tiphoogte (= hoogste punt van de wieken) van de turbines (50 meter), voor de middelgrote en grote turbines van het Boudewijnkanaal en Schelle werd de masthoogte (= hoogste punt van de mast) gehanteerd, zijnde respectievelijk 60 en 85 meter. Niet alle vogelslachtoffers

Kleine vogels	N-geschat= $Na \cdot Cz \cdot Cp \cdot Ce$	Grotere vogels	N-geschat= $Na \cdot Cz \cdot Ce$
Small birds	N-estimated= see above	Large birds	N-estimated= see above

Tabel 1. Toegepaste formule voor het bepalen van het geschat aantal aanvaringslachtoffers ( $Na$ =aantal vastgestelde aanvaringslachtoffers,  $Cz$ =correctiefactor voor het zoekoppervlak,  $Cp$ =correctiefactor voor de predatie,  $Ce$ =correctiefactor voor de zoek efficiëntie). De term 'kleine vogels' slaat op alle vogels met een spanwijdte kleiner dan die van een duif.  
Table 1. Formula used to determine the estimated number of collision victims ( $Na$ = number of collision victims found,  $Cz$ =correction factor for search area,  $Cp$ =correction factor for predation,  $Ce$ =correction factor for search efficiency). The term 'small birds' means everything with a wingspan smaller than a pigeon.

worden echter daadwerkelijk gevonden, bijvoorbeeld omdat ze in het water terechtkomen van aangrenzende wateroppervlakten of omdat ze verwijderd worden door roofdieren en aaseters. Voor de schatting van het werkelijk aantal slachtoffers (Tabel 1) werd daarom gebruik gemaakt van correctiefactoren voor het beschikbaar zoekoppervlak, de zoek efficiëntie en voor kleine vogels ook vroegtijdige predatie door roofdieren, afgeleid van de door Winkelman (1992a) beschreven formule.

In het verdere verloop van de tekst zal het 'geschat aantal slachtoffers' (a.d.h.v. de formule in tabel 1) gewoon voorgesteld worden als het 'aantal slachtoffers'.

Op basis van het aantal slachtoffers (zekere en zeer waarschijnlijke) voor 1 maand en het waargenomen aantal overvliegende vogels gedurende 1 tot 3 volledige dagen (geëxtrapoleerd naar 1 maand) was het voor enkele soorten en/of soortgroepen ook mogelijk om een aanvaringskans te berekenen. Daarbij werd steeds een onderscheid gemaakt tussen alle overvliegende vogels en deze die enkel op rotorhoogte overvlogen. Aan de hand van diverse methoden werd ook de mogelijke verstoring op rustende, foeragerende, broedende en overtrekkende

vogels opgemeten. Bij elke waarneming werden op een gestandaardiseerd formulier gegevens ingevuld betreffende de soort, aantal, sector, vliegrichting, vlieghoogte, reactie, reactieafstand, reactietype, passageafstand, passagehoogte, e.d. De gebruikte ruimtelijke verdeling rond de turbines werd afgeleid van de door Winkelman (1992c) toegepaste verdeling.

## Resultaten

### Slachtoffers: aantallen en soorten

Het aantal vogelslachtoffers varieerde tussen de 0 en 125 vogels per windturbine en per jaar. Het gemiddelde aantal vogels voor de drie locaties kwam in 2002 uit op 24 (Oostdam, Zeebrugge), 35 (Boudewijnkanaal, Brugge) en 18 (Schelle) vogels per windturbine en per jaar (Tabel 2). Voor het onderzoeksjaar 2001 werden aan de Oostdam (en 5 eerste turbines aan Boudewijnkanaal) gelijkaardige aantallen gevonden. Er waren dus duidelijke verschillen tussen de locaties onderling, maar ook binnen de locaties zelf. Zo waren er aan de Oostdam te Zeebrugge in 2001 en 2002 gemiddelden van resp. 39 en 37 vogels per windturbine en per jaar langs de zeewaarts gerichte cluster van 12 turbines, en resp. 6 en 9 vogels per windturbine en per jaar langs de landwaarts gerichte cluster van 11 turbines. Aan de 5 meest zuidelijke windturbines langs het Boudewijnkanaal werd in 2002 een gemiddelde gevonden van 9 vogels per windturbine en per jaar, terwijl het gemiddelde aan de 9 meer noordelijk geplaatste turbines uitkwam op 49 vogels per windturbine en per jaar (en voor de 4 meest noordelijke turbines zelfs 73 vogels per windturbine en per jaar).

In figuur 1 is duidelijk te zien dat het aantal slachtoffers in relatie staat tot het aantal overvliegende vogels. Het type windturbine lijkt minder van belang te zijn (Figuur 2). De meeste aanvaringslachtoffers waren algemeen voorkomende soorten, voornamelijk



Windturbinepark te Zeebrugge (Oostdam) (Foto: Joris Everaert)

Locatie	gevonden aantal	grote vogels	kleine vogels	Cz	Cp	Ce	schatting grote vogels	schatting kleine vogels	schatting total
Location	number found	large birds	small birds				estimated large birds	estimated small birds	total estimated
<b>Oostdam (haven East-dam (Port))</b>									
<b>Zeebrugge</b> (23 turbines)				var (1,33- 9,09)	7,14	±1			
Totaal Total	61	58	3				392	153	545
Per turbine							17	7	24
<b>Boudewijnkanaal Boudewijn-canal</b>									
<b>Brugge</b> (5+9 turbines)				1,33	4,35	1-2			
Totaal Total	210	190	20				253	233	486
Per turbine							18	17	35
<b>Schelle, nabij de Schelde</b> Shelle, alongside the River Scheldt									
(3 turbines)				var (1- 1,89)	6,67	1-2			
Totaal Total	12	11	1				28	25	53
Per turbine							9	8	18

Tabel 2. Aantal aanvaringslachtoffers (zekere en zeer waarschijnlijke) per onderzochte windturbine-locatie, gedurende het onderzoeksjaar 2002. Cz is variabel per windturbine.  
Table 2. Number of collision victims (certain and highly probable) per wind farm, during the year 2002. Cz is variable per wind turbine.

Zilvermeeuw *Larus argentatus*, Kleine Mantelmeeuw *L. fuscus* en Kokmeeuw *L. ridibundus*, maar ook Wilde Eend *Anas platyrhynchos*, Meerkoet *Fulica atra* en Houtduif *Columba palumbus*. Er werden echter ook – in de meeste gevallen meerdere vogels van – zeldzamere soorten als slachtoffer gevonden zoals Blauwe Reiger *Ardea cinerea*, Sperwer *Accipiter nisus*, Torenvalk *Falco tinnunculus*, Slechtvalk *F. peregrinus*, Tureluur *Tringa totanus*, Drieteenmeeuw *Rissa tridactyla*, Visdief *Sterna hirundo*, Dwergstern *S. albifrons*,

Gierzwaluw *Apus apus* en Roodborsttapuit *Saxicola torquata*. Aan de 23 windturbines langs de Oostdam te Zeebrugge kwam in 2001 en 2002 het aantal aanvaringslachtoffers onder de sternes uit op 28 en 26.

