

De mogelijke hinder van een 10 MW windpark langs de Noordermeerdijk (NOP) voor vogels

L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans

IBN-rapport 027

547392

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek

Wageningen

ISSN: 0928-6888

1993

IBN - DLO
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Bibliotheek
Postbus 9201
6800 HB ARNHEM

IBN - DLO
Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
Postbus 167
1790 AD DEN BURG - TEXEL

IBN-RAPPORT

INHOUD

VOORWOORD	5
1. INLEIDING	7
2. POTENTIËLE LOKATIE EN INRICHTING VAN HET WINDPARK	8
3. AANPAK VAN ONDERZOEK	10
3.1. Keuze van de soorten	10
3.2. Vogels buitendijks	11
3.2.1. Telgebied	11
3.2.2. Telmethode	12
3.3. Vogels binnendijks	13
3.3.1. Telgebieden	13
3.3.2. Telmethode	13
4. RESULTATEN	15
4.1. Weersgesteldheid	15
4.2. Vogels buitendijks	16
4.2.1. Soorten en aantallen per teltraject	16
4.2.2. Soorten en aantallen langs de Noordermeerdijk	16
4.2.3. Invloed van het weer op aantallen en verspreiding van de vogels	18
4.2.4. Vliegbewegingen van vogels ter hoogte van het geplande windpark	19
4.3. Vogels binnendijks	24
4.4. De betekenis van de omgeving van de Noordermeerdijk voor vogels	25
5. EFFECTEN VAN HET GEPLANDE WINDPARK OP DE VOGELSTAND TER PLAATSE	27
5.1. Effecten op buitendijks verblijvende vogels	27
5.2. Effecten op binnendijks verblijvende vogels	29
5.3. Aantal aanvaringslachtoffers	30

6. INRICHTING EN PLAATS VAN HET WINDPARK	32
DANKWOORD	34
SAMENVATTING	35
LITERATUUR	38
Bijlagen	

VOORWOORD

Windenergie is een schone vorm van energie, en daarom van overheidswege de laatste tien jaar sterk gestimuleerd. Het streven van de regering is erop gericht om in het jaar 2000 in ons land een vermogen van 1000 MW aan windenergie gerealiseerd te hebben.

De nv Energiebedrijf IJsselmij, Zwolle, heeft in 1987-1992 langs de Westermeeerdijk een windpark gerealiseerd met een vermogen van 15 MW. Als vervolg hierop heeft de IJsselmij het voornemen om langs de Noordermeerdijk een windpark van ongeveer 10 MW (16 driebladige windturbines van elk 500 kW of 14 tweebladige windturbines van elk 750 kW) te bouwen. In opdracht van de IJsselmij is door het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem, een onderzoek verricht naar de mogelijke hinder die een windpark van deze omvang aan de voet van de Noordermeerdijk voor vogels zal teweegbrengen. In dit rapport wordt verslag van dit onderzoek gedaan.

Uit het onderzoek is gebleken dat bij plaatsing van 16 driebladige 500 kW windturbines in een lijnopstelling van ongeveer 3 km lengte jaarlijks ruim 100 tot meer dan 1500, mogelijk een paar duizend vogels tegen een windturbine zullen botsen. Dit aantal is gelijk of iets kleiner dan het aantal bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding en gelijk of iets groter dan het aantal bij een gelijke lengte verkeersweg. De 14 tweebladige 750 kW windturbines komen door hun grotere hoogte en hun relatief gunstige verhouding wiekoppervlakte/rotoroppervlakte qua aanvaringsrisico gunstiger naar voren dan de driebladige 500 kW windturbines.

Uit het onderzoek is verder gebleken dat bij plaatsing van windturbines langs de Noordermeerdijk gemiddeld enkele tientallen wilde eenden, ongeveer 150 kuifeenden en 150 tafeleenden per kilometer windpark het gebied zullen verlaten. Een duidelijke uitspraak over de invloed van het beoogde windpark op de verspreiding en aantallen ganzen en zwanen is niet te geven. Er blijkt echter een belangrijke vliegroute van ganzen en zwanen van de Steile Bank in het IJsselmeer naar de Noordoostpolder en terug te lopen die de Noordermeerdijk vooral ter hoogte van de Friese Hoek kruist.

Op grond van de verkregen gegevens wordt geconcludeerd dat een windpark met tweebladige 750 kW windturbines de voorkeur heeft boven een opstelling met driebladige 500 kW windturbines, en dat situering van het windpark ten zuiden van kilometerpaal 7.0 de voorkeur heeft boven een situering direct ten zuiden van kilometerpaal 5.0, zoals in eerste instantie was gepland.

dr. J. Veen
hoofd afdeling Dierecologie

1. INLEIDING

Windenergie is, in vergelijking met kolen-, olie- en gasgestookte elektriciteitscentrales, een milieuvriendelijke vorm van energieopwekking. Bij de generatie van elektriciteit door windenergie vindt immers geen emissie van milieuvriendelijke stoffen of warmte plaats. Om die reden is de introductie van windenergie gedurende de laatste tien jaar van overheidswege sterk gestimuleerd. Het regeringsbeleid is erop gericht om in het jaar 2000 een vermogen van 1000 MW aan windenergie gerealiseerd te hebben.

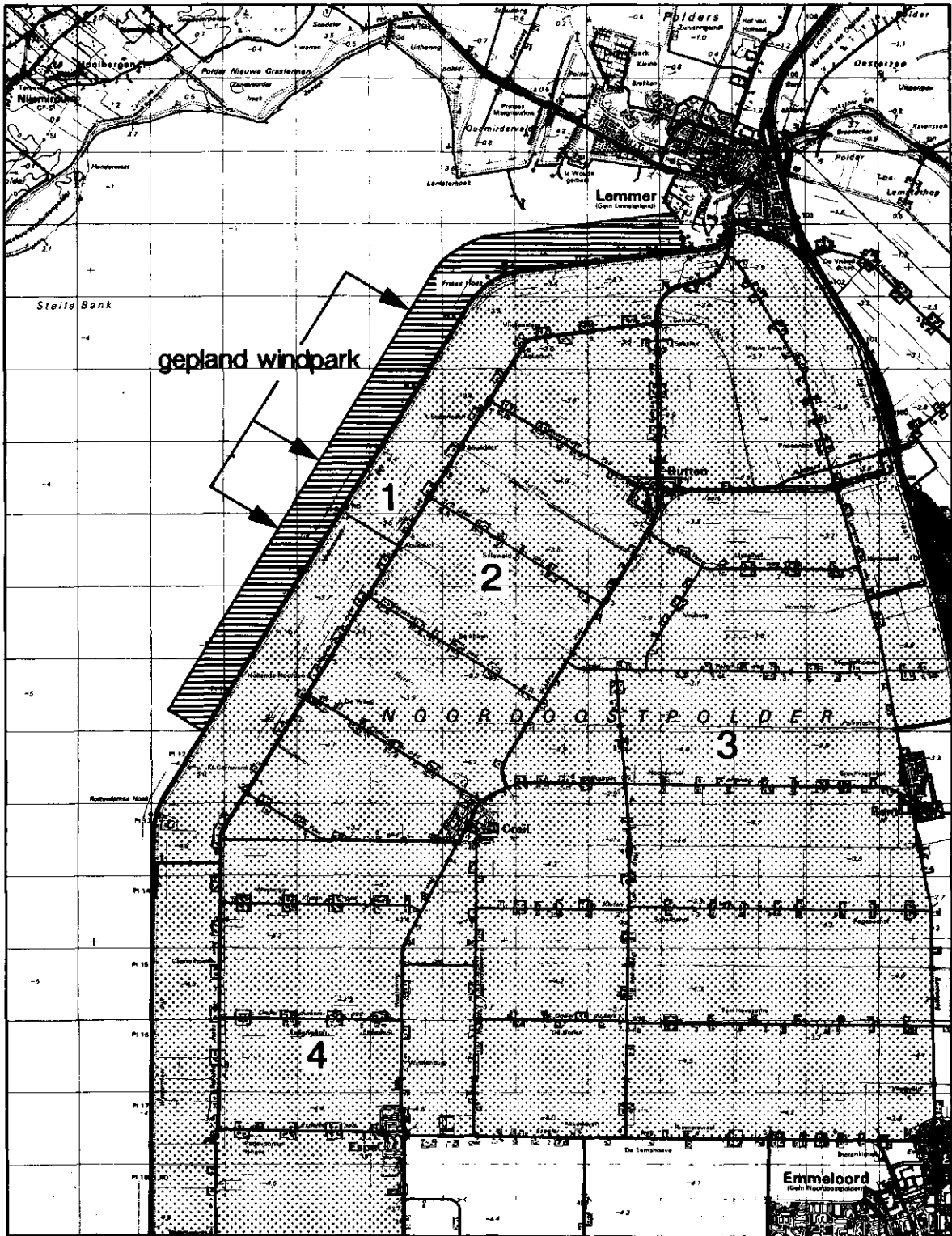
Door de nv Energiebedrijf IJsselmij, Zwolle, is in de jaren 1987-1992 een 15 MW windpark gerealiseerd in de Noordoostpolder tussen Urk en de Rotterdamse Hoek. Thans bestaat de wens een windpark langs de Noordermeerdijk tussen de Rotterdamse Hoek en de Friese Hoek te realiseren. In verband hiermee heeft de IJsselmij aan het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem, opdracht verleend voor een onderzoek naar de hinder die vogels die van dit gebied gebruik maken, van dit windpark zouden kunnen ondervinden.

De reden van een dergelijk onderzoek is vooral gelegen in het feit dat het binnen- en buitendijkse gebied van de Noordoostpolder in het winterhalfjaar zeer rijk aan vogels is. Van veel soorten watervogels komen in dit gebied aantallen voor die in internationaal verband van belang zijn (1%-norm = geregeld 1% of meer van de totale Noordwesteuropese populatie van een vogelsoort aanwezig). Ook in nationaal en regionaal verband is de vogelstand in het onderhavige gebied van betekenis. In het voorliggende rapport wordt verslag van dit onderzoek gedaan.

2. POTENTIËLE LOKATIE EN INRICHTING VAN HET WINDPARK

Als lokatie voor het beoogde windpark is de binnenzijde van de Noordermeerdijk ten zuidwesten van de Friese Hoek uitgekozen (figuur 1).

Het windpark zal bestaan uit 16 driebladige 500 kW windturbines (ashoogte ongeveer 35 m, rotordiameter ongeveer 35 m, oppervlakte per blad ongeveer 15 m²) of 14 tweebladige 750 kW windturbines (ashoogte ongeveer 48 m, rotordiameter ongeveer 40 m, oppervlakte per blad ongeveer 13 m²). Het toerental zal in beide gevallen 35 omwentelingen per minuut bedragen. In beide gevallen zullen de windturbines in een lijnopstelling worden geplaatst, met een onderlinge afstand tussen de windturbines van ongeveer 200 m.



Figuur 1. Ligging van het voorgenomen windpark langs de Noordermeerdijk en van de binnen- (1-4) en buitendijkse telgebieden (gearceerd).

3. AANPAK VAN ONDERZOEK

Hinder van windparken voor vogels kan bestaan uit (1) aanvaringen van vogels met de rotor, mast of het zog achter de windturbines (aanvaringsaspect) en (2) verlies of versnippering van het leefgebied van vogels door aanwezigheid, beweging of geluid van de windturbines (verstoringaspect). In beide gevallen kan het gaan om vogels die in het windpark of de omgeving ervan broeden (broedvogels), er alleen foerageren of rusten/slapen (pleisteraars), of erlangs trekken. In het laatste geval kan het zowel gaan om echte trek of seizoentrek als om lokale slaap- en voedseltrek.

In bijlage 1 zijn de resultaten van elders verricht onderzoek aan windturbines samengevat. De nadruk ligt hier bij onderzoek aan middelgrote windturbines, omdat het in het voornemen ligt om ook langs de Noordermeerdijk windturbines van deze grootte te plaatsen. Voor het onderhavige onderzoek zijn met name de resultaten van het onderzoek naar aanvaringslachtoffers en verstoring langs de Westermeerdijk van betekenis, omdat zowel de terreingesteldheid als de vogelstand in dat gebied grote overeenkomst vertoont met die in het gebied ten noorden van de Rotterdamse Hoek.

Het binnendijkse gebied ten noorden van de Rotterdamse Hoek is echter anders gelegen ten opzichte van de ganzen- en zwanenslaapplaats op de Steile Bank in het IJsselmeer dan het binnendijkse gebied langs de Westermeerdijk. Als gevolg daarvan zijn er langs de Noordermeerdijk meer vliegbewegingen van het IJsselmeer naar de binnendijkse gebieden in de Noordoostpolder en terug dan ter hoogte van de Westermeerdijk. Aan dit aspect werd in het onderhavige onderzoek speciale aandacht besteed.

Omdat er tot nu toe geen duidelijke aanwijzingen zijn gevonden dat windparken een versturende invloed hebben op de aantallen en verspreiding van broedvogels (zie bijlage 1), zal op dit aspect in het rapport niet verder worden ingegaan. Windparken werken wel versturend op langs vliegende vogels tijdens de voor- en najaarstrek (zie bijlage 1). Omdat er echter weinig kwantitatieve gegevens bestaan over de dag- en nachttrek van vogels over en langs de binnenzijde van de Noordermeerdijk, en nadere informatie binnen de tijdsplanning van dit rapport ook niet was te verzamelen, is ook op dit aspect in het rapport niet verder ingegaan.

3.1. Keuze van de soorten

Het IJsselmeer is door de tienduizenden watervogels die er voorkomen, een internationaal zeer belangrijk vogelgebied. Futen (*Podiceps cristatus*), aalscholvers (*Phalacrocorax carbo*), eenden, zwanen, ganzen, meerkoeten (*Fulica atra*), meeuwen en sterns gebruiken het open water en de ondiepten, banken en oevers zowel om te foerageren als om te rusten en te ruien (Beintema *et al.* 1980, Van der Wal 1981, Van Eerden & Bij de Vaate 1984, vgl. ook Osieck 1986 en Van den Bergh 1989, 1990, 1991, 1992).

De Noordoostpolder is een belangrijke pleisterplaats voor grote aantallen ganzen, zwanen en eenden. Deze zijn vooral in de late herfst en aan het begin van de winter talrijk. Bij strenge koude vormt de Noordoostpolder een opvang-

gebied voor kol- (*Anser albifrons*) en brandganzen (*Branta leucopsis*) afkomstig uit pleisterplaatsen in Friesland. De aantallen belopen dan vaak meer dan 100 000 vogels. Het westelijke en noordelijke deel van de Noordoostpolder wordt in de regel door de grootste aantallen ganzen en zwanen als voedselgebied gebruikt (o.a. Haitjema 1986, Philippona 1985, vgl. ook Osieck 1986).

Omdat de bouw van een windpark langs de Noordermeerdijk mogelijk van invloed zou kunnen zijn op het voorkomen van ganzen en zwanen in het onderhavige gebied, is aan deze soortgroep speciale aandacht geschonken.

Naast watervogels werden ook andere op en langs de Noordermeerdijk aanwezige vogels genoteerd. Het betreft hier overwegend kleine aantallen of losse individuen van soorten als blauwe reiger (*Ardea cinerea*), buizerd (*Buteo buteo*), torenvalk (*Falco tinnunculus*), scholekster (*Haematopus ostralegus*), Kievit (*Vanellus vanellus*), wulp (*Numenius arquata*), goudplevier (*Pluvialis apricaria*), watersnip (*Gallinago gallinago*) en enkele zangvogelsoorten.

3.2. Vogels buitendijks

3.2.1. Telgebied

Het traject van het geplande windpark werd bij deze tellingen aan beide zijden met enige kilometers uitgebreid, zodat het onderzochte gebied het dijkvak van paal 1.6 tot paal 11.5 besloeg (figuur 1). Het beginpunt bij paal 1.6 ligt ter hoogte van de strekdam die de afscheiding vormt van de havenkom bij Lemmer. Het eindpunt bij paal 11.5 valt samen met een afrastering op het dijklichaam ten behoeve van begrazing met schapen.

Omdat de richting waarin de dijk geëxponeerd ligt ten opzichte van de heersende windrichting, in sterke mate van invloed is op het voorkomen en de verspreiding van watervogels, zijn de gegevens voor het meer oost-west verlopende dijkvak tussen paal 1.6 en de Friese Hoek (paal 4.0) en de gegevens voor het noordoost-zuidwest verlopende dijkvak tussen paal 4.0 en 11.5 afzonderlijk weergegeven.

In het traject tussen paal 1.6 en paal 4.0 trad bij vrijwel ieder bezoek verstoring op door wandelaars of fietsers; soms was dit ook het geval tussen paal 4.0 en paal 7.5. Tussen de Friese Hoek (paal 4.0) en paal 11.5 loopt de vaarroute van de beroepsscheepvaart dicht langs de kust, waardoor er soms sterke verplaatsingen van duikeenden, vooral toppereenden (*Aythya marila*) optraden wanneer een schip de vogels te dicht naderde. Hierdoor werden de tellingen soms bemoeilijkt.

Steeds werd er geteld van de kruin van de dijk tot 500 m uit de kust. De afstand van de kruin van de dijk tot de rand van de steenbestorting bedraagt ongeveer 17 m.

Afhankelijk van de zichtomstandigheden werd de dijk iedere 300-500 m beklommen om te controleren of er binnendijks vogels op het dijklichaam aanwezig waren. Tevens werd daarbij het binnendijkse gebied afgezocht op aanwezige ganzen, zwanen, eenden en andere voor het onderzoek relevante vogels. Hierbij werd er zorg voor gedragen dat de op het water aanwezige vogels niet verstoord werden. Daarom werd de dijk slechts beklommen op

plaatsen waar zich weinig vogels op het water bevonden of waarbij de afstand tot de vogels voldoende groot was.

Er werd voor de tellingen van vogels op het water een maximale afstand van ongeveer 500 m uit de kust aangehouden, omdat bij eerder onderzoek is vastgesteld dat deze afstand ongeveer de grens is waarbinnen door een ervaren teller nog redelijk nauwkeurig de afstand waarop de vogels zich bevinden, kan worden geschat (Winkelman & Van den Bergh 1987, Winkelman 1989). Buiten deze zone zullen bovendien bij ruw weer gemakkelijk belangrijke aantallen vogels door deining aan het oog onttrokken worden. Op vijf dagen in het onderzoekseizoen 1992/1993 was het zicht zeer beperkt en zal veelal de zone van 250-500 m buitendijks niet geheel te overzien zijn geweest.

3.2.2. Telmethode

De werkwijze bij dit onderzoek komt overeen met die bij het onderzoek naar de hinder voor vogels van het windpark langs de Westermeerdijk (Winkelman & Van den Bergh 1987, Winkelman 1989). Iedere telling werd zoveel mogelijk op hetzelfde tijdstip van de dag uitgevoerd. Tevens werd ernaar gestreefd om zoveel mogelijk dezelfde rijrichting langs het buitendijkse pad aan te houden. Met het oog op de zonnestand betekende dit, dat meestal bij paal 11.5 werd begonnen, zodat er 'met het licht mee' werd gewerkt. De buitendijkse tellingen werden doorgaans tussen 11.00 uur en 14.00 uur uitgevoerd, maar de duur van de afzonderlijke tellingen was sterk afhankelijk van het aantal aanwezige vogels.

De vogels werden uit een langzaam rijdende auto geteld, waarbij getracht werd verstoring zoveel mogelijk te voorkomen. De tellingen werden meestal slechts door één persoon uitgevoerd, die de auto bestuurde, de waarnemingen verrichtte en de gegevens noteerde. Enkele malen was een vrijwilliger behulpzaam bij het waarnemen en noteren van de gegevens.

Het aantal vogels is zo nauwkeurig mogelijk vastgesteld, waarbij steeds werd getracht om zowel de juiste lokatie langs de dijk als de juiste afstand tot de dijk te bepalen. De oriëntatie langs de dijk vond plaats aan de hand van de hectometerpaaltjes die op de kruin van de dijk aanwezig zijn. Het traject van 100 m tussen twee paaltjes vormde het uitgangspunt voor het bepalen van de plaats van een groep vogels langs de dijk. De afstand tot de dijk werd geschat op basis van een onderverdeling in zeven zones (tabel 1). De zones zijn niet alle van gelijke breedte, omdat zonder vaste herkenningspunten, die op het open water normaal gesproken ontbreken, afstanden dichtbij nauwkeuriger te bepalen zijn dan verder van de dijk af.

Voor iedere 100 m dijk werd per vogelsoort het aantal individuen per zone bepaald. Groepen vogels die over twee vakken van 100 m of over verscheidene zones waren verdeeld, werden toegedeeld aan het dijkgedeelte of aan de zone waarin zich het grootste gedeelte van de groep ophield.

Van gemengde groepen werden de soorten afzonderlijk geteld, terwijl in voorkomende gevallen werd aangetekend of vogels zich op open water, in vakken of op ijs bevonden. Vliegende vogels werden op het formulier met een pijltje (→) aangegeven. Vogels die zich op grotere afstand dan 500 m buitendijks op het open water ophielden, werden niet geteld (zie 3.2.1).

Er werd geen aandacht geschonken aan geslachts- en leeftijdsverhoudingen bij de verschillende vogelsoorten, omdat dit te veel tijd zou vergen. Wel werden de tijd van waarneming en het weer bijgehouden, terwijl ook bijzonderheden als ijsgang, de plaats van wakken, aanwezigheid van slaappleatsen (op het ijs) of op het land (zone 5-7) en de conditie van de vogels werden genoteerd.

