De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels,

4: verstoring

The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (Fr.), The Netherlands, on birds, 4: disturbance

J.E. Winkelman

RIN-rapport 92/5

557005 - dl. 4

DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

Arnhem

1992

Voorplaat: Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) in voorjaar 1987, gezien vanuit het noordwesten, met windmeetmast 1 en windturbines 11 (op voorgrond), 23, 25 en 35 (vgl. fig. 2) (foto: J.E. Winkelman).

Front cover: Experimental wind park near Oosterbierum, province of Friesland, in spring 1987, seen from the north-west, with meteorological tower 1 and wind turbines 11 (in foreground), 23, 25 and 35 (see Fig. 2).

INHOUD

VOORWOORD 7

1 INLEIDING 9

2 DE SEP-PROEFWINDCENTRALE 11

2.1 Ligging en omgeving 11

2.2 Inrichting 11

2.3 Bouwverloop 12

2.4 Vogelleven 13

3 METHODE VAN TELLEN 24

3.1 Inleiding 24

3.1.1 Tellingen voor, tijdens en na de bouw 24

3.1.2 Telgebied 24

3.1.3 Berekening oppervlakte bouw- en grasland 25

3.2 Broedvogels 26

3.3 Pleisterende vogels 26

3.4 Vogeltrek overdag 27

4 RESULTATEN TELLINGEN 28

4.1 Externe invloeden 28

4.1.1 Weer, algemeen 28

4.1.2 Wijzigingen in grondgebruik, ruilverkaveling 29

4.1.3 Overige invloeden 29

4.2 Broedvogels 30

4.2.1 Beschikbare gegevens 30

4.2.2 Aantal broedparen en verspreiding in de loop van de tijd 30

4.2.3 Invloed percentage bouw- en grasland 31

4.3 Pleisterende vogels 31

4.3.1 Beschikbare gegevens 31

4.3.2 Invloed weer, seizoen en getijde 32

4.3.3 Invloed percentage bouw- en grasland 32

4.4 Trek overdag 33

4.4.1 Beschikbare gegevens 33

4.4.2 Aantallen en verspreiding in de loop van de tijd 34

4.4.3 Vliegrichting en ruimtelijke verspreiding 34

5 DE EFFECTBEREKENINGEN 36

5.1 Inleiding 36

5.2 Toegepaste modellen en toetsen 37

5.2.1 Algemeen 37

5.2.2 Model en toets bij broedvogels 38

5.2.3 Model en toets bij pleisterende vogels 39

5.2.4 Model en toets bij trekvogels 41

5.3 Berekening van de omvang van de effecten 43

5.3.1 Broedvogels 43

5.3.2 Pleisterende vogels 43

5.3.3 Trekvogels 43

5.4 Toepassing in onderhavig onderzoek 44

5.4.1 Broedvogels 44

5.4.2 Pleisterende vogels 44

5.4.3 Trekvogels 46

6 RESULTATEN EFFECTBEREKENINGEN 50

6.1 Resultaten broedvogels 50

6.2 Resultaten pleisterende vogels 51

6.2.1 Interpretatie van de resultaten uit het BACI-model 51

6.2.2 Het windparkeffect en de omvang hiervan per soort(groep) 52

6.2.3 Samenvatting resultaten pleisterende vogels 58

6.3 Resultaten trekvogels 59

6.3.1 De ongestoorde situatie, algemeen 59

6.3.2 De ongestoorde situatie, wind.locatie-effect en aantal groepen 62

6.3.3 De ongestoorde situatie, wind.locatie-effect en gemiddelde groepsgrootte 63

6.3.4 De ongestoorde situatie, maximale stuwing langs de kust 64

6.3.5 De ongestoorde situatie, conclusies 65

6.3.6 Het windparkeffect, algemeen 66

6.3.7 De omvang van het windparkeffect 67

6.3.8 Het windparkeffect per soort(groep) 68

6.3.9 Het windparkeffect, conclusies voor trekvogels 70

7 DISCUSSIE EN CONCLUSIES 72

7.1 Inleiding 72

7.2 Verstoring van broedvogels 73

7.2.1 Verstoring door windturbines 73

7.2.2 Overige literatuurgegevens 75

7.3 Verstoring van pleisterende vogels 76

7.3.1 Verstoring door windturbines 76

7.3.2 Overige literatuurgegevens 78

7.3.3 Literatuur over verstoring van zich op land bevindende vogels 79

7.4 Verstoring van trekvogels overdag 81

7.4.1 Verstoring door windturbines 81

7.4.2 Overige literatuurgegevens 82

7.5 Het windpark te Oosterbierum 82

7.5.1 Methoden van onderzoek 82

7.5.2 Broedvogels 83

7.5.3 Pleisterende vogels 84

7.5.4 Trekvogels 86

7.5.5 Gewenning 86

7.5.6 Interpretatie 88

DANKWOORD 90

LITERATUUR 92

SAMENVATTING 101

SUMMARY 103

Tabellen

Bijlagen

Captions of figures, headings of tables and appendices

VOORWOORD

Windparken kunnen niet alleen aanvaringsslachtoffers vergen, zij kunnen ook het vogelbiotoop anderszins verstoren. Naar beide aspecten werd door het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem, in opdracht van de N.V. Samenwerkende elektriciteits-produktiebedrijven (Sep), Arnhem, in 1984-1991 onderzoek verricht in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.). Voor een verantwoorde interpretatie van het verrichte slachtofferonderzoek werd aanvullend overdag en 's nachts het vlieggedrag van vogels in en rond het windpark onderzocht. Met de vier hierover verschenen eindrapportages is voor het eerst een 'overall' onderzoek naar het effect van een windpark op vogels afgerond.

Het onderhavige verslag gaat in op het verstoringsaspect. De resultaten tonen aan dat de vier soorten weidevogels die in het windpark broeden, in de onderzoekperiode weinig hinder van de windturbines hebben gehad. Pleisterende vogels ondervonden wel verstorende invloeden, waarbij verstoringsafstanden tot 500 m van de buitenste rij windturbines konden worden gemeten en de aanwezige aantallen na de ingebruikneming van het windpark afhankelijk van de soort tot 60-95% afnamen. Ook trekvogels ondervonden een, soms aanzienlijke, verstoring door het windpark, zich uitend in het samenballen van groepen en het mijden van het windpark. Hierbij kon de reductie oplopen tot 67%.

Deze resultaten leiden tot de aanbeveling om nieuwe windparken niet in voor vogels belangrijke doortrek- en pleistergebieden te plaatsen. In grote delen van west Europa, waaronder ook ons land, gaat het daarbij vooral om kustzones en andere waterrijke gebieden. Omdat dit vaak ook de meest windrijke delen zijn, zijn toekomstige conflicten tussen windenergie en vogels niet ondenkbaar. Bij de planning van nieuwe windparken kan men derhalve slechts tot een verantwoorde locatiekeuze komen, wanneer daarbij voldoende rekening wordt gehouden met het vogelbelang.

dr. J. Veen
hoofd afdeling Dierecologie

Luchtopname van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.), gezien vanuit het zuidwesten (foto: G. van Tienen, IBN-DLO).

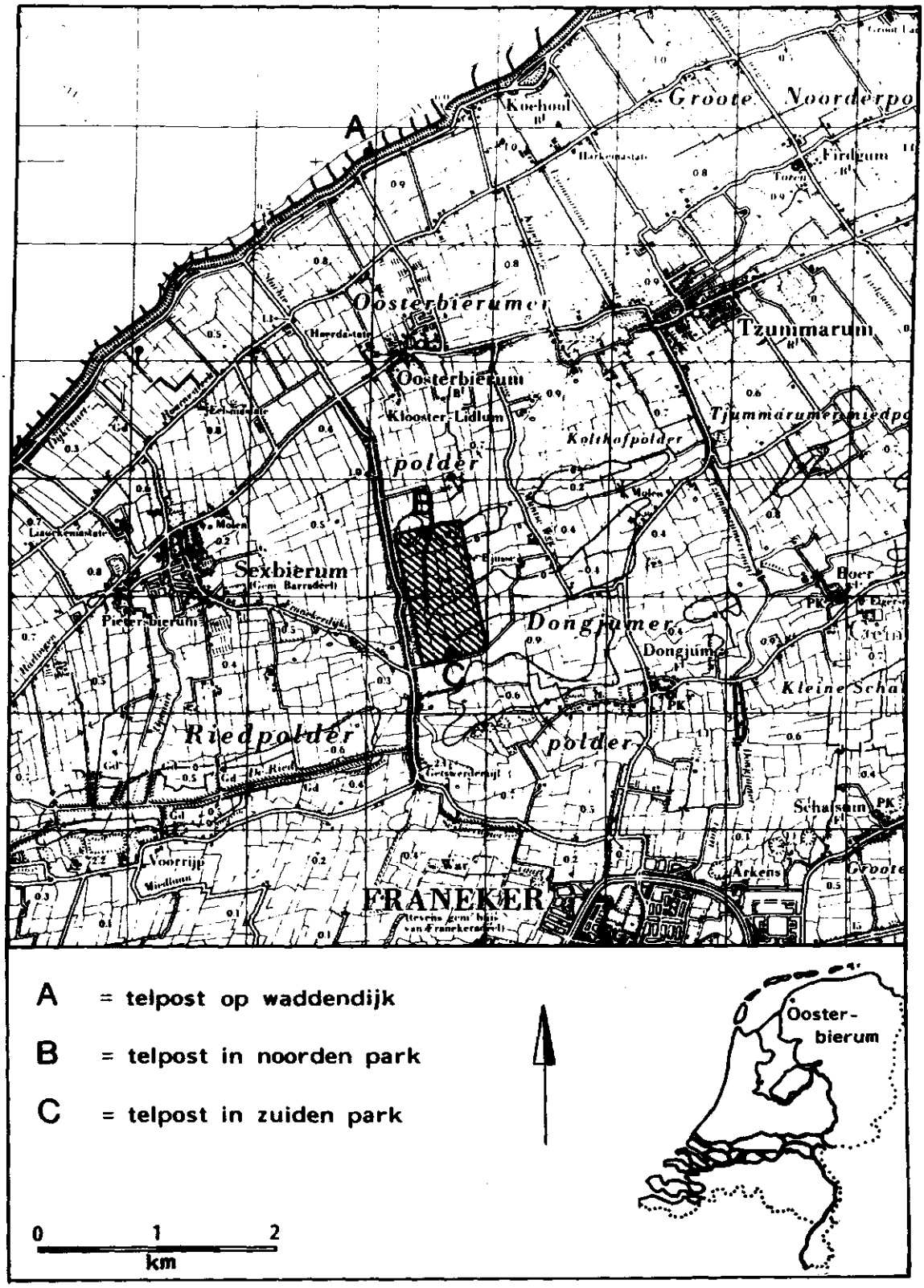
Aerial view of the experimental wind park near Oosterbierum, province of Friesland, seen from the south-west.

1 INLEIDING

In de periode 1984-1990 werd nabij Oosterbierum (Fr.) door de N.V. Samenwerkende elektriciteits-produktiebedrijven (Sep), Arnhem, een proefwindcentrale gebouwd, welke in de herfst van 1990 volledig in gebruik kwam. Bij dit windpark is in opdracht van de Sep door het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), voorheen DLO-Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN-DLO), Arnhem, in 1984-1991 een onderzoek verricht naar de eventuele hinder die vogels van dit windpark ondervinden.

Bij de start van het onderzoek was over vogelhinder door windturbines nog naar weinig bekend (vgl. Winkelman 1984a, 1988c, 1988d). Het onderzoek werd daarom zo breed mogelijk opgezet. Naast aantallen vogelslachtoffers, (nachtelijke) aanvaringskansen en vlieggedrag (slachtofferonderzoek) is ook aandacht besteed aan de verstoring van broedvogels, pleisterende vogels en overdag trekkende vogels door aanwezigheid, beweging of geluid van de in dit windpark opgerichte windturbines en windmeetmasten (verstoringsonderzoek) en aan de te gebruiken methodologie tijdens het onderzoek. Over het slachtofferonderzoek is gerapporteerd in Winkelman (1988c, 1990a, 1992a, 1992b), over de resultaten van het verstoringsonderzoek tijdens de bouwfase en de half-operationele situatie (1984-1989) in Winkelman (1990b). De bewerkingen in Winkelman (1990b) richtten zich in eerste instantie op de vraag of met de gehanteerde werkwijze en de zo verzamelde gegevens inderdaad een duidelijk antwoord was te geven op de vraag naar de mogelijke invloed van het windpark op de vogelstand. Daarnaast is onderzocht of er tijdens de bouwfase een invloed op de vogelstand was. Over de gebruikte methodologie in het vogelonderzoek te Oosterbierum is apart gerapporteerd in Winkelman (1988c, 1992d).

In het onderhavige rapport komen vooral de sinds 1989 nieuw verzamelde gegevens ten behoeve van het verstoringsonderzoek aan de orde en worden eindconclusies getrokken. De algemene resultaten (hoofdstuk 4) worden hier vóór de methode van effectberekening gepresenteerd, omdat zij van invloed zijn geweest op verscheidene keuzen die tijdens de statistische bewerkingen zijn gemaakt. Voor zover relevant voor de begripsvorming en de eindconclusies worden in het onderhavige rapport samenvattingen van gegevens en resultaten uit Winkelman (1990b) gegeven, zodat dit rapport als een zelfstandig geheel kan worden gelezen.



Figuur 1. Ligging van de Sep-proefwindcentrale (gearceerd) te Oosterbierum, alsmede ligging van de drie trektelposten (A: telpost op de waddendijk, B: telpost in het noorden van het windpark, C: telpost in het zuiden van het windpark).

2 DE SEP-PROEFWINDCENTRALE

2.1 Ligging en omgeving

De Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum ligt ten noorden van Franeker, in de kuststrook van noordwest Friesland. De noordzijde van het windpark ligt op 3 km van de Waddenzee, de zuidzijde op 4 km (fig. 1). De omgeving betreft een uitgestrekt, open gebied met verspreid liggende dorpen, waar grasland (veeteelt) en bouwland (akkerbouw) elkaar afwisselen. De veeteelt bestaat vooral uit melkveehouderij, terwijl in toenemende mate ook schapen worden gehouden. De akkerbouw betreft met name aardappels, bieten en in mindere mate ook granen. Ook komt enige tuinbouw voor (wortelen, kool).

In de periode 1960-1972 nam het aandeel grasland (vooral kunstweiden) toe ten koste van de oppervlakte bouw- en tuingrond. Ook de veebezetting nam toen iets toe (Centrale Cultuurtechnische Commissie 1973). In de periode 1968-1982 schommelde het aandeel bouwland in de omgeving van de proefwindcentrale rond 40%. Sinds het invoeren van de melkquota is het toegenomen en schommelt het sinds 1985 rond 60%. Het gebruik van de percelen als grasland en bouwland wisselt geregeld.

De bouw van het windpark is gepaard gegaan met perceelverbeteringen, op beperkte schaal ook met grondruil in het kader van de ruilverkaveling De Bjirmen. Dit uitte zich vooral in een verbetering van wegen en waterlopen, en in drainage, onderbemaling (aan de oost- en westzijde van het windpark), vergroting van percelen en het kappen van nagenoeg alle houtopslag (meidoornhagen e.d.) in de wijde omgeving van het windpark. Eveneens trad ten gevolge van de ruilverkavelingswerkzaamheden plaatselijk een tijdelijke toeneming van de oppervlakte bouwland ten koste van de oppervlakte grasland op.

2.2 Inrichting

Het windpark (55 ha) bestaat uit 18 middelgrote windturbines, een uit zeven masten bestaand windmeetsysteem gesitueerd rondom het windpark, een bedienings- of controlegebouw, twee clustergebouwen en een aantal verbindingswegen (fig. 2-6). In de twee clustergebouwen is schakel- en regelapparatuur voor respectievelijk twaalf en zes windturbines en zeven windmeetmasten ondergebracht. De geproduceerde stroom wordt via een ondergrondse kabel afgevoerd naar het koppelstation in het nabijgelegen Herbayum. De infrastructuur is geschikt voor 24 windturbines.

De lengterichting van het windpark ligt vrijwel noord-zuid en loodrecht op de meest voorkomende windrichting (west-westzuidwest). De windturbines zijn opgesteld in drie rijen van zes. De onderlinge afstand tussen deze rijen is 240 m. De afstand tussen de windturbines binnen een rij bedraagt 300 m (noordelijke drie windturbines) of 150 m (zuidelijke vier) (fig. 2). De windturbines hebben een horizontale as, een upwind-rotor met een rotordiameter van 30 m en drie rotorbladen, een ashoogte van 35 m en een vermogen van maximaal 300 kW. Het toerental is variabel (maximaal 48 omwentelingen per minuut, overeenkomend met een maximale tipsnelheid van 270 km/uur) (vgl. Bornebroek 1987). De windturbines starten bij een windsnelheid van 4 m/sec en gaan uit bedrijf bij 24 m/sec. Toren, gondel en bladen zijn van staal. De windmeetmasten zijn getuid en 50 m (twee masten) of 35 m (vijf masten) hoog. De tuidraden zijn niet voorzien van speciale voorzieningen om vogelaanvaringen te verminderen of te voorkomen. Het windpark is 's nachts niet verlicht. De geluidsniveaus op 100, 250 en 400 m afstand van het windpark te Oosterbierum bedragen op maaiveldhoogte en benedenwinds gemeten respectievelijk 41-43 dB(A) (bij een windsnelheid van 5m/sec), 37-40 en 34-37 dB(A) (beide bij 7m/sec) (Van der Toorn *et al.* 1990).

Ten aanzien van vogelbewegingen over het windpark is het van belang te memoreren dat de hoofdrichting van de grootschalige vogeltrek in herfst en voorjaar min of meer loodrecht op de lengterichting van het windpark staat. Lokale verplaatsingen doen zich zowel evenwijdig aan de lengterichting van het windpark voor (bewegingen van en naar de wadden) als dwars daarop (slaaptrek spreeuwen).

2.3 Bouwverloop

Volgens de oorspronkelijke planning uit 1984, op grond waarvan het vogelonderzoek werd opgezet, zou het windpark uiterlijk bij de aanvang van het broedseizoen in 1986 operationeel zijn. Deze planning werd echter niet gehaald. De bouw verliep uiteindelijk als volgt. De eerste voorbereidingen vonden plaats in februari 1984, waarbij de sloten werden uitgediept en rechtgetrokken, en de overtollige grond op de randen van de percelen werd gestort. In de loop van het voorjaar van 1984 werd het windparkterrein verder bouwrijp gemaakt. In de loop van de zomer van 1984 werd de wegenstructuur aangebracht en vond een perceelverkaveling plaats. De windmeetmasten werden in de winter van 1985/1986 opgericht. In de herfst en winter van 1986/1987 werden de masten van de 18 windturbines geplaatst (bijlage 1a). Van eind mei tot half november 1987 werden gondels en rotoren op de masten bevestigd (bijlage 1b). Al spoedig daarna startte men tijdens kantooruren met proefdraaien. Ten tijde van het nachtonderzoek in de herfst van 1987 draaiden enkele windturbines ook 's nachts. Overdag draaiden zij toen slechts incidenteel. In het voorjaar van 1988 stonden zij overwegend stil. In de herfst van 1988 draaiden in de drie weken met nachtonderzoek 's nachts maximaal tien windturbines. Daarbuiten draaiden de meeste windturbines slechts incidenteel, meestal alleen overdag en gedurende een beperkte tijd (vgl. bijlage 2a). Dit laatste was ook in het voorjaar van 1989 het geval. In het voorjaar van 1990 waren tot half april maximaal 16 windturbines operationeel. Daarna was het gehele windpark buiten bedrijf. In de herfst van 1990 waren tot 31 oktober

maximaal 17 windturbines grote delen van de dag en de nacht in bedrijf (vgl. bijlage 2b). Op 31 oktober 1990 kwam windturbine 23 en daarmee in principe het gehele windpark in bedrijf. In het voorjaar van 1991 waren maximaal 16 windturbines operationeel.

In de herfst van 1988 was tot 21 oktober ter hoogte van windturbine 37 net buiten het windpark nog een getuide meetopstelling van de N.V. KEMA, Arnhem, aanwezig, bestaande uit drie windmeetmasten van maximaal 35 m hoogte. In de herfst van 1990 en het voorjaar van 1991 was deze opstelling geplaatst in het windpark, vlak naast windturbine 36.

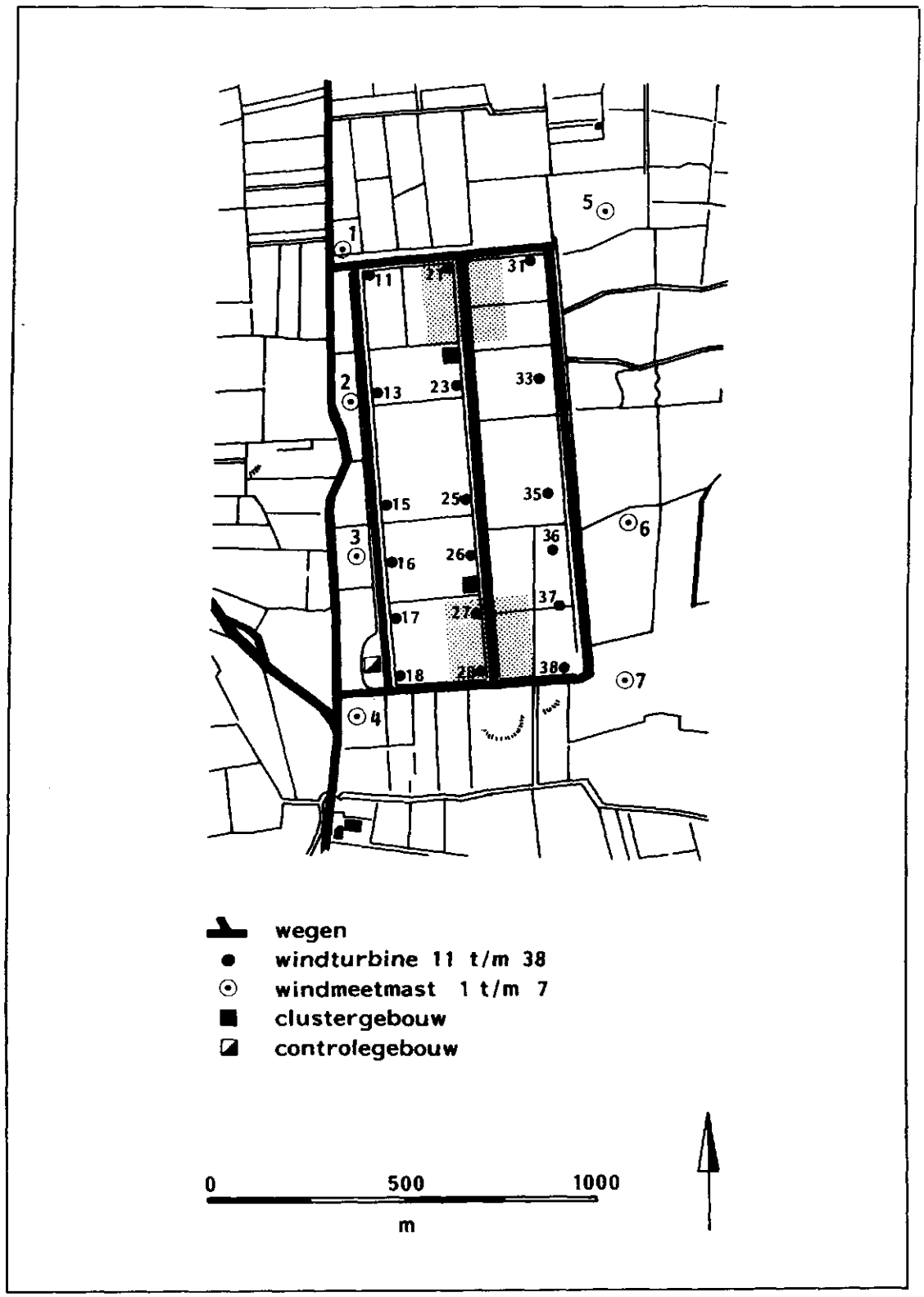
2.4 Vogelleven

Het aanwezige vogelleven in en rond de proefwindcentrale heeft mede de onderwerpen van het onderzoek bepaald (vgl. Winkelman 1988c). Over de vogelstand in het gebied in en rond de proefwindcentrale was bij de aanvang van het onderzoek het volgende bekend. In het gebied kwamen voor de bouw redelijke aantallen weidevogels (met name kievit, grutto, scholekster en in mindere mate ook tureluur) tot broeden (vgl. Vogelwacht Franeker en Omstreken 1982-1992, 1987). De weidevogelpopulatie in het gebied rond de plaats van het windpark (1000 ha), alsmede in een wijder gebied rond Franeker (7000 ha), vertoonde in de periode voorafgaande aan de bouw (1968-1982) een licht dalende trend, voornamelijk veroorzaakt door een afnemende dichtheid van broedparen op bouwland (Koops 1984, vgl. ook Fokkema 1976).

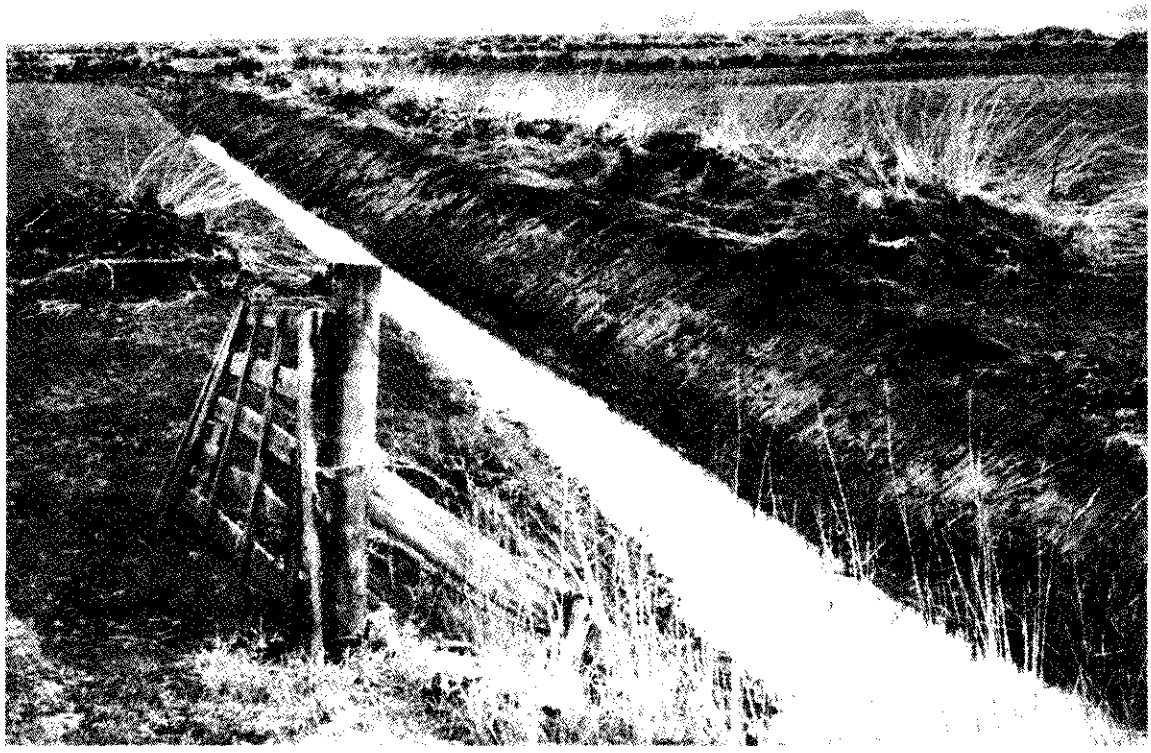
Langs de Friese kustlijn kan ter hoogte van het windpark sprake zijn van massale herfsttrek van overdag trekkende zangvogels (Vogelwacht Franeker en Omstreken (VFO), vgl. ook Winkelman 1984b). Ook in vroegere jaren was dit het geval (Van Dobben & Makkink 1933a, 1933b). Over trek meer landinwaarts, inclusief het windpark, was uit incidentele waarnemingen bekend dat deze ook daar soms massaal kan zijn (J. Jukema, U. Rijpma), maar kwantificering ontbrak. Over de mate van stuwing van de trek langs de waddendijk en de breedte van de eventuele stuwbaan was bij de aanvang van het onderzoek weinig bekend. Ook nachttrek zou in dit gebied op grote schaal voorkomen (Buurma 1987).

Gezien de ligging nabij de Waddenzee was getijdetrek, alsmede voedsel- en slaaptrek van en naar het wad te verwachten (vgl. Smit & Wolff 1981). Over de aanwezigheid en eventuele omvang hiervan in het windparkgebied was bij de aanvang van het onderzoek niets bekend. Omtrent slaapplaatsen van soorten die niet aan het wad zijn gebonden, zoals spreeuw, kauw en houtduif, was bekend dat zich 's winters een spreeuwenslaapplaats bevond te Leeuwarden (Alsem 1978) en in de herfst te Harlingen (U. Rijpma) en in de Makkumer Waarden (Spruyt & Haverschmidt 1980). Maar ook over dit onderwerp was ten aanzien van het windparkgebied zelf niets bekend.

Over pleisterende vogels was bekend dat het gebied grote aantallen goudplevieren kon herbergen (J. Jukema). De overige kennis was gering of weinig gekwantificeerd.

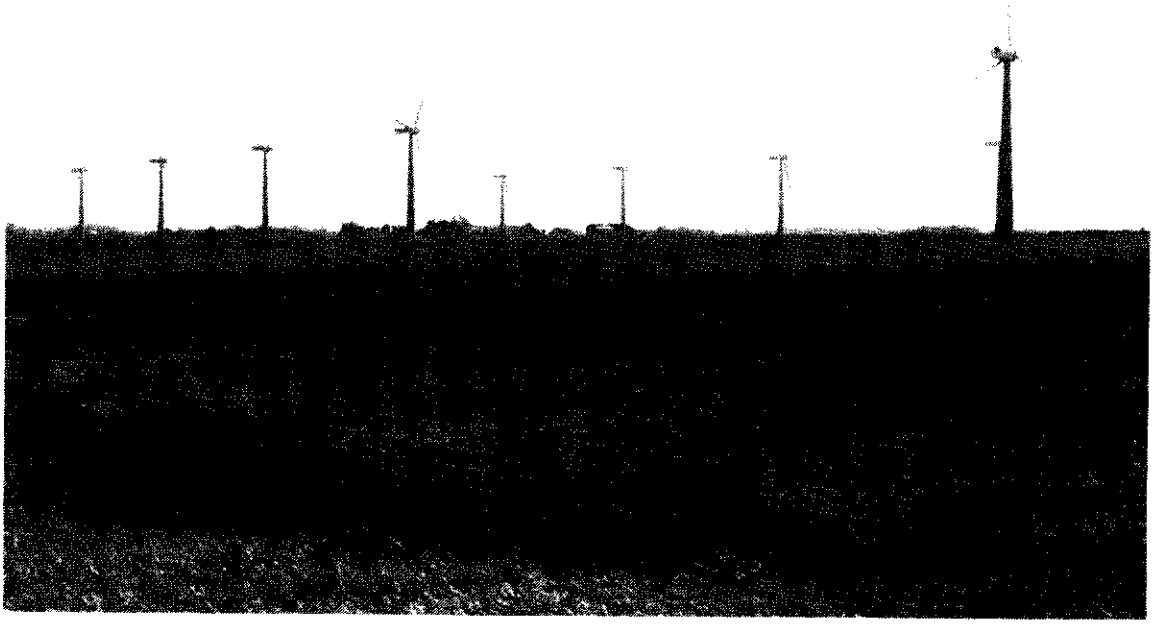


Figuur 2. Plattegrond van de Sep-proefwindcentrale en directe omgeving (perceelindeling buiten windpark: situatie 1988). Gerasterde stukken geven de gebieden aan die door de trektellers op de telposten in het noorden en het zuiden van het windpark werden bestreken.

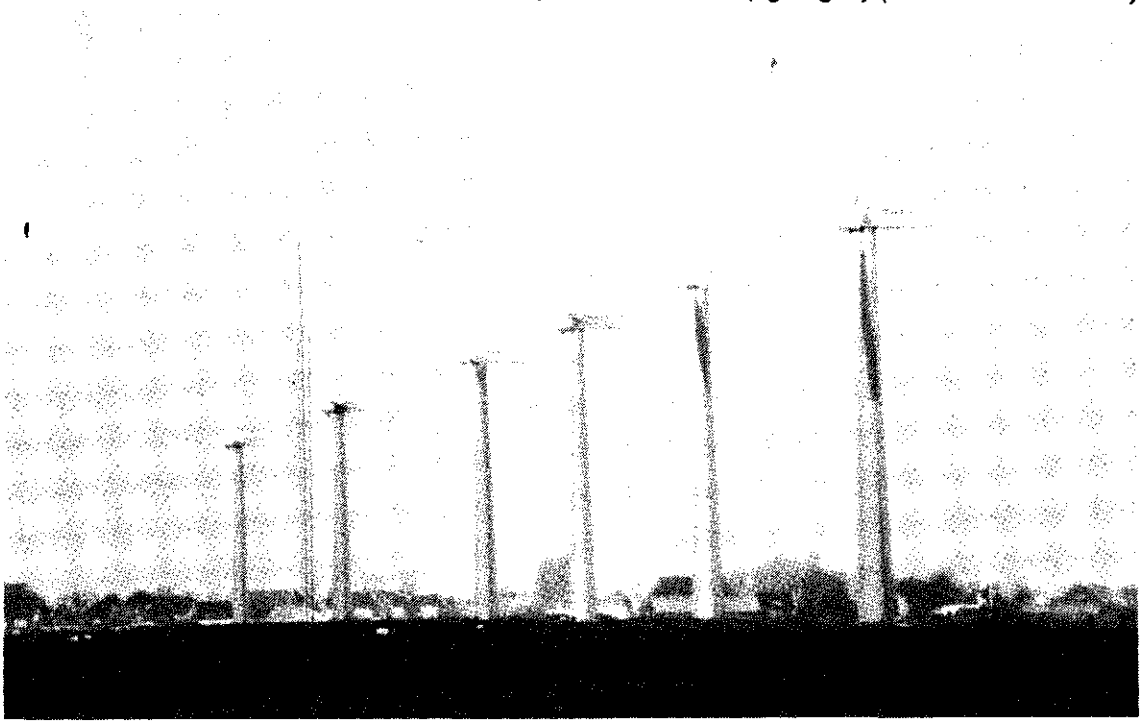


Figuur 3. Situatie in het windparkgebied bij de aanvang van het verstoringsonderzoek, maart 1984 (foto: J.E. Winkelman).

Figuur 4. Telpost op de waddendijk, oktober 1990 (vgl. fig. 1) (foto: J.E. Winkelman).

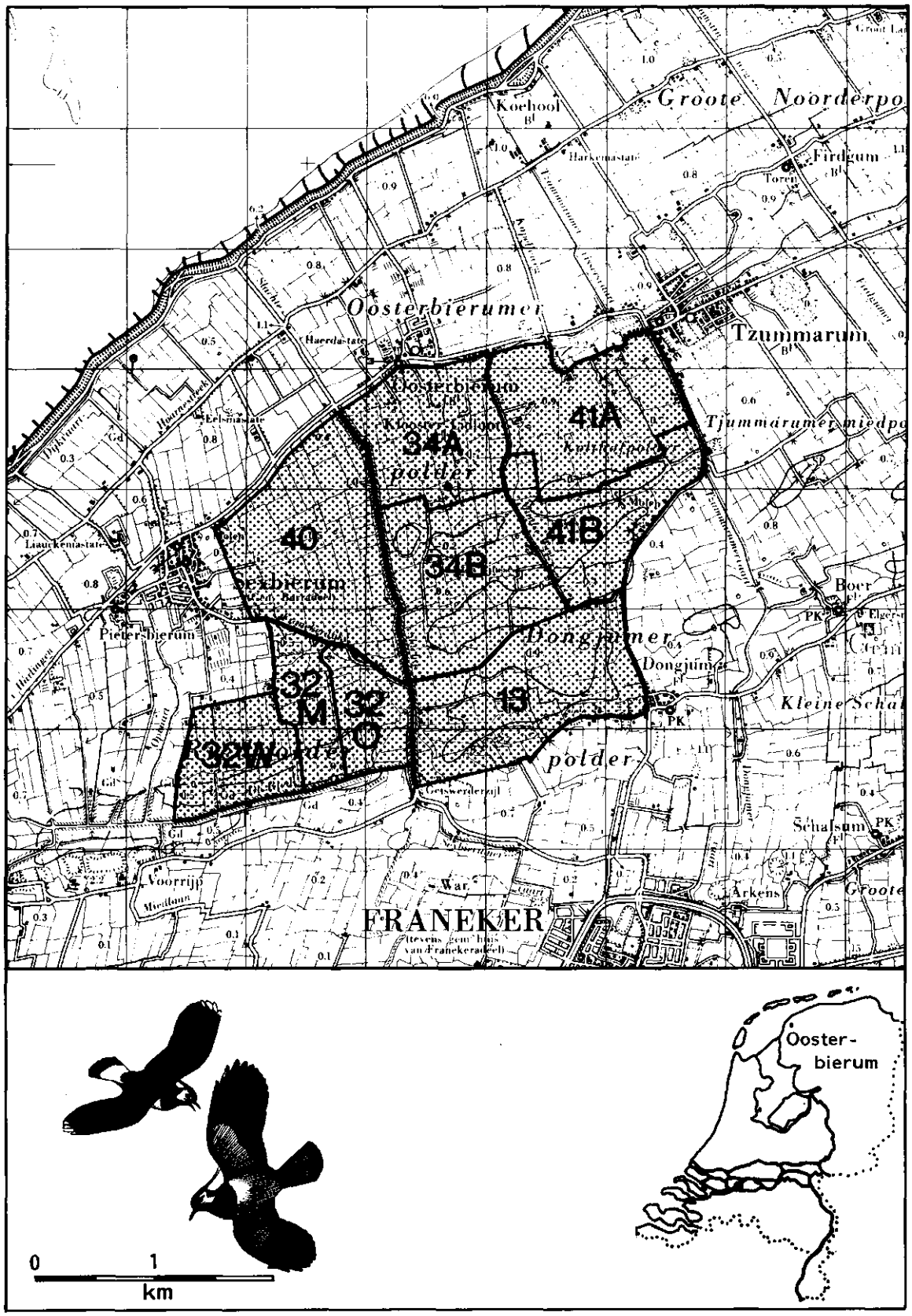


Figuur 5a. Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum, oktober 1990. Zichtbaar zijn van rechts naar links windturbines 23 (met 15 direct erachter), 16-18 en 25-28 (vgl. fig. 2) (foto: J.E. Winkelman).

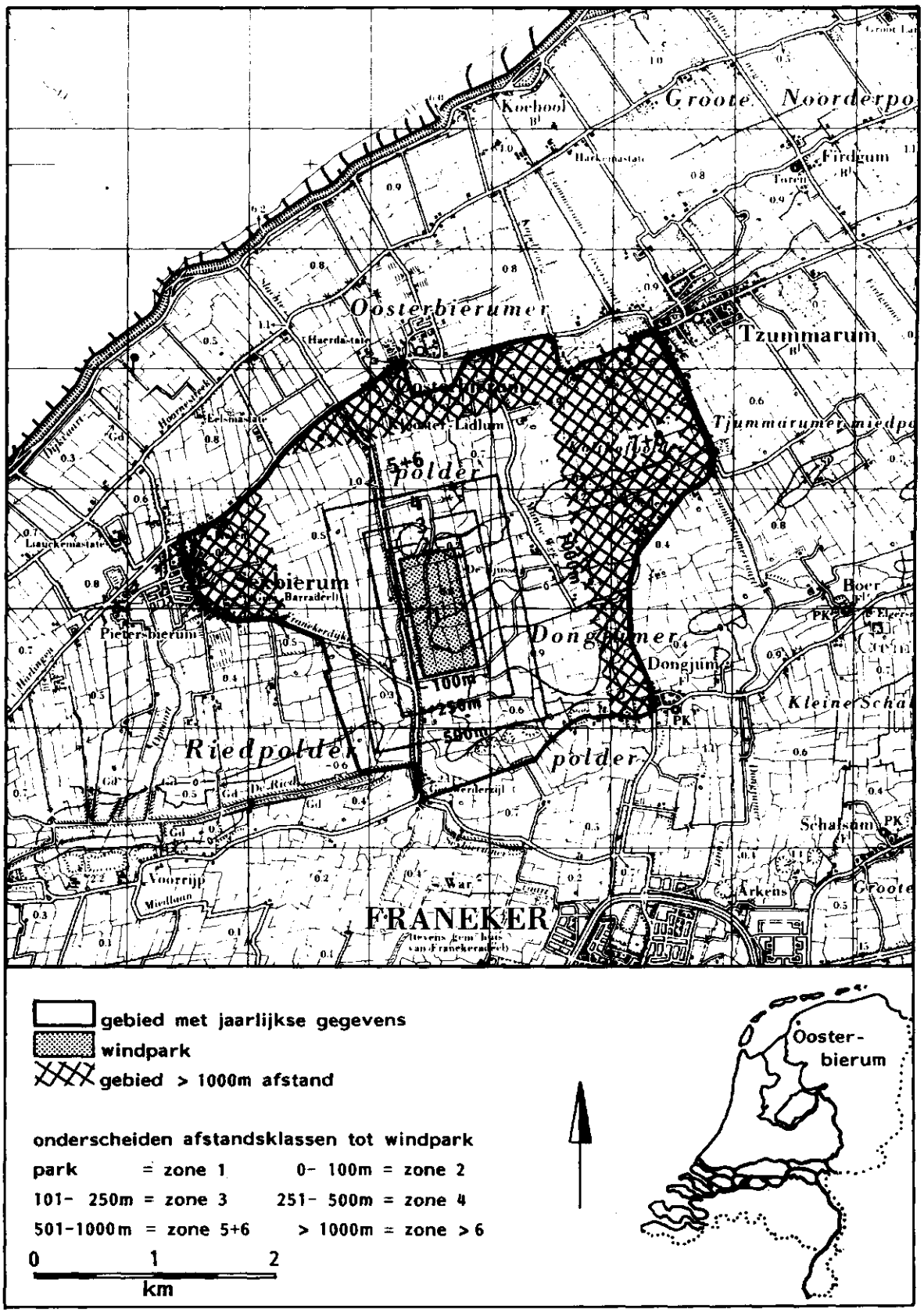


Figuur 5b. Oostelijke rij windturbines (van links naar rechts nummers 31-38, vgl. fig. 2) in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum, gezien vanuit het zuidwesten, oktober 1990 (foto: J.E. Winkelman).

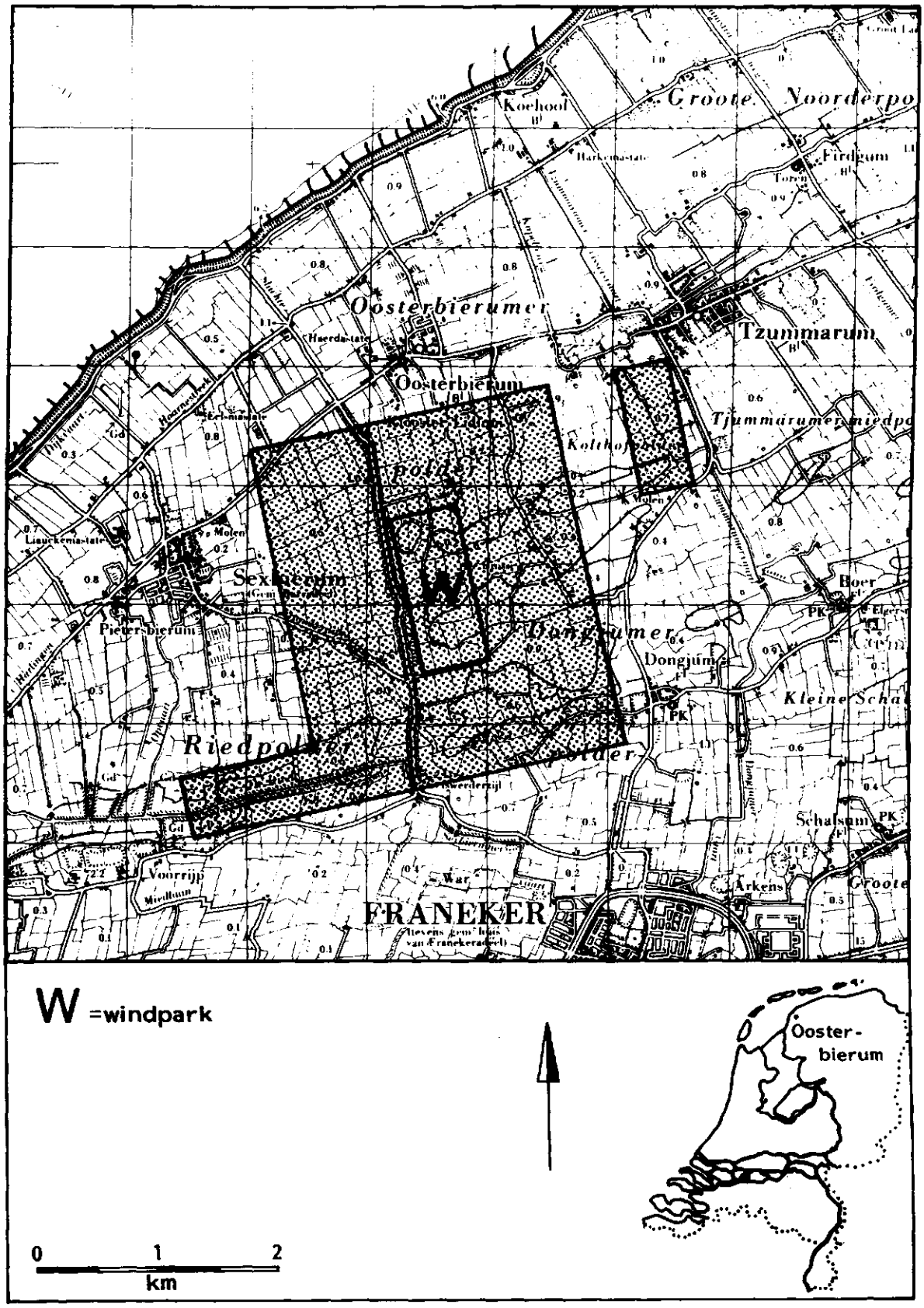
Figuur 6. De Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum vanuit het zuidoosten gezien, oktober 1990. In beeld zijn van links naar rechts de windturbines 17, 28, 16, 27, 26 en 15, alsmede windmeetmast 3 (vgl. fig. 2) (foto: J.E. Winkelman).



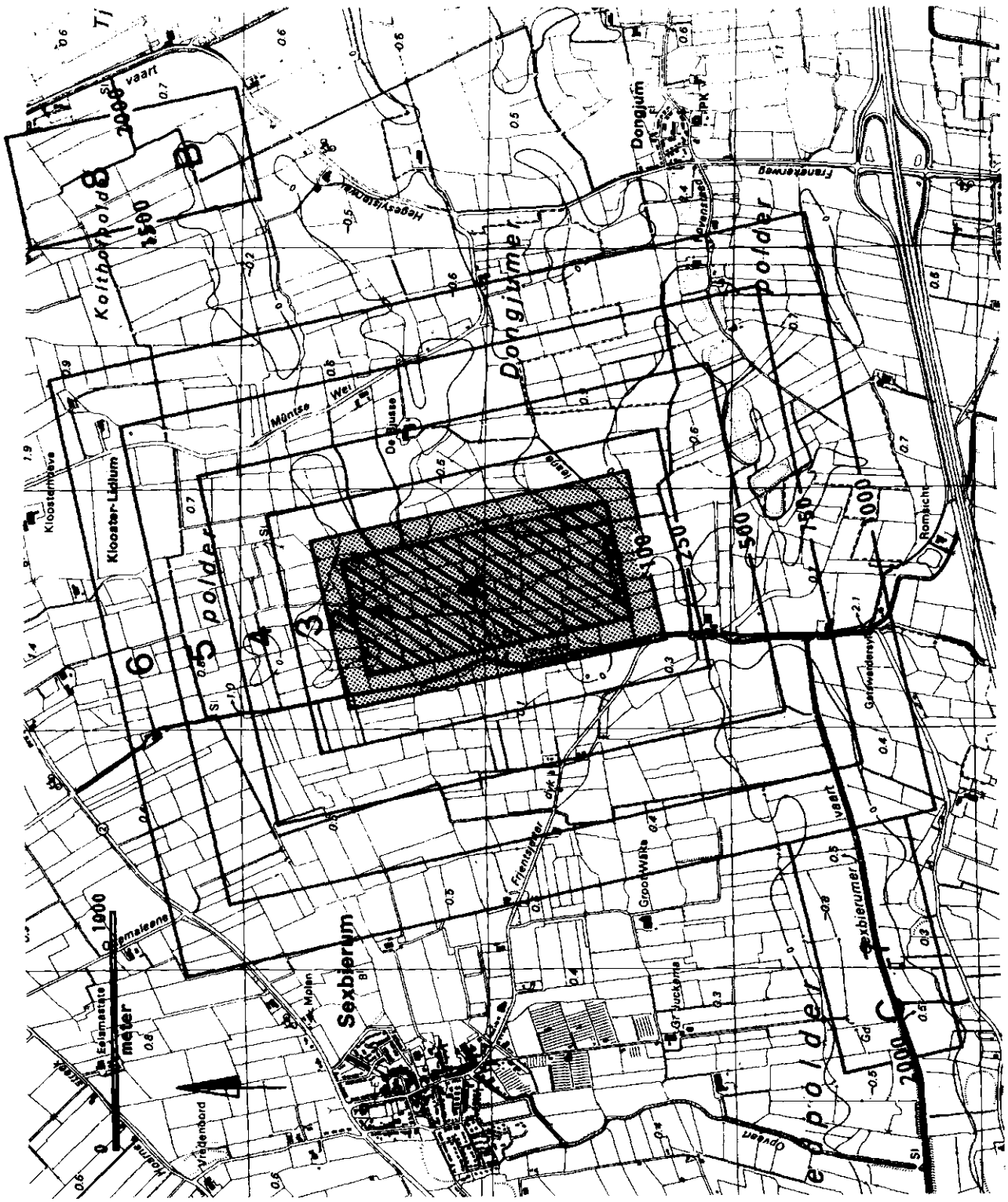
Figuur 7a. Rayonindeling zoals in gebruik bij de Vogelwacht Franeker en Omstreken.



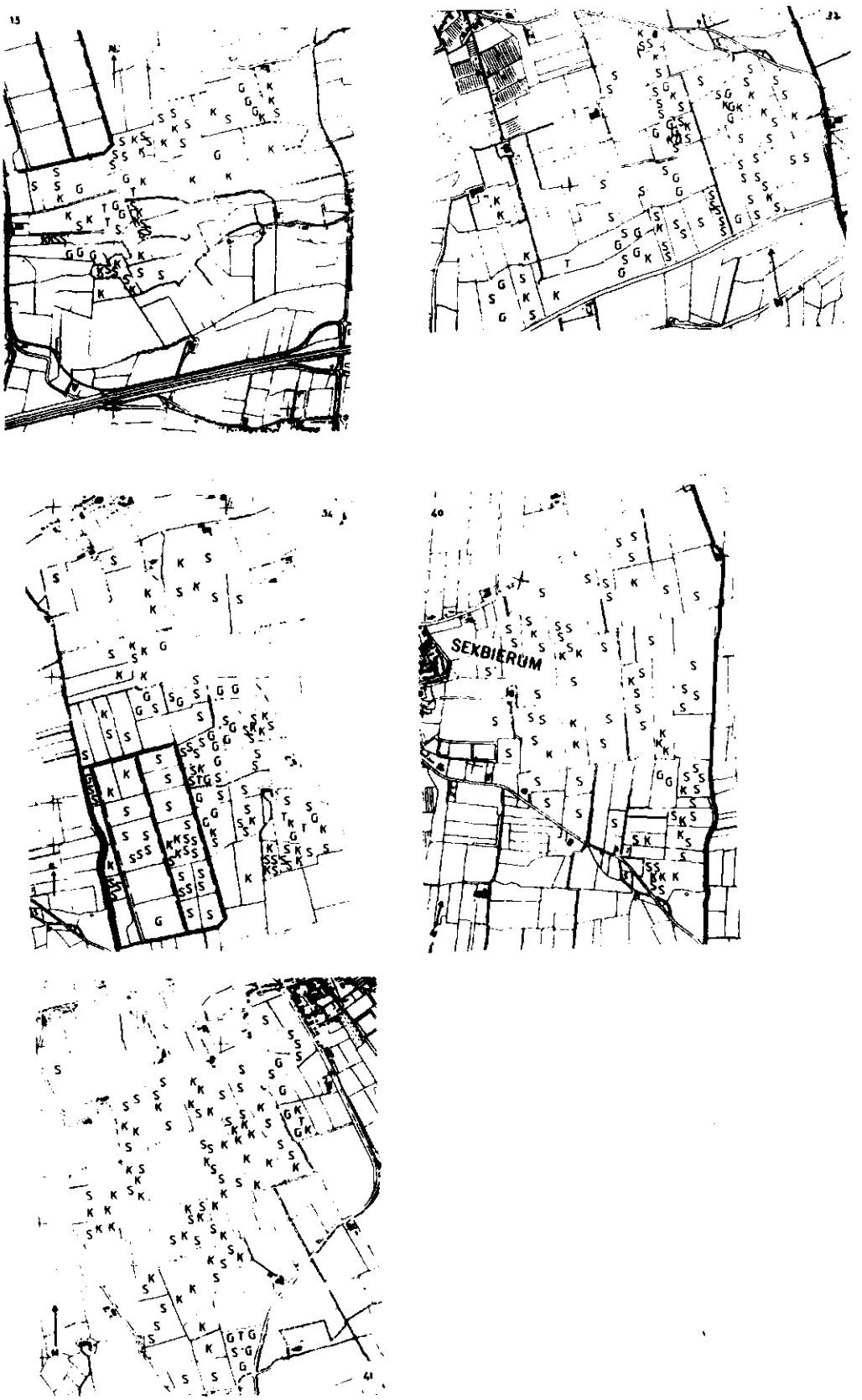
Figuur 7b. Gebied waaruit in de jaren 1984 tot en met 1991 jaarlijks weidevogelkarteringen werden ontvangen, alsmede de indeling in afstandszones.



Figuur 8a. Het bij het verstoringsonderzoek van foeragerende en pleisterende vogels betrokken gebied (gestippeld) in en rond de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum.



Figuur 8b. De indeling in afstandszones bij foeragerende en pleisterende vogels (A =windpark (zone 1, gearceerd), afstanden in meters).



Figuur 9. Resultaten van de weidevogelkarteringen in 1991 in de rayons 13, 32, 34, 40 en 41 (K = kievit, G = grutto, S = scholekster, T = tureluur) (bron: Vogelwacht Franeker en Omstreken).

3 METHODE VAN TELLEN

3.1 Inleiding

3.1.1 Tellingen voor, tijdens en na de bouw

Teneinde kwantificering van vogelhinder veroorzaakt door windturbines mogelijk te maken, is inzicht nodig in de vogelstand in het windparkgebied voor, na en eventueel tijdens de bouw van het windpark, en bij voorkeur ook in een controlegebied. Dit geldt niet alleen voor broedvogels en pleisterende vogels. Ook (lokale) verplaatsingen en vliegroutes van trekvogels dienen reeds voor de bouw van het windpark te zijn vastgelegd teneinde later deze routes en bijvoorbeeld door topografie veroorzaakte afwijkingen daarin te kunnen onderscheiden van die welke eventueel door de windturbines zijn veroorzaakt.

Omdat de bouw van het windpark gepaard is gegaan met verkaveling en grondruil en (mede daardoor ook) met (tijdelijke) verandering in gebruik (2.1), was bestudering van de vogelstand, met name van broedvogels en pleisterende vogels, ook tijdens de bouw noodzakelijk. Verkaveling, grondruil en verandering in gebruik kunnen namelijk een verandering in de vogelstand teweegbrengen die niet in verband staat met de aanwezigheid van de windturbines. Deze mogelijke veranderingen in de vogelstand moesten dus eveneens worden vastgelegd teneinde deze later te kunnen scheiden van effecten veroorzaakt door het windpark.

Omdat de eerste stappen tot vogelkundig onderzoek pas konden worden genomen toen al geen sprake meer was van een volledig ongestoorde situatie (2.3), is bovendien getracht door derden verzamelde gegevens te verzamelen (vgl. Winkelman 1988c). Dit leverde echter geen kwantitatief bruikbare gegevens op.

3.1.2 Telgebied

Tellingen van broedvogels en pleisterende vogels werden uitgevoerd in het windparkgebied zelf en in een groot gebied daaromheen, dat als controlegebied fungeerde. Er werd gekozen voor een aan het windpark aansluitend controlegebied, omdat uit veldbezoek en uit overleg met de VFO was gebleken dat het vinden van controlegebieden die zeker buiten de invloedssfeer van het toekomstige windpark zouden liggen, moeilijk was. De vogelstand in de controlegebieden moest immers representatief zijn voor die in het windparkgebied. Door verschillen in bodemgesteldheid en landgebruik, door verschil-

lende tijdstippen van uitvoering en mate van intensiteit van de ruilverkaveling en door belangrijke verschillen in soortensamenstelling van de vogelwereld (onder andere mede veroorzaakt door verschillende afstanden ten opzichte van de Waddenzee), bleek het niet goed mogelijk betrouwbare controlegebieden te selecteren die zeker buiten de invloedssfeer van het windpark zouden liggen.

Ten aanzien van de bodemgesteldheid kan worden vermeld dat noordelijk en westelijk van het windpark voornamelijk sterk zandige en lichte zeeklei (ten dele ook kalkrijk en kalkhoudend) voorkomt, waarop vooral akkerbouw wordt gepleegd. Rond het windpark is sprake van afwisselend matig zandige tot zware of lichte klei en kleiig zand (steeds kalkarm), waarop zowel akkerbouw als veeteelt plaatsvindt. Direct zuidelijk van het windpark komt vooral matig zandige tot zware klei (kalkarm) voor, met voornamelijk veeteelt (grasland) (vgl. ook Stichting Wetenschappelijke Atlas van Nederland 1963-1977). Alle tellingen van broedende en pleisterende vogels werden daarom gehouden in een groot gebied rond het windpark (ruim 1000 ha), begrensd door de bebouwingen van Sexbierum, Oosterbierum, Tzummarum en Dongjum en door de A31 tussen Leeuwarden en Harlingen (fig. 1). Verwacht werd dat het betrokken gebied groot genoeg zou zijn om eventuele effecten veroorzaakt door het windpark te kunnen analyseren.

Voor de tellingen van broedvogels werd primair de al jaren door de VFO gehanteerde rayonindeling aangehouden (fig. 7a), waarop later eveneens een indeling in afstandszones werd toegepast (fig. 7b). Bij de tellingen van pleisterende vogels diende de rayonindeling tijdens de tellingen ook als basis, maar er werd tegelijkertijd een verdeling in afstandszones aangehouden (fig. 8a, 8b). Deze afstandszones dienden als basis voor de verschillende effectberekeningen.

Voor de tellingen van de vogeltrek, waar de bovengenoemde verschillen in landschap en grondgebruik er weinig toe doen, werd naast een telpost in het noorden en in het zuiden van het windpark een controletelpost ingericht op de waddendijk ter hoogte van het windpark (fig. 1, 4).

3.1.3 Berekening oppervlakte bouw- en grasland

Voor de onder 3.1.2 genoemde afstandszones zijn de bijbehorende oppervlakten bouw- en grasland voor de situatie vóór de ruilverkaveling berekend aan de hand van perceelsoppervlakten verstrekt door de Dienst van het Kadaster en de Openbare Registers, Directie Friesland, Leeuwarden, en voor situaties na de ruilverkavelingswerkzaamheden aan de hand van eigen oppervlakteberekeningen. Deze berekeningen zijn exclusief brede wateren, bebouwing en bosschages. De op deze wijze verkregen totale oppervlakten per rayon kunnen iets afwijken van de door de VFO aangehouden oppervlakteramingen.

3.2 Broedvogels

Gegevens over broedende weidevogels in en rond het windpark worden al sinds de jaren zeventig verzameld door de VFO. Deze gegevens betreffen de aantallen op grasland en op bouwland gevonden nesten per rayon. Een rayon omvat een inventarisatie-eenheid van ongeveer 100-200 ha. Deze gegevens worden verzameld in het kader van de nazorg (nestbeschermingsactiviteiten na de periode waarin kievitseieren mogen worden geraapt, in Friesland uiterlijk tot en met 12 april). Voor grootschalige trendanalyses zijn deze gegevens goed bruikbaar. Voor gedetailleerde analyses, zoals nodig in het windparkonderzoek, zijn zij minder geschikt. Om bijvoorbeeld de invloedssfeer en eventuele verhuizing van broedparen ten gevolge van de aanleg van het windpark te kunnen vastleggen, was het ook nodig om te weten op welke wijze de broedparen binnen een rayon jaarlijks waren verdeeld.

Omdat enerzijds bij de VFO veel expertise bestaat ten aanzien van de inventarisatie van weidevogels in en rond het windpark en anderzijds de Sep voor de aanvang van het onderzoek de wens had uitgesproken bestaande vogelwerkgroepen zoveel mogelijk bij de veldwerkzaamheden te betrekken, werd met de VFO overeengekomen dat de medewerkers van deze vogelwacht de inventarisaties van weidevogels in en rond het windpark zouden uitvoeren. Het betrof de rayons 13, 32, 34, 40, 41 (fig. 7a). Teneinde de continuiteit in de al jaren gevolgde werkwijze te handhaven, is dit gebeurd op de bij de VFO gebruikelijke manier (nesten zoeken). Sinds 1984 worden ook de gevonden nesten op kaart ingetekend. Per rayon kunnen kleine verschillen in de werkwijze en in bijvoorbeeld het aantal vogelwachters en afgelegde bezoeken zijn opgetreden. Tussen de jaren is getracht de verschillen binnen een rayon zoveel mogelijk te beperken.

3.3 Pleisterende vogels

Binnen het onder 3.1.2 genoemde gebied werd 875 ha geselecteerd waarin pleisterende vogels werden geteld (fig. 8a). Omdat over soorten en aantallen in en rond het windpark weinig bekend was, werden alle aanwezige vogelsoorten geteld, met uitzondering van kleine zangvogels (kleiner dan spreeuwgrootte). Kleine zangvogels werden uit economische overwegingen buiten beschouwing gelaten, omdat nauwkeurige tellingen van die aantallen te veel tijd zouden kosten. De tellingen werden rond het middaguur uitgevoerd, van ongeveer twee uur voor tot twee uur na hoog- of laagwater. Er werd rekening gehouden met het getij, omdat de stand van het getij de aan- (hoogwater) of afwezigheid (laagwater) van vogels kon inhouden. De tellingen verliepen volgens vaste telroutes en werden meestal door dezelfde tellers verricht. De waargenomen vogels werden ingetekend op topografische kaarten, waarop ook het grondgebruik werd bijgehouden. Vanaf het moment dat in het windpark werd begonnen met proefdraaien, werd ook bijgehouden welke windturbines tijdens de telling operationeel waren. Eveneens werd het weer (temperatuur, windrichting en windkracht, zicht, duur en type neerslag, percentage zonne-

schijn, ijsbedekking in sloten, sneeuwbedekking) ten tijde van de tellingen genoteerd.

Naar aanleiding van een vooronderzoek in 1984 (Winkelman 1984b, 1985) werd besloten in de herfst, wanneer vooral bij hoogwater redelijke tot soms grote aantallen vogels aanwezig kunnen zijn, een- tot tweemaal per week een telling te houden. In de winter en het voorjaar, wanneer zich beduidend minder vogels in het telgebied bevinden, werd twee- tot viermaal per maand geteld. In de zomer vonden in verband met de dan aanwezige kleine aantallen vogels geen tellingen plaats. De tellingen uit de herfst en uit de winter en het voorjaar werden gescheiden verwerkt in verband met de geconstateerde verschillen in soortensamenstelling, aantallen en grondgebruik.

3.4 Vogeltrek overdag

In de herfst van 1984-1987 en van 1990 werden op enkele dagen per week tellingen gehouden van bij daglicht overvliegende vogels. De tellingen vonden plaats op de waddendijk (controletellingen) en in het noorden en in het zuiden van het windpark (fig. 1). Een telpost werd over het algemeen door één persoon bemand. De telpost op de waddendijk werd zo gekozen dat deze min of meer in het verlengde van de twee posten in het windpark lag en een recht stuk dijk betrof (ter voorkoming van afwijkende vliegrichtingen). Er werd zowel in het noorden als in het zuiden van het windpark geteld om later zo nodig rekening te kunnen houden met verschillen in de mate van stuwing. Ook ontstond hierdoor de mogelijkheid eventuele verschillen in de mate van verstoring ten gevolge van verschillen in windturbinedichtheid (vgl. fig. 2) te onderzoeken. De stuwing wordt in het onderhavige geval veroorzaakt door de nabijheid van de Waddenzee. Overdag trekkende vogels mijden bij voorkeur het overvliegen van grote wateroppervlakten, en zij laten zich daarom veelal door de overgangen van water naar land leiden. Hierdoor ontstaat een verdichting in de trek langs deze overgangen. De mate waarin dit optreedt, is windafhankelijk (Winkelman 1990b). Tot welke afstand een dergelijke verdichting nog merkbaar kan zijn, was bij aanvang van het onderzoek niet bekend.