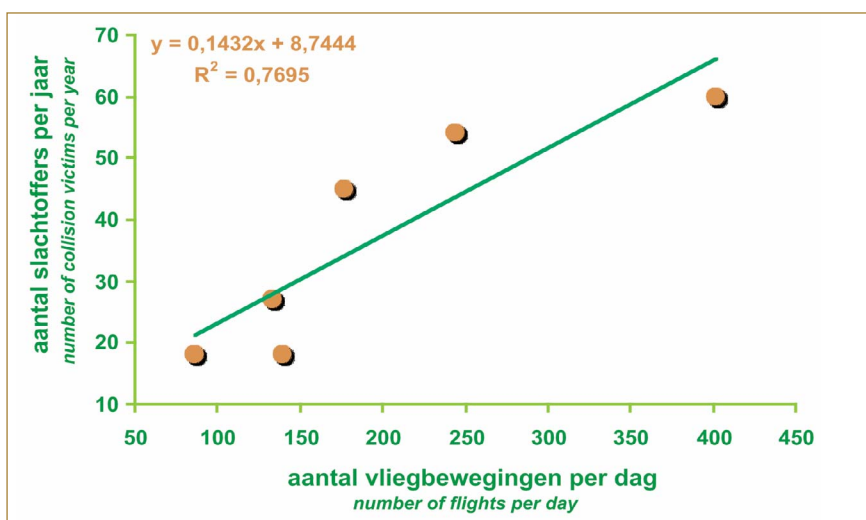
#### Aanvaringskans

Aan de Oostdam van Zeebrugge bedroeg de aanvaringskans voor grote meeuwen gedurende de dag- en nachtsituatie ongeveer 1 op 3.700 (alle hoogtes) en 1 op 2.100 (rotorhoogte). Gedurende de nacht was de aanvaringskans 1 op 1.900 (alle hoogtes) en

1 op 1.000 (rotorhoogte) overvliegende vogels. Aan de grotere windturbines langs het Boudewijnkanaal werd gedurende de dag- en nachtsituatie voor de Zilvermeeuw een aanvaringskans vastgesteld van 1 op 2.200 (alle hoogtes) en 1 op 750 (rotorhoogte). Voor de Dwergstern (Oostdam) was de aanvaringskans 1 op 27.000 (alle hoogtes) en 1 op 12.000 (rotorhoogte). Een opmerkelijk hogere aanvaringskans van 1 op 3.000 (alle hoogtes) en 1 op 600 (rotorhoogte) werd vastgesteld bij de Visdief. Het was (nog) niet mogelijk om te bepalen hoeveel vogels er 's nachts en overdag in aanvaring komen. Belangrijk om weten is wel dat er aan de turbines langs het Boudewijnkanaal meldingen binnen kwamen van plaatselijke arbeiders die overdag enkele meeuwen tegen de turbines hebben zien aanvliegen. Tijdens veldwerk overdag heeft de auteur daar ook enkele 'bijna-aanvaringen' van meeuwen en Blauwe Reigers opgemerkt.

#### Verstoring en reactiegedrag

Door het gebrek aan referentiesituaties (voordat de turbines aanwezig waren) was het moeilijk om voor de onderzochte Vlaamse locaties uitspraken te doen naar de graad van verstoring. De meeste overwinterende eendsoorten hielden op de drie onderzochte locaties wel een afstand van 150 tot 300 meter tot de turbines, grote groepen vogels bleven hierbij op een grotere afstand dan individuele vogels. Gedurende de maand mei werd aan het Boudewijnkanaal vastgesteld dat het aantal overvliegende vogels bij sommige soorten na het plaatsen van de turbines was gedaald. Het aantal overvliegende Blauwe Reigers was na het plaatsen van de turbines met ongeveer 42 % verminderd. Bepaalde soorten zoals Kokmeeuw, Zilvermeeuw en



Figuur 1. Dagelijks aantal vliegbewegingen van grote meeuwen per sector over de Oostdam te Zeebrugge (gemiddelde van broedseizoen 2001 en najaar 2001), vergeleken met het aantal meeuwslachtoffers per sector (4+3+4+4+4+4 turbines).

Figure 1. Daily number of local flights of large gulls per sector on the East-dam, Zeebrugge (mean of breeding season 2001 and autumn 2001), in relation to the number of gull collision victims per sector (4+3+4+4+4+4 turbines).



Torenvalk *Falco tinnunculus* (Foto: Joris Everaert)

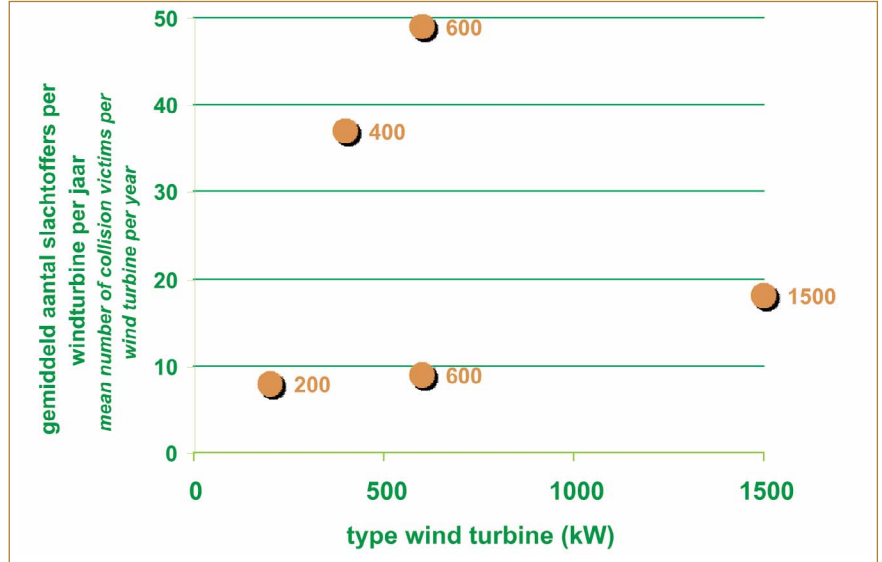


Wilde Eend *Anas platyrhynchos* (Foto: Joris Everaert)



Sperwer *Accipiter nisus* (Foto: Joris Everaert)

Blauwe Reiger vlogen lager (onder rotorhoogte) over dan voorheen (Figuren 3 en 4). De meeuwen en stern en uit de broedkolonie in de voorhaven van Zeebrugge (vnl. Westdam) ondernemen samen dagelijks tot duizenden voedselvluchten naar zee en terug. De meeste vogels vliegen over de westelijke strekdam, maar ook ter hoogte van de windturbines aan de oostelijke strekdam zijn er dagelijks tot enkele honderden

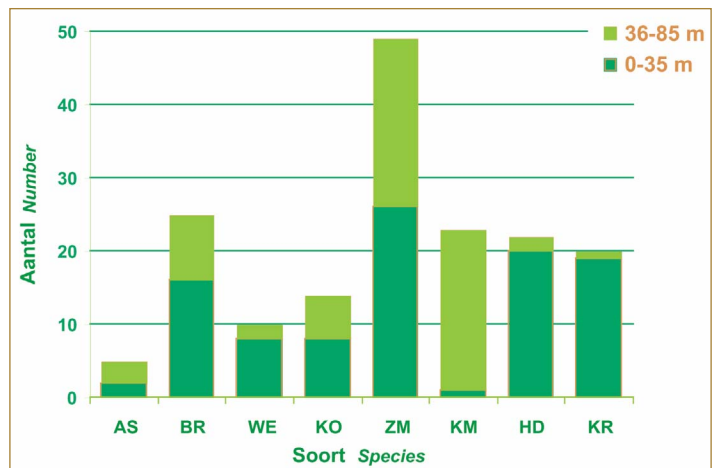
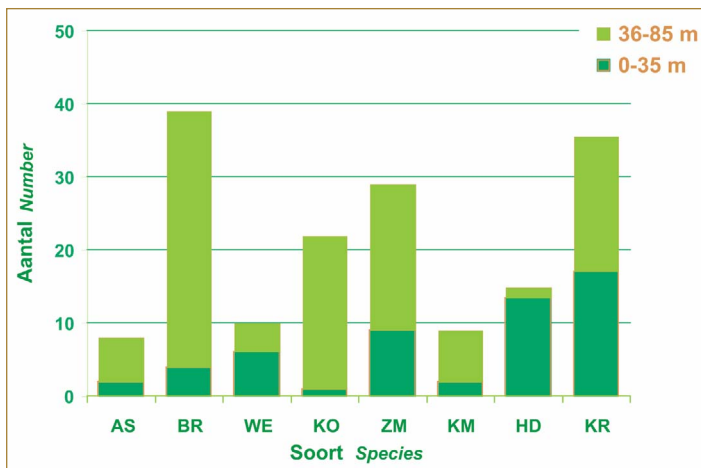