Bij de rubriek weersomstandigheden werden de volgende punten vastgelegd: bewolgingsgraad (0-8), neerslag (geen, motregen, lichte regen, zware regen), duur neerslag en percentage zon, zicht (oneindig, licht heilig, 1000 m, 500 m, 250 m of minder), temperatuur, windrichting en windkracht (in Beaufort). Er is in principe eenmaal per week een telling uitgevoerd, maar in januari werden twee extra bezoeken aan het gebied gebracht in verband met ijsgang en een zware noordwesterstorm.

3.3. Vogels binnendijs

3.3.1. Telgebieden

Bij het binnendijkse onderzoek naar het voorkomen en het terreingebruik van vogels lag het zwaartepunt bij de ganzen en zwanen. Hiertoe werd het noordwestelijke deel van de Noordoostpolder verdeeld in vier hoofdgebieden, die elk weer in sub-gebieden werden onderverdeeld. Hierbij werd zoveel mogelijk uitgegaan van vaste landschapskenmerken, zoals wegen en brede vaarten.

Waarnemingen van ganzen en zwanen werden verricht in het gebied dat begrensd wordt door de Noordermeer- en Westermeerdijk in het noordwesten en westen, het Schapenpad-Ankerpad en de Espelerweg in het zuiden en de Rijksweg 50 in het oosten. In januari foerageerden er ook ten oosten van Rijksweg 50 in de Lemsterhop geruime tijd grote aantallen rietganzen (*Anser fabalis*), kolganzen en kleine zwanen (*Cygnus columbianus bewickii*). Deze voedselgebieden werden bereikt via een vliegroute die door een deel van het geplande windpark liep. Verplaatsingen naar de Lemsterhop werden tussen de Friese Hoek (paal 4.0) en de haven van Lemmer (paal 1.6) geobserveerd.

3.3.2. Telmethode

Omdat er in het gebied van het geplande windpark sterke vliegbewegingen waren van ganzen en zwanen die zich in de vroege ochtend van hun buitendijks gelegen slaappleatsen naar de voedselterreinen in de Noordoostpolder verplaatsten, werd aan dit aspect aandacht geschonken door in de ochtendschemering waarnemingen te verrichten in de omgeving van de Friese Hoek.

Na deze telling werd de polder in zuidoostelijke richting doorkruist, waarbij menigmaal foerageerplaatsen van ganzen gelokaliseerd konden worden doordat de vogels er aan het neerstrijken waren. Die lokaties werden op een kaart ingetekend en zo mogelijk later op de dag nogmaals gecontroleerd.

De binnendijkse tellingen vonden plaats in aansluiting op de tellingen van het buitendijkse gebied en startten derhalve meestal rond 14.00 uur. Vooral in december en de eerste helft van januari was er door de korte daglengte dan nog maar weinig tijd om de foeragerende ganzen en zwanen te lokaliseren en te tellen. Vaak doorkruiste ook het begin van de slaaptrek deze telling. In zulke

situaties werden de waarnemingen voortgezet in de omgeving van de Noordermeerdijk en werd speciale aandacht geschonken aan de vlieghoogte.

De slaappleaats op de Steile Bank werd in januari, toen ten gevolge van een vrij strenge vorstperiode het IJsselmeer voor de kust van de Noordoostpolder met ijs bedekt raakte, enige tijd verruild voor een meer nabijgelegen lokatie. De ganzen hebben toen gedurende een aantal nachten vlak voor de kust van de Noordoostpolder overnacht. Dit veroorzaakte een ander gedrag tijdens de ochtend- en de avondtrek dan toen de vogels van en naar de Steile Bank vlogen.

Bij de binnendijkse tellingen werden de ganzen en zwanen opgezocht door in de onderscheiden poldergedeelten alle percelen af te zoeken met behulp van een kijker of telescoop. Een gelokaliseerde groep vogels werd nauwkeurig geteld, waarbij de aantallen per soort werden vastgesteld. Tevens werd de juiste plaats op de topografische kaart aangegeven, waardoor de exacte afstanden tot de dijk waren te bepalen.

Van de grotere groepen ganzen en zwanen werd de plaats waar zij verbleven, op de kaart aangegeven. Tevens werd het landbouwkundig gebruik van de betreffende percelen genoteerd. Hierbij werden o.a. onderscheiden: gras, ingezaaid graan, oogstafval (bieten, aardappels), geploegd en overig gebruik (graan- of maïsstoppel e.d.). Ook werd een zo volledig mogelijke gebruikskaat gemaakt van het gebied tussen de Noordermeerweg en de Noordermeerdijk, waarbij getracht werd om van ieder perceel aan te geven wat het grondgebruik was.

Omdat zowel ganzen, zwanen als eenden een voorkeur vertonen voor bepaalde typen van grondgebruik, is inzicht hierin belangrijk om eventueel de mogelijke invloed van toekomstige windturbines op de jaarlijkse verschillen in verspreiding van de vogels juist te kunnen interpreteren.

De tellingen werden steeds op dezelfde wijze uitgevoerd per auto, waarbij de telgebieden 1-3 wekelijks in hun geheel geïnventariseerd werden voor zover daarvoor tijd beschikbaar was of voor zover daartoe aanleiding was. Er werd in eerste instantie waargenomen in de gebieden die het dichtst bij de toekomstige lokatie van de windturbines lagen.

4. RESULTATEN

4.1. Weersgesteldheid

De weersgesteldheid tijdens de tellingen is samengevat in bijlage 2. De winter van 1992/1993 werd gekenmerkt door langdurige perioden met krachtige wind, soms aanwakkerend tot zware storm, terwijl er ook langdurige perioden met mist optraden. Rond de jaarwisseling was er een periode met matige tot strenge vorst, waardoor het IJsselmeer voor de kust van de Noordoostpolder korte tijd grotendeels met ijs bedekt raakte. Binnendijs waren de meeste sloten en vaarten toen eveneens dichtgevroren.

Onder invloed van de krachtige zuidwestenwind werd het ijs later opgestuwd langs de Noordermeerdijk, waarbij uiteindelijk de gehele Lemstergeul en een groot deel van het open water tussen de Friese Hoek en de Steile Bank met opgekruid ijs bedekt raakten. In die periode werd speciale aandacht geschonken aan het gedrag en de vliegbewegingen van de vogels onder deze sterk gewijzigde omstandigheden.

Van de twaalf tellingen werden er vier uitgevoerd bij mistig weer met een zicht van in het algemeen minder dan 500 m. Op twee mistdagen viel er bovendien nu en dan motregen. Drie tellingen werden uitgevoerd tijdens krachtige wind (windkracht 6-7) en zware storm (windkracht 9), terwijl het op vijf dagen helder en rustig weer was.

De mist bemoeilijkte soms het waarnemen op wat grotere afstanden. Zo kon op 24 december, 6 januari, 3 februari en 10 februari niet altijd de buitenste zone (250-500 m) op het IJsselmeer worden overzien. Ook bij de binnendijkse tellingen was de mist enkele malen een zeer storende factor. Zo konden bijvoorbeeld op 24 december en 6 januari, toen zich zeer grote aantallen ganzen en zwanen in de Noordoostpolder bevonden, de binnendijkse telgebieden slechts ten dele overzien worden. Hierdoor zijn toen zeker groepen ganzen en zwanen onopgemerkt gebleven. De langdurige periode met krachtige wind uit westelijke richtingen heeft zeker invloed gehad op het voorkomen en de verspreiding van de watervogels op het IJsselmeer langs de Noordermeerdijk. Het is bekend dat watervogels bij een harde of krachtige wind (windkracht 6-7) uitwijken naar plaatsen waar zij in de luwte kunnen rusten. In het onderhavige gebied vinden de vogels bij ruw weer beschutting in de havenkom bij het gemaal Burna bij Lemmer, waar zich onder dergelijke omstandigheden veel futen, tafeleenden (*Aythya ferina*), kuifeenden (*Aythya fuligula*) en grote zaagbekken (*Mergus merganser*) concentreren. De topperenden verblijven, ook bij harde wind, meer op het open water.

Waar nodig zal hierna nader worden ingegaan op de invloed van bepaalde weersomstandigheden op de aantallen, de verspreiding en het gedrag van de vogels.

4.2. Vogels buitendijks

4.2.1. Soorten en aantallen per teltraject

Er zijn in de periode half december 1992 tot begin maart 1993 in totaal twaalf tellingen uitgevoerd in dit gebied (tabel 2). In totaal werden bij deze tellingen 47 vogelsoorten waargenomen, waarvan er 33 tot de groepen der watervogels, steltlopers of meeuwen behoorden (tabel 3). Watervogels maakten steeds het leeuwedeel uit van het totale aantal aanwezige vogels, terwijl de steltlopers en meeuwen aanzienlijk minder sterk vertegenwoordigd waren. Ook de overige soorten, zoals buizerd, sperwer (*Accipiter nisus*), torenvalk, kauw (*Corvus monedula*), zwarte kraai (*Corvus corone corone*), spreeuw (*Sturnus vulgaris*), sneeuwgorst (*Plectrophenax nivalis*), ijsgorst (*Calcarius lapponicus*), oeverpieper (*Anthus spinoletta littoralis*), graspieper (*Anthus pratensis*), veldleeuwerik (*Alauda arvensis*), kramsvogel (*Turdus pilaris*), holenduif (*Columba oenas*) en houtduif (*Columba palumbus*) werden in het algemeen slechts in zeer bescheiden aantallen aangetroffen. Voor de watervogels, steltlopers en meeuwen zijn in de bijlagen 3 (traject van paal 1.6 tot paal 4.0: haven Lemmer tot de Friese Hoek) en 4 (paal 4.0 tot paal 11.5: Friese Hoek tot Rotterdamse Hoek) per teldag de waargenomen aantallen in de verschillende zones opgenomen.

4.2.2. Soorten en aantallen langs de Noordermeerdijk

De grootste aantallen vogels werden aangetroffen in zone 1, dus onmiddellijk langs de dijk (tabel 3). Het betrof vooral duikeenden, waarbij de toppereend het talrijkst was met 20 370 vogels (33,0% van het totaal voor deze zone). Ook de tafeleend (16 136 vogels, 26,2%) en de kuifeend (13 323 vogels, 21,6%) waren talrijk op het water direct langs de dijk. Gezamenlijk maakten deze drie soorten dus 80,8% van alle vogels uit die in zone 1 geteld werden. Andere belangrijke soorten waren in deze zone de wilde eend (*Anas platyrhynchos*) (5431 vogels, 8,8%) en de meerkoet (3986 vogels, 6,5%).

Ook zone 2 (100 tot 250 m uit de kust) herbergde vrij grote aantallen vogels (tabel 3). De aantallen van de drie talrijkste soorten (kuifeend, tafeleend, toppereend) ontlepen elkaar hier nauwelijks en maakten respectievelijk 23,6%, 23,8% en 21,6% van het totaal getelde aantal vogels in deze zone uit. De wilde eend was met 1802 vogels (11,9%) eveneens vrij talrijk in deze zone, terwijl er ook vrij veel futen werden geteld (993 vogels, 6,6%).

In de zones 1 en 2 hielden zich voorts ook de meeste van de waargenomen overige eendesoorten op, maar meestal waren de aantallen erg klein (tabel 3). Wel hielden zich soms groepjes smienten (*Anas penelope*) langs de dijk op. Verder werden er vrij veel brilduikers (*Bucephala clangula*) en grote zaagbekken aangetroffen. Laatstgenoemde soort hield zich vaak verder van de dijk op dan de andere eendesoorten. De grote zaagbek was in zone 3 (100-250 m uit de kust) en zone 4 (250-500 m uit de kust) dan ook de talrijkste watervogel met respectievelijk 40,6% en 79,4% van alle in deze zones getelde vogels. De fuut was in belangrijk aantal aanwezig in zone 3, met 19,1% van het totaal voor die zone, maar deze soort is door de veelal ongunstige weersomstandigheden op het verder van de dijk gelegen open water van zone 4 waarschijnlijk onderteld.

De aalscholver foerageerde in het onderzochte gebied weinig in de directe nabijheid van de oever, maar was op het open water talrijker, vooral in de omgeving van de Friese Hoek (paal 4.0-6.0). Voorts waren er vrijwel steeds rustende aalscholvers aanwezig op de steenbestorting en het basalttalud van de havenstrekdam bij paal 1.6.

Zone 5, die het basalttalud en de steenbestorting langs de dijk omvat, was vooral een belangrijke verblijfplaats voor de wilde eend. Van de in totaal 3700 getelde vogels behoorden er 3042 (82,2%) tot deze soort. Slechts twee andere soorten waren met meer dan 100 vogels vertegenwoordigd in deze zone gedurende de twaalf tellingen. Dit waren de meerkoet (286 vogels, 7,7%) en de aalscholver (108 vogels, 2,9%).

Op de asfaltweg langs de buitenzijde van de dijk (zone 6) waren slechts nu en dan zeer kleine aantallen vogels aanwezig. In totaal betrof het bij de twaalf tellingen slechts 118 vogels, waarvan 87 meerkoeten, die deze zone doorkruisten op weg van het water naar het grastalud (zone 7), waar zij foerageerden. Het met gras begroeide gedeelte van het dijklichaam (zone 7) werd op enkele dagen begraasd door groepen smienten (totaal 1766 vogels, 38,6%) en meerkoeten (1312 vogels, 28,7%). Deze vogels werden vooral aangetroffen op het dijkvak tussen paal 1.6 en paal 4.0.

Met betrekking tot het voorkomen van bepaalde soorten of soortgroepen zijn nog de volgende opmerkingen te maken:

Blauwe reigers werden weinig gezien op en langs de dijk. Bij Lemmer komen 's winters vaak grote groepen van deze soort voor, die nu en dan ook rusten op de strekdam bij paal 1.6. Op 24 december waren op die plaats 38 blauwe reigers aanwezig.

Het nonnetje (*Mergus albellus*), een soort waarvoor het IJsselmeergebied zeer belangrijk is, werd slechts onregelmatig in zeer klein aantal gezien. Bij de twaalf tellingen werden er in totaal 55 genoteerd, waarvan 40 vogels in zone 1. Bijna alle waarnemingen werden gedaan tussen paal 1.6 en paal 4.0. Zwanen en ganzen waren op en langs de buitenzijde van de dijk in het algemeen afwezig of slechts in zeer klein aantal aanwezig. Het overgrote deel van de waargenomen ganzen in de zones 1-3 en 5-7 betroffen aangeschoten dieren, die niet of slechts met moeite konden vliegen. Deze vogels waren afkomstig uit het aangrenzende binnendijkse gebied van de Noordoostpolder, waar vooral rond de jaarwisseling intensief op ganzen werd gejaagd.

Een afwijkend fenomeen, dat ook bij soortgelijk onderzoek in 1987 in de omgeving van Urk werd vastgesteld (Winkelman & Van den Bergh 1987, Winkelman 1989), deed zich voor tijdens ijsgang in de eerste week van januari. Op het ijs voor de kust langs de Noordermeerdijk bleken toen op verscheidene plaatsen grote aantallen ganzen de nacht door te brengen. De aanwezigheid van dergelijke slaapplekken werd geconstateerd bij de palen 5.5, 7.7 en 8.2. De slaapplekken bevonden zich in de zones 1 en 2, dus zeer dicht tegen de dijk aan. In hoofdstuk 4.2.3 wordt nader ingegaan op de verspreiding en het voorkomen van vogels in relatie tot de weersgesteldheid.

De kleine aantallen steltlopers (kieviten, scholeksters, wulpen en watersnippen) werden vrijwel alle rustend of foeragerend aangetroffen op het grastalud (zone 7) en op het basalttalud (zone 5). Boven het open water werden in de zones 1-3 enkele malen langs vliegende scholeksters, kieviten en goudplevieren

waargenomen (tabel 3). Geen enkele meeuwesoort kwam gedurende de onderzoeksperiode in belangrijke aantallen voor langs de Noordermeerdijk. De meeste meeuwen werden vliegend of rustend op het water gezien; soms volgden groepjes kok- (*Larus ridibundus*) en stormmeeuwen (*Larus canus*) een schip dat in zone 3 of 4 passeerde. Beide soorten foerageerden ook in klein aantal op het grastalud (zone 7) of trokken groepsgewijs of als enkeling over de dijk, die zij meestal in de lengterichting volgden. Grote mantelmeeuwen (*Larus marinus*) en zilvermeeuwen (*Larus argentatus*) werden genoteerd als predatoren van aangeschoten watervogels (vooral ganzen) en door koude verzwakte vogels (vooral meerkoeten). Zij waren ook steevast te vinden in de nabijheid van groepen vissende zaagbekken. De waargenomen drieteenmeeuwen (*Rissa tridactyla*) waren sterk verzwakte vogels die door de zware storm van 24 januari van de Noordzee waren afgedwaald.

Roofvogels werden alleen gezien op het dijkstalud (zone 7), waarbij de buizerd vrij talrijk was, terwijl torenvalk en sperwer slechts incidenteel werden genoteerd. De buizerds verbleven vooral aan de landzijde op het dijklichaam. Van de overige terrestrische soorten werden spreeuw en zwarte kraai het meest gezien, terwijl enkele malen veldleeuweriken en kramsvogels werden waargenomen. Met uitzondering van de zwarte kraai, die tijdens de koudeperiode ook aasetend op het ijs werd aangetroffen, bevonden alle waargenomen 'overige soorten' zich op het dijklichaam, vooral in zone 7.

4.2.3. Invloed van het weer op aantallen en verspreiding van de vogels

Het weer is in sterke mate bepalend voor het numerieke voorkomen van vogels, en heeft veel invloed op de verspreiding daarvan. Voor het onderhavige gebied speelt bijvoorbeeld de windrichting en de windkracht een grote rol voor wat betreft de mate van voorkomen van watervogels. Doordat een groot deel van het dijktraject, van paal 4.0 bij de Friese Hoek tot paal 11.5, onder directe invloed van winden uit westelijke richtingen ligt, kan het aantal buitendijks aanwezige vogels per waarnemingsdag sterk verschillen. Alleen bij oostelijke windrichtingen (zuidoost tot noordoost) biedt dit hoge dijklichaam beschutting voor vogels. Bij zware storm uit westelijke richtingen (zuidwest tot noordwest), zoals op 24 januari, bevinden zich nauwelijks vogels op het traject langs de Noordermeerdijk. De zeer sterke golfslag en het ontbreken van iedere vorm van beschutting maken het gebied dan kennelijk onaantrekkelijk voor watervogels. Onder dergelijke omstandigheden concentreren zich echter grote aantallen vogels in de beschutting van de havenkom bij Lemmer, direct buiten het onderzochte gebied. Op 24 januari betrof het daar de volgende globale aantallen: fuut 290, aalscholver 30, wilde eend 740, kuifeend 2100, tafeleend 3700, grote zaagbek 940, brilduiker 65, nonnetje 25 en meerkoet 300.

Ook ijsgang heeft een grote invloed op de mate waarin vogels voorkomen en de plaatsen waar zij zich ophouden. Door de korte koudeperiode die eind december aanving en tot aan het einde van de eerste week van januari duurde, ontstond er voor de dijk van de Noordoostpolder een ijsveld, waardoor de watervogels sterk geconcentreerd voorkwamen in de wakken die tussen het kruisende ijs ontstonden. Deze wakken verplaatsten zich door de bewegende ijsmassa's voortdurend. Bij een kort bezoek aan het gebied op 10 januari bleek het ijsveld ten gevolge van de krachtige zuidwestenwind in de voorafgaande

dagen te zijn vastgelopen tegen de Friese kust, waarbij de gehele Lemstergeul met opgekruid ijs was gevuld. Daardoor was er op die dag tussen paal 1.6 en de Friese Hoek (paal 4.0) niet één watervogel aanwezig. Direct aan de rand van het ijsveld ter hoogte van paal 5 foerageerden echter meer dan 3000 grote zaagbekken in de zones 3 en 4, een situatie die drie dagen later, op 13 januari, wederom werd vastgesteld.

De aanwezigheid van een ijsveld langs de dijk van de Noordoostpolder bood de ganzen een goede gelegenheid om dicht bij de voedselgebieden te overnachten dan gewoonlijk. Normaal brengen de ganzen die in het noordwesten, westen en in het centrale deel van de Noordoostpolder foerageren, de nacht door op de Steile Bank, voor de kust van Gaasterland.

In de eerste week van januari hebben echter duizenden kolganzen, toendra-rietganzen (*Anser fabalis rossicus*) en brandganzen de nacht doorgebracht op het ijs langs de Noordermeerdijk. 's Ochtends behoefden de vogels dan slechts over de dijk te vliegen om hun voedselterreinen te bereiken, waarbij een afstand van slechts enkele honderden meters overbrugd moest worden.

Ook de aantallen ganzen die de Noordoostpolder als voedselgebied gebruiken, zijn sterk afhankelijk van de weersgesteldheid. Bij aanhoudende vorst vriezen namelijk de Friese meren in de regel al snel dicht, waardoor zij minder aantrekkelijk worden als slaapplek voor ganzen. Zeer grote aantallen kol- en brandganzen wijken onder dergelijke omstandigheden vaak uit naar de Noordoostpolder. Aantallen van meer dan 100 000 ganzen in het noordwesten van de polder zijn dan geen uitzondering. In de eerste helft van januari heeft zich zo'n situatie voorgedaan. In hoofdstuk 4.2.4 wordt dieper ingegaan op dit verschijnsel en op de vliegbewegingen die dit voorkomen van grote aantallen ganzen met zich meebrengt.