Afhankelijk van de beschikbare menskracht vonden de tellingen zoveel mogelijk simultaan op twee (1984-1986) of drie (1987, 1990) telposten plaats. Er werd geteld in de voor de dagtrek belangrijkste uren (Alerstam & Ulfstrand 1975): van één uur voor tot drie uur na zonsopgang (ochtendtelling) en van twee uur voor tot één uur na zonsondergang (avondtelling). Op alle telposten werden van iedere (groep) vogel(s) die binnen 100 m afstand tot de waarnemer (fig. 2) overvloog, soort, aantal, vlieghoogte (in klassen), vliegrichting (volgens 16 kompasrichtingen) en tijdstip genoteerd. De nadruk lag op de hoogten die bij het onderzoek het meest van belang waren: 0-2 m (contouren landschap volgend), 3-10 m, 11-20 m, 21-50 m (rotorvlak) en 51-100 m. Ieder kwartier werd de weersgesteldheid genoteerd (% bewolking, duur en type neerslag, zicht, windrichting en windkracht, duur zonneschijn). De in Oosterbierum gehanteerde methode sluit aan op die van de Landelijke Werkgroep Vogeltrektellen (Lensink 1985), maar is uitgebreider.

4 RESULTATEN TELLINGEN

4.1 Externe invloeden

4.1.1 Weer, algemeen

Een samenvatting van het weer is gegeven in bijlage 3a. In de betrokken herfsten was vooral sprake van zacht weer, terwijl drie ervan bovendien nat waren. Van de zes betrokken winters waren de eerste drie geheel of deels zeer koud en de laatste drie (zeer) zacht. Van de acht voorjaren waren er vier koud tot zeer koud en vier vrij zacht; vijf waren nat en drie relatief droog. Met name in zachte en natte perioden konden relatief veel vogels in het telgebied aanwezig zijn. Bij gesloten sneeuwdek en tijdens vorst en dan met name wanneer de oppervlaktewateren waren bevroren, daalden de aantallen aanwezige vogels sterk. De betrokken herfsten verschilden voorts nogal in de verdeling van de wind over de verschillende kompasrichtingen (bijlage 3b). In 1984, 1986 en 1990 hadden westelijke winden de overhand, in 1985 kwam de wind relatief veel uit het oosten, in 1987 meer uit het zuiden en noorden.

Dagelijkse weersverschillen kunnen zowel de aanwezige aantallen vogels beïnvloeden als de nauwkeurigheid waarmee kan worden geteld. Daarom werden geen tellingen van pleisterende of trekkende vogels gehouden op dagen met zeer slecht zicht, storm of zware neerslag. Tellingen waarbij zich (plotseling) toch van dergelijke storende weersfactoren voordeden, zijn bij de effectberekeningen buiten beschouwing gelaten. Omdat de kartering van nesten van broedvogels zich over het gehele voorjaar uitstrekte, werd de nauwkeurigheid hiervan veel minder beïnvloed door het weer dan bij de afzonderlijke tellingen van pleisterende en trekkende vogels het geval was. Wel konden in koude en droge voorjaren de aantallen paren die tot broeden kwamen, achterblijven vergeleken bij zachte en natte voorjaren.

Het zich wel of niet voordoen van grootschalige vogeltrek wordt vooral beïnvloed door de weerspatronen boven noordwest en oost Europa (vgl. Alerstam *et al.* 1973). Op het windparkeffect zullen deze patronen weinig invloed hebben gehad. Met het grootschalige weerbeeld samenhangende fluctuaties in de dagelijkse aantallen zullen immers in de gehele regio en daarmee zowel in het windparkgebied als daarbuiten zijn opgetreden. Zij zijn derhalve in dit verslag verder buiten beschouwing gelaten. Wel zijn zij geanalyseerd ten behoeve van het slachtofferonderzoek (vgl. Winkelman 1990a, 1992a, 1992b).

Ook de zich van dag tot dag lokaal voordoende weersverschillen behoeven om bovengenoemde reden geen effect te hebben gehad op het windparkeffect. Een uitzondering hierop vormt de heersende windrichting tijdens de tellingen. De hoogte waarop de seizoentrek zich afspeelt (c.q. de zichtbaarheid

van de overvliegende vogels voor de teller), wordt in belangrijke mate bepaald door de heersende windrichting en windkracht tijdens de tellingen. Ook bij het wel of niet optreden van stuwing kan de windrichting een belangrijke rol spelen. Uit bewerkingen van een viertal proefsoorten bleek dat met name de windrichting van grote invloed kan zijn op de groepsgrootte en op het aantal groepen vogels dat aan de kust (controlegebied) en in het windpark (ingreepgebied) gezien werd (zie Winkelman 1984b, 1990b). De windrichting is daarom als extra factor in de effectberekeningen bij de trekvogels opgenomen.

4.1.2 Wijzigingen in grondgebruik, ruilverkaveling

Wijzigingen in grondgebruik traden in het gehele telgebied op. Deze hielden zowel een van jaar tot jaar wisselend gebruik van percelen in als een gestage toeneming van het aandeel bouwland tijdens de onderzoekperiode (2.1). Voor een deel waren deze mede het gevolg van de ruilverkavelingswerkzaamheden welke gedurende de gehele verslagperiode op verscheidene plekken plaatsvonden. De werkzaamheden konden zowel verstorend van aard zijn (op- en wegvliegende vogels) als vogels aantrekken (meeuwen die op omgewoeld land of op de kant gebracht slootmateriaal kwamen foerageren). Omdat dergelijke effecten ook een rol spelen bij normale agrarische veldwerkzaamheden, is met dit laatste bij de verwerking van de gegevens geen rekening gehouden. Behalve door (tijdelijke) wijzigingen in het gebruik werd de ruilverkaveling ook zichtbaar in de vorm van perceelvergrotingen. Deze deden zich in het gehele telgebied in min of meer dezelfde mate voor.

In bijlage 4 zijn per seizoen de percentages bouwland in het windpark en op de verschillende afstanden daarbuiten samengevat. Het is opvallend dat de grootste toeneming van bouwland in het windpark zelf en in de verder weg gelegen zones plaatsvond, terwijl daartussen deze toeneming relatief gezien minder was. Bij de verwerking van de verstoringsgegevens is daarom met de aanwezige hoeveelheid bouwland rekening gehouden.

4.1.3 Overige invloeden

Overige verstorende invloeden betroffen bezoekers aan het windpark, die vooral in vakantieperioden veelvuldig in het windpark aanwezig waren (verstorend voor pleisterende vogels en mogelijk ook voor broedvogels in en nabij windpark), jagers (pleisterende vogels in delen van het telgebied), eierzoekers in het vroege voorjaar (pleisterende vogels en broedvogels in gehele telgebied), bouwwerkzaamheden in het windpark en veldwerkzaamheden door agrariërs (broedende, pleisterende en trekkende vogels, bij veel lawaai ook vermindering horen van doortrekkers door de tellers), het (open) storten van patatafval van eind 1986 tot 1990 ten oosten van het windpark nabij boerderij De Bjusse (aantrekken van vooral grote groepen meeuwen) en de deels tijdens de trektellingen van 1987 uitgevoerde dijkverzwaring van de waddenzeedijk (op Deltahoogte brengen) (verstoring trekvogels, negatieve beïnvloe-

ding gehoor trektellers). Er werd getracht de verstorende werking van deze invloeden te beperken door bijvoorbeeld de telposten tijdelijk iets te verleggen, (delen van) tellingen over te doen wanneer de verstoringsbron was verdwenen en het niet-uitvoeren van tellingen tijdens jachtpartijen en in de belangrijkste eierzoekperiode.

4.2 Broedvogels

4.2.1 Beschikbare gegevens

Uitgebreide overzichten van de resultaten van de weidevogeltellingen in 1984-1990 zijn gegeven in Winkelman (1984b, 1986, 1987, 1988a, 1988b, 1990b). De nog-niet-gerapporteerde gegevens uit 1991 zijn op overeenkomstige wijze gepresenteerd in bijlage 5-8 en figuur 9. In genoemde verslagen zijn de gegevens steeds weergegeven per rayon en zijn de dichtheidsberekeningen gemaakt overeenkomstig de door de VFO gehanteerde oppervlakten, teneinde volledige aansluiting te geven op de door de VFO gebruikte verwerkingswijze (verzameling en opslag gegevens per rayon). Bij de definitieve bewerkingen ten behoeve van het windparkonderzoek is uitgegaan van afstandszones, die dwars door de rayons heenliepen (fig. 7a).

In principe werden vanaf 1984 ieder voorjaar verspreidingskaarten gemaakt van nesten (broedparen) van de vier belangrijkste weidevogelsoorten (kievit, grutto, scholekster, tureluur) in de rayons 13, 32, 34, 40 en 41 (vgl. fig. 7a). Door omstandigheden (niet of te laat gemeld, tussentijds uitvallen van tellers, onverwachte betredingsverboden, onvoldoende aantallen bezoeken e.d.) bleken er achteraf niet ieder jaar uit het gehele gebied karteringen beschikbaar te zijn. Daarom hebben de effectberekeningen zich gericht op dat gebied waarvan sinds 1984 ieder jaar karteringen ontvangen zijn (955 ha, fig. 7b).

4.2.2 Aantal broedparen en verspreiding in de loop van de tijd

In bijlage 8 is een samenvatting gegeven van de per rayon verzamelde en bewerkte gegevens. Tevens zijn daarin ter vergelijking de overeenkomstige gegevens uit de periode 1976-1980 (Koops 1984) gegeven. Overeenkomstige gegevens voor het gehele telgebied uit de periode 1984-1991 staan in bijlage 9. De totale aantallen nesten (broedparen) per soort per seizoen in het in figuur 7b aangegeven gebied staan in tabel 1. In deze overzichten valt met name de stijging van het aantal scholeksters in de laatste jaren op. Voorts valt op dat vooral 1989 en 1991 niet alleen in het gehele telgebied, maar ook in het windpark, goede weidevogeljaren waren, hetgeen vooral werd veroorzaakt door het relatief grote aantal scholeksters. Ook valt op dat de aantallen weidevogels per rayon van jaar tot jaar soms sterk kunnen fluctueren.

Bij bestudering van de verspreidingskaarten van de nesten (broedparen) van de vier soorten (vgl. fig. 9 voor 1991) valt op dat scholekster, kievit en grutto een van jaar tot jaar verschillende mate van clustering vertoonden. Ook de plaatsen waar deze clusters optraden, verschilden van jaar tot jaar.

4.2.3 Invloed percentage bouw- en grasland

In bijlage 9 is per soort en seizoen een overzicht gegeven van de aangetroffen dichtheden per 100 ha bouw-, respectievelijk grasland in het in figuur 7b aangegeven gebied. Uit deze bijlage volgt een duidelijke voorkeur van scholeksters voor bouwland en van grutto en tureluur voor grasland. De kievit vertoonde in 1984-1991 meestal een (lichte) voorkeur voor bouwlandpercelen, die gedurende de laatste jaren wat meer uitgesproken werd.

4.3 Pleisterende vogels

4.3.1 Beschikbare gegevens

In totaal staan uit de herfst 75 tellingen van pleisterende vogels ter beschikking (1984: 12, 1985: 16, 1986: 13, 1987: 10, 1988: 10, 1990: 14) en uit de winter en het voorjaar 78 tellingen (1984/1985: 18, 1985/1986: 10, 1986/1987: 11, 1987/1988: 13, 1988/1989: 10, 1990/1991: 16). Onvolledige tellingen of tellingen die te zeer werden verstoord door externe factoren, zijn buiten beschouwing gelaten. Van de volledig ongestoorde situatie (periode vóór 1984) konden geen gegevens worden verzameld. Bij derden bleken wel enige gegevens aanwezig, maar voor de beoogde effectberekeningen bleken deze onvoldoende gedetailleerd (vgl. Winkelman 1988c).

Overzichten van de getelde pleisterende vogels uit de jaren vóór 1990 zijn onder andere te vinden in Winkelman (1984b, 1985, 1986, 1987, 1988a, 1988b, 1990b). Over het algemeen zijn de gegevens daarin per rayon gepubliceerd (vgl. 3.2). In dit verslag zijn voor het totale aantal getelde vogels en de aantalsmatig belangrijkste soort(groep)en, de aantallen per telling in het windparkgebied (zone 1 en 2, fig. 8) en daarbuiten (zone 3-8) voor de herfst (1990) en voor de winter en het voorjaar (1990/1991) afzonderlijk opgenomen (bijlage 10, 11). Overeenkomstige overzichten van eerdere jaren zijn opgenomen in Winkelman (1990b).

In de herfst werden in totaal 78 vogelsoorten waargenomen, waarvan 44 in het windpark zelf (tabel 2); in de winter en het voorjaar waren dit 73 soorten (37 in windpark) (tabel 3). Hiervan bleken 62 soorten zowel in de herfst als in de winter en het voorjaar aanwezig. In de herfst maakten elf soort(groep)en (wilde eend, meerkoet, kievit, goudplevier, wulp, stormmeeuw, zilvermeeuw, kokmeeuw, duiven (holenduif, houtduif, postduif), kraaien (vooral ekster,

kauw, zwarte kraai, incidenteel ook roek, bonte kraai) en spreeuw) ruim 90% van de aanwezige vogels uit, waarbij spreeuw, kievit, goudplevier en kokmeeuw het talrijkst waren (tabel 4). In de winter en het voorjaar bestond 93-99% van de vogels uit 14 soort(groep)en. Behalve de reeds voor de herfst genoemde elf soorten waren ook smient, kuifeend en scholekster matig tot redelijk vertegenwoordigd (tabel 4). In de winter en het voorjaar waren de drie soorten meeuwen, alsmede wilde eend en kievit de talrijkste soorten.

In totaal blijkt zich in de herfst 3% tot 8% van alle aanwezige vogels in het windparkgebied (zone 1 en 2) op te hebben gehouden, in winter en voorjaar 5% tot 18% (tabel 5). Het windparkgebied besloeg 10% van het totale telgebied.

4.3.2 Invloed weer, seizoen en getijde

De invloed van weer (zie ook 4.1.1), seizoen en hoog- en laagwater op de soortensamenstelling en aantallen zijn onder andere af te leiden uit bijlage 3, 10 en 11. Over het algemeen werden in zachte winters meer vogels geteld dan in koude winters. Ook ontbraken in de winter soorten die in de herfst en het voorjaar wel in redelijke aantallen aanwezig waren (bijvoorbeeld spreeuw en kievit). Opvallend is de telling van 10 januari 1986 (volledig gesloten sneeuwdek, geheel bevroren sloten), toen in het gehele telgebied geen enkele vogel werd waargenomen. In de herfst traden bijvoorbeeld aantalspieken van kievit, goudplevier en spreeuw op, die samen bleken te vallen met trekgolven, vastgesteld tijdens de trektellingen. Andere soorten als scholekster, stormmeeuw, zilvermeeuw en kokmeeuw waren vooral tijdens hoogwater in grote aantallen in het telgebied aanwezig. Deze soorten overtijen veelal in grote groepen op vaste plaatsen (hoogwatervluchtplaatsen). Ook soorten als meerkoet en smient waren meestal in enkele grote groepen op steeds dezelfde percelen terug te vinden. Bij het zoeken naar een geschikte verwerkingsmethode en bij de interpretatie van de resultaten is getracht zoveel mogelijk met deze extern veroorzaakte fluctuaties rekening te houden.

4.3.3 Invloed percentage bouw- en grasland

In bijlage 12 en 13 zijn voor respectievelijk de herfst en voor de winter en het voorjaar per seizoen de gemiddelde dichtheden van de onderscheiden soort(groep)en per 10 ha op bouw- en grasland weergegeven, alsmede de dichtheden per 10 ha voor het totale gebied. In de herfst (bijlage 12) vertoonden vooral meerkoet, kievit, goudplevier, wulp, stormmeeuw en kokmeeuw een voorkeur voor grasland en duiven juist voor bouwland. In winter en voorjaar (bijlage 13) gaven, op de duiven na, nagenoeg alle soorten in meer of mindere mate de voorkeur aan grasland. Omdat de oppervlakten bouw- en grasland zich binnen het telgebied en tussen de onderzoekjaren nogal hebben gewijzigd (bijlage 4), is bij de verwerking van de telgegevens met deze factor rekening gehouden.

4.4 Trek overdag

4.4.1 Beschikbare gegevens

In bijlage 14a is voor de drie telposten een overzicht gegeven van de dagen waarop in 1990 's ochtends en 's avonds trektellingen zijn gehouden. Voor een overzicht van de dagen waarop in 1984-1987 is geteld, kan worden verwezen naar Winkelman (1990b). In 1984 is vanaf begin oktober geteld, in 1985 vanaf begin september en in 1986, 1987 en 1990 vanaf half september. De tellingen liepen steeds door tot half november. In 1985 en 1986 vonden tevens enkele tellingen in augustus plaats (in het kader van de landelijke simultaantellingen georganiseerd door de Landelijke Werkgroep Vogeltrektellen, Beek).

In bijlage 14b is per telpost een overzicht gegeven van het totale aantal beschikbare tellingen per seizoen. In deze bijlage zijn ook het aantal simultaantellingen aan de kust en in het windpark (noorden en zuiden windpark) en dat in het noorden en zuiden van het windpark opgenomen. In totaal staan voor respectievelijk de telpost langs de kust, die in het noorden van het windpark en die in het zuiden van het windpark respectievelijk 132, 163 en 101 ochtendtellingen en 92, 114 en 79 avondtellingen ter beschikking. De meeste simultaantellingen werden gehouden op de telposten langs de kust en in het noorden van het windpark. In totaal zijn in de vijf betrokken herfstseizoenen 150 vogelsoorten trekkend waargenomen (tabel 6). Hiervan werden er 109 in het windpark waargenomen en 144 langs de kust. Het grotere aantal langs de kust kan volledig worden verklaard door waarnemingen van diverse soorten kust- en zeevogels die landinwaarts niet of nauwelijks zijn te verwachten. Ganzen, zwanen, roofvogels, uilen, jagers en sterns kwamen incidenteel voor. De meeste soorten eenden en steltlopers werden incidenteel of in kleine aantallen gezien (uitzondering wilde eend, goudplevier, kievit, watersnip), de meeste soorten meeuwen geregeld en in grotere aantallen. Duiven kwamen geregeld in kleine aantallen voor. Zangvogels die gedurende de nacht trekken, zoals winterkoning, gekraagde roodstaart, roodborst en goudhaantje, werden incidenteel genoteerd. Zeldzamere trekvogels als ijsvogel, baardmannetje, boomleeuwerik, duinpieper, Europese kanarie, kruisbek, geelgors en ortolaan werden slechts eenmaal of enkele keren waargenomen. De overige zangvogels werden in redelijke tot grote aantallen waargenomen. Het betreft hier vooral veldleeuwerik, graspieper, spreeuw, kramsvogel, zanglijster en in sommige jaren ook barmsijs en frater.

Op de drie telposten bleek 's ochtends de spreeuw de talrijkste soort te zijn, gevolgd door de meeuwen (tabel 7 voor 1990, Winkelman 1990b voor 1984-1987). In het windpark waren in sommige jaren ook goudplevier en kievit goed vertegenwoordigd. Voor spreeuw, meeuwen en goudplevier geldt dat een aanzienlijk deel van de waargenomen trek op slaaptrek betrekking kan hebben gehad. Bij de meeuwen en de laatste jaren mogelijk ook bij de goudplevier was tevens sprake van getijdetrek. Bij beide was een niet onbelangrijk deel van de waargenomen vliegbewegingen terug te voeren op overige lokale vliegbewegingen, waaronder foerageervluchten. Het was opmerkelijk dat ook 's avonds in het windpark spreeuwen en daarna meeuwen belangrijk waren,

maar dat dit aan de kust dan omgekeerd was (meer meeuwen dan spreeuwen).

4.4.2 Aantallen en verspreiding in de loop van de tijd

In bijlage 14a is voor 1990 het totale aantal waargenomen vogels op de drie telposten tijdens de trektellingen weergegeven. In Winkelman (1990b) zijn overeenkomstige gegevens voor 1984-1987 te vinden, alsmede een overzicht voor drie soorten en één soortgroep die in het telgebied vooral echte trek vertonen (kievit, veldleeuwerik, graspieper, lijsters). Een overzicht van de waargenomen aantallen van alle soort(groep)en per ochtend- en avondtelling in de herfst van 1984 is opgenomen in Winkelman (1985). Hieruit blijkt dat van dag tot dag, van jaar tot jaar en van soort tot soort aanzienlijke verschillen in de waargenomen aantallen optraden. Vooral half oktober en eind oktober/begin november kon relatief sterke trek optreden.

4.4.3 Vliegrichting en ruimtelijke verspreiding

Uit de gegevens van 1984-1986 (zie Winkelman 1985, 1990b) blijkt dat over het windpark en langs de kust geregeld sprake was van trek. De grootste aantallen waren over het algemeen tijdens de ochtendtellingen langs de kust te zien en tijdens de avondtellingen in (het noorden van) het windpark. Een groot deel van de trek bestond uit lokale verplaatsingen (spreeuw, meeuwen, wilde eend, goudplevier, wulp). Westelijke tot zuidwestelijke trekrichtingen waren overheersend. Daarnaast was een noordoostelijke (slaaptrek) en een zuidelijke trekrichting (slaaptrek, getijdetrek) in de ochtend belangrijk, en een noordelijke in de avond. Er was vaak sprake van stuwing langs de waddenzeekust, welke zich kon uiten in meer en grotere groepen van echte trekvogels en daarmee in grotere aantallen op de telpost op de waddendijk in vergelijking met de posten in het windpark. Voor sommige soorten was deze stuwing ook binnen het windpark merkbaar (meer en grotere groepen in het noorden van het windpark ten opzichte van het zuiden van het windpark). Van bepaalde soorten werden soms langs de kust juist veel minder vogels geteld dan in het windpark. Uit een grafische weergave van het aantal waargenomen vogels (vier soorten) langs de kust en in het windpark bij verschillende windrichtingen (zie Winkelman 1990b, fig. 10) valt af te leiden dat bij de kievit stuwing langs de kust vooral bij winden tussen oostzuidoost en zuidzuidwest optrad, terwijl stuwing in het windpark juist leek op te treden bij winden tussen zuidwest en oost (via noord). Bij de veldleeuwerik daarentegen vond stuwing langs de kust met name plaats bij winden tussen zuid en westnoordwest; bij andere windrichtingen was de trek ongestuwd (op beide plekken evenveel vogels) of was deze willekeurig (ook in windpark stuwing mogelijk). Graspiepers bleken altijd meer langs de kust voor te komen. Bij lijsters trad stuwing langs de kust op bij winden tussen noordoost of oost en zuid of zuidzuidwest, terwijl meer vogels in het windpark werden gezien bij winden tussen zuidwest en noordoost (via noord).

Deze resultaten geven aan dat de windrichting een belangrijke verstorende factor in de effectberekeningen kan zijn. Omdat de statistische onderbouwing van dit vermoeden in Winkelman (1990b) nog niet aan bod kwam, is hieraan in het onderhavige verslag nader aandacht besteed. Dit gebeurde tevens om bij de effectberekeningen voor windrichtingsinvloeden te kunnen corrigeren (vgl. 5.2.4).

Kievit (foto: J. van Osch, IBN-DLO).

Lapwing.

5 DE EFFECTBEREKENINGEN

5.1 Inleiding

In het onderhavige onderzoek wordt een antwoord gezocht op de vraag of de komst van het windpark nabij Oosterbierum heeft geleid tot veranderingen in de waargenomen aantallen broedende, pleisterende en overtrekkende vogels ter plaatse. Naast deze hoofdingreep zijn nog een aantal neveningrepen te onderscheiden die mogelijk ook van invloed op de aantallen vogels zijn geweest. Hiertoe behoren de bouwfase en de periode van proefdraaien, waarin van veel meer menselijke verstoring sprake is geweest dan in de operationele fase het geval was, alsmede het wel of niet operationeel zijn van (delen van) het windpark. Daarnaast kunnen ook bepaalde weersomstandigheden, de tijdstippen van hoog- en laagwater en die van zonsopgang en zonsondergang de aantallen pleisterende of langsvliegende vogels hebben beïnvloed (vgl. 4.1.1). Als extra verstorende factor op de aantallen broedende en pleisterende vogels heeft voorts de geleidelijke toeneming van de oppervlakte bouwland ten koste van grasland een rol gespeeld. Bovendien traden werkzaamheden in het kader van de ruilverkaveling De Bjirmen op, die zich eveneens vooral hebben geuit in het zich (tijdelijk) wijzigen van het percentage bouwland ten opzichte van dat van grasland. Bij de verwerking van de gegevens en de effectberekeningen is steeds zoveel mogelijk rekening gehouden met de effecten van genoemde hoofd- en neveningrepen (vgl. ook Winkelman 1990b).

Over de optredende effecten bij broedvogels en pleisterende vogels in de bouwfase en de half-operationele situatie (1984-1989) is gerapporteerd in Winkelman (1990b). Door onvoldoende gegevens van doortrekkende vogels in situaties met (half-)operationele windturbines in de herfst kon toen maar beperkt aandacht worden besteed aan de effecten op trekvogels, terwijl verschillen in effect bij draaiende en stilstaande windturbines alleen voor pleisterende vogels in de winter en het voorjaar konden worden bekeken. Het onderhavige verslag richt zich vooral op de verstoring van broedvogels, en op die van pleisterende vogels en trekvogels tijdens de operationele fase. Daarnaast is het eventuele verschil in effect van stilstaande en draaiende windturbines op pleisterende vogels en trekvogels onderzocht. Voorts kon, in tegenstelling tot Winkelman (1990b), nu wel aandacht worden besteed aan de omvang van de geconstateerde effecten.

5.2 Toegepaste modellen en toetsen

5.2.1 Algemeen

De statistische analyse van de verzamelde gegevens heeft betrekking op een zogenaamde 'impact assessment', waarbij er in de nulhypothese van wordt uitgegaan dat aanleg en ingebruikneming van het windpark op de betreffende plaats en in de betreffende periode geen effect op de vogelstand in en nabij het windpark heeft gehad. Generalisaties (extrapolatie van resultaten naar andere locaties en andere perioden) zijn derhalve alleen op grond van externe argumenten mogelijk. De voor toetsing verzamelde gegevens zijn van het BACI-type: er zijn waarnemingen voor (before, B) en na (after, A) de ingreep, op zowel een controleplaats (control, C) als op de plaats van de ingreep (impact, I) (vgl. Stewart-Oaten *et al.* 1986). In het BACI-model wordt aangenomen dat overige effecten op de aantallen vogels die tegelijkertijd groot, plaatselijk en langdurig ('large, local, longlasting') kunnen zijn, ontbreken.

Gegevens verzameld volgens het BACI-model, kunnen als nadeel hebben dat zij niet altijd onafhankelijk van elkaar zijn in de tijd of ruimte. Stewart-Oaten *et al.* (1986) geven echter aan dat er met het BACI-model geen problemen behoeven te zijn met genoemde afhankelijkheid. In het BACI- model worden de effecten van plaats, tijdstip en windpark dan ook multiplicatief verondersteld. De nulhypothese 'geen effect' kan dan bij voldoende meetpunten (tellingen) worden getoetst met behulp van de per tijdstip berekende verhoudingen tussen de aantallen vogels op de twee plaatsen C en I in de perioden zonder en met windturbines. De precisie van de geschatte verhoudingen hangt af van de omvang van de getelde aantallen in teller en noemer. Hiermee is in het onderhavige onderzoek rekening gehouden door een gegeneraliseerd lineair model voor aantallen te gebruiken (Poisson-regressie).

Bij de broedvogels vormen de aantallen broedparen in de acht betrokken voorjaren de basis voor de effectberekeningen. Deze acht telmomenten zijn echter te gering om het hierboven geschetste BACI-model volledig te volgen. Bij de broedvogels werd daarom gewerkt met een trendanalyse, gebaseerd op bovengenoemd BACI-principe. Bij pleisterende vogels en trekvogels vormen de afzonderlijke tellingen het uitgangspunt voor de effectberekeningen. Bij beide waren wel voldoende telmomenten aanwezig om het bovengeschetste BACI-model volledig te volgen. Bij beide waren echter aanpassingen aan het model nodig om bepaalde neveneffecten van het hoofdeffect (windparkeffect) te scheiden of hiervoor te corrigeren. Bij pleisterende vogels betrof dit het steeds wisselende aandeel bouwland ten opzichte van grasland. Bij trekvogels bleek vooral de windrichting een verstorende factor bij de effectvoorspellingen te zijn.

De gebruikte modellen en aanpassingen worden hieronder voor broedvogels, pleisterende vogels en trekvogels afzonderlijk gegeven en toegelicht.

5.2.2 Model en toets bij broedvogels

Voor de broedvogels is voor de acht beschikbare jaren een analyse van de trends van aantallen in het betrokken telgebied (fig. 7b) gemaakt. Er werd hierbij uitgegaan van de veronderstelling dat de aantallen broedparen konden zijn beïnvloed door de per voorjaar wisselende oppervlakte bouw- en grasland (gebruikstype-effect), de plaats in het telgebied ten opzichte van het ingreepgebied (het windpark), hier uitgedrukt in afstandszones (zone-effect), de per voorjaar wisselende aantallen in het gehele telgebied (jaareffect), de per voorjaar wisselende verspreiding binnen het telgebied (jaar.zone interactie) en de verschillende oppervlakten van de betrokken afstandszones. Hierin kunnen bovendien de acht beschikbare voorjaren worden vervangen door drie perioden met verschillende mate van ingreep (voor, tijdens en na de bouw) (periode-effect, periode.zone interactie). Daarna zijn de verschillen van de verhoudingen tussen de gemiddelden van bovengenoemde hoofdeffecten en interacties paarsgewijs getoetst, teneinde de in de trendanalyse te constateren significante verschillen nader te kunnen kwantificeren of eventueel niet-significante trends te kunnen opsporen. Hierna wordt eerst ingegaan op de trendanalyse en daarna op de vergelijkingen van de verhoudingen.

De bovengenoemde trendanalyse leidde tot het volgende voor toetsing gebruikte hoofdmodel en afgeleide model:

$En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k * t.z_{jk}$ (hoofdmodel)

$En_{ilk} = O_{ilk} * g_i * p_l * z_k * p.z_{lk}$ (afgeleid model)

Hierin is En het (verwachte) aantal broedparen, O de correctiefactor voor de oppervlakte van de verschillende afstandszones, g het gebruikstype-effect, t het tijdeffect (jaar), z het afstandeffect (zone), t.z de tijd.afstand (jaar.zone) interactie, p de periode voor, tijdens of na aanleg van het windpark, en p.z de periode.afstand interactie. De index i slaat op het gebruikstype (bouw- of grasland), j op het tijdstip (jaar), k op de afstand tot de windturbines (afstandszones) en l op de periode (1 = blanco, 2 = bouwfase/stilstaande windturbines, 3 = operationeel windpark). Bedacht moet worden dat de tijdstippen (jaren) ook met de perioden zijn verweven en de tijdstip.zone interacties met de periode.zone interacties.

In beide modellen is in verband met de schatbaarheid het produkt van alle zone-effecten, tijdstip- of periode-effecten en interacties tussen tijdstip en zone, of periode en zone, ieder gelijk gesteld aan 1. Er is steeds aangenomen dat de waarnemingen onafhankelijk van elkaar zijn en dat de afwijkingen tussen de waarnemingen en hun aangepaste waarden elk een verwachting 0 hebben en trekkingen zijn uit een kansverdeling die tot de exponentiële kansverdelingen behoort. Ook is verondersteld dat de variantie van elke waarneming steeds een constante maal de bijbehorende verwachting is ($var(n_{ijk}) = c * En_{ijk}$). Deze constante wordt dispersie genoemd; c werd op grond van de deviantie bij het bovenstaande model geschat onder aanname van c = 1. De aanpassing aan de modellen is uitgevoerd met behulp van een gegeneraliseerde lineaire regressie (algemene statistische theorie van de gegeneraliseerde lineaire modellen), waarbij gebruik is gemaakt van 'quasi likelihoods'. In deze situatie bestaat de linkfunctie uit natuurlijke logaritmen.

De aanpassingen zijn steeds per soort afzonderlijk uitgevoerd. Bij de toetsing is gecorrigeerd voor de verschillende oppervlakten van de bij de betreffende toets betrokken zones.

De effecten werden benaderend getoetst met F-toetsen. Voor de verschillende effecten werd het model vergeleken met de aanpassing van het uitgebreidere model aan het betreffende effect. Zo werd bij het model met jaren als basis voor het bodemgebruik $En_{ijk} = O_{ijk} * t_j * z_k * t.z_{jk}$ vergeleken met $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k * t.z_{jk}$. Voor de jaar-zone interactie $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k$ met $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k * t.z_{jk}$. Voor de jaareffecten $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * z_k$ met $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k$ (toets alleen geldig als jaar-zone interacties ontbreken). Voor de zone-effecten $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j$ met $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k$ (toets alleen geldig als jaar-zone interacties ontbreken). De benaderde restvariantie werd bij alle toetsen gebaseerd op de aanpassing van het volledige model $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k * t.z_{jk}$. Ditzelfde werd gedaan voor het periode-model.

Alle schattingen en toetsen met periode-effecten en periode-zone interacties werden gebaseerd op vergelijkbare modellen en vergelijkingen als die met jaareffecten en jaar-zone interacties. De zo verkregen schattingen van effecten en standaardfouten zijn alleen geldig indien deze grovere indeling in plaats van de fijnere in de tijd verantwoord is. Deze toetsen zijn steeds geldig aangezien voor de benaderende F-toetsen de restvariantie van het volledige model met jaareffecten en jaar-zone interacties is gebruikt.

Daarna zijn de verschillen tussen de logaritmen van de gemiddelden van de afzonderlijke hoofdeffecten (jaar of periode en zone) paarsgewijs getoetst met benaderende t-toetsen. De gemiddelden werden hiervoor getransformeerd volgens $y = \ln(x)$. Hierbij werd bovendien gecorrigeerd voor verschillen in oppervlakte van de verschillende zones en voor verschillen in gebruikstype in de verschillende jaren of perioden. De varianties van de gemiddelden werden getransformeerd volgens $var(y) = var(x) * x^{-2}$, de covarianties volgens $cov(y_1,y_2) = cov(x_1,x_2)/(x_1 * x_2)$. Dit geeft bij benadering varianties en covarianties op de logaritmische schaal.

De zo getransformeerde gemiddelden zijn op grootte gesorteerd, waarna op grond van de paarsgewijze verschillen de paarsgewijze overschrijdingskans werd berekend. De bij elkaar behorende niet-significant verschillende waarden en de afwijkende significante waarden zijn daarna grafisch uitgezet. Deze vergelijking werd uitgevoerd voor het hoofdeffect *zone* onder het volledige, bovenbeschreven regressiemodel, waarbij jaren als afzonderlijke eenheden fungeerden, voor het hoofdeffect *jaar* onder het volledige model, voor het hoofdeffect *zone* onder het model voor perioden, en voor het effect *periode* (benaderd) als verdere jaareffecten en jaar.zone interacties ontbraken.

5.2.3 Model en toets bij pleisterende vogels

Het bij de effectberekeningen van de pleisterende vogels gehanteerde model luidt:

$$E(n_{it}) = \exp\{\mu + \alpha_i + \beta_t + \gamma^*(i == 2.\text{and. } t \geq t_0)\} \quad i = 1, 2, \quad t = 1 \ldots n_t$$

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = 0$$

$$\text{var}(n_{it}) = \sigma^2.E(n_{it})$$

In dit model stelt n_{it} het geteld aantal vogels voor op locatie i en tijdstip t. Dit aantal wordt geacht een Poisson-verdeling te volgen, eventueel na vermenigvuldiging met een correctiefactor. De variantie ($\text{var}(n_{it})$) wordt dus verondersteld evenredig te zijn met $E(n_{it})$. Het verwachte aantal vogels zonder invloed van het windpark is gemiddeld exp $\{\mu\}$. α_i stelt het effect van locatie i voor (met i = 1 voor de controlelocatie en i = 2 voor het windparkgebied) en β_t het effect van tijdstip t, waarbij op elk van de in totaal n_t tijdstippen het gemiddelde willekeurig hoger of lager kan liggen. Belangrijk in het model is de parameter γ. Deze speelt alleen een rol in het windparkgebied (i = 2) en vanaf het tijdstip waarop de windturbines aanwezig zijn. Deze parameter stelt dus precies de (constant verondersteide) invloed van de windturbines voor en de te toetsen nulhypothese luidt dan ook: $\gamma = 0$ (geen effect). De toets is uitgevoerd door een deviantietabel te berekenen waarin de reductie in deviantie ten gevolge van het toevoegen van de term γ in het model wordt vergeleken met de residuele deviantie. Hierbij volgt de ratio van de gemiddelde deviantie een F-verdeling onder de nulhypothese $\gamma = 0$ met aantallen vrijheidsgraden zoals behorend bij de deviantie in teller en noemer (vgl. Dobson 1983).

In het hierboven beschreven model is de aanname dat er geen interactie is tussen plaats- en tijdeffecten van wezenlijk belang voor het kunnen trekken van conclusies. Het windparkeffect gedraagt zich immers als een component van deze interactie. Omdat er een grote variatie kan optreden in aantallen en plaats tussen de verschillende jaren, kan aan het model een extra term worden toegevoegd die de interactie tussen jaar en plaats na de ingreep beschrijft. Bij de verwerking van de gegevens uit bouwfase en de half-operationele situatie (Winkelman 1990b) werd deze jaar.plaats interactie daarom aan het model toegevoegd. Bij de onderhavige bewerkingen is deze toevoeging achterwege gelaten, omdat slechts uit één herfst en één winter en voorjaar gegevens over de volledig operationele situatie aanwezig waren.

Bij pleisterende vogels is de oppervlakte aanwezig bouwland eveneens van invloed gebleken op de aanwezige aantallen. Voor dit bouwlandeffect is bij de verwerking van de gegevens aan het model een extra term (percentage aanwezig bouwland) toegevoegd. Dit is zowel voor als na toevoeging van de term voor windparkeffect gedaan, terwijl steeds ook het windparkeffect sec (zonder toevoeging van een term voor bouwlandeffect) is bekeken. Door eerst de term voor het bouwlandeffect toe te voegen, wordt bekeken wat na correctie voor bouwlandeffect nog resteert voor het windparkeffect. Door eerst de term voor het windparkeffect toe te voegen, volgt het eventueel resterende effect voor het bouwlandeffect. De resultaten van beide geven inzicht in de mate van gestrengeldheid.

Mede omdat het percentage bouwland in de herfst belangrijk kan afwijken van dat in de winter- en voorjaarsperiode daarna, zijn de gegevens uit de herfst en uit de winter- en voorjaarsperiode zoveel mogelijk gescheiden verwerkt.

Bij de toetsing is steeds gecorrigeerd voor de verschillende oppervlakten van de bij de betreffende toets betrokken zones.

5.2.4 Model en toets bij trekvogels

Trekvogels vliegen overdag vaak in groepen. Dit betekent dat het totaal aantal per ochtend- of avondtelling waargenomen vogels een afgeleide is van het aantal waargenomen groepen en de bijbehorende groepsgroottes. Bij trekvogels is daarom bij de effectberekeningen uitgegaan van het per telling waargenomen aantal groepen en de gemiddelde groepsgrootte per telling. Bij trekvogels is voorts de heersende windrichting mogelijk van invloed op de waargenomen aantallen c.q. de aantallen groepen en de groepsgrootte gebleken. De windrichting was nagenoeg constant gedurende elke telling en op de drie onderscheiden locaties, maar varieerde tussen de tellingen. De overheersende windrichting ten tijde van een telling is daarom als extra factor in het model opgenomen.

Een probleem bij het modelleren werd gevormd door het feit dat de windrichting een circulaire grootheid is, terwijl de waargenomen vogelgroepen en groepsgroottes lineaire variabelen zijn. Dit probleem is opgelost door de hoek die de per telling overheersende windrichting maakte met een referentielijn, zowel uit te drukken in de cosinus als in de sinus van die hoek. Als referentielijn is de richting van de waddendijk op de telpost langs de kust genomen. Deze loopt westzuidwest, evenals de oost-west lijn door het windpark en de meest voorkomende trekrichting van trekvogels langs de kust en door het windpark. De cosinushoek geeft hierbij het effect langs de referentierichting weer (voor een trekkende vogel het mee- of tegenwindeffect). De sinushoek geeft het effect loodrecht op de referentierichting weer (zijwindeffect naar dijk of naar windpark toe). De modellering van de relatie tussen een continue en een circulaire variabele via het variabelenpaar $\{\sin(\Theta),\cos(\Theta)\}$ is bijvoorbeeld ook toegepast door Mardia (1976). Zij beschrijven te zamen de interactie tussen windrichting en locatie.

Voor zowel het aantal waargenomen groepen als de gemiddelde groepsgrootte per telling is een loglineair model gebruikt om de verschillen tussen tijdstippen en locaties, en de effecten van windrichting en windpark te modelleren. Het model voor het aantal waargenomen groepen (m_{it}) luidt:

$$E(m_{it}) = \exp\{\mu + \alpha_i + \beta_t + \gamma_i \sin(\Theta_t) + \delta_i \cos(\Theta_t) + \varepsilon_i I_{t>\tau}\}$$

met $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = \varepsilon_1 = 0$

$$\mathrm{var}(m_{it}) = \sigma^2 . E(m_{it})$$

Voor de gemiddelde groepsgrootte (n_{it}) kan een zelfde model worden opgesteld:

$$E(n_{it}) = \exp\{\mu + \alpha_i + \beta_t + \gamma_i \sin(\Theta_t) + \delta_i \cos(\Theta_t) + \varepsilon_i I_{t>\tau}\}$$

met $\alpha 1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = \varepsilon_1 = 0$

$$var(n_{it}) = \sigma^2 . E(n_{it})$$

$E(m_{it})$ is de verwachtingswaarde voor het aantal waargenomen groepen, $E(n_{it})$ voor de gemidddelde groepsgrootte; μ is een constante term, die door de gekozen parametrisering de logaritme van het verwachte aantal groepen (de verwachte groepsgrootte) op locatie 1 (kust) in periode 1 (blanco-situatie zonder windpark) voorstelt; α_i is de term voor het hoofdeffect van locatie i (1 = kust, 2 = noorden windpark, 3 = zuiden windpark); β_t is de term voor het hoofdeffect van periode t (1 = zonder windpark, 2 = met windpark); γ_i en δ_i zijn locatie-afhankelijke coëfficiënten voor twee onderling orthogonale componenten van de windrichting Θ_t in periode t. $\varepsilon_i I_{t>\tau}$ is de term voor het effect ε_i van de aanwezigheid van het windpark op locatie 1 = 2 of 1 = 3, voor tellingen t vanaf de eerste telling τ na plaatsing van het windpark. $I_{t>\tau}$ is een indicatorfunctie met waarden 1 (als de voorwaarde waar is) of 0. De term $\varepsilon_i I_{t>\tau}$ is alleen in het model opgenomen bij de analyse van de totale set gegevens (1984-1990) (vgl. 5.3.3).

$Var(m_{it})$ en $var(n_{it})$ zijn de varianties van m_{it} en n_{it}, dat wil zeggen de spreiding die men zou verwachten in een (hypothetische) reeks van waarnemingen m en n onder ongewijzigde omstandigheden. Een voor de hand liggende aanname voor aantallen zoals m en n, zou die van een Poisson-verdeling zijn, waarvoor geldt: $var(m_{it}) = E(m_{it})$ of $var(n_{it}) = E(n_{it})$. Vaak wordt echter niet geheel voldaan aan de voorwaarden die tot deze verdeling leiden (onder andere onafhankelijkheid van de individuele waarnemingen). Een pragmatische oplossing is dan het introduceren van een extra dispersiefactor σ^2, zoals in het onderhavige model is gebeurd (McCullagh & Nelder 1989). Toetsing van de significantie van effecten is dan mogelijk met behulp van de 'mean deviance ratio', dit is de ratio tussen de 'mean deviance' voor de te toetsen term en de 'residual mean deviance'. Deze laatste is gelijk aan de geschatte dispersiefactor σ^2 en behoort bij een echt Poisson-proces niet wezenlijk van 1 te verschillen. De mean deviance ratio heeft onder de nulhypothese (geen effect) bij benadering een F-verdeling met aantallen vrijheidsgraden zoals behorend bij de devianties in teller en noemer. In plaats van de mean deviance ratio kan ook de Pearson-ratio worden gebruikt. Bij de genoemde toetsing zijn aanvankelijk beide ratio's in beschouwing genomen.

In het model is geen hoofdeffect voor windrichting opgenomen, omdat deze volledig is gestrengeld met het hoofdeffect van de telperioden (alle verschillen tussen teldagen zijn reeds 'verklaard' met behulp van de term β_t, inclusief de verschillen ten gevolge van de windrichtingseffecten op locatie 1).

In het opgestelde model kan het windrichtingseffect anders zijn voor de drie betrokken locaties (kust, noorden en zuiden windpark). Om antwoord te kunnen geven op de twee hoofdvragen (heeft het windpark een verstorende invloed op trekvogels, en is de windturbinedichtheid hierop van invloed) is in het model een beperking ingebouwd door $\tau_2 = \tau_3$ en $\delta_2 = \delta_3$ te vereisen, dat wil zeggen wel verschillende windrichtingseffecten mogelijk tussen windpark en kust, maar niet tussen de twee locaties binnen het windpark. Op soortgelijke wijze is ook het windparkeffect gelijk verondersteld voor de noordelijke en zuidelijke telpost door ε_2 gelijk te stellen aan ε_3 ($\varepsilon_2 = \varepsilon_3$). Bij het toetsen van

de effecten zijn de totale effecten (verschillen tussen drie locaties) derhalve opgesplitst in een effect met betrekking tot het onderscheid kust en windpark enerzijds en een effect met betrekking tot verschillen binnen het windpark anderzijds.

5.3 Berekening van de omvang van de effecten

5.3.1 Broedvogels

Op grond van het voor periode aangepaste regressiemodel (vgl. 5.2.2) is voor de interactie periode.zone een predictietabel opgesteld. Hierin zijn voor de drie onderscheiden perioden de voor oppervlakte en gebruik gecorrigeerde gemiddelden per zone opgenomen. Vergelijking van deze gemiddelden geeft per zone inzicht in de kwantitative toeneming of reductie van de aantallen broedparen per soort bij overgang van de ene naar de andere periode (voor, tijdens en na de bouw).

5.3.2 Pleisterende vogels

Bij pleisterende vogels is een berekening van de omvang van de effecten gemaakt voor de situaties waarin het windparkeffect (ten dele) kon worden gescheiden van een eventueel bouwlandeffect en bovendien significant was ($P < 0,05$). Voor deze gevallen is de omvang van het effect bepaald door op grond van de verhouding van de waargenomen aantallen in het controlegebied voor en na plaatsing (beide gemiddelden uit betreffende perioden) en de waargenomen aantallen in het ingreepgebied voor plaatsing (eveneens gemiddelden) te berekenen wat de verwachte gemiddelde waarde voor het ingreepgebied na plaatsing en zonder aantoonbaar windparkeffect zou zijn geweest. De ratio van de verwachte waarde en de gevonden waarde in het ingreepgebied geeft dan de gemiddelde reductie ten gevolge van het windparkeffect weer. Deze berekeningswijze is gebaseerd op de aanname dat de ratio zowel in het controle- als in het ingreepgebied zonder invloed van het windpark steeds constant blijft (BACI-model).

5.3.3 Trekvogels

Bij trekvogels was een simpele berekening zoals bij broed- en pleisterende vogels werd uitgevoerd (5.3.1), niet goed mogelijk, omdat de voorkomende windrichtingen in de betrokken herfsten grote verschillen vertoonden. Daarom is aan de effectberekeningen voor de trekvogels een modelvoorspelling

toegevoegd, waarbij voor vier kompasrichtingshoeken (0, 90, 180 en 270 graden ten opzichte van de referentielijn) de verwachte verdeling van respectievelijk het aantal groepen en de gemiddelde groepsgrcotte (uitgedrukt in percentages) over de drie locaties in de controleperiode en in de ingreepperiode werd berekend. De verschillen hiertussen geven een maat voor de omvang van het effect bij winden uit deze vier hoeken. Er is voor deze vier hoeken gekozen omdat uit de vogels gezien, deze meewind, tegenwind, zijwind naar de dijk toe (uit het windpark gezien) en zijwind van de dijk af (eveneens uit het windpark bekeken) vertegenwoordigen. Tevens werd berekend bij welke hoek de verschuiving in aantal groepen van de windparklocatie naar de kust toe het grootst en het kleinst was (dat wil zeggen $\gamma_i \sin(\Theta_i) + \delta_i \cos(\Theta_i)$ minimaal respectievelijk maximaal). Ook voor deze beide hoeken zijn bovenstaande aantalsvoorspellingen gemaakt.

Voor de gemiddelde groepsgrootte (n) zijn soortgelijke tabellen gemaakt voor 0, 90, 180 en 270 graden, alsmede voor hoeken met een minimaal en maximaal effect, maar nu met aantallen in plaats van percentages. In dit laatste geval is de groepsgrootte op locatie 1 (kust) altijd gelijk, omdat datumverschillen (inclusief verschillen in windrichting aan de kust) zijn uitgemiddeld.

De voorspellingen vonden op twee niveaus (kust en windpark) plaats wanneer binnen het windpark (tussen de telpost in het noorden en die in het zuiden) geen sprake was van significante windeffecten. Indien binnen het windpark wel significante windeffecten optraden, vonden de voorspellingen op drie niveaus plaats (kust, noorden park en zuiden windpark gescheiden).

5.4 Toepassing in onderhavig onderzoek

5.4.1 Broedvogels

De toets is uitgevoerd voor vier soorten broedvogels: kievit, grutto, scholekster en tureluur (vgl. 4.2). De onderscheiden zes afstandszones vormden de basis bij de uitvoering van de toets. Hierbij fungeerde het windpark zelf (zone 1, fig. 7b) als ingreepgebied en de zones 2, 3, 4, '5 + 6' en '7 + 8' als controlegebieden. Beschikbaar waren acht broedseizoenen (1984-1991). Daarbinnen werden als afzonderlijke perioden onderscheiden de min of meer ongestoorde situatie zonder obstakels in het windpark (1984-1985), de bouwfase inclusief de seizoenen met een overwegend stilstaand windpark (1986-1990) en de periode met een operationeel windpark (1991).

5.4.2 Pleisterende vogels

De toets is voor zoveel mogelijk van de aantalsmatig belangrijkste soort(groep)en uitgevoerd (10 van de 11 in de herfst, 13 van de 14 in de winter

en het voorjaar, vgl. tabel 4). Ook hier vormden de onderscheiden afstandszones de basis bij de uitvoering van de toets (fig. 8b). Het windparkgebied (zone 1 en 2 te zamen ('1 + 2'), tot 100 m afstand van de buitenste windturbines) werd als ingreepgebied beschouwd. De overige afstandszones fungeerden ieder afzonderlijk (bij voldoende aantallen) of in combinatie als controlegebied. Dit resulteerde bij foeragerende vogels in de herfst in toetsing van het windparkgebied ('1 + 2') tegen zone 3, 4, 5, 6, 7 en 8 afzonderlijk, tegen zone 3 en 4 te zamen ('3 + 4'), 5 tot en met 8 te zamen ('5-8') en 3 tot en met 8 te zamen ('3-8') (vgl. fig. 8b). In de winter en het voorjaar moesten zone 5 en 6 ('5 + 6') alsmede zone 7 en 8 ('7 + 8') door een teveel aan negatieve waarnemingen in de afzonderlijke zones worden gecombineerd. Daarnaast werd steeds zone 3 + 4 getoetst tegen zone 5-8. De afstand tot waarop eventuele verstoring nog is aan te tonen, is daarna bepaald door de resultaten voor de verschillende zones en de combinaties van zones met elkaar te vergelijken. Vergelijking van de resultaten van zone 3 + 4 tegen zone 5-8 gaf zonodig meer zekerheid over eventueel geconstateerde windparkeffecten, welke zich in de half-operationele fase immers uitstrekten tot maximaal zone 4 (Winkelman 1990b). Zone 3 + 4 zullen dan eveneens afwijken van zone 5-8.

Een vergelijking tussen de blanco-situatie en die tijdens bouw en de half-operationele situatie werd reeds gemaakt in Winkelman (1990b). De jaren met veel bouwactiviteiten (1987-1989) werden nu zoveel mogelijk buiten beschouwing gelaten, teneinde de bouwactiviteiten geheel los te kunnen zien van het werkelijke windparkeffect. In het onderhavige rapport staat derhalve de vergelijking tussen de blanco-situatie (1984-1986) en het operationele windpark (1990/1991) centraal. Voor de herfst werden daarbij alle tellingen uit 1984 (N = 12) en 1985 (N = 16) (vgl. Winkelman 1990b) als blanco-tellingen gebruikt en alle tellingen uit 1990 (N = 14, vgl. bijlage 2a) als ingreeptellingen. Voor de winter en het voorjaar dienden alle tellingen uit 1984/1985 (N = 18) en 1985/1986 (N = 9) als blanco en alle tellingen uit 1990/1991 met minimaal tien operationele windturbines (N = 12, vgl. bijlage 2a) als ingreep. Daarnaast werd nog een aantal toetsingen uitgevoerd voor deelselecties uit het verzamelde materiaal. Deze deelselecties hadden betrekking op de invloed van het getij (hoog- en laagwater) en op het wel of niet operationeel zijn van de windturbines.

Voor pleisterende soorten die een duidelijke binding met het getijde hebben (in het telgebied veel vogels aanwezig tijdens hoogwater en relatief weinig vogels tijdens laagwater), is de BACI-toets apart uitgevoerd voor tellingen die tijdens hoogwater en die tijdens laagwater werden gehouden. Dit werd mede gedaan om het vooral bij deze soorten optredende effect van te hoge residual mean deviances, veroorzaakt door de grote schommelingen in de aantallen, te beperken (vgl. 6.2.1). Omdat het onderzoek in de volledig operationele situatie slechts één herfst en één winter- en voorjaarsperiode omvatte, moesten ook tellingen uit de bouwfase bij deze selectie worden betrokken om voldoende tellingen tijdens hoog- of laagwater voor de toetsing te verkrijgen (minstens tien meetpunten vereist). Teneinde hierbij zoveel mogelijk overige verstorende invloeden uit te schakelen, zijn als ingreeptellingen alleen tellingen in beschouwing genomen waarop minimaal tien windturbines operationeel waren en is er steeds gecorrigeerd voor bouwlandeffecten. Toetsing was zo mogelijk voor de hoogwatertellingen uit de herfst (blanco: 1984 (7) en 1985 (7); ingreep: 1988 (5) en 1990 (9)), voor de gecombineerde hoogwatergegevens uit de herfst, en de winter en het voorjaar (blanco: 1984 (7), 1984/1985 (11), 1985 (7), 1985/1986 (6); ingreep: 1987/1988 (4), 1988 (5), 1988/1989

(2), 1990 (9), 1990/1991 (3)) en voor de gecombineerde laagwatergegevens uit de herfst, en de winter en het voorjaar (blanco: 1984 (5), 1984/1985 (7), 1985 (9), 1985/1986 (3); ingreep: 1987/1988 (2), 1988 (1), 1988/1989 (1), 1990 (5), 1990/1991 (5)).

De vraag of draaiende windturbines mogelijk meer afschrikken dan stilstaande, werd eveneens met het boven omschreven BACI-model getoetst. Hiertoe werden zowel in de herfst als in de winter en het voorjaar tellingen bij een volledig stilstaand windpark vergeleken met die met een (nagenoeg) volledig operationeel windpark. Voor de herfstsituatie leidde dit tot vergelijking van gegevens uit 1987 (10 tellingen) en 1988 (2) met overeenkomstige tellingen uit 1990 (14) waarin minimaal twaalf windturbines operationeel waren. Voor de winter- en voorjaarssituatie betroffen dit tellingen uit de seizoenen 1987/1988, 1988/1989 en 1990/1991 (respectievelijk 4, 4 en 4 tellingen met volledig stilstaand windpark en 4, 4 en 9 met minimaal tien operationele windturbines; vgl. bijlage 2a). Bij de herfstgegevens is hierbij tevens gecorrigeerd voor bouwlandeffecten, bij de gegevens uit de winter en het voorjaar werd dit achterwege gelaten, omdat de tellingen uit de blanco-situatie en de ingreepsituatie toen uit dezelfde seizoenen afkomstig waren. Bij de gegevensselectie voor de toetsing van het draai-effect was geen opsplitsing voor hoog- en laagwater mogelijk. In de herfst bedroeg de ratio hoogwater:laagwater in de blanco-situatie 5:7 en in de ingreepsituatie 9:5, in de winter en het voorjaar respectievelijk 8:4 en 9:8. Bij vogelsoorten die getijdetrek vertonen, kan een ongelijke verhouding tussen hoog- (veel vogels aanwezig) en laagwatertellingen (weinig vogels aanwezig) verstorend op het aan te tonen effect werken.

5.4.3 Trekvogels

De bovenomschreven toets is uitgevoerd voor een aantal aantalsmatig belangrijke soort(groep)en die in het onderzoekgebied voornamelijk echte of voornamelijk lokale trek vertonen. Er is in principe zoveel mogelijk op soortniveau gewerkt, omdat de meeste soorten niet gemengd trekken en het vlieggedrag per soort of soortgroep nogal kan verschillen. Indien aantalsmatig samenvoegingen noodzakelijk waren, is dit alleen gedaan voor soorten behorend tot dezelfde systematische groep, met ongeveer dezelfde lichaamsgrootte en met min of meer overeenkomstig vlieggedrag.

Voor zeer talrijke soorten die gemengde trek (dat wil zeggen zowel echte trek als slaap- of getijdetrek) in het windparkgebied vertonen (meeuwen, goudplevier, spreeuw), was het meestal niet mogelijk de verschillende typen vliegbewegingen voldoende te scheiden. Scheiding is noodzakelijk, omdat lokale vogels gewenning aan een windpark kunnen vertonen (Winkelman 1984a). Bij trekvogels, die in principe eenmalig langskomen, is dit niet het geval. Een bijkomend probleem was dat juist bij deze soorten de telpost op de waddendijk meestal geen betrouwbare vergelijkingsgegevens opleverde. Het relatief kleine en onregelmatige aantal waarnemingen van trekkende goudplevieren betrof daar over het algemeen grote groepen die bij nadering van de kustlijn sterk dalend op het achterland aanvlogen. Voorts is de goudplevier in de loop van het onderzoek voor een (onbekend) deel de wadden als slaapplaats gaan gebruiken (J. Jukema). De vooral in noordoostelijke tot oostelijke richting in

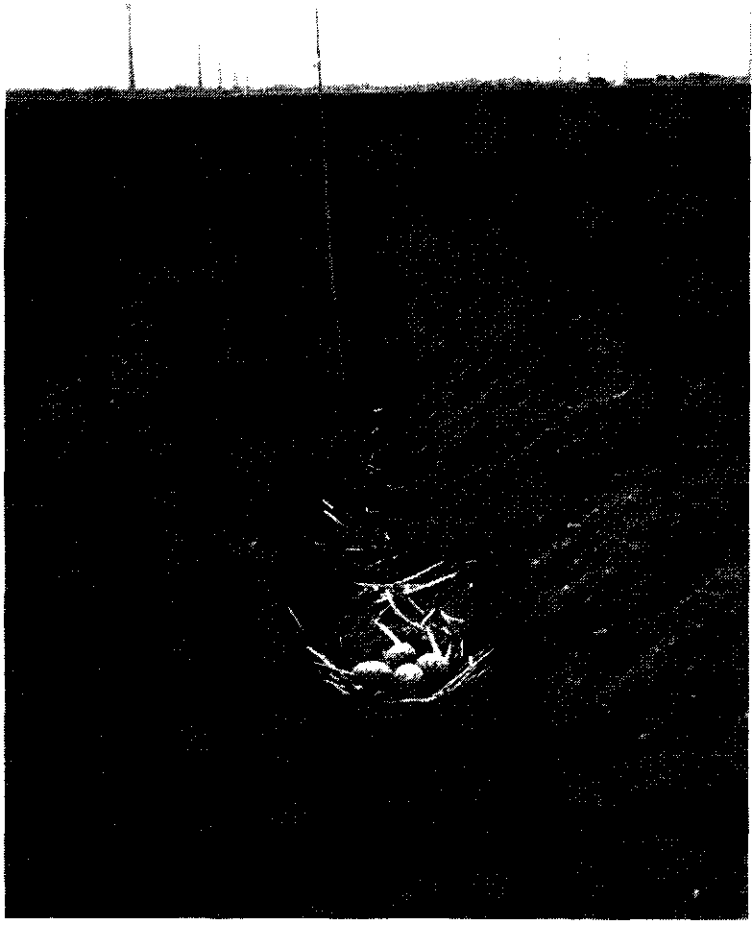
de vroege ochtend optredende slaaptrek van spreeuwen bereikte de waddendijk meestal niet. Voorts trad in de loop van de ochtend zowel langs de waddendijk als in het windpark onduidelijke vermenging van zich verplaatsende, foeragerende groepjes spreeuwen en echte trek op. Bij meeuwen werkte het soms urenlang heen en weer 'langs de dijk boemelen' van vermoedelijk lokale vogels op sommige dagen sterk verstorend. Ook kon de dijk zelf als slaapplaats of hoogwatervluchtplaats worden gebruikt. Dit laatste veroorzaakte dan gericht aanvliegen van lokale vogels op steeds wisselende plekken op of nabij de dijk of op het wad. In mindere mate gold dit laatste ook voor de scholekster, die vooral bij harde wind tevens hoogwatertrek tot voorbij het windpark kon vertonen. Een en ander houdt in dat de voorgestane effectvoorspelling bij deze soorten weinig houvast zou bieden voor een uitspraak over de mogelijke verstorende invloed van het windpark op langstrekkende soorten. Alle vliegbewegingen van meeuwen, goudplevier, scholekster en de ochtendslaaptrek van spreeuwen (alle richtingen met uitzondering van die tussen zuidzuidoost en noordwest) zijn dan ook buiten beschouwing gelaten. Bij de spreeuw is wel de avondtrek (vermoedelijk vooral bestaande uit slaaptrek) en de ochtendtrek van vogels vliegend naar richtingen tussen zuidzuidoost en noordwest (vermoedelijk vooral bestaande uit 'echte' trek) in beschouwing genomen. Bij wilde eend en wulp, waarvan de trek in het studiegebied vooral uit slaaptrek leek te bestaan, waren de verzamelde gegevens wel van dien aard dat toepassing van het BACI-model gerechtvaardigd leek.

Het BACI-model kon zo worden toegepast bij wilde eend, kievit, watersnip, wulp, veldleeuwerik, zwaluwen (boerenzwaluw, huiszwaluw), piepers (voornamelijk graspieper, ook oeverpieper en waterpieper), kwikstaarten (vooral witte kwikstaart, ook gele en grote gele kwikstaart), lijsters (vooral kramsvogel, zanglijster, koperwiek, ook merel, grote lijster), spreeuw, vinken (vooral vink, keep, ook groenling, ringmus), kneuen (vooral kneu, frater, barmsijs, ook putter, sijs) en gorzen (rietgors, ijsgors).

Ochtend- en avondtellingen zijn gescheiden verwerkt, omdat de overheersende windrichting binnen een ochtend- en een avondtelling op dezelfde dag vaak verschillend was. Voorts hebben trekvogels over het algemeen tijdens een ochtendtelling het (zon)licht mee, bij een avondtelling vliegen zij tegen het (zon)licht in. Dit zou de zichtbaarheid van de windturbines voor deze vogels kunnen beïnvloeden.

De toetsing is steeds in twee stappen uitgevoerd. Eerst is voor de set gegevens uit de periode zonder windturbines (1984-1986) nagegaan of er sprake was van windinvloeden op de waargenomen aantallen groepen en de gemiddelde groepsgrootte. Daarna is voor de gehele set gegevens (1984-1987, 1990) getoetst of er een windparkeffect is, zonodig na correctie voor geconstateerde windinvloeden. Hierbij werd voor de onderscheiden soort(groep)en in principe steeds naar de invloed van de bouwfase, inclusief voornamelijk stilstaande windturbines (alle tellingen uit 1987), en van het operationele windpark (alle tellingen uit 1990, vergelijk bijlage 2b) afzonderlijk gekeken. Voor de soort(groep)en met een onvoldoende aantal waarnemingen, is alleen het verschil tussen de situatie zonder en met windpark onderzocht (geen onderscheid gemaakt tussen bouwfase, stilstaande en draaiende windturbines). De tellingen uit 1984-1986 dienden steeds als blanco.