Figuur 2. Gemiddeld aantal slachtoffers per type windturbine in 2002 (200 kW: gegevens van 10 turbines aan de Oostdam te Zeebrugge, 400 kW: gegevens van 12 zeewaarts gerichte turbines aan de Oostdam te Zeebrugge, 600 kW: gegevens van 5 en 9 turbines langs het Boudewijnkanaal te Brugge, 1.500 kW: gegevens van 3 windturbines in de nabijheid van de Schelde te Schelle. Figure 2. Mean number of collision victims per type of wind turbine in 2002 (200 kW: data from 10 turbines on the East-dam in Zeebrugge, 400 kW: data from 12 sea-directed turbines on the East-dam in Zeebrugge, 600 kW: data from 5 and 9 turbines alongside the Boudewijn-canal in Brugge, 1.500 kW: data from 3 wind turbines in the vicinity of the River Scheldt in Schelle.

vliegbewegingen. De meeste meeuwen en stern en vlogen daar gewoon tussen de windturbines door. De turbines vormden dus geen duidelijke barrière voor de voedselvluchten van deze broedvogels. Voor de Dwergstern werd een kleine koerswijziging (reactie) vastgesteld bij slechts 0,5 % van het aantal op rotorhoogte overvliegende vogels en 0,2 % van het aantal op turbinehoogte overvliegende vogels. Voor de Visdief, Kleine Mantelmeeuw en Zilvermeeuw kon een reactie (afbuigen, ver-



Dwergstern *Sterna albifrons*. (Foto: Joris Everaert)



Figuren 3 & 4. Aantal overvliegende vogels gedurende 1 dag, in de periode mei 2000 voor het plaatsen van de turbines (links), en in de periode mei 2001 na het plaatsen van de turbines (rechts). 36-85 m = rotorhoogte. Soorten: Aalscholver, Blauwe Reiger, Wilde Eend, Kokmeeuw, Zilvermeeuw, Kleine Mantelmeeuw, Houtduif, Zwarte Kraai.

Figures 3 & 4. Number of passing birds in flight during 1 day, in May 2000 before the construction of the wind turbines (left), and in May 2001 after the construction (right). 36-85 m = rotor height. Species: Cormorant, Grey Heron, Mallard, Black-headed Gull, Herring Gull, Lesser Black-backed Gull, Wood Pigeon and Carrion Crow.

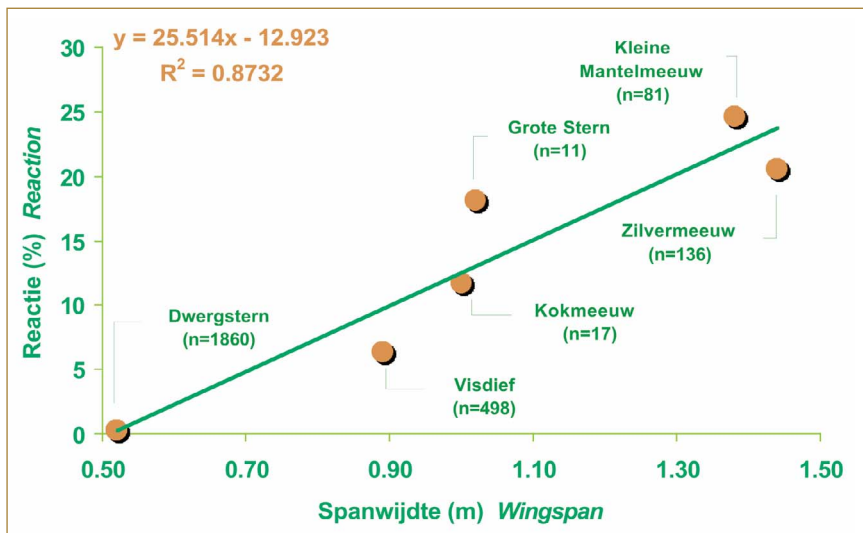
Soort Species	Vlieghoogte Flight altitude (m) H1=0-15 ; H2=16-50 H3=51-65	Totaal aantal Total number	Reacties Number of avoiding reactions	% Reactie % Reaction (H1, H2, H3)	% Reactie % Reaction (H1+2)
<b>Dwergstern</b> <i>Little Tern</i>	H1	1010	0	0,0	
	H2	828	4	0,5	0,2
	H3	22	1	4,6	
<b>Visdief</b> <i>Common Tern</i>	H1	408	15	3,7	
	H2	35	11	31,4	5,9
	H3	55	6	10,9	
<b>(Grote Stern)</b> <i>(Sandwich Tern)</i>	H1	1	1	(100,0)	
	H2	2	1	(50,0)	(66,7)
	H3	8	0	(0,0)	
<b>Kokmeeuw</b> <i>Black-headed Gull</i>	H1	13	1	7,7	
	H2	2	1	50,0	13,3
	H3	2	0	0,0	
<b>Zilvermeeuw</b> <i>Herring Gull</i>	H1	85	8	9,4	
	H2	34	13	38,2	17,6
	H3	17	7	41,2	
<b>Kleine mantelmeeuw</b> <i>Lesser Black-headed Gull</i>	H1	44	6	13,6	
	H2	26	7	26,9	18,6
	H3	11	7	63,6	

Tabel 3. Aantal overvliegende vogels en het aantal reacties gedurende 1 dag (gemiddelde broedseizoenen 2000 en 2001), over een gedeelte (400 m sector) van een rij windturbines aan de Oostdam te Zeebrugge (H2= rotorhoogte ; H1+2= turbinehoogte).

Table 3. Number of passing birds and the number of avoiding-reactions during one day (mean of breeding seasons 2000 and 2001) when approaching one part (400 m sector) of a line of wind turbines at the East dam in Zeebrugge (H2= rotor height ; H1+2= turbine height).

anderen vlieghoogte of terugkeren) worden waargenomen bij respectievelijk 31,4 %, 26,9 % en 38,2 % van het aantal op rotorhoogte overvliegende vogels en respectievelijk 5,9 %, 18,6 % en 17,6 % van het aantal op windturbinehoogte overvliegende vogels (Tabel 3). Van de Grote Stern *Sterna sandvicensis* waren er te weinig overvliegende vogels om conclusies te trekken.

Overigens vloog de overgrote meerderheid van de reagerende vogels na hun koerscorrectie gewoon tussen de in werking zijnde turbines door. Gedurende het broedseizoen was het aantal reacties op de turbines positief gerelateerd aan de spanwijdte (Figuur 5). Dat was ook het geval bij de turbines langs het Boudewijnkanaal (Figuur 6).



Figuur 5. Procentuele reactie op windturbines van de op alle hoogtes overvliegende stern en meeuwen gedurende 1 dag, over een sector van 400 m (sector t.h.v. sterneneiland), Oostdam Zeebrugge (gemiddelde van broedseizoenen 2000 en 2001), vergeleken met de gemiddelde spanwijdte van de betreffende vogels. Soorten: Dwergstern, Visdief, Grote Stern, Kokmeeuw, Zilvermeeuw en Kleine Mantelmeeuw.