4.2.4. Vliegbewegingen van vogels ter hoogte van het geplande windpark

De aanwezigheid van grote aantallen watervogels op het IJsselmeer en het basalttalud van de Noordermeerdijk brengt veel vliegbewegingen met zich mee. De meeste buitendijks verblijvende vogels verplaatsen zich in de lengterichting langs de dijk. Dat geldt voor alle duikeenden, zaagbekken, futen en aalscholvers, en voor de meeste van de waargenomen zilvermeeuwen en grote mantelmeeuwen. Vogels die op de basaltglooiing en de steenbestorting (zone 5) of op het buitendijkse deel van het grastalud (zone 7) verblijven, hetzij rustend of foeragerend, vliegen bij verstoring vrijwel steeds direct naar het open water van de zones 1-3. Het gaat hierbij vooral om wilde eenden, smienten en meerkoeten.

Op de binnendijkse delen van het grastalud in zone 7 worden soms groepjes stormmeeuwen, kokmeeuwen, Kieviten, scholeksters, kramsvogels en spreeuwen gezien. Meestal betreft het hierbij enkele tientallen vogels bijeen.

Van deze soorten verplaatsen de meeuwen zich vaak in de lengterichting langs het dijklichaam. Foeragerende meeuwen wijken bij verstoring als regel uit naar het aangrenzende open water in de zones 1-3.

Ook trekverplaatsingen van meeuwen verlopen vaak langs het dijklichaam, waarbij zilver-, storm-, en kokmeeuwen zich individueel of in groepsverband,

vaak zeilend op de wind, langs de kruin van de dijk scherend in zuidelijke of noordelijke richting verplaatsen.

Binnendijks foerageren in de eerste plaats grote aantallen ganzen en zwanen. De ligging van de voedselterreinen wisselt van jaar tot jaar en is afhankelijk van het grondgebruik ter plaatse.

Rietganzen, grauwe ganzen (*Anser anser*), kleine zwanen en wilde zwanen (*Cygnus cygnus*) foerageren vooral op akkers met oogstresten van bieten of aardappels die nog niet zijn geploegd, terwijl kolganzen, brandganzen en knobbelzwanen (*Cygnus olor*) het meest voorkomen op percelen met gras of wintergranen. Hierdoor komen de verschillende soorten vaak ruimtelijk gescheiden binnen het gebied voor.

Ook wilde eenden bezoeken het binnendijkse gebied om te foerageren, maar zij doen dat vooral gedurende de avond en nacht. Overdag concentreren deze vogels zich op en langs de buitenzijde van de Noordermeerdijk en op de Steile Bank. In de avondschemering vliegen zij dan over de dijk naar het binnendijkse gebied. Tegen het ochtendgloren trekken de eenden merendeels weer naar de IJsselmeerkust, maar ook op verscheidene plaatsen in de wat bredere weterringen in de polder concentreren zich groepen van deze vogels. Per etmaal vinden er dus ten minste tweemaal, onder matige tot slechte zichtcondities, vliegbewegingen over de dijk plaats van grotere of kleinere aantallen eenden.

Zeer belangrijke vliegbewegingen van het water naar binnendijkse terreinen vinden er plaats door ganzen. Hierbij gaat het vaak om vele duizenden tot enkele tienduizenden vogels. Onder bepaalde omstandigheden loopt het aantal op tot meer dan 100 000 ganzen.

De slaapplek van deze vogels wordt gevormd door de Steile Bank, die ongeveer 6 km ten westen van de Friese Hoek voor de kust van Gaasterland ligt. Op de Steile Bank overnachten grote aantallen kol- en brandganzen, die meestal in de polders van Gaasterland foerageren, naast duizenden tot enkele tienduizenden toendrarietganzen, die vrijwel uitsluitend in de Noordoostpolder voedsel zoeken. Voorts zijn er op de Steile Bank enkele honderden tot een duizendtal grauwe ganzen aanwezig, waarvan enkele honderden de noordwesthoek van de Noordoostpolder als voedselgebied gebruiken. De kleine rietganzen (*Anser brachyrhynchus*), die eveneens soms met duizenden op de Steile Bank overnachten, foerageren vrijwel uitsluitend in het zuidwesten van de provincie Friesland.

Ganzen die van de Steile Bank naar de Noordoostpolder vliegen, doen dit vaak op geringe hoogte boven het water. Pas wanneer de vogels de Noordermeerdijk naderen, maken zij hoogte. Zij kruisen daarbij de dijk vaak op hoogten van enkele tientallen meters. De vlieghoogte is overigens mede afhankelijk van de windrichting. Bij harde of krachtige tegenwind, voor het onderhavige gebied dus wind uit oostelijke richtingen, vliegen de ganzen in de regel lager dan met de wind in de rug.

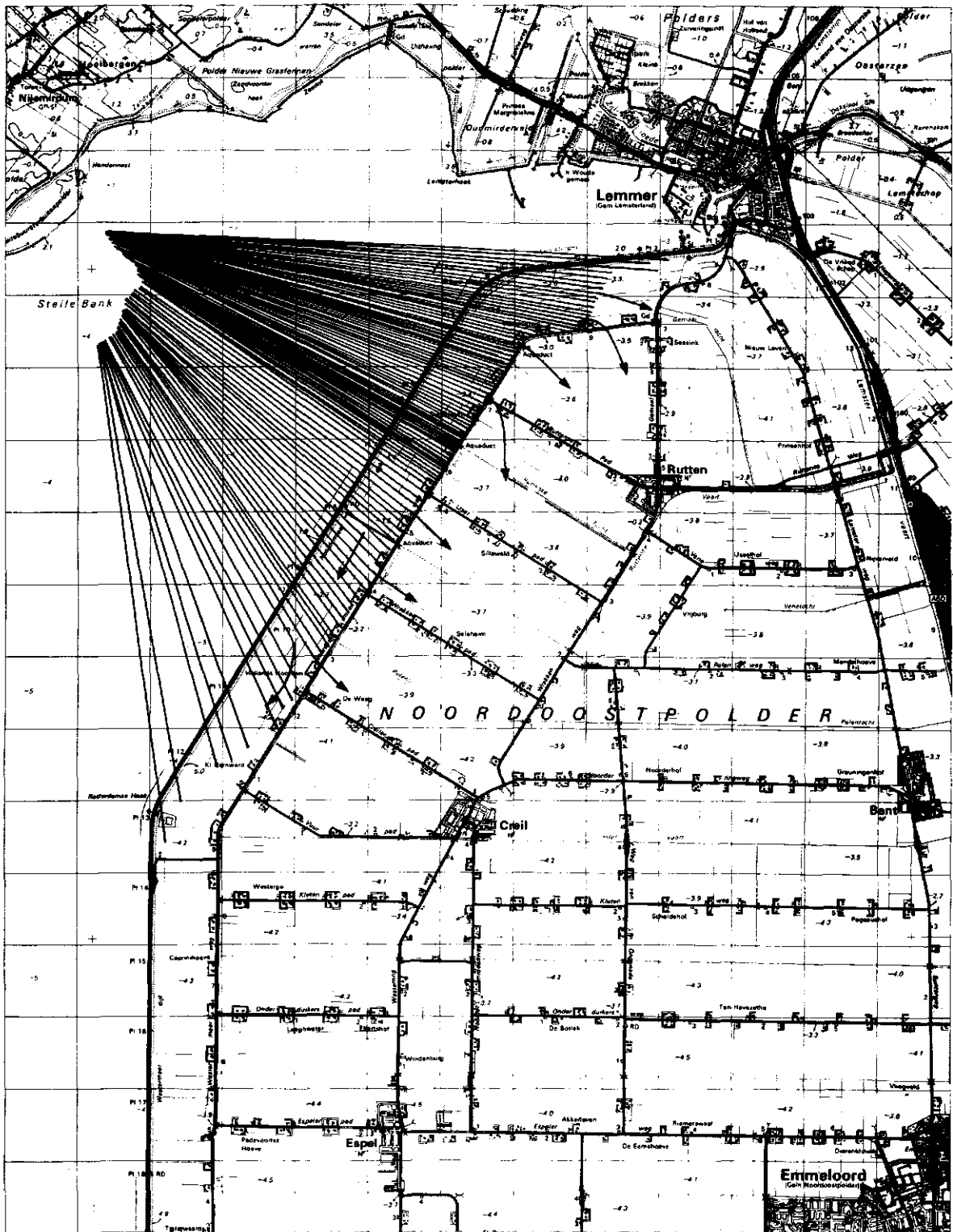
De plaats waar de ganzen de dijk kruisen, is afhankelijk van de ligging van de voedselterreinen die zij op dat moment gebruiken. Zeer veel vogels bereiken de Noordoostpolder tussen paal 4.0 en paal 7.0 en wijzigen hun koers pas nadat zij boven het binnendijkse gebied zijn aangekomen (figuur 2, bijlage 5).

De avondtrek vindt in omgekeerde richting plaats en verloopt meestal op grotere hoogte dan de ochtendtrek. Dit geldt niet voor ganzen die de gehele

dag hebben doorgebracht op voedselterreinen tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg, die in de avondschemering opvliegen en de dijk passeren op hoogten van 10-50 m. Het leeuwedeel van de ganzen die aan de avondtrek deelnemen, is echter afkomstig uit meer landinwaarts gelegen voedselterreinen. Sommige groepen ganzen hebben al afstanden van 6-10 km afgelegd voordat zij de dijk kruisen, en zij doen dat dan in het algemeen op hoogten boven de 100 m. Ook hier geldt echter weer dat de vogels bij tegenwind beduidend lager vliegen dan wanneer zij de wind in de rug hebben.

Veel kortere afstanden leggen de vogels af wanneer zij, zoals in januari 1993, de nacht doorbrengen op het ijs direct langs de Noordermeerdijk. Zij behoeven dan vaak slechts de dijk over te vliegen om hun voedselgebieden te bereiken, en dat doen zij op hoogten van minder dan 50 m. Ook lopen of vliegen er onder dergelijke omstandigheden veel ganzen vanaf het ijs naar het dijktalud, waar zij eerst in zone 7 grazen alvorens de polder in te vliegen. Als zij daarbij de direct achter de dijk gelegen akkers of graslanden als bestemming hebben, vliegen zij vanaf de kruin soms beneden kruinhoogte naar die percelen toe. Bij vriezend weer maken de ganzen in de loop van de dag met enige regelmaat drinkvluchten naar het IJsselmeer. De plaats waar de ganzen de dijk in zulke gevallen kruisen, is afhankelijk van de ligging van de voedselterreinen en wakken, en kan daardoor van dag tot dag wisselen. Ook de hoogte waarop de ganzen dan de dijk passeren, is variabel, en hangt samen met de afstand die de vogels moeten afleggen om van de voedselterreinen naar het water te vliegen en daarna weer naar de polder terug te keren.

Wanneer de vogels afkomstig zijn uit de zone tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg, vliegen zij in het algemeen lager dan 50 m. Komen zij van meer landinwaarts gelegen voedselterreinen, dan ligt de vlieghoogte vaak boven de 50 m. Overigens is ook bij dit type vliegbewegingen de vlieghoogte sterk afhankelijk van de op dat moment heersende windrichting en windkracht. Omdat koudeperiodes meestal gepaard gaan met oostelijke of noordelijke windrichtingen, wil dit vaak zeggen dat de ganzen met meewind naar het water vliegen en met tegenwind terugkeren naar de voedselterreinen. Ook dit is van invloed op de hoogte waarop de vogels zich verplaatsen.



Figuur 2. Intensiteit van de ochtendtrek van ganzen langs de Noordermeerdijk (december 1992 - januari 1993).

In gebieden met een sterke jachtdruk, waartoe zeker ook de Noordoostpolder gerekend moet worden, maken ganzen vaak van maanlichte nachten gebruik om voedselterreinen te bezoeken, waarna zij in de nacht terugkeren naar de slaappleaats en pas in de loop van de dag weer naar de foerageergebieden vliegen. In de Noordoostpolder speelt dit fenomeen in de maanden december - januari zeker een belangrijke rol in het voorkomen van ganzen. Gedurende perioden met volle maan zijn er vrijwel steeds slechts zeer geringe aantallen ganzen aanwezig gedurende de ochtenduren en arriveren de meeste vogels pas rond het middaguur op de voedselterreinen.

Over de vlieghoogte van de ganzen tijdens hun verplaatsingen gedurende de nacht zijn geen waarnemingen bekend, maar het is aannemelijk dat de vogels dan op grotere hoogte vliegen dan tijdens verplaatsingen bij daglicht.

Zwanen vormen in het onderhavige gebied een andere belangrijke groep van watervogels. Vooral de kleine zwaan vormt vaak grote groepen, die gedurende lange tijd achtereenvolgende voedselpercelen kunnen bezoeken. Dit zijn vooral akkers met oogstresten van suikerbieten en aardappels, in mindere mate grasland en wintergraan. Naast de kleine zwaan komen ook geregeld groepen voor van de wilde zwaan en de knobbelzwaan.

De zwanen rusten zowel op het water langs de Noordermeerdijk als in enkele brede tochten in de polder, maar kleine en wilde zwaan bezoeken ook wel de slaappleaats op de Steile Bank.

De buitendijks overnachtende zwanen kruisen, evenals de ganzen, de Noordermeerdijk ten minste tweemaal per dag, maar gedurende droge perioden en tijdens vorst maken ook deze vogels geregeld drinkvluchten naar het IJsselmeer. In het algemeen passeren de zwanen de dijk op een hoogte van slechts enkele tientallen meters, alleen wanneer zij grotere afstanden overbruggen, bijvoorbeeld van de Steile Bank naar de Noordoostpolder, is de vlieghoogte soms tot meer dan 100 m.

In de winter 1992/1993 week het voorkomen en terreingebruik van de ganzen en zwanen in het gebied tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg af van dat in voorafgaande jaren. Aangezien er in dit gebied een zeer intensieve ganzejacht plaatsvond, is verontrusting van de voedselterreinen waarschijnlijk de belangrijkste oorzaak geweest van het feit dat er minder ganzen en zwanen in deze zone werden aangetroffen dan normaal. Daarom is hier tevens gebruik gemaakt van gegevens uit voorafgaande jaren.

Conclusie Uit het voorafgaande blijkt dat er in het gebied van de geplande uitbreiding van het windpark in de wintermaanden intensieve vliegbewegingen van grote aantallen vogels tussen het IJsselmeer en de binnendijkse gebieden van de Noordoostpolder plaatsvinden.

Deze vliegbewegingen zijn het sterkst gedurende de ochtend- en avondtrek, wanneer duizenden, tienduizenden of zelfs tot meer dan 100 000 ganzen en honderden tot enkele duizenden zwanen zich verplaatsen tussen hun slaappleaatsen en hun voedselterreinen. Onder bepaalde omstandigheden herhalen deze verplaatsingen zich in de loop van de dag, wanneer de vogels drinkvluchten naar het open water van het IJsselmeer uitvoeren. In de periode rond volle maan voeren de ganzen bovendien geregeld voedseltrekverplaatsingen uit gedurende de avond en nacht. Ook hierbij gaat het vaak om tienduizenden vogels.

Naast de genoemde soortgroepen verplaatsen ook grote aantallen wilde eenden en kleinere aantallen van andere zwemeendesoorten, zoals wintertaling (*Anas crecca*), krakeend (*Anas strepera*) en smient, zich van het IJsselmeer naar het binnendijkse gebied van de Noordoostpolder. Deze verplaatsingen vinden vooral in de duisternis en schemering plaats.

4.3. Vogels binnendijks

De binnendijkse gebieden van de Noordoostpolder (figuur 1) werden niet op iedere teldag allemaal in hun geheel bezocht. Tijdens iedere buitendijkse telling werd gebied 1 gelijktijdig gecontroleerd op de aanwezigheid van vogels, maar de gebieden 2-4 konden door tijdgebrek niet altijd bezocht worden.

Vooraf op 24 december en 6 januari, toen er zeer veel ganzen en zwanen in de polder waren doch het zicht slechts enkele honderden meters bedroeg, zijn er zeker belangrijke groepen van deze vogels onopgemerkt gebleven. Dit geldt ook, zij het in mindere mate, voor de eveneens door slecht zicht bemoeilijkte tellingen van 3 en 10 februari, omdat er toen veel minder vogels in de Noordoostpolder verbleven.

De waarnemingen in de binnendijkse gebieden zijn weergegeven in de bijlagen 6 en 7. Bijlage 6 geeft een beeld van het voorkomen van relevante vogelsoorten in gebied 1, tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg. Het aantal aanwezige vogels in dit gebied verschilde sterk van week tot week en bedroeg maximaal 34 300 vogels en minimaal 507 vogels. Gemiddeld waren er per dag 5024 vogels aanwezig tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg (alleen relevante soorten), maar dit relatief grote aantal is te danken aan twee dagen (24 december, 6 januari) met zeer grote aantallen ganzen.

In het gebied tussen de Noordermeerweg en het IJsselmeer liggen de percelen met de minste verstoring direct achter de Noordermeerdijk. De Noordermeerweg met daarlangs gelegen boerderijen is relatief onrustig en daardoor wellicht voor verstoringgevoelige vogelsoorten minder aantrekkelijk als voedselgebied.

In tabel 4 zijn daarom voor de belangrijkste vogelsoorten de percentages van de totaal aanwezige aantallen gegeven per afstandszone vanaf de dijk. De grootste aantallen vogels verbleven steeds in het centrale gedeelte van het gebied tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg, dus in de afstandszone van 200-400 m van de dijk. Vooral voor ganzen en eenden was de voorkeur voor deze zone duidelijk.

Meeuwen hielden zich daarentegen het meest (51,8%) op in de zone direct achter de dijk, waar zij vooral foerageerden op percelen die juist bewerkt (vooral geploegd) waren.

Naast de genoemde soorten of soortgroepen kwamen in de zones van 0-400 m vanaf de dijk ook de meeste van de overige soorten (zie bijlage 6) voor, waarvan de Kievit het talrijkst was.

De meer landinwaarts gelegen delen van de Noordoostpolder vormen eveneens een zeer belangrijk voedselgebied voor grote aantallen watervogels. Tijdens de bezoeken aan het gebied werd getracht om een zo volledig mogelijk beeld te verkrijgen van de aanwezige aantallen, maar door de veelal ongunstige zichtcondities en door tijdgebrek was het alleen mogelijk om van ganzen en

zwanen betrouwbare cijfers te verzamelen. De verzamelde gegevens zijn in bijlage 7 samengevat.

Ganzen en zwanen waren in de Noordoostpolder vooral talrijk in december en de eerste week van januari. Na 6 januari volgde een sterke aantalsvermindering voor vrijwel alle soorten. Op 13 januari (samenvallend met de periode rond volle maan) waren er zelfs bijna geheel geen vogels aanwezig. Waarschijnlijk mede door de zware jachtdruk bleven de vogels toen vrijwel de gehele dag op de buitendijkse slaappleaatsen en bezochten de voedselterreinen in de Noordoostpolder gedurende de avond en nacht.

Doordat pas op 16 december met het veldonderzoek kon worden begonnen, is een belangrijke periode voor ganzen en zwanen gemist. Rietganzen en kleine zwanen arriveren namelijk vanaf de eerste decade van november in de Noordoostpolder en kunnen tegen het einde van die maand al in groot aantal aanwezig zijn. Gedurende de eerste periode na aankomst foerageren de vogels vooral in de meest westelijke en noordelijke delen van de polder, nadien bezoeken zij in toenemende mate ook de dieper landinwaarts gelegen gebieden. Voor december en januari zijn de aantallen ganzen en zwanen die in het gehele centrale en noordwestelijke deel van de polder werden geteld, samengevat in tabel 5. Tevens is hierin aangegeven welk aandeel van het totale aantal zich bevond tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg.

4.4. De betekenis van de omgeving van de Noordermeerdijk voor vogels

De op het IJsselmeer en in de Noordoostpolder voorkomende watervogels vertegenwoordigen een belangrijk deel van de in Nederland overwinterende of doortrekkende populaties van de verschillende soorten. Zo ligt het aantal tafeleenden dat langs de dijk van de Noordoostpolder verblijft, in de orde van 6-10% van het Nederlandse wintertotaal (Van den Bergh 1992). Voor de kuifeend bedroeg het maximum in het onderzochte gebied respectievelijk 3,9% en 6,8% van het Nederlandse gemiddelde over de jaren 1985-1990 (Van den Bergh 1992). De wilde eend, die eveneens negatief beïnvloed wordt door de bouw van een windpark, scoorde in de winter 1992/1993 in het onderzochte gebied eenmaal 0,7 % van het landelijke wintergemiddelde.

Voor de grote zaagbek, waarvan op 13 januari langs de Noordermeerdijk 4180 vogels werden geteld, is het Nederlandse gemiddelde over de jaren 1985-1990 10 600 (Van den Bergh 1992). Op 13 januari bevond zich dus ruim 39% van het gemiddelde aantal in ons land verblijvende grote zaagbekken langs het dijktraject tussen Lemmer en de Rotterdamse Hoek.

Binnendijs komen in de zone tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg eveneens geregeld aantallen vogels voor die in nationaal verband van betekenis zijn. Zo waren er op 16 december bijvoorbeeld 787 kleine zwanen, 8,5 % van het landelijke gemiddelde over 1985-1990.