De toetsen werden beperkt tot alle waarnemingen met een bekende vlieghoogte tot 100 m. Aanleiding hiertoe was het feit dat boven de 100 m het verschil in waarnemingscapaciteit van de trektellers een (te) grote rol zou gaan spelen. Bovendien wordt met toenemende hoogte de kans groter dat vogels zich minder van het windpark aantrekken. Voor de lijsters is hierop een uitzondering gemaakt. Bij deze soortgroep, die tijdens de trektellingen vooral in de overgang van donker naar licht en omgekeerd langstrok, werd een niet onbelangrijk deel slechts gehoord, zodat meestal geen vlieghoogte bekend was. Daarom zijn voor deze groep naast het zichtmateriaal met vlieghoogten tot 100 m ook alle waarnemingen te zamen (zicht- en gehoorwaarnemingen) bewerkt.



Nest van een scholekster 400 m ten noorden van het windpark, mei 1991 (foto: J.E. Winkelman).

Nest of Oystercatcher at 400 m north of the wind park near Oosterbierum.

6 RESULTATEN EFFECTBEREKENINGEN

6.1 Resultaten broedvogels

Uit de analyse van trends en verspreiding (5.2.2, tabel 8, bijlage 17) volgt dat er bij de vier onderzochte soorten sprake is van een gebruikseffect ($P < 0{,}001$). De onderzochte soorten komen significant meer voor op bouwland (scholekster, kievit) of op grasland (grutto, tureluur) (vgl. bijlage 9). Eveneens is een zone-effect aanwezig ($P < 0{,}001$). Dit betekent dat in bepaalde zones meer broedparen van een soort voorkwamen dan in andere zones. Een jaareffect blijkt alleen aanwezig bij de scholekster ($P < 0{,}001$). Bij deze soort treden dus significante aantalsverschillen tussen de jaren op. Van de andere drie soorten varieerden de aantallen van jaar tot jaar, maar totaal bezien is er in de onderzoekperiode geen sprake van een significante voor- of achteruitgang in het gehele telgebied. Ook treedt bij de scholekster als enige een significant periode-effect op ($P < 0{,}001$). Dit houdt in dat de aantallen broedparen van de scholekster in de drie onderscheiden perioden (voor, tijdens en na de bouw van het windpark) significant verschilden. Bij kievit, grutto en tureluur is dit niet het geval. De geconstateerde zoneverschillen blijken voor ieder jaar en iedere periode constant (jaar.zone en periode.zone beide als multiplicatieve interactie bij geen enkele soort aantoonbaar, $P > 0{,}05$).

Uit de paarsgewijze toetsing van de verschillen tussen de logaritmen van de gemiddelden van de afzonderlijke hoofdeffecten volgt dat zowel onder het volledige regressiemodel als onder de aanpassing voor periode er bij de scholekster sprake is van een reductie van het aantal broedparen met toenemende afstand tot het windpark. Bij de andere drie soorten valt dit niet te bespeuren (tabel 9, bijlage 18). Uit het jaareffect volgt dat bij de scholekster in de acht onderzoekjaren sprake is van een fluctuerend maar toenemend aantal broedparen. Ook uit het periode-effect volgt voor de scholekster weer een significante toeneming. Bij de kievit is daarentegen zowel bij het jaar- als bij het periode-effect sprake van een aantalsreductie in het onderzoekgebied. Bij de grutto is bij beide juist sprake van een toeneming en bij de tureluur van een in aantallen fluctuerende, maar stabiele populatie (waarden voor verschillen bij kievit, grutto en tureluur niet significant, $P > 0{,}05$). Hierbij moet worden bedacht dat steeds voor verschillen in oppervlakte van de betrokken zones en verschillen in gebruikstype is gecorrigeerd, zodat bovenstaande conclusies niet met ongecorrigeerde basisoverzichten overeen behoeven te stemmen (vgl. tabel 1). Wel kan worden vermeld dat overeenkomstige trends ook zijn vastgesteld voor het gehele wachtgebied rond Franeker (waarvan het windpark en omgeving deel uitmaakt) en voor geheel Friesland (Vogelwacht Franeker en Omstreken 1992).

Uit de predictietabellen valt met enige voorzichtigheid af te leiden dat de toeneming van het aantal broedparen van de scholekster in het windpark (zone 1) wat achterblijft bij de toeneming in de overige zones. Bij de kievit lijkt er

sprake van een relatief grotere reductie in en direct rond het windpark (zone 1 en 2). Beide tendensen zijn echter niet significant.

Samenvattend kan worden gesteld dat de bouwfase (inclusief het niet-operationele windpark) alsmede de aanwezigheid van het windpark in operationele staat niet van invloed zijn geweest op de in het onderzoekgebied aanwezige aantallen broedparen van scholekster, kievit, grutto en tureluur. Het aantal broedparen van de scholekster vertoonde gedurende de onderzoekperiode zowel in het windpark als in de rest van het onderzoekgebied een significante toeneming. In het windpark zelf lijkt echter sprake van een relatief kleinere toeneming dan daarbuiten. De kievit vertoonde een (niet-significante) tendens tot reductie in het gehele onderzoekgebied, waarbij de reductie in en direct rond het windpark relatief iets groter lijkt dan daarbuiten. Bij de grutto was juist sprake van een (niet-significante) tendens tot toeneming in het gehele onderzoekgebied. De tureluur bleef in de gehele onderzoekperiode min of meer stabiel, zowel in het windpark als in het gehele onderzoekgebied.

6.2 Resultaten pleisterende vogels

6.2.1 Interpretatie van de resultaten uit het BACI-model

De belangrijkste gegevens voor het windparkeffect sec en het gecombineerde windpark- en bouwlandeffect uit de bij de toets behorende deviantie-analysetabellen (mean deviance ratio en residual mean deviance) zijn opgenomen in de bijlagen (bijlage 19-25). Bij de interpretatie van deze toetsresultaten vormden de in figuren tegen de tijd uitgezette logaritmen van de verhoudingen van de aantallen in ingreep- en controlegebied ($\log\{(n_{2t}+1)/(n_{1t}+1)\}$)een belangrijk hulpmiddel. Uit de in 5.2.3 beschreven modelformule volgt immers voor de logaritme van de verhouding van de verwachte aantallen op de ingreep- en de controleplaats $\ln\{E(n_{2t})/E(n_{1t})\} = \alpha_2 - \alpha_1 + \gamma*(t \geq t_0)$. Voor de log-ratio $\ln(n_{2t}/n_{1t})$ of $\log(n_{2t}/n_{1t})$ wordt dus een constante waarde voor $t = t_0$ en een andere constante waarde vanaf $t = t_0$ verwacht. Voor de significante mean deviance ratio's uit de bijlagen met toetsresultaten werd de richting van het effect (negatief = significant minder vogels in het windparkgebied na ingreep, positief = significant meer vogels in het windparkgebied na ingreep) afgelezen uit de bovengenoemde figuren en de bijbehorende aantalstabellen. Een samenvatting van de geconstateerde effecten (effect positief, negatief of niet aanwezig), alsmede de omvang hiervan zijn opgenomen in tabel 11-14.

In de gevallen waarin de residual mean deviance groot is, kan geen betekenis aan de significantie van de mean deviance ratio worden gegeven en is een uitspraak over aanwezigheid en richting van het effect niet mogelijk. Hoge waarden voor de residual mean deviance worden veroorzaakt door grote aantalsvariaties in de tellingen en door het feit dat sommige soorten sterk groepsgewijs voorkwamen (bijvoorbeeld goudplevier, meeuwen, spreeuw). De aanname dat de variantie in de tellingen (bij een vaste combinatie van parameters) evenredig is met het gemiddelde en dus een Poisson-gedrag vertoont, is dan niet juist en het toegepaste BACI- model daarmee niet zonder

meer toepasbaar. Bij een zuiver Poisson-gedrag behoort de residual mean deviance in de buurt van de 1 te liggen. Bij grote afwijkingen moet de variantie uitvoeriger worden gemodelleerd. Nadere modellering is hier echter achterwege gelaten. Het is namelijk de vraag of hierdoor met de bestaande gegevens de vraag naar de verstorende werking van het windpark op vogels bevredigend kan worden opgelost. Daarom zijn in de gevallen dat de residual mean deviance in de toets op de invloed van het windpark groter dan 75 is (willekeurige keuze), geen uitspraken gedaan over het effect. Hetzelfde geldt voor de residual mean deviances in de toets waarin het gecombineerde windpark- en bouwlandeffect wordt beschreven.

Conclusies over het wel of niet aanwezig zijn van een windparkeffect werden gehaald uit de resultaten van de toevoeging van de term voor het windparkeffect sec aan het model, de resultaten van de toevoeging van het bouwlandeffect gevolgd door het windparkeffect en die voor de omgekeerde situatie. Al naar gelang de mate van gestrengeldheid van beide effecten werd een eindoordeel over het windparkeffect gegeven. De hierbij gehanteerde procedure is samengevat in bijlage 26. Hierbij moet worden bedacht dat indien een bouwlandinteractie niet kan worden uitgesloten, de 'impact assessment' op losse schroeven komt te staan. Blijkt bij een bouwlandeffect nog steeds sprake van een windparkeffect, dan zijn beide gestrengeld. Er is dan wel sprake van een windparkeffect, maar in welke mate dit wordt versterkt of beperkt door het bouwlandeffect is onduidelijk.

De afstand waarop nog sprake is van een eventueel windparkeffect, is bekeken door de resultaten uit de verschillende afstandszones te vergelijken. Er is hierbij van uitgegaan dat de verstorende werking van het windpark zich tot een bepaalde afstand (zone) voordoet en daarbuiten niet meer (geen significante verschillen tussen windpark en eerste zones daaromheen, juist wel verschillen bij vergelijking met zones daarbuiten).

6.2.2 Het windparkeffect en de omvang hiervan per soort(groep)

De belangrijkste toetsresultaten staan in bijlage 19-25. Samenvattingen staan in tabel 11 (totale set gegevens voor herfst en voor winter en voorjaar), tabel 12 (onderscheid in hoog- en laagwater) en tabel 13 (draai-effect). Bij de interpretatie is tevens gebruik gemaakt van de gegevens uit bijlage 10 en 11 (aantallen) en 12 en 13 (dichtheden) en de overeenkomstige gegevens uit Winkelman (1990b). Voor die gevallen waarin toepassing van het BACI-model op grond van te hoge residual mean deviances (75 of groter) twijfelachtig was, is de richting van het eventuele windparkeffect aangeduid met de term 'tendens'. Deze tendensen zijn niet als zodanig opgenomen in tabel 11-13.

Per soort of soortgroep kunnen onderstaande conclusies worden getrokken. De hierbij eventueel gemelde voor- of achteruitgang heeft betrekking op vergelijking van de blanco-situatie (herfst 1984-1986, winter en voorjaar 1984/1985, 1985/1986) met die uit de situatie met een operationeel windpark (herfst 1990, winter en voorjaar 1990/1991), waarbij sprake moet zijn van minstens 10% verschil tussen beide perioden (willekeurige keuze). Onder windparkgebied wordt hier verstaan zone 1 en 2 te zamen. Ten aanzien van

het draai-effect moet nog worden opgemerkt dat situaties met stilstaande windturbines vooral afkomstig zijn uit de periode met veel bouwactiviteiten. Het is dus de vraag of deze 'blanco' genoeg waren om hier bij significante verschillen met de operationele situatie, van een werkelijk draai-effect te kunnen spreken. De genoemde effecten uit de bouwfase (inclusief half-operationele situatie) zijn ontleend aan Winkelman (1990b).

Wilde eend De soort was altijd in of nabij het windpark in redelijke aantallen aanwezig. Een deel trok tegen laagwater naar het wad. In de herfst was met uitzondering van het windparkgebied sprake van toeneming van de aanwezige aantallen. In de winter en het voorjaar bleek de soort in het gehele telgebied te zijn toegenomen.

In de herfst was in het windparkgebied zelf een negatief windparkeffect meetbaar (verstoring tot 100 m afstand van de buitenste molenrij). Dit effect is steeds gestrengeld met een bouwlandeffect. De omvang van beide samen bedraagt circa 50% (factor 2). Ook trad in de herfst een negatief windparkeffect op tijdens hoogwater. Het betrof hier een windparkeffect sec, dat waarneembaar was tot 250 m afstand en een aantalsreductie met 60-70% (factor 2,5-3,3) betrof. In de winter en het voorjaar bleek er geen (negatief) windparkeffect op te treden. Ook de gezamenlijke herfst-, winter- en voorjaarsgegevens duidden niet op een negatief effect tijdens hoog- en laagwater. Ook blijkt de wilde eend niet extra gevoelig voor draaiende windturbines in vergelijking met stilstaande. Een bouwlandeffect trad alleen op in de herfst.

In de bouwfase bleek de wilde eend geen verstorende effecten te hebben ondervonden van het windpark.

Smient Smienten kwamen alleen in de winter en het voorjaar in redelijke aantallen in het telgebied voor. De aantallen hadden echter steeds betrekking op een of enkele grote groepen die zich voornamelijk ten zuiden en/of ten zuidoosten van het windpark op grotere afstand (500 m) ophielden. In het windpark zelf zijn in de gehele onderzoekperiode zelden smienten waargenomen. Toetsing volgens het BACI-principe had derhalve geen zin. Voor de smient is het dus niet mogelijk een antwoord op de vraag naar de negatieve werking van het windpark op deze soort te geven.

Kuifeend Kuifeenden kwamen in zeer kleine aantallen in het windpark en wijde omgeving voor, en dan met name in de winter en het voorjaar. In het telgebied was in de onderzoekperiode over het algemeen sprake van een toeneming. Door de kleine aantallen was toetsing van het windparkeffect voor deze soort op één zone na (zone 3) alleen mogelijk in de winter en het voorjaar (totale set gegevens). Het effect is dan steeds negatief (significant minder vogels in het windparkgebied na de ingreep). In zone 3 lijkt de tendens neutraal (geen verschil). Dit zou kunnen inhouden dat de negatieve invloed op deze soort zich uitstrekt tot en met zone 3 (tot 250 m afstand van de windturbines). Deze conclusie wordt versterkt door het feit dat ook in zone 3 + 4 sprake is van een significante reductie ten opzichte van de daarbuiten liggende zones (5-8). Er werd vrijwel geen bouwlandeffect geconstateerd. De reductie welke volledig is toe te schrijven aan het windparkeffect, bedraagt circa 90% (factor 10-15). De soort kwam na de inwerkingtreding van het windpark hier dan ook nauwelijks meer voor.

Ook in de bouwfase was een verstorende invloed merkbaar tot 250 m afstand van de buitenste rij windturbines.

Meerkoet Deze soort kwam in het telgebied in kleine tot redelijke aantallen voor, en dan met name in de winter en het voorjaar en bij voorkeur op graslandpercelen. In zone 1-3 bleek in de winter en het voorjaar sprake van een reductie van de aanwezige aantallen, daarbuiten over het algemeen van een toeneming. Toetsing was alleen mogelijk voor de totale set gegevens uit de winter en het voorjaar. Een verstorende werking van het windpark was hier merkbaar tot op 250 m afstand. De volledig aan het windpark toe te schrijven reductie bedraagt bij deze soort minstens 90% (minimaal factor 10). Ook deze soort kwam na plaatsing nagenoeg niet meer in het windparkgebied voor.

De gegevens uit de bouwfase lijken op een verstoring tot 250 à 500 m afstand te wijzen.

Scholekster Ook de scholekster kwam juist in winter en voorjaar in redelijke aantallen in het telgebied voor. De soort vertoonde dan een voorkeur voor graslandpercelen. Nabij het windpark en in gebied 7 was sprake van een hoogwatervluchtplaats waar geregeld enkele tientallen vogels overtijden. In de winter en het voorjaar vertoonde deze soort een toeneming met uitzondering van zone 3, waar de aantallen min of meer gelijkbleven, en het windparkgebied, waar sprake was van een reductie.

Toetsing was mogelijk voor de totale set gegevens uit de winter en het voorjaar. Voor deze periode kon een negatieve werking van de windturbines worden aangetoond in het windparkgebied zelf (tot op 100 m afstand). De reductie bedroeg hierbij circa 60-70% (factor 2,5-3,3). Er bleken geen verschillen in aanwezige aantallen aantoonbaar tussen draaiende en stilstaande wieken.

In de bouwfase konden voor de scholekster geen verstorende invloeden worden aangetoond.

Goudplevier Goudplevieren kwamen tot enkele jaren terug in grote aantallen in de wijde omgeving van het windparkgebied voor, zowel in de herfst als in de winter en het voorjaar. De soort schijnt zich de laatste jaren in de winter steeds meer op het wad voor de kust van noord Friesland te zijn gaan ophouden (J. Jukema). In de onderzoekperiode vertoonde de soort in de herfst een reductie van de aanwezige aantallen, met uitzondering van zone 5 en 6. In de winter en het voorjaar trad buiten het windparkgebied soms een aanzienlijke toeneming op.

Het aantonen van een eventueel windparkeffect bleek voor deze soort moeilijk. Met name voor de herfst is er sprake van te hoge residual mean deviances, in de winter en het voorjaar trad vaak een bouwlandeffect op. In de herfst, in de winter en het voorjaar en tijdens hoog- en laagwater bleek verstoring alleen meetbaar in het windpark zelf (tot op een afstand van 100 m). De reductie in aantallen (bijna 100%) was zo groot dat in het windparkgebied bij een operationeel windpark nauwelijks nog goudplevieren voorkwamen. Bij draaiende wieken was de verstoring in de herfst groter dan bij stilstaande wieken. Ook dan was deze meetbaar tot op 100 m afstand. In de winter en het voorjaar trad geen duidelijk draai-effect op.

Tijdens de bouwfase was in de herfst een verstorend effect in ieder geval aantoonbaar tijdens laagwater, waarbij deze zich leek te beperken tot maximaal 100 m afstand. In de winter en het voorjaar bedroeg de verstoringsafstand maximaal 250 à 500 m.

Kievit Kieviten kwamen vooral in de herfst en in het voorjaar in redelijke tot grote aantallen in het telgebied voor. In de herfst nam de soort in het gehele telgebied af.

In het windparkgebied was dan sprake van een significant grotere reductie dan daarbuiten, hetgeen op een verstorende invloed van de windturbines tot op een afstand van 100 m wijst. De door het windpark veroorzaakte reductie bedroeg hierbij circa 80-90% (factor 6-12). Ook in de winter en het voorjaar was, met uitzondering van zone 7 en 8, waar de soort beduidend toenam, sprake van een reductie. De reductie in het windpark liep hierbij volledig parallel met die in de zones 3-6. Van een verstorende invloed van het windpark lijkt in winter en voorjaar dan ook geen sprake. Een draai-effect was eveneens alleen in de herfst en tot op 100 m afstand meetbaar (reductie met 80%, factor 5).

In de bouwfase leek alleen in de winter en het voorjaar sprake van enige negatieve invloed van het windpark op de aanwezige aantallen (maximaal 500 m).

Wulp Ook deze soort kwam in de herfst en in de winter en het voorjaar in kleine tot redelijke aantallen in het telgebied voor, met een voorkeur voor graslandpercelen.

In de herfst trad in de meeste zones een reductie van de aantallen op. Deze reductie was in zone 1-4 zowel voor de totale set gegevens als voor die bij hoogwater significant groter dan in de overige zones het geval was. Dit wijst op een negatieve invloed van het windpark tot op 500 m afstand van de buitenste windturbines. In de winter en het voorjaar was sprake van een reductie in zone 1-3 en van een toeneming in de daarbuiten gelegen zones (verstorende werking aantoonbaar tot op 100-250 m afstand). Zowel in de herfst als in de winter en het voorjaar was vaak sprake van een verstrengeling van een windpark- en grondgebruikseffect. Het aandeel van het windpark hierin is moeilijk aan te geven. De stijging van het percentage bouwland zal de aantallen van deze 'graslandsoort' echter ongetwijfeld negatief hebben beïnvloed. De reductie voor het gecombineerde effect bedroeg hier in de herfst meer dan 95% (minimaal factor 20), en in de winter en het voorjaar 50-80% (factor 2-5).

Bij de gecombineerde herfst-, winter- en voorjaarsgegevens trad zowel tijdens hoog- als laagwater in ieder geval verstoring tot op 500 m afstand op. Bij hoogwater was deze mogelijk nog iets groter (750 m). Voor zover het hier een windparkeffect sec betrof, bedroeg deze een factor 3-20 (70-95%). Het is opmerkelijk dat in vergelijking met stilstaande windturbines bij draaiende windturbines in de herfst zich naar verhouding steeds significant meer vogels in het windparkgebied bevonden dan daarbuiten. Wat hiervan de oorzaak is, is onduidelijk. Mogelijk speelde de door bouwwerkzaamheden in de blanco-situatie veroorzaakte verstoring bij deze soort een grotere rol dan het wel of niet draaien van de windturbines (zie ook inleiding van 6.2.2). In de winter en het voorjaar trad geen draai-effect op.

In de bouwfase bleek in de herfst de negatieve invloedssfeer van het windpark maximaal 250 tot 500 m te bedragen. Bij hoogwater leek de verstoringsafstand nog iets groter (750 m). In de winter en het voorjaar leek het windparkeffect merkbaar tot een afstand van 250 m. Bij deze soort trad toen een negatief effect van draaiende ten opzichte van stilstaande wieken op (tot op 250 m afstand).

Stormmeeuw Stormmeeuwen kwamen steeds in redelijke aantallen voor in het telgebied, waarbij vooral in het voorjaar de voorkeur leek uit te gaan naar graslandpercelen.

Gedurende het onderzoek nam de stormmeeuw zowel in de herfst als in de winter en het voorjaar in het gehele telgebied af. Deze reductie was in de herfst in zone 1-3 en mogelijk ook in zone 4 significant sterker dan daarbuiten. Dit duidt op een negatieve werking van het windpark tot op 250 en mogelijk 500 m afstand. Met uitzondering van zone 3 was hierbij steeds sprake van een combinatie van een negatief bouwland- en een negatief windparkeffect. De gezamenlijke reductie bedroeg 90-95% (factor 10-20). In de winter en het voorjaar was geen windparkeffect aantoonbaar. Ook een bouwlandeffect ontbrak dan. Ook tijdens hoogwater in de herfst trad tot op 250 m afstand verstoring door het windpark op, welke niet gestrengeld bleek met een bouwlandeffect. Daarbuiten speelde dit laatste wel een rol, zodat slechts een gezamenlijke reductiefactor kon worden bepaald (reductie met 85-95%, factor 7-20). Voor beide perioden gecombineerd was tijdens hoog- noch laagwater een windparkeffect meetbaar. Het positieve effect dat bij laagwater naar voren komt, wordt veroorzaakt door een beduidende reductie van het aantal stormmeeuwen in zone 3 en 4 ten opzichte van alle overige zones (inclusief windpark), en heeft waarschijnlijk niets met het verschijnen van het windpark uitstaande. In de herfst bleek deze soort draaiende windturbines niet meer te mijden dan stilstaande. In de winter en het voorjaar trad een positief draai-effect op.

Tijdens de bouwfase bleek in de herfst een windparkeffect over het algemeen afwezig. In de winter en het voorjaar wezen de gegevens op geen of soms een positief effect. Ook hier werd toen een positief draai-effect gevonden.

Zilvermeeuw Deze soort kwam aanvankelijk in kleine tot redelijke aantallen in het telgebied voor. Vanaf eind 1986, toen ten oosten van het windpark met het storten van grote hoeveelheden patatafval werd begonnen, namen de aantallen in de herfst met uitzondering van zone 1-3 in meer of mindere mate toe.

Een windparkeffect bleek in de herfst zowel voor de totale set gegevens als voor die tijdens hoogwater aantoonbaar tot op 500 m afstand. Voor zover deze niet gestrengeld was met een bouwlandeffect, leverde deze voor de totale set een reductie op met 85- 95% (factor 9-23), en voor de gegevens set tijdens hoogwater een reductie met circa 90-97% (factor 12-30). In de winter en het voorjaar was sprake van een gelijkblijvend of (licht) toenemend aantal zilvermeeuwen in het telgebied. Hierbij trad geen windparkeffect op. Ook bij de gecombineerde hoog- en laagwatergegevens was geen windparkeffect aantoonbaar. Draaiende windturbines bleken geen extra verstorende werking te hebben (herfst) of veroorzaakten ook bij deze soort een niet verklaarbaar positief effect (winter en voorjaar).

Tijdens de bouwfase trad geen duidelijke windparkeffect op. Wel trad ook toen een positief draai-effect op.

Kokmeeuw Deze soort kwam steeds in relatief grote aantallen in het telgebied voor. In de herfst was sprake van een reductie van aantallen in het gehele telgebied. In de winter en het voorjaar kon de soort, afhankelijk van de betrokken zone, zowel een toeneming als een reductie vertonen. Deze soort kwam in het telgebied in vergelijking met andere vogelsoorten in qua omvang sterk wisselende groepen voor. Hierdoor was toetsing volgens het BACI-principe veelal niet mogelijk (te hoge residual mean deviances). Voor zover toetsing betrouwbaar was, werd nimmer een (negatief) windparkeffect aangetoond. Ook daarbuiten was steeds alleen van een tendens tot geen effect sprake.

Ook in de bouwfase konden nauwelijks uitspraken over een eventueel windparkeffect op deze soort worden gedaan.

Duiven De groep duiven werd gevormd door houtduiven, in mindere mate ook door holenduiven en (verwilderde) postduiven. Duiven kwamen in redelijke aantallen in het telgebied voor, waarbij zij met name in de herfst een voorkeur voor bouwlandpercelen hadden. In de herfst was met uitzondering van zone 1 en 2 sprake van een toeneming van de aanwezige aantallen. In de winter en het voorjaar trad in de zones 3-6 juist een reductie op, terwijl in zone 1 + 2 en 7 + 8 de soort toenam.

Een windparkeffect was in beide seizoenen in sommige zones wel en in andere niet aan te treffen. Een duidelijke lijn hierin ontbrak, terwijl eveneens veel verstrengeling met een bouwlandeffect optrad. Van belang bij de interpretatie van deze gegevens is dat in de verderweg gelegen zones (vanaf zone 5 en met name in zone 6) in 1990 sprake was van diverse verjagingsmethoden gericht op duiven en kraaien. Dit zou een verplaatsing van vogels hebben kunnen veroorzaakt. Het ontbreken van een windparkeffect of het optreden van een positief effect ten opzichte van deze zones kan hierdoor mogelijk worden verklaard. Houdt men hiermee bij de interpretatie rekening, dan zou in de herfst een windparkeffect kunnen zijn opgetreden tot op een afstand van 100-250 m (reductie met 65-95%, factor 3-20). Een negatief draai-effect was mogelijk in de herfst aanwezig tot op 500 m afstand (reductie met 10-60%, factor 1,1-2,5). In de winter en het voorjaar leek een windparkeffect steeds afwezig.

Tijdens de bouwfase leek in de herfst een maximale verstoringsafstand van 250 m op te treden. In de winter en het voorjaar was ook toen geen sprake van een verstorend effect door het windpark.

Kraaien De groep kraaien werd vooral door kauwen gevormd, met daarnaast ook kleine aantallen zwarte kraaien en eksters, en incidenteel ook roeken en bonte kraaien. De groep kwam in redelijke aantallen in het telgebied voor, met in de herfst een lichte voorkeur voor bouwlandpercelen. Vermeldenswaard is dat kraaien de windmeetmasten en (stilstaande) windturbines veelvuldig als uitkijkpost gebruikten en zwarte kraaien tot nu toe jaarlijks in de windmeetmasten tot broeden zijn gekomen. Zowel in de herfst als in de winter en het voorjaar was sprake van een reductie van de aanwezige aantallen in het gehele telgebied. Een windparkeffect was niet aantoonbaar. Een draai-effect was ook hier voor een deel weer positief.

Tijdens de bouwfase was een eventueel windparkeffect steeds afwezig of positief. Ook het draai-effect leverde dan positieve resultaten op.

Spreeuw Spreeuwen kwamen in de herfst in grote en in de winter en het voorjaar in kleine tot redelijke aantallen in het telgebied voor. Hierbij legden zij in de winter en het voorjaar een voorkeur voor graslandpercelen aan de dag.

In de herfst was gedurende het onderzoek sprake van een toeneming van de aanwezige aantallen in de zones 1-4 en van een reductie daarbuiten. In de winter en het voorjaar was hierin geen duidelijk patroon waarneembaar (zowel toeneming als reductie). Spreeuwen kwamen met name in de herfst voor in sterk in aantal fluctuerende groepen. Toetsing van de gegevens volgens het BACI-principe was dan ook niet mogelijk (residual mean deviances te hoog), de tendens wijst op geen effect. In de winter en het voorjaar was geen duidelijk verstoringseffect aantoonbaar. Ook een draai-effect was in die periode afwezig.

Tijdens de bouwfase gaven de resultaten eveneens geen aanleiding te veronderstellen dat deze soort zich iets van de aanwezigheid van het windpark zou hebben aangetrokken.

6.2.3 Samenvatting resultaten pleisterende vogels

In tabel 14 is een samenvatting van de resultaten uit de blanco- en de operationale situatie opgenomen. Hieruit blijkt dat aan de komst van het (operationele) windpark te wijten negatieve effecten niet zijn vastgesteld in de afstandszones welke het verst van de windturbines zijn verwijderd. De afstand waarop verstoring nog aantoonbaar was, lag op maximaal 500 m afstand van de buitenste windturbines. De meeste verstoring beperkte zich echter tot 100 tot 250 m afstand. Ook tijdens de bouwfase was dit het geval. Hierbinnen blijkt het wel of niet gevoelig zijn voor verstoring door de windturbines afhankelijk te kunnen zijn van de soort(groep), het seizoen en het getij. Zo traden bij tien van de in totaal 13 onderzochte soort(groep)en in een of meer onderzochte situaties een negatief effect op (wilde eend, kuifeend, meerkoet, scholekster, goudplevier, kievit, wulp, stormmeeuw, zilvermeeuw, duiven). Bij de overige drie (kokmeeuw, kraaien, spreeuw) kon geen negatief windparkeffect worden aangetoond. Tijdens de bouwfase werd een negatief windparkeffect aangetroffen voor zeven van de 13 soort(groep)en (kuifeend, meerkoet, goudplevier, kievit, wulp, zilvermeeuw, duiven). Bij vijf soort(groep)en (wilde eend, scholekster, stormmeeuw, kraaien, spreeuw) kon toen geen (negatief) effect worden aangetoond. Hieruit kan worden afgeleid dat een operationeel windpark vaker verstorend werkt dan een (stilstaand) windpark in de bouwfase. De in 6.2.2 gemaakte vergelijkingen van een windpark met overwegend draaiende en met stilstaande windturbines spreken dit in een aantal gevallen echter tegen. Mogelijk mag de situatie met stilstaande windturbines, welke nagenoeg geheel afkomstig is uit de bouwfase, hier niet altijd als blanco worden gebruikt, omdat de bouwactiviteiten eveneens verstorend blijken te zijn geweest (vgl. Winkelman 1990b).

In tabel 14 is het opvallend dat eenden meestal tot op 250 m afstand werden verstoord, steltlopers (met uitzondering van de wulp) tot op 100 m, en meeuwen (met uitzondering van de kokmeeuw) tot op 250-500 m. De wulp bleek het meest gevoelig voor verstoring door het windpark.

Een bouwlandeffect bleek vooral in de herfst bij veel soorten aanwezig. Het effect was echter van een zodanige aard dat meestal wel uitspraken over de invloed van het windpark op de vogels konden worden gedaan.

De omvang van het windparkeffect was bij de meeste soorten fors. Een reductie in de orde van grootte van 60-95% was niet ongewoon. Het effect was echter nooit 100%.

6.3 Resultaten trekvogels

6.3.1 De ongestoorde situatie, algemeen

In bijlage 27, 28 (ochtend), 29 en 30 (avond) zijn de toetsingswaarden en de bijbehorende aantallen vrijheidsgraden opgenomen voor het locatie-effect, het datumeffect en het windrichtingseffect in de situatie zonder windpark. In tabel 15 en 16 zijn deze resultaten samengevat. In onderstaande tekst is uitgegaan van de significantie ($P < 0,05$) volgens de mean deviance ratio's.

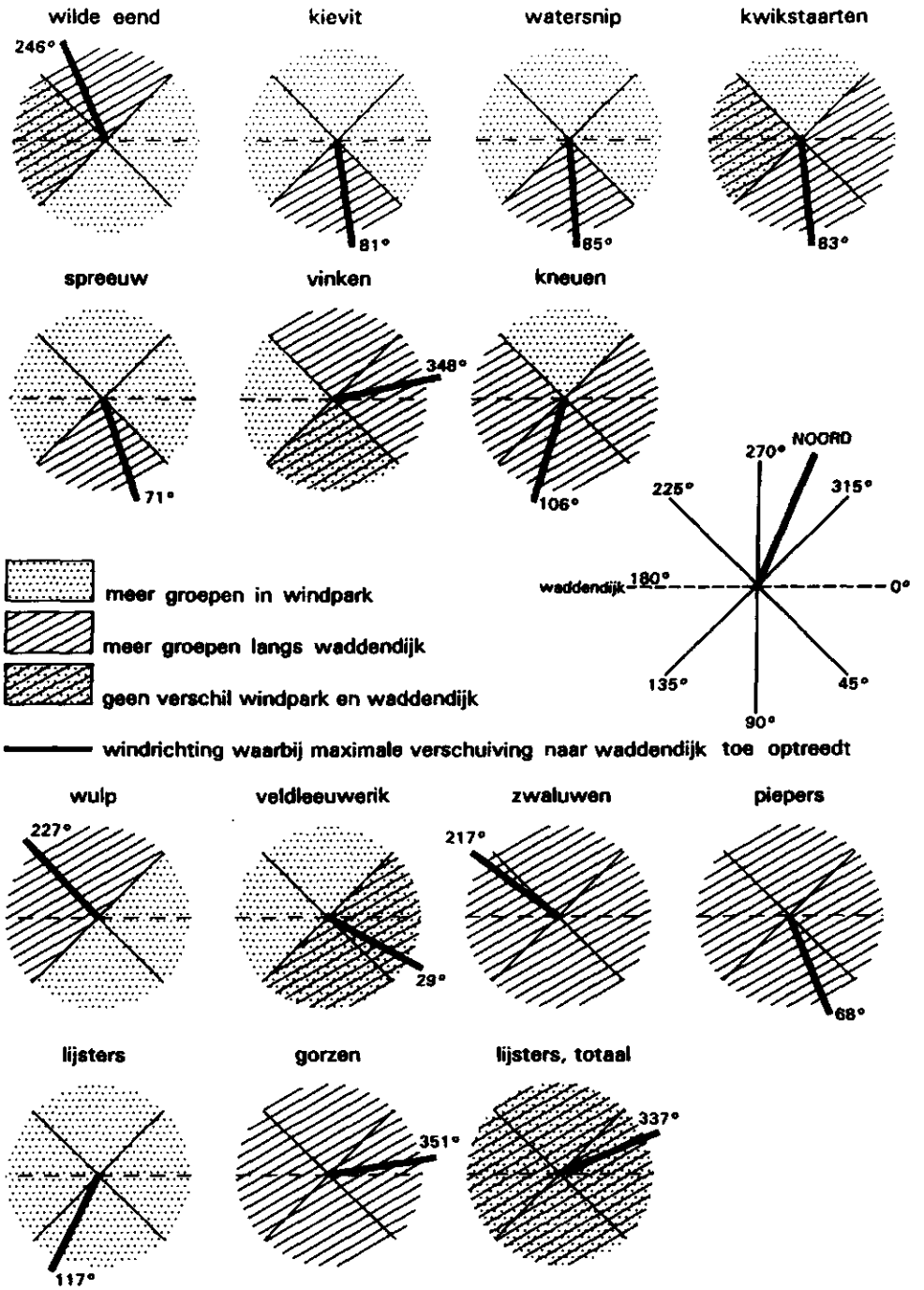
Uit tabel 15 en 16 blijkt dat 's ochtends bij acht van de 14 en 's avonds bij vijf van de tien onderscheiden soort(groep)en sprake was van een duidelijk locatie-effect met betrekking tot het aantal groepen. Dit betekent dat van deze soort(groep)en op een bepaalde locatie meer groepen werden waargenomen dan op de andere het geval was. Bij de overige soort(groep)en was het aantal groepen dat tijdens de ochtend- en avondtellingen op de drie locaties werd gezien, gemiddeld ongeveer gelijk. Wel trad in een aantal gevallen ('s ochtends vier, 's avonds drie) een niet-significante tendens ($0,05 < P < 0,1$) op tot meer groepen op een der locaties.

's Ochtends traden er bij het waargenomen aantal groepen altijd (zeer) significante datumverschillen op. Dit betekent dat van dag tot dag de doortrekkende aantallen vogels op de onderzochte locaties sterk fluctueerden. 's Avonds bleek dit effect alleen aanwezig bij veldleeuwerik, piepers en spreeuw.

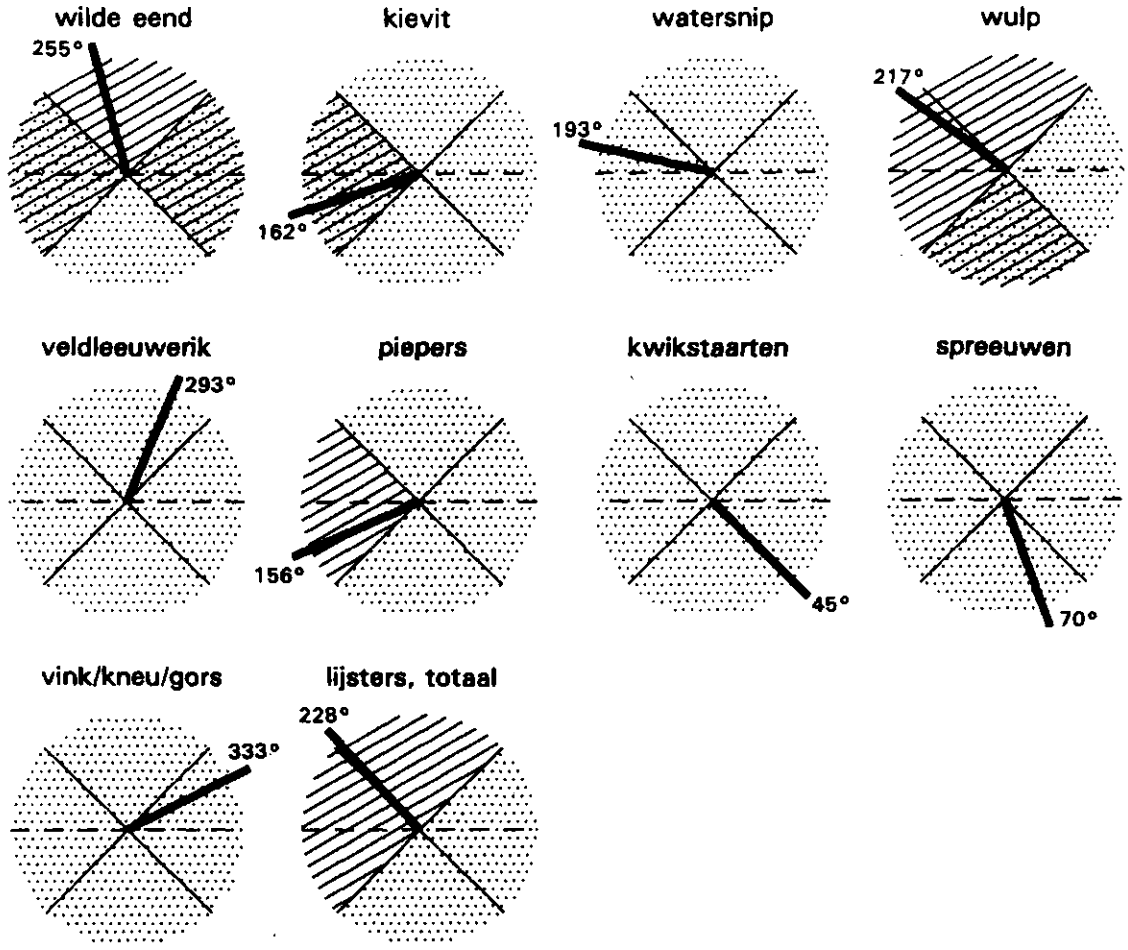
Een effect van de windrichting op het aantal waargenomen groepen langs de kust en in het windpark blijkt 's ochtends significant aanwezig te zijn geweest bij zeven van de 14 soort(groep)en (wilde eend, kievit, watersnip, kwikstaarten, spreeuw, vinken en kneuen), terwijl dit effect 's avonds geheel ontbrak. Binnen het windpark (noorden en zuiden vergeleken) was de windrichting nooit van invloed op de waargenomen aantallen groepen.

Bij de gemiddelde groepsgrootte traden 's ochtends bij twaalf van de 14 soort(groep)en significante locatieverschillen op. Een locatie-effect ontbrak alleen bij zwaluwen en lijsters. 's Avonds traden bij slechts drie soort(groep)en locatieverschillen op. Een datumeffect op de gemiddelde groepsgrootte trad bij de meeste soorten zowel 's ochtends als 's avonds op. Een windeffect was bij de gemiddelde groepsgrootte schaars en trad slechts 's ochtends op bij kievit, watersnip, lijsters en spreeuw wanneer kust en windpark werden vergeleken, en 's avonds bij kievit wanneer het noorden en het zuiden van het windpark werden vergeleken.

De oorzaken van de locatie- en datumverschillen zijn niet nader onderzocht. Men moet hierbij bedenken dat deze ook een windrichtingseffect op de waargenomen aantallen aan de kust omvatten, waarvoor bij beide niet is gecorrigeerd.



Figuur 10. Relatie tussen vier door de vogels ondervonden windrichtingen (meewind, tegenwind, zijwind uit zee, zijwind vanaf het land) en het aantal waargenomen groepen langs de waddendijk en in het windpark tijdens de simultane ochtendtellingen op de waddendijk en in het windpark in de herfst van 1984-1986 (ongestoorde situatie zonder windpark), alsmede de windrichting waarbij een maximale verschuiving naar de waddendijk optrad. De windrichting is hierbij uitgedrukt ten opzicht van de lengterichting van de waddendijk, welke tevens de hoofdvliegrichting is van de trekvogels in de herfst (oostnoordoost - westzuidwest). Meewind: wind afkomstig uit hoeken tussen 315 en 45 graden ten opzicht van de waddendijk, tegenwind: 135-225 graden, zijwind uit zee: 225-315 graden, zijwind vanaf het land: 45-135 graden (werkelijke richtingen te verkrijgen door 67,5 graden hierbij op te tellen, vgl. 6.3.2). Wilde eend, kievit, watersnip, kwikstaarten, spreeuw, vinken, kneuen: verschillen significant, overige soorten niet significant (vgl. tabel 15).



Figuur 11. Idem figuur 10, voor simultane avondtellingen op de waddendijk en in het windpark in de herfst van 1984-1986 (ongestoorde situatie zonder windpark). Verschillen niet significant (vgl. tabel 16).

6.3.2 De ongestoorde situatie, wind.locatie-effect en aantal groepen

Een kwantificering van het windeffect tijdens de ochtendtellingen in de ongestoorde situatie is opgenomen in bijlage 31 (ochtend) en 32 (avond). De ochtend- en avondgegevens zijn in figuur 10 en 11 eveneens schematisch (op 90 graden nauwkeurig) weergegeven, waarbij werd gevisualiseerd bij welke windrichting meer groepen langs de kust respectievelijk in het windpark werden gezien (vgl. tabel 15 en 16 voor windrichting-afhankelijke significanties). De windrichting (hoek waaruit de wind afkomstig is) is hierbij uitgedrukt ten opzichte van de hoofdvliegrichting van de vogels, welke parallel loopt met de waddendijk. De waddendijk heeft hiertoe de richting 0-180 graden gekregen. De werkelijke windrichting kan worden verkregen door bij alle genoemde

hoeken 67,5 graden op te tellen. De waddendijk loopt in werkelijkheid van oostnoordoost naar westzuidwest (67,5-247,5 graden).

In bijlage 31 en figuur 10 is het opvallend dat 's ochtend bij zwaluwen, piepers en gorzen het aantal groepen, onafhankelijk van de windrichting, altijd het grootst was langs de kust, dat bij lijsters (waargenomen groepen) er altijd meer in het windpark werden gezien, terwijl er bij lijsters totaal (inclusief gehoorde groepen) gemiddeld evenveel langs de kust als in het windpark werden genoteerd. Het verschil tussen lijsters (waargenomen) en lijsters totaal (inclusief gehoorde vogels) wordt mogelijk veroorzaakt door het feit dat lijsters boven de kust zo hoog (uit zee?) kwamen aanvliegen dat zij vaker werden gehoord dan gezien, terwijl zij boven het windpark inmiddels zoveel hoogte hadden verloren dat zij juist vaker werden gezien. Ook is het opvallend dat soorten die vooral lokale trek lieten zien (wilde eend, wulp) langs de kust meer groepen te zien gaven bij zijwinden 'uit zee' (225-315 graden ten opzichte van de waddendijk, welke de richting 0-180 graden heeft), terwijl in het windpark meer groepen werden gezien bij meewinden (315-45 graden) en zijwinden naar de dijk toe (45-135 graden) (wulp windeffect niet significant). Bij de overige soort(groep)en, met uitzondering van de vinken, vond (een tendens tot) stuwing naar de kust juist plaats bij zijwinden naar de dijk toe (45-135 graden), terwijl situaties met meer groepen in het windpark steeds voorkwamen bij zijwinden 'uit zee'. Bij kievit, watersnip en spreeuw werden ook meer groepen in het windpark gezien bij mee- en tegenwind (315-45, respectievelijk 135-225 graden). Kneuen en in iets mindere mate ook kwikstaarten vertoonden de meeste kuststuwing. Bij de vinken werden de meeste groepen in het windpark gezien bij tegenwind (135-225 graden), de meeste langs de kust bij wind 'uit zee' en meewind (225-45 graden). Bij zijwinden vanaf het land was bij deze soortgroep sprake van een gelijke verdeling van het aantal groepen over de telposten. Een tendens tot significante verschillen in het aantal groepen binnen het windpark trad alleen 's ochtends op bij de watersnip, waarbij meer groepen in het noorden van het windpark werden gezien ($0,05 < P < 0,1$).

's Avonds traden er ten aanzien van het aantal waargenomen groepen geen significante windeffecten op. Uit de gegevens volgt dat bij de soort(groep)en met overwegend echte trek de meeste groepen over het algemeen in het windpark werden gezien (fig. 11). Bij vijf van de tien onderzochte soorten is dit zelfs bij alle windrichtingen zo. De minste verschuiving naar het windpark trad op bij de enige twee onderzochte soorten die in het studiegebied voor een belangrijk deel lokale trek vertoonden (wilde eend en wulp). Bij deze twee soorten werden de meeste groepen over het algemeen langs de kust gezien.

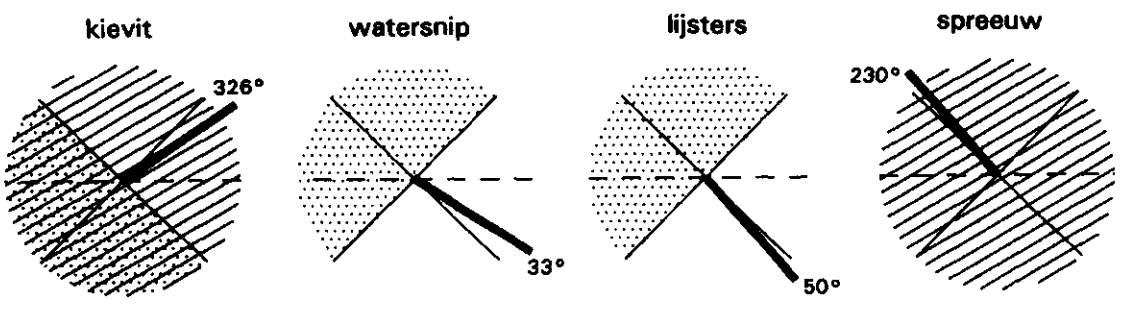
6.3.3 De ongestoorde situatie, wind.locatie-effect en gemiddelde groepsgrootte

Ten aanzien van de gemiddelde groepsgrootte tijdens de ochtendtellingen kan worden opgemerkt dat hier slechts in vier gevallen (kievit, watersnip, lijsters, spreeuw) van de windrichting afhankelijke verschillen tussen kust en windpark optraden (vgl. fig. 12). Van de soort(groep)en waarbij geen windeffect kon worden geconstateerd, was bij wilde eend, veldleeuwerik, piepers en kwik-

staarten de gemiddelde groepsgrootte langs de kust altijd groter dan in het windpark. Bij de kievit werden bij winden tussen 225 en 45 graden (ten opzichte van de waddendijk) langs de kust grotere groepen waargenomen dan in het windpark, bij de overige winden kwamen de groepsgroottes langs de kust en in het windpark overeen. Bij watersnip en lijsters werden grotere groepen in het windpark gezien bij winden tussen 315 en 135 graden (tegenwind en zijwind uit zee). Bij de tegenoverliggende windrichtingen (135-315 graden, meewind en zijwind vanaf land) werden bij de watersnip grotere groepen waargenomen langs de kust, bij de lijsters bleek de gemiddelde groepsgrootte dan op beide locaties overeenkomstig. De groepsgrootte van spreeuwen was altijd het grootst langs de kust, maar bij winden tussen 135 en 315 graden was deze nog beduidend groter. 's Avonds trad bij geen enkele soort(groep) een significant windafhankelijk verschil in groepsgrootte tussen beide locaties op. Bij de kievit trad dan wel een significant windafhankelijk verschil binnen het windpark op. De reden hiervoor is onduidelijk.

6.3.4 De ongestoorde situatie, maximale stuwing langs de kust

De windrichtingen waarbij sprake was van een maximale en een minimale verschuiving naar de kust, zijn eveneens opgenomen in bijlage 31 en 32. Een samenvatting staat in tabel 17. De maximale verschuiving kan hierbij worden beschouwd als een maat voor stuwing langs de kust, de minimale voor het ontbreken van een dergelijke stuwing of het mijden van de directe kuststrook ten opzichte van het windpark. Uit 6.3.1 bleek reeds dat een eventuele stuwing binnen het windpark niet verder afneemt (windrichting nooit van invloed op de aanwezige aantallen binnen het windpark; noorden en zuiden vergeleken). Dit wil overigens niet zeggen dat het windpark geheel buiten de stuwingszone zou liggen. Tot op welke afstand kuststuwing landinwaarts nog merkbaar is, is niet onderzocht. Wel is bij de hier gebruikte term kuststuwing steeds sprake van (beduidend) grotere aantallen groepen of gemiddelde groepsgroottes langs de kust dan in het windpark.



Figuur 12. Idem figuur 10, relatie tussen de door de vogels ondervonden windrichting en de gemiddelde groepsgrootte tijdens simultane ochtendtellingen op de waddendijk en in het windpark in de herfst van 1984-1986 (ongestoorde situatie zonder windpark). Alleen voor soorten waarbij significante verschillen werden vastgesteld (vgl. tabel 15).

Stuwing langs de kust bleek uit de hoofdvliegrichting van de vogels gezien (westzuidwest, parallel aan de waddendijk) 's ochtends bij 79% van de soort(groep)en op te treden bij zijwinden vanaf het land (uit zuidelijke richtingen) en bij meewinden (uit oostelijke richtingen) (respectievelijk in zeven en vier van de 14 gevallen). Het betrof steeds de soort(groep)en waarbij vooral sprake was van echte trek. In twee gevallen (14%) vond stuwing langs de kust juist plaats bij zijwinden uit zee (uit noordelijke richtingen). Het betrof hier de twee soorten die in tegenstelling tot de overige soorten met name lokale trek vertoonden (wilde eend en wulp). Bij de zwaluwen vond stuwing langs de kust juist plaats bij tegenwind (uit westelijke richtingen). Een verklaring hiervoor ontbreekt. Wel dient te worden opgemerkt dat het windrichtingseffect bij deze soortgroep niet significant was. 's Avonds is er bij het aantal groepen nauwelijks sprake van een lijn. Wel overheersten hier zij- (drie keer uit zee, twee keer vanaf land) en tegenwinden (vier keer), en was bij slechts een van de tien onderzochte soort(groep)en sprake van meewind (vinken/kneuen/gorzen).

Bij de gemiddelde groepsgrootte zien we in tien van de 14 gevallen een (niet altijd significante) maximale verschuiving naar de kust bij zijwinden (zowel uit zee als vanaf land), in drie gevallen bij meewind en in één geval bij tegenwind. 's Avonds vond deze met name plaats bij zijwinden vanaf het land en bij meewinden.

Binnen een soort(groep) bleek er geen overeenkomst te zijn tussen de windrichtingen waarbij maximale stuwing ten aanzien van het aantal groepen en de gemiddelde groepsgrootte optrad (vgl. tabel 17).

6.3.5 De ongestoorde situatie, conclusies

Samenvattend kan worden gesteld dat een locatie- en een datumeffect vooral 's ochtends en bij een kleiner aantal soort(groep)en ook 's avonds aanwezig waren. Dit had dan niet altijd op dezelfde soort(groep)en betrekking. De windrichting had alleen 's ochtends bij maximaal de helft van de soort(groep)en een significante invloed op de verdeling van het aantal groepen en de gemiddelde groepsgroottes over de locaties kust en windpark. Binnen het windpark veroorzaakte de windrichting bij het aantal groepen nooit en bij de gemiddelde groepsgrootte slechts in één geval een significant verschil. Dit betekent dat de door windrichting veroorzaakte stuwing binnen het windpark niet verder afnam. Een maximale stuwing van het aantal groepen naar de kust trad 's ochtends vooral op bij zijwinden uit zuidelijke richting en bij meewinden. Ook de gemiddelde groepsgrootte was bij zijwinden langs de kust groter (niet altijd significant) dan in het windpark. In dit geval konden de winden zowel uit zee als vanaf het land komen. 's Avonds was er geen lijn in de gegevens te ontdekken. Echte trekkers reageerden meestal anders op de windrichting dan de twee soorten die voornamelijk lokale trek vertoonden.

Deze resultaten rechtvaardigen het gescheiden verwerken van de soort(groep)en, het opnemen van een locatie- en een datumeffect in het model, alsmede de correctie voor windinvloeden voordat het windparkeffect zelf wordt berekend.

Uit tabel 15 en 16 volgt voorts dat uitgaande van een significantiegrens van P = 0,05 de mean deviance ratio en de Pearson-ratio over het algemeen dezelfde significantie geven. In de gevallen waarin verschillen optreden, blijkt de Pearson-ratio meestal tot een iets hoger significantieniveau te leiden dan de mean deviance ratio. Om de presentatie van gegevens en resultaten overzichtelijk te houden, is daarom bij de vastlegging van het windparkeffect slechts gewerkt met de mean deviance ratio.

Het is opmerkelijk dat bij het aantal groepen meestal slechts een bescheiden overdispersie (σ^2 = 1,5 tot 3,5, maximum 10,4) werd geconstateerd. Bij de gemiddelde groepsgrootte was de overdispersie nog beperkter en kon er zelfs sprake zijn van enige onderdispersie (σ^2) (vgl. bijlage 27-30, residual mean deviance). Slechts bij de gemiddelde groepsgrootte bij de spreeuw trad een meestal wel erg grote overdispersie op (maximum 20,8). Het is verbazend dat de overdispersie voor de groepsgrootte (n) niet groter was dan voor het aantal groepen (m), aangezien de aanname van onderlinge onafhankelijkheid voor groepen vogels veel aannemelijker lijkt dan voor individuele vogels binnen een groep.

6.3.6 Het windparkeffect, algemeen

In bijlage 33-35 zijn de toetsingswaarden en bijbehorende aantallen vrijheidsgraden opgenomen voor respectievelijk het windparkeffect sec (geen onderscheid tussen het stilstaan of draaien van de windturbines), de periode met overwegend stilstaande windturbines (1987) en die met overwegend draaiende windturbines (1990, vgl. bijlage 2a). De bijbehorende samenvattingen staan in tabel 18-20, waarin ook de richting van het eventuele effect (significant minder (-) of meer (+) vogels na de ingreep) is opgenomen.

Bij vergelijking van de resultaten van het effect op het aantal groepen vallen in deze drie tabellen twee zaken op. Ten eerste treden er bij vergelijking van kust en windpark bij draaiende windturbines bij meer soort(groep)en significante verschillen op dan bij stilstaande windturbines en het windparkeffect sec het geval is ($P < 0,05$) ('s ochtends respectievelijk bij 8 van de 13, 5 van de 13 en 6 van de 14 onderzochte soort(groep)en, 's avonds bij 4 van de 7, 2 van de 7 en 3 van de 10). Bij draaiende windturbines zijn deze bovendien steeds negatief (minder groepen na ingreep, $P < 0,05$), terwijl bij stilstaande windturbines en windpark sec ook positieve effecten voorkomen (meer groepen na plaatsing). Ten tweede valt op dat binnen het windpark significante verschillen ($P < 0,05$) en een tendens tot reductie ($0,05 < P < 0,1$) vooral optreden bij draaiende windturbines, waarbij de reductie van het aantal groepen vooral merkbaar is in het zuiden van het windpark. Bij stilstaande windturbines is alleen bij de groep 'lijsters totaal' sprake van een significant (maar tegengesteld) effect (vgl. ook 6.3.2). Uit beide conclusies valt af te leiden dat gemiddeld genomen meer verstoring optreedt bij draaiende windturbines dan bij stilstaande het geval is, en dat die groter kan zijn bij een hogere windturbinedichtheid. De verstoring uit zich hierbij steeds in een reductie van het aantal door het windpark passerende groepen. Een grotere dichtheid aan windturbines leidt hierbij bij bepaalde soorten tot (extra) verstoring.

Bij vergelijking van de resultaten van het effect op de gemiddelde groepsgroote zijn in tabel 18-20 twee andere zaken opvallend te noemen. Ten eerste valt bij vergelijking van kust en windpark vooral op dat het effect op de gemiddelde groepsgrootte zowel bij draaiende als bij stilstaande windturbines soms negatief en soms positief is (kleinere of grotere groepen na ingreep). Voorts valt op dat binnen het windpark, ongeacht het wel of niet draaien van de windturbines, slechts enkele keren sprake is van significante verschillen ($P<0,05$). Dit betekent dat groepen in het zuiden van het windpark over het algemeen op dezelfde wijze worden beïnvloed als in het noorden van het windpark het geval is. De grotere windturbinedichtheid in het zuiden van het windpark heeft dus over het algemeen geen (extra) invloed op de gemiddelde groepsgrootte.

In het algemeen valt ook op dat bij een bepaalde soort(groep) reductie van het aantal groepen niet gepaard behoeft te gaan met reductie van de gemiddelde groepsgrootte of omgekeerd. Ook behoeft een 's ochtends optredend effect bij een bepaalde soort(groep) zich 's avonds niet te herhalen of treedt een effect juist alleen 's avonds op.

6.3.7 De omvang van het windparkeffect

Voor de situatie zonder windpark (1984-1986) zijn in bijlage 31 en 32 overzichten betreffende de verdeling van de aantallen groepen en de gemiddelde groepsgrootte over de drie locaties opgenomen. Voor de drie in beschouwing genomen situaties met windpark (windpark sec, met overwegend stilstaande en met overwegend draaiende windturbines) zijn overeenkomstige overzichten gemaakt, welke in dit rapport niet afzonderlijk zijn opgenomen. Voor zover in deze laatste overzichten de aantallen groepen significant afweken van bijlage 31 en 32 (vgl. tabel 18-20), zijn de afwijkingen, uitgedrukt in de procentuele reductie of toeneming per soort(groep), weergegeven in bijlage 36 (windpark sec), 37 (stilstaande windturbines) en 38 (draaiende windturbines).

Uit bijlage 37 en 38 blijkt dat afhankelijk van de windrichting bij stilstaande windturbines het aantal groepen maximaal met 36% verminderde, terwijl dit bij draaiende windturbines maximaal 67% kon bedragen. In de bijlagen valt voorts op dat de procentuele reductie bij de verschillende windrichtingen vaak op een zelfde niveau lag. Als dit niet zo was, dan was deze vaak het grootst bij zijwind vanaf het land, en het kleinst bij zijwind uit zee. De verschillen zijn echter niet op significantie bekeken. Binnen het windpark was bij de significant verschillende gevallen meestal sprake van een tegengesteld effect tussen het noorden en het zuiden van het windpark. Bij stilstaande windturbines trad dit op bij lijsters (inclusief gehoorde groepen): minder groepen in het noorden en meer in het zuiden van het windpark, waardoor een verschil tussen het windpark (totaal) en de kust afwezig was. Bij draaiende windturbines werd bij deze soortgroep zowel tussen de kust en het windpark als binnen het windpark geen verschil gevonden. Dit resultaat laat zich lastig interpreteren (zie ook 6.3.2). Mogelijk roepen lijsters bij het naderen van relatief veel obstakels vaker dan bij minder of geen obstakels het geval is. Waarom dan in het noorden van het windpark juist een significante reductie wordt geconstateerd, is niet duidelijk. Bij draaiende windturbines trad het verschijnsel vaker op. Wel was

dan steeds sprake van een toeneming van het aantal groepen in het noorden van het windpark en een reductie in het zuiden. Voor de significante gevallen is zowel voor het aantal groepen als voor de gemiddelde groepsgrootte bovendien steeds de procentuele reductie of toeneming ten opzichte van de ongestoorde situatie gegeven.

6.3.8 Het windparkeffect per soort(groep)

Per soort(groep) kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt. Hierbij zijn ook de niet-significante verschillen genoemd. Het was namelijk opmerkelijk dat niet-significante verschillen ($0,05 < P < 0,1$ en $P > 0,1$) vrijwel steeds de richting van de significante effecten hadden.

Wilde eend Bij de wilde eend (vooral lokale vliegbewegingen) trad na plaatsing van het windpark een reductie van het aantal langsvliegende groepen op. Bij stilstaande windturbines was hierbij 's ochtends sprake van een tendens tot reductie en 's avonds van een significante reductie (met 18-25%). Bij draaiende windturbines was de reductie steeds significant en bedroeg afhankelijk van de windrichting 27-40% ('s avonds 28-41%). Deze reductie ging 's ochtends bij draaiende windturbines gepaard met een toeneming van de gemiddelde groepsgrootte (met 50-67%). Dit duidt op het samenballen van groepen bij passage van het windpark, en mogelijk niet zozeer op het mijden van het windpark. 's Avonds was sprake van een significante reductie van de gemiddelde groepsgrootte (met 0-33%), hetgeen in combinatie met de geconstateerde reductie van het aantal groepen juist duidt op mijdgedrag.

Kievit Bij de kievit was 's ochtends bij stilstaande windturbines sprake van een tendens tot reductie en bij draaiende windturbines van een significante reductie (met 4-35%) van het aantal passerende groepen. 's Avonds trad alleen bij draaiende windturbines een tendens tot reductie op. Bij de gemiddelde groepsgrootte is over de gehele linie sprake van een niet-significante reductie.

Watersnip Bij de watersnip was steeds sprake van een reductie van het aantal groepen, welke bij de 's ochtends draaiende windturbines significant was (6-31%). Bij stilstaande windturbines halveerde de gemiddelde groepsgrootte bovendien, terwijl bij draaiende windturbines sprake was van een niet-significante reductie.

Wulp Bij de wulp trad 's ochtends zowel een significante reductie van het aantal groepen in de stilstaande situatie (met 30-36%) op als in de draaiende situatie (met 52-62%), terwijl ook de gemiddelde groepsgrootte afnam (stilstaande windturbines met 41-61%, draaiende windturbines niet significant). 's Avonds was er eveneens sprake van een reductie van het aantal groepen, maar dit was alleen significant in de draaiende situatie (50-67%). Ook de gemiddelde groepsgrootte nam af, maar dit was niet significant.

Veldleeuwerik 's Ochtends trad er in de draaiende situatie een significante reductie (met 11-26%) van het aantal groepen op. Ook 's avonds was er sprake van een reductie, maar deze was niet significant. Over het algemeen nam de gemiddelde groepsgrootte toe. Bij stilstaande windturbines was de toeneming 's ochtends echter niet significant, bij draaiende windturbines wel (met 0-67%). 's Avonds (windpark sec) was er sprake van een significante reductie van de gemiddelde groepsgrootte in het zuiden van het park (met 78-100%) en een toeneming in het noorden (met 50-300%). Omdat er voor de avond voor een opsplitsing in de draaiende en de stilstaande situatie te weinig gegevens voorhanden waren, kon hierin geen onderscheid worden gemaakt.