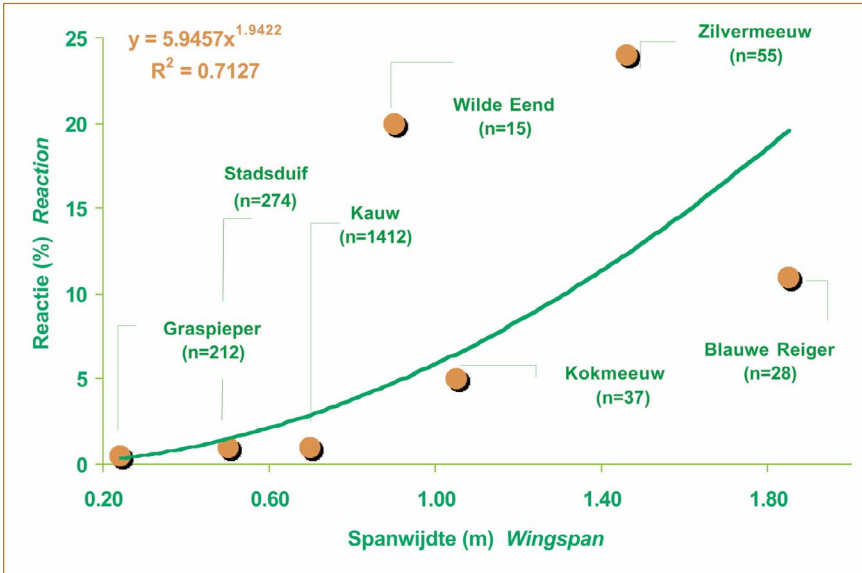
Figure 5. Percentage of avoiding reactions by terns and gulls at all heights during one day, in a sector of 400 m, East-dam, Zeebrugge (mean number of the breeding seasons 2000 and 2001), in relation to the mean wingspan of the birds concerned. Species: Little Tern, Common Tern, Sandwich Tern, Black-headed Gull, Herring Gull and Lesser Black-backed Gull.

## Discussie

Eén van de meest uitgebreide en best onderbouwde onderzoeken bij kleine tot middelgrote windturbines werd uitgevoerd te Oosterbierum en Urk (Nederland). Op deze locaties kwam men tijdens de voor- en najaarstrek (maart, april, oktober, november) uit op een gemiddelde van 0,06 tot 0,11 slachtoffers per dag en per turbine (Winkelman 1992a ; Van der Winden et al. 1999). Tijdens de voor- en najaarstrek (maart, april, oktober, november) komen voor de gelijkaardige windturbines van de Oostdam te Zeebrugge uit op gemiddeld 0,10 (in 2001) en 0,01 (in 2002) slachtoffers per dag en per turbine, en voor de iets grotere turbines aan het Boudewijnkanaal te Brugge op 0,06 (in 2001) en 0,09 (in 2002) slachtoffers per dag en per turbine. De 0,01 waarde voor de Oostdam in 2002 zal eerder uitzonderlijk zijn, de maanden maart, april, oktober en november bleken daar juist het kleinste aantal slachtoffers te hebben (meeste in augustus, september en december). Gemiddeld komen we daar over het gehele jaar 2002 op 0,07 slachtoffers per dag en per turbine. Aan het Boudewijnkanaal was dit 0,10 slachtoffers per dag en per turbine.

Extrapolatie van de gegevens uit de in open landschap nabij of aan de kust gelegen windparken te Oosterbierum en Urk leert dat bij ongeveer 1.000 MW geplaatst vermogen van windturbines in Nederland op jaarbasis gemiddeld 21.000 (maximaal 134.000) zekere en zeer waarschijnlijke aanvaringslachtoffers zullen vallen. Inclusief mogelijke slachtoffers loopt dit aantal op tot gemiddeld 46.000 (maximaal 257.000) slachtoffers (Winkelman 1992a). Voor een 1.000 MW geplaatst vermogen van grotere windturbines langs de kust, werd het jaarlijks aantal aanvaringslachtoffers geschat op ongeveer 100.000 (Koop 1997).

De schatting van 21.000 tot 257.000 jaarlijkse vogelslachtoffers voor 1.000 MW geïnstalleerd vermogen van windturbines is weliswaar minder dan de enkele miljoenen jaarlijkse slachtoffers langs verkeerswegen en hoogspanningslijnen, maar relatief gezien zal het aantal slachtoffers per kilometer windturbines wel ongeveer overeenkomen met het aantal per kilometer drukke verkeersweg of hoogspanningslijn (Winkelman 1992a). We mogen het probleem dus zeker niet als marginaal afschilderen. Bovendien kunnen 'enkele' jaarlijkse



Figuur 6. Procentuele reactie op windturbines van de op alle hoogtes overvliegende vogels gedurende 1 dag, aan de 5 eerst geplaatste turbines langs het Boudewijnkanaal Brugge (gemiddelde van periode mei 2001 en oktober 2001), vergeleken met de gemiddelde spanwijdte van de betreffende vogels. Soorten: Blauwe Reiger, Wilde Eend, Kokmeeuw, Zilvermeeuw, Stadsduif, Graspieper en Kauw.

Figure 6. Percentage of avoiding reactions of passing birds at all heights during one day at 5 wind turbines along the Boudewijn-canal, Brugge (mean number of May 2001 and October 2001), in relation to the mean wingspan of the birds concerned. Species: Grey Heron, Mallard, Black-headed Gull, Herring Gull, Domestic Pigeon, Meadow Pipit and Jackdaw.

slachtoffers bij een relatief kleine populatie van een bedreigde soort ook significante negatieve gevolgen hebben. Een toenemend aantal windparken betekent ook een extra milieudruk bovenop de reeds bestaande verstoringbronnen. In een dichtbevolkte regio als Vlaanderen verlaagt dat de

geschiktheid van de open ruimte voor ecologische functies zoals de aanwezigheid van vogelpopulaties en het garanderen van regionale en internationale doortrekroutes. In tabel 4 zijn de resultaten i.v.m. aanvaring (mortaliteitsgraad) bij de onderzochte Vlaamse locaties nogmaals samengevat, in

vergelijking met enkele locaties in het buitenland. Bemerkt dat het aantal slachtoffers voor de Vlaamse locaties vooral sterk afhankelijk lijkt te zijn van het aantal overvliegende (aanwezige) vogels (Figuur 1), en zeer waarschijnlijk in veel mindere mate van het type windturbine (Figuur 2). De bevindingen in verband met de aanvaringskans lijken deze stelling te bevestigen. Er zijn echter nog bijkomende gegevens noodzakelijk betreffende het aantal slachtoffers bij grote turbines ( $\geq 1.500$  kW). De grote verschillen tussen turbines onderling tonen wel aan dat de locatiekeuze een grote rol kan spelen bij het aantal slachtoffers. Aan de hand van waarnemingen t.h.v. het windpark langs het Boudewijnkanaal weten we bijvoorbeeld dat het relatief hoog gemiddeld aantal aanvarings-slachtoffers (73 per turbine per jaar) bij de 4 meest noordelijke windturbines vrijwel zeker het gevolg is van het feit dat de betreffende zone gedeeltelijk op een slaaptrekroute van meeuwen ligt.

Windturbines draaien niet altijd. We zouden de jaarlijkse mortaliteit bij een windpark dus ook moeten vergelijken met het jaarlijks aantal draaiuren van de turbines. De 23 windturbines aan de Oostdam draaiden in 2002 gemiddeld 85 % van de tijd (= op het net aangesloten) en hadden daarbij een productiefactor (= effectief draaiend op vol vermogen) van ongeveer 40 % (Neys 2003). De 14 windturbines aan het Boudewijnkanaal draaiden in 2002 gemiddeld 81 % van de tijd, met een productiefactor van ongeveer 23 % (Ackaert & Desender 2003 ; Batardy 2003). De 3 meer in het binnenland gebouwde windturbines te Schelle draaiden in 2002 gemiddeld 76 % van de tijd, met een productiefactor van ongeveer 18 % (Batardy 2003).