Op 24 december en 6 januari verbleef respectievelijk 1,9% en 1,8% van het voor 1989/1990 voor geheel Nederland opgegeven aantal kolganzen (Ganzenwerkgroep Nederland/België 1992) in dit gebied. Voor de brandgans werd op 6 januari 20,8 % van het voor 1989/1990 voor geheel Nederland vastgestelde aantal geteld, voor de toendrarietgans was dit op 16 december 6,2%.

De internationale betekenis van een gebied voor watervogels wordt bepaald aan de hand van de zogenaamde 1%-norm, dat wil zeggen dat er in een gebied met enige regelmaat ten minste 1% van de totale geschatte flyway-populatie van een soort (of een totaal van ten minste 20 000 watervogels van verschillende soorten te zamen) aanwezig moet zijn om het predikaat 'internationaal belangrijk' te verkrijgen (Boyd & Pirot 1989).

De populatieschattingen worden gemaakt op basis van de internationale watervogeltellingen en zij worden regelmatig bijgesteld. De meest recente populatiecijfers dateren uit het einde van de jaren tachtig (Monval & Pirot 1989, Laursen 1989, Madsen 1991).

Voor het onderhavige gebied wordt door enkele soorten voldaan aan de criteria genoemd in de Ramsar Conventie, waardoor het gebied van internationale betekenis is als pleisterplaats voor watervogels. Het betreft het voorkomen van de kleine zwaan (1%-norm = 170 vogels), tafeleend (1%-norm = 3500 vogels), toppereend (1%-norm = 1500 vogels) en grote zaagbek (1%-norm = 1250 vogels). Uitgaande van de meest recente populatieschattingen voor ganzen (Madsen 1991), voldoet het gebied ook aan het 1%-criterium voor de toendra-rietgans (1% = 3000 vogels), de kolgans (1% = 4000 vogels) en de brandgans (1% = 700).

5. EFFECTEN VAN HET GEPLANEDE WINDPARK OP DE VOGELSTAND TER PLAATSE

5.1. Effecten op buitendijks verblijvende vogels

Bij het bepalen van de effecten die de realisatie van een windpark langs de Noordermeerdijk zal hebben op de ter plaatse voorkomende vogelstand, kan gebruik worden gemaakt van de resultaten van eerder verricht onderzoek langs de Westermeerdijk (Winkelman 1989). Omdat bij het onderzoek langs de Noordermeerdijk in de winter 1992/1993 dezelfde werkwijze werd gevolgd als gedurende het onderzoek in de jaren 1987-1989 langs de Westermeerdijk, zijn de twee studies onderling vergelijkbaar.

Uit het onderzoek van Winkelman kwam naar voren dat er een aantoonbare versturende werking uitgaat van een windpark op de aantallen van verscheidene vogelsoorten die op het direct aangrenzende buitendijkse water verblijven. Ook de aantallen van een aantal soorten die aan de buitenzijde van de dijk op het basalttalud verblijven, worden negatief beïnvloed door de aanwezigheid van windturbines aan de binnentoe van de dijk.

Lang niet voor alle voorkomende watervogelsoorten bleek het echter bij het onderzoek in 1987-1989 langs de Westermeerdijk mogelijk om effecten van de windturbines op verspreiding en aantallen aan te tonen. Na analyse van het verzamelde materiaal en het toetsen van de gegevens van de buitendijkse tellingen langs deze dijk (zie voor gevolgde werkwijze Winkelman 1989) bleek dat slechts voor een vijftal soorten significante verschillen in verspreiding en mate van voorkomen optraden na de bouw van het windpark.

Dit was het geval voor de wilde eend, de tafeleend, de kuifeend, de brilduiker en de stormmeeuw. Wellicht ondervonden ook de meerkoet en de kokmeeuw hinder van de windturbines, waardoor zij na de ingebruikneming van het windpark minder gebruik maakten van het dijktaalud en de steenglooiing (respectievelijk zone 7 en 5) dan daarvoor.

Voor het buitendijkse gebied langs de Noordermeerdijk tussen de Friese Hoek en de Rotterdamse Hoek zal de bouw van een windpark naar verwachting voor deze vijf soorten een vermindering van het aantal vogels veroorzaken.

Uitgaande van de gemiddelde aantallen per kilometer dijk die tijdens de twaalf tellingen in de periode van half december 1992 tot begin maart 1993 voor de verschillende vogelsoorten in dit gebied werden vastgesteld (zie bijlage 4) en de verstoringafstanden en verstoringwaarden die door Winkelman (1989) voor de genoemde vijf soorten (wilde eend, kuifeend, tafeleend, brilduiker en stormmeeuw) zijn gevonden, kan voor deze soorten de mate van verstoring worden berekend. In tabel 6 is de te verwachten aantalsvermindering weergegeven. Van de vijf soorten bevond zich in 1992/1993 respectievelijk 70,1%, 97,3%, 97,9%, 19,5% en 36,0% van de vogels tussen de Friese Hoek en de Rotterdamse Hoek op een afstand van de kust waarop langs de Westermeerdijk een negatief effect optrad.

De belangrijkste aantalsvermindering is te verwachten voor de in de zones 1 en 2 (0-100 m uit de kust) verblijvende tafeleenden en kuifeenden. Gemiddeld werden in 1992/1993 tussen de Friese Hoek en de Rotterdamse Hoek van deze

twee soorten per keer respectievelijk 155 en 148 vogels per km dijk geteld. Daarvan zullen er respectievelijk 152 en 144 per km windpark verdwijnen (tabel 6). Omdat beide soorten in het IJsselmeergebied vooral in de zones 1 en 2 langs dijken en strekdammen verblijven, is het niet waarschijnlijk dat zij naar de zones 3 of 4 zullen uitwijken.

Ook bij de wilde eend zal een vermindering van het aantal vogels optreden wanneer er langs de Noordermeerdijk een windpark gerealiseerd wordt. De verstoringinvloed van windturbines beslaat de zones 1-3; deze kan leiden tot een vermindering van het totale aantal wilde eenden in dit gebied met 38-50 vogels per km windpark, uitgaande van de door Winkelman (1989) gevonden verstoringswaarden. Mogelijk zal een deel van deze vogels zich in zone 4 (250-500 m buitendijks), of nog verder van de dijk, terugtrekken. Voor zone 5, het basaltalud van de buitenzijde van de dijk met de steenbestorting, is volgens Winkelman (1989) een negatief effect van een windpark ter plaatse niet uit te sluiten. In zone 5 werden per keer 31 wilde eenden per km dijk geteld. Wanneer voor deze zone dezelfde verstoringsfactor geldt als voor zone 1 (0,50-0,67), kan dit leiden tot het verdwijnen van nog eens 15-21 wilde eenden per km windpark.

Totaal zou dat dan neerkomen op een vermindering van 53-71 wilde eenden per km windpark.

De brilduiker komt in het onderhavige gebied vooral voor in de zones 1-3. De grootste aantallen van deze soort werden in zone 1 geteld. Het is aannemelijk dat deze soort, waarvoor in het onderzoek bij het windpark nabij Urk in zone 2 een verstoringsfactor van 0,67-0,90 werd berekend, ook in zone 1 in aantal zal verminderen. Uitgaande van een zelfde mate van verstoring als berekend voor zone 2, betekent dit totaal een vermindering van het aantal brilduikers met 3-4 vogels per km windpark (2-3 vogels per km in zone 1, 1 vogel per km in zone 2).

Voor de stormmeeuw werd destijds langs de Westermeerdijk alleen in zone 7, het grastalud van het dijklichaam, een negatief effect vastgesteld (Winkelman 1989). Omdat het in deze zone slechts om een zeer bescheiden aantal vogels gaat, is ook het negatieve effect gering (vermindering van 1-2 vogels per km windpark, zie tabel 6).

Ook bij de kokmeeuw en de meerkoet, twee soorten waarvan volgens Winkelman (1989) een plaatselijke aantalsvermindering ten gevolge van de bouw van een windpark niet zeker, maar evenmin uitgesloten is, gaat het in de verstoringgevoelige zone om kleine aantallen. Voor de meerkoet betekent dit dat op basis van de tellingen in het seizoen 1992/1993 er mogelijk 33 foeragerende vogels per km windpark (32 vogels in zone 1 en 1 vogel in zone 2) hinder kunnen ondervinden van het te bouwen windpark. Van de kokmeeuw werden in de winter 1992/1993 in de relevante zones slechts zeer kleine aantallen vogels (4 per km dijk) aangetroffen.

Voor de andere watervogels die op en langs de dijk van de Noordoostpolder in belangrijke aantallen voorkomen, kon Winkelman (1989) geen significante vermindering vaststellen na de bouw van het windpark nabij Urk. Omdat de verspreiding en de mate van voorkomen van de meeste soorten langs het gehele dijktraject tussen Urk en Lemmer een sterke gelijkenis vertoont, zijn de door Winkelman (1989) gevonden waarden zonder meer toepasbaar voor het gebied van het geplande windpark langs de Noordermeerdijk.

Wel komen er op het laatste traject gemiddeld grotere aantallen van de vrij verstoringsgevoelige tafeleend en aanzienlijk kleinere aantallen toppereenden (niet verstoringsgevoelig) voor. In de omgeving van de Friese Hoek en in de Lemstergeul treden in de nawinter en gedurende het voorjaar sterke concentraties op van de fuut. Bij het onderzoek in de winter van 1992/1993 waren op 3 maart de grootste aantallen futen aanwezig. Omdat daarna geen tellingen meer zijn uitgevoerd, is het aantalsverloop nadien niet bekend. Uit voorafgaande jaren is bekend dat zich in dit gebied enkele duizenden futen kunnen concentreren. Deze concentraties betreffen mogelijk vooral broedvogels uit de provincie Friesland die op de terugweg zijn naar hun broedgebied. Aangezien futen ook veelvuldig in de waterzones direct langs de dijk foerageren, is enig verstorend effect door te bouwen windturbines in de omgeving van de Friese Hoek niet geheel uitgesloten (vgl. Winkelman 1989).

5.2. Effecten op binnendijsks verblijvende vogels

Het binnendijskse gebied van de Noordoostpolder tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg is vooral van belang als voedselgebied voor ganzen, zwanen en wilde eenden. De verspreiding van de vogels en het terreingebruik zijn sterk gerelateerd aan het landbouwkundig gebruik van de percelen en de mate waarin voor de verschillende vogelsoorten geschikt voedsel voorhanden is.

Van de in het onderhavige gebied voorkomende (relevante) soorten worden de rietgans (ondersoort *rossicus*), de grauwe gans, de wilde zwaan en de kleine zwaan vooral aangetroffen op akkers met oogstresten van biet of aardappel, terwijl de kolgans, de brandgans en de knobbelzwaan vooral op grasland of wintergraan foerageren. In de winter 1992/1993 werd 31,6 % van alle waargenomen ganzen en zwanen (N = 49 252 vogels) gezien in de zone die het dichtst bij de Noordermeerdijk ligt (0 - 200 m), de zone waarin het te bouwen windpark zal komen te liggen. Voor de wilde eend werd 30,2% (N = 5589) in deze zone aangetroffen, voor de meeuwen (N = 3963 vogels) bedroeg dit 51,8%.

De percelen die direct achter de Noordermeerdijk (0-200 m) liggen, behoren door het geheel ontbreken van wegen tot de rustigst gelegen voedselterreinen voor ganzen en zwanen in de Noordoostpolder. Deze percelen zijn in de actuele situatie vrijwel alleen via de boerenerven te bereiken. Vanaf de Noordermeerdijk vindt vrijwel nooit verstoring plaats.

Uit het onderzoek dat in de jaren 1987-1989 werd uitgevoerd (Winkelman 1989) kon geen directe negatieve werking van de realisatie van het windpark ten noorden van Urk op het voorkomen van ganzen worden vastgesteld. Een negatief effect was echter niet geheel uit te sluiten. Bij de wilde zwaan werd wel een negatief effect aangetoond, maar voor de zwanen als soortgroep weer niet. Het bestaan van een negatief effect bij ganzen lijkt te worden bevestigd door onderzoek aan kleine rietganzen in Denemarken door Petersen & Nøhr (1989). Voortgezet onderzoek op dit punt lijkt gewenst en is ook gepland binnen het landelijke onderzoek dat NOVEM in 1993 start.

Het is in ieder geval wel te verwachten dat verstoring van ganzen en zwanen zal optreden tijdens de bouwfase en bij controle-, onderhouds- en reparatiewerkzaamheden in de operationele fase van het windpark. Doordat er een

ontsluitingsweg wordt aangelegd langs de voet van de windturbines, wordt ook de eerste 200 m van het binnendijkse gebied beter ontsloten, waardoor de verstoring door landarbeid e.d. kan toenemen. Door de ontsluitingsweg voor publiek gesloten te houden, kan voorkomen worden dat een belangrijk deel van het gehele gebied tussen de Noordermeerweg en de Noordermeerdijk minder aantrekkelijk wordt als voedselgebied voor ganzen en zwanen, en mogelijk ook voor andere soorten of soortgroepen.

Door de ligging van het onderhavige gebied ten opzichte van de belangrijke slaapplekken voor ganzen en zwanen op de Steile Bank en op het IJsselmeer, is het een van de primaire voedselterreinen binnen het overwinteringsgebied van deze vogels in de Noordoostpolder. Vooral in de eerste periode van het winterhalfjaar (november/december - medio januari) en gedurende koudeperiodes treden er dagelijks zeer sterke vliegbewegingen op van duizenden ganzen en zwanen tussen de buitendijks gelegen slaapplekken en de binnendijkse voedselterreinen in de Noordoostpolder. Doordat de vogels hierbij de Noordermeerdijk kruisen ter hoogte van het geplande windpark, is de kans op aanvaringen onder bepaalde zicht- en windcondities niet uitgesloten. De situatie langs de Noordermeerdijk wijkt in dit opzicht in belangrijke mate af van die langs de Westermeerdijk.

5.3. Aantal aanvaringslachtoffers

Zoals vermeld in 5.2 wijkt de situatie met betrekking tot de vliegbewegingen van de verschillende vogelsoorten in het gebied van het geplande windpark ten zuiden van de Friese Hoek af van die welke is onderzocht en beschreven in het windpark ten noorden van Urk (Winkelman 1989).

Tussen Urk en de Rotterdamse Hoek, waar in de jaren 1987-1989 onderzoek werd gedaan naar aanvaringslachtoffers in relatie tot de vliegbewegingen van de in het gebied pleisterende, overwinterende en doortrekkende vogels, trad bijvoorbeeld onder normale omstandigheden geen verplaatsing van belangrijke aantallen ganzen van het IJsselmeer naar het binnendijkse gebied van de Noordoostpolder op.

Ten noorden van de Rotterdamse Hoek, en vooral in het dijkvak tussen paal 7 en de Friese Hoek (paal 4), vindt gedurende lange tijd achtereenvolgens dagelijks een sterke trek plaats van zeer grote aantallen ganzen (en kleinere aantallen zwanen), die van de buitendijks gelegen slaapplekken naar de voedselterreinen in de Noordoostpolder, en weer terug, vliegen. Bovendien komen er in de loop van de dag, vooral gedurende vorstperioden, drinkvluchten voor van de polder naar het IJsselmeer vice versa (dit laatste kwam in 1987-1989 bij strenge vorst ook bij de Westermeerdijk voor). Tijdens vorstperioden waarbij het IJsselmeer met ijs bedekt raakt, zoals in de eerste decade van januari 1993, overnachten de ganzen bovendien massaal op het ijs direct buiten de Noordermeerdijk. Omdat de ochtendtrek veelal in de schemering aanvangt en de ganzen ook veelvuldig 's avonds in het duister naar de slaapplekken terugkeren, kunnen gevaarlijke situaties voor de vogels ontstaan wanneer er ter plaatse windturbines aanwezig zijn. Dit geldt ook voor de nachtelijke voedselvluchten die veelvuldig plaatsvinden op onbekende hoogten. Omdat in het onderhavige gebied iedere winter tienduizenden tot meer dan 100 000 ganzen voorkomen, betreft het miljoenen vliegbewegingen per seizoen, waarbij de dijk en het te

bouwen windpark door grote groepen ganzen gekruist worden. Het aanvaringsrisico voor deze vogels is onbekend. Nader onderzoek naar dit aspect lijkt gewenst.

In 1987-1989 werd in het windpark langs de Westermeerdijk gedurende de periode september-mei op 75 dagen naar dode vogels gezocht (Winkelman 1989). Met behulp van empirisch vastgestelde correctiefactoren (vastgesteld in verband met zoektechnische problemen) werd berekend dat jaarlijks zeker of zeer waarschijnlijk 8,8 (theoretische spreiding op grond van 95%-betrouwbaarheidsinterval 5,2-106,0; interval groot door de sterke variatie in ruimte en tijd van de grootte van de factoren die de vindkans van een aanvaringssslachtoffer bepalen, zie bijlage 1) vogels per windturbine als gevolg van een aanvaring werden gedood en zeker, zeer waarschijnlijk en mogelijk 22,2 (14,1-184,5) vogels.

Met uitzondering van de eerder genoemde frequente ganzen- (en in mindere mate zwanen)verplaatsingen ter hoogte van de Friese Hoek zullen de vogelbewegingen langs de Noordermeerdijk niet sterk verschillen van die langs de Westermeerdijk. Van de twee mogelijke windturbintypen die zijn voorgesteld, komt de driebladige 500 kW windturbine het meest overeen met de windturbines die langs de Westermeerdijk zijn geplaatst (ashoogte nauwelijks hoger, aantal rotorbladen gelijk). Dit houdt in dat bij plaatsing van 16 windturbines van dit type per jaar zeker of zeer waarschijnlijk 141 (83-1696) vogels als gevolg van een aanvaring zullen worden gedood en nog eens 214 (142-1256) vogels mogelijk, totaal dus 355 (225-2952) vogels. De spreiding is in feite een onderschatting, omdat bij de omrekening ervan is uitgegaan dat toeval in de toekomstige situatie geen rol speelt. Het aantal vogels dat in een lijnopstelling van ongeveer 3 km tegen een windturbine botst, is even groot als of kleiner dan het aantal dat bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding verongelukt en even groot als of iets groter dan het aantal slachtoffers langs een verkeersweg van gelijke lengte (Winkelman 1992a).

Voor de twebladige 750 kW windturbine ligt de situatie gunstiger dan voor de driebladige 500 kW windturbine. In de eerste plaats is het aantal geplande windturbines kleiner (14 tegen 16). In de tweede plaats is de twebladige 750 kW windturbine aanzienlijk hoger (rotorbereik ongeveer 28-68 m tegen ongeveer 17,5-52,5 m voor de driebladige 500 kW windturbine), waardoor het aantal aanvaringssslachtoffers kleiner zal zijn: vogelflux op 50-100 m 's nachts kleiner dan op 20-50 m, zie Winkelman 1992b). In de derde plaats heeft de twebladige 750 kW windturbine een veel gunstiger verhouding tussen wiekoppervlakte en rotoroppervlakte. Zelfs als de snelheid van de wiektop buiten beschouwing wordt gelaten (gunstiger voor de twebladige 750 kW windturbine), is de botsingskans per vogel voor de driebladige 500 kW windturbine (met een rotordiameter van ongeveer 35 m en een wiekoppervlakte van ongeveer 45 m²) bijna tweemaal zo groot als voor de twebladige 750 kW windturbine (rotordiameter ongeveer 40 m, wiekoppervlakte ongeveer 26 m²). In concreto betekent dit dat er in een windpark met 14 twebladige 750 kW windturbines, vergeleken met een windpark met 16 driebladige 500 kW windturbines, hooguit 44% ($14/16 * 1/2$) van het aantal vogels als gevolg van een aanvaring zal worden gedood.

6. INRICHTING EN PLAATS VAN HET WINDPARK

Het beoogde 10 MW windpark langs de Noordermeerdijk zal zich volgens de huidige plannen over een afstand van ongeveer 3 km (2,8 km voor een windpark met 14 750 kW windturbines, 3,2 km voor een windpark met 16 driebladige 500 kW windturbines) van paal 5 naar het zuiden uitstrekken. Met name tussen paal 3 en 7 vinden in de wintermaanden intensieve vliegbewegingen tussen het IJsselmeer en de Noordoostpolder plaats van ganzen en zwanen. Deze vliegbewegingen zijn het sterkst gedurende de ochtend- en avondtrek, wanneer duizenden tot tienduizenden ganzen en honderden tot enkele duizenden zwanen zich verplaatsen tussen de slaappleats op de Steile Bank, voor de kust van Gaasterland, naar de voedselgebieden in de Noordoostpolder. Op de ochtendtrek wordt de dijk vaak op een hoogte van enkele tientallen meters (rotorhoogte) gekruist. De avondtrek vindt veelal op een hoogte van meer dan 100 m plaats. Alleen vogels die kort achter de Noordermeerdijk foerageren, kruisen de dijk op een hoogte tussen de 10 en 50 m.

Bij aanhoudende vorst wordt de nacht vaak op het ijs voor de Noordermeerdijk doorgebracht. De vogels kruisen dan in het algemeen de dijk op minder dan 50 m hoogte. Onder deze weersomstandigheden maken de vogels in de loop van de dag drinkvluchten van de Noordoostpolder naar het IJsselmeer en terug.