Zwaluwen Voor zwaluwen waren slechts voldoende gegevens voorhanden om de invloed van het windpark sec in de ochtendsituatie te beklijken. Er kon toen geen verstorende werking van het windpark op deze soortgroep worden vastgesteld.

Piepers Bij piepers was er over het algemeen sprake van een reductie van het aantal groepen, welke 's ochtends bij stilstaande windturbines (met 21-26%) en 's avonds bij zowel stilstaande (met 10-21%) als draaiende windturbines (met 8-22%) significant was. 's Ochtends was steeds sprake van een toeneming van de gemiddelde groepsgrootte (stilstaande windturbines met 25-41%, draaiende met 0-50%), 's avonds juist van een (niet-significante) reductie.

Kwikstaarten Bij kwikstaarten was er alleen 's ochtends bij stilstaande windturbines sprake van een significante reductie (met 12-25%) van het aantal groepen. De gemiddelde groepsgrootte nam 's avonds (windpark sec) significant toe (met 0-75%). Ook hier waren 's avonds de waargenomen aantallen te gering om een verantwoorde opsplitsing naar stilstaande en draaiende windturbines te maken.

Lijsters (visuele waarnemingen) Bij lijsters was er sprake van een reductie van het aantal groepen, welke bij draaiende windturbines significant was (met 6-33%). Hierbij bestond in het zuiden van het windpark een tendens tot een grotere reductie dan in het noorden. Ook de gemiddelde groepsgrootte nam af, maar was alleen significant bij stilstaande windturbines (met 63-71%). Voor de analyse van de avondsituatie waren onvoldoende gegevens aanwezig.

Lijsters (totaal) Bij 'lijsters totaal' (dus inclusief gehoorde vogels) trad steeds een niet-significante reductie van het aantal groepen op. In de stilstaande situatie was zowel 's ochtends als 's avonds sprake van een significant verschil in het aantal groepen binnen het windpark. Hierbij was in het noorden van het windpark sprake van een reductie (met 39-43% 's ochtends en 38-46% 's avonds) en in het zuiden van een toeneming (respectievelijk met 100-125% en 107-138%). Een verklaring voor de toeneming zou gevonden kunnen worden in het feit dat lijsters bij nadering van de stilstaande windturbines vaker riepen. Waarom dat wel in het zuiden van het windpark zou optreden, en niet in het noorden, waar juist een reductie werd geconstateerd, is niet duidelijk. Ook is het niet duidelijk waarom dit effect bij draaiende windturbines geheel wegviel. Een verschil in waarnemingscapaciteit van de trekteliers voor de hoge piepgeluiden van de lijsters zou hier zeer wel aan ten grondslag kunnen liggen. Ook het wegvallen van de hoge pieptonen van lijsters in het geluid van de draaiende windturbines zou mede een rol kunnen spelen. De gemiddelde groepsgrootte had ook de neiging af te nemen, maar dit was alleen significant

bij stilstaande windturbines (41-150%). Hieraan moet bij deze soortselectie niet teveel waarde worden gehecht, omdat een gehoorde 'groep' altijd als één vogel is genoteerd.

Spreeuw Bij de spreeuw trad 's ochtends (13-31%) en meestal ook 's avonds (-10 tot 2%) bij draaiende windturbines een significante reductie van het aantal groepen op, welke in het noorden van het windpark beduidend kleiner of zelfs positief was vergeleken met het zuiden van het windpark (zuiden park reductie 's ochtends met 40-52%, 's avonds met 57-63%, noorden park 's ochtends tussen -10% en +14%, 's avonds een toeneming van 44-62%). De gemiddelde groepsgrootte nam 's ochtends en 's avonds (het laatste alleen bij draaiende windturbines) toe, maar deze toeneming was alleen bij stilstaande windturbines 's ochtends significant (86-113%). 's Avonds vond er bij stilstaande windturbines juist een significante reductie plaats (95%).

Bij deze soort moet worden bedacht dat het 's ochtends met name om 'echte' trekkers ging, terwijl 's avonds een combinatie van echte trek en lokale slaaptrek werd bekeken.

Vinken Bij vinken trad 's ochtends bij draaiende windturbines een tendens tot een reductie van het aantal groepen op. Bij de gemiddelde groepsgrootte werden geen verschillen gevonden. Voor de analyse van de avondsituatie waren onvoldoende gegevens aanwezig.

Kneuen Bij kneuen trad 's ochtends bij stilstaande windturbines een significante toeneming op (met 32-60%), waarbij in het noorden van het windpark ten opzichte van het zuiden een tendens tot een grotere toeneming bestond. In de draaiende situatie was sprake van een significante reductie van het aantal groepen (met 17-30%), waarbij het effect in het noorden nagenoeg afwezig was en in het zuiden duidelijk aanwezig (42-53%). Dit ging gepaard met een significante reductie van de gemiddelde groepsgrootte in het gehele windpark (50-67%). Voor de analyse van de avondsituatie waren onvoldoende gegevens aanwezig.

Gorzen Bij gorzen was er 's ochtends een significante toeneming van het aantal groepen bij stilstaande windturbines (met 50-63%), in combinatie met een tendens tot reductie van de gemiddelde groepsgrootte. Bij draaiende windturbines traden geen verschillen op. Voor de avondsituatie waren voor de analyse onvoldoende gegevens aanwezig.

Vinken, kneuen, gorzen (als soortgroep) Bij deze gecombineerde soortgroep kon voor de gegevens uit de avondsituatie het windpark sec worden geanalyseerd. Hierbij trad een niet-significante reductie van het aantal groepen en een significante reductie van de gemiddelde groepsgrootte op (met 88-93%).

6.3.9 Het windparkeffect, conclusies voor trekvogels

Uit het bovenstaande kunnen vier typen effecten worden afgeleid: (1) geen effect (het aantal groepen en de gemiddelde groepsgrootte waren na plaatsing van het windpark onveranderd), (2) positief effect (zowel het aantal groepen

als de gemiddelde groepsgrootte namen na plaatsing van het windpark toe (2a), of één van beide nam toe terwijl de andere gelijkbleef (2b)), (3) samenballing (het aantal groepen nam af, de gemiddelde groepsgrootte nam toe), en (4) mijden (het aantal groepen nam af, de gemiddelde groepsgrootte bleef gelijk (4a) of nam ook af (4b); het aantal groepen bleef gelijk, de gemiddelde groepsgrootte nam af (4c)). Punt (3) kan zowel een gelijkblijven van het totale aantal passerende vogels inhouden als een reductie of toeneming. Bij punt (4) is altijd sprake van een vermindering van het totale aantal vogels dat het windparkgebied na plaatsing van het windpark passeerde. Opmerkelijk is het ontbreken van een significante toeneming van het aantal groepen in combinatie met een significante reductie van de gemiddelde groepsgrootte (het uiteenvallen van groepen).

In tabel 21 is zowel voor de ochtend als de avond een overzicht gegeven van het type effect per soort(groep) bij stilstaande en draaiende windturbines (alleen voor de significante gevallen, vgl. tabel 19 en 20). Uit tabel 21 volgt dat bij stilstaande windturbines de typen effecten gelijk waren verdeeld over het noorden en het zuiden van het windpark. Bij draaiende windturbines traden in vergelijking met de stilstaande windturbines in het noorden van het windpark vaker geen effecten op, werd dit deel van het windpark minder vaak gemeden, en traden alleen daar positieve effecten op. Dit duidt erop dat de windturbinedichtheid in een windpark (de onderlinge afstand tussen de windturbines) mede van invloed kan zijn op de mate waarin passerende vogels door de windturbines worden gehinderd. Een grotere dichtheid betekent hierbij relatief meer hinder voor de passerende vogels.

Uit tabel 21 volgt voorts dat als sterk gevoelig kunnen worden aangemerkt wilde eend, watersnip, wulp, mogelijk lijsters (onafhankelijk van de windturbinedichtheid), en piepers en spreeuw bij hoge windturbinedichtheid (zuiden van het windpark). Als weinig gevoelig komen naar voren kievit, 'lijsters totaal', en mogelijk veldleeuwerik, kwikstaarten en kneuen (onafhankelijk van de windturbinedichtheid), en piepers en spreeuw bij lage windturbinedichtheid (noorden van het windpark). Vinken en gorzen lijken niet gevoelig.

7 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

7.1 Inleiding

Onder verstoring van vogels in het windpark is in de onderhavige studie verstaan een vermindering van de aantallen broedparen, pleisterende of doortrekkende vogels alsmede een wijziging in de verspreiding bij gelijkblijvende aantallen in het ingreepgebied en omgeving ten gevolge van de aanleg en het in bedrijf zijn van het windpark. Daarnaast kan verstoring ook een wijziging van het gedrag van de vogels veroorzaken. Bij broedvogels kunnen mede daardoor veranderingen in bijvoorbeeld het nest- of uitvliegsucces optreden zonder dat de oudervogels het ingreepgebied gaan mijden of verlaten (vgl. Robertson & Flood 1980, Pfluger & Ingold 1988, Andersen *et al.* 1989, Yalden & Yalden 1989, 1990, Keller 1991). Bij pleisterende vogels kunnen er veranderingen in de activiteitspatronen ontstaan, waarbij vogels bijvoorbeeld van dagactief nachtactief worden (vgl. Owen & Williams 1976) of een verhoogde energie-uitgave krijgen door veelvuldig of langdurig opvliegen (vgl. Bélanger & Bédard 1990). Dit type verstoring is in het onderzoek te Oosterbierum niet onderzocht. Alleen bij trekvogels zijn veranderingen in het gedrag van vogels die een draaiende windturbine overdag (vgl. Winkelman 1992c) of 's nachts (vgl. Winkelman 1992b) naderen, onderwerp van studie geweest.

Bestudering van verstoring van vogels kan zich richten op (1) directe effecten, waarbij vogels op een verstoringsbron reageren door op of weg te vliegen of door hun gedrag te veranderen, en (2) indirecte effecten, waarbij het wel of niet mijden van een gebied en de mate waarin dit eventueel gebeurt, centraal staan. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt in stationaire verstoring (op één plaats) en zich verplaatsende verstoringsbronnen. Voorts kunnen zowel visuele als auditieve aspecten een rol spelen (vgl. Liddle & Scorgie 1980, Burger 1981).

Bij het verstoringsonderzoek in het windpark te Oosterbierum gaat het om een stationaire verstoringsbron waarbij beweging ook een rol speelt en om indirecte effecten welke zowel visueel als auditief van aard kunnen zijn. Een dergelijke combinatie is tot nu toe nauwelijks onderzocht. Dit geldt niet alleen voor onderzoek naar de verstorende invloeden van windturbines op vogels, maar ook voor andere typen verstoring. Het meest in de richting van het windturbine-onderzoek komen enkele onderzoeken naar de invloed van recreatie op paden en van verkeer op wegen (beide als stationair met bewegende component te beschouwen) op (broed)vogels. Veelal gaat het hier om dosis-effect studies en hoofdzakelijk om broedvogels. Daarnaast is met name nog verstoringsliteratuur aanwezig over de invloed van zich over het water bewegende voertuigen, zich op oevers bewegende objecten, over jacht, militaire activiteiten (inclusief schieten) en vliegtuigen. Veelal gaat het hierbij om directe effecten, welke meestal kwalitatief werden onderzocht aan zowel broed- als niet-broedvogels. Hieronder zal worden getracht de gevonden resultaten in het verstoringsonderzoek te Oosterbierum aan de hand van

relevante literatuur in een breder kader te plaatsen, alvorens eindconclusies te geven.

7.2 Verstoring van broedvogels

7.2.1 Verstoring door windturbines

Over verstoring van broedvogels door windturbines zijn buiten het onderhavige onderzoek inmiddels resultaten bekend van verscheidene onderzoeken in Zweden, Denemarken, noord Duitsland, Schotland en Nederland.

In het zuiden van Zweden werd verstoringsonderzoek uitgevoerd op twee locaties met ieder één grote windturbine. Inventarisatie van broedvogels (met name zangvogels) op 25 ha akkerland rond de grote windturbine op Gotland tijdens drie broedseizoenen in de ongestoorde situatie (1979-1981), één broedseizoen tijdens de bouw (1982) en één broedseizoen bij een stilstaande windturbine (1983) gaven geen aanleiding hiervan een verstorende invloed op de broedvogels te veronderstellen. Zowel het aantal soorten (eidereend, watersnip, 23 soorten zangvogels) als de aantallen broedparen per soort (meestal enkele broedparen, fitis ruim 30) bleven nagenoeg constant (Karlsson 1987). Soortgelijke gegevens werden verzameld in een 35 ha groot akkergebied rond de grote windturbine te Maglarp, Skåne (1979-1984). Sinds de bouw van de windturbine is het aantal soorten broedvogels in het gebied met zeven toegenomen tot in totaal acht. De nieuwkomers (graspieper, witte en gele kwikstaart, tapuit, grasmus, kneu, fazant) betreffen ten dele soorten die als cultuurvolgers zijn aan te merken (witte kwikstaart, kneu, fazant). De toeneming betreft bij alle soorten slechts kleine aantallen (één tot drie broedparen). De van oudsher aanwezige soort (veldleeuwerik, 33-45 broedparen) ging niet in aantal achteruit (Karlsson 1987).

In Denemarken werd onderzoek aan broedende eenden en steltlopers uitgevoerd rond de grote windturbine (2 MW) nabij Tjæreborg. Tijdens het onderzoek, dat plaatsvond tijdens en na de bouw, stond de windturbine meestal stil (1988-1989 in totaal 1005 uur in werking). De verkregen gegevens wijzen volgens de onderzoekers op verstoring van in de omgeving broedende steltlopers (met name de kievit). Deze conclusie trokken de auteurs uit de door hen geconstateerde relatieve reductie van het aantal broedparen in het windturbinegebied (45 ha) ten opzichte van het controlegebied (255 ha), het mijden van de eerste 200 m rond de windturbine en een reductie van het broedsucces van de kievit in het windturbinegebied (Pedersen & Poulsen 1991). Bij de interpretatie van de gegevens doet zich echter het probleem voor dat de meest voorkomende steltloper, de kievit, in het onderzoekgebied clustervorming vertoont en van jaar tot jaar sterk wisselende broedplaatsen kan hebben (M.B. Pedersen, eigen waarneming 1987). In dit kader is het jammer dat de toeneming in het controlegebied (in de drie onderzoekjaren 39, 90 en 110 paren steltlopers, waarvan 30, 67 en 86 paren van de kievit) niet nader is geanalyseerd. Het is namelijk de vraag of de geconstateerde toeneming over het gehele controlegebied plaatsvond of dat dit slechts het geval

was in een beperkt deel ervan (clustervorming!). Dit is van cruciaal belang voor de interpretatie van de gegevens uit het windturbinegebied, waar in de drie onderzoekjaren 12, 13 en 6 paren steltlopers tot broeden kwamen (hiervan 9, 12 en 4 broedparen kievit). Vond de toeneming plaats in het gehele controlegebied dan lijkt het aannemelijk dat het aantal broedparen in het windturbinegebied hierbij achterbleef. Vond de toeneming in het controlegebied slechts in bepaalde delen plaats, dan is de conclusie dat de windturbine een negatieve invloed op het aantal broedparen in het windturbinegebied (45 ha) had, door de auteurs nauwelijks of niet onderbouwd. Het is tevens jammer dat bij de bewerking van de gegevens met het van jaar tot jaar wisselende grondgebruik geen rekening is gehouden. Hierover werden wel gegevens verzameld. Ook bij het door de auteurs geconstateerde mijden van de eerste 200 m rond de windturbine na plaatsing zijn enkele kanttekeningen op zijn plaats. Zo is het aantal nesten waarvan men in de drie onderzoekjaren de afstand tot de windturbine kon opmeten, klein te noemen (in 1987, 1988 en 1989 respectievelijk 19, 32 en 14 nesten), zeker wanneer men daarbij het betrokken gebied waarin dit gebeurde, in beschouwing neemt (tot 500 m van de windturbine). De toepassing van de statistiek ter toetsing van verschillen in de afstanden in de drie jaren is bovendien onduidelijk en voorzover natrekbaar onjuist. Bij de verwerking van deze gegevens is voorts geen rekening gehouden met het feit dat een straal van ongeveer 100 m rond deze windturbine tot 60 cm boven het maaiveld is opgehoogd en geplaveid. Dit gebied werd daardoor dus ongeschikt voor broedende steltlopers. Het is de vraag of een dergelijke ingreep tot het windturbine-effect moet worden gerekend. Rekent men dit er niet toe, dan verschillen de afstandscurves in de drie jaren niet of nauwelijks meer. Voorts heeft het door de auteurs genoemde broedsucces in werkelijkheid alleen betrekking op het nestsucces (aantal nesten waarvan ten minste één ei uitkwam). Dit nestsucces is alleen onderzocht in het windturbinegebied en in de ingreepjaren, waarbij het percentage nesten waarvoor geen plausibele oorzaak voor het nestsucces kon worden gevonden (plausibel: geheel of ten dele uitgekomen, gepredeerd, vernietigd door landbouwwerkzaamheden, verlaten door het te hoog worden van de vegetatie), werd toegeschreven aan verstoring door de windturbine. Dit nestsucces werd niet vergeleken met dat uit het controlegebied of uit jaren voor de ingreep. Voor de getrokken conclusie ontbreekt derhalve ieder bewijs. Hierbij moet worden bedacht dat het normaal is dat bij nestcontroles om de vijf dagen voor een deel van de nesten geen aanduiding van het nestsucces kan worden verkregen (vgl. Buker *et al.* 1984). De in het Deense onderzoek aangetroffen 6% mislukte nesten waarvoor geen verklaring kon worden gevonden, is niet afwijkend te noemen. De resultaten uit het Deense onderzoek zijn derhalve sterk aan discussie onderhevig.

Het onderzoek in noord Duitsland (Böttger *et al.* 1990) betrof negen reeds bestaande of in aanbouw zijnde windparken met kleine en/of middelgrote windturbines, waar in twee broedseizoenen broedvogels (eenden, steltlopers, zangvogels) op en rond de locaties werden geteld. Daarnaast konden op één locatie de vogels gedurende één broedseizoen voor en gedurende één seizoen na de bouw worden geïnventariseerd. Op grond van de verzamelde gegevens, die steeds geringe aantallen broedparen betreffen, concluderen de onderzoekers dat de geconstateerde verschillen steeds binnen de te verwachte natuurlijke fluctuaties liggen en derhalve niet zijn veroorzaakt door de windturbines. Een statistische onderbouwing, alsmede een vergelijking met gegevens uit situaties zonder windturbines, ontbreken hierbij. Ook de afstand tot waarop nog werd geteld, is onduidelijk.

Het Schotse onderzoek betrof een locatie met twee middelgrote en één grote windturbine (respectievelijk 250 kW, 300 kW en 3 MW) op een van de Orkney Eilanden (Mainland) (Meek *et al.* 1992). Hier werden gedurende één jaar voor de bouw (1981) en acht jaar daarna (1982-1987 bouwfase, ten dele operationeel; 1988-1989 meestal een tot twee, soms drie windturbines operationeel) de aanwezige broedvogels rond de locatie en in een controlegebied op twee kilometer afstand geteld. Van de zes onderzochte soort(groep)en (eenden, steltlopers, kleine jager en meeuwen, kleine zangvogels, roodkeelduiker, Schots sneeuwhoen; 30 soorten in totaal) bleek in het windturbinegebied alleen de roodkeelduiker significant af te zijn genomen na plaatsing van de windturbines (van vijf naar twee broedparen). Voor een deel lijkt dit te zijn veroorzaakt door menselijke verstoring tijdens de bouw, voor een deel doordat in een van de vliegroutes naar zee een windmeetmast werd gebouwd. Het aantal broedparen van eenden, Schots sneeuwhoen, steltlopers (waaronder scholekster, kievit en tureluur), kleine jager/meeuwen en kleine zangvogels werd niet beïnvloed door de komst van de drie windturbines.

Winkelman (1984a) onderzocht de mogelijke biotoopverstoring door kleine windturbines door een beschrijving van de omgeving van 60 over Nederland verspreid staande kleine windturbines en van het daar (te verwachten) vogelleven te maken. Deze windturbines bleken steeds binnen de invloedssfeer van reeds aanwezige storende elementen als wegen, bebouwing en industrieterreinen te liggen, zodat werd aangenomen dat zij geen (extra) verstoring van broedende vogels tot gevolg hadden.

Voorts werden in het onderzoek bij de middelgrote windturbines op de Kreekraksluizen, Zeeland (Musters *et al.* 1991) voor en na de bouw tellingen van broedende vogels verricht. De tellingen na de bouw werden echter niet voltooid, zodat door de auteurs geen uitspraak over een eventueel verstorend effect gedaan kon worden.

Voorts is op een aantal windturbine(park)locaties onderzoek aan broedvogels gedaan door voor de bouw van de windturbine of het windpark (Henderson 1986, Orloff *et al.* 1991) of na de bouw (Møller & Poulsen 1984) broedvogels in en rond de locaties te tellen ter inschatting van het mogelijke effect. Deze laatste onderzoeken geven geen antwoord op het werkelijke verstorende effect van de windturbines op de broedvogels.

7.2.2 Overige literatuurgegevens

Gegevens over (stationaire) verstoring van broedvogels door aanwezige obstakels anders dan windturbines zijn minder schaars. Zij hebben vaak betrekking op verstoring van broedende weidevogels door aanwezige objecten in het landschap als hoogspanningsleidingen, boerderijen of (verkeer op) wegen (vgl. Van Orden *et al.* 1973, Veen 1973, Van der Zande 1975, Beintema & Van den Bergh 1977, De Jong 1977, Wind 1977, Van der Zande *et al.* 1980a, Verstrael *et al.* 1983, Reijnen & Foppen 1991a; vgl. voor een overzicht Winkelman 1984a). Voorts zijn gegevens bekend van de verstorende invloed van recreatie op bosvogels (Wiehe 1973, Saris 1976, Waardenburg 1976, Van der Zande *et al.* 1984, Van der Zande & Vos 1984), duinvogels (Van der Zande

et al. 1980b, De Roos 1981) en moeras-, heide- en watervogels (Reichholf 1976, Koopman 1977, Tydeman 1977, Erwin 1980, Yalden & Yalden 1989, 1990) (vgl. voor een overzicht ook Winkelman 1984a), van verkeer op zangvogels in bossen en grienden (Reijnen & Thissen 1986, Reijnen & Foppen 1991b) en van bijvoorbeeld vliegverkeer of militaire oefeningen op vogels (vgl. bijvoorbeeld Smit & Visser 1989).

In het kader van het verstoringsonderzoek aan broedvogels te Oosterbierum zijn de literatuurgegevens over weidevogels van belang. In bijlage 39 is een samenvatting gegeven van de in bovengenoemde literatuur gegeven maximale afstanden tot waarop nog verstoring van weidevogels door verschillende typen verstoringsbronnen meetbaar was. Deze afstand blijkt, afhankelijk van de vogelsoort en van het type obstakel, meestal enkele honderden meters te bedragen, maar kon oplopen tot boven de 1000 m. Het meest verstoringsgevoelig is over het algemeen de tureluur, gevolgd door de grutto en daarna de kievit. De scholekster is over het algemeen het minst of niet gevoelig. De in deze bijlage genoemde verstoring door wegen, boerderijen of andere bebouwing kan worden veroorzaakt door de aanwezigheid van deze obstakels sec (stationair object, indirecte verstoring, vgl. 7.1), maar ook door verkeer of andere bewegende objecten als mensen en dieren (direct). Veelal is deze verstoring echter niet te scheiden van de met de aanwezigheid van de obstakels samengaande veranderingen in waterhuishouding en grondgebruik en daarmee eveneens gepaard gaande veranderingen in de vegetatie. Zo zijn aan wegen en boerderijen grenzende landerijen beter te bereiken en worden daardoor vaak intensiever (voor vogels ongunstiger) beheerd dan verderweg gelegen percelen (vgl. onder andere Beinema & Van den Bergh 1977). Dergelijke gecombineerde effecten, waarbij ook door de verstoringsbron (indirect) veroorzaakte veranderingen in de vegetatie een rol kunnen spelen op de aantallen aanwezige broedvogels, zijn ook bekend van bijvoorbeeld recreatie-activiteiten (vgl. Robertson & Flood 1980) en militaire activiteiten (vgl. Severinghaus & Severinghaus 1982). Bij wegen kan de verstoring zowel visueel van aard zijn (langsrijdende auto's) als auditief (geluidsbelasting). Ook hierbij geldt dat beide moeilijk van elkaar zijn te scheiden, maar Reijnen & Foppen (1991b) veronderstellen dat bij weidevogels het door het verkeer op de wegen voorgebrachte geluid hoofdoorzaak voor de door hen aangetoonde verstoring is. Door hen wordt een drempelwaarde van 48 dB(A) voor weidevogels gegeven. Bij geluidsniveaus hoger dan 48 dB(A) trad in hun onderzoek een aantoonbare verstoring op.

7.3 Verstoring van pleisterende vogels

7.3.1 Verstoring door windturbines

Ook verstoring van pleisterende vogels door windturbines in het vrije veld is inmiddels op diverse plaatsen onderwerp van onderzoek geweest. Zo zijn op dit moment kwantitatieve gegevens voorhanden uit Nederland (verstoringsafstanden en omvang) en Denemarken (verstoringsafstanden) en kwalitatieve

gegevens behalve uit de reeds genoemde landen ook uit noord Duitsland, Californië (USA) en de UK.

Winkelman (1989) trof in het windpark bij Urk (lijnopstelling van 25 middelgrote windturbines) verstoring aan van 's winters op het aangrenzende open water pleisterende wilde eenden, tafeleenden, kuifeenden en brilduikers. Deze verstoring was aantoonbaar tot op een afstand van 300 m van de windturbines. De verstoringsfactor lag meestal tussen 1 en 5 (reductie met 0-80%), maar liep in 10% van de gevallen op tot boven de 10 (reductie met 90% of meer). Geen tot weinig verstorend effect werd gevonden voor meeuwen (als soortgroep), fuut, meerkoet en stormmeeuw. Een positief effect kon worden aangetoond voor kokmeeuw en een mogelijk positief effect voor toppereend. Ook bij 's winters op het aangrenzende land foeragerende zwanen leek van enige verstorende werking sprake. De verstorende werking zou zich tot 200 m van de windturbines uitstrekken.

Ornis Consult (1989) stelde in Denemarken in een onderzoek naar de verstoring door kleine windturbines in lijn- en clusteropstelling vast dat foeragerende kleine rietganzen een in een open agrarisch landschap opgestelde lijnopstelling (nabij Vrist) niet dichter dan 400 m afstand benaderden. Voorts constateerden zij dat pleisterende goudplevieren na plaatsing van een lijnopstelling van drie kleine windturbines (55 kW, nabij Sio) het gebied volledig meden. Op grond van waarnemingen bij andere windparken veronderstellen zij dat verstoring door windturbines ook kan optreden bij soorten als de pijlstaart.

Böttger *et al.* (1990) maakten een overwegend kwalitatieve beschrijving van het vogelleven op en rond tien reeds bestaande locaties met kleine en middelgrote windturbines in noord Duitsland. Het betrof vooral eenden, steltlopers, meeuwen en zangvogels. Uit het ontbreken van wulpen en goudplevieren en het relatief minder vaak voorkomen in bovendien kleinere groepen van kievit, stormmeeuw, zilvermeeuw en kokmeeuw in enkele van deze windparken in vergelijking met 'de omgeving' leidden de onderzoekers af dat deze vogelsoorten verstoring ondervonden van de windturbines. Gegevens uit de situaties zonder windpark ontbreken. De conclusies werden niet statistisch onderbouwd.

Pedersen & Poulsen (1991) onderzochten de verstorende werking van de grote windturbine (2 MW) bij Tjæreborg (Denemarken) door gedurende drie jaar tijdens de bouw en bij de overwegend stilstaande windturbine de pleisterende vogels in een ruim gebied rond de locatie te tellen. Gegevens uit de situatie voor de bouw en bij de operationele windturbine ontbreken. Op grond van een statistische vergelijking van de relatieve cumulatieve verspreiding op 300 ha land rond de windturbine, uitgezet in afstandsklassen van 100 m (maximale afstand 800 m) kwamen zij tot de conclusie dat afhankelijk van het jaar de regenwulp volledig ontbrak tot een afstand van 200-700 à 800 m, de goudplevier tot 400-700 m, de wulp tot 300-700 m, de kievit tot 300-500 m, de kraai tot 400 m en stormmeeuw, kokmeeuw en spreeuw tot 200-400 m. Foeragerende vogels bleken zich aanzienlijk dichter bij de windturbines te kunnen ophouden dan rustende vogels (alle vogels samen 200 respectievelijk 400 m, roofvogels 200 respectievelijk 400 m, steltlopers beide 500 m, meeuwen 200 en 500 m). Bestudering van de in het rapport gepresenteerde gegevens leert overigens dat deze conclusie voor spreeuwen niet lijkt op te gaan (500 en 300 m). Het is opvallend dat in de vijf figuren met ruimtelijke verspreidingspatronen sprake is van een sterke clustering in het voorkomen

van de onderzochte soort(groep)en, waarbij ook andere delen van het telgebied dan de windturbinelocatie zelf tamelijk vogelloos blijken te zijn. Bij de statistische uitwerking is hiermee helaas in het geheel geen rekening gehouden. Dit geldt ook voor het wisselende grondgebruik in het telgebied en het volledig ongeschikt raken van de eerste 100 m rond de windturbine (vgl. 7.2.1). Het blijft dus de vraag of wij hier inderdaad met verstoring (volledig) veroorzaakt door de windturbine van doen hebben.

Musters *et al.* (1991) onderzochten het verstorende effect van vijf middelgrote windturbines op de Kreekraksluizen in Zeeland. Bij de opzet hiervan volgden zij voor een deel het reeds door Winkelman (1989, 1990b) beschreven BACI-model (vgl. ook Stewart-Oaten *et al.* 1986). De auteurs bleken, mede door een ongelukkige ligging van controlegebieden, helaas niet in staat een antwoord te geven op de vraag of het windpark op de Kreekraksluizen een verstorende werking op de aldaar pleisterende vogels heeft.

Behalve genoemde onderzoeken is nog het onderzoek van Winkelman (1984) bekend, waarin ten behoeve van de vraag naar mogelijke biotoopverstoring een beschrijving werd gemaakt van de omgeving van 60 over Nederland verspreid staande kleine windturbines en van het (te verwachten) vogelleven aldaar. Deze windturbines bleken steeds binnen de invloedssfeer van reeds aanwezige storende elementen als wegen, bebouwing en industrieterreinen te liggen, zodat werd aangenomen dat zij geen (extra) verstoring van broedende of foeragerende vogels tot gevolg hebben gehad. Daarnaast is literatuur aanwezig over inventarisaties op toekomstige windturbinelocaties (Henderson 1986, UK, Jones & Stokes Associates 1987, Orloff *et al.* 1991, beide onderzoeken Californië, USA) of bij reeds bestaande windturbines (Møller & Poulsen 1984, Denemarken) ter inschatting van het eventuele effect. Deze onderzoeken geven geen antwoord op het werkelijke verstorende effect van de windturbines op pleisterende vogels in de omgeving.

7.3.2 Overige literatuurgegevens

Over verstoring van pleisterende vogels door andere verstoringsbronnen dan windturbines is vaak niet meer bekend dan dat er verstoring kan optreden. Daarnaast zijn vooral veranderingen in gedrag en opvliegafstanden bij nadering van een object bestudeerd. Kwantitatieve studies over indirecte effecten zijn schaars.

De meeste literatuur over verstoring van vogels buiten het broedseizoen handelt over directe, visuele effecten op zich op open water bevindende vogels door zich hierover verplaatsende verstoringsbronnen (met name recreatief gebruik van zeilplanken en roei-, zeil-, model- of motorboten, waterskiën etc.) en in mindere mate ook over 'stationaire' bronnen als hengelaars in boten of op de oever (Hume 1976, Batten 1977, Burger 1981, Pedroli 1982, Brouwer & Daalder 1984, Tuite *et al.* 1984a, 1984b, Bell & Austin 1985, Korschgen *et al.* 1985, Kuyk 1985, Cryer *et al.* 1987, Bamford *et al.* 1990). Literatuur over verstoring van niet op open water pleisterende vogels door andere verstoringsbronnen dan windturbines is er voor ganzen, met name rotgans en kleine rietgans (Owen 1972, 1973, Owens 1977, Schilperoord & Schilperoord-Huis-

man 1981, Mooij 1982, Gerdes & Reepmeyer 1983, Madsen 1985, Norriss & Wilson 1988), voor zich op oevers en slikken langs open water bevindende meeuwen, sterns, eenden en steltlopers (Burger 1981, 1986) en voor (overtijende) wadvogels (vgl. Glimmerveen & Went 1984, Blankestijn *et al.* 1986, Smit 1986, Visser 1986, Platteeuw 1987). De bestaande literatuur betreft dus in hoofdzaak situaties en soorten die in het Oosterbierum-onderzoek geen rol speelden (vgl. bijvoorbeeld ook Boyle & Samson 1985). Voor een uitgebreide samenvatting van de genoemde literatuur betreffende verstoring van zich op open water bevindende vogels kan worden verwezen naar Winkelman (1989) en Ward (1990). Verstoring van zich op land bevindende vogels wordt hieronder nader toegelicht.

7.3.3 Literatuur over verstoring van zich op land bevindende vogels

In deze literatuur ligt de nadruk op visuele aspecten en directe effecten, waarbij de aandacht vooral is gericht op de afstand waarop vogels bij nadering van een zich verplaatsende verstoringsbron opvliegen. De mate van verstoring, c.q. de afstand waarop vogels opvliegen, is hierbij afhankelijk van de aard van het verstorende object, de intensiteit van de verstoring, de mate van beschutting in het gebied, de vogelsoort, de activiteit van de vogels, de groepsgrootte, de aanwezigheid van alternatieve gebieden in de omgeving en (bij foerageerende vogels) de mate waarin voedsel in het gebied aanwezig is. Groepen en families reageren vaak al op grotere afstand dan individuen. Grote groepen vliegen vaak eerder op dan kleine. Veel soorten tolereren bovendien vaak een dichtere benadering wanneer het medium waarop zij zich bevinden, verschilt met dat waarop de verstoringsbron zich bevindt.

Zo bedraagt voor pleisterende ganzen de opvliegafstand meestal enkele tientallen tot enkele honderden meters, voor overtijende wulpen, rosse grutto's en scholeksters enkele tientallen meters tot maximaal 200 m (wulpen het meest, scholeksters het minst gevoelig). Scholeksters komen bovendien sneller en in grotere aantallen terug na passage van een verstoringsbron dan bij wulpen het geval is. Aan het begin van de broedtijd, wanneer de vogels nog niet vast op het nest zitten, reageren op uitgestrekte open heidevegetatie broedende goudplevieren op een maximum-afstand van 200 m nog op de aanwezigheid van mensen. Wanneer zij jongen hebben, is deze afstand ongeveer 187 m (Owen 1972, 1973, Zegers 1973, Owens 1977, Schilperoord & Schilperoord-Huisman 1981, Glimmerveen & Went 1984, Madsen 1985, Blankestijn *et al.* 1986, Yalden & Yalden 1989, 1990, Ward 1990).

Bij recreatie op oevers bleken stationaire en langzaam bewegende objecten (wandelaars, pierenstekers, paardrijders) geen effect te hebben op sterns, meeuwen, eenden, reigers en steltlopers. Sneller bewegende verstoringsbronnen (joggers, grasmaaiers) deden de genoemde soortgroepen opvliegen, waarbij eenden zich naar het midden van het aan de oevers grenzende meer verplaatsten, reigers en steltlopers meestal ver wegvlogen, terwijl meeuwen en sterns na passage van de verstoringsbron snel terugkwamen (Burger 1981). Totaal bezien liet 30% van de steltlopers zich niet door menselijke aanwezigheid op of nabij de oevers verstoren, vloog 22-44% (afhankelijk van

de plaats) op naar nabijgelegen plekken langs de oever, en vloog 25-48% geheel weg (Burger 1986).

Daarnaast zijn indirecte effecten van verstoring van ganzen door verkeer op wegen bestudeerd (Schilperoord & Schilperoord-Huisman 1981, Mooij 1982, Madsen 1985). Bij toenemende verkeersdrukte neemt ook de afstand waarop de vogels worden verstoord, toe. Bij rustige wegen wordt de strook land tussen 0-250 m van de weg sporadisch door ganzen gebruikt. Tussen 250 en 350 m gebeurt dit al veel frequenter. Bij voedselschaarste, welke vooral in de loop van een seizoen kan optreden, treedt echter snelle gewenning aan verkeer op (Owen 1973, Owens 1977). Ook landschapselementen zoals bomenrijen, houtsingels en dijken (rond het windpark te Oosterbierum nagenoeg ontbrekend), die het vrije uitzicht op zich bewegende verstoringsbronnen en bijvoorbeeld predatoren belemmeren, worden meestal niet verder dan 200-300 m afstand benaderd (Gerdes & Reepmeyer 1983, Madsen 1985). Wel bleek dat, toen in de Duitse Dollard de intensieve jacht vanaf de zeedijk werd gestopt, de naderingsafstand van de ganzen tot deze dijk in de loop van enkele jaren steeds kleiner werd. Op een gegeven moment foerageerden de ganzen zelfs aan de voet van de dijk (Gerdes & Reepmeyer 1983). Overwinterende kolganzen die slechts een klein voedselgebied ter beschikking hadden, bleken in een dergelijk gebied minder gevoelig voor (menselijke) verstoring dan in grote gebieden met voldoende voedsel (Norriss & Wilson 1988). Het mijden van een gebied ten gevolge van de aanleg van een langdurige ingreep is ook beschreven door Brilman (1989, in Smit & Visser 1989). In de buurt van een ULV-veld op Schouwen-Duiveland daalde na de aanleg het aantal pleisterende kleine zwanen sterk.

Wat betreft verstoring door geluid, kan worden gesteld dat de meeste literatuur hierbij handelt over (tijdelijke) gedragsveranderingen ten gevolge van plotselinge en/of onregelmatige geluidsbronnen (vgl. Dufour 1981). Over effecten van een blijvend toegenomen achtergrondgeluid in een gebied, zoals het geval is bij een operationeel windpark, is weinig tot niets bekend. Thorpe (1969) stelt dat door toeneming van het achtergrondgeluid processen die de populatiedichtheid in een gebied bepalen, nadelig kunnen worden beïnvloed. Bij foerageerende en pleisterende vogels kan hierbij worden gedacht aan verminderde prooidetectie en ontsnappingskansen aan predatoren. Smit (1986) stelde aan de hand van activiteitsprotocollen vast dat schietoefeningen in gebieden met veel militaire geluidsproduktie weinig reacties bij aanwezige vogels teweegbrachten. Wel bleek de diversiteit aan vogels lager. Sommige soorten kwamen echter juist in dit verstoorde gebied (meer) voor (kokmeeuw, stormmeeuw) of vertoonden geen effect (onder andere wilde eend, scholekster, wulp, zilvermeeuw). Over het algemeen wordt aangenomen dat voor foerageerende vogels continu aanwezige en regelmatig werkende verstoringsbronnen minder afschrikwekkend zijn dan onverwachte of onregelmatig werkende verstoringsbronnen. Bovendien treedt aan het eerste type snel gewenning op (Owen 1972, 1973, Owens 1977, Inglis 1980, Slater 1980). Ook Platteeuw (1987) kwam tot de conclusie dat foerageerende wadvogels zich niet zo snel door geluiden laten verstoren. In het windpark in Oosterbierum werd voorts door ons vastgesteld dat het af en toe kruien van de windturbines, dat tot 1990 gepaard ging met een knallend, mitrailleurachtig geluid dat tot in de omliggende dorpen goed was te horen, aanvankelijk het op- en ook wegvliegen van vogels (meeuwen) teweegbracht, maar later slechts werd gevolgd door kortstondig opspringen of opkijken.

7.4 Verstoring van trekvogels overdag

7.4.1 Verstoring door windturbines

Over verstoring van vogeltrek overdag door windturbines staat één onderzoek ter beschikking dat op grond van systematische tellingen van de trek ter hoogte van een windturbine en op een controlepunt, ingaat op de verandering van de aantallen passerende vogels ter plekke. In zuid Zweden werden gedurende in totaal ruim 18 uur (waarvan negen uur bij een draaiende rotor) verspreid over negen dagen in de periode 11-28 oktober 1983 bij de grote windturbine (3 MW) te Maglarp 's ochtends vroeg tellingen aan dagtrek verricht. De tellingen werden uitgevoerd op drie telposten die in een lijn min of meer loodrecht op de trekrichting lagen: één bij de windturbine, één 2 km ten noorden en één 2 km ten zuiden (aan de kust) daarvan. Bij draaiende wieken werd bij de windturbine maar 3,6% van de verwachte trek waargenomen, bij stilstaande wieken was dit 43% van de verwachte aantallen (Karlsson 1987). Hierbij werd ervan uitgegaan dat de trek tussen de twee referentiepunten, die aan weerszijden van de windturbine lagen, lineair verschilden: aan de kust de meeste trek, in het binnenland de minste trek, bij de windturbine ertussen de helft van het verschil. Er zijn echter geen tellingen uit de ongestoorde situatie die deze aanname kunnen bevestigen.

In Denemarken werd gedurende 64 uur verdeeld over het jaar de positie van overdag langstrekkende vogels ten opzichte van de grote windturbine te Tjæreborg bepaald met een aangepaste scheepsradar (Pedersen & Poulsen 1991). Door deze radar werden vooral vogels vanaf spreeuw- of goudplevier-grootte waargenomen (M. Pedersen & E. Poulsen). Uit de figuren in Pedersen & Poulsen (1991) valt af te leiden dat vogels de eerste 50 m rond de stilstaande windturbine meden, waarbij de reductie uitgaande van breedfronttrek in de normale situatie een factor 4 (reductie met 75%) zou kunnen bedragen (gebaseerd op in totaal 808 waarnemingen van langstrekkende vogels). Bij draaiende wieken (N = 114) liep deze afstand op tot 150 m. Uit de bijbehorende figuur kan worden gehaald dat de reductiefactor binnen de eerste 50 m rond de 5,5 (reductie met 82%) zou kunnen bedragen en tussen 50 en 150 m een factor 2,8 (reductie met 64%). Volgens de gepresenteerde figuren zou geen enkele vogel over de windturbine heen zijn gevlogen. Gezien de waarnemingen elders (vgl. dit onderzoek en bijvoorbeeld Böttger *et al.* 1990) lijkt dit onwaarschijnlijk. Rond de windturbine bedroeg de maximale hoogte waarop vogels op het radarscherm konden worden gezien, namelijk ongeveer 300 m. De auteurs gaan op dit verschijnsel niet in. Of en zo ja, in welke mate de stilstaande en de draaiende windturbine verstorend werkte op de radarwaarnemingen wordt door de auteurs ook niet aangegeven. De hierboven afgeleide conclusies komen hierdoor op losse schroeven te staan.

In noord Duitsland werd geconstateerd dat bij een windpark met een grote windturbinedichtheid trekvogels het windpark in zijn geheel meden. Bij andere, ruimer opgezette windparken werden wel reacties maar nooit een volledig mijden waargenomen (T. Clemens & E. Hartwig). Hierover zijn echter door de onderzoekers geen systematische gegevens verzameld (zie ook Böttger *et al.* 1990).

Voorts is onderzoek gedaan aan de dagtrek door vóór de bouw van een windturbine (Byrne 1983, Henderson 1986) of in de buurt van de windturbine (Møller & Poulsen 1984, Pacific Gas & Electric Company 1985, Jones & Stokes Associates 1987, Van Swelm 1988, Böttger *et al.* 1990) de aantallen passerende vogels te tellen ter inschatting van het mogelijke effect. Deze onderzoeken geven geen antwoord op het werkelijk verstorende effect van windturbines op de aantallen passerende trekvogels.

7.4.2 Overige literatuurgegevens

Over een negatieve beïnvloeding van dagtrekkers door andere objecten dan windturbines is alleen literatuur bekend over landschapstypen en elementen in het landschap die de richting van de trek (bijvoorbeeld stuwing langs kustlijnen) en de soortensamenstelling van de trek beïnvloeden (vgl. Daanje 1933, Gruys-Casimir 1965, Rabøl & Noer 1973, Rabøl 1974, Landelijke Werkgroep Vogeltrektellen 1987). Over een verstorende werking door niet-natuurlijke objecten zoals bedoeld in het onderhavige onderzoek, bleek geen literatuur voorhanden.

7.5 Het windpark te Oosterbierum

7.5.1 Methoden van onderzoek

Een probleem bij het aantonen van verstoring door een bepaald obstakel of door een bepaalde gebeurtenis is dat een aangetoonde correlatie nog geen oorzakelijk verband behoeft in te houden (schijncorrelatie). De oorzaak voor de gevonden gedrags- of aantalswijziging wordt dan geheel of mede veroorzaakt door andere niet in beschouwing genomen factoren. Dit probleem doet zich vooral voor wanneer gegevens worden vergeleken uit het ingreepgebied voor en na de ingreep, zonder dat een controlegebied daarbij wordt betrokken of wanneer een controlegebied wordt vergeleken met het ingreepgebied zonder dat gegevens uit de periode voor de ingreep beschikbaar zijn. Dit laatste doet zich veelvuldig bij windturbine-vogelonderzoek elders voor. Ook kunnen problemen optreden wanneer het controlegebied niet groot genoeg is of geheel binnen de invloedssfeer van de ingreep ligt. Er wordt daarbij uitgegaan van de aanname dat de aantallen alleen worden beïnvloed door de te onderzoeken factor respectievelijk dat de vogels in het gehele gebied op gelijke wijze zijn verspreid en zonder ingreep in aantallen stabiel zouden zijn gebleven.

Met het in het onderhavige onderzoek gehanteerde BACI-model worden dergelijke interpretatieproblemen voor een groot deel ondervangen. Door tegelijkertijd gegevens voor en na de ingreep uit zowel een controle- als het ingreepgebied door middel van verhoudingen te vergelijken, wordt rekening

gehouden met aantalsveranderingen in het gehele gebied die niets met het windpark te maken hebben, en waarvan de oorzaak onduidelijk kan zijn. Plaatselijke aantalsveranderingen in het controlegebied die niet aan het windpark zijn te wijten, kunnen (deels) worden ondervangen door het controlegebied in kleinere delen op te delen en de statistische toetsing voor deze deelgebieden te herhalen. Via interpretatie van de verkregen resultaten aan de hand van kennis over eventuele andere gebeurtenissen in de deelgebieden kan dan hierover een idee worden verkregen. Er wordt verondersteld dat de in Oosterbierum gehanteerde zone-indeling van het controlegebied bij de analyse van de broedvogelgegevens en de gegevens van pleisterende vogels hiervoor een goede aanpak is geweest. Ook de grootte van het controlegebied bij broedvogels en pleisterende vogels wordt in Oosterbierum voldoende geacht. Immers, daarbuiten gaan verstorende invloeden van aangrenzende dorpen en wegen juist een rol spelen. Bij de trekvogels werd het controlepunt zodanig gekozen, dat deze buiten de eventuele invloed van het windpark lag (de windturbines zijn door de tussenliggende bebouwing van Oosterbierum vanaf de telpost op de waddendijk nauwelijks te zien).

7.5.2 Broedvogels

Het windpark te Oosterbierum blijkt tijdens de bouw, de half-operationele situatie en het eerste seizoen met operationele windturbines geen (significant) negatief effect te hebben gehad op het aantal aanwezige broedparen van de vier onderzochte soorten weidevogels en de verspreiding daarvan. Ook de resultaten van andere onderzoeken aan broedvogels nabij windturbines wijzen op één geval na tot nu toe niet op een verstorende werking op deze vogelgroep.

Dit strookt niet met wat op grond van de algemene literatuur aangaande verstoring van weidevogels verwacht zou kunnen worden. Zoals al in 7.2.2 naar voren kwam, zou enige verstoring toch wel meetbaar moeten zijn geweest voor in ieder geval de grutto en de kievit, en alhoewel de beschikbare aantallen steeds klein zijn, ook voor de tureluur. De in de literatuur geconstateerde effecten zijn echter mogelijk geheel verstrengeld met effecten veroorzaakt door veranderingen in landbouwkundig gebruik nabij of ten gevolge van de verstoringsbronnen (vgl. ook 7.2.2). In Oosterbierum werd hiervoor gecorrigeerd.

Een andere verklaring zou kunnen zijn dat de lange aanlegperiode van het windpark een geleidelijke gewenning onder de aanwezige broedvogels heeft veroorzaakt. De volledig operationele fase in het voorjaar van 1991 werd door deze broedvogels daardoor niet meer als een reëel gevaar ervaren, zodat geen aantoonbare verstoring van broedvogels optrad (vgl. Inglis 1980). Voorts is het mogelijk dat plaatstrouw aan het broedgebied, welke zich bij weidevogels tot op perceelniveau kan voordoen, en de relatief lange levensduur van de betrokken soorten, hierbij een rol spelen. Een negatief effect zou zich dan pas gaan voordoen bij vervanging van de huidige broedvogels door nieuwe. In het geval van Oosterbierum zal dit zich dan de komende jaren moeten gaan voordoen (vgl. De Roos 1981, die pas in het tweede jaar na openstelling van een voorheen voor publiek gesloten gebied en sluiting van een voorheen

opengesteld gebied significante effecten op de aantallen broedende scholeksters in beide gebieden aantrof). Ook bij de andere windparkonderzoeken is de totale studieduur over het algemeen te kort geweest om een effect op langere termijn uit te sluiten. De in het windpark te Oosterbierum geconstateerde, niet-significante (relatieve) reductie van scholekster en kievit geeft in ieder geval aanleiding voorzichtig met bovenstaande conclusies om te springen. Slechts voortzetting van het broedvogelonderzoek in de situatie met volledig operationeel windpark kan hier meer licht op werpen.

Reijnen & Foppen (1991a) stelden bij snelwegen voor broedende weidevogels een drempelwaarde van gemiddeld 48 dB(A) vast waaronder geen reductie van het aantal broedparen meer kon worden aangetoond. Bij geluidsniveaus hierboven trad aantoonbare verstoring op. Het meest gevoelig was de grutto met een drempelwaarde van 43 dB(A). Bij het windpark in Oosterbierum zijn op maaiveldhoogte benedenwinds geluidsniveaus gemeten van 41-43 dB(A) op 100 m (bij een windsnelheid van 5m/sec) en van 37-40 dB(A) en 34-37 dB(A) op respectievelijk 250 en 400 m afstand van het windpark (bij 7m/sec). Deze waarden liggen onder de door Reijnen & Foppen (1991a) gevonden drempelwaarden. Dit betekent dat het door het windpark veroorzaakte geluidsniveau geen invloed kan hebben (gehad) op de aantallen broedparen na de ingebruikneming van het windpark.

7.5.3 Pleisterende vogels

De te Oosterbierum gevonden verstoring en bijbehorende maximale verstoringsafstanden tijdens de bouwfase en in de operationele situatie van het windpark worden bevestigd door de resultaten van verscheidene andere onderzoekingen, inclusief die in windparken. De gevoeligheid voor verstoring ('gevoelig', 'licht gevoelig', 'niet gevoelig' of (indien verstoring in veel situaties werd aangetoond) 'sterk gevoelig') wordt hierna voor de 14 soort(groep)en die in Oosterbierum een rol speelden, aan de hand van de literatuur (vgl. 7.3.1, 7.3.2) en de verkregen onderzoekresultaten uit Oosterbierum globaal omschreven. Daarbij moet worden bedacht dat de mate van gevoeligheid mede wordt bepaald door plaatselijke omstandigheden. Indien de gevoeligheid tijdens de bouwfase en half-operationele situatie in Oosterbierum verschilde van die tijdens de operationele fase, is dit vermeld. Conclusies welke (mede) slaan op resultaten bij windturbines elders, zijn aangegeven met (*). Deze 14 soort(groep)en zijn:

- *wilde eend* op open water sterk gevoelig, op oever licht tot niet gevoelig (*), in Oosterbierum niet gevoelig tijdens bouwfase en half-operationele situatie, gevoelig in operationele fase;

- *kuifeend* op open water licht tot sterk gevoelig (*), in Oosterbierum gevoelig;

- *meerkoet* op open water en op oever licht tot niet gevoelig (*), in Oosterbierum gevoelig;

- *scholekster* op hoogwatervluchtplaats licht gevoelig, in Oosterbierum niet gevoelig tijdens bouwfase en half-operationele situatie, gevoelig in operationele fase;

- *goudplevier* op land sterk gevoelig (*), in Oosterbierum (sterk) gevoelig;

- *kievit* mogelijk gevoelig (*), Oosterbierum gevoelig;

- *wulp* sterk gevoelig (*), in Oosterbierum sterk gevoelig;

- *steltlopers* op oever sterk gevoelig, op land mogelijk gevoelig (*), in Oosterbierum gevoelig;

- *meeuwen* als soortgroep op en nabij oevers licht tot niet gevoelig (*), op land mogelijk gevoelig (*), in Oosterbierum niet gevoelig tijdens bouwfase en half-operationele situatie, gevoelig in operationele fase;

- *stormmeeuw* op en nabij oevers licht tot niet gevoelig (*), op land mogelijk gevoelig (*), in Oosterbierum niet gevoelig tijdens bouwfase en half-operationele situatie, gevoelig in operationele fase;

- *zilvermeeuw* op land mogelijk gevoelig (*), Oosterbierum mogelijk niet gevoelig tijdens bouwfase en half-operationele situatie, gevoelig in operationele fase;

- *kokmeeuw* op en nabij oevers licht tot niet gevoelig (*), op land mogelijk gevoelig (*), in Oosterbierum niet gevoelig;

- *kraai* mogelijk gevoelig (*), Oosterbierum niet gevoelig; en

- *spreeuw* mogelijk gevoelig (*), Oosterbierum niet gevoelig.

In bovenstaand overzicht valt op dat van de soorten waarvan uit de literatuur de verstoringsgevoeligheid bekend is, deze meestal overeenkomt met die welke te Oosterbierum is gevonden. Over de verstoringsgevoeligheid van pleisterende en foeragerende soorten als duiven is in de literatuur niets gevonden. Ook over zilvermeeuw, kievit, kraaien en spreeuw zijn de gegevens uitermate schaars. De in Oosterbierum gevonden waarde voor het geluidsniveau op 100 m afstand van het windpark (bij lage windsnelheid 41-43 dB(A) op maaiveldhoogte, benedenwinds gemeten) komt dicht in de buurt van de drempelwaarde voor de meest gevoelige weidevogel. Bij broedende weidevogels werd door Reijnen & Foppen (1991a) een gemiddelde drempelwaarde van 48 dB(A) vastgesteld waaronder geen verstoring meer optrad (hoogste waarde voor grutto 43 dB(A)). Indien sommige soorten pleisterende en foeragerende vogels gevoeliger zijn voor geluid dan broedende vogels, zou het door het windpark veroorzaakte geluidsniveau oorzaak van de geconstateerde verstoring kunnen zijn, en niet zozeer het visuele aspect. Voor pleisterende en foeragerende vogels zijn dergelijke drempelwaarden echter niet beschikbaar, zodat hierover niet meer dan speculatief kan worden geschreven. Geluid en draaien gaan bij windturbines bovendien altijd samen. Wel is het zo dat indien het geluid als hoofdeffect kan worden beschouwd, de produktie van geluidarme(re) windturbines in het voordeel van de vogels kan zijn, doordat bij lagere geluidsniveaus minder verstoring zou kunnen optreden.

Ook de te Oosterbierum gevonden maximale afstanden waarop nog verstoring kon worden vastgesteld, komen goed overeen met die uit de overige literatuur betreffende windturbines en andere permanente verstoringsbronnen. Steeds keren afstanden terug die maximaal tussen 250 en 500 m liggen. Wat betreft de omvang van de geconstateerde effecten, moet worden gesteld dat hierover slechts vergelijkbare gegevens uit het onderzoek in het windpark nabij Urk beschikbaar zijn (Winkelman 1989). Over het algemeen komen de in Oosterbierum gevonden verstoringsfactoren overeen of zijn wat groter dan in Urk het geval was.

7.5.4 Trekvogels

De aangetoonde verstoring van trekvogels door het windpark te Oosterbierum wordt bevestigd door de schaarse literatuur op dit gebied. Ook het resultaat dat bij draaiende windturbines de verstoring groter kan zijn dan bij stilstaande het geval is, alsmede het resultaat dat bij een grote windturbinedichtheid de verstoring groter kan zijn dan bij minder windturbines op dezelfde oppervlakte, worden door de schaarse waarnemingen elders bevestigd. Ook de soms forse omvang van de geconstateerde verstoring lijkt niet abnormaal. Het betreft dan steeds uitspraken voor trekvogels in het algemeen. Op soort(groep)niveau zijn geen vergelijkbare gegevens van andere onderzoeken voorhanden.

Opvallend in de resultaten is dat de vogels die door het windpark negatief werden beïnvloed, het windpark of meden, of het passeerden door samen te ballen. Het (blijvend) uiteenvallen van groepen bleek niet voor te komen. Het samenballen van vogels treedt vaak op bij nadering van predatoren en kan als een individuele beschermingsmaatregel worden gezien (in een grote groep loopt een individu minder kans gepakt te worden). Het uiteenvallen van groepen kan meer als een paniekreactie worden gezien. Over het algemeen vond het mijden op korte afstand van het windpark of de windturbines plaats. Over deze afstanden is gerapporteerd in Winkelman (1992c).

7.5.5 Gewenning

Er wordt algemeen aangenomen dat gewenning van vogels aan permanente visuele en auditieve verstoringsbronnen een normale zaak is (vgl. Inglis 1980, Slater 1980). Het ontbreken van een effect op de broedvogels zou hiervan een gevolg kunnen zijn. Het ontbreken van (algehele) gewenning bij een aantal pleisterende vogelsoorten is in dit licht echter opmerkelijk te noemen. Mogelijk is het verblijf van veel pleisterende vogels in het windparkgebied en omgeving te kort (grote turn-over) om aan de windturbines te kunnen wennen. Daarnaast is het mogelijk dat in de omgeving voldoende alternatieve gebieden voor pleisteraars aanwezig zijn, zodat er dus te weinig druk is om naar het ingreepgebied terug te keren. Over beide mogelijkheden zijn voor het windparkgebied en omgeving geen gegevens bekend.

Een andere mogelijkheid is dat de pleisterende vogels in Oosterbierum vooral rustende vogels betreffen. Bij rustende vogels is de binding aan een gebied meestal minder groot dan bij foeragerende vogels. Rustende vogels kunnen daardoor een verstoord gebied sneller, vaker of in ruimere mate mijden dan foeragerende vogels, zeker bij voldoende rustplekken elders. Zo worden foeragerende vogels op hoogwatervluchtplaatsen minder verstoord dan de aldaar rustende vogels (Van Koersveld & Kooy 1976). Ook bestaan er bij windturbines aanwijzingen dat voor rustende vogels grotere verstoringsafstanden gelden dan voor foeragerende vogels (vgl. Pedersen & Poulsen 1991). Tot de bij de effectberekeningen te Oosterbierum betrokken soorten die het gebied te Oosterbierum vooral gebruiken om te rusten, behoren de scholekster en de zilvermeeuw, die beide in het onderzoek te Oosterbierum als gevoelig naar voren kwamen (vgl. 7.5.3). Het rusten (overtijen) van deze soorten gebeurt te Oosterbierum over het algemeen op vaste plaatsen. Deze percelen zijn bekend. De overige soorten kunnen het gehele gebied als rust- en foerageerplaats gebruiken. Bij het verzamelen van de gegevens zijn in het veld geen aantekeningen gemaakt over het gedrag (rusten of foerageren).

In het onderhavige onderzoek bleek dat bij draaiende windturbines bij sommige soorten de verstoring, in tegenstelling tot wat werd verwacht, kleiner of afwezig was in vergelijking met stilstaande windturbines. Het ging hier vooral om soorten die getijdetrek vertoonden (meeuwen, wulp). Dit kan enerzijds liggen aan het uitgangsmateriaal (bij stilstaande windturbines meer tellingen tijdens laagwater dan bij draaiende windturbines). Bij vogels die getijdetrek vertonen, kan dit betekenen dat er bij draaiende windturbines juist relatief vaak veel vogels werden geteld, en bij stilstaande windturbines daarentegen relatief vaak weinig. Bij vergelijking volgens het BACI-model van de aantallen bij stilstaande en draaiende windturbines zullen de draaiende windturbines dan ten opzichte van de stilstaande windturbines weinig of geen effect scoren. Voor opsplitsing van de gegevens bij stilstaande en draaiende windturbines naar hoog- en laagwater waren helaas te weinig tellingen beschikbaar. Anderzijds kan het ontbreken van een draai-effect bij sommige soorten worden verklaard uit het feit dat het draaien van de rotorbladen zowel visueel als auditief een permanent karakter heeft, waardoor bij sommige soorten (tot op zekere hoogte) gewenning kan zijn opgetreden.

In de resultaten uit het onderzoek in het windpark te Oosterbierum valt voorts op dat pleisterende soorten die in de herfst gevoelig blijken te zijn, deze gevoeligheid in de winter en het voorjaar verliezen (vgl. tabel 14). Hiervoor zijn diverse oorzaken te noemen: (1) individuen die in beide seizoenen aanwezig zijn, gewennen langzaam maar zeker aan de ingreep en zijn daardoor in de winter en het voorjaar ongevoelig, (2) in de winter en het voorjaar is sprake van een geringer voedselaanbod, waardoor vogels wel genoodzaakt zijn ook het gebied in en nabij het windpark te bezoeken om aan voldoende voedsel te komen, en (3) de turn-over van de aanwezige populaties (de wisseling van individuen) is in de herfst groter dan in de winter en het voorjaar het geval is, waardoor in de herfst gewenning niet en in de winter en het voorjaar wel zal optreden.

Bij trekvogels, die het windpark over het algemeen maar één keer zullen aandoen, is in het onderhavige onderzoek geen gewenning te verwachten. Ook zijn windturbines en windparken langs de trekroute van noord naar zuid zo schaars, dat ook onderweg geen gewenning zal kunnen worden opgebouwd.

7.5.6 Interpretatie

In hoeverre de aangetoonde verstoringen door het windpark te Oosterbierum of bij windturbines in het algemeen ook doorspelen op populatieniveau, is niet bekend. Hierbij hangt veel af van het wel of niet aanwezig zijn van alternatieve gebieden en de kwaliteit daarvan. Het mijden van een windpark en omgeving zal zowel bij broedende als bij pleisterende vogels in ieder geval verplaatsing van vogels inhouden naar marginale gebieden, waar overleven moeilijker is, of naar andere voorkeursgebieden, waar hun komst verhoging van de dichtheid aan vogels zal betekenen. Dit laatste kan op zijn beurt leiden tot vermindering van de kwaliteit van het gebied (toeneming van de intra- en interspecifieke concurrentie) of tot nieuwe verplaatsingen. Dit geldt vooral als verloren gebieden broed- of foerageergebieden betreffen. Verplaatsingen van rustende vogels naar andere rustgebieden zal minder snel tot de genoemde negatieve invloeden op populaties leiden. Bij langstrekkende vogels zal het voorafgaande minder spelen. Voor broedvogels en pleisterende vogels zijn met verstoringen en de gevolgen daarvan wel steeds extra energie-uitgaven gemoeid, die de uiteindelijke overleving van de vogels niet ten goede zullen komen (vgl. bijvoorbeeld Goss-Custard & Durell 1990). Ook voor trekvogels kan het verleggen van hun route bij nadering van een windpark mogelijk tot extra energie-uitgaven leiden. Daar staat tegenover dat verstoring het aantal vogels dat met de windturbines in (dodelijke) aanraking kan komen, vermindert. Het ziet er echter niet naar uit dat de aantallen door windturbines veroorzaakte vogelslachtoffers zo groot zijn, dat dit op populatieniveau een waarneembare negatieve doorwerking zal hebben (vgl. Winkelman 1992a).

Ten aanzien van de mate van verstoring kan nog worden opgemerkt dat wel wordt gesteld dat per kilowatt gegenereerd vermogen windparken minder land vergen dan bij conventionele centrales het geval is. Hierbij wordt aangevoerd dat (1) 99% van het land dat door een windpark wordt gebruikt, geschikt blijft voor landbouw of na de bouwfase in de oorspronkelijke staat kan worden teruggebracht, en (2) naar conventionele maatstaven de constructieperiode voor windcentrales kort is, waardoor de verstoring van de locatie en daarmee de ecologische invloed gering is (Van Calmthout 1991). Uit landbouwkundig oogpunt bezien lijkt dit juist. Er wordt echter uit het oog verloren dat windparken ook na de ingebruikneming wel degelijk een blijvende verstorende werking op vogels kunnen hebben, die zich zowel in het windpark en directe omgeving als in een ruime zone daaromheen kan voordoen. In de proefwindcentrale bij Oosterbierum bedraagt de oppervlakte land waarbinnen een niet onaanzienlijk deel van de pleisterende vogels verstoord blijkt te worden, 100 tot 150 ha. Dit is twee tot drie keer de oppervlakte van het windpark zelf. Voor bepaalde vogelsoorten is tot 500 m van de buitenste windturbines verstoring aangetoond. Hierdoor wordt de maximale oppervlakte waarbinnen verstoring kan optreden ongeveer 300 ha (zes keer de oppervlakte van het windpark). Natuurlijk veroorzaakt de vestiging van een conventionele elektriciteitscentrale ook verlies aan biotoop, maar van een geheel andere orde van grootte. In de proefwindcentrale in Oosterbierum staat 0,1 MW opgesteld vermogen per ha. Ter vergelijking, op het eiland in het IJsselmeer waarop de Flevocentrale is gebouwd, staat ongeveer 40 MW opgesteld vermogen per ha.