Plaats	Aantal turbines	Aantal vogels / turbine / jaar	Studieperiode	Referentie
Place	Number of turbines	#birds/turbine/year	Study period	Reference
<b>Belgium</b>				
Schelle	3	18	1 year	This article
Oostdam, Zeebrugge	23	24	2 years	" & Everaert et al.2002
Boudewijnkan.Brugge	14	35	1 year	"
<b>Spain, Navarra</b>				
Salajones	33	35	1 year	Lekuona 2001
Izco	75	26	1 year	"
Alaiz	75	4	1 year	"
Guerinda	145	8	1 year	"
El Perdón	40	64	1 year	"
<b>Spain</b>				
Basque Country	40	5-7	3 years	Onrubia et al. 2002
<b>Spain</b>				
Pesur, Tarifa	190	0,45 (?)	1 year	SEO/Birdlife 1995
E3, Tarifa	66	0,05 (?)	1 year	"
<b>UK</b>				
Blyth	9	1,34	2 years	Still et al. 1996
<b>Netherlands</b>				
Zeeland	5	2-7	1 year	Musters et al. 1996
Oosterbierum	18	22-33 (?)	1 year	Winkelman 1995
Urk	25	15-18 (?)	1 year	"

Tabel 4. Gemiddelde mortaliteitsgraad van vogels door aanvaring bij enkele windparken in Europa. Bij de voorgestelde studies werd op een bepaalde manier gebruik gemaakt van correctiefactoren voor predatie en zoek efficiëntie. <sup>(1)</sup> Dit betreft enkel het aantal grote vogels. Kleine (zang) vogels werden hier niet nader onderzocht. <sup>(2)</sup> Deze cijfers werden berekend op basis van gegevens van verschillende dagen in het voor- en najaar, origineel voorgesteld als aantal slachtoffers per turbine per dag; de eigenlijke aantallen per jaar kunnen wat lager liggen.

Table 4. Mean avian mortality rates by collision at some wind farms in Europe. The studies used correction factors (predator removal and search efficiency rates) to adjust the figures. <sup>(1)</sup> This is only the number of large birds. Small birds are not included because they weren't surveyed. <sup>(2)</sup> These rates were mainly calculated from several days in spring and autumn, originally expressed as birds per turbine per day; the rates over a year long period could be lower.



Windturbinepark Boudewijnkanaal Brugge (Foto: Joris Everaert)

Het jaarlijks aantal draaiuren van windturbines kan uiteraard wel een belangrijke invloed hebben op de mortaliteit, maar we veronderstellen dat dit geen bepalende factor zal zijn bij het vergelijken van de mortaliteit tussen verschillende 'normaal' opererende windturbines of windparken. De turbines langs het Boudewijnkanaal hadden bijvoorbeeld individueel een gelijkaardig aantal draaiuren, maar wel een zeer variabel aantal aanvaringsslachtoffers.

Aan de drie onderzochte windparken werd aangetoond dat ook zeldzamere soorten het slachtoffer kunnen worden van windturbines. Enkele buitenlandse onderzoekers maken melding dat er vrijwel alleen zeer algemene soorten het slachtoffer worden (Winkelman 1992a ; Van der Winden et al. 1999). De situatie is echter zeer plaatsafhankelijk. Het voorkomen van (kleinere aantallen) zeldzame soorten geeft ook niet altijd de waarborg voor een laag aanvaringsrisico. In Duitsland werden tijdens recente controles in enkele windparken al 8 Zeearenden *Haliaeetus albicilla* en 28 Rode Wouwen *Milvus milvus* als slachtoffers vastgesteld (Hart 2001 ; Dürr 2003). Het nog steeds toenemend aantal buitenlandse windparken waar elk jaar relatief grote aantallen beschermde roofvogels, zangvogels en/of vleermuizen het slachtoffer worden van de windturbines (zoals in Tarifa en Navarra (Spanje), Californië, West-Virginië, Wyoming en Minnesota (VS)), zijn duidelijke voorbeelden van slecht gelegen locaties (Birdlife International 2003 ; Dürr 2003 ; Windpower Monthly 2003 ; Euskal Herria Journal Navarra 2002 ; Lekuona 2001).

In de literatuur worden geen duidelijke richtlijnen gegeven betreffende de noodzakelijke zoekoppervlakte rondom windturbines. De door Winkelman (1989, 1992a) toegepaste zoekcirkel met een straal van 50 m

wordt meestal gehanteerd, maar het is vanzelfsprekend dat bij grotere windturbines ook een grotere zoekcirkel is vereist. Het lijkt aangeraden om steeds een zoekcirkel te gebruiken waarvan de straal gelijk is aan de tiphoogte van de windturbines.

De gepresenteerde aantallen slachtoffers per turbine en per jaar in tabel 4 lijken op het eerste gezicht nog 'relatief' laag. De werkelijke impact hangt uiteraard af van de soorten die in aanvaring komen, en de hoeveelheid windturbines (in een bepaalde regio). Bovendien moeten deze aantallen gezien worden als strikte minima omwille van het feit dat meer intensief onderzoek noodzakelijk is om een beter beeld te krijgen van het eigenlijke aantal kleine (trek)vogels dat in aanvaring komt met de windturbines. In verband met trekvogels heeft Kaatz (2002) onlangs nog op een workshop aanbevolen om geen hoge windturbines te bouwen langs de kuststrook, vanwege verstoring (barrière) maar vooral ook vanwege een mogelijk groot aantal slachtoffers waarvan het grootste deel van de kleine vogels gewoon 'uiteenspat' bij een aanvaring met de wieken en bijgevolg niet kan teruggevonden worden. De snelheid van de draaiende wieken van grote windturbines loopt naar de tippen immers op tot een dodelijke 230 km/u. Vandaar dat de geschatte aanvaring van kleine vogels op basis van het zoeken naar slachtoffers op de grond (zoals bij de meeste veldstudies) zelfs met ingebouwde correctiefactoren voor predatie en zoek efficiëntie niet echt betrouwbaar is. Het enige ons bekende uitgebreide onderzoek waarbij de aanvaringskans voor nachtelijke trekvogels werd berekend aan de hand van effectief waargenomen aanvaringen (video met warmtebeeldcamera) werd verricht in Nederland (Winkelman 1992b). De resultaten daar kwamen uit op een opmerkelijk

hoge aanvaringskans van 1/40 (2.5 %) vogels die 's nachts op rotorhoogte overvlogen.

Hoewel in tegenstelling tot lokale dagelijkse vliegroutes de seizoenale trekbewegingen doorgaans op een grotere hoogte zijn gesitueerd, worden de grootste vogeldichtheden bij de nachtelijke seizoenstrek ook regelmatig onder de 150 m vastgesteld (Buurma & Van Gasteren 1989). Boven zee vliegen vogels in het algemeen lager dan boven land, maar in beide landschappen vliegen er grote aantallen vogels zowel onder als boven 150 m (Van der Winden et al. 1999). Door de grote hoogte (>100 m) vormen moderne windturbines van 1 MW en groter op sommige locaties dus een gevaar voor seizoenale trekvogels. Daarbovenop komt nog het feit dat ook de relatief zwakke 'anti-collision'-lichten ten behoeve van de luchtvaart (vaak noodzakelijk bij grote windturbines) tot veel meer slachtoffers kunnen leiden (Buurma & Van Gasteren 1989; Gauthreau & Belser 1999; Manville 2000). Dit werd ook gedeeltelijk bevestigd door de uitzonderlijke vondst van een groot aantal (49) aanvaringsslachtoffers over slechts 1 nacht onder een tijdelijk verlichte windturbine in Zweden (Karlsson 1983).