In december-januari wordt er in de Noordoostpolder veelvuldig op ganzen gejaagd. De vogels bezoeken onder deze omstandigheden tijdens maanlichte nachten vaak de voedselgebieden in deze polder. In de nanacht trekken de vogels dan weer naar de slaappleats terug. Op welke hoogte deze nachtelijke vliegbewegingen plaatsvinden, is onbekend.

Met name de verplaatsingen van ganzen en zwanen in de schemering en de duisternis brengen een verhoogd risico voor aanvaringen met windturbines op de beoogde lokatie met zich mee. De vliegintensiteit van ganzen en zwanen neemt vanaf paal 7 naar het zuiden snel af (figuur 2). Het aanvaringsrisico voor deze soortgroepen zal derhalve kleiner zijn als het windpark zuidelijker zou worden gesitueerd dan thans voorgesteld. Mede gelet op de verspreiding van de watervogels buitendijks (laagste dichtheden tussen paal 7 en 9, zie bijlage 8), zou het windpark in ieder geval dit traject dienen te omvatten. De verdeling van ganzen en zwanen langs de binnenzijde van de Noordermeerdijk wordt sterk beïnvloed door de ligging van de percelen met het voorkeursvoedsel van de verschillende soorten. Die verdeling is daardoor van jaar tot jaar verschillend.

Het windpark zal bestaan uit 16 driebladige 500 kW windturbines of 14 tweebladige 500 kW windturbines. Indien we aannemen dat het aanvaringsrisico voor een vogel evenredig is met de letale oppervlakte van een windturbine (toerental voor beide typen windturbines is namelijk gelijk), dan scoort de tweebladige 750 kW windturbine aanzienlijk gunstiger dan de driebladige 500 kW windturbine. Weliswaar is de mastoppervlakte van een tweebladige 750 kW windturbine een kwart groter dan van een driebladige 500 kW windturbine, maar de verhouding tussen de rotoroppervlakte (respectievelijk ongeveer 1256 en 962 m²) en wiekoppervlakte (respectievelijk ongeveer 26 en 45 m²) is ruim

een factor 2 gunstiger. Het rotorvlak van de driebladige 500 kW windturbine strekt zich bovendien nauwelijks uit in de luchtlag boven de 50 m (waar de vogeldichtheid 's nachts lager is dan in de luchtlag tussen 20 en 50 m, zie Winkelman 1989), terwijl het rotorvlak van de tweebladige 750 kW windturbine dat voor bijna de helft doet. Het aanvaringsrisico slaat daardoor verder in het voordeel van de tweebladige 750 kW windturbine uit. Bovendien is het aantal te plaatsen windturbines bij de tweebladige 750 kW windturbine (14) iets kleiner dan bij de driebladige 500 kW windturbine (16). Daardoor neemt het aanvaringsrisico bij plaatsing van deze windturbines verder af. In 5.3 werd berekend dat er in een windpark met 14 tweebladige 750 kW windturbines, vergeleken met een windpark met 16 500 kW windturbines, hooguit 44% van het aantal vogels als gevolg van een aanvaring zal worden gedood.

Daarnaast neemt de versturende oppervlakte voor rustende en foeragerende vogels bij plaatsing van tweebladige 750 kW windturbines met ongeveer een vijfde af (verstoringafstand 100, 200 of 500 m, afstand tussen de windturbines vijfmaal de rotordiameter). Het is evenwel mogelijk dat de bijna 70 m hoge tweebladige 750 kW windturbine over een grotere afstand versturend werkt dan de ongeveer 50 m hoge driebladige 500 kW windturbine. Voor de buitendijks rustende en foeragerende vogels zal dit weinig invloed hebben, omdat bij de drie soorten die in dit opzicht kwantitatief het belangrijkste zijn (wilde eend, kuifeend, tafeleend), meer dan 98% van de vogels binnen 250 m afstand uit de kust verblijft (de maximale afstand waarop genoemde soorten worden verstoord door middelgrote windturbines die minder dan 50 m hoog zijn).

Een 10 MW windpark langs de Noordermeerdijk zal dus voor de vogels de minste hinder opleveren als het park zal bestaan uit tweebladige 750 kW windturbines en het windpark zal worden gesitueerd langs de dijk vanaf paal 7.0 naar het zuiden.

DANKWOORD

Verscheidene personen en instanties hebben bijgedragen tot een goed verloop van het onderzoek en de rapportage. Gaarne zeggen wij hen hiervoor dank. Onze dank gaat in het bijzonder uit naar D.J. Hurenkamp (nv Energiebedrijf IJsselmij, Zwolle) voor het verstrekken van gegevens over het toekomstige windpark, het Waterschap Noordoostpolder voor de verleende toestemming om het dijkvak tussen Lemmer en de Rotterdamse Hoek te berijden met een auto, D.T. van der Molen van het Waterschap voor de snelle overdracht van de sleutel van de toegangshekken, waardoor tijdig met de uitvoering van de tellingen kon worden begonnen, E. Holtzhuizer, B. van Jaarsveld en J. Philippona voor de assistentie bij de uitvoering van de tellingen, en J. van Beek, mevrouw J.A. Kartman, R. Toorop en R. Wegman (allen IBN-DLO, Arnhem) voor hun bijdrage aan het tot stand komen van dit rapport.

SAMENVATTING

Door het DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Arnhem, is in opdracht van de nv Energiebedrijf IJsselmij, Zwolle, een onderzoek verricht naar de mogelijke hinder van een eventueel te bouwen 10 MW windpark (16 driebladige 500 kW windturbines of 14 tweebladige 750 kW windturbines) langs de Noordermeerdijk (NOP), ten zuiden van paal 5. In dit rapport worden de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd.

Hinder van windturbines voor vogels kan bestaan uit (1) aanvaringen van vogels met de windturbine en het zog daarachter (aanvaringsaspect) en (2) verlies of versnippering van het leefgebied door de aanwezigheid van de windturbines (verstoringaspect).

Op grond van de ervaringen opgedaan tijdens een onderzoek naar de mogelijke vogelhinder door het windpark langs de Westermeerdijk (25 300 kW windturbines) in 1987-1989, heeft het onderhavige onderzoek zich met name gericht op het aantal aanvarings-slachtoffers dat bij plaatsing van een windpark langs de Noordermeerdijk op jaarbasis is te verwachten en op de verstoring van buitendijks overwinterende watervogels (met name duikeenden) en van binnendijks foeragerende ganzen en zwanen. Met het oog op het verstoringaspect zijn tussen december 1992 en maart 1993 twaalf keer integrale tellingen van de aantallen buitendijks verblijvende watervogels en binnendijks pleisterende ganzen en zwanen verricht. Viermaal werd bovendien de ochtendtrek van ganzen en zwanen van de slaappleaats op de Steile Bank voor de kust van Gaasterland naar de voedselgebieden in de Noordoostpolder vastgelegd (plaats, aantallen, vliegrichting en vlieghoogte).

Aantal aanvarings-slachtoffers Vrijwel alle aanvaringen van vogels met windturbines vinden plaats in de schemering en duisternis, met name onder slechte vlieg- en lichtomstandigheden. Ramprachten komen bij obstakels met een hoogte van minder dan 150 m niet voor.

In 1987-1989 werd in het windpark langs de Westermeerdijk gedurende de periode september-mei op 75 dagen naar dode vogels gezocht. Met behulp van empirisch vastgestelde correctiefactoren (vastgesteld in verband met zoektechnische problemen) werd berekend dat jaarlijks zeker of zeer waarschijnlijk 8,8 (theoretische spreiding op grond van 95%-betrouwbaarheidsinterval 5,2-106,0; interval groot door de sterke variatie in ruimte en tijd van de grootte van de factoren die de vindkans van een aanvarings-slachtoffer bepalen, zie bijlage 1) vogels per windturbine als gevolg van een aanvaring werden gedood en zeker, zeer waarschijnlijk en mogelijk 22,2 (14,1-184,5) vogels.

Omdat de driebladige 500 kW windturbines maar iets groter zijn dan de windturbines langs de Westermeerdijk, zal het aanvaringsrisico van beide typen elkaar niet veel ontlopen. Het beoogde windpark langs de Noordermeerdijk kruist echter een belangrijke trekbaan van ganzen en zwanen van de slaappleaatsen in het IJsselmeer naar de voedselgebieden in de Noordoostpolder. Door het windpark een paar kilometer naar het zuiden te verleggen, zal het verhoogde risico grotendeels zijn weggenomen. Een windpark met 16 driebladige 500 kW windturbines zal dan per jaar 141 (83-1696) zekere en zeer

waarschijnlijke aanvaringslachtoffers tellen en 355 (225-2952) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers. De speiding is in feite een onderschatting, omdat bij de omrekening ervan is uitgegaan dat toeval in de toekomstige situatie geen rol speelt.

Het aantal vogels dat in een lijnopstelling van ongeveer 3 km tegen een windturbine botst, is even groot als of kleiner dan het aantal dat bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding verongelukt en even groot als of groter dan het aantal slachtoffers langs een verkeersweg van gelijke lente.

De twebladige 750 kW windturbine komt door zijn grotere hoogte en relatief gunstige verhouding wiekoppervlakte/rotoroppervlakte qua aanvaringsrisico veel gunstiger naar voren dan de driebladige 500 kW windturbine. In een windpark met 14 twebladige 750 kW windturbines zal, vergeleken met een windpark met 16 driebladige 500 kW windturbines, hooguit 44% van het aantal vogels met een windturbine of het zog daarachter botsen.

Verstoringsaspect Er zijn uit het tot nu toe verrichte onderzoek in binnen- en buitenland geen duidelijke aanwijzingen verkregen dat windturbines een verstorende werking hebben op de aantallen en verspreiding van broedvogels in en rond windparken. Om die reden is dit aspect voor de lokatie Noordermeerdijk niet verder onderzocht.

Windturbines blijken wel verstorend te werken op voorkomen en talrijkheid van verscheidene vogelsoorten buiten het broedseizoen. Dit geldt zowel voor langs trekkende vogels als voor foeragerende en rustende vogels op het water en op het land. Omdat er weinig kwantitatieve gegevens over de dag- en nachttrek van vogels over en langs de binnenzijde van de Noordermeerdijk bestaan, en nadere informatie binnen de tijdsplanning van dit onderzoek ook niet was te verzamelen, is ook op dit aspect in het rapport niet verder ingegaan.

In 1987-1989 werden bij verstoringsonderzoek in en rond het windpark langs de Westerveerdijk vooral negatieve effecten (significant minder vogels ter hoogte van het windpark) gevonden bij op het water rustende en ten dele foeragerende wilde eenden, kuifeenden, tafeleenden, brilduikers en langs de dijk verblijvende stormmeeuwen. De verstoring trad vooral op tot een afstand van 250 m uit de kust (300 m van de windturbines). Op grotere afstanden werden geen negatieve effecten gevonden. De verstoringsfactor varieerde voor genoemde soorten in de eerste 250 m uit de kust van 1-2 tot meer dan 10.

Van de vijf soorten waarbij langs de Westerveerdijk een negatief effect werd gevonden na plaatsing van het windpark, kwamen alleen wilde eend, kuifeend en tafeleend in het onderzochte traject langs de Noordermeerdijk talrijk voor (wilde eend per keer 107 vogels/km, kuifeend 148 vogels/km, tafeleend 155 vogels/km, brilduiker 5 vogels/km en stormmeeuw 6 vogels/km). Van de vijf soorten zat respectievelijk 70,1%, 97,3%, 97,9%, 19,5% en 36,0% op een afstand van de kust waarop langs de Westerveerdijk een negatief effect optrad. Rekening houdend met de mate van verstoring zoals die langs de Westerveerdijk werd vastgesteld, zouden langs de Noordermeerdijk per kilometer windpark gemiddeld enkele tientallen wilde eenden, ongeveer 150 kuifeenden en ongeveer 150 tafeleenden worden verstoord (effect voor brilduiker en stormmeeuw verwaarloosbaar).

De landbouwgronden die aan de binnenzijde aan de IJsselmeerdijk grenzen, zijn vooral in het begin van de winter een belangrijk foerageergebied voor ganzen en zwanen. Tijdens het verstoringsonderzoek dat in 1987-1989 langs de Westermeerdijk werd uitgevoerd, kon geen uitspraak worden gedaan over het wel of niet aanwezig zijn van een verstoring van ganzen en zwanen (mogelijk wel enig verstoringseffect aanwezig bij de wilde zwaan). Op grond van Deens onderzoek is een verstoringseffect tot op enkele honderden meters van windturbines echter niet geheel uit te sluiten. De verdeling van de ganzen en zwanen over het gebied langs de IJsselmeerdijk wordt sterk beïnvloed door de ligging van de percelen met het voorkeursvoedsel van de verschillende soorten. Die verdeling is daardoor van jaar tot jaar sterk verschillend. Een duidelijke uitspraak over de invloed van een windpark langs de Noordermeerdijk op de verspreiding en aantallen ganzen en zwanen is derhalve niet te geven. Wel kan worden gezegd dat in de huidige situatie in de eerste 200 m achter de dijk maar de helft van het aantal ganzen en zwanen voorkomt dat in de tweede 200 m achter de dijk foerageert. Er is dus ook nu al tot op zekere hoogte sprake van een mijden van de dijk.

Voedseltrek ganzen en zwanen De Noordermeerdijk kruist een brede zone met intensieve vliegbewegingen van ganzen en zwanen tussen de slaappleaats op het IJsselmeer en de voedselgebieden in de Noordoostpolder. De vliegintensiteit is het sterkst tussen paal 3 en 7. Op de ochtendtrek wordt de dijk vaak op een hoogte van enkele tientallen meters (rotorhoogte) gekruist, op de avondtrek veelal boven de 100 m. In de Noordoostpolder wordt veelvuldig gejaagd op ganzen. Onder deze omstandigheden bezoeken de vogels de polder veelal tijdens maanlichte nachten. In de nanacht vliegen zij dan terug naar het IJsselmeer (hoogte onbekend).

Inrichting en plaats van het windpark Op grond van het verrichte onderzoek heeft langs de Noordermeerdijk een windpark met tweebledige 750 kW windturbines de voorkeur boven een opstelling met driebladige 500 kW windturbines (minder aanvaringslachtoffers en kleinere oppervlakte verstoord rust- en foerageergebied). Situering van het windpark ten zuiden van paal 7 heeft de voorkeur boven situering, zoals gepland, direct ten zuiden van paal 5 (ontwijken zone intensieve vliegbewegingen van ganzen en zwanen). Omdat buitendijks de dichtheid aan eenden het laagst is tussen paal 7 en 9, wordt voorgesteld in ieder geval dit dijktraject in het windpark op te nemen. Het verstoringaspect wordt in dat geval zo klein mogelijk gehouden.

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, 2: 103-111.
- Avery, M.L., P.F. Springer & N.S. Dailey 1980. Avian mortality at man-made structures: an annotated bibliography (revised). United States Fish and Wildlife Service, Biological Services Program, National Power Plant Team, FWS/OBS-8054, Michigan.
- Beintema, A.J., L.M.J. van den Bergh, G.J.D. Müskens & T.A. Renssen 1980. Atlas van watervogels op het IJsselmeer. RIN-rapport 80/2. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Bergh, L.M.J. van den 1989, 1990, 1991 en 1992. Watervogeltelling in januari 1987, 1988, 1989 en 1990. *Limosa* 62, 2: 75-80, 63, 2: 65-69, 64, 1: 1-6 en 65, 1: 23-27.
- Bergh, L.M.J. van den, A.L. Spaans & J.E. Winkelman 1993. De mogelijke hinder van een 25 MW windpark voor vogels op twee potentiële lokaties in Noord-Groningen. IBN-rapport 016. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
- 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.
- Boyd, H. & J.-Y. Pirot (eds.) 1989. Flyways and reserve networks for water birds. IWRB Special Publication 9. Canadian Wildlife Service, Ottawa/International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge.
- Eerden, M.R. van & A. bij de Vaate 1984. Natuurwaarden van het IJsselmeergebied. Een inventarisatie van natuurwaarden van het open water in het IJsselmeergebied. Flevobericht 242 Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.
- Ganzenwerkgroep Nederland/België 1992. Ganzentellingen in Nederland en België in 1989/90. *Limosa* 65, 4: 163-169.
- Haitjema, T. 1986. Het belang van de westelijke Noordoostpolder als pleisterplaats voor ganzen en zwanen. Notitie Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Vogels, Zeist/Provincie Flevoland, Lelystad.
- Karlsson, J. 1987. Fåglar och vindkraft. Kompletterande resultatredovisning. Intern rapport University of Lund, Ekologihuset, Lund.
- Laursen, K. 1989. Estimates of sea duck winter populations of the Western Palearctic. *Danish Review of Game Biology* 13, 6: 1-22.
- Madsen, J. 1991. Status and trends of goose populations in the Western Palearctic in the 1980s. *Ardea* 79, 2: 113-122.
- 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.
- Monval, J.-Y. & J.-Y. Pirot 1989. Results of the IWRB International waterfowl census 1967-1986. IWRB Special Publication 8. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge.
-

- 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.
- Osieck, E.R. 1986. Onderzoekvoorstel betreffende vogelhinder door een windturbinepark in de Noordoostpolder. Notitie Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Vogels, Zeist.
- Osieck, E.R. & J.E. Winkelman 1990. Windturbines en vogels in het Klein IJsselmeer. Rapport Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Vogels, Zeist.
- Pedersen, M.B. & E. Poulsen 1991. En 90 m/2 MW vindmøllens indvirkning på fuglelivet. Fugles reaktioner på opførelsen og idriftsættelsen af Tjæreborgmøllen ved Det Danske Vildtundersøgelser, Hæfte 47 Danmarks Miljøundersøgelser, Afdeling for Flora- og Faunaøkologi, Kalø.
- Petersen, B.S. & H. Nøhr 1989. Konsekvenser for fuglelivet ved etableringen af mindre vindmøller. Rapport Ornitho Consult, København.
- Phillippona, J. 1985. De Noordoostpolder als overwinteringsgebied voor ganzen. *Limosa* 58, 1: 1-6.
- Reijnen, M.J.S.M. & R.P.B. Foppen 1991. Effecten van wegen met autoverkeer op de dichtheid van broedvogels. Hoofdrapport. IBN-rapport 91/1. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Wal, R.J. van der 1981. De duikeenden van het IJsselmeer. Een inleidend onderzoek van het belangrijkste overwinteringsgebied voor duikeenden in West-Europa, 1975-1977. Rapport Instituut voor Taxonomische Zoologie, Amsterdam/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Winkelman, J.E. 1984. Vogelohinder door middelgrote windmolens. Een verkennend onderzoek naar vlieggedrag, slachtoffers en verstering. RIN-rapport 84/7. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1988. 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. 1989. Vogels en het windpark nabij Urk (NOP): aanvaringsslachtoffers en verstering van pleisterende eenden, ganzen en zwanen. RIN-rapport 89/15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1990a. Vogelohinder in de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwphase en half-operationele situaties (1986-1989). RIN-rapport 90/2. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1990b. Verstering van vogels door de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) tijdens bouwphase 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. De invloed van de Sep-proefwindcentrale te Oosterbierum (Fr.) op vogels, 4: verstoring. RIN-rapport 92/5. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Winkelman, J.E. 1992e. Methodologische aspecten vogelonderzoek Sep-proefwindcentrale Oosterbierum (Fr.), deel 2 (1988-1991). RIN-rapport 92/6. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Arnhem.
- Winkelman, J.E. & L.M.J. van den Bergh 1987. Voorkomen van eenden, ganzen en zwanen nabij Urk (NOP) in januari-april 1987. Tellingen ten behoeve van onderzoek naar mogelijke hinder door een windpark. RIN-rapport 87/21. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
-

Tabel 1. Indeling van de dijk en de 500 m brede strook water grenzend aan de dijk.

Zone 1:	0-50 m
Zone 2:	50-100 m
Zone 3:	100-250 m
Zone 4:	250-500 m
Zone 5:	steenglooiing en bestorting
Zone 6:	asfaltweg
Zone 7:	dijktaalud

Tabel 2. Aantal soorten en aantal vogels in de buitendijkse trajecten en op het grastalud van het dijklichaam van de Noordermeerdijk tussen Lemmer en de Rotterdamse Hoek tijdens twaalf tellingen in de periode half december 1992 - begin maart 1993.

Datum	Paal 1.6-4.0		Paal 4.0-11.5		Totaal aantal	
	Soorten	Vogels	Soorten	Vogels	Soorten	Vogels
16.12	15	3627	21	4472	21	8099
24.12	17	5056	24	18435	24	23491
06.01	15	3823	21	7762	21	11585
13.01	12	312	20	7417	20	7729
20.01	19	639	16	738	21	1377
24.01	9	137	18	731	19	868
27.01	15	895	17	1450	19	2345
03.02	16	1168	25	2119	26	3287
10.02	15	857	21	4133	22	4990
17.02	15	336	21	650	24	986
24.02	20	880	29	4053	30	4933
03.03	15	916	23	26183	25	27099
Totaal	36	18646	42	78143	46	96789

Tabel 3. Totale aantallen waargenomen vogels per soort per zone tijdens twaalf tellingen in de periode half december 1992 - begin maart 1993 tussen Lemmer en de Rotterdamse Hoek.