De uit het verstoringsonderzoek te Oosterbierum verkregen resultaten tonen aan dat men bij de planning van nieuwe windparken slechts dan tot een verantwoorde locatiekeuze kan komen wanneer daarbij ook rekening wordt gehouden met het belang van in ieder geval pleisterende en doortrekkende vogels, en mogelijk ook broedvogels. Dit wordt ondersteund door resultaten van onderzoeken elders. Dit betekent dat het aanbeveling verdient bij plaatsing van nieuwe windparken zoveel mogelijk voor vogels belangrijke doortrekgebieden, pleisterplaatsen en eventueel ook broedgebieden te mijden. In ons land en grote delen van west Europa betekent dit dat vooral in de kustzones plaatsing zorgvuldig moet gebeuren. Over het algemeen zijn dit tevens de meest windrijke delen, waardoor conflicten tussen windenergie en vogelbelangen geregeld kunnen optreden. Vanuit het vogelbelang heeft het optimaal benutten van een eenmaal gekozen locatie (het plaatsen van zoveel mogelijk vermogen op een zo klein mogelijke oppervlakte) de voorkeur boven het 'uitsmeren' of het opdelen in kleinere eenheden van het gewenste vermogen. Bij dit laatste is immers aanzienlijk meer land en derhalve een groter voor vogels verstoorde oppervlakte betrokken. In dit kader hebben windparken opgesteld in clusters de voorkeur boven lijnopstellingen, en dichte clusters (minimale afstanden tussen de windturbines) de voorkeur boven open clusters (grotere afstanden tussen de windturbines).

DANKWOORD

Veel personen en instanties waren betrokken bij de uitvoering van het verstoringsonderzoek in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum. Hiervan wil ik de volgende personen en instanties in het bijzonder noemen (alfabetische volgorde):

- N.V. tot Keuring van Elektrotechnische Materialen (KEMA), Arnhem, met name Drs. F.B.J. Koops voor zijn betrokkenheid bij de opzet, de organisatie en het verloop van het vogelonderzoek;

- Klankbordgroep Vogelonderzoek Proefwindcentrale Oosterbierum: A.J. Binsbergen (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna; vanaf 1988), Ir. A. Bleijenberg (Centrum voor Energiebesparing en Schone Technologie, Delft; tot 1990), Dr. G.C. Boere (Staatsbosbeheer, Driebergen; tot 1988), Drs. J. van den Bos (Provincie Friesland, Leeuwarden; sinds 1989), Drs. L.S. Buurma (Koninklijke Luchtmacht, Luchtmachtstaf, afdeling Bedrijfsveiligheid, 's- Gravenhage), J. Jukema (Bond van Friese Vogelbeschermingswachten, Fryske Gea en Friese Milieuraad, Oosterbierum), Drs. F.B.J. Koops (secretaris; N.V. KEMA), Drs. F. Lubbers (voorzitter; N.V. Samenwerkende elektriciteits-produktiebedrijven (Sep), Arnhem), Drs. E.R. Osieck (Vogelbescherming, Zeist), U. Rijpma (Bond van Friese Vogelbeschermingswachten, Fryske Gea en Friese Milieuraad, Roptazijl), Drs. J. Schotsman (Provincie Friesland, Leeuwarden; tot 1989), Dr. A.L. Spaans (projectleider; IBN-DLO, Arnhem);

- personeel windpark Oosterbierum (Holec en Sep), met name G. van Drimmelen, G. Jensma, H. van der Meulen en F. Mier;

- N.V. Sep, Arnhem, voor het verstrekken van de opdracht en de hulp bij de organisatie van het onderzoek, met name Drs. F. Lubbers en Ir. P. Toussaint;

- stagiaires en werknemers IBN-DLO, Arnhem, die mede betrokken waren bij de tellingen van trekvogels: H. Buesink (1987, 1991), M. Klemann (1991), J. Schoppens (1987, 1991), L. Verheggen (1991), R.L. Vogel (1984-1987);

- Technische Dienst, typekamer en reproduktieafdeling IBN-DLO, Arnhem;

- Vogelwacht Franeker en Omstreken (Bond van Friese Vogelbeschermingswachten), met name de vogelwachters die in een of meer jaren de nestgegevens verzamelden: J. Bakker, M. Bakker, F. van Dijk, W. van der Heide, IJ. Hiemstra, J. Kloostra, A. Kuiper, R. Leijenaar, S. Piebenga, H. Postma, E.W. Talsma, D. Tichelaar, G. de Vegt, D. Visbeek, H. Visbeek, J. de Vries, J. Wagenaar en alle anderen die hen weer behulpzaam waren;

- werknemers IBN-DLO, Arnhem, die mede betrokken waren bij de tellingen van pleisterende vogels: A. Brouwer (1990/1991), T.A. Renssen (1984), R.L. Vogel (1984-1988).

Voorts komt een woord van dank toe aan R. van Rijn (IBN-DLO, Arnhem) voor zijn onuitputtelijke hulp bij de invoer van de gegevens in de computer en de talloze bewerkingen daarna, aan Drs. J.B. van Biezen (IBN-DLO, Arnhem) en Dr. H. van der Voet (IBN-DLO, Arnhem/DLO Groep Landbouwwiskunde, Wageningen) voor hun statistische adviezen, aan Prof. Dr. D.J. Kuenen voor zijn adviezen, aan Drs. E.R. Osieck voor zijn adviezen en praktische hulp gedurende het onderzoek, aan A.J. Binsbergen, J. Jukema en Drs. F.B.J. Koops voor hun commentaar op de conceptversie van dit rapport, aan M. Hall voor het corrigeren van de Engelstalige tekstgedeelten, en aan Dr. A.L. Spaans (IBN-DLO, Arnhem) voor zijn hulp bij de voortgang van het project en het kritisch doorlezen van het concept van dit rapport.

LITERATUUR

Alerstam, T., A. Lindgren, S.G. Nilsson & S. Ulfstrand 1973. Nocturnal passerine migration and cold front passages in autumn - a combined radar and field study. Ornis scandinavica 4: 103-111.

Alerstam, T. & S. Ulfstrand 1975. Diurnal migration of passerine birds over south Sweden in relation to wind direction and topography. Ornis scandinavica 6: 135-149.

Alsem, K.J. 1978. De Oude Begraafplaats te Leeuwarden als slaapplaats van spreeuwen. Vanellus 31: 98-103.

Andersen, D.E., O.J. Rongstad & W.R. Mytton 1989. Response of nesting Red-tailed Hawks to helicopter overflights. Condor 91: 269-299.

Bamford, A.R., S.J.J.F. Davies & R. van Delft 1990. The effects of model power boats on waterbirds at Herdsman Lake, Perth, Western Australia. Emu 90: 260-265.

Batten, L.A. 1977. Sailing on reservoirs and its effects on water birds. Biological Conservation 11: 49-58.

Beintema, A.J. & L.M.J. van den Bergh 1977. Relaties tussen waterpeil, grondgebruik en weidevogelstand. Deel 1: onderzoek 1975. Rapport, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Bélanger, L. & J. Bédard 1990. Energetic cost of man-induced disturbance to staging Snow Geese. Journal of Wildlife Management 54: 36-41.

Bell, D.V. & L.W. Austin 1985. The game-fishing season and its effects on overwintering wildfowl. Biological Conservation 33: 65-80.

Blankestijn, S., A. Hoenderdos, F. Hoogenboom, M. Oerlemans, B. Oosting, & G. Veugelers 1986. Seizoensverbreding in de recreatie en verstoring van wulp en scholekster op hvp's op Terschelling. Rapport, Projectgroep Wadden, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Bornebroek, D.J. 1987. Technische uitvoering van de proefwindcentrale. Elektrotechniek 65: 807-809.

Böttger, M., T. Clemens, G. Grote, G. Hartmann, E. Hartwig, C. Lammen & E. Vauk-Hentzelt 1990. Biologisch-ökologische Begleituntersuchungen zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen, Endbericht. NNA-Berichte 3 (Sonderheft): 1-124.

Boyle, S.A. & F.B. Samson 1985. Effects of nonconsumptive recreation on wildlife: a review. Wildlife Society Bulletin 13: 110-116.

Brouwer, H. & R. Daalder 1984. Plankzeilen, een nieuw probleem in natuurgebieden. Vogels (20) 4: 67-69.

Buker, J.B., J.E. Winkelman, T.F. de Boer & A.J. Beintema 1984. Voortgangsverslag (1982 en 1983) van het weidevogelonderzoek in Waterland. COAL-publikatie nr. 5, Directie Beheer Landbouwgronden, Utrecht/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Burger, J. 1981. The effect of human activity on birds at a coastal bay. Biological Conservation 21: 231-241.

Burger, J. 1986. The effect of human activity on shorebirds in two coastal bays in northeastern United States. Environmental Conservation 13: 123-130.

Buurma, L.S. 1987. Patronen van hoge vogeltrek boven het Noordzeegebied in oktober. Limosa 60: 63-74.

Byrne, S. 1983. Bird movements and collision mortality at a large horizontal axis wind turbine. Cal-Neva Wildlife 1983: 76-83.

Calmthout, M. van 1991. EWEA Strategiedokument: windenergie in Europa - tijd voor aktie. Duurzame Energie 1991 (4): 15-18.

Centrale Cultuurtechnische Commissie 1973. Rapport voor de ruilverkaveling De Bijmen. Rapport, Cultuurtechnische Dienst, Utrecht.

Cryer, M., N.W. Linley, R.M. Ward, J.O. Stratford & P.F. Randerson 1987. Disturbance of overwintering wildfowl by anglers at two reservoir sites in South Wales. Bird Study 34: 191-199.

Daanje, A. 1933. Vlaktevrees bij trekkende vinken (Fringilla coelebs L.). Ardea 22: 158-164.

Dobben, W.H. van & G.F. Makkink 1933a. Der Einfluss der Leitlinien auf die Richtung des Herbstzuges am niederländischen Wattenmeer. Ardea 22: 30-48.

Dobben, W.H. van & G.F. Makkink 1933b. De najaarstrek 1932 der zangvogels over het waddengebied. Ardea 22: 144-158.

Dobson, A.J. 1983. Introduction to statistical modelling. Chapman & Hall, London.

Dufour, P.A. 1981. Effects of noise on wildlife and other animals. Review of research since 1971. EPA-report 550/9-80-100, United States Environmental Protection Agency, Washington D.C.

Erwin, R.M. 1980. Breeding habitat use by colonially nesting waterbirds in two mid-atlantic U.S. regions under different regimes of human disturbance. Biological Conservation 18: 39-51.

Fokkema, J. 1976. Vergelijking van de broedstand van vier soorten steltlopers gedurende 1965 t.e.m. 1974. Vanellus 29: 81-93.

Gerdes, K. & H. Reepmeyer 1983. Zur räumlichen Verteilung überwinternder Saat- und Blessgänse (Anser fabalis und A. albifrons) in Abhängigkeit von naturschutzschädlichen und fördernden Einflüssen. Vogelwelt 104: 54-67.

Glimmerveen, U. & W. Went 1984. Dosis-effect relatie bij verstoring van wadvogels. Rapport, Instituut voor Landschapsecologie en Natuurbeheer, Rijksuniversiteit Utrecht, Utrecht.

Goss-Custard, J.D. & S.E.A. le V. dit Durell 1990. Bird behaviour and environmental planning: approaches in the study of wader populations. Ibis 132: 273-289.

Gruys-Casimir, E.M. 1965. On the influence of environmental factors on the autumn migration of Chaffinch and Starling. Archives Néerlandaises de Zoologie 16: 175-279.

Henderson, A.C.B. 1986. Richborough wind turbine. Report on pre-construction bird survey: 1984-85. Rapport, Royal Society for the Protection of Birds, Sandy, Bedfordshire.

Hume, R.A. 1976. Reactions of Goldeneyes to boating. British Birds 69: 178-179.

Inglis, I.R. 1980. Visual bird scarers: an ethological approach. In: E.N. Wright, I.R. Inglis & C.J. Feare (eds), Bird problems in agriculture. British Crop Protection Council, London; 121-143.

Jones & Stokes Associates 1987. Bird abundance and movements at the Potrero Hills wind turbine site, Solano County, California. Rapport, Solano County Department of Environmental Management, Fairfield, Ca.

Jong, H. de 1977. Experiences with the man-made meadow bird reserve 'Kievitslanden' in Flevoland (The Netherlands). Biological Conservation 12: 13-31.

Karlsson, J. 1987. Fåglar och vindkraft. Kompletterande resultatredovisning. Intern rapport, University of Lund, Ekologihuset, Lund.

Keller, V.E. 1991. Effects of human disturbance on Eider ducklings Somateria mollissima in an estuarine habitat in Scotland. Biological Conservation 58: 213-228.

KNMI 1984-1991. Maandoverzichten van het weer in Nederland, jaargang 84-91. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.

Koersveld, S. van & A. Kooy 1976. De invloed van rekreatie en andere verstoringsbronnen op de avifauna van het eiland Vlieland. Doktoraalverslag 335, vakgroep Natuurbeheer, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Koopman, K. 1977. Invloed van water- en oeverrecreatie op de vogelstand in Friesland. Watervogels 2: 180-183.

Koops, F.B.J. 1984. De stand van de weidevogels rond de lokatie voor het proef-windturbinepark. Rapport, KEMA, Arnhem.

Korschgen, C.E., L.S. George & W.L. Green 1985. Disturbance of diving ducks by boaters on a migrational staging area. Wildlife Society Bulletin 13: 290-296.

Kuyk, F. 1985. Directe effecten van waterrecreatie op water- en oevervogels. Rapport, Provinciale Waterstaat van Zuid-Holland, Bureau Natuur en Landschap, 's-Gravenhage.

Landelijke Werkgroep Vogeltrektellen 1987. De invloed van landschapselementen op vogeltrek. Een vergelijking van trektelposten aan de hand van simultane trektellingen in De Peel, oktober 1985. Rapport 5, Landelijke Werkgroep Vogeltrektellen, Arnhem/Koninklijke Luchtmacht, 's-Gravenhage.

Lensink, R. 1985. Handleiding tellen van zichtbare landtrek. Rapport, Landelijke Werkgroep Vogeltrektellen, Arnhem/Staatsbosbeheer, Utrecht.

Liddle, M.J. & H.R.A. Scorgie 1980. The effects of recreation on freshwater plants and animals: a review. Biological Conservation 17: 183-206.

Madsen, J. 1985. Impact of disturbance on field utilization of Pinkfooted Geese in West Jutland, Denmark. Biological Conservation 33: 53-63.

Mardia, K.V. 1976. Linear-circulair correlation coefficients and rhythmometry. Biometrika 63: 403-405.

McCullagh, P. & J.A. Nelder 1989. Generalized linear models. Second edition. Chapman and Hall, London.

Meek, E.R., J.B. Ribbands, W.G. Christer, P.R. Davey & I. Higginson 1992. The effects of aero-generators on a moorland bird population in the Orkney Islands, Scotland. Rapport, Royal Society for the Protection of Birds Scotland, Edinburgh/Scottish Hydro-Electric plc, Edinburgh (in druk).

Møller, N.W. & E. Poulsen 1984. Vindmøller og fugle. Rapport, Vildtbiologisk Station, Kalø.

Mooij, J.H. 1982. Die Auswirkungen von Strassen auf die Avifauna einer offenen Landschaft am Unteren Niederrhein (Nordrhein-Westfalen), untersucht am Verhalten von Wildgänse. Charadrius 18: 73-92.

Musters, C.J.M., G.J.C. van Zuylen & W.J. ter Keurs 1991. Vogels en windmolens bij de Kreekraksluizen. Rapport, vakgroep Milieubiologie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden.

Norriss, D.W. & H.J. Wilson 1988. Disturbance and flock size changes in Greenland Whitefronted Geese wintering in Ireland. Wildfowl 39: 63-70.

Orden, C. van, J.W.G. Pfeiffer e.a. 1973. Het Varkensland na enkele jaren natuurbeheer. Levende Natuur 76: 212-217.

Orloff, S., A. Flannery & G. Ahlborn 1991. Wind turbine effects on avian activity, habitat use and mortality. Progress report 1989-1990. Rapport, BioSystems Analysis, Tiburon, Ca.

Ornis Consult 1989. Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. Rapport, Ornis Consult, Kopenhagen.

Owen, M. 1972. Some factors affecting food intake and selection in White-fronted Geese. Journal of Animal Ecology 41: 79-92.

Owen, M. 1973. The management of grassland areas for wintering geese. Wildfowl 24: 123-130.

Owen, M. & G. Williams 1976. Winter distribution and habitat requirements of Wigeon in Britain. Wildfowl 27: 83-90.

Owens, N.W. 1977. Responses of wintering Brent Geese to human disturbance. Wildfowl 28: 5-14.

Pacific Gas & Electric Company 1985. MOD-2 wind turbine field experience in Solano County, California, final report. Rapport, Electric Power Research Institute, Palo Alto, Ca.

Pedersen M.B. & E. Poulsen 1991. En 90m/2MW vindmølles indvirkning på fuglelivet. Fugles reaktioner på opførelsen og idriftsættelsen af Tjæreborgmøllen ved Det Danske Vadehav. Danske Vildtundersøgelser, Hæfte 47, Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Flora- og Faunaøkologi, Kalø.

Pedroli, J.-C. 1982. Activity and time budget of Tufted Ducks on Swiss lakes during winter. Wildfowl 33: 105-112.

Pfluger, D. & P. Ingold 1988. Zur Empfindlichkeit von Blässhühnern und Hauentauchern gegenüber Störungen vom Wasser und vom Land. Revue suisse Zoologique 95: 1171-1178.

Platteeuw, M. 1987. Effecten van geluidhinder door militaire activiteiten op gedrag en ecologie van wadvogels. RIN-rapport 86/3 (herziene versie), Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.

Rabøl, J. 1974. Correlation between coastal and inland migratory movements. Dansk ornithologisk Forenings Tidsskrift 68: 5-14.

Rabøl, J. & H. Noer 1973. Spring migration in the Skylark (Alauda arvensis) in Denmark. Influence of environmental factors on the flocksize and correlation between flocksize and migratory direction. Vogelwarte 27: 50-65.

Reichholf, J. 1976. The influence of recreation activities on waterfowl. In: M. Smart (ed.), Proceedings International Conference on Conservation of Wetlands and Waterfowl. International Waterfowl Research Bureau, Slimbridge; 364-369.

Reijnen, M.J.S.M. & R.P.B. Foppen 1991a. Effect van wegen met autoverkeer op de dichtheid van broedvogels. Hoofdrapport. IBN-rapport 91/1, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum.

Reijnen, R. & R. Foppen 1991b. Effect of road traffic on the breeding site-tenacity of male Willow Warblers (Phylloscopus trochilus). Journal für Ornithologie 132: 291-295.

Reijnen, M.J.S.M. & J.B.M. Thissen 1986. Beïnvloeding van broedpopulaties in bossen en grienden door verkeer. Landschap 1986: 264-281.

Robertson, R.J. & N.J. Flood 1980. Effects of recreational use of shorelines on breeding bird populations. Canadian Field-Naturalist 94: 131-138.

Rogers, S.E., B.W. Carnaby, C.W. Rodman, P.A. Sticknel & D.A. Tolle 1977. Environmental studies related to the operation of wind energy conversion systems. Rapport, Batelle Columbus Laboratories, Columbus, Ohio/U.S. Department of Energy, division of solar technology and wind systems branch.

Roos, G.T. de 1981. The impact of tourism upon some breeding wader species on the isle of Vlieland in The Netherlands' Wadden Sea. Mededelingen 81-14, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Saris, F. 1976. Onderzoek naar de broedvogels van de Duivelsberg en de invloed van de recreatie daarop. Rapport, Instituut voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Schilperoord, L.J. & M. Schilperoord-Huisman 1981. De invloed van verstoringen op gedrag en dagindeling van de kleine rietgans (Anser brachyrhynchus) in Zuidwest-Friesland. Rapport, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Severinghaus, W.D. & M.C. Severinghaus 1982. Effects of tracked vehicle activity on bird populations. Environmental Management 6: 163-169.

Slater, P.J.B. 1980. Bird behaviour and scaring by sounds. In: E.N. Wright, I.R. Inglis & C.J. Feare (eds), Bird problems in agriculture. British Crop Protection Council, London; 105-114.

Smit, C.J. 1986. Oriënterend onderzoek naar veranderingen in gedrag en aantallen van wadvogels onder invloed van schietoefeningen. RIN-rapport 86/18, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.

Smit, C.J. & G.J.M. Visser 1989. Verstoring van vogels door vliegverkeer, met name door ultra-lichte vliegtuigen. RIN-rapport 89/11, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.

Smit, C.J. & W.J. Wolff 1981. Birds of the Waddensea. Balkema, Rotterdam.

Spruyt, H. & F. Haverschmidt 1980. De avifauna [van de Makkumer Waarden]. Vanellus 23: 112-119.

Stewart-Oaten, A, W.W. Murdoch & K.R. Parker 1986. Environmental impact assessment: 'pseudoreplication' in time? Ecology 67: 929-940.

Stichting Wetenschappelijke Atlas van Nederland 1963-1977. Atlas van Nederland. Staatsdrukkerij en Uitgeverijbedrijf, 's-Gravenhage.

Swelm, N. van 1988. Vogels en de multi-windturbine op de Maasvlakte (1987). Onderzoek naar slachtoffers, vogelbewegingen en vogelgedrag. Rapport, Stichting Ornithologisch Station Voorne, Oostvoorne/Provincie Zuid-Holland,

Dienst Welzijn, Economie en Bestuur, Dienst Ruimte en Groen, 's-Gravenhage.

Thorpe, W.H. 1969. The significance of vocal imitation in animals with special reference to birds. Acta Biologica Experimentia 29: 251-269.

Toorn, J.D. van der, E. van Doornik & M.M. Boone 1990. Akoestisch onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum. Rapport, Technisch Physische Dienst TNO-TU, Delft.

Tulte, C.H., P.R. Hanson & M. Owen 1984a. Some ecological factors affecting winter wildfowl distribution on inland waters in England and Wales, and the influence of water-based recreation. Journal of applied Ecology 21: 41-62.

Tulte, C.H., M. Owen & D. Paynter 1984b. Interaction between wildfowl and recreation at Llangorse Lake and Talybont Reservoir, South Wales. Wildfowl 53: 48-63.

Tydeman, C.F. 1977. The importance of the close fishing season to breeding bird communities. Journal of environmental Management 5: 289-296.

Veen, J. 1973. De verstoring van weidevogelpopulaties. Stedebouw en Volkshuisvesting 1: 16-26.

Verstrael, T., W. ter Keurs, A. van der Zande & W. van der Weijden 1983. De verstoring van weidevogelpopulaties door wegen. Vogeljaar 31: 138- 151.

Visser, G. 1986. Verstoringen en reacties van overtijende vogels op de Noordvaarder (Terschelling) in samenhang met de omgeving. RIN-rapport 86/17, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel.

Vogelwacht Franeker en Omstreken 1982-1992. Jaarverslagen 1981, 1982, 1983, 1984, 1986, 1986 (2), 1987, 1988, 1989, 1990, 1992.

Vogelwacht Franeker en Omstreken 1987. Met behulp van de computer verzamelde gegevens over de jaren 1981 t/m 1987. Jaarverslag 1987: 6-7.

Waardenburg, P.A. 1976. De invloed van menselijke activiteiten op vestiging en broedsucces van de buizerd (Buteo buteo). Rapport, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Ward, D. 1990. Recreation on inland lowland waterbodies: does it affect birds? RSPB Conservation Review 4: 62-68.

Wiehe, H. 1973. Über die Auswirkungen von Störungen (menslicher Einfluss) auf den Brutvogelbestand eines Bruchwaldes bei Braunschweig. Vogelwelt 94: 161-175.

Wind, H.B. 1977. De invloed van wegen en boerderijen op de verspreiding en het voorkomen van weidevogels. Doctoraal verslag, afdeling Natuurbeheer, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Winkelman, J.E. 1984a. Vogelhinder door middelgrote windturbines. Een verkennend onderzoek naar vlieggedrag, slachtoffers en verstoring. RIN-rapport 84/7, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1984b. Vooronderzoek vogelhinderonderzoek windpark Oosterbierum (F.) (voorjaar 1984). Interne notitie (november 1984), Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1985. Voortgangsverslag vogelkundig onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum (F) - herfst 1984. Interne notitie (augustus 1985), Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1986. Voortgangsverslag vogelkundig onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum (F) - winter 1984/85 en voorjaar/vroege zomer 1985. Interne notitie (maart 1986), Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1987. Voortgangsverslag vogelkundig onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.) - winter 1985/86 en voorjaar 1986. Intern rapport 87/4, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1988a. Voortgangsverslag vogelkundig onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.): broedvogels, pleisterende vogels en slachtoffers, najaar 1986 - voorjaar 1987. Intern rapport 88/46, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1988b. Voortgangsverslag vogelkundig onderzoek proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.): broedvogels, pleisterende vogels en slachtoffers, najaar 1987 - voorjaar 1988. Intern rapport 88/79, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1988c. Methodologische aspecten vogelonderzoek Sep-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.), deel 1: onderzoekopzet, nachtstudies en slachtofferonderzoek, voorjaar 1984 - herfst 1987. RIN-rapport 88/46, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1988d. Onderzoek naar de mogelijke invloed van windturbines op vogels. Energiespectrum 12: 242-247.

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. 1990a. Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). RIN-rapport 90/2, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1990b. Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1984-1989). RIN-rapport 90/9, 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, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1992b. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 2: nachtelijke aanvaringskansen. RIN-rapport 92/3, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1992c. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 3: aanvlieggedrag overdag. RIN-rapport 92/4, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Winkelman, J.E. 1992d. Methodologische aspecten vogelonderzoek Sep-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.), deel 2 (1988-1991). RIN-rapport 92/6, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.

Yalden, D.W. & P.E. Yalden 1989. The sensitivity of breeding Golden Plovers Pluvialis apricaria to human intruders. Bird Study 36: 49-55.

Yalden, P.E. & D.W. Yalden 1990. Recreational disturbance of breeding Golden Plovers Pluvialis apricarius. Biological Conservation 51: 243-262.

Zande, A.N. van der 1975. De beïnvloeding van weidevogels door wegen. Doctoraalverslag, vakgroep Milieubiologie, Rijksuniversiteit Leiden, Leiden/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.

Zande, A.N. van der, J.C. Berkhuizen, H.C. van Latestelijn, W.J. ter Keurs & A.J. Poppelaars 1984. Impact of outdoor recreation on the density of a number of breeding bird species in woods adjacent to urban residential areas. Biological Conservation 30: 1-39.

Zande, A.N. van der, W.J. ter Keurs & W.J. van der Weijden 1980a. The impact of roads on the densities of four bird species in an open field habitat - evidence of a long-distance effect. Biological Conservation 18: 299-321.

Zande, A.N. van der, T. van Tilburg, A.J. Poppelaars & H.A. Udo de Haes 1980b. Openluchtrecreatie en de dichtheid van enkele broedvogels in de duinen, (1) en (2). Recreatievoorzieningen 12 (1): 26-29 en 12 (2): 66- 69.

Zande, A.N. van der & P. Vos 1984. Impact of a semi-experimental increase in recreation intensity on the densities of birds in groves and hedges on a lake shore in The Netherlands. Biological Conservation 30: 237-259.

Zegers, P.M. 1973. Invloed van verstoringen op het gedrag van wadvogels. Waddenbulletin 8, 3: 3-7.

SAMENVATTING

Algemeen

In de periode 1984-1991 werd in opdracht van de N.V. Samenwerkende elektriciteits-produktiebedrijven (Sep) door het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), voorheen DLO-Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN-DLO), Arnhem, onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels. In dit onderzoek werd aandacht besteed aan verstoring van vogels door het windpark, aan vogelslachtoffers en aan het vlieggedrag van vogels bij nadering van een windturbine. Het aanvarings- en gedragsaspect zijn ook 's nachts bestudeerd met behulp van nachtzichtapparatuur.

In het onderhavige rapport wordt ingegaan op de resultaten van het verstoringsonderzoek. Dit onderdeel richtte zich op broedende vogels, op pleisterende vogels in de herfst en in de winter en het voorjaar en op in de herfst bij daglicht langstrekkende vogels (hoofdstuk 2, fig. 1, 7-8). Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen de situatie zonder windturbines (1984-1986), de bouwfase en half-operationele situatie (1987-1990) en de volledig operationele situatie (1991). Het rapport beschrijft de methoden van onderzoek (3) en gegevensverwerking (4, 5), alsmede de eindresultaten (6) en de interpretatie hiervan (vgl. 7.5.5, 7.5.6). Een van de problemen bij de analyse van de gegevens van broedvogels en pleisterende vogels betrof de toename van het areaal aan bouwland, mede veroorzaakt door een gelijktijdig met de bouw van het windpark uitgevoerde ruilverkaveling. Bij trekvogels bleek de windrichting een invloed te hebben op de waargenomen aantallen. Zowel voor het bouwland- als voor het windrichtingseffect konden de statistische toetsen worden aangepast, zodat het windparkeffect hiervan toch was te scheiden. De nog schaarse literatuur over de relaties windturbines-vogels alsmede de overige relevante verstoringsliteratuur worden behandeld in 7.2-7.4.

Broedvogels

Er zijn geen aanwijzingen dat het windpark in de onderzoekperiode van invloed is geweest op de in het onderzoekgebied aanwezige aantallen of verspreiding van broedende scholeksters, kieviten, grutto's en tureluurs. Bij de interpretatie van de gegevens moet echter worden bedacht dat negatieve effecten bij deze vogels misschien pas op langere termijn voelbaar worden in verband met de grote plaatstrouw en de relatief lange levensduur van de vogels. Het bovenstaande resultaat wordt in zijn algemeenheid bevestigd door resultaten uit andere onderzoeken, zij het dat in één onderzoek wel sprake lijkt van verstoring van broedvogels door een (overwegend stilstaande) windturbine. Ook deze onderzoeken hebben overigens het probleem van een relatief (te) korte tijdsspanne van onderzoek. Gegevens uit de literatuur geven aan dat het door het windpark te Oosterbierum voortgebrachte geluidsniveau te gering was om een daardoor veroorzaakte reductie in aantallen broedparen te verwachten.

In verband met de gesignaleerde tendens tot een relatief minder sterke toeneming van de scholekster in het windpark en een relatief sterkere reductie van de kievit in het windpark en directe omgeving ten opzichte van de rest van het telgebied verdient het aanbeveling de aantalsontwikkelingen van de broedvogels de komende jaren nauwlettend te blijven volgen.

Pleisterende vogels

Bij pleisterende vogels kon een duidelijk verstorend effect worden aangetoond. De verstoring bleek afhankelijk van soort, seizoen, getij en het wel of niet operationeel zijn van het windpark, en strekte zich maximaal tot 500 m afstand van de buitenste rij windturbines uit. De meeste verstoring beperkte zich echter tot 100 tot 250 m afstand. Bij tien van de onderzochte soort(groep)en trad in een of meer onderzochte situaties verstoring op (wilde eend, kuifeend, meerkoet, scholekster, goudplevier, kievit, wulp, stormmeeuw, zilvermeeuw, duiven). Bij kokmeeuw, kraaien en spreeuw konden geen effecten worden aangetoond. Tijdens de bouwfase en half-operationele situatie werden negatieve windparkeffecten aangetroffen bij zeven van de 13 soort(groep)en (kuifeend, meerkoet, goudplevier, kievit, wulp, zilvermeeuw, duiven). Hieruit zou kunnen worden afgeleid dat een operationeel windpark meer verstorend werkt dan een (stilstaand) windpark in de bouwfase. Eenden bleken meestal tot 250 m afstand te worden verstoord, steltlopers (met uitzondering van de wulp) tot op 100 m, en meeuwen (met uitzondering van de kokmeeuw) tot 250-500 m. Wulp en goudplevier bleken nagenoeg in iedere situatie gevoelig voor verstoring door het windpark. De omvang van het windparkeffect was bij de meeste soorten fors. Een reductie van 60-95% was hierbij niet ongewoon. Het effect was echter nooit 100%. Ook de overige verstoringsliteratuur (inclusief die over windturbines) geeft veelal dezelfde soorten als verstoringsgevoelig op en komt tot overeenkomstige verstoringsafstanden.

Trekvogels

Bij langstrekkende vogels was geregeld sprake van verstorende effecten van de windturbines op de vogels. Het wel of niet optreden van verstoring en de omvang hiervan bleken afhankelijk van de soort(groep), het wel of niet draaien van de windturbines en de onderlinge afstand tussen de windturbines. Sterk gevoelig bleken wilde eend, watersnip, wulp en mogelijk ook lijsters (alle onafhankelijk van de afstanden tussen de windturbines) en piepers en spreeuw bij dicht op elkaar staande windturbines. Weinig gevoelig waren kievit, lijsters (inclusief gehoorde vogels) en mogelijk ook veldleeuwerik, kwikstaarten en kneuen (alle onafhankelijk van de afstanden tussen de windturbines), en piepers en spreeuw bij ver uit elkaar staande windturbines. Niet gevoelig leken vinken en gorzen. De verstoring kon zich zowel uiten in een reductie of een toeneming van het aantal passerende groepen, als in een reductie of een toeneming van de gemiddelde groepsgroote per telling. Negatieve effecten uitten zich in het samenballen van groepen vogels tijdens passage en in het mijden van het windpark. Het samenballen kon zowel een gelijkblijven van het totale aantal passerende vogels inhouden als een reductie of een toeneming. Bij mijden was altijd sprake van een vermindering van het totale aantal vogels dat het windparkgebied na plaatsing van het windpark passeerde. Bij stilstaande windturbines was de reductie maximaal 36% (factor 1,6), bij draaiende windturbines maximaal 67% (factor 3).

SUMMARY

The impact of an experimental wind park on birds was studied by the DLO Institute for Forestry and Nature Research (IBN-DLO), formerly DLO Research Institute for Nature Management (RIN-DLO), Arnhem, during the period 1984-1991. The wind park is situated near Oosterbierum, province of Friesland, in the northern part of The Netherlands. The wind park consists of 18 wind turbines (300 kW HAT, three rotor blades, tower height 35 m, rotor diameter 30 m), seven meteorological towers, and three cluster and control buildings, which are situated on 55 ha of arable land, 3-4 km inland of the Wadden Sea (Figs 1-6). The wind turbines and the meteorological towers were not illuminated at night.

Aspects studied included the number of bird victims due to collision with the wind turbines and meteorological towers (Winkelman 1992a), the behaviour of birds approaching the wind turbines during the day and night (Winkelman 1992b, 1992c, 1992d), and the disturbance to breeding, feeding or resting, and migrating birds, respectively. The first meteorological towers were built in the winter of 1985, the first wind turbine towers appeared in the autumn of 1986, and non-operational wind turbines have been present since the summer of 1987. The wind park has been fully operational since the autumn of 1990. This report deals with the disturbance effects of the wind park on breeding, feeding or resting, and migrating birds, respectively.

General remarks

Four species of breeding meadow birds were mapped in an area of 955-1030 ha in the wind park and its vicinity (Fig. 7a) during the spring of 1984-1991. Feeding and resting birds were mapped in an area of 875 ha in and around the wind park (Fig. 8a) during 75 days in the autumn of 1984-1988 and that of 1990, and during 78 days in the winter and spring period of 1984/1985 through 1988/1989 and that of 1990/1991. The study area was divided into several distance zones during these censuses (Figs 7b, 8b, Appendices 15, 16). Migrating birds were counted at three different spots (Fig. 1) during early morning and late afternoon in the autumn of 1984-1987 and that of 1990 (Appendix 14). Counting data are given in Figure 9, Table 1 and Appendices 5-9 (breeding birds), Tables 2-5 and Appendices 10-13 (feeding and resting birds), Figure 10, Tables 6-7 and Appendix 14 (migrating birds). Except for the effects of different weather conditions in the seasons concerned (Appendix 3), a major problem met was the implementation of a land allocation programme in and surrounding the wind park, which took place simultaneously with our study. One of the results of this programme was a (temporary) increase in the area of arable land and a decrease in meadows, especially in the wind park and its vicinity (Appendix 4).

Breeding birds

Trends in the numbers of breeding pairs and the distribution patterns of nest locations in the study area were analysed using generalized linear regression analysis, following the model $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k * t.z_{jk}$ (main model, including all years between 1984 and 1991), and $En_{ilk} = O_{ilk} * g_i * p_l * z_k * p.z_{lk}$ (derived model for period). In both models En is the (expected) number of breeding pairs, O the correction factor for the area of the different distance zones, g the effect of agricultural use, t the effect of time (year), z the effect of distance (zone), t.z the interaction between time and distance effect (year.zone), p the period before, during and after construction of the wind park, and p.z the interaction between period and distance (period.distance). The index i stands for agricultural use (arable land or meadows), j for time (year), k for the distance to the wind turbines (distance zones), and l for the period (1 = before construction, 2 = during construction (also including wind park not in operation), 3 = after construction, wind park in full operation). For each effect the basic model was compared with the model fitted to the concerning effect using approximate t-tests (for instance in the main model for the effect of agricultural use $En_{ijk} = O_{ijk} * t_j * z_k * t.z_{jk}$ has been compared with $En_{ijk} = O_{ijk} * g_i * t_j * z_k * t.z_{jk}$). The differences between the logarithms of the means of each main effect (year or period and zone) were also compared by pairwise testing using approximate t-tests. The means were transformed according to $y = \ln(x)$, the variances to $var(y) = var(x) * x^{-2}$, the covariances to $cov(y_1,y_2) = cov(x_1,x_2)/(x_1 * x_2)$. In this case corrections were also made for differences in area and agricultural use.

The test results show that the wind park did not influence the breeding bird populations of Oystercatcher, Lapwing, Black-tailed Godwit and Redshank during the study period (Tables 8-10, Appendices 17, 18). But it must be said that negative effects on birds with a high breeding site fidelity and a long life span can usually only be proved after experiments lasting many years. Based on (not significant) trends showing a relatively smaller increase in the number of breeding pairs of the Oystercatcher in the wind park area itself and a relatively larger decrease in the number of the Lapwing in the wind park area and its surroundings, it has been recommended to continue this part of the study for several more years, to be sure about the lack of effects mentioned above. The results given in the scarce literature confirm the results of our study, although in one study a single large wind turbine (mostly not in operation) could have been affecting the number of breeding pairs in its surroundings. But up to now all available studies have dealt with a relatively (too) short study period. Data taken from the literature show that the noise emission from the wind park is probably too low to have been of any influence on the number of breeding pairs of meadow birds in the wind park and its vicinity.

Feeding and resting birds

The disturbance effect of the wind park on feeding and resting birds was assessed by comparing data before and after the impact in a control area and in the impact area (BACI-model). Regression analysis and an accumulated analysis of deviance was used according to the model $E(n_{it}) = \exp\{\mu + \alpha_i + \beta_t$

$+\gamma*(i = = 2.\text{and}.t \geq t_0)\}$, with $i = 1, 2$, $t = 1 \ldots n_t$, and $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = 0$ and $var(n_{it}) = \sigma^2.E(n_{it})$. In this model n_{it} = the number of birds in site i and at time t, $\exp\{\mu\}$ the expected number of birds without impact, α_i the effect of site i (control site i = 1, impact site i = 2), β_t the effect of time t. γ figures only in the wind park area (i = 2) when the wind park is in operation (null hypothesis $\gamma = 0$). According to this model, the logarithm of the ratio of the expected numbers in control and impact sites is: $\ln\{E(n_{2t})/E(n_{1t})\} = \alpha_2 - \alpha_1 + \gamma*(t \geq t_0)$. For the log-ratio $\ln(n_{2t}/n_{1t})$ or $\log(n_{2t}/n_{1t})$ a constant value is expected for $t = t_0$ and another constant value from $t = t_0$ onwards. $\text{Log}\{(n_{2t}+1)/(n_{1t}+1)\}$ was plotted versus t, and an accumulated analysis of deviance was computed. Because of the (temporary) increase in the area of arable land and the decrease in the area of meadows, the effect of agricultural use on the numbers of birds was also added to the model mentioned above. Corrections were made for differences in the area of the different zones.

The test results (Tables 11-13, Appendices 19-26) show significantly smaller numbers in the wind park area and its surroundings after the impact, the effect depending on species (group), season, tide (high or low water), and the wind park either being in or not in operation. The fully operational wind park was measured to have a disturbance effect up to a maximum of 500 m beyond the outer row of wind turbines, but was mostly limited to 100-250 m distance. For ten of the 13 species (groups) studied (Mallard, Tufted Duck, Coot, Oystercatcher, Golden Plover, Lapwing, Curlew, Common Gull, Herring Gull, doves) disturbance was proved in one or more situations. Neither the Black-headed Gull nor crows and the Starling were affected. Disturbance effects were proved for only seven of the 13 species (groups) studied (Tufted Duck, Coot, Golden Plover, Lapwing, Curlew, Herring Gull, doves) during the building phase and partly operational situations. This may prove that an operational wind park is more disturbing than a not operational one. The following birds were found in significantly smaller numbers in and around the wind park up to the distance given: ducks up to 250 m, waders up to 100 m (Curlew excepted), and gulls up to 250-500 m (Black-headed Gull excepted) (Table 14). The Curlew (up to 500 m distance) and the Golden Plover were sensitive in nearly every situation studied. The extent of the disturbance effect was often large. Decreases up to 60-95% were quite common, but decreases never reached 100%. In the literature (including those on the disturbance effects of wind turbines) the same species are often mentioned to be sensitive to disturbance. The same disturbance distances also are mentioned.

Migrating birds

Migrating birds often fly in groups during daytime. So the total numbers of birds during a count both reflect the numbers of groups and the mean group sizes. Therefore the disturbance effect of the wind park on migrating birds was studied for both the numbers of groups and the mean group sizes during a count. The effect was assessed by comparing data before and after the impact in a control area and in the impact area (BACI-model), using regression analysis and an accumulated analysis of deviance according to the model $E(m_{it}) = \exp\{\mu + \alpha_i + \beta_t + \gamma_i \sin(\Theta_t) + \delta_i \cos(\Theta_t) + \varepsilon_i I_{t>\tau}\}$, with $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = \varepsilon_1 = 0$, and $var(m_{it}) = \sigma^2.E(m_{it})$ for the numbers of groups, and $E(n_{it}) = \exp$

$\{\mu + \alpha_i + \beta_t + \gamma_i \sin(\Theta_t) + \delta_i \cos(\Theta_t) + \varepsilon_i I_{t>\tau}\}$, with $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = \varepsilon_1 = 0$, and $var(n_{it}) = \sigma^2.E(n_{it})$ for the mean group size. In this model $E(m_{it})$ is the expected value for the number of observed groups, and $E(n_{it})$ for the mean group size; $\exp\{\mu\}$ is the expected number without impact, α_i is the term for the effect of the location i (1 = coast, 2 = northern part of the wind park, 3 = southern part of the wind park); β_t is the term for the effect of the period t (1 = without wind park, 2 = with wind park); γ_i and δ_i are location dependent coefficients for two mutual orthogonal components of the wind direction Θ_t in the period t. $\varepsilon_i I_{t>\tau}$ is the term for the effect ε_i, related to the presence of the wind park on location 1 = 2 or 1 = 3, for counts t from the first count τ after construction of the wind park. $I_{t>\tau}$ is an indicator function with values 1 (if the condition is true) or 0. The wind direction was proved to affect the observed numbers of groups and mean group size in both the control and the impact spots (Tables 15-17, Appendices 27-32). Therefore the effect for wind direction was also added to the model. $\sin(\Theta)$ represents the wind direction effects perpendicular to the main direction of migration (side winds), $\cos(\Theta)$ represents the effect along the main direction of migration (tail and head winds). The main direction of migration in the study area is west-south-west, which is also the direction of the coast line and the east-west orientation of the wind park. The main questions solved with the model mentioned above were (1) does the wind park as a whole affect bird migration, and (2) does the distance between the wind turbines have any effect on bird migration (difference between the northern and southern part of the wind park, see Fig. 2). Therefore the model was limited by $\tau_2 = \tau_3$, $\delta_2 = \delta_3$, and $\varepsilon_2 = \varepsilon_3$.

The test results regularly show disturbance effects of the wind park on migrating birds after impact, depending on species (group), the wind park being in or not in operation, and the distance between the wind turbines (Tables 18-21, Appendices 33-38). The following species appeared to be very sensitive: Mallard, Common Snipe, Curlew and possibly also thrushes (independent of the distance between the wind turbines), and also pipits and the Starling when the distance between the wind turbines was small (i.e. in the southern part of the wind park, see Fig. 2). The following species appeared to be little sensitive: Lapwing, thrushes (including birds that were only heard calling) and possibly also the Skylark, wagtails and *Carduelis* spp. (independent of the distance between the wind turbines), and also pipits and the Starling when the distance between the wind turbines was large (i.e. in the northern part of the wind park, see Fig. 2). Finches and buntings appeared not to be sensitive. The disturbance effects could be expressed as (1) a decrease or an increase in the number of groups passing, and (2) a decrease or an increase of the mean group size during one count. Negative effects were expressed by the joining of groups during passage of the wind park or by the avoidance of the wind park. The joining of groups may lead to the same number of birds or to a decrease or increase in the number of birds. Avoidance always mean a decrease in the total number of birds migrating through the wind park area after impact. The extent of the effect in situations in which the wind park was not in operation could rise to a factor 1,6 (decrease with 36%), and with a wind park in full operation to a factor 3 (decrease with 67%).

Tabel 1. Aantallen broedparen per seizoen voor vier weidevogelsoorten in het bij de bewerkingen betrokken gebied (fig. 7b), met tussen haakjes de aantallen in zone 1 (windpark, fig. 7b).

Soort	Seizoen							
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Scholekster	72(13)	100(8)	140(20)	129(20)	126(4)	173(18)	150(20)	229(22)
Kievit	146(11)	115(8)	131 (3)	102 (4)	119(6)	128(11)	115 (9)	117 (5)
Grutto	51 (0)	49(1)	45 (3)	45 (1)	50(2)	46 (2)	37 (2)	44 (1)
Tureluur	15 (0)	9(0)	12 (0)	10 (0)	13(0)	12 (0)	9 (0)	8 (0)
Totaal	284(24)	273(17)	328(26)	286(25)	308(12)	359(31)	311(31)	398(28)

Tabel 2. In het telgebied (fig. 8a) tijdens de tellingen in de zes herfstperioden (1984-1988, 1990) waargenomen pleisterende vogels (*: ook in het windparkgebied, zone 1 en 2, fig. 8b).

Dodaars	Smelleken*	Witgatje*
Fuut	Slechtvalk	Bosruiter
Aalscholver	Patrijs*	Oeverloper*
Blauwe reiger*	Fazant*	Kleine jager
Lepelaar	Waterral	Grote jager
Knobbelzwaan	Waterhoen*	Kokmeeuw*
Kleine zwaan*	Meerkoet*	Stormmeeuw*
Nijlgans	Scholekster*	Kleine mantelmeeuw
Bergeend*	Bontbekplevier*	Zilvermeeuw*
Casarca	Morinelplevier*	Grote mantelmeeuw
Smient*	Goudplevier*	Visdief
Krakeend	Zilverplevier*	Holenduif*
Wintertaling*	Kievit*	Houtduif*
Wilde eend*	Kleine strandloper*	Turkse tortel
Pijlstaart	Bonte strandloper*	Postduif*
Slobeend	Kemphaan*	Velduil
Tafeleend	Bokje	Merel
Kuifeend*	Watersnip*	Kramsvogel*
Grote zeeëend	Houtsnip	Zanglijster
Brilduiker	Grutto*	Koperwiek*
Bruine kiekendief*	Rosse grutto	Ekster*
Blauwe kiekendief*	Regenwulp	Kauw*
Sperwer*	Wulp*	Roek
Buizerd	Zwarte ruiter*	Zwarte kraai*
Ruigpootbuizerd	Tureluur	Bonte kraai
Torenvalk*	Groenpootruiter*	Spreeuw*

Tabel 3. In het telgebied (fig. 8) tijdens de tellingen in de zes winter- en voorjaarsperioden (1984-1989, 1990/1991) waargenomen pleisterende vogels (*: ook in windparkgebied, zone 1 en 2, fig. 8).

Dodaars	Bruine kiekendief	Tureluur*
Fuut	Blauwe kiekendief*	Groenpootruiter
Aalscholver	Sperwer	Witgatje
Blauwe reiger*	Buizerd*	Oeverloper
Knobbelzwaan*	Ruigpootbuizerd	Kokmeeuw*
Kleine zwaan*	Torenvalk*	Stormmeeuw*
Rietgans	Smelleken	Kleine mantelmeeuw*
Kleine rietgans	Slechtvalk	Zilvermeeuw*
Kolgans	Patrijs*	Grote mantelmeeuw
Grauwe gans	Fazant*	Visdief*
Brandgans	Waterhoen*	Holenduif*
Rotgans	Meerkoet*	Houtduif*
Bergeend*	Scholekster*	Postduif*
Smient*	Kluut*	Beflijster
Krakeend	Bontbekplevier	Merel
Wintertaling*	Goudplevier*	Kramsvogel
Wilde eend*	Zilverplevier	Koperwiek
Pijlstaart	Kievit*	Ekster*
Zomertaling	Bonte strandloper	Kauw*
Slobeend*	Kemphaan	Roek
Tafeleend*	Watersnip	Zwarte kraai*
Kuifeend*	Grutto*	Bonte kraai
Brilduiker	Rosse grutto	Spreeuw*
Nonnetje	Regenwulp*	
Grote zaagbek	Wulp*	

ıbel 4. Percentage van het totale aantal vogels voor de 11 en 14 aantalsmatig belangrijkste pleisterende ›ort(groep)en in de bij het onderzoek betrokken herfst- (boven) en winter- en voorjaarsseizoenen (onder), .smede het totale aantal getelde vogels voor alle soorten.

ıar	Wilde eend	Meer-koet	Kievit	Goud-plevier	Wulp	Storm-meeuw	Zilver-meeuw	Kok-meeuw	Duiven	Kraaien	Spreeuw	Totaal 11 soorten	N alle soorten
)84	3,7	2,2	19,2	12,8	1,7	5,2	0,6	17,4	1,6	7,1	20,0	91,5	122109
)85	9,7	1,1	9,2	12,7	2,4	7,2	0,4	15,0	3,2	3,5	28,2	92,6	133343
)86	3,8	1,3	6,8	7,7	0,6	2,8	1,9	25,0	3,6	2,8	42,6	98,9	120708
)87	4,8	2,1	10,6	5,5	1,4	5,3	1,1	20,2	5,9	4,7	32,9	94,5	90983
)88	6,4	3,0	10,0	8,2	1,5	6,8	1,5	19,2	3,0	3,4	31,1	94,1	95280
)90	7,8	5,0	13,0	14,3	1,2	5,0	2,1	12,8	3,8	1,8	26,1	93,0	70871

ıar	Wilde eend	Smient	Kuif-eend	Meer-koet	Schol-ekster	Kievit	Goud-plevier	Wulp	Storm-meeuw	Zilver-meeuw	Kok-meeuw	Duiven	Kraaien	Spreeuw	Totaal 14 soorten	N alle soorten
)84/1985	10,0	6,2	0,5	1,2	7,7	11,4	3,0	3,4	15,3	3,0	21,6	4,1	4,9	4,6	96,9	39857
)85/1986	7,3	8,2	0,2	2,0	3,6	4,2	2,8	3,1	25,2	5,2	20,9	2,5	6,9	6,8	98,9	24418
)86/1987	3,4	1,5	0,1	1,1	0,8	1,8	1,3	0,9	28,1	18,9	33,7	1,0	3,1	3,6	99,3	103772
)87/1988	3,3	1,2	0,1	2,4	5,2	4,0	4,2	2,2	20,7	15,2	27,8	1,9	4,8	6,2	99,2	69549
)88/1989	10,1	9,0	0,2	6,7	5,0	1,4	0,3	1,8	15,6	6,3	31,3	1,7	5,0	4,7	99,1	32619
)90/1991	9,1	5,4	0,1	7,1	5,6	12,4	16,6	4,7	6,5	2,2	13,2	1,2	2,5	6,2	92,9	55114

Tabel 5. Aantal getelde pleisterende vogels in het windparkgebied (1 + 2, fig. 3) en daarbuiten (3-8), alsmede het percentage van het totaal in het windparkgebied (1 + 2) voor de bij het onderzoek betrokken seizoenen in de herfst (boven) en in winter en voorjaar (onder).

Jaar	N-totaal 1+2	N-totaal 3-8	% in 1 + 2
1984	6837	115272	5,6
1985	3098	110245	2,7
1986	9517	111191	7,9
1987	3671	87312	4,0
1988	4815	90465	5,1
1990	3448	67423	5,1

Jaar	N-totaal 1+2	N-totaal 3-8	% in 1 + 2
1984/1985	2424	37433	6,1
1985/1986	1408	23010	5,8
1986/1987	17087	86685	16,5
1987/1988	3692	65857	5,3
1988/1989	5766	26853	17,7
1990/1991	2619	52495	5,0

Tabel 6. Op de drie trektelposten (fig. 1) tijdens de ochtend- en avondtellingen in de herfst van 1984-1987 en 1990 waargenomen vogels (*: ook in windpark, -: niet aan kust).

Fuut	Goudplevier*	Oeverzwaluw
Aalscholver*	Zilverplevier*	Boerenzwaluw*
Blauwe reiger*	Kievit*	Huiszwaluw*
Lepelaar*	Kanoetstrandloper	Duinpieper
Knobbelzwaan*	Drieteenstrandloper	Boompieper*
Kleine zwaan*	Kleine strandloper*	Graspieper*
Wilde zwaan*	Temmincks strandloper	Oeverpieper*
-Rietgans*	Krombekstrandloper*	Waterpieper
Kleine rietgans*	Paarse strandloper	Gele kwikstaart*
Kolgans*	Bonte strandloper	Grote gele kwikstaart*
Grauwe gans*	Kemphaan*	Witte kwikstaart
Brandgans*	Watersnip*	Winterkoning
Rotgans*	Grutto*	Heggemus*
-Nijlgans*	Rosse grutto*	-Gekraagde roodstaart*
Bergeend*	Regenwulp*	Paapje*
Casarca	Wulp*	Roodborst*
Smient*	Zwarte ruiter*	Tapuit*
Krakeend	Tureluur*	Beflijster*
Wintertaling*	Groenpootruiter*	Merel*
Wilde eend*	Witgatje*	Kramsvogel*
Pijlstaart*	Bosruiter*	Zanglijster*
Slobeend*	Oeverloper*	Koperwiek*
Tafeleend*	Steenloper*	Grote lijster*
Kuifeend*	Middelste jager	Goudhaantje*
Toppereend	Kleine jager	Baardmannetje
Eidereend	Grote jager	Pimpelmees*
Brilduiker	Dwergmeeuw*	Koolmees*
Middelste zaagbek*	Kokmeeuw*	Ekster*
Grote zaagbek	Stormmeeuw*	Kauw*
-Rode wouw*	Kleine mantelmeeuw*	Roek*
Bruine kiekendief*	Zilvermeeuw*	Zwarte kraai*
Blauwe kiekendief*	Grote mantelmeeuw	Bonte kraai*
-Havik	Drieteenmeeuw	Spreeuw
Sperwer*	Grote stern	Huismus*
Buizerd*	Visdief*	Ringmus*
Ruigpootbuizerd	Dwergstern	Vink*
Torenvalk*	Zwarte stern	Keep*
Boomvalk*	Zeekoet	Europese kanarie
Smelleken*	Holenduif*	Groenling*
Slechtvalk*	Houtduif	Putter*
Patrijs	Turkse tortel*	Sijs*
Waterral	Postduif*	Kneu*
Meerkoet	Ransuil	Frater*
-Waterhoen*	Velduil*	Barmsijs*
Scholekster*	Gierzwaluw*	Kruisbek*
Kluut	Grote bonte specht	IJsgors*
Kleine plevier*	IJsvogel	Sneeuwgors*
Bontbekplevier*	Boomleeuwerik*	Geelgors*
Strandplevier	Veldleeuwerik*	Ortolaan
Morinelplevier*	Strandleeuwerik*	Rietgors*

bel 7. Percentage van het totale aantal groepen (vogels) voor de 13 onderscheiden soort(groep)en per telpost
U = kust, NP = noorden park, ZP = zuiden park, vgl. fig. 1) voor ochtend- en avondtellingen in de herfst van 1990.

ort(groep)	Ochtend			Avond		
	KU	NP	ZP	KU	NP	ZP
nden[1]	8,2 (3,0)	3,7 (1,9)	3,7 (2,4)	10,1 (7,6)	6,8 (2,9)	6,6 (4,6)
udplevier	0,4 (0,3)	5,0 (13,2)	5,2 (16,3)	0,5 (1,9)	7,9 (9,7)	5,4 (10,4)
evit	1,3 (1,4)	1,5 (1,9)	1,8 (1,6)	0,9 (2,6)	2,8 (1,5)	3,0 (2,2)
tersnip	2,5 (1,8)	3,4 (1,3)	3,9 (2,1)	0,7 (0,3)	3,9 (1,1)	3,5 (2,0)
lp	2,1 (0,4)	0,9 (0,4)	1,1 (0,4)	2,1 (2,7)	0,7 (0,6)	1,2 (1,5)
euwen[2]	40,6 (29,3)	34,5 (14,8)	37,6 (15,7)	50,9 (56,9)	46,2 (22,1)	56,1 (39,7)
iven en kraaien	1,9 (0,5)	2,1 (0,9)	3,5 (1,4)	0,6 (0,3)	2,2 (0,7)	2,1 (1,5)
ldleeuwerik	3,6 (1,3)	4,7 (2,4)	2,8 (1,8)	0,2 (0,2)	1,3 (1,0)	0,2 (0,1)
epers	11,7 (3,7)	12,1 (5,4)	8,4 (4,9)	1,7 (1,0)	3,8 (2,4)	2,5 (3,1)
jsters	3,2 (0,7)	4,0 (1,7)	3,6 (3,2)	2,2 (0,8)	1,5 (3,7)	1,7 (0,6)
reeuw[3]	9,5 (51,0)	21,1 (51,8)	20,1 (46,1)	1,7 (1,2)	12,0 (50,3)	5,7 (26,7)
erige zangvogels	8,7 (2,7)	5,9 (2,5)	5,4 (2,5)	0,7 (0,2)	5,6 (2,1)	3,5 (2,0)
erige soorten	6,4 (3,9)	1,1 (1,9)	2,9 (1,5)	27,7 (24,3)	5,2 (2,0)	8,5 (5,6)
	11153 (127044)	6103 (29392)	3836 (15335)	2826 (11016)	1408 (6798)	938 (2794)

voornamelijk wilde eenden, [2] vooral kokmeeuwen, slaap-, foerageer- en echte trek samen,
slaaptrek en echte trek samen.

Tabel 8. Samenvatting van de resultaten van de analyse van effecten op de aantallen van vier soorten weidevogels in en rond de Sep-proefwindcentrale (vgl. fig. 7b, bijlage 17) in voorjaar 1984-1991 (o: geen effect (P>0,05), ***: effect significant (P<0,001)).

Effect	Soort			
	Scholekster	Kievit	Grutto	Tureluur
Gebruikstype	***	***	***	***
Zone	***	***	***	***
Jaar	***	0	0	0
Jaar.zone	0	0	0	0
Periode.zone	0	0	0	0
Periode	***	0	0	0

Tabel 9. Samenvatting van de paarsgewijze toetsing van de verschillen tussen de logaritmen van de gemiddelden van de afzonderlijke hoofdeffecten (zone onder volledig model; jaar onder volledig model; zone onder model voor periode; periode). Volgorde: op grond van toenemende verschillen van de logaritmen (paarsgewijze vergelijking). Onderstreept: niet significant verschillend, niet onderstreept: significant verschillend (P<0,05).

Hoofd-effect	Soort	Verschil (Klein ..... Groot)
ZONE (onder volledig model)	Scholekster	6 5 4 3 2 1
	Kievit	5 6 3 1 2 4
	Grutto	5 2 6 1 3 4
	Tureluur	1 5 3 6 4 2

Hoofd-effect	Soort	Verschil (Klein ..... Groot)
JAAR (onder volledig model)	Scholekster	1984 1988 1985 1987 1989 1990 1986 1991
	Kievit	1991 1987 1990 1988 1989 1985 1986 1984
	Grutto	1984 1985 1988 1987 1986 1990 1991 1989
	Tureluur	1988 1985 1991 1987 1986 1984 1990 1989

Vervolg tabel 9.

Hoofd-effect	Soort	Verschil (Klein ..... Groot)
ZONE (onder periode model)	Scholekster	6 5 4 3 2 1
	Kievit	6 5 3 1 2 4
	Grutto	6 1 5 2 3 4
	Tureluur	1 3 5 6 4 2

Hoofd-effect	Soort	Verschil (Klein .... Groot)
PERIODE	Scholekster	1 2 3
	Kievit	3 2 1
	Grutto	1 2 3
	Tureluur	3 1 2

Tabel 10. De op grond van het regressiemodel berekende toeneming of reductie (vermenigvuldigingsfactoren) per zone van het aantal broedparen van scholekster, kievit en grutto tussen de verschillende bij de effectberekeningen onderscheiden perioden (gebaseerd op bijlage 18). 1 = periode voor de bouw van het windpark, 2 = periode tijdens de bouw en met stilstaande windturbines, 3 = operationeel windpark.