Het dagelijks zoeken van aanvaringsslachtoffers gedurende de trekperiodes gekoppeld aan systematische veldwaarnemingen van overvliegende vogels, moet meer duidelijkheid kunnen brengen betreffende het gedrag en de aanvaringskans van kleine zangvogels. Waarnemingsmethoden op basis van radar en nachtkijkers zijn hierbij noodzakelijk. De recente ontwikkelingen van een volautomatisch geluid- en beeldregistratiesysteem voor aanvaringen, waarbij contactmicrofoons op de turbines geplaatst worden in combinatie met webcams

	<b>dag- en nachtsituatie (alle hoogtes)</b> <i>day- and night situation (all heights)</i>	<b>nachtsituatie (alle hoogtes)</b> <i>night situation (all heights)</i>
<b>Eenden</b> <i>Ducks</i>	1 / 2.500	1 / 1.100
<b>Meeuwen</b> <i>Gulls</i>	1 / 4.800	1 / 270
<b>Steltlopers</b> <i>Waders</i>	1 / 4.800	1 / 770
<b>Zangvogels</b> <i>Song-birds</i>	1 / 2.500	1 / 156
<b>Overige soorten</b> <i>Other species</i>	1 / 526	?

Tabel 5. Aanvaringskans (najaar) te Oosterbierum in Nederland (Winkelman 1992a), berekend op basis van het aantal overvliegende vogels in vergelijking met het aantal zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers.

Table 5. Collision chances (autumn) in Oosterbierum, the Netherlands (Winkelman 1992a), calculated by comparing the number of passing birds with the actual numbers, the most likely and possible numbers of collision victims.





Enkele dode meeuwen *Larus spec.* (Foto: Joris Everaert)

(Verhoef 2003), en het warmtebeeld detectie systeem (TADS) voor het bepalen van de aanvaringsfrequentie van trekvogels bij windturbines (Desholm 2003), zijn ook veelbelovend.

In vergelijking met de onderzoeksresultaten te Oosterbierum in Nederland (Tabel 5) werd voor de dag- en nachtsituatie samen aan de Oostdam te Zeebrugge een vrij gelijkaardige aanvaringskans van 1 op 3.700 meeuwen berekend. Voor diezelfde situatie kon aan de grotere windturbines langs het Boudewijnkanaal te Brugge wel een grotere aanvaringskans van 1 op 2.200 (enkel voor Zilvermeeuw) gevonden worden. De hogere en aan de basis iets trager draaiende windturbines van het Boudewijnkanaal zorgen dus blijkbaar niet meteen voor een kleinere aanvaringskans.

Op basis van de nachtsituatie was de berekende aanvaringskans van meeuwen aan de Oostdam (1 op 1.900) duidelijk lager dan te Oosterbierum. De oorzaak hiervan is niet geheel duidelijk. Mogelijk speelt de achtergrondverlichting aan de Oostdam hier een rol in.

In tegenstelling tot meeuwen worden stern en over het algemeen niet 's nachts langstrekkend vastgesteld, waardoor de aanvaringskans relatief laag zou moeten blijven (Dirksen et al. 1996). De aanvaringskans voor de Dwergster aan de Oostdam van Zeebrugge (1 op 27.000; alle hoogtes) lijkt dit te bevestigen. Het is echter opmerkelijk dat er voor de Visdief een veel hogere aanvaringskans van 1 op 3.000 (alle hoogtes) werd vastgesteld. Onderzoek gedurende meerdere dagen en nachten is hier zeker noodzakelijk, zodat er met een meer

betrouwbaar gemiddeld aantal overvliegende vogels kan worden gewerkt.

Ook het verstoringaspect kan in bepaalde gebieden een belangrijke impact hebben. Een aantal buitenlandse studies hebben voor verschillende pleisterende en rustende vogelsoorten een significante verstoring vastgesteld tot minstens 400 m van de turbines, en voor sommige soorten tot zeker 600 meter. Vooral watervogelsoorten en ganzen blijken gevoelig te zijn (Kruckenberg & Jaene 1999; Osieck & Winkelman 1990; Van der Winden et al. 1999; Winkelbrandt et al. 2000; Winkelman 1989, 1992d). Relatief lange rijen van windturbines of grote windparken kunnen vooral voor heel wat doortrekkers en overwinteraars ook als een belangrijke barrière op hun trekroute werken (duikeenden: Van der Winden et al. 1996; Smient *Mareca penelope*: Poot et al. 2001; Kraanvogel *Grus grus*: Brauneis 2000; seizoenale trekvogels algemeen: Albouy et al. 2001; Richarz 2002; Birdlife International 2003).

Op de drie Vlaamse locaties was het nog niet mogelijk om deze buitenlandse resultaten aan een vergelijkend onderzoek te onderwerpen. Voor bepaalde broedvogels zou verstoring op lokale trekroutes wel nog beperkt kunnen blijven. Van den Bergh et al. (2002) concludeerden namelijk dat twee lijnopstellingen op de Maasvlakte in Nederland in de broedtijd geen barrière betekenen voor voedselvluchten van meeuwen en stern en. De resultaten aan de Oostdam van Zeebrugge lijken dit te bevestigen. Meeuwen die op 'turbinehoogte' de lijnopstellingen aan de Maasvlakte wilden passeren, reageerden in 3,1 % van de geval-

len, stern en (Visdief) in 5,3 % van de gevallen. Het resultaat voor de Visdief is vergelijkbaar met dat van de Oostdam (5,9%), althans toch voor de op turbinehoogte overvliegende vogels. Van de Visdieven die aan de Oostdam op 'rotorhoogte' overvlogen vertoonde een veel groter aandeel (31,4%) een reactie. Ook voor de meeuwen werd aan de Oostdam te Zeebrugge op turbinehoogte een duidelijk grotere procentuele reactie (18,6%) vastgesteld dan op de Maasvlakte. Er zijn meerdere onderzoeksresultaten die de bevindingen aan de Oostdam te Zeebrugge lijken te bevestigen, namelijk dat grotere vogels zoals meeuwen ook meer reacties zullen vertonen op windturbines. In het onderzoek te Oosterbierum (Nederland) werd een toenemende gevoeligheid geconstateerd voor respectievelijk trekkende lijsters *Turdus spec.* (1%), Spreeuwen *Sturnus vulgaris* (10%), kleine zangvogels (7-20%), steltlopers (13-17%; uitzondering de Kievit *Vanellus vanellus* met 32%), duiven (18%), eenden (19%) en meeuwen (24-31%). Bij kleine windturbines traden bij trekkende steltlopers, lijsters en kraaien de minste reacties (2-6%) op, bij eenden en ganzen (43%) de meeste (Winkelman 1992c). Petersen & Nohr (1989) noemen bij windparken met kleine turbines plevieren (11%), zangvogels (20%), ganzen (30%), zwanen (34%) en meeuwen (35%). Ook Aalscholvers *Phalacrocorax carbo* scoorden hoog met een groot aandeel reacties. Böttger et al. (1990) stellen eveneens dat bij kleine vogels (zangvogels en lijsters) relatief weinig reacties voorkomen en bij grote vogels juist veel reacties.