Soort ¹	Zone						
	1	2	3	4	5	6	7
Fuut	512	993	1016	489	2	-	-
Aalscholver	23	116	281	380	108	-	2
Blauwe reiger	1	1	-	-	49	2	3
Wilde eend	5431	1802	556	123	3042	-	10
Wintertaling	18	20	-	-	15	-	-
Krakeend	128	25	2	-	2	-	-
Smient	398	619	-	-	12	-	1766
Bergeend	9	1	2	-	1	-	-
Toppereend	20370	3266	100	14	1	-	-
Kuifeend	13323	3580	391	14	-	-	-
Tafeleend	16136	3610	315	14	-	-	-
Brilduiker	345	175	219	7	-	-	-
Eidereend	1	-	-	-	-	-	-
Grote zaagbek	467	335	2157	4978	19	-	-
Middelste zaagbek	22	6	-	-	-	-	-
Nonnetje	40	7	8	-	-	-	-
Knobbelzwaan	-	2	-	-	-	-	-
Kolgans	41	8	21	50	11	2	118
Rietgans	10	2	2	2	4	5	18
Brandgans	-	-	-	38	-	1	1
Rotgans	-	-	-	-	-	-	1
Buizerd	-	-	-	-	-	-	46
Sperwer	-	-	-	-	-	-	1
Torenvalk	-	-	-	-	-	-	1
Meerkoet	3986	194	10	-	286	87	1312
Scholekster	-	3	1	-	19	-	38
Kievit	52	-	11	-	55	-	195
Goudplevier	10	-	-	-	-	-	-
Watersnip	-	-	-	-	-	-	2
Wulp	1	-	-	-	-	-	2
Grote mantelmeeuw	18	8	27	9	2	-	2
Zilvermeeuw	26	25	30	23	-	2	28
Stormmeeuw	154	227	114	68	24	-	241
Drieteenmeeuw	3	-	-	-	-	5	1
Kokmeeuw	134	125	45	59	28	10	187
Dwergmeeuw	2	-	-	-	-	-	-
Houtduif	-	-	-	-	-	-	1
Holenduif	-	-	-	-	-	-	2
Veldleeuwerik	-	-	-	-	-	-	36
Oeverpieper	-	-	-	-	2	-	-
Graspieper	-	-	-	-	-	-	1
Kramsvogel	-	-	-	-	-	-	40
IJsgors	-	-	-	-	1	-	1
Sneeuwgorst	-	-	-	-	-	1	2
Spreeuw	-	-	-	-	-	-	461
Zwarte kraai	7	3	-	-	14	3	55
Kauw	-	-	-	-	-	-	3
Totaal	61668	15153	5308	6268	3697	118	4577
Gemiddelde per dag	5139	1263	442	522	308	10	381

Vervolg tabel 3.

¹ Wetenschappelijke namen van soorten die niet in de tekst zijn genoemd: *Tadorna tadorna* (bergeend), *Somateria mollissima* (eidereend), *Mergus serrator* (middelste zaagbek), *Branta bernicla* (rotgans) en *Larus minutus* (dwergmeeuw).

Tabel 4. Percentages vogels van vier vogelsoorten, twee soortgroepen en van het totaal aantal vogels op respectievelijk 0-200 m, 200-400 m en 400-800 m van de dijk (800 m = Noordermeerweg) in het binnendijkse gebied tussen Lemmer en de Rotterdamse Hoek (N = totaal aantal vogels).

Soort	0-200 m	200-400 m	400-800 m	N
Kolgans	36,6	61,9	1,5	20031
Rietgans	28,9	50,3	20,9	6665
Brandgans	27,8	72,2	0	21855
Wilde eend	30,2	47,5	22,3	5589
Ganzen en zwanen	31,6	64,4	4,0	49252
Meeuwen	51,8	40,2	8,0	3963
Totaal	34,5	56,1	9,4	60298

Tabel 5. Aantallen ganzen en zwanen in het noordwestelijke en centrale deel van de Noordoostpolder (N) in december 1992 en januari 1993, en het percentage vogels in de zone tussen de Noordermeerdijk en de Noordermeerweg (%).

Soort	Datum											
	16.12.92		24.12.92		06.01.93		13.01.93		20.01.93		27.01.93	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)
Grauwe gans	59	59,3	85	35,3	166	75,9	0	-	0	-	64	0
Kolgans	8745	21,4	23850	36,9	26280	32,7	1010	70,3	45	100,0	715	0
Rietgans	18060	7,8	9750	10,8	9580	27,7	2640	45,1	609	48,0	565	0
Kleine rietgans	2	100,0	0	-	75	6,7	0	-	0	-	0	-
Sneeuwgans ¹	6	100,0	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Brandgans	18	0	507	70,0	33780	63,7	0	-	0	-	0	-
Knobbelzwaan	59	1,7	57	0	107	0	116	4,3	124	0	228	0
Wilde zwaan	80	37,5	61	0	62	0	54	14,8	105	8,6	58	0
Kleine zwaan	1344	58,6	685	2,6	805	9,9	737	30,5	34	35,3	36	0

¹ *Anser caerulescens*

Tabel 6. Te verwachten gemiddelde aantalsvermindering aan watervogels op en langs de Noordermeerdijk (paal 4.0-11.5, buitendijks) ten gevolge van de bouw van het voorgenomen windpark.

Soort	Verstoring te verwachten in zone ¹	Aantal vogels vóór bouw windpark (per km dijk)	Mate van verstoring ¹	Aantalsvermindering na bouw windpark (per km windpark)
Wilde eend	1-3	75	0,50-0,67	38-50
Tafeleend	1	120	0,67-0,98	81-118
	2	32	0,75	24
Kuifeend	1	112	0,67-0,95	75-107
	2	32	0,50-0,88	16-28
Brilduiker	2	1	0,67-0,90	1
Stormmeeuw	7	2	0,50-0,86	1-2

¹ vgl. Winkelman (1989).

Bijlage 1. Windparken en vogels, een literatuuroverzicht (naar Van den Bergh *et al.* 1993).

Hinder van windparken voor vogels kan bestaan uit (1) aanvaringen van vogels met de rotor, mast of het zog achter de windturbines (aanvaringsaspect) en (2) verlies of versnippering van het leefgebied van vogels door aanwezigheid, beweging of geluid van de windturbines (verstoringaspect). In beide gevallen kan het gaan om vogels die in het windpark of de omgeving ervan broeden (broedvogels), er alleen foerageren of rusten/slapen (pleisteraars), of erlangs trekken. In het laatste geval kan het zowel gaan om vogels die het windpark passeren tijdens hun vliegtocht tussen broed- en overwinteringsgebied (seizoentrek of echte trek) als om vogels die dagelijks ter plekke heen en weer vliegen tussen rust- en foerageergebieden (lokale vliegbewegingen: slaap-, voedsel- en getijdetrek, respectievelijk 's avonds, 's ochtends en bij opkomend en afgaand water plaatsvindend). In dit hoofdstuk worden voor de verschillende aspecten de resultaten van elders verricht onderzoek, zoveel mogelijk naar soort of soortgroep gespecificeerd, samengevat. De nadruk zal daarbij liggen op onderzoek aan middelgrote windturbines in gebieden met een vergelijkbare terreinsituatie en vogelfauna als op de potentiële lokatie langs de Noordermeerdijk.

1. Aanvarings-slachtoffers

Om een indruk te krijgen van het aantal vogels dat in een windpark in aanvaring komt met windturbines, wordt gewoonlijk de omgeving van de windturbines op mogelijke slachtoffers afgezocht. Bij het bepalen van het aantal aanvarings-slachtoffers door middel van het zoeken naar dode vogels, speelt echter een aantal zoektechnische problemen een belangrijke rol (Winkelman 1988, 1992e). Ook zijn er problemen ten aanzien van de interpretatie van de verkregen vondsten (Winkelman 1992c).

In de eerste plaats wordt, zelfs bij frequent en systematisch zoeken, niet altijd ieder aanvarings-slachtoffer gevonden. De vindkans wordt namelijk beïnvloed door (1) de maximale afstand waarop dodelijk getroffen vogels rond de windturbines neerkomen en de (veelal door tijd beperkte) oppervlakte waarover meestal kan worden gezocht, (2) de zoek efficiëntie van de waarnemer, (3) de grootte en de kleur van het aanvarings-slachtoffer, (4) de habitat waarop c.q. het vegetatietype waarin de slachtoffers vallen, en (5) het voortijdig verdwijnen van slachtoffers als gevolg van aaseterij door vogels en zoogdieren, en (6) het aantal gewonde vogels dat buiten het onderzoekgebied terechtkomt en daar later alsnog sterft als gevolg van de botsing.

Winkelman (1990a, 1992a) kwam bijvoorbeeld in het windpark nabij Oosterbierum (Fr.) op grond van gekwantificeerde aaseterij, zoek efficiëntie, de afgezochte oppervlakte en de door haar aangehouden zoek frequentie, in de onderzochte seizoenen in 1986-1991 voor de verschillende obstakeltypen op correctiefactoren die (afhankelijk van seizoen en obstakeltype) voor grote vogels uiteenliepen van 2,4 (minimum-maximum op grond van 95%-betrouwbaarheidsintervallen 1,6-8,1) tot 56,2 (50,0-173,6) en voor kleine vogels van 2,1

(1,3-4,1) tot 63,8 (31,8-168,4). Vergelijkbare waarden voor land- en kustlocaties werden gevonden bij windturbines en andere obstakels in binnen- en buitenland (overzicht in Winkelman 1992a).

In de tweede plaats is gebleken dat niet alle vogels die onder windturbines worden gevonden, aanvaringsslachtoffers behoeven te zijn (Winkelman 1988, 1989, 1990a, Musters *et al.* 1991, Winkelman 1992e). In de windparken nabij Oosterbierum, Urk (Fl.) en Kreekraksluizen (Zld.), waar dit aspect systematisch is onderzocht, was bij (overwegend) operationele windturbines 23-48% van de gevonden vogelkadavers zeker of zeer waarschijnlijk gedood als gevolg van een botsing met een windturbine, 35-84% zeker, zeer waarschijnlijk of mogelijk, 4-35% zeker niet, en in 12-35% van de gevallen was dit onbekend (Oosterbierum: Winkelman 1988, 1992e, Urk: Winkelman 1989, Kreekraksluizen: Musters *et al.* 1991). Voor stationaire obstakels (windmeetmasten, losse masten van windturbines, (overwegend) stilstaande windturbines) in het windpark nabij Oosterbierum was dit achtereenvolgens voor 26-40%, 31-49%, 6-10% en 45% van het aantal dood gevonden vogels het geval (Winkelman 1990a).

Aantallen slachtoffers In veel studies die in Europa en de USA zijn verricht naar het aantal aanvaringsslachtoffers bij windturbines (overzicht in Winkelman 1992a), is niet met zoektechnische problemen rekening gehouden. De in dat overzicht opgenomen studies betreffen ten dele ook kleinere of grotere windturbines dan de windturbines die zijn gepland voor het windpark langs de Noordermeerdijk. In feite zijn er slechts drie studies (Oosterbierum: Winkelman 1988, 1990a, 1992a, Urk: Winkelman 1989, Kreekraksluizen: Musters *et al.* 1991) verricht die in het kader van het huidige onderzoek direct bruikbare informatie geven.

Het windpark nabij Oosterbierum bestaat uit drie noord-zuid lopende rijen (afstanden tussen de rijen 250 m) van elk zes 300 kW windturbines (ashoogte 35 m, rotordiameter 30 m, onderlinge afstand tussen de windturbines binnen een rij 300 m in het noorden en 150 m in het zuiden) in een bouwland- en graslandgebied op 3-4 km van de min of meer noordoost-zuidwest lopende dijk langs de Waddenzee. Het windpark nabij Urk bestond destijds uit een lijnopstelling van 25 300 kW windturbines (ashoogte 30 m, rotordiameter 25 m, onderlinge afstand tussen de windturbines 125 m) langs de binnenkant van de ter plekke noord-zuid lopende IJsselmeerdijk. Het achterland van het windpark bestaat uit bouwland, afgewisseld met graslandpercelen. Het windpark nabij de Kreekraksluizen ten slotte bestaat uit een lijnopstelling van vijf 250 kW windturbines (ashoogte 30 m, rotordiameter 25 m, onderlinge afstand tussen de windturbines 125 m) op de noord-zuid lopende dijk langs het Bathse Spuikanaal tussen de Oesterdam en de Kreekraksluizen. In alle drie windparken gaat het om windturbines met upwind-rotoren en een horizontale as met drie rotorbladen. Alle drie gebieden kunnen als vogelrijk worden aangemerkt.

Winkelman (1990a, 1992a) berekende dat er in het windpark nabij Oosterbierum, afhankelijk van seizoen en jaar, dagelijks per operationele windturbine 0,02 (0,01-0,05) tot 0,09 (0,08-0,29) vogels zeker of zeer waarschijnlijk als gevolg van een botsing omkwamen en 0,04 (0,03-0,11) tot 0,12 (0,11-0,39) vogels zeker, zeer waarschijnlijk of mogelijk hierdoor verongelukten.

Voor het windpark nabij Urk (Winkelman 1989) waren die aantallen respectievelijk 0,04 (0,03-0,14) tot 0,05 (0,04-0,93) en 0,06 (0,04-1,11) tot 0,14 (0,11-

0,45). In de herfst van 1988, toen (deels door dezelfde personen) in beide windparken werd gezocht naar slachtoffers, werden in het windpark nabij Urk per dag twee tot vier keer zoveel slachtoffers per windturbine gevonden als in het toen tijdelijk operationele windpark nabij Oosterbierum (Urk: 0,04 (0,03-0,14) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers per windturbine per dag en 0,14 (0,11-0,45) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers, Oosterbierum: respectievelijk 0,02 (0,01-0,05) en 0,04 (0,03-0,11) slachtoffers, Osieck & Winkelman 1990, Winkelman 1990a). In de herfst van 1991 werden daarentegen in Oosterbierum 0,06 (0,04-0,13) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers per windturbine per dag aangetroffen en 0,10 (0,07-0,24) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers (Winkelman 1992a), ongeveer evenveel als in de herfst van 1988 in Urk. In het vroege voorjaar (begin maart - begin mei: voorjaartrek) van 1991 lagen de aantallen in Oosterbierum (0,09 (0,08-0,29) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers per windturbine per dag) ongeveer twee keer zo hoog als in Urk (Winkelman 1992a: bijlage 11).

De waarden die in het windpark nabij de Kreekraksluizen zijn gevonden (0,01 (0,00-0,03) zekere en mogelijke slachtoffers per windturbine per dag, *Musters et al.* 1991), liggen gemiddeld bijna tien keer zo laag. De laatste lokatie verschilt echter aanzienlijk van de lokaties Oosterbierum en Urk (Winkelman 1992a). Het windpark nabij de Kreekraksluizen ligt niet alleen parallel aan een nabijgelegen hoogspanningsleiding en weg, maar ook nabij bosschages, bomerijen en relatief hoge gebouwen die 's nachts verlicht zijn. Het gehele complex is 's nachts uit het westen veelal goed zichtbaar tegen de horizonverlichting van Bergen op Zoom. De lokaties Oosterbierum en Urk liggen daarentegen in het open veld, zonder versturende landschapselementen in de nabijheid. Alleen bij het windpark nabij Oosterbierum is er door de bebouwing van Franeker en Harlingen sprake van enige horizonverlichting, maar die is aanzienlijk minder dan die bij de Kreekraksluizen. In studies naar aantallen aanvaringsslachtoffers door windturbines in minder vogelrijke gebieden (maar door onvoldoende vindkansonderzoek niet helemaal vergelijkbaar met de resultaten van de drie studies waarnaar hier wordt verwezen) liggen de aantallen eveneens op een lager niveau dan in Oosterbierum en Urk (Winkelman 1992a).

Het aantal vogels dat tegen een windturbine botst, blijkt aanzienlijk kleiner dan gemiddeld bij een alleenstaand obstakel (vuurtoren, hoge zendmast) in een risicogebied. Het aantal is echter groter dan bij zendmasten in minder risicovolle gebieden. Per kilometer windpark is het aantal gelijk of kleiner dan bij een gelijke lengte hoogspanningsleiding, en gelijk of iets groter dan bij een zelfde lengte verkeersweg (Winkelman 1992a).

Botsingskansen Het door correctie voor vindkans, aaseterij, afgezochte oppervlakte en zoek efficiëntie geschatte aantal slachtoffers geeft geen antwoord op de vraag welk aandeel van de door het rotor- of windturbinevlak vliegende vogels in werkelijkheid botst. Daarvoor zijn ook gegevens nodig over het vogelaanbod op rotor- c.q. windturbinehoogte. Een dergelijk onderzoek is alleen in het windpark nabij Oosterbierum verricht (Winkelman 1992b). Daarbij is zowel van restlichtversterkers (alleen 's nachts) en een warmtebeeldcamera (overdag en 's nachts) als van radar (vooral 's nachts) gebruik gemaakt (Winkelman 1992e). Uit dit onderzoek is gebleken dat in de herfst met name bij niet te sterke westelijke wind (tegenwind) gedurende de gehele nacht trek kan worden waargenomen in het windpark. Bij oostelijke wind (meewind) vindt

trek vooral op hoogten boven het windpark plaats. Bij storm werd er geen trek waargenomen. Bij regen viel de trek niet altijd stil. Bij mist leken de vogels de luchtlag op turbinehoogte te mijden. Uit het onderzoek is verder gebleken dat 's nachts aanzienlijk minder vogels op windturbinehoogte passeren dan in de schemering (ochtend: einde nachttrek, begin dagtrek en lokale voedseltrek; middag: begin nachttrek, lokale slaaptrek) en dat 'topnachten' slechts nu en dan voorkomen (1986 en 1988 telkens een van de zeven nachten waarop met een warmtebeeldcamera kon worden waargenomen). In deze twee nachten passeerden op windturbinehoogte respectievelijk 24 en 19 groepen (33 en 27 vogels) per uur per 100 m windpark. In 1988 vloog 70% hiervan op rotorhoogte (20-50 m). Deze hoogte besloeg 60% van de totale windturbinehoogte (0-50 m).

Uit het onderzoek is verder gebleken dat botsingen vooral plaatsvinden in de schemering en 's nachts (overdag: 7%, N = 14 passages door rotorvlak, schemering en duisternis: 20%, N = 51). Niet alle botsingen blijken overigens dodelijk, terwijl ook botsingen met het zog achter de rotor voorkomen wanneer vogels met meewind de windturbine passeren. Winkelman (1992b) berekende op grond van de botsingspercentages, het aantal draaiende windturbines, het aantal vogelpassages op rotorhoogte gedurende de nacht en tijdens de schemering, en het aandeel dat de rotor ook daadwerkelijk passeert dat er tijdens de periode van het nachtonderzoek in het gehele windpark 68 vogels dodelijk tegen een windturbine zouden zijn gebotst (4324 passages, 6973 vogels). Dat betekent dat van elke 64 oost-west (dus door drie rijen windturbines) passerende groepen, respectievelijk van elke 100 oost-west passerende vogels één vogel dodelijk met een draaiende windturbine zou zijn gebotst. Indien het windpark volledig operationeel zou zijn geweest, zouden 170 slachtoffers zijn gevallen. Dit komt neer op een botsingsratio met dodelijke afloop van één op de 25 groepen en één op de 40 vogels. Berekent men deze ratio's niet voor het vogelaanbod op rotorhoogte, maar op het aantal op windturbinehoogte, dan wordt de ratio één op de 47 groepen, respectievelijk één op de 82 vogels.

Bij de dagelijkse zoekacties werden in de periode waarin 's nachts met nachtzichtapparatuur werd waargenomen, in het gehele windpark slechts twee slachtoffers (koperwiek (*Turdus iliacus*), kokmeeuw) gevonden. Uitgaande van de voor deze periode gevonden correctiefactoren, zou dit neerkomen op gemiddeld 20,5 (13,8-45) verongelukte vogels. De schatting van 68 vogels op grond van de waarnemingen met de warmtebeeldcamera ligt daar dus ruim boven. Deze gegevens wijzen erop dat de bovengrens van het berekende 95%-betrouwbaarheidsinterval van het aantal slachtoffers de werkelijkheid beter benadert dan het gemiddelde.

Operationele versus niet-operationele situatie In het windpark nabij Oosterbierum werden in de periode met overwegend operationele windturbines (herfst 1990 - voorjaar 1991) twee- (voorjaar) tot viermaal (herfst) zoveel slachtoffers per afgezocht obstakel gevonden als in de bouwfase en de niet-operationele situatie (1986-1989). In het windpark nabij de Kreekraksluizen werd geen aanwijzing voor een verschil tussen de twee situaties gevonden (Musters *et al.* 1991). Dit windpark is tijdens het onderzoek echter vrijwel continu in bedrijf geweest. In dat geval is een correlatie tussen het percentage

van de tijd dat het windpark iedere maand draaide en het aantal slachtoffers (1-3 per maand), ook nauwelijks te verwachten.

Relatie met lokatie windturbines In alle drie studies werden de vogels verspreid over het gehele windpark gevonden. In twee van de drie studies bleek echter dat rond sommige windturbines minder slachtoffers werden gevonden dan rond andere. In de cluster-opstelling nabij Oosterbierum (Winkelman 1992a) werden rond de twee buitenste rijen van zes windturbines significant meer slachtoffers gevonden dan rond de middelste rij (zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers; voor de zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers was het verschil niet significant). In het windpark nabij de Kreekraksluizen werden rond de meest noordelijke van de vijf windturbines eveneens meer slachtoffers gevonden dan bij de overige vier (Musters *et al.* 1991). In de lijnopstelling nabij Urk was dit echter niet het geval (Winkelman 1989).