Zone	Scholekster			Kievit			Grutto		
	1-2	2-3	1-3	1-2	2-3	1-3	1-2	2-3	1-3
1	1,3	1,4	1,8	0,6	0,8	0,5	4,8	0,4	2,0
2	1,7	1,6	2,7	0,7	0,5	0,4	2,0	2,8	5,8
3	2,6	2,0	5,2	1,5	1,2	1,8	1,6	1,0	1,6
4	1,6	1,4	2,2	1,0	0,7	0,6	1,0	0,9	0,8
5	1,4	1,7	2,5	0,8	1,4	1,1	0,6	0,4	1,5
6	1,4	1,6	2,3	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	0,8

Tabel 11a. Richting van het windparkeffect en verstrengeling met bouwlandeffect (boven), alsmede de omvang van het totale effect (onder), per soort(groep) in de herfst (vgl. bijlage 19). 0: geen windparkeffect, -: windparkeffect negatief (significant minder vogels na plaatsing), +: windparkeffect positief (significant meer vogels na plaatsing), .: geen uitspraak mogelijk (onvoldoende gegevens of 'residual mean deviances' te groot (>75)); <>: windpark- en bouwlandeffect gestrengeld, (): beide effecten gestrengeld, windparkeffect mogelijk groter dan bouwlandeffect, []: beide effecten gestrengeld, bouwlandeffect mogelijk sterker dan windparkeffect; P<0,05.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	<->	0	(-)	<->	0	<+>	<->	<->	<->	0
Goudplevier	(-)	.	.	(-)	.	<->	.	.	.	.
Kievit	-	(-)	.	-	-	<->	(-)	.	(-)	.
Wulp	0	0	<->	(-)	0	[0]	<->	<->	<->	<->
Stormmeeuw	0	[0]	(-)	(-)	(-)	[0]	<->	(-)	(-)	.
Zilvermeeuw	0	0	-	<->	(-)	0	0	-	-	<->
Kokmeeuw	0	.	.	.	.	0	.	.	.	.
Duiven	[0]	-	<->	0	(-)	0	<->	0	<->	<+>
Kraaien	0	0	0	<+>	<+>	0	0	<+>	<->	.
Spreeuw	<+>	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	2,1		2,9	1,1		1,2	2,1	1,6	1,9	
Goudplevier	21,0			59,6		16,7				
Kievit	5,7	8,9		12,3	12,0	4,7	7,8		9,1	
Wulp			16,9	70,6			11,1	15,2	28,9	3,5
Stormmeeuw			6,9	6,5	10,3		4,8	4,7	6,2	
Zilvermeeuw			23,2	14,4	5,7			16,8	8,7	7,3
Kokmeeuw										
Duiven		19,9	10,5		8,5		17,0		8,7	2,7
Kraaien				1,2	7,2			1,2	2,2	
Spreeuw	1,1									

Tabel 11b. Richting van het windparkeffect en verstrengeling met bouwlandeffect (boven), alsmede de omvang van het totale effect (onder), per soort(groep) in de winter en het voorjaar (vgl. bijlage 20). 0: geen windparkeffect, -: windparkeffect negatief (significant minder vogels na plaatsing), +: windparkeffect positief (significant meer vogels na plaatsing), .: geen uitspraak mogelijk (onvoldoende gegevens of 'residual mean deviances' te groot (>75)); <>: windpark- en bouwlandeffect gestrengeld, (): beide effecten gestrengeld, windparkeffect mogelijk groter dan bouwlandeffect, []: beide effecten gestrengeld, bouwlandeffect mogelijk sterker dan windparkeffect; P<0,05.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0	+	0	<+>	+	0	0	<->
Kuifeend	.	-	-	-	-	-	-	(-)
Meerkoet	0	-	-	-	-	-	-	(-)
Scholekster	-	-	-	(-)	-	-	-	0
Goudplevier	<->	(-)	[0]	<->	-	[0]	[0]	-
Kievit	0	0	0	-	0	0	0	<->
Wulp	0	<->	0	(-)	<->	(-)	(-)	<->
Stormmeeuw	+	0	0	0	0	0	0	.
Zilvermeeuw	<0>	0	0	<->	0	0	0	<->
Kokmeeuw	0	0	0	<+>	0	0	0	.
Duiven	<+>	+	0	<->	+	0	0	<->
Kraaien	0	0	0	[0]	0	0	0	-
Spreeuw	0	<->	0	<->	[0]	0	0	0

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend		2,3		2,1	2,0			1,6
Kuifeend		14,3	11,6	9,6	20,0	10,5	11,1	1,8
Meerkoet		10,3	59,5	10,7	3,2	13,7	12,0	4,3
Scholekster	2,7	3,1	3,8	3,5	2,9	3,6	3,4	
Goudplevier	317	1000	62,8	477	531	67,8	192	8,0
Kievit				15,0				1,3
Wulp		2,3		12,6	2,2	6,3	4,8	8,5
Stormmeeuw	7,9							
Zilvermeeuw	5,8			1,5				4,6
Kokmeeuw				1,4				
Duiven	3,0	9,7		1,3	7,9			4,9
Kraaien								4,6
Spreeuw		6,3		1,3	3,4			

Tabel 12a. Richting van het windparkeffect en verstrengeling met bouwlandeffect (boven), alsmede de omvang van het totale effect (onder), per soort(groep) in de herfst tijdens hoogwater (vgl. bijlage 21). 0: geen windparkeffect, -: windparkeffect negatief (significant minder vogels na plaatsing), +: windparkeffect positief (significant meer vogels na plaatsing), .: geen uitspraak mogelijk (onvoldoende gegevens of 'residual mean deviances' te groot (>75)); <>: windpark- en bouwlandeffect gestrengeld, (): beide effecten gestrengeld, windparkeffect mogelijk groter dan bouwlandeffect, []: beide effecten gestrengeld, bouwlandeffect mogelijk sterker dan windparkeffect; P<0,05.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0	<->	<->	<->	0	0	-	<->	<->	0
Goudplevier	[-]	.	.	.	.	0	.	.	.	.
Wulp	0	0	<->	<->	0	0	<->	<->	<->	<->
Stormmeeuw	0	(-)	<->	(-)	(-)	0	(-)	<->	<->	.
Zilvermeeuw	0	0	-	-	-	0	0	-	-	<->
Kokmeeuw	0	.	.	.	.	0	.	.	.	.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend		3,3	3,5	2,1			2,9	2,6	2,8	
Goudplevier	16,4									
Wulp			12,3	57,8			9,2	31,3	24,0	3,4
Stormmeeuw		10,1	7,0	9,7	10,7		18,8	8,3	7,8	
Zilvermeeuw			23,7	24,4	30,0			22,1	12,8	5,4
Kokmeeuw										

Tabel 12b. Richting van het windparkeffect en verstrengeling met bouwlandeffect (boven), alsmede de omvang van het totale effect (onder), per soort(groep) in herfst, winter en voorjaar, tijdens hoogwater (vgl. bijlage 22). 0: geen windparkeffect, -: windparkeffect negatief (significant minder vogels na plaatsing), +: windparkeffect positief (significant meer vogels na plaatsing), .: geen uitspraak mogelijk (onvoldoende gegevens of 'residual mean deviances' te groot (>75)); <>: windpark-en bouwlandeffect gestrengeld, (): beide effecten gestrengeld, windparkeffect mogelijk groter dan bouwlandeffect, []: beide effecten gestrengeld, bouwlandeffect mogelijk sterker dan windparkeffect; P<0,05.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0	0	0	0	0	0	0	0
Goudplevier	-	<->	-	.	-	-	-	.
Wulp	0	0	<0>	<->	0	<->	<->	-
Stormmeeuw	[0]	0	0	0	[0]	0	0	.
Zilvermeeuw	0	0	<->	0	0	0	0	<+>
Kokmeeuw	.	.	.	.	.	.	.	.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend								
Goudplevier	15,5	5,7	9,6		5,9	7,2	6,9	
Wulp				7,0		6,6	5,0	3,7
Stormmeeuw								
Zilvermeeuw			1,2					2,1
Kokmeeuw								

Tabel 12c. Richting van het windparkeffect en verstrengeling met bouwlandeffect (boven), alsmede de omvang van het totale effect (onder), per soort(groep) in herfst, winter en voorjaar, tijdens laagwater (vgl. bijlage 23). 0: geen windparkeffect, -: windparkeffect negatief (significant minder vogels na plaatsing), +: windparkeffect positief (significant meer vogels na plaatsing), .: geen uitspraak mogelijk (onvoldoende gegevens of 'residual mean deviances' te groot (>75)); <>: windpark-en bouwlandeffect gestrengeld, (): beide effecten gestrengeld, windparkeffect mogelijk groter dan bouwlandeffect, []: beide effecten gestrengeld, bouwlandeffect mogelijk sterker dan windparkeffect; P<0,05.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0	0	0	0	0	0	0	0
Goudplevier	-	-	.	(-)	(-)	.	.	.
Wulp	0	0	<->	-	0	-	-	-
Stormmeeuw	+	+	<0>	0	+	0	+	(-)
Zilvermeeuw	<+>	0	0	<+>	0	0	0	0
Kokmeeuw	0	.	.	<+>	.	.	.	.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend								
Goudplevier	52,8	45,5		61,3	47,5			
Wulp			6,5	15,0		9,9	7,4	3,1
Stormmeeuw	6,9	17,9	4,1		9,9		6,3	5,1
Zilvermeeuw	1,7			2,0				
Kokmeeuw				2,7				

Tabel 13a. Richting van het draai-effect en verstrengeling met bouwlandeffect (boven), alsmede de omvang van het totale effect (onder), per soort(groep) in de herfst (vgl. bijlage 24). 0: geen windparkeffect, -: windparkeffect negatief (significant minder vogels na plaatsing), +: windparkeffect positief (significant meer vogels na plaatsing), .: geen uitspraak mogelijk (onvoldoende gegevens of 'residual mean deviances' te groot (>75)); <>: windpark- en bouwlandeffect gestrengeld, (): beide effecten gestrengeld, windparkeffect mogelijk groter dan bouwlandeffect, []: beide effecten gestrengeld, bouwlandeffect mogelijk sterker dan windparkeffect; P<0,05.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
Goudplevier	<->	0	(-)	<->	-	0	-	-	-	.
Kievit	(-)	[0]	<->	<->	-	0	-	<->	-	-
Wulp	<+>	<+>	<+>	<+>	<+>	<+>	<+>	<+>	<+>	.
Stormmeeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zilvermeeuw	<+>	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Kokmeeuw	0	0	0	0	<+>	0	0	0	0	0
Duiven	0	0	<->	<->	0	+	0	<->	0	<+>
Kraaien	(+)	+	0	(+)	0	0	(+)	0	+	0
Spreeuw	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend						5,5				
Goudplevier	9,5		26,7	8,0	16,1		5,7	14,1	10,1	2,5
Kievit	4,7		5,0	6,5	12,5		5,2	5,8	5,6	2,7
Wulp	6,8	1,9	7,6	1,2	4,8	5,3	1,7	3,5	1,6	
Stormmeeuw										
Zilvermeeuw	15,4									10,4
Kokmeeuw					13,7					
Duiven			1,1	1,1		13,9		1,2		2,5
Kraaien	2,0	2,7		1,9			2,7		6,6	
Spreeuw										

Tabel 13b. Richting (boven) en omvang (onder) van het draai-effect per soort(groep) in de winter en het voorjaar (vgl. bijlage 25). 0: geen windparkeffect, -: windparkeffect negatief (significant minder vogels na plaatsing), +: windparkeffect positief (significant meer vogels na plaatsing), .: geen uitspraak mogelijk (onvoldoende gegevens of 'residual mean deviances' te groot (>75)); P<0,05.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0	0	0	0	+	0	0	0
Scholekster	0	0	-	0	0	0	0	.
Goudplevier	.	-	-	0	-	0	0	0
Kievit	0	-	0	0	-	0	0	0
Wulp	0	0	0	0	0	0	0	0
Stormmeeuw	+	+	+	+	+	+	+	+
Zilvermeeuw	+	+	+	+	+	+	+	+
Kokmeeuw	0	.	.	+	.	.	.	.
Duiven	0	0	0	0	0	0	0	0
Kraaien	+	+	+	0	+	+	+	0
Spreeuw	0	0	0	0	0	0	0	0

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend					2,0			
Scholekster			9,6					
Goudplevier		2,4	5,3		4,6			
Kievit		3,8			3,4			
Wulp								
Stormmeeuw	36,0	126	19,4	26,5	90,0	20,1	56,0	58,0
Zilvermeeuw	67,0	500	66,7	30,4	355	63,8	295	125,3
Kokmeeuw				5,2				
Duiven								
Kraaien	4,6	11,0	9,6		10,0	1,1	1,3	
Spreeuw								

Tabel 14. Maximale verstoringsafstand veroorzaakt door het operationele windpark en gemeten vanaf de buitenste windturbines. *: niet onderzocht, +: effect positief.

Soort(groep)	Herfst		Winter en voorjaar	Totaal		Draai-effect	
	Totaal	Hoog-water	Totaal	Hoog-water	Laag-water	Herfst	Winter en voorjaar
Wilde eend	100	250	0	0	0	0	0
Kuifeend	*	*	250	*	*	*	*
Meerkoet	*	*	250	*	*	*	*
Scholekster	*	*	100	*	*	*	*
Goudplevier	100	100	100	100	100	100	*
Kievit	100	*	0	*	*	100	0
Wulp	500	500	100-250	500	500	+	0
Stormmeeuw	250-500	250	0	0	0	0	+
Zilvermeeuw	500	500	0	0	0	0	+
Kokmeeuw	0?	0?	0?	0?	0?	0?	0?
Duiven	100-250?	*	0?	*	*	500	0
Kraaien	0	*	0	*	*	0/+	+
Spreeuw	*	*	0?	*	*	*	0

Tabel 15. Samenvatting van de hoofdeffecten locatie, datum en wind.locatie in de situatie zonder windpark (1984-1986), bij vergelijking van de aantallen in de herfst per ochtend langs de kust en in het park (Kust-Park) en binnen het park (NP-ZP) waargenomen groepen (boven) en de gemiddelde groepsgrootte (onder). 0: niet significant (P>0,1), (0): niet significant (0,05<P<0,1), *: significant (0,01<P<0,05), **: significant (0,001<P<0,01), ***: significant (P<0,001). Tweede aanduiding: op grond van Pearson-ratio, indien significantie afwijkend van 'mean deviance ratio'. Zie ook bijlage 27 en 28.

Soortgroep	Locatie	Datum	Wind.locatie	
			Kust-Park	NP-ZP
Wilde eend	***	***	** (***)	0
Kievit	0	***	***	0
Watersnip	* (**)	***	***	(0)(*)
Wulp	(0)(*)	***	0	0
Veldleeuwerik	(0)	***	(0)	0
Zwaluwen	**	* (**)	0	0
Piepers	***	***	0	0
Kwikstaarten	** (***)	***	*	0
Lijsters	*	** (***)	0	0
Spreeuw 1)	0	***	*	0
Vinken	(0)	** (***)	***	0
Kneuen	***	***	* (**)	0
Gorzen	***	** (***)	0	0
Lijsters,totaal 2)	(0)(*)	*	0	0

1) alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, 2) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soortgroep	Locatie	Datum	Wind.locatie	
			Kust-Park	NP-ZP
Wilde eend	***	**	0	0
Kievit	***	***	*	0
Watersnip	***	***	***	0
Wulp	*	**	0	0
Veldleeuwerik	***	***	0	0
Zwaluwen	0	0	0	0
Piepers	***	***	0 (0)	0
Kwikstaarten	**	**	0	0
Lijsters	0	*	*	(0)
Spreeuw 1)	***	***	*	0
Vinken	***	***	0	0
Kneuen	**	0	0	0
Gorzen	***	(0)	0 (0)	0
Lijsters, totaal 2)	*	**	(0)	(0)

1) alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, 2) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Tabel 16. Vergelijk tabel 15, bijlage 29 en 30, avondtellingen.

Soortgroep	Locatie	Datum	Wind.locatie	
			Kust-Park	NP-ZP
Wilde eend	0	0	(0)	0
Kievit	* (**)	0 (*)	0	(0)(*)
Watersnip	***	0	0	0
Wulp	(0)(*)	0 ((0))	0	0
Veldleeuwerik	***	***	0	0
Piepers	***	* (**)	0	0
Kwikstaarten	0 ((0))	0	0	0
Spreeuw	***	***	0	0
Vinken)				
Kneuen)	(0)	0	0	0
Gorzen)				
Lijsters, totaal 1)	(0)	0	0	(0)

1) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soortgroep	Locatie	Datum	Wind.locatie	
			Kust-Park	NP-ZP
Wilde eend	***	* (**)	0	0
Kievit	***	***	0	***
Watersnip	0	*	0	0
Wulp	0	**	(0)	0
Veldleeuwerik	0	*	0	0
Piepers	(0)	* (**)	0	(0)
Kwikstaarten	0	0	0	0
Spreeuw	***	***	0	0
Vinken)				
Kneuen)	0	0	0	0
Gorzen)				
Lijsters, totaal 1)	0	0	0	0

1) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Tabel 17. Maximale verschuiving van het aantal groepen (N) en de gemiddelde groepsgrootte (G) naar de kust bij de verschillende soort(groep)en tijdens de ochtend- en avondtellingen. M: meewinden, uit oostelijke richting, T: tegenwinden, uit westelijke richtingen, ZP: zijwinden uit zee, uit noordelijke richtingen, ZK: zijwinden vanaf het land, uit zuidelijke richtingen, -: niet onderzocht.

Soort(groep)	Ochtend			Avond	
	N	G		N	G
Wilde eend	ZP	ZK		ZP	ZP
Kievit	ZK	M		T	ZP
Watersnip	ZK	M		T	ZP
Wulp	ZP	ZK		T	ZP
Veldleeuwerik	M	ZP		ZP	M
Zwaluwen	T	ZK		-	
Piepers	ZK	ZK		T	M
Kwikstaarten	ZK	T		ZK	T
Lijsters	ZK	ZK		-	
Spreeuw	ZK	ZP		ZK	M
Vinken	M	ZK	)		
Kneuen	ZK	ZP	)	M	M
Gorzen	M	M	)		
Lijsters, totaal 1)	M	ZK		ZP	ZP

1) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Tabel 18. Samenvatting van het parkeffect (geen onderscheid tussen draaiend en stilstaand windpark; 1984-1987 versus 1987+1990) voor de tijdens de ochtendtellingen (boven) en avondtellingen (onder) waargenomen aantallen groepen (links) en de gemiddelde groepsgrootte (rechts) na correctie voor wind.locatie invloeden. 0: niet significant (P>0,1), (0): niet significant (0,05<P<0,1; tendens), *: significant (0,01<P<0,05), **: significant (0,001<P<0,01), ***: significant (P<0,001). Tussen haakjes: de richting van het effect (- reductie, + toeneming na plaatsing van het windpark) indien significant. Zie ook bijlage 33.

Soort-(groep)	Parkeffect		Parkeffect	
	Ku-Park	NP-ZP	Ku-Park	NP-ZP
Wilde eend	*** (-)	0	(0)(+)	0
Kievit	** (-)	0	0	(0)(-)
Watersnip	** (-)	0	** (-)	0
Wulp	*** (-)	0	* (-)	0
Veldleeuwerik	0	0	* (+)	0
Zwaluwen	0	0	0	0
Piepers	* (+)	*** (+,-)	*** (+)	0
Kwikstaarten	0	0	0	0
Lijsters	0	0	* (-)	0
Spreeuw 1)	* (+)	* (0,-)	* (+)	0
Vinken	0	0	0	0
Kneuen	0	(0)(0,-)	** (-)	0
Gorzen	0	0	0	(0)(-)
Lijsters, totaal 2)	0	** (-,+)	0	0

1) alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, 2) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soort-(groep)	Parkeffect		Parkeffect	
	Ku-Park	NP-ZP	Ku-Park	NP-ZP
Wilde eend	** (-)	0	0	0
Kievit	0	0	0	0
Watersnip	(0) (-)	0	** (-)	0
Wulp	*** (-)	0	0	0
Veldleeuwerik	0	0	0	*** (+,-)
Piepers	** (-)	* (0/+,-)	0	0
Kwikstaarten	0	0	* (+)	0
Spreeuw	(0) (-)	* (+,-)	0	0
Vinken) Kneuen) Gorzen)	0	0	* (-)	0
Lijsters, totaal 1)	0	(0) (0,-)	* (-)	0

1) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Tabel 19. Samenvatting van het parkeffect bij stilstaande windturbines (1984-1986 versus 1987) voor de tijdens de ochtendtellingen (boven) en avondtellingen (onder) waargenomen aantallen groepen (links) en de gemiddelde groepsgrootte (rechts) na correctie voor wind.locatie invloeden. 0: niet significant (P>0,1), (0): niet significant (0,05<P<0,1), *: significant (0,01<P<0,05), **: significant (0,001<P<0,01), ***: significant (P<0,001). Tussen haakjes: de richting van het effect (- reductie, + toeneming na plaatsing van het windpark) indien significant. Zie ook bijlage 34.

Soort-(groep)	Parkeffect		Parkeffect	
	Ku-Park	NP-ZP	Ku-Park	NP-ZP
Wilde eend	(0)(-)	0	0	0
Kievit	(0)(-)	0	0	0
Watersnip	0	0	** (-)	0
Wulp	*** (-)	0	** (-)	0
Veldleeuwerik	0	0	0	0
Piepers	*** (-)	0	*** (+)	0
Kwikstaarten	* (-)	0	0	0
Lijsters	0	0	** (-)	0
Spreeuw 1)	0	0	** (+)	0
Vinken	0	(0)(0,-)	0	0
Kneuen	* (+)	0	0	0
Gorzen	** (+)	0	0	(0)(-)
Lijsters, totaal 2)	0	** (-,+)	0	0

1) alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, 2) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soort-(groep)	Parkeffect		Parkeffect	
	Ku-Park	NP-ZP	Ku-Park	NP-ZP
Wilde eend	* (-)	0	(0) (-)	0
Kievit	0	0	0	0
Watersnip	0	0	** (-)	0
Wulp	0	0	0	0
Piepers	* (-)	0	0	0
Spreeuw	0	0	** (-)	0
Lijsters, totaal 1)	0	* (-,+)	** (-)	* (-,0)

1) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Tabel 20. Samenvatting van het parkeffect bij draaiende windturbines (1984-1987 versus 1990) voor de tijdens de ochtendtellingen (boven) en avondtellingen (onder) waargenomen aantallen groepen (links) en de gemiddelde groepsgrootte (rechts) na correctie voor wind.locatie invloeden. 0: niet significant (P>0,1), (0): niet significant (0,05<P<0,1), *: significant (0,01<P<0,05), **: significant (0,001<P<0,01), ***: significant (P<0,001). Tussen haakjes: de richting van het effect (- reductie, + toeneming na plaatsing van het windpark) indien significant. Zie ook bijlage 35.

Soort-(groep)	Parkeffect		Parkeffect	
	Ku-Park	NP-ZP	Ku-Park	NP-ZP
Wilde eend	*** (-)	0	* (+)	0
Kievit	*** (-)	(0)(-,--)	0	* (+,-)
Watersnip	** (-)	(0)(-.--)	(0)(-)	0
Wulp	*** (-)	0	0	0
Veldleeuwerik	** (-)	** (+,-)	* (+)	(0)(+,++)
Piepers	0	*** (+,-)	** (+)	0
Kwikstaarten	0	(0)(0,+)	(0)(+)	0
Lijsters	* (-)	(0)(-,--)	0	0
Spreeuw 1)	*** (-)	* (0,-)	0	0
Vinken	(0)(-)	0	0	0
Kneuen	* (-)	* (0,-)	* (-)	0
Gorzen	0	0	0	0
Lijsters, totaal 2)	0	0	0	0

1) alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, 2) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soort-(groep)	Parkeffect		Parkeffect	
	Kust-Park	NP-ZP	Kust-Park	NP-ZP
Wilde eend	*** (-)	0	* (-)	* (-,--)
Kievit	0	0	0	0
Watersnip	0	0	0	0
Wulp	*** (-)	0	0	0
Piepers	* (-)	** (+,-)	0	0
Spreeuw	** (-)	*** (+,-)	0	0
Lijsters, totaal 1)	0	0	0	0

1) ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Tabel 21. Samenvatting van de vier aangetoonde effecten van de plaatsing van het windpark op de onderscheiden soort(groep)en. 1 = bij stilstaande windturbines 's ochtends, 2 = bij stilstaande windturbines 's avonds, 3 = bij draaiende windturbines 's ochtends, 4 = bij draaiende windturbines 's avonds; P = in het noorden en het zuiden, N = in het noorden, Z = in het zuiden van het windpark.

Soort(groep)	Type effect															
	Geen				Positief				Samenballen				Mijden			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Wilde eend	P													P		P
Kievit	P	P		P							N				Z	
Watersnip				P									P	P	P	
Wulp		P											P		P	P
Veldleeuwerik	P										P					
Piepers							N	N	P		Z			P		Z
Kwikstaarten			P										P			
Lijsters													P		P	
Lijsters, totaal 1)	P		P	P										P		
Spreeuw			N		P			N						P	Z	Z
Vinken	P		P													
Kneuen			N		P										Z	
Gorzen			P		P											
Totaal noorden park	5	2	6	3	3	0	1	2	1	0	2	0	4	5	3	2
Totaal zuiden park	5	2	4	3	3	0	0	0	1	0	2	0	4	5	6	4

1) ook vlieghoogten tussen 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 1a. Data waarop windturbinemasten (nummers van masten) werden opgericht.

04.08.1986 - 15.08.1986:	11, 21, 31, 13
01.09.1986 - 11.09.1986:	23, 33, 35, 36
30.10.1986 :	38
31.10.1986 :	25, 26, 37
17.11.1986 - 16.12.1986:	27, 28
05.01.1987 - 26.01.1987:	15, 16, 17, 18

Bijlage 1b. Data waarop gondels en wieken op turbinemasten (nummers masten) werden geplaatst.

Eind mei 1987 :	31
Eind mei - 14.09.1987:	11, 21, 13, 23, 25, 33, 35
15.09.1987 :	15
16.09.1987 :	16, 26
01.10.1987 :	37, 38
02.10.1987 :	27
13.10.1987 :	17, 28
09.11.1987 :	18, 36

Bijlage 2a. Aantal windturbines die minimaal een uur achtereen operationeel waren per telling van pleisterende vogels tijdens de herfst van 1988 en 1990 (links) en winter/voorjaar 1987/1988, 1988/1989 en 1990/1991 (rechts). Bron: eigen waarneming tijdens tellingen.

Datum	N operationeel
09.09.1988	0
15.09.1988	14
21.09.1988	0
27.09.1988	10
05.10.1988	12
19.10.1988	13
28.10.1988	12
02.11.1988	11
08.11.1988	6
16.11.1988	3
07.09.1990	12
14.09.1990	14
19.09.1990	17
24.09.1990	15
01.10.1990	16
06.10.1990	12
08.10.1990	17
11.10.1990	17
15.10.1990	17
22.10.1990	13
25.10.1990	14
30.10.1990	17
06.11.1990	18
09.11.1990	18

Datum	N operationeel
27.11.1987	0
01.12.1987	0
10.12.1987	7
17.12.1987	7
27.01.1988	0
09.02.1988	10
19.02.1988	8
04.03.1988	10
15.03.1988	12
05.04.1988	4
25.04.1988	8
06.05.1988	0
27.05.1988	11
21.11.1988	0
08.12.1988	11
19.12.1988	12
11.01.1989	12
26.01.1989	9
08.02.1989	6
02.03.1989	0
28.03.1989	0
24.04.1989	10
18.05.1989	0
22.11.1990	0
27.11.1990	0
29.11.1990	16
06.12.1990	12
13.12.1990	10
23.12.1990	15
27.12.1990	11
04.01.1991	0
11.01.1991	12
22.01.1991	0
23.02.1991	8
04.03.1991	8
19.03.1991	12
27.03.1991	14
18.04.1991	9
16.05.1991	15

Bijlage 2b. Minimaal en maximaal aantal operationele windturbines per ochtentelling (links) en per avondtelling (rechts) tijdens de herfst van 1990. *: windpark (deels) buiten werking door te weinig wind. Bron: eigen waarnemingen tijdens trektellingen.

Datum	N operationeel
18.09.1990	12-13
19.09.1990	15-16
24.09.1990	14-16
25.09.1990	15-17
26.09.1990	0-16*
27.09.1990	14-17
28.09.1990	15-17
01.10.1990	15-17
02.10.1990	15-17
03.10.1990	15-16
04.10.1990	16-17
05.10.1990	17
08.10.1990	11-16
09.10.1990	16-17
10.10.1990	12-17
11.10.1990	12-17
12.10.1990	11-16
15.10.1990	5-17
16.10.1990	11-17
17.10.1990	16
18.10.1990	0-16*
19.10.1990	0-16*
22.10.1990	7-14
23.10.1990	11-16
24.10.1990	13-16
25.10.1990	16-17
26.10.1990	14-16
29.10.1990	14-16
30.10.1990	12-17
31.10.1990	11-18
01.11.1990	11-18
02.11.1990	0-18
06.11.1990	12-15
07.11.1990	0-17*
08.11.1990	0*
09.11.1990	17-18
12.11.1990	0-3*
13.11.1990	15-18

Datum	N operationeel
17.09.1990	13-14
20.09.1990	16-17
24.09.1990	17
25.09.1990	16-17
27.09.1990	17
01.10.1990	0-15*
02.10.1990	17
08.10.1990	17
09.10.1990	17
15.10.1990	12-17
17.10.1990	16
22.10.1990	12-16
24.10.1990	14-17
30.10.1990	12-18
31.10.1990	17-18
08.11.1990	0*
12.11.1990	0-18*

Bijlage 3a. Globale omschrijving van het weerbeeld (temperatuur en neerslag) in de betrokken seizoenen (1984-1991) (bron: KNMI 1984-1991). Voorjaar: maart, april, mei, juni; herfst: september, oktober, november; winter: december, januari, februari. Voor de winter zijn tevens het aantal sneeuwdagen (S), vorstdagen (V) en ijsdagen (IJ) aangegeven. Een normale winter heeft 18 sneeuw-, 43 vorst- en 12 ijsdagen.

Voorjaar	Weerbeeld
1984	koud, vrij nat (april zeer droog)
1985	zacht, nat (maart en juni koud)
1986	maart en april koud, nat; mei en juni warm, iets droog
1987	zeer koud, nat (april zeer zacht en droog)
1988	vrij zacht, droog (maart zeer nat, juni koel)
1989	zacht tot warm, vrij nat (april koud, mei warm en zeer droog)
1990	zacht tot warm, normaal tot droog (juni nat)
1991	zeer koud, droog (april warm, juni extreem nat)

Herfst	Weerbeeld
1984	zacht, nat (september koud, november droog)
1985	normaal, droog (november koud en nat)
1986	zacht, droog (september koud, oktober nat)
1987	vrij zacht, nat
1988	vrij zacht, normaal (september zeer nat, november droog)
1990	zacht, nat (september koel, oktober droog)

Winter	Weerbeeld	S	V	IJ
1984/1985	zeer koud, zeer droog	25	58	22
1985/1986	zacht (februari zeer koud), vrij nat	28	49	22
1986/1987	zeer koud (december zacht), normaal	27	52	13
1987/1988	zeer zacht, te nat	7	23	2
1988/1989	zeer zacht, normaal	4	16	0
1990/1991	vrij zacht (februari koud), droog	29	39	9

Bijlage 3b. Verdeling van de windrichting in percentages tijdens de ochtendtrektellingen (tussen haakjes avondtellingen) in de herfst van 1984-1987 en 1990.

Windrichting	1984	1985	1986	1987	1990
Noordoost tot zuidoost	11 (0)	28(29)	5 (0)	14(12)	11(18)
Zuidoost tot zuidwest	39(45)	28(18)	36(32)	44(39)	37(29)
Zuidwest tot noordwest	50(50)	38(46)	50(47)	25(35)	47(47)
Noordwest tot noordoost	0 (5)	6 (7)	9(21)	17(15)	5 (6)

Bijlage 4a. Percentage bouwland in de bij de verwerking van de weidevogeltellingen in beschouwing genomen afstandszones (fig. 7b) en in het gehele telgebied in voorjaar 1984-1991.

Jaar	Afstandszone						
	1	2	3	4	5+6	>6	Totaal
1984	49	26	32	46	56	47	49
1985	53	40	41	50	60	65	58
1986	71	43	41	49	61	73	61
1987	78	37	36	46	63	70	60
1988	80	40	41	47	60	65	59
1989	90	34	33	50	58	65	58
1990	88	46	38	53	60	64	59
1991	78	40	38	63	65	71	64

Bijlage 4b. Percentage bouwland in het windpark (zone 1), in de in beschouwing genomen afstandszones (fig. 8b) en in het gehele telgebied in de herfst 1984-1988 en 1990.

Jaar	Afstandszone								
	1	1+2	3	4	5	6	7	8	Totaal
1984	49	39	32	46	46	59	26	32	46
1985	53	43	41	50	51	63	14	54	50
1986	67	37	35	50	52	63	14	62	52
1987	74	61	46	50	46	63	38	62	53
1988	94	69	33	43	45	57	14	66	49
1990	55	46	38	48	50	63	28	66	52

Bijlage 4c. Percentage bouwland in het windpark (zone 1), in de bij de berekeningen in beschouwing genomen afstandszones (fig. 8b) en in het gehele telgebied in winter en voorjaar 1984/1985 - 1990/1991.

Jaar	Afstandszone						
	1	1+2	3	4	5+6	7+8	Totaal
1984/1985	53	48	41	50	61	34	51
1985/1986	71	60	41	49	61	37	53
1986/1987	78	61	36	46	63	46	55
1987/1988	80	63	41	47	60	43	54
1988/1989	90	67	33	50	58	43	51
1990/1991	67	55	44	58	64	50	58

Bijlage 5. Data in 1991 waarop in de betreffende rayons weidevogelnesten werden gekarteerd (vlg. figuur 7a; rayon 34B inclusief windpark; bron: VFO).

Rayon	Datum
13	23/4, 26/4, 7/5, 15/5, 30/5
32-west	20/4, 30/4, 9/5, 15/6
32-midden	15/4, 1/5, 15/5, 1/6, 15/6
32-oost	15/4, 1/5, 15/5, 1/6, 10/6
34A	15-27/4, 2-30/5, 1-9/6
34B	25/4, 11/5, 24/5
40	april, 25/4-5/5, 6-15/5, 16-31/5, 1-30/6
41A	20-21/4, 27-28/4, 9-10/5, 23-24/5, 7-8/6
41B	12/4, 20/4, 22/4, 30/4, 16/5, 22/5

Bijlage 6. Totaal aantal in 1991 gevonden en/of gekarteerde nesten van kievit, grutto, scholekster en tureluur in de bij het onderzoek betrokken rayons (vgl. figuur 7a; rayon 34B inclusief windpark; bron: VFO). Tussen haakjes het aantal nesten op bouw- en braakliggend land.

Rayon	Opp. (ha)*	Kievit	Grutto	Scholekster	Tureluur
13	ca. 185	24 (17)	11 (1)	28 (25)	3 (0)
32-west	ca. 80	6 (2)	6 (0)	5 (0)	1 (0)
32-midden	ca. 70	6 (4)	7 (1)	27 (11)	0 (0)
32-oost	ca. 60	6 (4)	4 (0)	19 (16)	0 (0)
34A	ca. 85	8 (5)	1 (0)	8 (7)	0 (0)
34B	ca. 150	20 (13)	18 (0)	73 (38)	3 (0)
40	ca. 200	18 (18)	2 (0)	56 (45)	0 (0)
41A	ca. 120	27 (22)	4 (0)	30 (24)	1 (0)
41B	ca. 80	14 (10)	4 (0)	15 (12)	1 (0)
Totaal	ca. 1030	129 (95)	57 (2)	261 (178)	9 (0)

*: volgens opgave VFO.

Bijlage 7. Gemiddeld aantal nesten per 100 ha voor kievit, grutto, scholekster, tureluur en het totaal van deze vier soorten in 1984-1991 in het gebied dat in alle onderzoekjaren werd geïnventariseerd (oppervlakte volgens VFO, 880 ha; tussen haakjes het totaal aantal gevonden nesten).

Jaar	Kievit	Grutto	Scholekster	Tureluur	Totaal
1984[1]	16,6	5,8	8,2	1,7	32,3 (284)
1985	13,1	5,6	11,4	1,0	31,0 (273)
1986	14,9	5,1	15,9	1,4	37,3 (328)
1987	11,6	5,1	14,7	1,1	32,5 (286)
1988	13,5	5,7	14,3	1,5	35,0 (308)
1989	14,5	5,2	19,7	1,4	40,8 (359)
1990	13,1	4,2	17,0	1,0	35,3 (311)
1991	13,3	5,0	26,0	0,9	45,2 (398)

[1] van 270 ha alleen aantallen bekend, geen nestlocaties.

Bijlage 8. Gemiddelde dichtheid ± standaarddeviatie (minimum - maximum) voor kievit, grutto, scholekster en tureluur in de periode 1976-1980 (vgl. Koops 1984) en de gemiddelde dichtheid per seizoen in 1984-1991, per (deel)rayon (fig. 7a) en per 100 ha (* geen nestlocaties bekend, [1] totale oppervlakte in 1976-1980 iets groter dan in 1984-1991, oppervlakte volgens VFO). Ontbrekende jaren: geen gegevens.

Rayon	Jaar	Kievit	Grutto	Scholekster	Tureluur
13	1976-1980*,[1]	9,3 ± 1,5	5,8 ± 0,4	4,9 ± 1,0	2,5 ± 0,7
		(7,7-11,1)	(5,2-6,2)	(4,0-6,5)	(1,8-3,4)
	1984	15,7	5,9	2,2	3,8
	1985	8,1	3,2	7,0	1,1
	1986	14,6	7,6	17,3	2,2
	1987	11,9	9,2	9,2	1,1
	1988	17,3	9,2	8,7	3,2
	1989	16,8	2,7	15,1	2,2
	1990	14,6	1,6	5,4	1,1
	1991	13,0	5,9	15,1	1,6
32	1976-1980*	15,5 ± 6,1	10,1 ± 6,3	3,6 ± 3,7	1,9 ± 1,1
		(7,2-22,8)	(5,0-20,0)	(1,1-10,0)	(0,6-2,9)
	1984	26,2	10,5	4,3	2,9
	1986	24,3	12,9	7,1	2,9
	1989	15,7	11,4	19,5	2,9
	1991	8,6	8,1	24,3	0,5
32-oost					
	1984	13,3	8,3	5,0	1,7
	1985	23,3	20,0	15,0	3,3
	1986	26,7	11,7	20,0	1,7
	1987	20,0	10,0	11,7	3,3
	1988	23,3	20,0	20,0	3,3
	1989	13,3	10,0	18,3	3,3
	1990	20,0	6,7	16,7	3,3
	1991	10,0	6,7	31,7	0
34B incl. windpark	1976-1980*	10,3 ± 2,3	4,0 ± 2,7	5,8 ± 0,5	0,6 ± 0,6
		(8,2-14,1)	(2,4-8,8)	(5,3-5,6)	(0-1,2)
	1984	14,0	6,7	10,0	0,7
	1985	14,7	11,3	13,3	1,3
	1986	17,3	6,7	28,0	1,3
	1987	10,0	5,3	20,7	1,3
	1988	13,3	3,3	8,7	0
	1989	14,7	13,3	24,0	2,0
	1990	16,7	6,7	32,0	2,7
	1991	13,3	12,0	48,7	2,0

Vervolg bijlage 8.

Rayon	Jaar	Kievit	Grutto	Scholekster	Tureluur
34A	1984*	8,2	1,2	7,1	0
	1985	11,8	1,2	12,9	2,4
	1986	4,7	1,2	8,2	0
	1987	9,4	0	10,6	0
	1988	3,5	0	4,7	0
	1989	10,6	0	10,6	0
	1990	5,9	0	11,8	0
	1991	9,4	1,2	9,4	0
40	1976-1980*	7,5 ± 2,4 (5,0-10,0)	2,6 ± 1,5 (1,3-5,0)	8,9 ± 3,8 (5,0-13,1)	0 (0-0)
	1984	15,5	3,5	15,0	0
	1985	8,5	1,5	11,5	0
	1986	8,0	2,0	11,5	0,5
	1987	3,5	2,5	18,5	0
	1988	8,5	0,5	28,5	1,0
	1989	12,5	1,0	25,5	0,5
	1990	4,5	4,0	22,0	0
	1991	9,0	1,0	28,0	0
41	1976-1980*	20,3 ± 3,8 (15,0-25,5)	4,6 ± 0,8 (3,5-5,5)	10,4 ± 1,9 (8,0-13,0)	1,3 ± 0,6 (0,5-2,0)
	1984	23,0	8,5	7,0	3,0
	1985	17,5	5,0	12,0	1,5
	1986	22,0	4,5	12,0	2,0
	1987	21,0	4,5	14,0	2,0
	1988	16,5	7,5	12,0	1,5
	1989	16,5	6,5	19,0	1,0
	1990	18,5	6,0	14,0	0,5
	1991	20,5	4,0	22,5	0,5
Windpark					
	1984	16,4	1,8	21,8	0
	1985	18,2	1,8	21,8	0
	1986	12,7	5,5	40,0	0
	1987	7,3	1,8	36,4	0
	1988	10,9	3,6	7,3	0
	1989	20,0	3,6	32,7	0
	1990	18,2	3,6	34,6	0
	1991	9,1	1,8	40,0	0

Bijlage 9. Dichtheden per 100 ha op bouw- en grasland en in het totale gebied (fig. 7b, 955 ha, oppervlakte volgens IBN-DLO) voor scholekster, kievit, grutto en tureluur in de bij de bewerkingen betrokken seizoenen.

Soort	Seizoen	Bouwland	Grasland	Totaal
Scholekster	1984	12,6	4,3	8,3
	1985	12,2	9,2	10,9
	1986	16,6	11,7	14,7
	1987	16,9	8,5	13,6
	1988	15,8	9,6	13,2
	1989	25,7	7,8	18,2
	1990	21,0	8,2	15,7
	1991	27,3	18,0	24,0
Kievit	1984	19,1	12,9	15,9
	1985	13,5	11,2	12,5
	1986	12,3	16,0	13,8
	1987	11,5	9,5	10,7
	1988	12,6	12,4	12,5
	1989	17,4	8,0	13,5
	1990	17,8	3,8	12,0
	1991	14,6	8,1	12,3
Grutto	1984	0,9	10,2	5,7
	1985	0,2	12,4	5,4
	1986	0,7	11,1	4,7
	1987	0,3	11,4	4,7
	1988	0,5	11,9	5,3
	1989	0,2	10,8	4,6
	1990	0	9,4	3,9
	1991	0,2	12,5	4,6
Tureluur	1984	0,2	3,3	1,8
	1985	0,4	2,0	1,1
	1986	0,3	2,7	1,3
	1987	0	2,6	1,1
	1988	0,2	3,0	1,4
	1989	0	2,8	1,2
	1990	0,2	2,0	0,9
	1991	0	2,3	0,8

jlage 10. Aantallen vogels per teldag in de herfst van 1990 in het gehele telgebied voor de elf aantalsmatig belangrijkste ort(groep)en en het totale aantal vogels, met tussen haakjes het percentage hiervan in het windparkgebied (zone 1 + 2, g. 8) (duiven: holenduif, houtduif, postduif; kraaien: ekster, kauw, roek, zwarte kraai, bonte kraai; * tijdens hoogwater, erige tellingen tijdens laagwater).

ort(groep)	07.09.90*	14.09.90	19.09.90*	24.09.90*	01.10.90	06.10.90*	08.10.90*
lde eend	335 (1,2)	220 (0,9)	558 (0)	794 (0,5)	562 (3,6)	410 (6,1)	436 (1,8)
erkoet	41 (0)	132 (0)	75 (0)	182 (0)	160 (0)	239 (0)	382 (0)
evit	310 (0,7)	305 (0)	590 (2,5)	727 (2,6)	1178 (0)	343 (2,9)	662 (0)
udplevier	562 (0)	199 (0)	783 (1,3)	558 (0)	306 (0)	404 (7,4)	2190 (0)
lp	87 (0)	28 (0)	250 (0)	23 (0)	34 (0)	17 (5,9)	47 (0)
ormmeeuw	276 (0)	38 (0)	507 (0,6)	281 (0)	183 (0,6)	355 (2,8)	500 (0)
lvermeeuw	148 (0)	11 (0)	915 (0)	130 (0,8)	62 (0)	45 (20,0)	16 (0)
kmeeuw	909 (0,6)	88 (5,7)	2437 (0,5)	837 (4,9)	238 (21,4)	805 (8,3)	720 (1,7)
iven	196 (0)	87 (0)	564 (0)	359 (0)	165 (0)	144 (6,9)	217 (0)
aaien	26 (3,8)	24 (0)	96 (0)	96 (2,1)	72 (1,4)	227 (0,9)	96 (1,0)
reeuw	651 (5,4)	610 (9,8)	1287 (17,8)	1006 (3,5)	933 (11,5)	490 (17,3)	815 (4,9)
taal	3600 (1,5)	1957 (3,5)	8278 (3,3)	5304 (2,0)	4147 (4,5)	3637 (7,0)	6342 (1,0)

ort(groep)	11.10.90	15.10.90	22.10.90*	25.10.90*	30.10.90*	06.11.90*	09.11.90*
lde eend	358 (5,9)	427 (8,7)	298 (4,0)	268 (1,9)	599 (4,2)	527 (4,7)	78 (1,3)
erkoet	483 (0)	415 (0)	427 (0)	497 (0)	108 (0)	164 (0)	341 (0)
evit	835 (0)	714 (0,3)	497 (2,2)	517 (3,1)	476 (0,2)	715 (2,5)	1363 (0)
udplevier	707 (0)	1078 (0)	369 (0)	535 (0,4)	839 (0)	1057 (0,5)	560 (0)
lp	18 (0)	8 (0)	7 (0)	9 (0)	159 (0,6)	96 (0)	64 (0)
ormmeeuw	75 (0)	45 (0)	186 (7,5)	184 (1,6)	249 (1,2)	551 (0)	115 (0)
lvermeeuw	2 (0)	0 (0)	11 (0)	13 (15,4)	42 (0)	79 (0)	4 (0)
kmeeuw	150 (8,0)	121 (0)	394 (26,1)	549 (7,1)	605 (19,5)	851 (1,8)	401 (0)
iven	253 (0)	98 (0)	106 (0)	157 (4,9)	103 (0)	185 (0)	71 (0)
aaien	54 (7,4)	84 (11,9)	203 (1,5)	399 (1,8)	539 (1,5)	260 (2,3)	63 (12,7)
reeuw	1010 (5,9)	2459 (1,0)	1356 (8,1)	4566 (22,5)	2325 (16,1)	855 (18,1)	130 (23,1)
taal	4225 (2,3)	5602 (1,6)	4254 (7,4)	7898 (14,1)	6077 (8,8)	5741 (4,0)	3810 (1,9)

|lage 11. Aantallen vogels per teldag in winter en voorjaar 1990/1991 in het gehele telgebied voor de 14 aantalsmatig langrijkste soort(groep)en en voor het totale aantal vogels, met tussen haakjes het percentage hiervan in het windparkgebied one 1+2, fig. 8) (duiven: holenduif, houtduif, postduif; kraaien: ekster, kauw, roek, zwarte kraai, bonte kraai; *: tijdens ogwater, overige tellingen tijdens laagwater).

ort(groep)	22.11.90*	27.11.90	29.11.90	06.12.90*	13.12.90	23.12.90*	27.12.90	04.01.91*
lde eend	214 (12,2)	319 (7,8)	188 (9,6)	129 (14,0)	431 (16,9)	422 (5,7)	635 (10,1)	301 (10,3)
ient	150 (0)	236 (0)	170 (0)	119 (0)	558 (0)	209 (0)	295 (0)	550 (0)
ifeend	15 (0)	16 (0)	10 (0)	15 (0)	7 (0)	15 (0)	0 (0)	3 (0)
erkoet	320 (0)	380 (0)	340 (0)	400 (0)	300 (0)	320 (0)	250 (0)	380 (0)
holekster	0 (0)	6 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	42 (0)	908 (13,2)
evit	3673 (7,6)	1426 (4,2)	526 (0)	36 (41,7)	55 (0)	41 (0)	17 (0)	5 (80,0)
udplevier	5250 (5,0)	715 (0)	1042 (0)	0 (0)	90 (0)	0 (0)	0 (0)	280 (0)
lp	104 (1,0)	54 (0)	116 (0)	122 (0)	312 (0)	244 (0)	327 (0,6)	261 (1,1)
ormmeeuw	32 (3,1)	34 (2,9)	113 (0)	162 (0)	12 (0)	83 (2,4)	66 (0)	202 (7,9)
lvermeeuw	0 (0)	0 (0)	8 (0)	16 (0)	1 (0)	14 (7,1)	48 (25,0)	108 (2,8)
kmeeuw	157 (7,0)	89 (0)	174 (0,6)	347 (0)	52 (1,9)	169 (7,7)	268 (17,2)	213 (22,5)
iven	10 (0)	55 (9,0)	46 (10,9)	14 (42,9)	13 (30,8)	0 (0)	28 (0)	0 (0)
aaien	57 (3,5)	51 (7,8)	134 (3,0)	59 (8,5)	64 (3,1)	189 (13,5)	75 (6,7)	132 (3,9)
reeuw	188 (20,2)	453 (0)	220 (7,2)	280 (0)	78 (0)	29 (69,0)	41 (0)	100 (0)
taal	10307 (6,2)	3926 (3,2)	3164 (1,5)	1757 (2,8)	2040 (4,0)	1803 (4,2)	2223 (5,9)	4058 (5,8)

:volg bijlage 11.

ɔrt(groep)	11.01.91	22.01.91*	23.02.91*	04.03.91*	19.03.91*	27.03.91	18.04.91*	16.05.91*
lde eend	511 (0,4)	339 (6,2)	567 (17,6)	296 (16,6)	299 (13,0)	276 (5,4)	170 (14,1)	176 (10,2)
lent	373 (0)	300 (0)	132 (4,5)	1142 (0)	213 (0)	0 (0)	5 (0)	0 (0)
ifeend	7 (0)	0 (0)	0 (0)	25 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (0)	16 (0)
ɜrkoet	460 (0)	223 (0)	33 (0)	273 (0)	133 (1,5)	145 (0)	35 (0)	2 (0)
holekster	550 (0)	0 (0)	308 (0)	283 (1,4)	484 (8,5)	54 (0)	240 (0)	184 (0)
evit	224 (0)	0 (0)	41 (4,9)	754 (0)	51 (15,7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
udplevier	25 (0)	0 (0)	22 (27,3)	513 (0)	87 (0)	5 (0)	1024 (0)	30 (0)
lp	819 (0)	1 (0)	214 (2,3)	5 (0)	23 (8,7)	0 (0)	8 (25,0)	0 (0)
ormmeeuw	73 (0)	233 (10,3)	1224 (0,1)	585 (13,7)	721 (5,1)	10 (0)	45 (11,1)	2 (0)
lvermeeuw	21 (0)	0 (0)	456 (0)	29 (0)	409 (19,3)	0 (0)	29 (0)	49 (0)
kmeeuw	96 (27,1)	523 (0,8)	171 (0,6)	539 (4,3)	1925 (13,6)	238 (0)	1810 (4,9)	525 (10,3)
iven	29 (0)	11 (0)	35 (0)	163 (1,2)	102 (0)	67 (1,5)	59 (42,4)	51 (0)
aaien	45 (6,7)	80 (0)	156 (1,9)	51 (15,7)	137 (4,3)	70 (7,1)	43 (34,9)	61 (6,6)
reeuw	254 (0)	0 (0)	205 (0)	1031 (0)	130 (57,7)	154 (0)	207 (8,2)	90 (4,4)
taal	3804 (0,9)	1723 (2,9)	3570 (3,5)	5808 (2,9)	4837 (11,6)	1095 (2,4)	3748 (4,9)	1252 (3,5)

Bijlage 12. Gemiddelde dichtheid per 10 ha met tussen haakjes de standaarddeviatie, op grasland, op bouwland en in het gehele telgebied (vgl. figuur 8a), alsmede het totale aantal getelde vogels voor de elf aantalsmatig belangrijkste soort(groep)en in de zes bij het onderzoek betrokken herfstseizoenen.

Soort(groep)	Seizoen	Grasland $\bar{x}$ (sd)	Bouwland $\bar{x}$ (sd)	Totaal $\bar{x}$ (sd)	N
Wilde eend	1984	5,18 (1,97)	3,17 (3,24)	4,49 (2,14)	4461
	1985	6,75 (4,53)	8,87(14,45)	8,29 (9,45)	10986
	1986	6,31 (3,52)	2,06 (2,86)	4,30 (2,90)	4628
	1987	5,00 (2,95)	4,96 (2,61)	5,25 (2,23)	4345
	1988	8,36 (4,91)	5,61 (4,66)	7,34 (4,00)	6078
	1990	2,86 (1,71)	6,09 (2,95)	4,52 (2,10)	5542
Meerkoet	1984	5,57 (3,77)	0,00 (0,00)	2,67 (1,81)	2656
	1985	1,85 (2,69)	0,03 (0,05)	0,95 (1,28)	1264
	1986	2,82 (3,04)	0,00 (0,01)	1,42 (1,47)	1524
	1987	4,80 (3,40)	0,01 (0,02)	2,33 (1,61)	1927
	1988	7,13 (4,16)	0,00 (0,01)	3,43 (2,00)	2839
	1990	5,94 (3,71)	0,05 (0,14)	2,91 (1,82)	3561
Kievit	1984	35,90(15,38)	12,32 (9,20)	23,64 (9,84)	23490
	1985	12,81 (6,01)	3,38 (2,70)	7,91 (3,20)	10476
	1986	9,64 (8,72)	5,87 (7,05)	7,67 (7,52)	8262
	1987	12,36 (4,56)	10,93(10,14)	11,62 (5,25)	9619
	1988	17,32(12,33)	6,05 (5,15)	11,46 (6,79)	9488
	1990	8,48 (4,02)	6,65 (5,11)	7,54 (3,53)	9232
Goudplevier	1984	26,32(19,64)	5,97 (6,35)	15,74 (9,39)	15640
	1985	19,81(10,43)	2,52 (2,43)	10,82 (4,73)	14341
	1986	13,04 (9,59)	4,49 (5,28)	8,59 (6,05)	9250
	1987	10,34 (9,69)	2,11 (2,62)	6,06 (4,54)	5017
	1988	17,66 (8,24)	1,86 (3,96)	9,45 (3,70)	7820
	1990	12,91(13,24)	3,88 (4,41)	8,25 (5,68)	10111
Wulp	1984	3,64 (3,46)	0,56 (0,86)	2,04 (2,05)	2028
	1985	3,97 (7,04)	0,26 (0,33)	2,04 (3,48)	2697
	1986	1,25 (2,04)	0,18 (0,45)	0,70 (1,12)	751
	1987	3,28 (5,64)	0,04 (0,05)	1,59 (2,72)	1317
	1988	3,41 (4,43)	0,09 (0,14)	1,69 (2,13)	1396
	1990	1,38 (1,65)	0,03 (0,08)	0,69 (0,80)	844
Stormmeeuw	1984	8,09 (9,27)	4,85 (4,31)	6,41 (6,40)	6368
	1985	8,31 (8,00)	4,15 (4,90)	6,14 (5,39)	8138
	1986	2,89 (2,13)	3,46 (2,20)	3,19 (2,04)	3435
	1987	5,60 (7,89)	5,97 (9,54)	5,79 (6,92)	4794
	1988	11,55(14,78)	4,40 (5,77)	7,83 (7,87)	6485
	1990	3,68 (3,12)	2,11 (1,69)	2,87 (1,99)	3515

Vervolg bijlage 12.

Soort(groep)	Seizoen	Grasland $\bar{x}$ (sd)	Bouwland $\bar{x}$ (sd)	Totaal $\bar{x}$ (sd)	N
Zilvermeeuw	1984	0,67 (0,75)	0,88 (0,60)	0,78 (0,37)	773
	1985	0,44 (0,54)	0,21 (0,39)	0,32 (0,39)	420
	1986	2,17 (2,36)	2,08 (2,68)	2,12 (2,45)	2287
	1987	0,99 (0,94)	1,45 (1,93)	1,23 (1,35)	1021
	1988	2,92 (4,17)	0,61 (0,84)	1,72 (2,17)	1421
	1990	0,99 (2,18)	1,41 (3,25)	1,21 (2,72)	1477
Kokmeeuw	1984	20,24(11,94)	22,36(12,41)	21,34 (9,15)	21204
	1985	15,45(16,64)	10,35 (9,86)	12,85 (9,71)	17019
	1986	26,10(21,25)	29,51(24,24)	28,00(21,60)	30142
	1987	24,96(15,06)	19,56(11,80)	22,20(12,04)	18380
	1988	36,74(26,15)	8,59 (6,38)	22,15(13,29)	18341
	1990	9,94(13,53)	5,04 (2,60)	7,42 (6,75)	9087
Duiven	1984	1,53 (1,48)	2,27 (1,10)	1,92 (1,08)	1904
	1985	0,78 (0,69)	4,50 (3,75)	2,71 (2,21)	3591
	1986	0,72 (0,65)	7,18 (6,46)	4,08 (3,47)	4395
	1987	1,55 (1,24)	11,10 (6,10)	6,51 (3,56)	5392
	1988	1,15 (0,75)	5,47 (4,38)	3,40 (2,51)	2814
	1990	0,49 (0,40)	3,82 (3,02)	2,21 (1,50)	2705
Kraaien	1984	2,23 (2,34)	14,63(41,90)	8,68(21,65)	8622
	1985	2,38 (2,73)	3,59 (4,06)	3,01 (3,02)	3922
	1986	2,87 (1,05)	3,42 (2,76)	3,16 (1,53)	3396
	1987	4,11 (3,24)	6,18 (3,83)	5,18 (3,25)	4292
	1988	4,24 (2,62)	3,66 (2,74)	3,94 (2,00)	3260
	1990	0,67 (0,43)	1,44 (1,04)	1,07 (0,60)	1310
Spreeuw	1984	32,75(28,42)	17,05(15,79)	24,58(21,17)	24426
	1985	26,02(12,81)	22,33(21,51)	24,10(16,09)	31927
	1986	46,91(36,43)	48,54(43,96)	47,77(37,72)	51418
	1987	37,72(21,67)	34,73(25,81)	36,16(21,45)	29944
	1988	37,61(37,87)	34,02(47,94)	35,74(40,95)	29592
	1990	14,31 (7,57)	15,84(21,27)	15,10(12,96)	18493

Bijlage 13. Gemiddelde vogeldichtheid per telling per 10 ha met tussen haakjes de standaarddeviatie, op grasland, op bouwland en in het gehele telgebied (vgl. figuur 8a), alsmede het totale aantal getelde vogels voor de 14 aantalsmatig belangrijkste soort(groep)en in de zes bij het onderzoek betrokken winter- en voorjaarsseizoenen.

Soort-(groep)	Seizoen	Grasland $\bar{x}$ (sd)	Bouwland $\bar{x}$ (sd)	Totaal $\bar{x}$ (sd)	N
Wilde eend	1984/1985	4,42 (5,00)	1,27 (1,30)	2,68 (2,79)	3995
	1985/1986	2,43 (2,19)	1,73 (1,87)	2,14 (1,95)	1773
	1986/1987	4,43 (4,43)	2,98 (2,54)	2,93 (3,12)	3579
	1987/1988	2,26 (1,64)	1,41 (1,76)	2,14 (1,62)	2308
	1988/1989	5,60 (4,09)	1,60 (1,00)	3,98 (2,13)	3298
	1990/1991	3,29 (1,94)	3,82 (2,19)	3,60 (1,67)	5035
Smient	1984/1985	3,79 (5,60)	0,04 (0,14)	1,65 (2,31)	2454
	1985/1986	4,31 (6,92)	0,76 (2,32)	2,41 (3,62)	1999
	1986/1987	4,04 (5,64)	0,01 (0,04)	1,71 (2,36)	1561
	1987/1988	1,38 (2,01)	0,02 (0,09)	0,74 (0,93)	801
	1988/1989	7,99 (6,86)	0,09 (0,13)	3,56 (3,01)	2948
	1990/1991	4,03 (4,44)	0,77 (1,13)	2,12 (1,63)	2967
Kuif-eend	1984/1985	0,12 (0,25)	0,02 (0,04)	0,14 (0,13)	202
	1985/1986	0,04 (0,11)	0,00 (0,01)	0,06 (0,10)	50
	1986/1987	0,04 (0,11)	0,00 (0,00)	0,06 (0,10)	55
	1987/1988	0,05 (0,10)	0,01 (0,02)	0,09 (0,11)	95
	1988/1989	0,01 (0,02)	0,00 (0,01)	0,07 (0,08)	59
	1990/1991	0,03 (0,08)	0,01 (0,03)	0,02 (0,04)	26
Meer-koet	1984/1985	1,20 (1,61)	0,03 (0,04)	0,53 (0,69)	791
	1985/1986	1,37 (1,98)	0,00 (0,01)	0,58 (0,81)	480
	1986/1987	2,96 (3,38)	0,00 (0,00)	1,26 (1,42)	1151
	1987/1988	3,52 (2,88)	0,04 (0,12)	1,52 (1,16)	1638
	1988/1989	6,34 (5,83)	0,02 (0,03)	2,65 (2,37)	2197
	1990/1991	6,69 (3,96)	0,06 (0,16)	2,81 (1,63)	3936
Schol-ekster	1984/1985	4,19 (5,95)	0,58 (0,89)	2,06 (2,86)	3074
	1985/1986	2,22 (2,72)	0,26 (0,43)	1,06 (1,32)	880
	1986/1987	2,31 (3,46)	0,03 (0,05)	0,97 (1,42)	880
	1987/1988	7,54(14,87)	0,47 (0,72)	3,37 (6,21)	3624
	1988/1989	4,56 (6,07)	0,14 (0,32)	1,95 (2,57)	1618
	1990/1991	5,01 (6,77)	0,18 (0,45)	2,18 (3,02)	3059
Kievit	1984/1985	5,77(10,37)	1,16 (3,41)	3,05 (6,17)	4541
	1985/1986	2,87 (6,37)	0,08 (0,21)	1,23 (2,61)	1015
	1986/1987	3,33 (5,52)	1,07 (3,48)	2,00 (4,21)	1820
	1987/1988	4,65(12,17)	1,20 (2,19)	2,62 (6,12)	2816
	1988/1989	1,30 (2,75)	0,00 (0,00)	0,53 (1,13)	442
	1990/1991	5,98(12,40)	4,12 (9,99)	4,89(10,84)	6849

Vervolg bijlage 13.

Soort-(groep)	Seizoen	Grasland $\bar{x}$ (sd)	Bouwland $\bar{x}$ (sd)	Totaal $\bar{x}$ (sd)	N
Goud-plevier	1984/1985	1,01 (2,35)	0,67 (0,95)	0,81 (1,18)	1205
	1985/1986	1,85 (4,58)	0,13 (0,40)	0,84 (1,93)	691
	1986/1987	3,51 (9,84)	0,00 (0,00)	1,44 (4,04)	1311
	1987/1988	6,57(14,63)	0,08 (0,19)	2,74 (6,03)	2953
	1988/1989	0,25 (0,79)	0,03 (0,08)	0,12 (0,32)	98
	1990/1991	11,58(25,49)	2,95 (7,78)	6,53(14,87)	9145
Wulp	1984/1985	2,03 (4,02)	0,14 (0,34)	0,91 (1,82)	1360
	1985/1986	1,83 (2,98)	0,28 (0,71)	0,92 (1,59)	759
	1986/1987	2,37 (4,51)	0,08 (0,16)	1,02 (1,94)	928
	1987/1988	3,29 (6,59)	0,07 (0,16)	1,39 (2,80)	1500
	1988/1989	1,69 (2,43)	0,01 (0,03)	0,70 (1,00)	579
	1990/1991	4,43 (5,76)	0,05 (0,10)	1,87 (2,41)	2610
Storm-meeuw	1984/1985	8,35 (9,11)	1,13 (1,77)	4,09 (4.64)	6101
	1985/1986	14,15(19,35)	2,77 (5,03)	7,44 (9,74)	6157
	1986/1987	55,37(61,34)	15,81(18,40)	32,03(35,90)	29173
	1987/1988	24,41(25,05)	5,66 (7,05)	13,38(12,67)	14400
	1988/1989	12,42(16,15)	1,79 (5,26)	6,15 (8,99)	5095
	1990/1991	5,04 (7,93)	0,82 (1,27)	2,57 (3,86)	3597
Zilver-meeuw	1984/1985	1,20 (1,34)	0,48 (0,81)	0,80 (0,84)	1192
	1985/1986	2,06 (3,62)	1,16 (2,52)	1,53 (2,68)	1266
	1986/1987	38,02(73,85)	10,14(13,05)	21,57(36,32)	19644
	1987/1988	20,14(35,73)	2,70 (5,09)	9,85(14,80)	10605
	1988/1989	4,67 (6,28)	0,95 (1,97)	2,48 (2,82)	2050
	1990/1991	1,57 (3,23)	0,34 (0,58)	0,85 (1,63)	1188
Kok-meeuw	1984/1985	9,54 (9,28)	3,14 (4,46)	5,78 (5,23)	8612
	1985/1986	8,73 (9,87)	4,27 (6,30)	6,15 (7,65)	5093
	1986/1987	63,02(49,20)	20,97(13,13)	38,42(23,97)	34990
	1987/1988	26,77(20,52)	11,72(12,65)	17,94(15,37)	19306
	1988/1989	21,16(20,29)	6,16(11,67)	12,32(11,59)	10199
	1990/1991	8,87(12,63)	2,61 (3,59)	5,21 (6,54)	7293
Duiven	1984/1985	0,77 (1,00)	1,30 (1,33)	1,08 (0,77)	1616
	1985/1986	0,92 (1,30)	0,61 (0,45)	0,73 (0,43)	608
	1986/1987	1,06 (1,95)	1,19 (1,25)	1,13 (1,10)	1035
	1987/1988	0,84 (0,59)	1,44 (1,01)	1,20 (0,60)	1292
	1988/1989	0,74 (0,85)	0,60 (0,44)	0,66 (0,33)	546
	1990/1991	0,32 (0,49)	0,61 (0,60)	0,49 (0,48)	683
Kraaien	1984/1985	2,00 (2,15)	0,85 (0,73)	1,32 (1,00)	1970
	1985/1986	2,71 (1,44)	1,56 (1,64)	2,03 (1,30)	1683
	1986/1987	6,89 (4,11)	1,27 (1,09)	3,57 (2,03)	3253
	1987/1988	4,19 (2,34)	2,34 (2,03)	3,10 (1,68)	3334
	1988/1989	2,94 (2,35)	1,30 (1,45)	1,97 (1,11)	1634
	1990/1991	1,52 (1,31)	0,64 (0,27)	1,00 (0,53)	1404

Vervolg bijlage 13.

Soort-(groep)	Seizoen	Grasland $\bar{x}$ (sd)	Bouwland $\bar{x}$ (sd)	Totaal $\bar{x}$ (sd)	N
Spreeuw	1984/1985	2,94 (4,92)	0,05 (0,15)	1,24 (2,08)	1843
	1985/1986	4,33 (6,40)	0,38 (0,64)	2,00 (2,88)	1657
	1986/1987	7,84(12,07)	1,47 (1,45)	4,08 (5,59)	3716
	1987/1988	6,91 (7,29)	1,94 (2,93)	3,98 (4,02)	4281
	1988/1989	3,98 (3,15)	0,38 (0,49)	1,85 (1,39)	1534
	1990/1991	4,82 (5,77)	0,76 (0,95)	2,44 (2,77)	3415

Bijlage 14a. Beschikbare ochtend- (boven) en avondtellingen (onder) per telpost in de herfst van 1990 (KU = kust, NP = noorden park, ZP = zuiden park; vgl. fig. 1), alsmede het totale aantal waargenomen vogels (tussen haakjes het aantal groepen) per telling en telpost.