Bemerk wel dat de overgrote meerderheid van de reagerende broedvogels aan de Oostdam slechts een kleine koerswijziging uitvoerde en daarna gewoon tussen de turbines doorvlog. Een geringe barrièrewerking zegt echter nog niets over het aantal aanvaringslachtoffers. Windturbinelocaties met een relatief groot aantal lokale dagelijkse trekbewegingen van meeuwen en stern en kunnen uiteraard wel zorgen voor een aanzienlijk aantal vogelslachtoffers. Het onderzoek aan de windturbinelocaties te Zeebrugge (Oostdam) en Brugge (Boudewijnkanaal) maakt duidelijk dat ondanks een geringe barrièrewerking toch een redelijk groot aantal stern en meeuwen het slachtoffer kunnen worden van windturbines (Everaert et al. 2002; Everaert et al. 2001; Everaert & Kuijken 2002).

## Conclusies en aanbevelingen

Windturbines kunnen in sommige omstandigheden een belangrijke impact hebben op vogels, hetzij door directe aanvaring hetzij door habitatverstoring. Door een goede locatiekeuze kunnen op plaatselijk niveau de grootste problemen vermeden worden. Het is van belang dat nieuwe windturbineparken niet in of nabij belangrijke broed-, pleister-, rust- en doortrekgebieden van vogels worden gebouwd. Het principe dat natuurgebieden en specifieke beschermingsgebieden zoals Natura 2000 zones (inclusief buffers) sowieso niet worden uitgeroepen is daarom al een belangrijke beslissing van de Vlaamse Regering. Dit voorbeeld zou moeten gevolgd worden in het buitenland. Bebouwde industriegebieden of andere niet-voelrijke locaties die aansluiten op bestaande gebouwen en wegen dienen in de eerste plaats onderzocht te worden voor een eventuele inplanting van windturbines. Windparken aansluitend aan industriële inplantingen welke gelegen zijn langs doortrek- of foerageroutes, zullen echter steeds risicohoudend zijn voor de zich verplaatsende vogels. Ook hier blijft in vele gevallen dus een grondige locatiebeoordeling en risicoanalyse noodzakelijk, met zonodig aanvullend veldonderzoek. Het inschatten van de negatieve gevolgen wordt wel bemoeilijkt door de grote verschillen tussen locaties en tussen vogelsoorten. Het gebrek aan duidelijke gegevens betreffende de effecten op seizoensgebonden trekbewegingen van (kleine) trekvogels blijft een groot probleem.

Bij deze problematiek is het tevens belangrijk om de globale impact van windturbines op vogels niet uit het oog te verliezen. Risicoanalyses beperken zich bijna uitsluitend tot één bepaald, lokaal of subregionaal project. Dat de meeste projecten afzonderlijk beschouwd geen duidelijk significante gevolgen hebben voor vogelpopulaties, betekent echter niet dat er zich geen problemen kunnen voordoen wanneer alle projecten samen worden genomen. Gezien windparken in diverse Europese landen hoog op het verlanglijstje staan, is het niet onwaarschijnlijk dat trekvogels in de toekomst op hun trekroute met vele tientallen dergelijke hindernissen zullen worden geconfronteerd. Het is dan ook aangeraden dat toekomstscenario's in verband met windparken beter op elkaar worden afgestemd. Het bepalen van cumulatieve effecten



Scholekster *Haematopus ostralegus* (Foto: Joris Everaert)

ten is uiteraard een complexe materie, maar het is noodzakelijk dat hiervoor een methode wordt ontwikkeld. Tezelfdertijd zou aan de hand van een grootschalige kosten-batenanalyse een afweging moeten gemaakt worden tussen de positieve effecten van windenergie inzake het broeikaseffect (o.a. vermindering CO<sub>2</sub> uitstoot) en de negatieve effecten van windturbines op mens, landschap en avifauna. Wetenschappelijk bestaat daarover nog heel wat onduidelijkheid, en de vrees bestaat dat zelfs beperkte beschikbaarheid van 'groene' energie niet direct een zuinigheidsbeleid zal stimuleren. Onder grote politieke, maatschappelijke en economische druk worden we nu in Vlaanderen steeds meer geconfronteerd met plannen voor de oprichting van windparken. Gezien de vele onduidelijkheden over de uiteindelijke gevolgen van windturbines voor vogels, lijkt het ons vanzelfsprekend zeker op risicolocaties het voorzorgsprincipe toe te passen en geen windturbines te plaatsen in of nabij voelrijke gebieden.

## Dankwoord

In de eerste plaats dank aan de opdrachtgever van het project – zijnde het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Administratie Economie, Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie – voor het tot stand komen van het project, waardoor de auteur aan het IN contractueel verbonden werd.

Ik dank Koen Devos, Eric Stienen en Eckhart Kuijken, en de referees Walter Belis, Bert Van Der Krieken en Peter Symens voor hun opbouwende commentaar op een eerdere versie van dit artikel. Walter Belis zorgde ook voor de opmaak van de résumé en Janine Van Vessem voor de abstract.

Tenslotte ook nog dank aan Electrabel, Interlectra en Electrawinds voor de vrije toegang op de windturbinelocaties.