Leeftijd en geslacht Onder aanvaringsslachtoffers van windturbines worden beide geslachten en alle leeftijdsklassen aangetroffen. De gegevens geven geen aanleiding tot het veronderstellen van verschillen in aanvaringskansen tussen de verschillende leeftijdsklassen en de geslachten.

Aantal slachtoffers in relatie tot de populatiegrootte De soortensamenstelling van de slachtoffers weerspiegelt in alle drie studies de overdag aanwezige of 's nachts te verwachten avifauna (Urk: Winkelman 1989, Kreekraksluizen: Musters *et al.* 1991, Oosterbierum: Winkelman 1992a). In het windpark nabij de Kreekraksluizen werd een positief verband tussen het aantal aanvarings-slachtoffers en de populatiegrootte van de desbetreffende soorten in het gebied vastgesteld (Musters *et al.* 1991). Dat lijkt erop te wijzen dat het aantal vogels dat tegen een windturbine botst, proportioneel met de populatiegrootte is. Er bestaan in dit opzicht echter wel grote verschillen in aanvaringskansen tussen de soorten. Ook de omstandigheden spelen hierbij een rol. In het windpark nabij Oosterbierum vielen in de herfst in verhouding tot het aantal vliegbewegingen 's nachts veel meer zangvogels dan meeuwen, eenden en steltlopers (Winkelman 1992a). Uit directe waarnemingen met nachtzichtapparatuur (Winkelman 1992b) is gebleken dat het risico op een botsing voor zangvogels afneemt met de grootte van de vogel. Betreft men ook de dagtrekkers in de berekening, dan dalen de percentages met een factor 10. Overdag bleek vooral de groep 'overige soorten' (onder andere roofvogels, reigers en duiven) hoog te scoren.

In het voorjaar bleken eenden relatief vaak te verongelukken (gebaseerd op het aantal vogeldagen dat door broedvogels en pleisteraars van de desbetreffende soorten in een gebied tot 500 m van het windpark werd doorgebracht). Dan volgden de meeuwen, steltlopers en 'overige soorten' (afnemende kans op een dodelijk ongeluk). Ook in het windpark nabij de Kreekraksluizen scoorden pleisterende eenden hoger dan steltlopers (Musters *et al.* 1991). De groep 'overige soorten' (ten dele een andere combinatie van soorten dan in Oosterbierum) scoorde hier ongeveer even hoog als de eenden.

Wanneer wordt aangenomen dat alle vogelaanvaringen 's nachts zouden hebben plaatsgevonden, dan zou in het windpark nabij Oosterbierum gemid-

deld één op de 500-1000 passanten (zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers, respectievelijk zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers, aantallen afgerond) tegen een windturbine zijn gebotst (Winkelman 1992a). Worden de overdag langs trekkende vogels (seizoentrek en lokale vliegbewegingen) ook in de beschouwing betrokken, dan wordt dit één op de 5000-10 000 passanten. In het voorjaar bleek één op de 1000-1500 tot op 500 m afstand van het windpark broedende en pleisterende vogels dagelijks een dodelijke aanvaring met een windturbine te hebben gehad. In het windpark nabij de Kreek-raksluizen was dat op jaarbasis en berekend over een ruim gebied rond het windpark gemiddeld één op de 1000 (Musters *et al.* 1991).

Relatie met het seizoen Bij de Kreek-raksluizen, waar het gehele jaar door naar slachtoffers werd gezocht, kon geen relatie tussen het seizoen en het aantal slachtoffers (herfst en winter elk drie, voorjaar en zomer elk vier) worden aangetoond.

Ook in het windpark nabij Oosterbierum vielen in de (vrijwel) volledige operationele situatie in de herfst niet meer slachtoffers dan in het voorjaar (Winkelman 1992a, herfst 1990 en voorjaar 1991 respectievelijk 0,06 (0,04-0,13) en 0,05 (0,05-0,16) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers per windturbine per dag, en 0,10 (0,07-0,24) en 0,07 (0,06-0,22) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers). De voorjaarsperiode beslaat echter niet alleen de periode van de voorjaars-trek, maar ook een deel van het broedseizoen. Wordt het aantal slachtoffers berekend over de periode waarin gedurende het voorjaar de meeste trek optreedt (begin maart - begin mei), dan worden de aantallen voor het voorjaar 0,09 (0,08-0,29) zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers en 0,12 (0,11-0,39) zekere, zeer waarschijnlijke en mogelijke slachtoffers (Winkelman 1992a). In het windpark nabij Oosterbierum vielen in de herfst en het vroege voorjaar dus relatief de meeste slachtoffers; in het late voorjaar waren dat er relatief minder (Winkelman 1992a).

In het windpark nabij Urk, waar van de herfst tot en met het voorjaar werd gezocht, werden in de herfst twee tot drie keer zoveel slachtoffers gevonden als in de winter en het voorjaar (Winkelman 1989). Hierbij moet echter worden bedacht dat in een van de twee winter- en voorjaarsperiodes door de wijze van zoeken de kans om kleine vogels te vinden veel kleiner was dan in de herfst. De berekende aantallen voor winter en voorjaar in Winkelman (1989) betreffen dan ook minimumaantallen.

Relatie met het weer In twee van de drie windparken werd een duidelijk verband gevonden tussen het aantal slachtoffers en het weer. In het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992a) werd in de herfst van 1988 en 1990 na 19 nachten met goede vliegomstandigheden (windstilte of meewind) en redelijke tot goede zichtomstandigheden (heldere nachten, geen regen of mist) 0 slachtoffers per dag gevonden, na 39 nachten met matige tot goede vliegomstandigheden en matige zichtomstandigheden 0,14 slachtoffers per dag en na 30 nachten met slechte vliegomstandigheden (harde (tegen)wind) en slechte zichtomstandigheden (veel bewolking, geen maan, met regen of mist) 0,40 slachtoffers per dag (alleen zekere en zeer waarschijnlijke slachtoffers; als ook de mogelijke slachtoffers erbij worden betrokken, worden de getallen respectievelijk 0,11, 0,31 en 0,60 slachtoffers per dag).

In het windpark nabij Urk (Winkelman 1989) werden in de herfst van 1988, na 13 nachten met goede vlieg- en zichtomstandigheden, 0 slachtoffers per dag gevonden, na acht nachten met goede vliegomstandigheden en matige of slechte zichtomstandigheden 0,63 slachtoffers per dag, en na vijf nachten met matige tot slechte vlieg- en zichtomstandigheden 1 slachtoffer per dag. Van alle slachtoffers in de periode december 1987 tot april 1989 (broedseizoen 1988 uitgezonderd) die voor deze analyse in aanmerking kwamen, viel 68% in nachten of vroege ochtenden met matige tot slechte vlieg- en zichtomstandigheden, 18% bij goede vliegomstandigheden, maar matige of slechte zichtomstandigheden, 9% bij matige tot slechte vliegomstandigheden en matige tot goede zichtomstandigheden, en 5% bij goede vlieg- en zichtomstandigheden.

In het windpark nabij de Kreekraksluizen werd na mist of regen gedurende de twee dagen voorafgaand aan een zoekdag niet vaker een slachtoffer gevonden dan na andere dagen (Musters *et al.* 1991). Wel leek het erop dat na dagen met windstilte (windturbines niet operationeel) vaker een slachtoffer werd gevonden dan na dagen met wind. Het verschil was echter nauwelijks significant ($P = 0,05$).

De weersomstandigheden bepalen niet alleen de vlieg- en zichtomstandigheden, maar zijn ook van invloed op de sterkte van de seizoentrek (bijvoorbeeld Alerstam *et al.* 1973). Een sterke najaarstrek treedt in een doortrekgebied bijvoorbeeld direct op na passage van een lage-drukgebied met bijbehorende koudefronten. Er heerst dan voor de vogels een uitermate gunstige (sterke) meewind. Zo'n trek golf kan dagen doorlopen, omdat door verplaatsing van het lage-drukgebied de weersgesteldheid steeds in nieuwe vertrekgebieden gunstig wordt. Het op het lage-drukgebied volgende hoge-drukgebied veroorzaakt meestal ook andere gunstige trekomstandigheden (heldere hemel, rustig weer, weinig neerslag). Als aan het begin van een dergelijke trek golf de gunstige meewind gepaard gaat met zware bewolking, regen of mist, neemt de kans op vogelaanvaringen toe (bijvoorbeeld Alerstam *et al.* 1973, Avery *et al.* 1980).

Rampnachten In geen van de drie windparken heeft tijdens het onderzoek een rampnacht, waarbij in één nacht een groot aantal slachtoffers valt (single-night kill), plaatsgevonden. Dit stemt overeen met wat bekend is uit de vogelaanvaringsliteratuur wat betreft de aanvaringsrisico's voor vogels bij onverlichte obstakels met een maximumhoogte van 50-60 m (Winkelman 1992a). Single-night kills zijn uit Europa en de USA vooral bekend van obstakels hoger dan 150 m. Op lagere hoogte is de vogeldichtheid en daarmee de kans op een aanvaring door een groot aantal vogels tegelijk aanzienlijk geringer (vgl. Winkelman 1992c).

Conclusie Vogels botsen vrijwel uitsluitend 's nachts en in de schemering tegen windturbines. Het aandeel van de aanwezige populatie dat botst, is afhankelijk van de soort en de situatie. Tijdens de nachtelijke (najaars)trek scoren zangvogels relatief hoog (afnemende kans met grootte vogel), overdag vallen relatief meer slachtoffers onder roofvogels, reigers en duiven. Pleisterende eenden scoren hoger dan steltlopers. Het weer, het seizoen, de plaats van de windturbine binnen de configuratie van het windpark en het al dan niet operationeel zijn van een windturbine hebben alle invloed op het aantal dodelijke botsingen. Windparken met veel verstorende landschapselementen

in de nabijheid en veel horizonverlichting scoren lager (op jaarbasis per dag gemiddeld 0,01 slachtoffers, 95%-betrouwbaarheidsinterval 0,00-0,03) dan windparken zonder zulke obstakels en zonder horizonverlichting van enige betekenis (0,05-0,06 slachtoffers of iets minder).

2. Verstoring broedvogels

Situatie in Nederland Kwantitatief en statistisch onderbouwd onderzoek naar het mogelijk verstorend effect van middelgrote windturbines op broedvogels is in ons land alleen in en rond het windpark nabij Oosterbierum uitgevoerd (Winkelman 1990b: bouwverloop en half-operationele situatie, Winkelman 1992d: operationele situatie). Hierbij werden gedurende 1984-1991 jaarlijks door medewerkers van de Vogelwacht Franeker en Omstreken (VFO) in het windpark (55 ha) en in een aan het windpark grenzend controlegebied (ruim 1000 ha) karteringen van broedende weidevogels, met name Kievit, grutto (*Limosa limosa*), scholekster en tureluur (*Tringa totanus*), op perceelniveau verricht (zie voor nadere gegevens over de ligging van beide gebieden, de door de tellers aangehouden rayon-indeling en de indeling in afstandszones van het gebied tot het windpark Winkelman 1992d). De inventarisaties vonden plaats na 12 april (laatste dag waarop in Friesland Kievitseieren mogen worden geraapt), in het kader van de nazorg. Uiteindelijk bleken er voor 955 ha nestkarteringen uit alle jaren beschikbaar te zijn.

Bij de statistische verwerking van de gegevens is gebruik gemaakt van een trendanalyse gebaseerd op het BACI-model: er zijn waarnemingen voor (*before*, B) en na (*after*, A) de ingreep, in een controlegebied (*control*, C) en het ingreepgebied (*impact*, I). Bij de analyse is uitgegaan van de veronderstelling dat de aantallen en de verspreiding van de broedvogels in het telgebied niet alleen door het windpark konden zijn beïnvloed (hoofdeffect), maar ook door de per voorjaar wisselende oppervlakte bouw- en grasland. In het algemeen betrof dit een toename van de oppervlakte bouwland ten koste van dat van grasland in de loop van het onderzoek, de plaats ten opzichte van het windpark, de per voorjaar (c.q. periode vóór de bouw, bouwfase en half-operationele situatie (menselijke verstoring het grootst), operationele situatie) wisselende aantallen in het gehele telgebied, de per voorjaar (c.q. periode) wisselende verspreiding binnen het telgebied en de verschillende oppervlakten van de onderscheiden afstandszones (neveneffecten). Voor details over de gebruikte modellen, toetsen en berekeningswijze wordt verwezen naar Winkelman (1992e).

De resultaten van de weidevogelkarteringen zijn samengevat in Winkelman (1992d). Uit de analyse is gebleken dat de Kievit en de scholekster significant meer op bouwland voorkwamen, de grutto en de tureluur meer op grasland, dat in bepaalde afstandszones meer broedvogels van deze soorten voorkwamen dan in andere, en dat de scholekster in de loop der jaren en perioden in aantal is toegenomen (andere drie soorten geen significante voor- of achteruitgang van de totale aantallen, Kievit tendens tot afname, grutto tendens tot toename). De geconstateerde verschillen tussen afstandszones waren voor ieder jaar en iedere periode constant.

Bij de scholekster was sprake van een significante vermindering van het aantal broedparen met toenemende afstand tot het windpark (zowel onder volledig

model als onder aanpassing voor periode). Bij de drie andere soorten was dit niet het geval. De aantalstoename van de scholekster leek in het windpark iets achter te blijven bij de toename in de overige afstandszones. Bij de Kievit was er een relatief grotere reductie tot een afstand van 100 m rond het windpark. De verschillen waren echter in beide gevallen niet significant.

De resultaten van dit onderzoek wijzen dus niet op een aantoonbare invloed van het windpark op de in het onderzoeksgebied aanwezige aantallen en de verspreiding van broedvogels. Hierbij moet echter wel worden bedacht dat negatieve effecten mogelijk pas op langere termijn merkbaar worden, omdat van de onderzochte soorten bekend is dat deze gemiddeld een lange levensduur hebben en een grote mate van plaatstrouw aan hun broedplaats vertonen.

Of de aanleg van het windpark tot een wijziging van het gedrag (bijvoorbeeld een mogelijke verlaging van het broed- en uitvliessucces) heeft geleid, is niet bekend.

In het windparkgebied nabij Oosterbierum werden op maaiveldhoogte op 100, 250 en 400 m benedenwinds van het windpark geluidsniveaus gemeten van respectievelijk 41-43 dB(A) (bij een windsnelheid van 5 m/sec), 37-40 dB(A) en 34-37 dB(A) (beide bij een windsnelheid van 7 m/sec) (Winkelman 1992d). Deze waarden liggen lager dan de gemiddelde waarde van 48 dB(A), waarboven bij weidevogels die nabij snelwegen broeden, een afname van het aantal broedparen is vastgesteld (Reijnen & Foppen 1991).

Situatie elders In het buitenland zijn verscheidene studies verricht naar de mogelijke verstoring van windturbines en windparken op broedvogels. Het gaat hierbij echter steeds om onderzoek dat geheel of ten dele bij kleinere (Noord-Duitsland: Böttger *et al.* 1990) of grotere windturbines (Zweden: Karlsson 1987, Denemarken: Pedersen & Poulsen 1991, Schotland: Meek *et al.* 1992) is verricht dan in Friesland, of om onderzoek waarbij kanttekeningen bij de analyse van de gegevens en de interpretatie van de resultaten zijn te plaatsen (Noord-Duitsland: Böttger *et al.* 1990, Pedersen & Poulsen 1991). Door Winkelman (1992d) is een overzicht van deze studies gegeven.

Met uitzondering van het onderzoek van Pedersen & Poulsen (1991) rond de 2 MW windturbine bij Tjæreborg in Denemarken (aantallen broedparen en uitkomstsucces van eieren), wijzen de resultaten van deze studies in sterk verschillende biotopen en aan uiteenlopende soortgroepen als duikers, eenden, hoenders, steltlopers, meeuwen en zangvogels, echter niet op een versturende werking van windturbines op broedvogels. Volgens Pedersen & Poulsen (1991) wijzen hun gegevens zowel op een verstoring van het aantal broedende steltlopers door windturbines als op een negatieve invloed van windturbines op het broedsucces (met name bij de Kievit, de meest voorkomende soort in het gebied). Tijdens de half-operationele en operationele situatie (1988-1989) stond de windturbine echter meestal stil. Voor kritiek op de bewerking van de gegevens, de statistische analyse en de interpretatie van de resultaten wordt verwezen naar Winkelman (1992d: 7.2.1).

Conclusie Er zijn tot nu toe geen aanwijzingen gevonden dat windturbines, al dan niet in een cluster- of lijnopstelling geplaatst, een versturende werking hebben op de aantallen en verspreiding van broedvogels. De verrichte studies

hebben echter alle het nadeel dat de onderzoeksperiode waarin de windturbines operationeel waren, slechts een korte tijdsspanne besloeg.

De resultaten van de windturbinstudies stroken niet met die over verstoring van broedvogels door andere obstakels in het landschap (literatuuroverzicht in Winkelman 1992d). De in deze gevallen geconstateerde effecten zijn echter mogelijk geheel verstrengeld met effecten veroorzaakt door veranderingen in de waterhuishouding, het grondgebruik en de intensiteit van het beheer ten gevolge van de bouw van het obstakel. In het windpark nabij Oosterbierum is hiervoor gecorrigeerd.

3. Verstoring pleisterende vogels

Er zijn in ons land drie kwantitatieve en statistisch onderbouwde studies uitgevoerd naar de mogelijk versturende werking van windparken op pleisterende vogels (Winkelman 1989: windpark nabij Urk, Musters et al. 1991: windpark nabij de Kreekraksluizen, Winkelman 1992d: windpark nabij Oosterbierum). Het onderzoek in het windpark nabij de Kreekraksluizen wordt hier verder buiten beschouwing gelaten, omdat door het ontbreken van een echt controlegebied het niet mogelijk was de aantalsveranderingen in het onderzoekgebied in de operationele situatie eenduidig toe te schrijven aan de plaatsing van de windturbines. Bij het windpark nabij Urk is zowel de mogelijk versturende werking van de in de late herfst, winter en het vroege voorjaar op het IJsselmeer pleisterende watervogels onderzocht, als de mogelijke invloed op de in die seizoenen binnendijs op grasland en akkers pleisterende ganzen en zwanen. Bij het windpark nabij Oosterbierum ging het om in de herfst, de winter en het voorjaar op akkers en grasland pleisterende eenden, steltlopers, meeuwen, duiven, kraaien en spreeuwen.

Watervogels buitendijs In het winterhalfjaar van de jaren 1987-1989 zijn nabij Urk zowel in het (toekomstige) ingreepgebied als in een controlegebied in principe wekelijks vanaf de dijk de vogels geteld die tot 500 m uit de kust op het IJsselmeer verbleven (vier afstandszones op het water, drie op het land, zie voor details Winkelman 1989). De gegevens zijn, evenals bij de broedvogels, van het BACI-type. De hypothese 'geen effect' werd getoetst met behulp van de per telling berekende verhouding tussen de aantallen vogels in het controlegebied en het ingreepgebied in de periode zonder, respectievelijk met windturbines (gegeneraliseerd lineair model voor aantallen met Poisson-regressie). Daarnaast is het voorkomen langs de dijk per telvak van 100 m binnen elk van de drie telseizoenen nader geanalyseerd teneinde de omvang van de mogelijke effecten van het windpark te kunnen kwantificeren (toets binnen een seizoen; aanname verdeling gelijk zonder windpark).

Uit de toetsresultaten met het BACI-model (toetsing resultaten tussen seizoenen) is gebleken dat na plaatsing van de windturbines in 5% van de 38 gevallen dat een uitspraak kon worden gedaan (totaal 77 mogelijkheden: 7 afstandszones, 2 soortgroepen en 9 soorten), er meer vogels in het windpark aanwezig waren dan ervoor en in 42% minder. In 53% van de gevallen was er geen effect aantoonbaar.

Een effect van het windpark op de verspreiding van vogels werd vastgesteld voor fuut (mogelijk verschuiving van 100-250 m naar 250-500 m uit de kust), wilde eend (negatief effect (minder vogels na plaatsing van het windpark) 0-250 m uit de kust), tafeleend (negatief effect 50-100 m uit de kust), kuifeend (negatief effect 0-100 m uit de kust), brilduiker (mogelijk negatief effect 50-100 m uit de kust), meerkoet (negatief effect dijktaalud), kokmeeuw (negatief effect dijktaalud, steenglooiing aan voet van dijk, mogelijk 0-100 m uit de kust, 100-250 m uit de kust, maar significantie door één telling bepaald), stormmeeuw (negatief effect steenglooiing en 0-50 m uit de kust, maar significantie in laatste geval door één telling bepaald) en meeuwen als groep (verschuiving van dijk naar water 50-100 m uit de kust). Geen effect werd gevonden voor de groep van watervogels als geheel.

Negatieve effecten op de aanwezige aantallen vogels werden dus niet vastgesteld in de zone die het verst van de windturbines was verwijderd (250-500 m uit de kust, 300-550 m van het windpark). Daarbinnen bleek de gevoeligheid voor verstoring soortafhankelijk. De versturende effecten waren het grootst bij de wilde eend (0-250 m uit de kust) en kuifeend (0-100 m). Voor fuut, tafeleend, brilduiker en meerkoet leek de omvang van het versturend effect gering (meeuwen onduidelijk).