Datum	Telpost		
	KU	NP	ZP
18.09.1990	1304(138)	524(192)	423(112)
19.09.1990	2019(259)	693(128)	295 (63)
24.09.1990	3475(415)	705(185)	406(166)
25.09.1990	2131(451)	1128(175)	403(176)
26.09.1990	3414(245)	1809(253)	2711(242)
27.09.1990	1689(329)	425(171)	870(118)
28.09.1990	1331(257)	439(189)	606(118)
01.10.1990	3294(480)	1163(258)	290(122)
02.10.1990	17071(901)	1307(310)	381(168)
03.10.1990	4732(591)	644(230)	542 (82)
04.10.1990	2259(375)	528(129)	233(107)
05.10.1990	1422(316)	362(169)	229(118)
08.10.1990	1371(434)	367(179)	340(136)
09.10.1990	1560(391)	319(108)	218 (88)
10.10.1990	1363(360)	193(108)	218 (58)
11.10.1990	1019(216)	159 (74)	126 (47)
12.10.1990	2558(514)	2027(276)	-
15.10.1990	7803(746)	1379(355)	524 (80)
16.10.1990	5015(508)	470(186)	162 (89)
17.10.1990	3400(513)	614(195)	306(150)
18.10.1990	1290(374)	299(134)	445(124)
19.10.1990	7231(475)	1263(224)	1014(268)
22.10.1990	3481(401)	513(163)	221 (58)
23.10.1990	1347(340)	498(126)	250 (92)
24.10.1990	748(311)	721(150)	436(117)
25.10.1990	7070(349)	342 (93)	172(104)
26.10.1990	4999(390)	2509(145)	229(100)
29.10.1990	1988(372)	322(100)	501(158)
30.10.1990	4239(359)	574(117)	208 (93)
31.10.1990	2031(316)	408(122)	126 (50)
01.11.1990	2234(403)	217(118)	156 (94)
02.11.1990	10611(316)	1512(197)	-
06.11.1990	1504(382)	379(131)	-
07.11.1990	1148(384)	675(116)	1414(135)
08.11.1990	752(230)	1789(105)	669 (99)
09.11.1990	1583(367)	1202 (84)	115 (59)
12.11.1990	4074(337)	897(101)	-
13.11.1990	2527(272)	-	82 (40)

Vervolg bijlage 14a.

Datum	Telpost		
	KU	NP	ZP
17.09.1990	2007(188)	260 (52)	84 (27)
20.09.1990	214 (73)	447 (65)	51 (31)
24.09.1990	653(214)	198 (81)	126 (41)
25.09.1990	415(172)	330 (77)	227 (78)
27.09.1990	544(174)	412 (96)	122 (58)
01.10.1990	849(209)	1357(193)	350 (95)
02.10.1990	381(106)	530(115)	219 (92)
08.10.1990	277 (88)	100 (52)	139 (64)
09.10.1990	1001(371)	242 (87)	190 (51)
15.10.1990	1124(268)	343(104)	511 (66)
17.10.1990	539 (94)	217 (56)	192 (51)
22.10.1990	274(116)	126 (64)	97 (31)
24.10.1990	252 (99)	1057(111)	96 (55)
30.10.1990	319(106)	147 (61)	85 (39)
31.10.1990	866(124)	88 (49)	67 (43)
08.11.1990	327(140)	849 (99)	177 (98)
12.11.1990	939(230)	95 (46)	62 (18)

Bijlage 14b. Totaal aantal trektellingen per herfst per telpost en het totale aantal simultaantellingen voor kust en park (KU-park) en voor noorden en zuiden park (NP-ZP), gescheiden voor ochtend- en avondtellingen.

Jaar	Ochtend					Avond				
	KU	NP	ZP	KU-park	NP-ZP	KU	NP	ZP	KU-park	NP-ZP
1984	18	19	12	18	7	16	18	13	14	7
1985	18	32	21	18	8	15	30	25	15	14
1986	22	41	12	22	6	17	23	8	15	3
1987	36	34	22	34	21	27	26	16	26	15
1990	38	37	34	38	33	17	17	17	17	17
Totaal	132	163	101	130	75	92	114	79	87	56

Bijlage 15. Oppervlakte van de bij de bewerkingen van de weidevogels onderscheiden afstandszones (fig. 7b).

Zone	Oppervlakte (ha)
1	55
2	36
3	69
4	155
5+6	354
>6	286
Totaal	955

Bijlage 16. Oppervlakte van de bij de tellingen van pleisterende vogels onderscheiden afstandszones (fig. 8).

Zone	Oppervlakte (ha)
1	55
2	36
3	69
4	155
5	205
6	255
7	50
8	50
Totaal	875

Bijlage 17. Resultaten ('mean deviance ratio'; regressie-analyse, 'accumulated analysis of deviance') van de analyse van effecten van gebruik, zone, seizoen en periode op de aantallen van vier soorten broedvogels in en rond de Sep-proefwindcentrale (vgl. fig. 7b, tabel 8) voorjaar 1984-1991. Perioden: 1 = blanco-situatie, 2 = windpark in aanbouw en met stilstaande windturbines, 3 = windpark operationeel, zie 5.2.2).

Effect	Mean deviance ratio				d.f.
	Scholekster	Kievit	Grutto	Tureluur	
Gebruikstype	63,42	12,62	515,68	135,39	1,47
Zone	16,40	5,29	6,81	6,32	5,47
Jaar	7,76	0,55	0,57	0,48	7,47
Jaar.zone	0,84	0,33	1,51	1,30	35,47
Periode.zone	0,41	0,45	2,69	0,80	17,47
Periode	23,05	0,55	1,38	0,41	2,47

Bijlage 18. Op grond van het gebruikte regressiemodel opgestelde predictietabellen, met gemiddelde aantallen broedparen (tussen haakjes: standaardfouten) per zone in de drie onderscheiden perioden (zonder windpark, windpark in aanbouw en met stilstaande windturbines, windpark operationeel).

Scholekster

Zone	Windpark		
	Niet aanwezig	In aanbouw/stilstaand	Operationeel
1	11,03 (3,262)	14,34 (2,183)	19,59 (5,737)
2	8,38 (3,590)	13,98 (2,880)	22,24 (8,149)
3	4,77 (1,927)	12,49 (2,008)	24,82 (6,320)
4	6,19 (1,409)	10,08 (1,136)	13,71 (2,836)
5	4,50 (0,766)	6,48 (0,578)	11,18 (1,676)
6	3,38 (0,733)	4,85 (0,539)	7,85 (1,510)

Kievit

Zone	Windpark		
	Niet aanwezig	In aanbouw/stilstaand	Operationeel
1	10,00 (4,229)	6,16 (1,989)	4,72 (3,896)
2	12,80 (5,904)	8,98 (3,075)	4,64 (4,942)
3	4,59 (2,553)	6,96 (1,983)	8,29 (4,833)
4	11,97 (2,638)	11,42 (1,625)	7,70 (2,901)
5	5,86 (1,188)	4,82 (0,680)	6,61 (1,761)
6	6,10 (1,334)	5,21 (0,768)	5,16 (1,686)

Grutto

Zone	Windpark		
	Niet aanwezig	In aanbouw/stilstaand	Operationeel
1	1,08 (0,709)	5,17 (1,584)	2,18 (2,105)
2	1,12 (0,760)	2,25 (0,723)	6,24 (2,696)
3	2,82 (0,907)	4,61 (0,742)	4,48 (1,637)
4	4,71 (0,845)	4,60 (0,535)	4,00 (1,289)
5	2,86 (0,481)	1,59 (0,232)	4,24 (0,894)
6	2,99 (0,527)	2,99 (0,383)	2,35 (0,804)

Vervolg bijlage 18.

Tureluur

Zone	Windpark		
	Niet aanwezig	In aanbouw/stilstaand	Operationeel
1	0,00 (0.009)	0,01 (0,010)	0,00 (0,019)
2	1,14 (0,661)	1,51 (0,507)	1,26 (1,034)
3	0,32 (0,260)	0,65 (0,238)	0,00 (0,008)
4	1,30 (0,378)	1,13 (0,226)	1,31 (0,620)
5	0,34 (0,141)	0,54 (0,114)	0,39 (0,229)
6	1,18 (0,281)	0,61 (0,145)	0,56 (0,328)

Bijlage 19a. Resultaten ('mean deviance ratio' van de toets volgens het BACI-model voor windparkeffect sec (boven) (regressie-analyse: constante + tijd + plaats + windpark, 'accumulated analysis of deviance'; d.f. 1,53), voor bouwlandeffect en windparkeffect (midden) (constante + tijd + plaats + % bouwland + windpark; d.f. 1,52) en voor windparkeffect en bouwlandeffect (onder) (constante + tijd + plaats + windpark + % bouwland; d.f. 1,52) voor tien soort(groep)en in de herfst (1984-1986 tegen 1990) per onderscheiden afstandszone (fig. 8b).

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	2,99	2,65	5,83	0,04	0,23	0,08	3,04	1,16	1,94	0,89
Goudplevier	12,85	4,11	11,52	22,16	6,61	5,95	6,61	9,28	8,58	6,42
Kievit	11,87	9,09	7,22	16,95	12,12	5,48	13,88	9,08	12,39	0,87
Wulp	0,92	1,21	1,50	7,87	3,38	6,53	1,34	3,47	3,02	7,78
Stormmeeuw	0,90	4,21	4,95	4,15	7,80	6,91	3,83	4,67	4,80	1,45
Zilvermeeuw	0,68	2,06	27,45	16,09	6,42	3,69	1,04	17,61	8,38	64,42
Kokmeeuw	0,60	0,29	0,11	0,08	2,85	0,02	0,12	0,04	0,07	0,05
Duiven	5,85	16,99	7,58	1,65	5,83	3,99	15,86	3,26	5,16	6,76
Kraaien	0,01	0,01	0,06	3,46	3,92	0,14	0,01	1,81	1,28	3,33
Spreeuw	0,20	0,21	4,50	3,34	6,14	3,53	0,06	3,69	2,08	11,41

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	12,33	1,30	11,17	21,38	3,47	10,11	16,62	14,50	17,61	1,13
Goudplevier	5,67	16,14	36,86	29,02	10,05	0,28	25,65	17,54	20,89	1,07
Kievit	2,17	10,99	3,33	1,51	2,51	0,01	8,66	2,05	4,36	0,80
Wulp	7,75	1,30	32,66	26,19	26,32	75,08	17,87	24,59	22,75	0,32
Stormmeeuw	5,37	9,95	32,41	16,18	33,10	23,16	18,48	24,24	24,78	3,85
Zilvermeeuw	1,59	1,27	1,28	1,22	26,27	1,30	2,15	1,70	1,80	0,10
Kokmeeuw	0,00	0,06	2,13	0,15	0,35	2,23	0,11	0,34	0,25	0,12
Duiven	5,22	1,04	0,95	0,73	10,04	0,01	2,00	0,00	0,07	2,48
Kraaien	0,21	4,83	0,86	28,92	40,75	0,05	0,03	15,85	11,83	0,05
Spreeuw	11,60	4,02	5,23	8,56	32,70	7,01	11,49	6,34	8,29	4,65

Vervolg bijlage 19a.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	12,84	0,24	15,47	21,07	0,05	4,62	19,50	8,81	19,47	1,22
Goudplevier	18,39	0,40	52,27	11,16	5,45	3,09	34,05	20,42	32,51	0,19
Kievit	14,12	21,27	7,82	18,04	11,67	2,81	17,06	10,73	16,43	1,15
Wulp	2,08	1,52	33,20	8,53	2,76	0,61	19,29	12,07	23,93	0,48
Stormmeeuw	2,36	0,88	40,04	13,80	14,43	0,49	23,09	16,36	30,04	2,51
Zilvermeeuw	0,16	1,11	5,67	0,79	14,92	3,38	2,80	19,37	7,42	2,30
Kokmeeuw	0,52	0,34	2,22	0,04	2,76	1,13	0,17	0,14	0,31	0,13
Duiven	1,10	8,87	0,01	0,52	4,67	2,68	0,06	2,29	1,25	4,01
Kraaien	0,13	2,29	0,92	26,77	8,12	0,19	0,03	6,47	10,51	0,08
Spreeuw	6,11	0,34	7,50	0,04	20,41	0,06	11,48	9,49	10,66	5,39

Bijlage 19b. Idem bijlage 19a, bijbehorende 'residual mean deviances'. Boven: windparkeffect sec, onder: bouwlandeffect + windparkeffect en windparkeffect + bouwlandeffect.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	21,59	37,44	33,27	42,84	28,48	25,76	32,35	43,52	37,08	52,79
Goudplevier	77,52	160,1	187,1	114,3	188,5	36,74	131,4	242,4	198,9	206,5
Kievit	30,08	85,67	95,05	65,47	74,71	29,95	49,69	107,8	72,91	111,0
Wulp	7,66	25,76	24,21	23,25	17,78	18,29	19,35	32,62	28,07	23,30
Stormmeeuw	22,31	40,09	42,10	43,87	35,42	17,80	31,67	50,68	40,12	86,66
Zilvermeeuw	5,06	7,80	5,90	6,51	4,01	3,39	7,81	7,58	8,78	8,11
Kokmeeuw	62,58	164,6	132,2	140,7	77,62	74,74	129,0	166,4	146,2	200,9
Duiven	9,83	15,73	19,09	26,92	14,03	6,99	15,14	26,69	24,37	50,77
Kraaien	8,32	11,31	12,65	21,90	12,75	11,31	10,67	20,44	18,05	75,15
Spreeuw	78,78	235,2	282,8	291,1	159,7	135,8	180,7	383,7	725,6	271,4

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	17,79	25,62	27,91	30,94	27,21	21,98	24,99	34,69	28,22	52,67
Goudplevier	71,24	124,5	111,6	74,76	161,0	37,24	89,67	184,8	144,6	206,2
Kievit	29,43	72,09	91,05	64,84	72,64	30,52	43,42	105,7	68,56	111,4
Wulp	6,80	25,62	15,16	15,76	12,03	7,63	14,68	22,57	19,90	23,60
Stormmeeuw	20,62	34,30	26,43	34,10	22,06	12,55	23,81	35,23	27,70	82,23
Zilvermeeuw	5,01	7,76	5,87	6,48	2,72	3,37	7,64	7,48	8,65	8,25
Kokmeeuw	63,78	167,6	129,4	143,0	78,58	73,04	131,2	168,5	148,3	204,3
Duiven	9,11	15,72	19,10	27,06	11,99	7,13	14,86	27,20	24,81	49,39
Kraaien	8,45	10,55	12,69	14,34	7,29	11,52	10,87	15,96	14,99	76,50
Spreeuw	65,65	222,5	261,9	291,1	99,26	121,9	150,8	348,6	262,7	253,9

Bijlage 20a. Resultaten ('mean deviance ratio') van de toets volgens het BACI-model voor windparkeffect sec (boven) (regressie-analyse: constante + tijd + plaats + windpark, 'accumulated analysis of deviance'; d.f. 1,37), voor bouwlandeffect en windparkeffect (midden) (constante + tijd + plaats + % bouwland + windpark; d.f. 1,36) en voor windparkeffect en bouwlandeffect (onder) (constante + tijd + plaats + windpark + % bouwland; d.f. 1,36) voor 13 soort(groep)en in de winter en het voorjaar (1984/1985, 1985/1986 tegen 1990/1991) per onderscheiden afstandszone (fig. 8b). -: teveel nulwaarden.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0,79	4,97	0,15	3,57	4,14	0,53	1,49	4,95
Kuifeend	-	20,04	9,24	6,05	29,47	8,70	10,27	3,05
Meerkoet	0,44	26,25	41,60	7,56	2,74	9,67	9,33	6,78
Scholekster	8,74	8,79	6,45	7,94	10,69	8,49	10,16	0,37
Goudplevier	44,83	111,6	10,96	80,53	58,79	11,66	24,60	19,35
Kievit	1,13	2,22	1,48	15,95	2,04	2,96	2,48	0,55
Wulp	0,93	1,61	3,59	21,12	1,42	9,88	7,26	12,16
Stormmeeuw	5,83	2,57	0,12	0,55	3,00	0,00	0,82	4,97
Zilvermeeuw	7,01	2,49	0,95	0,45	3,37	0,33	1,36	9,14
Kokmeeuw	0,47	2,08	0,16	0,50	1,59	0,04	0,18	2,93
Duiven	2,77	10,04	2,17	0,16	8,91	1,49	3,26	4,56
Kraaien	0,14	1,82	0,06	12,03	1,45	1,94	0,18	8,90
Spreeuw	0,19	10,84	0,96	0,10	4,35	0,56	1,45	1,96

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	3,93	2,56	4,59	4,28	3,28	4,88	4,61	0,62
Kuifeend	-	0,07	1,28	2,87	0,07	0,85	0,86	0,80
Meerkoet	40,25	0,00	1,41	2,72	19,61	2,67	3,86	1,46
Scholekster	2,86	1,13	0,88	5,50	2,26	3,31	3,52	0,00
Goudplevier	0,88	10,48	48,65	0,00	3,07	46,21	22,58	2,06
Kievit	0,64	2,26	3,89	4,09	1,94	4,00	2,90	19,26
Wulp	14,98	6,00	5,87	9,75	8,26	7,90	8,58	0,19
Stormmeeuw	22,35	19,87	2,52	0,09	19,64	1,60	9,87	0,10
Zilvermeeuw	12,09	0,91	3,77	7,55	1,92	5,00	0,82	0,89
Kokmeeuw	0,34	0,71	25,13	36,24	0,62	29,01	5,88	6,53
Duiven	9,12	0,13	3,19	6,27	0,41	3,51	1,86	0,70
Kraaien	6,97	0,01	9,85	11,15	0,17	10,85	2,93	3,85
Spreeuw	7,26	1,91	0,00	14,41	4,35	1,25	2,07	1,33

Vervolg bijlage 20a.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	1,07	7,70	0,34	7,61	7,20	1,85	3,88	0,37
Kuifeend	-	5,63	6,52	6,66	9,29	7,34	5,11	6,28
Meerkoet	0,36	22,74	14,75	8,16	12,90	8,53	11,95	2,56
Scholekster	6,32	9,94	4,60	13,06	12,72	9,03	12,13	0,00
Goudplevier	0,00	147,4	0,00	0,00	64,51	0,00	0,01	5,33
Kievit	0,32	3,45	0,25	14,42	2,58	1,96	2,40	13,82
Wulp	0,13	4,74	1,10	27,24	4,23	8,99	10,85	0,33
Stormmeeuw	7,83	0,13	0,54	0,34	0,07	0,00	0,08	0,58
Zilvermeeuw	2,67	0,68	2,10	7,84	0,84	0,33	0,51	1,46
Kokmeeuw	0,69	2,75	0,08	32,19	2,20	0,82	1,97	8,45
Duiven	4,54	8,35	3,24	6,00	7,96	1,34	2,80	2,07
Kraaien	0,55	1,28	0,01	1,01	1,58	0,31	0,06	6,27
Spreeuw	0,00	2,07	0,75	8,70	0,37	0,03	0,10	0,65

Bijlage 20b. Idem bijlage 20a, bijbehorende 'residual mean deviances'. Boven: windparkeffect sec, onder: bouwlandeffect + windparkeffect en windparkeffect + bouwlandeffect.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	16,34	21,11	20,28	17,72	20,40	20,52	20,44	21,55
Kuifeend	-	0,75	2,17	2,85	0,74	2,28	2,07	3,15
Meerkoet	2,93	1,08	2,41	4,65	2,41	4,52	4,20	21,03
Scholekster	4,02	5,29	12,08	8,69	4,38	9,11	6,95	33,70
Goudplevier	23,63	14,48	38,71	3,74	26,67	38,98	42,63	44,85
Kievit	18,33	33,53	37,47	15,21	32,06	34,35	35,14	43,69
Wulp	2,83	3,57	4,02	3,07	3,39	3,36	3,24	18,34
Stormmeeuw	29,27	34,70	20,08	37,41	35,65	23,84	29,67	182,0
Zilvermeeuw	12,32	19,61	11,28	8,64	18,27	12,39	16,32	38,30
Kokmeeuw	55,94	58,88	78,41	56,97	61,49	82,22	71,64	170,8
Duiven	4,61	8,16	9,10	6,65	8,01	8,86	8,77	30,67
Kraaien	11,01	17,37	16,98	16,15	16,04	18,46	16,88	42,37
Spreeuw	23,36	24,57	45,29	45,25	30,16	50,73	42,78	70,95

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	15,14	20,26	18,48	16,27	19,22	18,57	18,62	21,77
Kuifeend	-	0,76	2,16	2,71	0,76	2,29	2,08	3,24
Meerkoet	1,42	1,11	2,38	4,44	1,60	4,32	3,91	20,77
Scholekster	3,83	5,28	12,12	7,75	4,24	8,58	6,51	33,00
Goudplevier	23,70	11,52	16,92	3,85	25,26	17,54	26,93	43,60
Kievit	18,51	32,43	34,75	14,04	31,26	31,78	33,42	29,25
Wulp	2,05	3,14	3,55	2,48	2,83	2,83	2,69	18,75
Stormmeeuw	18,56	22,98	19,29	38,36	23,70	23,46	23,94	186,5
Zilvermeeuw	9,48	19,66	10,50	7,34	17,83	11,18	16,40	38,41
Kokmeeuw	56,96	59,35	47,46	29,18	62,12	46,79	63,30	148,6
Duiven	3,78	8,35	8,60	5,82	8,14	8,30	8,57	30,92
Kraaien	9,48	17,85	13,70	12,68	16,41	14,58	16,04	39,34
Spreeuw	19,98	23,98	31,03	33,21	27,65	50,39	41,58	70,32

Bijlage 21a. Resultaten ('mean deviance ratio') van de toets volgens het BACI-model voor windparkeffect sec (boven) (regressie-analyse: constante + tijd + plaats + windpark, 'accumulated analysis of deviance'; d.f. 1,29), voor bouwlandeffect en windparkeffect (midden) (constante + tijd + plaats + % bouwland + windpark; d.f. 1,28) en voor windparkeffect en bouwlandeffect (onder) (constante + tijd + plaats + windpark + % bouwland; d.f. 1,28) voor zes soort(groep)en tijdens hoogwater in de herfst (1984-1986 tegen 1990) per onderscheiden afstandszone (fig. 8b).

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	2,63	5,64	4,42	1,19	0,37	0,79	7,27	2,27	3,71	0,14
Goudplevier	8,96	3,16	7,66	15,40	2,64	2,04	4,67	4,96	4,92	1,80
Wulp	0,38	0,57	0,73	4,02	1,46	2,72	0,56	1,78	1,40	5,68
Stormmeeuw	0,94	5,92	2,72	4,46	4,52	3,83	4,85	3,20	4,11	0,12
Zilvermeeuw	0,11	3,63	15,86	15,77	20,09	0,00	2,31	12,97	7,93	33,01
Kokmeeuw	0,02	3,02	0,75	0,58	2,91	0,34	2,20	0,76	1,34	0,44

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	2,25	1,61	2,03	12,66	0,54	2,68	2,86	4,70	4,48	1,31
Goudplevier	15,10	12,34	24,29	15,04	2,96	0,00	15,71	6,48	8,94	5,41
Wulp	0,77	7,82	12,98	7,63	5,36	28,86	6,26	8,71	7,48	0,22
Stormmeeuw	4,77	10,05	21,19	21,40	21,48	15,13	9,71	20,35	18,64	0,00
Zilvermeeuw	4,40	2,28	0,63	3,39	0,26	1,51	2,74	0,89	1,57	0,01
Kokmeeuw	0,41	0,05	0,80	0,02	0,02	0,13	0,13	0,26	0,24	0,10

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	2,30	1,22	4,06	13,47	0,55	0,08	5,26	6,52	8,23	1,26
Goudplevier	23,19	10,74	10,29	18,95	0,89	0,25	20,81	8,63	15,19	4,77
Wulp	0,70	3,77	13,46	9,56	1,20	0,12	6,81	5,26	8,39	0,29
Stormmeeuw	2,45	8,39	25,74	24,82	7,83	0,64	14,02	13,11	24,51	0,01
Zilvermeeuw	0,17	1,97	10,55	4,66	16,41	1,35	1,26	13,72	6,55	0,01
Kokmeeuw	0,25	0,01	0,70	0,06	2,82	0,03	0,53	0,96	1,22	0,15

Bijlage 21b. Idem bijlage 21a, bijbehorende 'residual mean deviances'. Boven: windparkeffect sec, onder: bouwlandeffect + windparkeffect en windparkeffect + bouwlandeffect.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	13,25	20,22	28,78	32,46	19,62	16,10	13,09	34,86	24,01	44,13
Goudplevier	71,77	191,7	181,9	121,4	234,1	58,16	150,5	278,9	237,9	209,4
Wulp	8,63	21,24	20,89	19,51	12,38	15,74	18,67	25,58	24,75	20,68
Stormmeeuw	32,75	48,38	66,98	56,92	54,72	23,98	39,67	76,86	56,77	119,9
Zilvermeeuw	6,55	10,88	9,80	8,93	3,42	4,44	10,89	11,70	13,06	7,70
Kokmeeuw	73,77	167,2	173,4	158,9	109,0	62,56	128,1	210,3	167,8	176,1

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	12,70	19,80	27,79	23,15	19,94	15,22	12,30	30,91	21,44	43,66
Goudplevier	48,29	137,8	100,9	81,82	219,3	60,23	99,86	234,6	186,7	181,1
Wulp	8,70	17,20	14,78	15,88	10,76	8,03	15,80	20,21	20,23	21,25
Stormmeeuw	28,98	36,88	39,49	33,41	32,07	16,13	30,51	46,10	35,29	124,2
Zilvermeeuw	5,86	10,42	9,93	8,25	3,51	4,36	10,27	11,74	12,80	7,97
Kokmeeuw	75,29	172,9	174,6	164,4	112,8	64,49	132,1	215,7	172,3	181,8

Bijlage 22a. Resultaten ('mean deviance ratio') van de toets volgens het BACI-model voor windparkeffect sec (boven) (regressie-analyse: constante + tijd + plaats + windpark, 'accumulated analysis of deviance'; d.f. 1,52), voor bouwlandeffect en windparkeffect (midden) (constante + tijd + plaats + % bouwland + windpark; d.f. 1,50) en voor windparkeffect en bouwlandeffect (onder) (constante + tijd + plaats + windpark + % bouwland; d.f. 1,50) voor zes soort(groep)en tijdens hoogwater in de winter, het voorjaar en de herfst (1984/1985, 1985/1986, 1986 tegen 1990/1991) per onderscheiden afstandszone (fig. 8b).

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0,98	1,28	0,30	0,39	1,31	0,33	0,71	0,95
Goudplevier	23,70	3,43	13,49	3,80	6,67	7,77	6,99	0,68
Wulp	0,01	0,62	5,40	7,64	0,47	6,33	4,60	17,22
Stormmeeuw	6,76	3,20	0,69	0,77	4,41	0,72	2,15	2,10
Zilvermeeuw	0,10	0,41	0,90	0,15	0,36	0,57	0,01	3,10
Kokmeeuw	5,13	0,01	3,65	1,96	0,02	3,21	1,08	9,60

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	1,97	0,77	2,76	0,06	1,03	2,43	1,20	2,15
Goudplevier	0,16	4,76	0,20	2,26	2,01	0,97	0,43	0,20
Wulp	5,07	0,04	0,38	0,17	0,05	0,01	0,46	0,85
Stormmeeuw	12,10	6,09	0,68	0,17	8,33	0,12	2,13	10,68
Zilvermeeuw	6,01	2,80	9,19	0,18	3,90	6,11	0,03	2,17
Kokmeeuw	0,24	1,60	0,86	0,72	1,31	0,85	0,19	0,87

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	2,80	2,03	2,04	0,29	2,32	1,78	1,71	0,24
Goudplevier	13,50	8,44	10,23	6,03	7,66	7,99	6,01	0,01
Wulp	1,16	0,63	1,76	7,68	0,27	3,88	1,94	13,59
Stormmeeuw	0,11	0,00	0,01	0,85	0,02	0,23	0,10	2,20
Zilvermeeuw	2,85	1,92	4,87	0,12	2,46	2,48	0,03	5,32
Kokmeeuw	3,76	0,60	0,66	1,29	0,77	0,76	1,16	1,72

Bijlage 22b. Idem bijlage 22a, bijbehorende 'residual mean deviances'. Boven: windparkeffect sec, onder: bouwlandeffect + windparkeffect en windparkeffect + bouwlandeffect.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	13,42	20,15	17,42	16,79	18,72	17,32	16,65	33,77
Goudplevier	38,02	58,04	55,06	81,62	58,95	72,36	74,08	127,0
Wulp	2,04	4,12	4,61	3,56	3,38	4,08	3,83	20,83
Stormmeeuw	32,96	54,40	56,33	62,82	45,82	60,34	51,57	192,5
Zilvermeeuw	15,31	28,69	23,99	13,92	22,56	24,78	22,59	72,07
Kokmeeuw	87,43	151,2	159,1	113,6	130,7	171,7	151,0	211,6

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	13,17	20,25	16,84	17,11	18,71	16,85	16,59	33,03
Goudplevier	38,65	54,06	55,94	79,65	57,80	72,41	74,92	129,0
Wulp	1,89	4,20	4,66	3,62	3,44	4,16	3,87	20,89
Stormmeeuw	27,03	49,46	56,70	63,86	40,06	61,40	50,45	161,8
Zilvermeeuw	13,94	27,71	20,67	14,15	21,34	22,52	23,03	70,45
Kokmeeuw	88,76	149,4	159,6	114,2	130,0	172,2	153,5	212,1

Bijlage 23a. Resultaten ('mean deviance ratio') van de toets volgens het BACI-model voor windparkeffect sec (boven) (regressie-analyse: constante + tijd + plaats + windpark, 'accumulated analysis of deviance'; d.f. 1,37), voor bouwlandeffect en windparkeffect (midden) (constante + tijd + plaats + % bouwland + windpark; d.f. 1,36) en voor windparkeffect en bouwlandeffect (onder) (constante + tijd + plaats + windpark + % bouwland; d.f. 1,36) voor zes soort(groep)en tijdens laagwater in de winter, het voorjaar en de herfst (1984/1985, 1985/1986, 1986-1990 tegen 1991) per onderscheiden afstandszone (fig. 8b).

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0,02	1,02	0,22	2,32	0,60	0,53	0,60	0,02
Goudplevier	9,55	6,52	8,47	28,72	7,37	10,96	9,82	8,68
Wulp	3,40	1,70	6,72	11,56	2,01	9,45	6,75	12,06
Stormmeeuw	7,55	19,80	5,93	0,05	18,46	3,64	9,20	6,67
Zilvermeeuw	6,88	0,80	0,02	3,27	0,42	0,12	0,16	2,24
Kokmeeuw	1,25	5,67	3,55	2,34	4,97	3,36	4,48	0,07

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	2,92	1,51	0,85	0,41	1,73	0,47	0,50	3,61
Goudplevier	1,16	1,96	1,18	44,17	12,89	0,05	0,16	4,35
Wulp	0,45	0,29	0,02	0,05	0,29	0,00	0,08	0,96
Stormmeeuw	0,40	1,64	9,93	9,60	0,97	10,19	1,58	15,48
Zilvermeeuw	0,55	5,00	2,79	5,67	3,05	2,73	0,23	4,90
Kokmeeuw	0,64	0,74	5,63	16,60	0,67	6,85	1,36	4,47

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	1,09	0,10	0,01	2,45	0,00	0,09	0,13	1,81
Goudplevier	10,74	7,31	3,05	26,36	21,95	8,51	8,23	0,09
Wulp	3,76	1,95	3,75	10,59	2,26	7,71	6,39	10,04
Stormmeeuw	5,65	21,26	0,26	0,22	18,72	0,22	6,12	23,27
Zilvermeeuw	2,36	2,73	1,10	5,20	1,63	0,25	0,01	1,41
Kokmeeuw	0,20	1,34	0,05	5,24	1,03	0,03	0,65	2,85

Bijlage 23b. Idem bijlage 23a, bijbehorende 'residual mean deviances'. Boven: windparkeffect sec, onder: bouwlandeffect + windparkeffect en windparkeffect + bouwlandeffect.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	28,87	46,00	43,64	38,63	46,08	44,14	44,16	53,95
Goudplevier	46,78	68,92	119,8	57,12	66,09	117,5	94,83	115,3
Wulp	5,42	7,96	7,06	9,27	7,78	8,08	8,35	19,83
Stormmeeuw	6,13	5,55	5,23	7,16	5,57	5,72	5,73	93,32
Zilvermeeuw	1,96	5,21	3,57	2,88	4,62	3,68	4,49	20,53
Kokmeeuw	57,29	108,5	122,6	74,08	104,5	126,2	114,0	212,7

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	27,45	45,38	43,82	39,26	45,18	44,77	44,77	50,37
Goudplevier	46,58	67,17	119,2	26,36	50,01	120,6	97,04	105,7
Wulp	5,50	8,12	7,26	9,52	7,94	8,31	8,56	19,86
Stormmeeuw	6,23	5,46	4,21	5,81	5,58	4,58	5,64	67,08
Zilvermeeuw	1,99	4,71	3,41	2,56	4,37	3,52	4,58	18,57
Kokmeeuw	57,86	109,3	108,9	52,12	105,5	108,9	112,9	194,4

Bijlage 24a. Resultaten ('mean deviance ratio') van de toets volgens het BACI-model voor draaieffect (boven) (regressie-analyse: constante + tijd + plaats + wel of niet draaien windpark, 'accumulated analysis of deviance'; d.f. 1,24), voor bouwlandeffect en draaieffect (midden) (constante + tijd + plaats + % bouwland + draaien; d.f. 1,23) en voor draaieffect en bouwlandeffect (onder) (constante + tijd + plaats + draaien + % bouwland; d.f. 1,23) voor tien soort(groep)en in herfst (1987, 1988 tegen 1990) per onderscheiden afstandszone (fig. 8b).

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0,26	0,22	2,11	0,02	3,31	6,65	0,24	0,00	0,04	0,77
Goudplevier	3,95	4,19	11,04	3,50	11,73	2,20	4,52	6,61	6,44	4,78
Kievit	6,16	13,74	7,25	13,41	17,71	0,35	14,46	10,60	12,43	6,65
Wulp	2,90	0,23	3,73	0,02	4,18	3,98	0,65	1,79	1,62	1,22
Stormmeeuw	0,11	0,00	0,13	0,43	0,74	0,70	0,00	0,06	0,04	0,13
Zilvermeeuw	9,58	1,78	0,47	0,81	1,58	0,36	2,38	0,54	0,00	12,53
Kokmeeuw	1,29	0,09	2,46	0,47	5,61	0,82	0,20	0,49	0,00	1,73
Duiven	3,70	0,79	0,01	0,01	3,55	4,49	0,91	0,04	0,02	6,65
Kraaien	2,22	4,26	2,73	3,19	1,06	2,11	4,11	3,86	4,47	0,35
Spreeuw	0,35	7,00	8,14	3,74	6,90	12,54	4,12	8,03	8,90	3,23

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0,28	1,41	1,55	0,41	0,08	4,12	1,08	1,32	1,35	0,83
Goudplevier	9,49	0,55	6,22	4,20	0,11	0,00	3,76	3,64	3,87	0,01
Kievit	5,50	4,69	1,63	0,46	1,83	0,00	0,01	0,31	0,18	0.33
Wulp	13,04	16,59	16,05	12,77	16,03	29,35	16,06	18,26	17,90	0,01
Stormmeeuw	1,88	0,00	0,00	1,59	0,01	1,04	0,08	0,09	0,01	1,24
Zilvermeeuw	1,80	1,36	0,70	1,15	1,96	0,23	0,08	0,52	0,16	2,43
Kokmeeuw	0,08	0,04	3,12	0,10	0,45	2,01	0,80	0,30	0,35	0,18
Duiven	0,61	8,20	7,78	10,21	2,86	35,95	7,64	11,99	11,08	0,67
Kraaien	2,58	1,70	0,22	1,92	0,16	1,07	1,96	0,26	0,79	2,31
Spreeuw	0,60	4,79	5,01	2,25	5,91	6,18	3,96	10,12	9,19	4,69

Vervolg bijlage 24a.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	0,00	0,73	0,73	0,41	2,88	5,93	0,39	1,18	0,40	0,00
Goudplevier	14,30	2,05	12,35	7,57	4,54	0,00	8,26	8,31	16,97	5,51
Kievit	12,79	0,34	0,05	1,95	19,04	0,02	6,03	1,37	7,10	6,20
Wulp	15,57	15,42	19,70	11,29	18,90	33,84	15,62	21,28	16,26	1,04
Stormmeeuw	0,52	0,00	0,01	1,88	0,60	0,88	0,05	0,13	0,05	0,93
Zilvermeeuw	1,68	2,36	0,47	0,56	3,60	0,14	0,99	0,21	0,09	13,83
Kokmeeuw	2,00	0,02	1,41	0,33	4,01	1,07	0,93	0,51	0,13	3,06
Duiven	0,45	2,63	6,30	6,27	0,30	44,98	1,69	8,98	2,53	3,50
Kraaien	4,80	4,96	0,01	4,35	1,17	1,76	5,67	1,71	5,02	1,04
Spreeuw	0,48	5,25	4,66	3,05	4,67	9,22	2,20	7,19	8,76	5,12

Bijlage 24b. Idem bijlage 24a, bijbehorende 'residual mean deviances'. Boven: draaieffect sec, onder: bouwlandeffect + draaieffect en draaieffect + bouwlandeffect.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	14,75	18,21	15,98	27,98	12,58	24,28	17,92	22,03	19,37	45,60
Goudplevier	33,35	46,37	59,90	76,68	38,07	20,96	37,95	67,27	51,90	150,2
Kievit	33,91	21,32	37,08	27,95	34,11	42,63	19,92	33,16	27,15	49,21
Wulp	0,81	0,62	0,76	0,77	0,50	0,50	0,68	0,61	0,62	7,99
Stormmeeuw	5,75	7,84	9,11	8,77	12,07	7,91	6,81	8,84	7,72	57,92
Zilvermeeuw	16,56	4,69	5,90	5,66	3,13	2,84	4,53	6,11	5,37	55,55
Kokmeeuw	37,75	75,68	36,22	58,39	48,13	35,20	65,34	48,94	52,01	48,64
Duiven	4,72	7,62	6,46	6,24	7,61	9,30	7,40	6,63	6,75	49,21
Kraaien	20,55	6,44	6,63	3,62	1,23	10,19	6,47	4,41	4,65	30,80
Spreeuw	87,73	111,5	142,9	150,9	113,2	171,2	94,55	181,3	107,9	313,6

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)									3+4
	3	4	5	6	7	8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	15,21	17,91	15,62	28,68	13,08	21,48	17,86	21,74	19,10	46,77
Goudplevier	24,63	47,25	49,20	67,65	39,54	21,87	34,04	60,60	46,36	151,5
Kievit	28,56	18,48	36,14	28,59	32,98	44,48	20,77	34,14	28,11	51,08
Wulp	0,54	0,38	0,47	0,51	0,31	0,22	0,42	0,35	0,36	148,3
Stormmeeuw	5,55	8,18	9,51	8,56	12,60	7,90	7,08	9,19	8,05	57,34
Zilvermeeuw	2,75	4,62	5,97	5,63	3,01	2,94	4,71	6,23	5,56	11,82
Kokmeeuw	40,50	70,12	37,98	55,19	49,51	37,57	64,14	46,90	54,28	51,17
Duiven	4,80	5,86	5,04	4,51	7,06	3,79	5,80	4,54	4,75	46,05
Kraaien	6,52	6,26	6,85	3,48	1,27	10,16	6,22	4,56	4,69	29,20
Spreeuw	85,00	115,6	175,2	149,1	111,7	169,9	96,15	195,6	110,4	289,7

Bijlage 25a. Resultaten ('mean deviance ratio') van de toets volgens het BACI-model voor draaieffect) (regressie-analyse: constante + tijd + plaats + wel of niet draaien van de windturbines, 'accumulated analysis of deviance'; d.f. 1,27) voor elf soort(groep)en in de winter en het voorjaar (1987/1988, 1990/1991) per onderscheiden afstandszone (fig. 8b). -: onvoldoende gegevens.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	3,72	3,23	0,79	4,02	4,71	1,34	2,42	1,12
Scholekster	2,16	2,68	8,12	0,01	2,67	0,76	0,98	7,43
Goudplevier	-	9,38	6,70	0,01	6,08	0,93	1,81	0,05
Kievit	0,88	5,13	0,11	0,25	5,19	0,17	0,85	2,84
Wulp	0,09	1,65	1,34	0,97	0,98	1,25	1,20	0,01
Stormmeeuw	17,12	19,01	8,17	6,57	27,07	8,04	25,79	16,04
Zilvermeeuw	11,32	14,04	6,40	5,80	18,95	6,26	19,79	20,79
Kokmeeuw	0,98	17,30	1,06	6,74	16,38	1,54	9,31	21,01
Duiven	0,04	0,81	0,09	0,39	0,61	0,14	0,29	0,20
Kraaien	15,12	18,31	19,01	0,08	18,91	9,56	12,72	1,63
Spreeuw	0,34	1,91	0,01	0,24	1,69	0,04	0,54	2,64

Bijlage 25b. Idem bijlage 25a, bijbehorende 'residual mean deviances'. -: te weinig gegevens.

Soort(groep)	1+2 (windparkgebied)							3+4
	3	4	5+6	7+8	3+4	5-8	3-8	5-8
Wilde eend	10,99	11,51	14,72	11,57	10,03	14,34	12,47	16,31
Scholekster	7,38	9,82	17,36	21,80	9,07	21,61	18,62	85,66
Goudplevier	-	8,09	7,19	67,60	6,79	19,88	14,88	69,09
Kievit	10,09	12,77	15,50	41,58	10,45	19,86	16,30	61,94
Wulp	2,33	2,27	2,51	2,24	2,43	2,19	2,22	21,22
Stormmeeuw	10,82	28,02	13,64	21,09	15,48	15,75	13,34	15,01
Zilvermeeuw	8,56	38,70	17,55	4,33	24,75	17,31	21,06	32,08
Kokmeeuw	49,29	124,7	158,0	50,46	101,1	161,0	125,8	139,9
Duiven	5,49	7,08	6,39	7,98	6,52	6,50	6,15	23,76
Kraaien	16,42	24,65	23,20	33,83	25,38	31,66	34,10	32,09
Spreeuw	29,67	69,58	59,95	37,89	67,19	58,13	65,08	74,25

Bijlage 26. Procedure vaststelling windparkeffect naar aanleiding van de BACI-toetsen voor windparkeffect sec (A), voor toevoeging van de term voor het windparkeffect voor die voor het bouwlandeffect (B), en voor toevoeging van de term voor het windparkeffect na die voor het bouwlandeffect (C). A en C: 0 = geen windparkeffect, - = windparkeffect negatief, + = windparkeffect positief. B: + = bouwlandeffect aanwezig, 0 = bouwlandeffect niet aanwezig). <>: windpark- en bouwlandeffect gestrengeld, (): beide effecten gestrengeld, maar windparkeffect mogelijk groter dan bouwlandeffect, [] beide effecten gestrengeld, maar bouwlandeffect mogelijk sterker dan windparkeffect. Alleen de voorkomende combinaties; P<0,05.

Windparkeffect			
A	B	C	Conclusie
0	0	0	0
0	+	-	<->
0	+	+	<+>
0	+	0	0
0	0	-	(-)
0	0	+	(+)

Windparkeffect			
A	B	C	Conclusie
-	0	-	-
-	+	-	(-)
-	0	0	<->
-	+	0	[0]

Windparkeffect			
A	B	C	Conclusie
+	0	0	<+>
+	+	0	<0>
+	0	+	+

Bijlage 27. 'Mean deviance ratio' (tussen haakjes Pearson-ratio) en 'mean residual deviance' (mrd) (boven) en bijbehorend aantal vrijheidsgraden (onder) voor de hoofdeffecten locatie, datum en wind.locatie in de situatie zonder windpark (1984-1986), bij vergelijking van het aantal in de herfst per ochtendtelling langs de kust en in het park (Kust-Park) en binnen het park (NP-ZP) waargenomen groepen. Zie ook tabel 15.

Soort-(groep)	Locatie	Datum	Wind.locatie		mrd
			Kust-Park	NP-ZP	
Wilde eend	8,35 (9,09)	2,76 (3,00)	7,18 (7,82)	2,02 (2,20)	1,766
Kievit	1,01 (1,08)	8,96 (9,60)	14,22 (15,24)	0,97 (1,04)	2,905
Watersnip	4,59 (5,33)	3,06 (3,56)	9,66 (11,23)	2,96 (3,44)	2,756
Wulp	2,85 (3,36)	2,54 (2,99)	1,19 (1,40)	0,78 (0,92)	2,398
Veld-leeuwerik	2,54 (2,77)	9,24 (10,06)	2,72 (2,96)	0,21 (0,23)	5,238
Zwaluwen	7,41 (9,18)	2,28 (2,83)	0,02 (0,02)	0,33 (0,41)	4,090
Piepers	41,75 (43,42)	8,65 (9,00)	1,40 (1,45)	1,45 (1,51)	2,515
Kwik-staarten	7,44 (8,20)	4,66 (5,14)	3,56 (3,92)	0,46 (0,51)	2,108
Lijsters	3,58 (4,44)	2,60 (3,22)	1,15 (1,42)	0,36 (0,44)	2,579
Spreeuw*	1,50 (1,69)	2,38 (2,68)	3,73 (4,22)	1,84 (2,08)	8,345
Vinken	2,71 (3,06)	2,20 (2,48)	6,48 (7,31)	1,18 (1,34)	4,549
Kneuen	19,65 (23,71)	4,56 (5,50)	4,36 (5,26)	1,75 (2,11)	2,135
Gorzen	34,70 (36,69)	2,19 (2,32)	1,19 (1,26)	0,36 (0,38)	3,177
Lijsters, totaal**	2,75 (3,19)	1,61 (1,87)	0,13 (0,16)	1,30 (1,50)	8,994

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Vervolg bijlage 27.

Soort	Locatie	Datum	Wind.locatie		Residual	Totaal
			Ku-P	NP-ZP		
Wilde eend	2	75	2	2	71	152
Kievit	2	69	2	2	65	140
Watersnip	2	72	2	2	68	146
Wulp	2	68	2	2	64	138
Veldleeuwerik	2	69	2	2	65	140
Zwaluwen	2	28	2	2	23	57
Piepers	2	77	2	2	73	156
Kwikstaarten	2	53	2	2	49	108
Lijsters	2	42	2	2	38	86
Spreeuw*	2	77	2	2	73	156
Vinken	2	59	2	2	55	120
Kneuen	2	67	2	2	63	136
Gorzen	2	63	2	2	59	128
Lijsters, totaal**	2	57	2	2	53	116

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 28. 'Mean deviance ratio' (tussen haakjes Pearson-ratio) en 'mean residual deviance' (mrd) (boven) en bijbehorend aantal vrijheidsgraden (onder) voor de hoofdeffecten locatie, datum en wind.locatie in de situatie zonder windpark (1984-1986), bij vergelijking van de in de herfst per ochtendtelling langs de kust en in het park (Kust-Park) en binnen het park (NP-ZP) waargenomen gemiddelde groepsgrootte. Zie ook tabel 15.

Soort-(groep)	Locatie	Datum	Wind.locatie		mrd
			Kust-Park	NP-ZP	
Wilde eend	12,86 (13,71)	1,90 (2,02)	0,44 (0,47)	0,34 (0,37)	2,118
Kievit	17,94 (18,05)	3,16 (3,18)	4,30 (4,32)	0,78 (0,79)	2,312
Watersnip	53,46 (57,20)	2,95 (3,16)	12,33 (13,19)	0,13 (0,14)	1,099
Wulp	4,24 (4,59)	2,03 (2,20)	2,18 (2,36)	1,45 (1,57)	2,162
Veld-leeuwerik	37,64 (38,46)	3,23 (3,31)	1,19 (1,22)	0,36 (0,37)	0,595
Zwaluwen	1,19 (1,23)	1,36 (1,41)	0,69 (0,71)	0,64 (0,66)	1,117
Piepers	38,05 (38,93)	3,14 (3,22)	2,36 (2,42)	0,59 (0,61)	0,188
Kwik-staarten	5,93 (5,98)	2,58 (2,60)	1,70 (1,72)	0,11 (0,11)	0,104
Lijsters	2,22 (1,97)	3,53 (3,14)	6,20 (5,52)	3,37 (3,00)	2,099
Spreeuw*	106,85 (106,4)	2,99 (2,98)	4,89 (4,87)	0,31 (0,31)	9,461
Vinken	19,02 (20,04)	3,16 (3,33)	1,31 (1,38)	0,52 (0,55)	1,293
Kneuen	6,72 (7,12)	1,34 (1,42)	2,23 (2,36)	0,03 (0,03)	2,500
Gorzen	14,56 (14,78)	1,55 (1,57)	2,45 (2,49)	0,63 (0,64)	0,143
Lijsters, totaal**	3,62 (3,65)	2,85 (2,88)	2,87 (2,90)	2,75 (2,77)	1,555

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soort	Locatie	Datum	Wind.locatie		Residual	Totaal
			Ku-P	NP-ZP		
Wilde eend	2	75	2	2	64	145
Kievit	2	69	2	2	45	120
Watersnip	2	72	2	2	42	120
Wulp	2	68	2	2	48	122
Veldleeuwerik	2	69	2	2	56	131
Zwaluwen	2	28	2	2	8	42
Piepers	2	77	2	2	65	148
Kwikstaarten	2	53	2	2	34	93
Lijsters	2	42	2	2	12	60
Spreeuw*	2	77	2	2	62	145
Vinken	2	59	2	2	33	98
Kneuen	2	67	2	2	32	105
Gorzen	2	63	2	2	33	102
Lijsters, totaal**	2	57	2	2	23	86

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 29. 'Mean deviance ratio' (tussen haakjes Pearson-ratio) en 'mean residual deviance' (mrd) (boven) en bijbehorend aantal vrijheidsgraden (onder) voor de hoofdeffecten locatie, datum en wind.locatie in de situatie zonder windpark (1984-1986), bij vergelijking van het aantal in de herfst per avondtelling langs de kust en in het park (Kust-Park) en binnen het park (NP-ZP) waargenomen groepen. Zie ook tabel 16.

Soort-(groep)	Locatie	Datum	Wind.locatie Kust-Park	Wind.locatie NP-ZP	mrd
Wilde eend	1,14 (1,30)	1,15 (1,31)	2,50 (2,85)	1,02 (1,16)	3,008
Kievit	4,73 (5,70)	1,33 (1,61)	0,51 (0,61)	2,80 (3,38)	2,860
Watersnip	30,37 (25,91)	1,09 (0,93)	1,23 (1,05)	0,27 (0,23)	2,252
Wulp	2,52 (3,20)	1,13 (1,43)	1,65 (2,10)	0,43 (0,55)	2,193
Veld-leeuwerik	16,10 (18,86)	3,90 (4,57)	0,98 (1,15)	0,79 (0,93)	2,190
Piepers	16,16 (19,16)	1,88 (2,23)	1,27 (1,50)	0,39 (0,46)	2,327
Kwik-staarten	2,13 (2,51)	1,14 (1,34)	0,58 (0,68)	0,61 (0,73)	1,784
Spreeuw	95,49 (86,69)	2,02 (1,83)	1,66 (1,51)	0,15 (0,13)	2,872
Vinken) Kneuen) Gorzen)	2,45 (3,05)	0,76 (0,95)	0,02 (0,02)	1,99 (2,47)	1,979
Lijsters, totaal*	2,87 (2,41)	1,06 (0,89)	1,29 (1,08)	2,59 (2,17)	10,390

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soort	Locatie	Datum	Wind.locatie Ku-P	Wind.locatie NP-ZP	Residual	Totaal
Wilde eend	2	67	2	2	64	137
Kievit	2	58	2	2	55	119
Watersnip	2	57	2	2	54	117
Wulp	2	59	2	2	56	121
Veldleeuwerik	2	41	2	2	38	85
Piepers	2	57	2	2	54	117
Kwikstaarten	2	35	2	2	30	71
Spreeuw	2	67	2	2	64	137
Vinken+kneuen+gorzen	2	41	2	2	38	85
Lijsters, totaal*	2	32	2	2	29	67

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 30. 'Mean deviance ratio' (tussen haakjes Pearson-ratio) en 'mean residual deviance' (mrd) (boven) en bijbehorend aantal vrijheidsgraden (onder) voor de hoofdeffecten locatie, datum en wind.locatie in de situatie zonder windpark (1984-1986), bij vergelijking van het aantal in de herfst per avondtelling langs de kust en in het park (Kust-Park) en binnen het park (NP-ZP) waargenomen gemiddelde groepsgrootte. Zie ook tabel 16.

Soort-(groep)	Locatie	Datum	Wind.locatie		mrd
			Kust-Park	NP-ZP	
Wilde eend	9,86 (10,19)	1,82 (1,88)	0,21 (0,22)	1,12 (1,16)	0,575
Kievit	14,53 (12,22)	6,16 (5,18)	0,07 (0,06)	20,04 (16,8)	2,641
Watersnip	1,68 (1,74)	2,02 (2,09)	1,89 (1,95)	2,14 (2,21)	0,399
Wulp	1,43 (1,50)	2,94 (3,08)	3,23 (3,39)	0,77 (0,81)	3,127
Veld-leeuwerik	2,44 (2,49)	2,32 (2,37)	0,40 (0,41)	1,85 (1,90)	1,053
Piepers	3,02 (3,20)	2,10 (2,22)	2,33 (2,47)	2,73 (2,89)	0,908
Kwik-staarten	3,93 (3,95)	1,84 (1,85)	1,15 (1,15)	0,36 (0,36)	0,206
Spreeuw	8,44 (9,13)	3,83 (4,14)	1,95 (2,11)	1,40 (1,52)	20,81
Vinken) Kneuen) Gorzen)	0,45 (0,44)	1,34 (1,31)	1,63 (1,60)	2,54 (2,49)	2,950
Lijsters, totaal*	3,85 (3,62)	1,22 (1,15)	0,32 (0,30)	1,12 (1,06)	1,654

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soort	Locatie	Datum	Wind.locatie		Residual	Totaal
			Ku-P	NP-ZP		
Wilde eend	2	67	2	2	58	131
Kievit	2	58	2	2	24	88
Watersnip	2	57	2	2	20	83
Wulp	2	59	2	2	20	85
Veldleeuwerik	2	41	2	2	15	62
Piepers	2	57	2	2	30	93
Kwikstaarten	2	35	2	2	4	45
Spreeuw	2	67	2	2	58	131
Vinken+kneuen+gorzen	2	41	2	2	9	56
Lijsters, totaal*	2	32	2	2	3	41

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 31. Verwachte verdeling van het totale aantal groepen (percentage, totaal 100%; links) en de gemiddelde groepsgrootte (met vaste waarde voor kust; rechts) over de drie betrokken locaties tijdens ochtendtellingen in de situatie zonder windpark (1984-1986). De voorspellingen zijn gemaakt voor de hoeken corresponderend met mee- (0 graden), tegen- (180 graden) en zijwind (90 en 270 graden) ten opzichte van de waddendijk (vgl. fig. 10) en voor de hoek met de meeste respectievelijk de minste verschuiving naar de kust. Ku = kust, NP = noorden windpark, ZP = zuiden windpark.

Soort	Hoek (graden)	Locatie			Hoek (graden)	Locatie		
		Ku	NP	ZP		Ku	NP	ZP
Wilde eend	0	26	41	33	0	6	4	4
	90	19	45	36	90	6	4	3
	180	39	34	27	180	6	4	3
	270	48	29	23	270	6	5	4
	246	50	28	22	132	6	3	3
	66	18	45	36	312	6	5	4
Kievit	0	18	41	41	0	8	2	2
	90	45	28	28	90	8	7	6
	180	12	44	44	180	8	8	8
	270	4	48	48	270	8	3	3
	81	45	27	27	326	8	2	2
	261	4	48	48	146	8	9	9
Watersnip	0	14	39	47	0	8	3	2
	90	42	26	31	90	8	4	3
	180	11	40	48	180	8	19	14
	270	3	44	53	270	8	13	10
	85	42	26	31	33	8	2	2
	265	3	44	53	213	8	23	17
Wulp	0	28	40	32	0	3	6	5
	90	28	40	32	90	3	3	2
	180	41	33	26	180	3	4	3
	270	41	33	26	270	3	9	7
	227	44	31	25	111	3	3	2
	47	26	41	33	291	3	9	7
Veldleeuwerik	0	36	32	33	0	4	2	2
	90	31	34	35	90	4	3	3
	180	19	40	41	180	4	2	3
	270	22	39	40	270	4	2	2
	29	37	31	32	276	4	2	2
	209	18	41	42	96	4	3	3

Vervolg bijlage 31.

Soort	Hoek (graden)	Locatie			Hoek (graden)	Locatie		
		Ku	NP	ZP		Ku	NP	ZP
Zwaluwen	0	51	32	17	0	4	3	2
	90	51	32	17	90	4	2	2
	180	55	29	16	180	4	5	4
	270	55	29	16	270	4	5	5
	217	56	29	16	49	4	2	2
	37	50	32	17	229	4	6	5
Piepers	0	51	22	26	0	3	2	2
	90	55	21	25	90	3	1	2
	180	46	24	29	180	3	2	2
	270	43	26	31	270	3	2	3
	68	55	20	24	68	3	1	2
	248	43	26	31	248	3	2	3
Kwikstaarten	0	40	27	34	0	2	1	1
	90	53	21	27	90	2	1	1
	180	36	28	36	180	2	1	1
	270	25	33	42	270	2	1	1
	83	53	21	27	155	2	1	1
	263	25	33	42	335	2	1	1
Lijsters	0	12	42	46	0	4	6	6
	90	27	35	38	90	4	5	5
	180	21	38	41	180	4	62	57
	270	9	44	48	270	4	78	72
	117	29	34	37	50	4	3	3
	297	8	44	48	230	4	117	108
Spreeuw*	0	28	37	35	0	55	15	11
	90	39	32	30	90	55	17	13
	180	19	41	39	180	55	5	3
	270	13	45	42	270	55	4	3
	71	40	31	29	230	55	3	2
	251	13	45	42	50	55	22	16
Vinken	0	65	19	16	0	5	2	3
	90	32	36	32	90	5	2	3
	180	16	45	39	180	5	5	6
	270	43	30	26	270	5	5	6
	348	66	18	16	46	5	2	2
	168	16	45	39	226	5	6	8

Vervolg bijlage 31.

Soort	Hoek (graden)	Locatie			Hoek (graden)	Locatie		
		Ku	NP	ZP		Ku	NP	ZP
Kneuen	0	41	27	32	0	7	5	5
	90	63	17	20	90	7	7	8
	180	51	22	27	180	7	3	3
	270	30	32	39	270	7	2	2
	106	64	16	20	248	7	2	2
	286	29	32	39	68	7	7	8
Gorzen	0	75	12	12	0	2	1	1
	90	64	18	18	90	2	1	2
	180	53	23	23	180	2	2	2
	270	67	17	16	270	2	1	1
	351	76	12	12	348	2	1	1
	171	53	24	23	168	2	2	2
Lijsters, totaal **	0	44	39	17	0	2	4	4
	90	38	43	19	90	2	2	2
	180	36	45	19	180	2	8	9
	270	42	40	18	270	2	17	17
	337	45	38	17	71	2	2	2
	157	36	45	20	251	2	18	18

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 32. Idem bijlage 31, avondtellingen 1984-1986, vgl. figuur 11.

Soort	Hoek (in graden)	Locatie Ku	NP	ZP	Hoek (in graden)	Locatie Ku	NP	ZP
Wilde eend	0	32	38	30	0	4	3	3
	90	25	42	33	90	4	3	3
	180	38	34	27	180	4	3	3
	270	47	30	23	270	4	3	2
	255	48	29	23	252	4	3	2
	75	25	42	33	72	4	3	3
Kievit	0	18	38	45	0	6	5	4
	90	29	32	38	90	6	9	1
	180	36	29	34	180	6	5	1
	270	23	35	42	270	6	3	9
	162	37	29	34	267/87	6/6	1/13	56/0
	342	17	38	45	67/247	6/6	12/2	0/66
Watersnip	0	4	47	49	0	1	2	2
	90	7	45	48	90	1	3	3
	180	17	40	43	180	1	1	1
	270	10	44	46	270	1	1	1
	193	17	40	42	252	1	1	1
	13	4	47	49	72	1	3	4
Wulp	0	30	29	41	0	6	7	5
	90	34	27	39	90	6	23	15
	180	65	14	20	180	6	7	4
	270	61	16	23	270	6	2	1
	217	69	13	18	268	6	2	1
	37	26	31	43	88	6	23	15
Veldleeuwerik	0	18	45	37	0	3	2	2
	90	8	50	42	90	3	4	6
	180	11	48	40	180	3	6	7
	270	25	41	34	270	3	2	3
	293	26	41	34	332	3	2	2
	113	8	50	42	152	3	6	8
Piepers	0	12	37	51	0	2	2	2
	90	26	31	43	90	2	5	5
	180	34	28	38	180	2	5	5
	270	16	35	49	270	2	2	2
	156	35	27	38	318	2	2	1
	336	11	38	51	138	2	6	6

Vervolg bijlage 32.

Soort	Hoek (in graden)	Locatie Ku	NP	ZP	Hoek (in graden)	Locatie Ku	NP	ZP
Kwikstaarten	0	21	31	47	0	6	7	6
	90	21	31	47	90	6	4	4
	180	7	37	56	180	6	0	0
	270	7	37	56	270	6	1	1
	45	26	30	44	211	6	0	0
	225	6	38	57	31	6	9	8
Spreeuw	0	4	44	53	0	25	35	27
	90	5	43	52	90	25	55	42
	180	3	44	53	180	25	258	199
	270	2	44	54	270	25	166	128
	70	5	43	52	29	25	31	24
	250	2	44	54	209	25	298	230
Vinken+kneuen+ gorzen	0	23	38	38	0	3	2	5
	90	20	40	40	90	3	24	48
	180	19	40	41	180	3	31	63
	270	22	39	39	270	3	3	6
	333	24	38	38	322	3	2	3
	153	19	40	41	142	3	44	89
Lijsters, totaal*	0	22	52	25	0	2	6	1
	90	21	53	26	90	2	9	1
	180	56	30	14	180	2	2	0
	270	58	28	14	270	2	1	0
	228	65	24	11	235	2	1	0
	48	17	56	27	55	2	11	2

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 33. 'Mean deviance ratio' van het windparkeffect zonder onderscheid tussen stilstaande en draaiende windturbines (1984-1986 versus 1987+1990) na correctie voor wind.locatie invloeden (locatie + datum + wind.locatie + park) voor verschillen tussen kust (Ku) en windpark (Park) en binnen het windpark (NP: noorden, ZP: zuiden park) voor het aantal groepen en de gemiddelde groepsgrootte per ochtendtelling (boven) en avondtelling (onder). mrd: 'mean residual deviance', d.f.: aantal vrijheidsgraden.

Soort(groep)	Aantal groepen				Gemiddelde groepsgrootte			
	Parkeffect		mrd	(d.f.)	Parkeffect		mrd	(d.f.)
	Ku-Park	NP-ZP			Ku-Park	NP-ZP		
Wilde eend	23,76	0,22	2,320	(1,195)	2,86	0,00	1,326	(1,171)
Kievit	7,95	0,55	2,646	(1,184)	0,48	3,63	2,796	(1,121)
Watersnip	6,79	1,17	3,949	(1,189)	8,63	0,10	1,543	(1,139)
Wulp	61,28	0,01	1,876	(1,185)	5,79	1,26	1,434	(1,132)
Veldleeuwerik	2,55	2,30	5,225	(1,179)	5,27	1,85	0,482	(1,138)
Zwaluwen	1,01	0,95	2,131	(1,79)	2,44	0,33	1,115	(1,24)
Piepers	4,53	12,33	4,374	(1,197)	15,26	0,73	0,283	(1,180)
Kwikstaarten	0,19	2,30	2,359	(1,148)	0,02	0,13	0,106	(1,193)
Lijsters	1,20	0,06	3,258	(1,124)	6,31	0,04	1,808	(1,60)
Spreeuw*	4,95	4,48	6,509	(1,197)	4,24	0,03	12,300	(1,172)
Vinken	0,02	1,35	4,172	(1,148)	0,11	2,44	1,688	(1,79)
Kneuen	0,10	3,33	2,833	(1,180)	7,27	0,79	1,940	(1,98)
Gorzen	1,76	0,35	3,578	(1,171)	0,11	3,46	0,276	(1,105)
Lijsters, totaal**	0,27	7,23	8,087	(1,159)	1,34	0,66	0,880	(1,99)

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Vervolg bijlage 33.