## Referenties

- Ackaert J. & Desender L., 2003. Gegevens aantal draaiuren en equivalent vollast uren van het windpark langs het Boudewijnkanaal te Brugge. Mededeling aan het Instituut voor Natuurbehoud.
- Albouy S., Dubois Y. & Picq H., 2001. *Suivi ornithologique des parcs éoliens du plateau de Garrigue Haute*. ABIES bureau d'études et la LPO Aude, ADEME, Valbonne, France.
- Batardy J., 2003. Gegevens aantal draaiuren en equivalent vollast uren van het windparken te Schelle en langs het Boudewijnkanaal te Brugge. Mededeling aan het Instituut voor Natuurbehoud.
- BirdLife International, 2003. *Windfarms and birds: An analysis of the effects of windfarms on birds, and guidance on environmental assessment criteria and site selection issues*. Information document for the 23 rd. meeting of the Standing Committee on behalf of the Bern Convention (1-5 December 2003), Document T-PVS/Inf (2003) 12, Strasbourg.
- [http://www.coe.int/T/E/Cultural\\_Co-operation/Environment/Nature\\_and\\_biological\\_diversity/Nature\\_protection/sc23.asp#TopOfPage](http://www.coe.int/T/E/Cultural_Co-operation/Environment/Nature_and_biological_diversity/Nature_protection/sc23.asp#TopOfPage)
- Böttger M., Clemens T., Grote G., Hartmann G., Hartwig E., Lammen C. & Vauk-Hentzelt E., 1990. *Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen*, Endbericht. NNA-Berichte 3 (Sonderheft):1-124
- Brauneis W., 2000. Der Einfluss von Windkraftanlagen auf die Avifauna, dargestellt insb. Am Beispiel des Kranichs *Grus grus*. *Ornithologische Mitteilungen* 52: 410-414
- Buurma L.S. & Van Gasteren H., 1989. *Trekvogels en obstakels langs de Zuidhollandse kust. Radarwaarnemingen van vogeltrek en het aanvaringsrisico bij hoogspanningsleidingen en windturbines op de Maasvlakte*. Koninklijke Luchtmacht, sectie Ornithologie, 's Gravenhage.
- Desholm M., 2003. *Thermal Animal Detection System (TADS). Development of a method for estimating collision frequency of migrating birds at offshore wind turbines*. National Environmental Research Institute, Denmark. 27 pp.- NERI Technical Report, No. 440. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>
- Dirksen S., Spaans A.L. & Van Der Winden J., 1996. Nachtelijke trek en vlieghoogtes van steltlopers in het voorjaar over de Noordelijke Havendam van IJmuiden. *Sula* 10(4): 129-142.
- Dürr T., 2003. Kollision von Fledermäuse und Vögel durch Windkraftanlagen. Daten aus Archiv der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburgs, Buckow.
- Euskal Herria Journal Navarra, 2002. Environmental group takes carnage of wind turbines to EU. Environmental News, September 2002. [http://www.ehj-navarre.org/news/n\\_environment\\_wts0902.html](http://www.ehj-navarre.org/news/n_environment_wts0902.html)
- Everaert J., Devos K. & Kuijken E., 2003. *Vogelconcentraties en vliegbewegingen in Vlaanderen. Beleidsondersteunende vogelatlas – achtergrondinformatie voor de interpretatie*. Rapport Instituut voor Natuurbehoud. R.2003.02., Brussel. (27 pp.)
- Everaert J., Devos K. & Kuijken E., 2002. *Windturbines en vogels in Vlaanderen. Voorlopige onderzoeksresultaten en buitenlandse bevindingen*. Rapport Instituut voor Natuurbehoud. R.2002.03., Brussel. (76 pp.)
- Everaert J., Devos K., Stienen E. & Kuijken E., 2001. Plaatsing van windturbines langs de Westelijke Havendam te Zeebrugge. Aanbevelingen in het kader van een mogelijke impact op vogels. Instituut voor Natuurbehoud, nota IN.A.2001.82., Brussel.
- Everaert J. & Kuijken E., 2002. Bouwen van 14 windturbines langs de Westelijke havendam te Zeebrugge. Aanvullende gegevens bij de adviesnota IN.A.2001.82. Risico-evaluatie met afweging aan de juridische criteria met betrekking tot de avifauna. Instituut voor Natuurbehoud, nota IN.A.2002.139., Brussel.
- Gauthreau S.A. & Belser C.G., 1999. The behavioral responses of migrating birds to different lighting systems on tall towers. *Proceedings of the Workshop 'Avian mortality at communication towers'*. Cornell University, August, 11th, 1999.
- Hart K., 2001. Windkraftanlagen oder Vögel. Trend online zeitung, ausgabe 10.01.
- Kaatz J., 2002. Brandenburger Ornithologe Dr. Jürgen Kaatz: Alle Windanlagen über 100 Meter Nabenhöhe kritisch für Zugvögel / Rotorblätter treffen mit 230 km/Stunde auf Vögel – "da bleibt wenig übrig". WKA Vogelkollisionen und Hinweis auf Fachtagung "Windenergie und Vögel - Ausma\_ und Bewältigung eines Konfliktes". 29-30 Nov. 2001. Technische Universität Berlin. (berichtgeving zie ook <http://huegelland.tripod.com/hart4.htm>)
- Karlsson J., 1983. *Fåglar och vindkraft. Resultatrapport 1977-1982*. Sweden.
- Koop B., 1997. Vogelzug und Windenergieplanung. Beispiele für Auswirkungen aus dem Kreis Plön (Schleswig-Holstein). *Naturschutz und Landschaftsplanung* 29 (7): 202-207.
- Kruckenberg H. & Jaene J., 1999. Zum Einfluss eines Windparks auf die Verteilung weidender Blässgänse im Rheiderland (Landkreis Leer, Niedersachsen), *Natur und Landschaft* 74: 420-427.
- Lekuona J., 2001. *Usó del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves y murciélagos en los parques eólicos de Navarra durante un ciclo anual*. Informe Técnico. Dirección General de Medio Ambiente. Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda. Gobierno de Navarra. [http://www.iberica2000.org/textos/LEKUONA\\_REPORT.pdf](http://www.iberica2000.org/textos/LEKUONA_REPORT.pdf)
- Manville A.M.II., 2000. The ABCs of avoiding bird collisions at communication towers: the next steps. *Proceedings of the Avian Interactions Workshop, December 2, 1999*, Charleston, SC. Electric Power Research Institute (in press).
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2000. Omzendbrief EME/2000.01. Afwegingskader en randvoorwaarden voor de inplanting van windturbines. *Belgisch Staatsblad*, bl. 30220. Brussel, 01.09.2000.
- Musters C.J.M., Noordervliet M.A.W. & ter Keurs W.J., 1996. Bird casualties by a wind energy project in an estuary. *Bird Study* 43: 124-126.
- Neys W., 2003. Gegevens aantal draaiuren en equivalent vollast uren van het windpark aan de Oostdam te Zeebrugge. Mededeling aan het Instituut voor Natuurbehoud.
- OC-GIS Vlaanderen, 2003. Geoloket Vogelatlas zie <http://www.gisvlaanderen.be/geo-vlaanderen/vogelatlas>
- Onrubia A., Villasante J., Balmori A., Sáenz de Buruaga M., Canales F. & Campos M.A., 2002. Estudio de la incidencia sobre la fauna -aves y quirópteros- del parque eólico de Elgea (Alava). Informe inédito de Consultora de Recursos Naturales, S.L. para Eólicas de Euskadi. Vitoria-Gasteiz.
- Osieck E.R. & Winkelman J.E., 1990. *Windturbines en vogels in het Klein IJsselmeer*, Vogelbescherming Zeist.
- Petersen B.S. & Nohr H., 1989. *Konsekvenser for fluglivet ved etableringen af mindre vindmøller*. Rapport, Ornis Consult, Kopenhagen.
- Poot M.J.M., Tulp I., Schekkerman H., Van Den Bergh L.M.J. & Van Der Winden J., 2001. *Effect van mist op vogelvliegedrag bij het windpark Eemmeerdiijk*. Bureau Waardenburg, Culemborg/Alterra, Wageningen.
- Richarz K., 2002. *Erfahrungen zur Problembewältigung des Konfliktes Windkraftanlagen – Vogelschutz aus Hessen, Rheinland-Pfalz und das Saarland. Tagungsband, Fachtagung "Windenergie und Vögel - Ausma\_ und Bewältigung eines Konfliktes"*. 29-30 Nov. 2001. Technische Universität Berlin.
- Still D., Little B. & Lawrence S., 1996. *The Effect of Wind Turbines on the Bird Population at Blyth Harbour, Northumberland*. ETSU W/13/00394/REP
- Van den Bergh L., Spaans A. & Van Swelm N., 2002. Lijnopstellingen van windturbines geen barrière voor voedselvluchten van meeuwen en sterns in de broedtijd. *Limosa* 75: 25-32.
- Van der Winden J., Dirksen S., van den Bergh L. & Spaans A., 1996. *Nachtelijke vliegbewegingen van duikenden bij het windpark Lely in het IJsselmeer*. Bureau Waardenburg rapport 96.34, Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Van der Winden J., Spaans A., Tulp I., Verboom I., Lensink R., Jonkers D., van den Haterd R. & Dirksen S., 1999. *Deelstudie Ornithologie MER Interprovinciaal Windpark Afsluitdijk*. Bureau Waardenburg rapport 99.002, Bureau Waardenburg, Culemborg/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Verhoef H., 2003. Betere meting van aanvaringen vogels op windturbines. Energieonderzoek Centrum Nederland, ECN Nieuwsbrief februari 2003. <http://www.ecn.nl/nwsbrf/article/0132.htm>
- Windpower Monthly, 2003. Bat kills a sudden and unexpected problem. *Windpower Monthly* Okt. 2003. <http://www.wpm.co.nz/oct03/cont.htm> (see also <http://www.birdingonthe.net/maillinglists/WVBD.html#1068554304>)
- Winkelbrandt A., Bless R., Herbert M., Kröger K., Merck T., Netz-Gerten B., Schiller J., Schubert S. & Scheweppe-Kraft B., 2000. *Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen*. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Winkelman J.E., 1989. *Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen*. RIN-rapport 89/1. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman J.E., 1992 a-d. *De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr) op vogels, 1: aanvaringslachtoffers, 2: nachtelijke aanvaringskans, 3: aanvlieggedrag overdag, 4: verstoring*. RIN-rapport 92/2-5. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem.
- Winkelman J.E., 1995. Bird/wind turbine investigations in Europe. Proc. National Avian-Wind Power Meetings, Denver Colorado, 20-21 July 1994. pp. 43-48.