Soort(groep)	Aantal groepen				Gemiddelde groepsgrootte			
	Parkeffect		mrd	(d.f.)	Parkeffect		mrd	(d.f.)
	Ku-Park	NP-ZP			Ku-Park	NP-ZP		
Wilde eend	11,15	1,85	3,131	(1,136)	2,03	0,45	0,630	(1,122)
Kievit	0,03	1,14	2,376	(1,113)	0,12	0,29	3,152	(1,55)
Watersnip	3,80	0,90	1,988	(1,122)	7,44	0,23	0,660	(1,66)
Wulp	14,23	0,65	1,708	(1,119)	0,07	0,12	2,594	(1,49)
Veldleeuwerik	1,64	1,54	2,101	(1,76)	0,09	16,46	1,329	(1,19)
Piepers	7,88	5,02	2,100	(1,122)	1,32	1,12	1,019	(1,79)
Kwikstaarten	0,09	1,94	1,985	(1,74)	5,22	1,74	0,116	(1,20)
Spreeuw	3,62	6,55	2,872	(1,132)	0,55	0,59	20,81	(1,70)
Vinken) Kneuen) Gorzen)	0,56	0,28	1,945	(1,97)	5,30	2,17	3,242	(1,25)
Lijsters, totaal*	0,19	3,90	6,925	(1,78)	7,67	0,00	0,792	(1,26)

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 34. 'Mean deviance ratio' van het windparkeffect bij stilstaande windturbines (1984-1986 versus 1987) na correctie voor wind.locatie invloeden (locatie + datum + wind.locatie + park) voor verschillen tussen kust (Ku) en windpark (Park) en binnen het windpark (NP: noorden park, ZP: zuiden park) voor het aantal groepen en de gemiddelde groepsgrootte per ochtendtelling (boven) en avondtelling (onder). mrd: 'mean residual deviance', d.f.: aantal vrijheidsgraden.

Soort(groep)	Aantal groepen				Gemiddelde groepsgrootte			
	Parkeffect		mrd	(d.f.)	Parkeffect		mrd	(d.f.)
	Ku-Park	NP-ZP			Ku-Park	NP-ZP		
Wilde eend	3,58	0,10	2,113	(1,124)	0,07	0,11	1,742	(1,105)
Kievit	3,04	0,00	3,141	(1,115)	1,84	0,23	2,397	(1,72)
Watersnip	1,13	0,02	3,949	(1,118)	7,69	0,21	1,790	(1,79)
Wulp	17,61	0,04	2,069	(1,116)	7,11	2,25	1,853	(1,83)
Veldleeuwerik	0,01	0,06	4,959	(1,115)	1,14	0,16	0,545	(1,92)
Piepers	15,80	1,60	3,471	(1,126)	14,84	0,14	0,231	(1,114)
Kwikstaarten	4,27	0,55	2,005	(1,94)	1,62	1,41	0,115	(1,57)
Lijsters	0,63	0,38	3,752	(1,80)	9,32	0,04	1,655	(1,42)
Spreeuw*	0,38	0,91	7,615	(1,126)	7,21	0,33	9,893	(1,105)
Vinken	0,53	2,78	4,527	(1,99)	1,35	0,29	1,598	(1,58)
Kneuen	6,64	0,40	2,426	(1,116)	2,28	0,00	2,567	(1,60)
Gorzen	8,55	0,71	3,517	(1,109)	0,30	3,29	0,365	(1,69)
Lijsters, totaal**	0,04	10,64	10,35	(1,99)	1,85	0,12	1,003	(1,60)

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soort(groep)	Aantal groepen				Gemiddelde groepsgrootte			
	Parkeffect		mrd	(d.f.)	Parkeffect		mrd	(d.f.)
	Ku-Park	NP-ZP			Ku-Park	NP-ZP		
Wilde eend	4,40	1,77	3,757	(1,103)	3,86	1,96	0,690	(1,90)
Kievit	0,47	0,00	2,635	(1,80)	0,23	1,53	3,686	(1,35)
Watersnip	2,73	0,11	2,196	(1,89)	7,73	0,35	0,806	(1,42)
Wulp	1,86	1,62	1,862	(1,88)	0,06	0,02	3,489	(1,32)
Piepers	4,12	0,51	2,343	(1,92)	0,52	1,42	0,986	(1,58)
Spreeuw	0,28	0,04	2,465	(1,99)	8,15	1,39	20,17	(1,46)
Lijsters, totaal*	0,02	4,79	7,611	(1,62)	8,40	5,29	0,616	(1,19)

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 35. 'Mean deviance ratio' van het windparkeffect bij draaiende windturbines (1984-1986 versus 1990) na correctie voor wind.locatie invloeden (locatie + datum + wind.locatie + park) voor verschillen tussen kust (Ku) en windpark (Park) en binnen het windpark (NP: noorden park, ZP: zuiden park) voor het aantal groepen en de gemiddelde groepsgrootte per ochtendtelling (boven) en avondtelling (onder). mrd: 'mean residual deviance', d.f.: aantal vrijheidsgraden.

Soort(groep)	Aantal groepen				Gemiddelde groepsgrootte			
	Parkeffect		mrd	(d.f.)	Parkeffect		mrd	(d.f.)
	Ku-Park	NP-ZP			Ku-Park	NP-ZP		
Wilde eend	32,77	0,46	2,145	(1,140)	5,38	0,14	1,368	(1,128)
Kievit	13,41	2,93	2,325	(1,132)	0,15	4,65	2,843	(1,92)
Watersnip	9,57	3,39	3,279	(1,137)	3,88	1,45	1,077	(1,100)
Wulp	62,74	0,04	1,916	(1,131)	0,52	0,05	1,376	(1,95)
Veldleeuwerik	8,75	9,19	4,819	(1,127)	5,62	3,33	0,488	(1,100)
Piepers	0,50	23,17	3,644	(1,142)	8,92	0,90	0,286	(1,129)
Kwikstaarten	1,28	3,58	2,368	(1,101)	2,89	0,20	0,083	(1,68)
Lijsters	5,00	3,12	2,274	(1,80)	0,90	0,18	2,210	(1,28)
Spreeuw*	14,17	4,78	6,114	(1,139)	1,83	0,08	12,980	(1,123)
Vinken	3,38	0,13	3,788	(1,102)	0,43	1,22	1,474	(1,52)
Kneuen	4,76	5,08	2,518	(1,125)	5,51	1,10	1,737	(1,68)
Gorzen	2,57	0,02	2,936	(1,119)	0,33	2,07	0,116	(1,67)
Lijsters, totaal**	0,49	0,35	6,061	(1,111)	0,15	0,65	1,123	(1,60)

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Soort(groep)	Aantal groepen				Gemiddelde groepsgrootte			
	Parkeffect		mrd	(d.f.)	Parkeffect		mrd	(d.f.)
	Ku-Park	NP-ZP			Ku-Park	NP-ZP		
Wilde eend	15,98	0,30	2,463	(1,95)	0,01	0,03	0,508	(1,88)
Kievit	0,17	2,73	2,484	(1,86)	0,29	1,36	2,690	(1,42)
Watersnip	2,60	1,92	1,954	(1,85)	1,28	0,07	0,334	(1,37)
Wulp	14,89	0,00	1,869	(1,85)	0,17	0,67	2,152	(1,35)
Piepers	4,80	10,71	1,891	(1,82)	2,18	0,04	1,048	(1,49)
Spreeuw	10,90	28,32	1,816	(1,93)	2,76	0,04	18,130	(1,52)
Lijsters, totaal*	2,18	0,83	8,076	(1,43)	0,05	2,83	0,762	(1,8)

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 36a. Procentuele reductie of toeneming bij vier verschillende windrichtingen ten opzichte van de waddendijk (vgl. fig. 10) en de minimale (min.) en maximale (max.) procentuele verandering in het aantal groepen tijdens de ochtendtellingen na plaatsing van het windpark, 1984-1986 versus 1987+1990 (geen onderscheid in windpark wel of niet operationeel).
Alleen soort(groep)en met significante verschillen opgenomen (vgl. tab. 18). NP = noorden windpark, ZP = zuiden windpark.

Soort-(groep)	Kust - Park						Park						
	0°	90°	180°	270°	min.	max.	0°	90°	180°	270°	min.	max.	
Wilde eend	-25	-19	-26	-31	-19	-31	niet sign.						
Kievit	-8	-22	-13	-4	-4	-22	niet sign.						
Watersnip	-15	-21	-20	-13	-12	-23	niet sign.						
Wulp	-46	-49	-49	-48	-46	-49	niet sign.						
Piepers	+12	+14	+14	+12	+15	+12	+46	+45	+48	+44	+48	+53	(NP)
							-21	-17	-20	-20	-17	-22	(ZP)
Spreeuw*	-14	-16	-14	-12	-12	-16	+8	+6	+8	+12	+6	+12	(NP)
							-37	-39	-37	-36	-36	-39	(ZP)
Lijsters, totaal**	niet sign.						-33	-32	-31	-32	-31	-33	(NP)
							+73	+71	+72	+70	+74	+75	(ZP)

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest, ** ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 36b. Idem bijlage 36a, avondtellingen.

Soort-(groep)	Kust - Park						Park						
	0°	90°	180°	270°	min.	max.	0°	90°	180°	270°	min.	max.	
Wilde eend	-24	-26	-26	-28	-22	-28	niet sign.						
Wulp	-47	-39	-39	-47	-37	-48	niet sign.						
Piepers	-15	-22	-19	-13	-11	-23	+11	+3	+6	+14	0	+16	(NP)
							-41	-47	-45	-40	-39	-47	(ZP)
Spreeuw	niet sign.						+27	+26	+30	+32	+26	+32	(NP)
							-34	-35	-32	-31	-31	-35	(ZP)
Vinken) Kneuen) Gorzen)	-88	-90	-91	-93	-88	-93	niet sign.						

Bijlage 37a. Procentuele reductie of toeneming bij vier verschillende windrichtingen ten opzichte van de waddendijk (vgl. fig. 10) en de minimale en maximale (max.) procentuele reductie van het aantal groepen tijdens de ochtendtellingen na plaatsing van het windpark, 1984-1986 versus 1987 (stilstaande windturbines). Alleen soort(groep)en met significante verschillen opgenomen (vgl. tab. 19). NP = noorden windpark, ZP = zuiden windpark.

Soort-(groep)	Kust - Park						Park					
	0°	90°	180°	270°	min.	max.	0°	90°	180°	270°	min.	max.
Wulp	-32	-36	-30	-25	-30	-36	niet sign.					
Piepers	-20	-25	-26	-21	-21	-26	niet sign.					
Kwikstaarten	-19	-25	-17	-12	-12	-25	niet sign.					
Kneuen	+32	+49	+58	+35	+32	+60	niet sign.					
Gorzen	+63	+56	+54	+59	+50	+63						
Lijsters, totaal*	niet sign.						-42	-41	-39	-43	-39	-43 (NP)
							+100	+100	+100	+100	+109	+125 (ZP)

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 37b. Idem bijlage 37a, avondtellingen.

Soort-(groep)	Kust - Park						Park					
	0°	90°	180°	270°	min.	max.	0°	90°	180°	270°	min.	max.
Wulp	-32	-36	-30	-25	-30	-36	niet sign.					
Wilde eend	-21	-21	-24	-21	-18	-25	niet sign.					
Piepers	-14	-21	-17	-10	-10	-21	niet sign.					
Lijsters, totaal*	niet sign.						-46	-40	-38	-42	-38	-46 (NP)
							+107	+123	+137	+117	+107	+138 (ZP)

* ook vlieghoogten boven 100 m en onbekende vlieghoogten opgenomen.

Bijlage 38a. Procentuele reductie of toeneming (inclusief minimale en maximale reductie) van het aantal groepen na plaatsing van het windpark, 1984-1986 versus 1990 (windpark operationeel) bij vier verschillende windrichtingen ten opzichte van de waddendijk (fig. 11). Alleen soort(groep)en met significante verschillen opgenomen (vgl. tab. 20). NP = noorden windpark, ZP = zuiden windpark.

Soort-(groep)	Kust - Park						Park						
	0°	90°	180°	270°	min.	max.	0°	90°	180°	270°	min.	max.	
Wilde eend	-30	-27	-36	-38	-27	-40	niet sign.						
Kievit	-14	-35	-17	-4	-4	-35	niet sign.						
Watersnip	-17	-30	-15	-6	-6	-31	niet sign.						
Wulp	-54	-56	-61	-59	-52	-62	niet sign.						
Veldleeuwerik	-23	-26	-14	-13	-11	-26	+6	+3	+20	+23	+3	+24	(NP)
							-53	-55	-49	-48	-47	-56	(ZP)
Piepers	niet sign.						+48	+47	+43	+44	+44	+47	(NP)
							-39	-39	-38	-38	-39	-38	(ZP)
Lijsters	-11	-31	-25	-7	-6	-33	niet sign.						
Spreeuw*	-24	-31	-20	-15	-13	-31	0	-10	+5	+11	-10	+14	(NP)
							-47	-52	-46	-40	-40	-52	(ZP)
Kneuen	-20	-27	-27	-17	-17	-30	+4	-6	-6	+7	-6	+7	(NP)
							-44	-48	-48	-42	-42	-53	(ZP)

* alleen vliegrichtingen tussen zuidzuidwest en noordwest.

Bijlage 38b. Idem bijlage 38a, avondtellingen.

Soort-(groep)	Kust - Park						Park						
	0°	90°	180°	270°	min.	max.	0°	90°	180°	270°	min.	max.	
Wilde eend	-28	-29	-38	-41	-28	-41	niet sign.						
Wulp	-59	-50	-60	-65	-50	-67	niet sign.						
Piepers	-9	-17	-22	-13	-8	-22	+41	+26	+20	+31	+20	+41	(NP)
							-56	-61	-63	-57	-56	-63	(ZP)
Spreeuw	-5	-5	+1	+1	-10	+2	+51	+51	+63	+62	+44	+62	(NP)
							-62	-62	-57	-57	-57	-63	(ZP)

jlage 39. Literatuurgegevens over verstoring van broedende weidevogels in (open) graslandgebieden (kwantitatief: afstanden t de verstoringsbron waarbij geen toename meer optreedt in broeddichtheid; 50% afstand tot de verstoringsbron waarbij de lft van de dichtheid welke bij de maximale verstoringsafstand optreedt, wordt bereikt; K: kievit, G: grutto, T: tureluur, scholekster, Ke: kemphaan).

rstoringsbron	Verstoring	
	Kwalitatief	Kwantitatief
. Hoogspanningsleiding (150 kV)	S broedt er soms wel onder [3]	100 m aan weerszijden vrijwel nestloos [3]
. Dorpen en buurtschappen	Zeer duidelijke uitstralingseffecten [1]	1200-1800 m, 50% afhankelijk van bereikbaarheid aangrenzende percelen [4]
. Boerderij met aangrenzende bedrijfskavels aan de rand [2]	Effect nog groter dan bij 2 [7]	-
. Lintbebouwing van boerderijen	-	K: 820-825 m, G: 1000 m, T: 1460 m, S: 675 m [7]
. Twee boerderijen bijeen	-	K en G: 500 m, S: 550 m [7]
. Alleenstaande boerderij aan dijkweg	-	K: 470 m [7]
. Alleenstaande boerderij in open gebied	Een niet onbelangrijke verstoring [4]	K en S: 630 m, G: 875 m [7] K: 250-350 m, G: 350-450 m, S: 150-250 m [6]
. Alleenstaand woonhuis aan dijkweg	-	K en G: 220 m [7]
. Twee bouwketen bijeen in open veld (en enkele dagen per maand graafwerkzaamheden)	-	K: 250 m, G en S: 300 m [7]

rvolg bijlage 39.

rstoringsbron	Verstoring	
	Kwalitatief	Kwantitatief
. (Hoog)geboomte, houtwallen, bosranden, recreatieterreinen	Nabijheid wordt vooral door K gemeden; naar bron toe afnemende dichtheden [1, 5, 7]	-
. Spoorlijn (enkelspoor)	-	K + G + S + T + Ke (te zamen): 650 m, 50%: 200 m [7]
. Onverharde, doodlopende weg	Geringe invloed [1]	-
. Verharde, doodlopende weg	Geringe tot matige invloed [1]	-
. Fietspad, beperkt open voor autoverkeer (50 auto's per dag)	-	K: 400 m, G: 700 m, S: 0 m [5, 7, 8]
. (Stille) land(bouw)weg, doorgaande kwartaire of tertiaire weg	Ontbrekend of spaarzaam voorkomend op percelen langs weg (vooral bij geringe perceelsgrootte of percelen in lengterichting weg); geldt minder voor S [1]	K + G + S + T + Ke (te zamen): 500-600 m, 50%: 200 m [4]
. Provinciale wegen, doorgaande secundaire wegen	Duidelijk negatieve invloed (geldt minder voor S); bij optimaal habitat nauwelijks invloed [1, 2]	-
. Idem 16, < 7500 auto's/dag	-	K + G + S + T + Ke (te zamen): 500-600 m, 50%: 200 m [4]
7300 auto's/dag	-	K: 875 m, G: 1125 m (1000-1250 m) [5, 8]
4560 auto's/dag	-	K en G (en T?): 625 m (500-750 m) [5, 8]

:volg bijlage 39.

:storingsbron	Verstoring	
	Kwalitatief	Kwantitatief
. Hoofdwegen, autosnelwegen	Duidelijk negatieve invloed (geldt minder voor S) [1]	-
. Idem 18, > 7500 auto's/dag	-	K + G + S + T + Ke (te zamen): (1200) 1600-1800 m, 50%: 800 m [4]
500-10 000 auto's/dag	In combinatie met lintbebouwing verstoring iets geringer dan zonder lintbebouwing [6]	K: 600-700 m, G: >1000 m, S: 550-650 m [6]
54 000 auto's/dag	-	K en G: 1800-2100 m, S: 550-650 m [5, 8]
. Autosnelweg	-	Weidevogels: afname maximaal 32-53% binnen 1000 m van weg [9]
Autosnelweg 5000 auto's/dag	-	Kievit: afname 4%, afname meetbaar tot 120 m van weg [9]
Autosnelweg 5000 auto's/dag	-	Grutto: afname 11%, afname meetbaar tot 230 m van weg [9]
Autosnelweg 75 000 auto's/dag	-	Kievit: afname 26%, afname meetbaar tot 710 m van weg [9]
Autosnelweg 75 000 auto's/dag	-	Grutto: afname 48%, afname meetbaar tot 1130 m van weg [9]

Beintema & Van den Bergh (1977), [2] De Jong (1977), [3] Van Orden *et al.* (1973), [4] Veen (1973), Verstrael *et al.* (1983), [6] Wind (1977), [7] Van der Zande (1975), [8] Van der Zande *et al.* (1980a), Reijnen & Foppen (1991b).

Bijlage 40. Latijnse namen van vogelsoorten en vogelgroepen, genoemd in tekst, tabellen en bijlagen (alfabetische volgorde).

Aalscholver *Phalacrocorax carbo*
Barmsijs *Carduelis flammea*
Beflijster *Turdus torquatus*
Bergeend *Tadorna tadorna*
Blauwe kiekendief *Circus cyaneus*
Blauwe reiger *Ardea cinerea*
Boerenzwaluw *Hirundo rustica*
Bokje *Lymnocryptes minimus*
Bontbekplevier *Charadrius hiaticula*
Bonte kraai *Corvus corone cornix*
Bonte strandloper *Calidris alpina*
Boomleeuwerik *Lullula arborea*
Boompieper *Anthus trivialis*
Boomvalk *Falco subbuteo*
Bosruiter *Tringa glareola*
Brandgans *Branta leucopsis*
Brilduiker *Bucephala clangula*
Bruine kiekendief *Circus aeruginosus*
Buizerd *Buteo buteo*
Casarca *Tadorna ferruginea*
Dodaars *Podiceps ruficollis*
Drieteenmeeuw *Rissa tridactyla*
Drieteenstrandloper *Calidris alba*
Duinpieper *Anthus campestris*
Duiven *Columba* spp.
Dwergmeeuw *Larus minutus*
Eenden Anatinae
Eidereend *Somateria mollissima*
Ekster *Pica pica*
Europese kanarie *Serinus serinus*
Fazant *Phasianus colchicus*
Frater *Carduelis flavirostris*
Fuut *Podiceps cristatus*
Geelgors *Emberiza citrinella*
Gekraagde roodstaart *Phoenicurus phoenicurus*
Gele kwikstaart *Motacilla flava*
Gierzwaluw *Apus apus*
Gorzen *Emberiza schoeniclus* + *Calcarius lapponicus*
Goudhaantje *Regulus regulus*
Goudplevier *Pluvialis apricaria*
Grasmus *Sylvia communis*
Graspieper *Anthus pratensis*
Grauwe gans *Anser anser*
Groenling *Carduelis chloris*
Groenpootruiter *Tringa nebularia*
Grote bonte specht *Dendrocopos major*
Grote gele kwikstaart *Motacilla cinerea*
Grote jager *Stercorarius skua*
Grote lijster *Turdus viscivorus*
Grote mantelmeeuw *Larus marinus*
Grote stern *Sterna sandvicensis*
Grote zaagbek *Mergus merganser*

Grote zeeëend *Melanitta fusca*
Grutto *Limosa limosa*
Heggemus *Prunella modularis*
Holenduif *Columba oenas*
Houtduif *Columba palumbus*
Houtsnip *Scolopax rusticola*
Huismus *Passer domesticus*
Huiszwaluw *Delichon urbica*
IJsgors *Calcarius lapponicus*
Kanoetstrandloper *Calidris canutus*
Kauw *Corvus monedula*
Keep *Fringilla montifringilla*
Kemphaan *Philomachus pugnax*
Kievit *Vanellus vanellus*
Kleine jager *Stercorarius parasiticus*
Kleine mantelmeeuw *Larus fuscus*
Kleine plevier *Charadrius dubius*
Kleine rietgans *Anser brachyrhynchus*
Kleine strandloper *Calidris minuta*
Kleine zwaan *Cygnus columbianus*
Kluut *Recurvirostra avosetta*
Kneu *Carduelis cannabina*
Kneuen *Carduelis* spp. (zonder *Carduelis chloris* (excluded))
Knobbelzwaan *Cygnus olor*
Kokmeeuw *Larus ridibundus*
Kolgans *Anser albifrons*
Koolmees *Parus major*
Koperwiek *Turdus iliacus*
Kraaien Corvidae
Krakeend *Anas strepera*
Kramsvogel *Turdus pilaris*
Krombekstrandloper *Calidris ferruginea*
Kruisbek *Loxia curvirostra*
Kuifeend *Aythya fuligula*
Kwikstaarten *Motacilla* spp.
Lepelaar *Platalea leucorodia*
Lijsters *Turdus* spp.
Meerkoet *Fulica atra*
Meeuwen *Larus* spp.
Merel *Turdus merula*
Middelste jager *Stercorarius pomarinus*
Middelste zaagbek *Mergus serrator*
Morinelplevier *Charadrius morinellus*
Nijlgans *Alopochen aegyptiacus*
Nonnetje *Mergus albellus*
Oeverloper *Tringa hypoleucos*
Oeverpieper *Anthus spinoletta petrosus*
Oeverzwaluw *Riparia riparia*
Ortolaan *Emberiza hortulana*
Paapje *Saxicola rubetra*
Paarse strandloper *Calidris maritima*
Patrijs *Perdix perdix*
Piepers *Anthus* spp.
Pijlstaart *Anas acuta*
Pimpelmees *Parus caeruleus*

Postduif *Columba livia*
Putter *Carduelis carduelis*
Ransuil *Asio otus*
Regenwulp *Numenius phaeopus*
Rietgans *Anser fabalis*
Rietgors *Emberiza schoeniclus*
Ringmus *Passer montanus*
Rode wouw *Milvus milvus*
Roek *Corvus frugilegus*
Roodborst *Erithacus rubecula*
Roodkeelduiker *Gavia stellata*
Rosse grutto *Limosa lapponica*
Rotgans *Branta bernicla*
Ruigpootbuizerd *Buteo lagopus*
Scholekster *Haematopus ostralegus*
Schots sneeuwhoen *Lagopus lagopus scoticus*
Sijs *Carduelis spinus*
Slechtvalk *Falco peregrinus*
Slobeend *Anas clypeata*
Smelleken *Falco columbarius*
Smient *Anas penelope*
Sneeuwgors *Plectrophenax nivalis*
Sperwer *Accipiter nisus*
Spreeuw *Sturnus vulgaris*
Steltlopers Charadriidae
Stormmeeuw *Larus canus*
Strandleeuwerik *Eremophila alpestris*
Strandplevier *Charadrius alexandrinus*
Tafeleend *Aythya ferina*
Tapuit *Oenanthe oenanthe*
Temmincks strandloper *Charadrius temminckii*
Torenvalk *Falco tinnunculus*
Tureluur *Tringa totanus*
Turkse tortel *Streptopelia decaocto*
Veldleeuwerik *Alauda arvensis*
Velduil *Asio flammeus*
Vink *Fringilla coelebs*
Vinken *Fringilla* spp. + *Carduelis chloris* + *Passer montanus*
Visdief *Sterna hirundo*
Waterhoen *Gallinula chloropus*
Waterpieper *Anthus spinoletta spinoletta*
Waterral *Rallus aquaticus*
Watersnip *Gallinago gallinago*
Wilde eend *Anas platyrhynchos*
Wilde zwaan *Cygnus cygnus*
Winterkoning *Troglodytes troglodytes*
Wintertaling *Anas crecca*
Witgatje *Tringa ochropus*
Witte kwikstaart *Motacilla alba*
Wulp *Numenius arquata*
Zanglijster *Turdus philomelos*
Zangvogels *Passeriformes*
Zeekoet *Uria aalge*
Zilvermeeuw *Larus argentatus*
Zilverplevier *Pluvialis squatarola*

Zwaluwen *Hirundo rustica* + *Delichon urba*
Zwarte kraai *Corvus corone corone*
Zwarte ruiter *Tringa erythropus*
Zwarte stern *Chlidonias niger*

Captions of figures

Figure 1. Location of the study area with the experimental wind park (hatched) near Oosterbierum, province of Friesland, and the three observation posts for diurnal migration (A: seawall Wadden Sea, B: northern part of the wind park, C: southern part of the wind park).

Figure 2. Map of the experimental wind park near Oosterbierum (*wegen* = roads, *windmeetmast* = meteorological tower, *controlegebouw* = control building, *clustergebouw* = cluster building).

Figure 3. Situation in the wind park area at the start of the study (March 1984).

Figure 4. Observation post for diurnal migration at the Wadden Sea coast (see Fig. 1).

Figure 5a. Experimental wind park near Oosterbierum. From right to left are seen wind turbines 23/15, 16-18 and 25-28 (see Fig. 2).

Figure 5b. Eastern row of wind turbines (from left to right numbers 31-38, see Fig. 2) in the experimental wind park near Oosterbierum.

Figure 6. The experimental wind park near Oosterbierum seen from the south-east. From left to right are seen wind turbines 17, 28, 16, 27, 26 and 15, and meteorological tower 3 (see Fig. 2).

Figure 7a. Area selected for the study of the impact of the wind park on breeding bird distribution of meadow birds (numbers: division of total study area into smaller parts, according to the local group of bird watchers ('Vogelwacht Franeker en Omstreken'), who carried out this part of the field survey.

Figure 7b. Area in which breeding meadow birds were mapped yearly from 1984 up to and including 1991, and division into distance zones (zone 1 = wind park).

Figure 8a. Area selected for the study of the impact of the windpark near Oosterbierum on feeding and resting birds.

Figure 8b. Division of area into the distance zones used for analysing data on feeding and resting birds (A = wind park (zone 1, hatched), distances in metres).

Figure 9. Results of the mappings of meadow birds in the study area in 1991.

Figure 10. Relation between number of groups of passing birds seen on the seawall and in the wind park, and different wind directions, during simultaneous early morning counts in situations without obstacles in the wind park area in the autumns of 1984-1986. Also given is the wind direction related to a maximum displacement of the number of groups to the seawall, as seen from the wind park area.

Figure 11. The same as Figure 10, with counts being made during the late afternoon.

Figure 12. Relation between mean group size of passing birds seen on the seawall and in the wind park, and different wind directions, during simultaneous early morning counts in situations without obstacles in the wind park area in the autumns of 1984-1986. Also given is the wind direction related to a maximum displacement of the mean group size to the seawall, as seen from the wind park area.

Headings of tables

Table 1. Number of breeding pairs per season for the four numerically most important meadow birds in the study area during the study period (see Fig. 7b). Numbers within the wind park (distance zone 1, see Fig. 7b) are given in parentheses.

Table 2. Bird species observed in the study area during the autumn counts of feeding and resting birds in 1984-1988 and 1990 (*: also in the wind park area, distance zones 1 and 2, see Fig. 8b).

Table 3. Bird species observed in the study area during the winter and spring counts of feeding and resting birds in 1984-1989 and 1990/1991 (*: also in the wind park area, distance zones 1 and 2, see Fig. 8b).

Table 4. Percentages of the total number of birds for the 11 (autumn, upper table) and 14 (winter and spring, lower table) numerically most important bird species (groups). Total numbers of birds of all species observed (*N alle soorten*) are also given. *Jaar* = year.

Table 5. Numbers of feeding and resting birds counted within (distance zones 1 and 2, see Fig. 8b) and outside the wind park area (distance zones 3 up to and including 8), as well as the percentage of the total number in the wind park area for the autumn (upper table) and the winter and spring (lower table). *Jaar* = year.

Table 6. Bird species observed on the counting posts for diurnal migration (see Fig. 1) during early morning counts and for counts in the late afternoon and early evening during the autumn of 1984-1987 and that of 1990 (*: also in the wind park, -: not on Wadden Sea coast).

Table 7. Percentage of the total number of birds per counting post for 13 bird species (groups) (KU: coast Wadden Sea, NP: in north of wind park, ZP: in south of wind park, see Fig. 1) for early morning counts (*ochtend*) and for counts during late afternoon and early evening (*avond*). 1) mainly Mallards, 2) mainly Black-headed Gulls, real autumn migration and feeding and roosting flights combined, 3) roosting flights and real autumn migration combined.

Table 8. Summary of test results of the analysis on the numbers for four species of meadow birds (breeding birds) in the study area (see Appendix 17, Fig. 7b) in spring 1984-1991 (***: effect significant, 0: no effect). *Gebruikstype* = way of agricultural use (grassland or arable land), *jaar* = year, *periode* = period.

Table 9. Summary of the results of the paired comparisons of the differences between the logarithms of the mean of the individual main effects (zone under complete model; year under complete model; zone under the model for period; period). Sequence based on increasing differences of the logarithms (paired comparison). Underlined: differences not significant, not underlined: differences significant).

Table 10. Decrease or increase (multiplication factors, based on data in Appendix 18) in the number of breeding pairs of Oystercatcher

(*scholekster*), Lapwing (*kievit*) and Black-tailed Godwit (*grutto*) per zone (1-6) according to paired comparison of the three different study periods (1 = before building, 2 = building phase and wind park not in operation combined, 3 = wind park in operation).

Table 11a. Summary of the test results of the BACI-model (upper table, see also Appendix 19) and proportion of the total effect (lower table) for ten bird species (groups) in different distance zones in the autumn of 1984-1986 (situation before construction) and that of 1990 (wind park in full operation). 0: no differences between control site and wind park area (zones 1+2) with wind park in full operation, - : significantly fewer birds in wind park area than in control site with wind park in full operation, +: significantly more birds in wind park area with wind park in full operation, .: test not allowed because of lack of sufficient numbers or too large residual mean deviances (> 75), <>: interaction between wind park effect and agricultural effect, () interaction between wind park effect and agricultural effect, but wind park effect possibly larger than agricultural effect, []: interaction between wind park effect and agricultural effect, but agricultural effect possibly larger than wind park effect; $P<0.05$.

Table 11b. The same as Table 11a, but for the winter and the spring of 1984/1985 and that of 1985/1986 (before construction) and the winter and spring of 1990/1991 (wind park in full operation) (see also Appendix 20).

Table 12a. The same as Table 11a, but for six bird species during high tide in the autumn (see also Appendix 21).

Table 12b. The same as Table 11a, but for six bird species during high tide in the autumn, the winter and the spring (combined data, see also Appendix 22).

Table 12c. The same as Table 11a, but for six bird species during low tide in the autumn, the winter and the spring (combined data, see also Appendix 23).

Table 13a. The same as Table 11a, but for ten species (groups) in the autumn during situations without (1987) and with (1988, 1990) the wind park in operation (see also Appendix 24).

Table 13b. The same as Table 11a, but for eleven species (groups) in the winter and spring during situations without (1987/1988) and with the wind park in operation (1990/1991) (see also Appendix 25). Agricultural effect not studied (comparisons within the same years).

Table 14. Maximum disturbance distances (m) caused by the wind park in operation. Distances compared to the outer wind turbines. *: not studied because of lack of data, +: effect positive. *Herfst* = autumn, *winter/voorjaar* = winter and spring, *totaal* = total, *hoogwater* = high tide, *laagwater* = low tide, *draai-effect* = effect of wind park in operation compared to that of wind park not in operation. (Note: due to building activities the situation with the wind park not in operation may have been more disturbed than the situation with the wind park in full operation.)

Table 15. Summary of the main effects of location (*locatie*), date (*datum*) and wind.location (*wind.locatie*) before construction of the wind park for early morning counts on the Wadden Sea coast (*Kust*) and in the northern (NP) and southern (ZP) part of the wind park in the autumn of 1984-1986. Data compared for the wind.location effect: coast and wind park (*Kust-Park*) and within the wind park (NP-ZP). Upper table: for observed numbers of groups per early morning count, lower table: mean group sizes per early morning count. 0: differences not significant (P>0.1), (o): not significant (0.05<P<0.1), *: significant (0.01<P<0.05), **: significant (0.001<P<0.01), ***: significant (P<0.001). Based on mean deviance ratio; in parentheses: based on Pearson-ratio, for cases significantly different from mean deviance ratio (see also Appendices 27 and 28). 1) only flight directions between south-south-west and north-west, 2) including flight heights above 100 m and unknown flight heights.

Table 16. The same as Table 15, but for late afternoon counts (see Appendices 29 and 30). 1) including flight heights above 100 m and unknown flight heights.

Table 17. Relation between the wind direction and the maximum displacement to the coast of the number of groups (N) and the mean group size (G) for different species (groups) during the early morning (*ochtend*) and late afternoon (*avond*) counts. M: tail winds, from the east, T: head winds, from the west, ZP: side winds from the north, ZK: side winds from the south, -: not studied.

Table 18. Summary of the test results of the BACI-model for the wind park effect after correction for wind.location effects (no difference made between wind park in or not in operation). Upper table: early morning counts, lower table: late afternoon counts. The left part of each table relates to the number of groups, the right part to the mean group size. 0: differences not significant (P>0.1), (0): not significant (0.05<P<0.1), *: significant (0.01<P<0.05), **: significant (0.001<P<0.01), ***: significant (P<0.001). In parentheses: - = decrease, + increase after construction of the wind park (only for significantly different cases). For other abbreviations see Table 15. See also Appendix 33.

Table 19. The same as Table 18, but for non operational wind park. See also Appendix 34.

Table 20. The same as Table 18, but for fully operational wind park. See also Appendix 35.

Table 21. Summary of the four disturbance effects of different wind park situations on flight behaviour of 13 species (groups). 1 = wind park not in operation during early morning counts, 2 = wind park not in operation during late afternoon counts, 3 = wind park in operation during early morning counts, 4 = wind park in operation during late afternoon counts; P = in the northern and southern parts of the wind park, N = in the northern part, Z = in the southern part. *Geen* = no effect, *positief* = significantly more birds after construction of the wind park, *samenballen* = joining of groups during passage through the wind park, *mijden* = avoidance of the wind park.

Headings of appendices

Appendix 1a. Dates on which the towers of the wind turbines were erected (for tower numbers, see Fig. 2).

Appendix 1b. Dates on which nacelles and rotorblades were placed.

Appendix 2a. Number of wind turbines fully operational for at least one hour during the counts of feeding and resting birds in the autumn of 1988 and that of 1990 (left columns), and in the winter and spring period of 1987/1988, 1988/1989 and that of 1990/1991 (right columns) (own observation during counts).

Appendix 2b. Minimum and maximum number of wind turbines in operation during early morning counts (left columns) and late afternoon counts (right columns) in the autumn of 1990. *: wind park (partly) not in operation due to weak wind forces.

Appendix 3a. Description of the weather (*weerbeeld*) (temperature, rain fall) in spring (*voorjaar*), autumn (*herfst*) and winter. For the winter period the numbers of days with snow cover (S), the numbers of days with air temperature below zero for part of the day (V), and the numbers of days with air temperature below zero for the entire day (IJ; surface waters mostly frozen) are also given.

Appendix 3b. Distribution (percentages) of wind direction during early morning counts (late afternoon counts in parentheses) of passing birds in the autumn of 1984-1987 and that of 1990.

Appendix 4a. Percentage of arable land in the different distance zones (*afstandszone*) and in the study area as a whole (see Fig. 7b) in the spring of 1984-1991.

Appendix 4b. Percentage of arable land in the different distance zones (*afstandszone*) and in the study area as a whole (see Fig. 8b) in the autumn of 1984-1988 and that of 1990.

Appendix 4c. Percentage of arable land in the different distance zones (*afstandszone*) and in the study area as a whole (see Fig. 8b) in the winter and spring of 1984/1985-1988/1989.

Appendix 5. Dates in 1991 on which nests of meadow birds were mapped in the different parts of the study area (see Fig. 7a).

Appendix 6. Total numbers of Lapwing (*kievit*), Black-tailed Godwit (*grutto*), Oystercatcher (*scholekster*) and Redshank (*tureluur*) nests found in 1991 in different parts of the study area (see Fig. 7a) (in parentheses number of nests on arable and fallow land).

Appendix 7. Mean number of nests per 100 ha for Lapwing (*kievit*), Black-tailed Godwit (*grutto*), Oystercatcher (*scholekster*) and Redshank (*tureluur*) and total numbers for the four species in 1984-1991 in the part of the study area (880 ha) in which mapping was conducted annually (see Fig. 7b).

Appendix 8. Mean density ± standard deviation (in parentheses minimum-maximum) in 1976-1980 and the mean density for each year of the four species of meadow birds in 1984-1991 for the different parts of the study area (see Fig. 7a), both per 100 ha (* only total counts available, no mapping, [1] area in 1976-1980 slightly larger than in 1984-1991).

Appendix 9. Nest density (means per 100 ha) of Oystercatcher (*scholekster*), Lapwing (*kievit*), Black-tailed Godwit (*grutto*) and Redshank (*tureluur*) on arable land (*bouwland*) and grassland (*grasland*) and the entire area (totaal; Fig. 7b, 950 ha) in 1984-1991.

Appendix 10. Number of birds in the study area (Fig. 8a) in the autumn of 1990 for each counting day for the most numerous species (groups) and for the total number of all species counted (*totaal*). The percentage in the wind park area (zones 1 and 2, see Fig. 8b) is given in parentheses (* during high tide, other counts during low tide).

Appendix 11. The same as Appendix 10, but for the winter and spring of 1990/1991.

Appendix 12. Mean density per 10 ha (standard deviation in parentheses) on meadows (*grasland*), arable land (*bouwland*), and in the entire study area (*total*) for eleven bird species (groups) in the autumn of 1984-1988 and that of 1990. Total numbers of birds counted (N) are also given.

Appendix 13. The same as Appendix 12, but for fourteen bird species (groups) in the winter and spring of 1984/1985-1988/1989 and that of 1990/1991.

Appendix 14a. Available days with early morning (left columns) and late afternoon (right columns) counts of the number (in parentheses the number of groups) of passing birds in the autumn of 1990 (KU: Wadden Sea coast, NP: northern part of the wind park, ZP: southern part of the wind park, see Fig. 2).

Appendix 14b. Total number of early morning (*ochtend*) and late afternoon (*avond*) counts of passing birds per autumn and per counting post (KU: Wadden Sea coast, NP: northern part of the wind park, ZP: southern part of the wind park, see Fig. 2).

Appendix 15. Area (*oppervlakte*) of the different distance zones (*zone*) (see Fig. 7b) in the spring.

Appendix 16. Area (*oppervlakte*) of the different distance zones (*zone*) (see Fig. 8) in the autumn, winter and spring.

Appendix 17. Results (mean deviance ratio; regression analysis, accumulated analysis of deviance) of the test for analysing the effects of agricultural use (*gebruikstype*), distance zone (*zone*), year (*jaar*), and period (*periode*; before, during (also including wind park not in operation), and after (only including wind park in full operation) construction of the wind park) on the numbers of Oystercatcher (*scholekster*), Lapwing (*kievit*), Black-tailed Godwit (*grutto*) and Redshank (*tureluur*) in the main part of the study area (see Fig. 7b, Table 8).

Appendix 18. Prediction tables based on the regression model, with mean number of breeding pairs (standard error in parentheses) per zone in the three study periods (see also Appendix 17).

Appendix 19a. Results of the BACI (before (B) and after (A), in a control (C) and the impact (I) area)-test (mean deviance ratio) for the effect of the wind park (*parkeffect*) (upper table), the effect of the wind park after correction for agricultural use (middle table), and the effect for agricultural use (*bouwlandeffect*) after correction for the wind park effect (lower table) for ten species of feeding and resting birds and eight distance zones (see Fig. 8b) in the autumn of 1984-1986 (before construction) and that of 1990 (wind park in operation).

Appendix 19b. The same as Appendix 19a, but with residual mean deviances belonging to the effect of the wind park (upper table) and the combined wind park and agricultural effect (lower table).

Appendix 20a. The same as Appendix 19a, but for 13 species (groups) during the winter and spring of 1984/1985, 1985/1986 (before construction) and 1990/1991 (wind park in operation).

Appendix 20b. The same as Appendix 19b, but for 13 species (groups) during the winter and spring of 1984/1985, 1985/1986 (before construction) and 1990/1991 (wind park in operation).

Appendix 21a. The same as Appendix 19a, but for counts conducted during high tide in the autumn (1984-1986, 1990).

Appendix 21b. The same as Appendix 19b, but for counts conducted during high tide in the autumn (1984-1986, 1990).

Appendix 22a. The same as Appendix 19a, but for counts conducted during high tide in the autumn, winter and spring (combined data, 1984-1991).

Appendix 22b. The same as Appendix 19b, but for counts conducted during high tide in the autumn, winter and spring (combined data, 1984-1991).

Appendix 23a. The same as Appendix 19a, but for counts conducted during low tide in the autumn, winter and spring (combined data, 1984-1991).

Appendix 23b. The same as Appendix 19b, but for counts conducted during low tide in the autumn, winter and spring (combined data, 1984-1991).

Appendix 24a. The same as Appendix 19a, but for comparison of situations with wind turbines in (1988, 1990) and not (1987) in operation during the autumn.

Appendix 24b. The same as Appendix 19b, but for comparison of situations with wind turbines in (1988, 1990) and not (1987) in operation during the autumn.

Appendix 25a. The same as Appendix 19a, but for comparison of situations with wind turbines in and not in operation during the winter and spring (1987/1988 and 1990/1991) (agricultural effect not studied).

Appendix 25b. The same as Appendix 19b, but for comparison of situations with wind turbines in and not in operation during the winter and spring (1987/1988 and 1990/1991) (agricultural effect not studied).

Appendix 26. Procedure for establishing the wind park effect according to the results of the BACI-tests for the effect of the wind park (A), wind park effect after correction for agricultural effect (C), and the agricultural effect after correction for wind park effect (B) (see also Appendix 19). A and C: 0 = no effect, - = effect negative (fewer birds afterwards), + = effect positive (more birds afterwards). B: + = agricultural effect present, 0: agricultural effect not present. <>: interaction between wind park effect and agricultural effect, () interaction between wind park effect and agricultural effect, but wind park effect possibly larger than agricultural effect, []: interaction between wind park effect and agricultural effect, but agricultural effect possibly larger than wind park effect; $P<0.05$.

Appendix 27. Mean deviance ratio (in parentheses Pearson-ratio) and mean residual deviance (mrd) (upper table) and number of degrees of freedom (lower table) for the main effects of location, date and wind.location in the situation before construction of the wind park during the early morning counts (1984-1986). Number of groups on the coast and in the wind park compared for location and date. Number of groups on the coast and in the wind park (*Kust-Park*) as well as the number of groups within the wind park (NP: northern part of the wind park, ZP: southern part of the wind park) compared for wind.location effects. *: only flight directions between south-south-west and north-west included, **: flight heights above 100 m and unknown flight heights also included.

Appendix 28. The same as Appendix 27, but for mean group sizes during the early morning counts.

Appendix 29. The same as Appendix 27, but for numbers of groups during the late afternoon counts.

Appendix 30. The same as Appendix 28, but for mean group sizes during the late afternoon counts.

Appendix 31. Expected distribution of the total number of groups (percentage, total of 100%; left columns) and the mean group size (with fixed value for the coast; right columns) over the three counting posts for birds passing during the early morning counts before construction of the wind park (1984-1986). The expectations are made for the angles corresponding to head winds (0°), tail winds (180°) and side winds (90° and 270°) relative to the coast line (which is also the main flight direction of most migrating birds; see also Fig. 10) and for the angle with respectively the maximum and minimum displacement to the coast. Ku = coast, NP = northern part of the wind park, ZP = southern part of the wind park. *: only flight directions between south-south-west and north-west included, **: flight heights above 100 m and unknown flight heights also included.

Appendix 32. The same as Appendix 31, but for the late afternoon counts (see also Fig. 11).

Appendix 33. Results of the BACI-test (mean deviance ratios) for the effect of the wind park (*Parkeffect*; no difference made between wind turbines in or not in operation; 1984-1986 compared with 1987 and 1990) after correction for wind.location effects, for the number of observed groups (*aantal groepen*) and the mean group size (*gemiddelde groepsgrootte*) during the early morning counts (upper table) and the late afternoon counts (lower table). Data compared: passing birds on the coast (Ku) and in the wind park (P) and within the wind park (NP = northern part of the park, ZP = southern part of the park). mrd = mean residual deviance, d.f. = degrees of freedom. *: only flight directions between south-south-west and north-west included, **: flight heights above 100 m and unknown flight heights also included.

Appendix 34. The same as Appendix 33, but for the wind park not in operation (1984-1986 compared with 1987).

Appendix 35. The same as Appendix 33, but for the wind park in operation (1984-1986, compared with 1990).

Appendix 36a. Proportion of the wind park effect expressed by a decrease or increase (percentage) for four different wind directions relative to the coast line (see Fig. 10) and the minimum (*min.*) and maximum (*max.*) change (%) in the number of groups during early morning counts due to construction of the wind park (no difference made between wind park in or not in operation, 1984-1986 compared with 1987 and 1990). Only for bird (species) with significant effects (see Appendix 33, Table 18).

Appendix 36b. The same as Appendix 36a, bur for the late afternoon counts.

Appendix 37a. The same as Appendix 36a, but for wind turbines not in operation (1984-1986 compared with 1987). See also Table 19.

Appendix 37b. The same as Appendix 36b, but for wind turbines not in operation (1984-1986 compared with 1987).

Appendix 38a. The same as Appendix 36a, but for wind turbines in operation (1984-1986 compared with 1990). See also Table 20.

Appendix 38b. The same as Appendix 36b, but for wind turbines in operation (1984-1986 compared with 1990).

Appendix 39. Data from literature on disturbance of meadow birds (breeding birds) in (open) grassland areas. *Verstoringsbron*: source of disturbance, *verstoring*: disturbance, *kwalitatief*: qualitative, *kwantitatief*: quantitative (maximum disturbance distances given, 50%: distance at which 50% of normal density is reached).

Appendix 40. Latin names of bird species (groups) named in text, figures, tables and appendices (alphabetical order).

RIN-rapporten en IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op postbanknummer 94 85 40 van het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen onder vermelding van het rapportnummer. Uw girobetaling geldt als bestelformulier; toezending geschiedt franco.

Gebruik **geen verzamelgiro** omdat het **adres** van de besteller niet op onze bijschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

To order RIN and IBN reports advance payment should be made by giro transfer of the price indicated in Dutch guilders to postal account 94 85 40 of the **DLO Institute for Forestry and Nature Research, P.O.Box 23, 6700 AA Wageningen, The Netherlands**. Please note that your payment is considered as an order form and should mention only the report number(s) desired. Reports are sent free of charge.

88/30 P.F.M. Verdonschot & R. Torenbeek, Lettercodering van de Nederlandse aquatische macrofauna voor mathematische verwerking. 75 p. f 10,-

88/31 P.F.M. Verdonschot, G. Schmidt, P.H.J. van Leeuwen & J.A. Schot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen. 109 p. f 16,-

88/33 H. Eijsackers, C.F. van de Bund, P. Doelman & Wei-chun Ma, Fluctuerende aantallen en activiteiten van bodemorganismen. 85 p. f 13,50

88/35 A.J. de Bakker & H.F. van Dobben, Effecten van ammoniakemissie op epifytische korstmossen; een correlatief onderzoek in de Peel. 48 p. f 7,50

88/36 B. van Dessel, Ecologische inventarisatie van het IJsselmeer. 82 p.f 13,-

88/38 P. Opdam & H. van den Bijtel, Vogelgemeenschappen van het landgoed Noordhout. 65 p. f 9,-

88/39 P. Doelman, H. Loonen & A. Vos, Ecotoxicologisch onderzoek in met Endosulfan verontreinigde grond: toxiciteit en sanering. 34 p. f 6,-

88/40 G.P. Gonggrijp, Voorstel voor de afwerking van de groeve Belvédère als archeologisch-geologisch element. 13 p. f 3,-

88/41 J.L. Mulder (red.), De vos in het Noordhollands Duinreservaat. Deel 1: Organisatie en samenvatting. 32 p.

88/42 J.L. Mulder, idem. Deel 2: Het voedsel van de vos. 78 p.

88/43 J.L. Mulder, idem. Deel 3: De vossenpopulatie. 129 p.

88/44 J.L. Mulder, idem. Deel 4: De fazantenpopulatie. 59 p.

88/45 J.L. Mulder & A.H.Swaan, idem. Deel 5: De wulpenpopulatie. 76 p.

De rapporten 41-45 worden niet los verkocht maar als serie van vijf voor f 25,-.

88/46 J.E. Winkelman, Methodologische aspecten vogelonderzoek SEP-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.). Deel 1. 145 p. f 19,50

88/48 J.J. Smit, Het Eemland en de polder Arkemheen rond het begin van de twintigste eeuw. 64 p. f 9,-

88/49 G.W. Gerritsen, M. den Boer & F.J.J. Niewold, Voedselecologie van de vos in Nederland. 96 p. f 14,50

88/50 G.P. Gonggrijp, Permanente geologische ontsluitingen in de taluds van Rijksweg A1 bij Oldenzaal. 18 p. f 4,50

88/52 H. Sierdsema, Broedvogels en landschapsstructuur in een houtwallandschap bij Steenwijk. 112 p. f 16,-

88/54 H.W. de Nie & A.E. Jansen, De achteruitgang van de oevervegetatie van het Tjeukemeer tussen Oosterzee (Buren) en Echten. 18 p. f 4,50

88/56 P.A.J. Frigge & C.M. van Kessel, Adder en zandhagedis op de Hoge Veluwe: biotopen en beheer. 16 p. f 3,50

88/62 K. Romeyn, Estuariene nematoden en organische verontreiniging in de Dollard. 23 p. f 5,-

88/63 S.E. van Wieren & J.J. Borgesius, Evaluatie van bosbegrazingsobjecten in Nederland. 133 p. f 18,50

88/66 K.S. Dijkema et al., Effecten van rijzendammen op opslibbing en omvang van de vegetatie-zones in de Friese en Groninger landaanwinningswerken. Rapport in samenwerking met RWS Directie Groningen en RIJP Lelystad. 130 p. f 19,-

88/67 G. Schmidt & J.C.M. van Haren, Achtergronden van een steekmuggenplaag; steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 2. 162 p. f 21,-

88/68 R. Noordhuis, Maatregelen ter voorkoming en beperking van schade door zilvermeeuwen. 48 p. f 7,50

89/3 F. Maaskamp, H. Siepel & W.K.R.E. van Wingerden, Een monitoring experiment met ongewervelde dieren in graslanden op zandgrond. 44 p. f 13,50

89/5 R.J. Bijlsma, Remote sensing voor classificatie van de vegetatie en schatting van de biomassa op ganzenpleisterplaatsen in het waddengebied. 62 p. f 8,50

89/7 R. Ketner-Oostra, Lichenen en mossen in de duinen van Terschelling. 157 p. f 21,-

89/8 A.L.J. Wijnhoven, Effecten van aanleg, beheer en gebruik van golfbanen en mogelijkheden voor natuurtechnische milieubouw. 19 p. f 4,50

89/13 K. Lankester, Effecten van habitatversnippering voor de das (Meles meles); een modelbenadering. 101 p. f 15,-

89/14 A.J. de Bakker, Monitoring van epifytische korstmossen in 1988. 53 p. f 8,-

89/15 J.E. Winkelman, Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstoring van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. 169 p. f 22,-

89/16 J.J.M. Berdowski et al., Effecten van rookgas op wilde planten. 108 p. f 16,-

89/17 E.C. Gleichman-Verheijen & W. Ma, Consequenties van verontreiniging van de (water)bodem voor natuurwaarden in de Biesbosch. 91 p. f 14,-

89/18 A. Farjon & J. Wiertz, Milieu- en vegetatieveranderingen in het schraalland van Koolmansdijk (gemeente Lichtenvoorde); 1952-1988. 134 p. f 18,50

89/19 P.G.A. ten Den, Achtergronden en oorzaken van de recente aantalsontwikkeling van de fazant in Nederland. 168 p. f 22,-

90/1 R.J. Bijlsma, Het RIN-bosecologisch informatiesysteem SILVI-STAR; documentatie van FOREYE-programmatuur en subprogramma's. 96 p. f 14,50

90/2 J.E. Winkelman, Vogelslachtoffers in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1986-1989). 74 p. f 10,-

90/5 G.M. Dirkse & P.A. Slim, Naar een methode voor het monitoren van vegetatieontwikkeling in het waddengebied. 40 p. f 6,50

90/6 J.C.M. van Haren & P.F.M. Verdonschot, Steekmuggen (Culicidae) in de Engbertsdijksvenen 3. 61 p. f 8,50

90/8 H. Siepel et al., Effecten van verschillen in mestsoort en waterstand op vegetatie en fauna in klei-op-veen graslanden in de Alblasserwaard. 50 p. f 7,50

90/9 J.E. Winkelman, Verstoring van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwfase en half-operationele situaties (1984-1989). 157 p. f 21,-

90/10 P.J.H. Reijnders, I.M. Traut & E.H. Ries, Verkennend onderzoek naar de mogelijkheden voor het terugzetten van gerevalideerde zeehonden, Phoca vitulina, in de Oosterschelde. 36 p. f 6,-

90/11 M. Elbers & P. Doelman, Studie naar de mogelijke effecten op flora en fauna als gevolg van de inrichting van de Noordpunt Oost-Abtspolder als definitieve opslagplaats voor verontreinigde grond. 128 p. f 18,-

90/12 K. Kramer & P. Spaak, **meadowsim**, een evaluatie-instrument voor de kwaliteit van graslandgebieden voor weidevogels. 51 p. f 7,50

90/13 P.A. Slim & L.J. van Os, Effecten van natuurbeheer op de vegetatie in het veenweidegebied van de Donksche Laagten (Alblasserwaard). 45 p. f 7,-

90/14 F. Fennema, Effects of exposure to atmospheric SO_2, NH_3 and $(NH_4)_2SO_4$ on survival and extinction of Arnica montana and Viola canina. 60 p. f 8,50

90/15 D.A. Jonkers, Monitoring-onderzoek aan broedvogels in de periode 1969-1985. 95 p. f 14,50

90/17 J.E. Winkelman, Nachtelijke aanvaringskansen voor vogels in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.). 209 p. f 26,50

90/18 N.J.M. Gremmen & R.J.B. Zwanikken, De haalbaarheid van een kennissysteem voor heidebeheer. 49 p. f 7,50

90/19 N. Dankers, K.S. Dijkema, P.J.H. Reijnders & C.J. Smit, De Waddenzee in de toekomst - waarom en hoe te bereiken? 137 p. f 18,50

90/21 W.J. Wolff, Verslag van de workshop op 2 oktober 1990 te Wageningen gewijd aan het Rapport van de Werkgroep II van het Intergovernmental Panel on Climate Change. 63 p. f 9,-

91/2 W.A. Teunissen, De uitstralingseffecten van geluidsproduktie van de militaire 25 mm schietbaan in de Marnewaard op plaatskeuze en gedrag van watervogels in het Lauwersmeergebied binnendijks. 101 p. f 15,-

91/3 G.J.M. Wintermans, De uitstralingseffecten van militaire geluidsproduktie in de Marnewaard op het gedrag en de ecologie van wadvogels. 60 p. f 8,50

91/6 J. Wiertz, De dassenpopulatie in Nederland 1960-1990. 74 p. f 10,-

91/8 H. van Dobben, Monitoring van epifytische korstmossen in 1989. 62 p. f 8,50

91/10 K.S. Dijkema et al., Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk. 156 p. f 20,50

91/12 A.J. Verkaik, Verspreidings- en verplaatsingspatronen van muskusratten Ondatra zibethicus in Flevoland. 79 p. f 13,-

1991-1 N. Dankers et al., The Wadden Sea in the future - why and how to reach?RIN contributions to research on management of natural resources. 108 p. f 16,-

IBN-rapport 91/1 M.J.S.M. Reijnen & R.P.B. Foppen, Effect van wegen met autoverkeer op de dichtheid van broedvogels. **Hoofdrapport** 110 p. f 16,-

IBN-rapport 91/2 i d e m **Opzet en methoden** 44 p. f 7,-

RIN-rapport 92/1 P.F.M. Verdonschot, J. Runhaar, W.F. van der Hoek, C.F.M. de Bok & B.P.M. Specken. Aanzet tot een ecologische indeling van oppervlaktewateren in Nederland. 174 p. f 23,50

RIN-rapport 92/2 J.E. Winkelman, De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels; 1. Aanvaringsslachtoffers

RIN-rapport 92/3 J.E. Winkelman, idem; 2. Nachtelijke aanvaringskansen

RIN-rapport 92/4 J.E. Winkelman, idem; 3. Aanvlieggedrag overdag

RIN-rapport 92/5 J.E. Winkelman, idem; 4. Verstoring

RIN-rapport 92/2-5 worden niet los verkocht maar als serie van vier voor f 77,50

RIN-rapport 92/7 J. Wiertz, Schatting van ontbrekende vocht-en stikstofindicatiegetallen van Ellenberg (1979). 32 p. f 6,-

RIN-rapport 92/8 H.N. Siebel, Omvorming naar een meer natuurlijk bos in het Spanderswoud. 118 p. f 17.-

RIN-rapport 92/9 A.A. Mabelis & M.C. van Velden, Bosjes in het cultuurlandschap als ecologische eilanden voor ongewervelden; de rol van oppervlakte en isolatie. 68 p. f 9,50

RIN-rapport 92/10 C.J.M. Philippart, K.S. Dijkema & N. Dankers, De huidige verspreiding en de mogelijke toekomst van het litoraal zeegras in de Nederlandse Waddenzee. 28 p. f 5,50

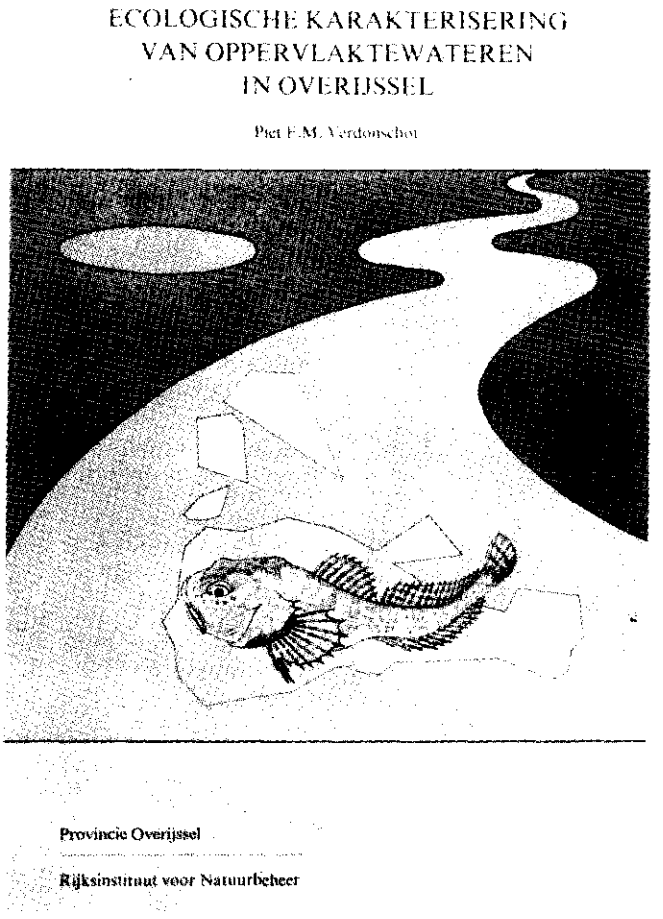
RIN-rapport 92/15 N. Dankers & J. de Vlas, Multifunctioneel beheer in de Waddenzee; integratie van natuurbeheer en schelpdiervisserij. 18 p. f 4,50

juni 1992

Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel

Dit boek is een produkt van een jarenlange samenwerking tussen het Rijksinstituut voor Natuurbeheer en de provincie Overijssel. Een ecologische indeling van wateren is nodig voor goed waterbeheer. Met dit boek kunnen ecologische doelstellingen op korte en middellange termijn gerealiseerd worden; het bevat praktische adviezen voor een gedifferentieerd waterbeheer. Ook kunnen de maatregelen op hun ecologische effecten worden beoordeeld.

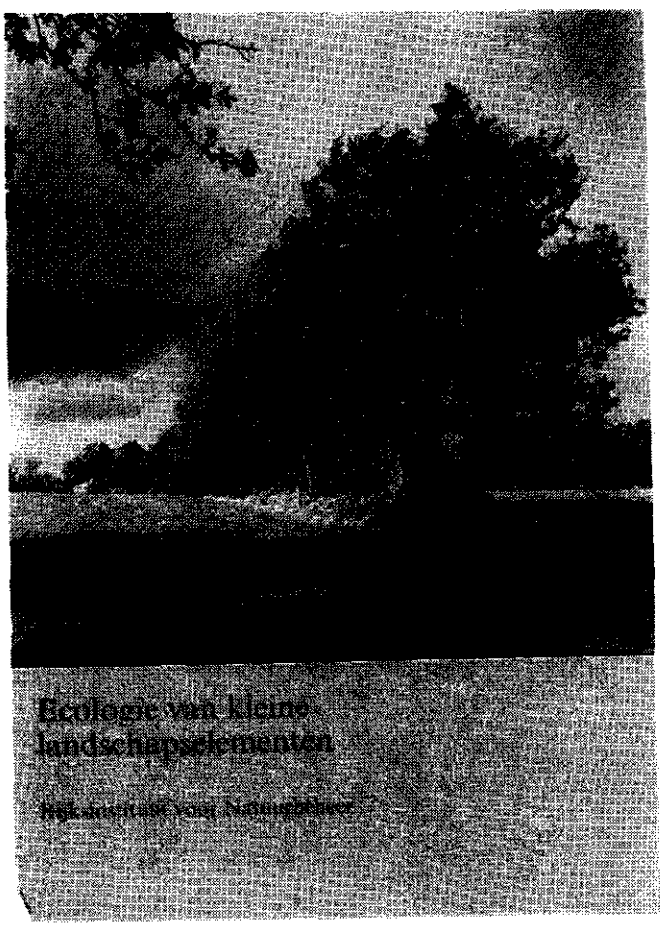
301 pagina's
prijs *f* 40,-
bestelcode: EKOO



<u>Ecologie van kleine landschapselementen</u>

Kleine landschapselementen vormen voor veel soorten planten en dieren van het cultuurlandschap biotoop en ecologische infrastructuur. In 1986 wijdde het RIN een studiedag aan dit thema. In het verslag hiervan werd een overzicht gegeven van de stand van het onderzoek en er is ruime aandacht besteed aan praktijkproblemen van de landinrichting.

88 pagina's, geïllustreerd
prijs *f* 20,-
bestelcode: KLE



De boeken zijn te bestellen door het verschuldigde bedrag over te schrijven op postbanknummer 94 85 40 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen onder vermelding van de bestelcode. Uw overschrijving geldt als bestelformulier. De portokosten zijn voor onze rekening.