Bij de toets binnen een seizoen (drie onderscheiden seizoenen: één seizoen zonder windpark tijdens het vooronderzoek, gevolgd door twee seizoenen met een operationeel windpark) konden de zangvogels ook nog als aparte groep worden meegenomen. Over het geheel genomen, waren de effecten in 1987/1988 negatiever dan in 1988/1989 (41% negatief, 5% positief tegen 25% negatief en 21% positief). Een effect van het windpark werd op deze manier gevonden voor wilde eend (vooronderzoek grotere aantallen in toekomstig windparkgebied, ingreepjaren negatief effect steenglooiing (mogelijk) en 0-250 m c.q. 0-500 m uit de kust, 0-250 m ter hoogte van het windpark 2-3 keer kleinere aantallen dan buiten het windpark), tafeleend (vooronderzoek geen verschil, ingreepjaren negatief effect 0-100 m c.q. 0-250 m uit de kust, met ter hoogte van het windpark in de drie afstandszones tussen 0 en 250 m respectievelijk 3-52, 4 en 0-8 keer kleinere aantallen dan buiten het windpark), kuifeend (vooronderzoek geen verschil, ingreepjaren negatief effect 0-100 m uit de kust, met daarin ter hoogte van het windpark in de twee afstandszones respectievelijk 3-19 en 2-8 keer kleinere aantallen dan buiten het windpark), brilduiker (vooronderzoek geen verschil, ingreepjaren negatief effect 50-100 m, mogelijk 0-250 m uit de kust, met ter hoogte van het windpark in de afstandszone 50-100 m 3-10 keer kleinere aantallen dan buiten het windpark), meerkoet (geen eenduidige resultaten, mogelijk licht negatief effect 0-100 m uit de kust), stormmeeuw (negatief effect dijktaalud met 2-7 keer kleinere aantallen ter hoogte van het windpark dan daarbuiten, in één jaar ook 0-50 m en 100-250 m uit de kust), zangvogels (negatief effect boven water, geen of positief effect boven land). Geen effecten werden gevonden bij fuut, toppereend, kokmeeuw, en meeuwen en watervogels als groep.

Bij de toets binnen een seizoen traden negatieve effecten dus vooral op bij de in de eerste 250 m uit de kust verblijvende wilde eenden, tafeleenden, kuifeenden en brilduikers (wilde eend mogelijk ook steenglooiing en soms op 250-500 m uit de kust). De verstoringfactor bedroeg in 30% van de gevallen 1-2, in 35% 2-5, in 25% 5-10 en in 10% meer dan 10. Bij meerkoet, stormmeeuw en de meeuwen als groep was er een (mogelijk) licht versturend effect.

De resultaten van de toets binnen een seizoen vertoonden dus grote overeenkomsten met die uit het BACI-model. In het BACI-model werd alleen voor tafeleend en brilduiker een veel minder duidelijk effect gevonden dan in het seizoenmodel. Dit was terug te voeren op het feit dat in het seizoenmodel voor meer afstandszones een uitspraak kon worden gedaan dan voor het BACI-model.

In de schaarse literatuur over het mijden van wateren in de overwinteringsgebieden door verstoring (overzicht in Winkelman 1989) wordt de wilde eend sterk gevoelig genoemd, gevolgd door de brilduiker. Daarna volgt de tafeleend, terwijl kuifeend en meerkoet als licht verstoring gevoelig worden aangemerkt. Over het algemeen wordt aangenomen dat foeragerende vogels minder gevoelig voor verstoring zijn dan rustende vogels. Wilde eend, kuifeend en tafeleend gebruikten het gebied ter hoogte van het windpark nabij Urk overdag inderdaad om te rusten. Futen en meeuwen zochten daarentegen juist wel overdag voedsel in het gebied.

Zwanen en ganzen binnendijks In 1987/1988 en 1988/1989 (operationeel windpark) werd wekelijks het voorkomen en de talrijkheid van knobbel-, kleine en wilde zwaan in het westelijke deel van de Noordoostpolder vastgesteld en vergeleken met die in vier van de vijf voorafgaande jaren. Op grond van de verdeling van het aantal zwaandagen (aantal zwanen * verblijfsduur in dagen) over het gebied leken deze soorten het windpark en directe omgeving niet te mijden. Wel concentreerden de zwanen zich ter hoogte van het windpark meer dan elders in de strook van 200-400 m van de IJsselmeerdijk. Dit zou erop kunnen duiden dat het windpark toch verstoring werkt voor zwanen.

Voor ganzen waren behalve gegevens uit twee winters met een operationeel windpark, ook gegevens beschikbaar uit 1977/1978-1986/1987 (blanco-situatie). Op grond van soortensamenstelling, aantallen aanwezige ganzen en de verdeling van het aantal gansdagen over het gebied kon geen verstoring effect van het windpark op de ganzen worden vastgesteld. Wel was er ter hoogte van het windpark opnieuw een concentratie van ganzen op 200-400 m afstand van de IJsselmeerdijk ter hoogte van het windpark.

De effectberekening volgens het BACI-model kon alleen worden toegepast voor de wilde zwaan. Het effect was in het ene ingreepjaar negatief, in het andere neutraal. De variabiliteit in de tellingen was groot, als gevolg van het sterk geclusterd voorkomen van de ganzen en zwanen. Het windparkeffect was daardoor bij de meeste soorten vermoedelijk geheel verstrengeld met een seizoen-plaats interactie, waardoor het BACI-model niet kon worden toegepast. Ook waren er grote verschillen in de aantallen vogels tussen de verschillende winterseizoenen.

In Denemarken werden foeragerende kleine rietganzen (soort slechts in klein aantal in Noordoostpolder) echter niet dichter dan 400 m van een in een open agrarisch landschap opgestelde lijnopstelling van kleine windturbines gezien (Petersen & Nøhr 1989). Enige voorzichtigheid ten aanzien van de conclusie met betrekking tot het verstoring effect van windturbines op ganzen lijkt dus geboden.

Pleisterende vogels Oosterbierum In de herfst, de winter en het voorjaar van 1990/1991 werden een tot twee keer per week (herfst) en twee- tot viermaal per maand (winter en voorjaar) alle vogels (met uitzondering van zangvogels kleiner dan een spreeuw) geteld in het windpark nabij Oosterbierum en omgeving (totaal 875 ha, zie voor details Winkelman 1992d) en vergeleken met tellingen in hetzelfde gebied in de blanco-situatie (1984-1986). Het windpark en een zone tot 100 m eromheen werd als ingreepgebied beschouwd, de overige zes afstandszones (tot en met 2000 m) fungeerden als controlegebied. De verzamelde gegevens zijn dus ook hier van het BACI-type (zie Winkelman 1992d voor model, toets en een interpretatie van de toetsingsresultaten). Voor soorten met hoogwatervluchtplaatsen in het telgebied werd de BACI-toets afzonderlijk uitgevoerd voor tellingen die tijdens hoogwater zijn gehouden en inventarisaties die tijdens laagwater zijn verricht. Daarbij zijn ook tellingen uit de half-operationele situatie (minimaal 10 van de 18 windturbines operationeel) gebruikt. Het effect van het draaien van de windturbines is onderzocht door de operationele situatie (minimaal twaalf windturbines operationeel) te vergelijken met het stilstaande windpark (1987-1989).

Een negatief effect van het operationele windpark werd vastgesteld bij wilde eend (herfst aantalsreductie met een factor 2, maar verstrengeld met bouwlandeffect, tot 100 m van buitenste rij windturbines; hoogwater herfst aantalsreductie met factor 3 tot 250 m afstand), kuifeend (winter en voorjaar aantalsreductie met factor 10-15 tot mogelijk 250 m afstand), meerkoet (winter en voorjaar aantalsreductie met een factor van minimaal 10 tot 250 m afstand), scholekster (winter en voorjaar aantalsreductie met een factor 3 tot op 100 m afstand), goudplevier (hoog- en laagwater winter en voorjaar aantalsreductie tot bijna 100% tot 100 m afstand), Kievit (herfst aantalsreductie met een factor 6-12 tot 100 m afstand), wulp (herfst aantalsreductie met een factor van minimaal 20, maar verstrengeld met bouwlandeffect, tot 500 m afstand; winter en voorjaar aantalsreductie met een factor 2-5, eveneens verstrengeld met bouwlandeffect, tot 100-250 m afstand; hoog- en laagwater herfst, winter en voorjaar aantalsreductie met factor 3-20, hoogwater mogelijk zelfs tot 750 m), stormmeeuw (herfst aantalsreductie met factor 10-20, maar wel verstrengeld met bouwlandeffect, tot 250 m, mogelijk 500 m afstand; hoogwater herfst aantalsreductie zonder bouwlandeffect tot 250 m afstand, daarbuiten verstrengeld met bouwlandeffect, aantalsreductie met factor 7-20), zilvermeeuw (herfst aantalsreductie met factor 9-23, hoogwater met factor 12-30, tot 500 m afstand) en duiven (herfst mogelijk aantalsreductie met factor 3-20 tot 100-250 m afstand). Geen effect werd gevonden bij kokmeeuw, kraaien en spreeuw.

Er werden in de operationele situatie dus geen negatieve effecten vastgesteld in de afstandszones die het verst van de windturbines waren verwijderd (500-2000 m). De afstand waarop nog een verstoring aantoonbaar was, lag op maximaal 500 m van de buitenste rij windturbines. De meeste verstoring beperkte zich echter tot 100-250 m afstand. Dat was ook in de bouwfase het geval (Winkelman 1990b). De gevoeligheid voor verstoring is niet voor alle soorten of soortgroepen gelijk en bovendien afhankelijk van seizoen en getij. Eenden werden meestal tot 250 m afstand verstoord, steltlopers (met uitzondering van de wulp) tot op 100 m afstand en meeuwen (met uitzondering van de kokmeeuw) tot 250-500 m. De wulp (verstoring tot 500 m) bleek het meest gevoelig voor verstoring te zijn. De omvang van het windparkeffect (sec) was

bij de meeste soorten behoorlijk groot (aantalsreductie met een factor 3-20 niet ongewoon). Het effect was echter nimmer 100%.

In het buitenland is verstoring van pleisterende vogels van dezelfde soorten of soortgroepen door windturbines eveneens verscheidene malen vastgesteld, al werden de conclusies meestal niet statistisch onderbouwd of is discussie over de interpretatie van de resultaten mogelijk (overzicht in Winkelman 1992d). Foeragerende vogels bleken zich in een Deens onderzoek (Pedersen & Poulsen 1991) aanzienlijk dichter bij windturbines op te houden dan rustende vogels (voor de meeste soorten of soortgroepen ruwweg een factor 2).

Conclusie Voor verscheidene vogelsoorten werken windparken verstorend op voorkomen en talrijkheid van vogels die op open water rusten en foerageren (kleinere aantallen vogels tot 300 m van windpark). Negatieve effecten treden vooral op bij wilde eend, kuifeend, tafeleend, brilduiker en over het water vliegende zangvogels. Een (mogelijk) negatief effect treedt op bij fuut, meerkoet, stormmeeuw en meeuwen (als groep). Afhankelijk van de soort(groep) kan de verstoringfactor ruim 1 tot meer dan 10 bedragen.

Op grond van de beschikbare gegevens is het moeilijk iets te zeggen over het verstorend effect van windturbines op zwanen en ganzen die op cultuurland foerageren. De gegevens wijzen echter niet op een groot effect, met uitzondering van de constatering dat kleine rietganzen in Denemarken een lijnopstelling van kleine windturbines niet dichter dan 400 m naderden. Er was in het windpark nabij Urk mogelijk wel een negatief effect bij de wilde zwaan. De afstand waarop de drie soorten zwanen zich ter hoogte van dit windpark in de polder concentreerden, zou ook op enige verstorende werking op deze soortgroep kunnen duiden.

In het open agrarische landschap van Noord-Friesland werd voor veel andere soorten (wilde eend, kuifeend, meerkoet, scholekster, goudplevier, kievit, wulp, stormmeeuw, zilvermeeuw, duiven) wel een verstorend effect van windturbines op voorkomen en talrijkheid van pleisterende vogels vastgesteld. Alleen bij de kokmeeuw, kraaien en de spreeuw werd zo'n effect niet vastgesteld. De mate van verstoring was soortspecifiek en afhankelijk van seizoen en getij. Voor de meeste soorten beperkte de verstoring zich tot 100-250 m afstand van de buitenste rij windturbines (twee tot drie keer de oppervlakte van het windpark), maar voor sommige soorten of soortgroepen strekte de verstoringafstand zich uit tot 500 m van het windpark (zes keer de oppervlakte van het windpark). De aantalsreductie kon oplopen tot 60-95% (factor 2,5-20), maar was nooit 100%. Bij eenden strekte de verstoring zich meestal uit over een afstand van 250 m van het windpark, bij steltlopers (met uitzondering van de wulp) over een afstand van 100 m, bij meeuwen (met uitzondering van de kokmeeuw) over een afstand van 250-500 m en bij de wulp over een afstand van 500 m. Wulp en goudplevier bleken in vrijwel elke situatie zeer gevoelig.

4. Verstoring passerende vogels overdag

In Nederland is dit aspect in het windpark nabij Oosterbierum onderzocht door in de herfst van 1984-1987 (1984-1986 bouwfase, 1987 half-operationele situatie) en 1990 (operationele situatie) in het windpark zelf (twee telposten) en op de waddendijk (kust, controlegebied) 's ochtends vroeg en in de namiddag de aantallen overvliegende vogels (zowel seizoentrek als slaaptrek) te tellen (voor details zie Winkelman 1992d).

Bij de effectberekeningen (BACI-model, zie voor details model, toetsen en interpretatie toetsresultaten Winkelman 1992d) is uitgegaan van het aantal waargenomen groepen en de gemiddelde groeps grootte per telling. Op grond van de resultaten in de ongestoorde situatie werd in het model een lokatie- en datum effect opgenomen en een correctie toegepast voor windinvloeden voordat het windparkeffect zelf werd berekend.

In de operationele situatie (1990) werd in het windpark, vergeleken met de kust, voor meer soorten en soortgroepen een reductie van het aantal groepen vastgesteld dan bij stilstaande windturbines (1987). Tussen de telposten in het windpark traden vooral verschillen op in de operationele situatie, waarbij de reductie van het aantal groepen bij een afstand tussen de windturbines van vijfmaal de rotordiameter meestal groter was dan bij een afstand van tien keer deze diameter. Bij stilstaande windturbines bleek afhankelijk van de windrichting het aantal groepen met maximaal 36% te zijn verminderd, bij een operationeel windpark met maximaal 67%. De groeps grootte kon daarbij zowel toe als afnemen.

Een significant effect werd in de operationele situatie vastgesteld bij wilde eend ('s ochtends 27-40% minder groepen en 50-67% toename gemiddelde groeps grootte; 's avonds 28-41% minder groepen, 0-33% afname gemiddelde groeps grootte), Kievit ('s ochtends 4-35% minder groepen), watersnip ('s ochtends 6-31% minder groepen), wulp ('s ochtends 52-62% minder groepen; 's avonds 50-67% minder groepen), veldleeuwerik ('s ochtends 11-26% minder groepen, toename gemiddelde groeps grootte met 0-67%), piepers ('s ochtends toename gemiddelde groeps grootte met 0-50%; 's avonds 8-22% minder groepen), lijsters (6-33% minder groepen), spreeuw (afstand tussen windturbines vijfmaal de rotordiameter: 's ochtends (seizoentrek) 40-52% minder groepen, 's avonds (seizoentrek en slaaptrek) 57-63%; afstand tussen windturbines tienmaal de rotordiameter: 's ochtends zowel toename aantal groepen met maximaal 10% als afname met maximaal 14%, 's avonds toename met 44-62%), kneuen (*Carduelis cannabina*) ('s ochtends 17-30% minder groepen, geen effect bij een afstand van tienmaal de rotordiameter tussen windturbines, afname gemiddelde groeps grootte met 50-67%). Er werd geen significant effect in de operationele situatie gevonden voor vinken en gorzen. Voor veel soorten werden ook bij stilstaande windturbines significante verschillen gevonden.

Conclusie Gemiddeld genomen neemt het aantal langs trekkende groepen vogels na de bouw van een windpark af. Het effect is het grootst in de operationele situatie. Voor de gemiddelde groeps grootte is het effect soms negatief, soms positief. Bij een afstand tussen de windturbines van vijfmaal de rotordiameter is het negatieve effect op het aantal groepen meestal groter dan bij een afstand van tien keer deze diameter. De afstand tussen de windturbines

heeft over het algemeen geen invloed op de gemiddelde groepsgrootte. De negatieve effecten uiten zich vooral in een meer mijden van het windpark (reductie totale aantallen: minder groepen en kleinere groepsgrootte in windpark) en in een meer samenballen van de groepen vogels (grotere groepen). Als meest gevoelige soorten kwamen in het windpark nabij Oosterbierum wilde eend, watersnip, wulp, lijsters (mogelijk), piepers en spreeuwen naar voren (laatste twee alleen bij een afstand tussen de windturbines van vijfmaal de rotordiameter). Weinig gevoelig bleken Kievit, veldleeuwerik (mogelijk), kwikstaarten, kneuen, piepers en spreeuwen (laatste twee alleen bij een afstand tussen de windturbines van tienmaal de rotordiameter). Vinken en gorzen bleken niet gevoelig.

5. Aanvlieggedrag overdag

Dit aspect is voor middelgrote windturbines alleen in het windpark nabij Oosterbierum onderzocht (Winkelman 1992c). Bij dit onderzoek is voor negen soorten en soortgroepen (eenden, grote vogels zoals ganzen, zwanen, roofvogels, reigers en aalscholver, steltlopers, stormmeeuw, grote meeuwen zoals zilvermeeuw en grote mantelmeeuw, kokmeeuw, duiven en kraaien, spreeuw en zangvogels kleiner dan een spreeuw) tijdens reguliere trektellingen onderzocht welk aandeel van de vogels die binnen 100 m van een windturbine passeerden, zichtbaar op de windturbines reageerden. Dit is zowel een maat voor de hinder die de vogels van de windturbines ondervinden als voor de mate waarin de vogels in staat zijn windturbines te ontwijken om een aanvaring te voorkomen.

Bij draaiende windturbines werd vaker gereageerd (bij een afstand van tien keer de rotordiameter tussen de windturbines in 11% van de gevallen, bij een afstand van vijf keer de rotordiameter in 18% van de gevallen) dan bij stilstaande windturbines (2%, geen relatie met de afstand tussen de windturbines). Bij kleine windturbines vond Winkelman (1984) ook significant minder reacties bij stilstaande dan bij operationele windturbines (gemiddeld 11% reacties binnen 100 m). Petersen & Nøhr (1989) kwamen voor acht windparken met kleine windturbines op gemiddeld 17% van alle vogels die binnen 150 m passeerden. In grote lijnen nam het aandeel reacties in het windpark nabij Oosterbierum met de grootte van de vogel toe. Dat was ook bij een aantal andere studies het geval (overzicht in Winkelman 1992c).

De verschillen tussen draaiende en stilstaande windturbines kwamen in het windpark nabij Oosterbierum zowel tot uiting in de vlieghoogte en de afstand waarop de windturbines werden gepasseerd (waar verschil significant, passage bij draaiende windturbines op grotere afstand) als in het mijden van het rotorvlak en de omgeving ervan (afstand tussen windturbines tien keer de rotordiameter: bij alle groepen met uitzondering van eenden en grote vogels; afstand vijf keer de rotordiameter: alleen bij kokmeeuw en spreeuw). Met uitzondering van grote vogels en stormmeeuw vertoonden alle soorten en soortgroepen op korte afstand van de windturbines vaker een reactie dan wanneer de afstand groter was. De meeste reacties deden zich voor op rotorhoogte c.q. in en rond het rotorvlak. Bij draaiende windturbines was vaker sprake van een significant verschil dan bij stilstaande. Ook bij kleine windturbines deden zich de meeste reacties voor op rotorhoogte c.q. in en rond het

rotorvlak (Winkelman 1984). In het windpark nabij Oosterbierum had de windrichting alleen bij draaiende windturbines soms een invloed op het aandeel vogels dat een reactie vertoonde. Een eenduidige lijn viel hierin echter niet te ontdekken. Winkelman (1984) vond bij kleine windturbines de meeste reacties met zij- en tegenwind.

In het windpark nabij Oosterbierum werden in een aparte studie het vliegpadd en het vlieggedrag van meer dan 2000 op de buitenste rij (seizoentrek: oostelijke rij, slaaptrek: ook zuidelijke rij) draaiende windturbines aanvliegende vogels of vogelgroepen (zes soorten c.q. soortgroepen: eenden, steltlopers, meeuwen, overige grote vogels, spreeuw en kleine zangvogels) over een afstand van minimaal 200-300 m voor passage van de rij windturbines nauwkeurig vastgelegd.

Ruim drie kwart van de reacties vond daarbij binnen 100 m afstand van de buitenste rij windturbines plaats (voor alle groepen 40-49% van de reacties op 50-100 m afstand; binnen 50 m aandeel sterk afhankelijk van soort of soortgroep, eenden meestal reagerend op grote afstand, kleine zangvogels op korte afstand; dit gold ook voor de afstand waarop de windturbine werd gepasseerd).

Vogels die het windpark onder een hoek naderden, bleken vaker te reageren dan vogels die parallel aan de buitenste rij windturbines kwamen aanvliegen (alleen meeuwen seizoentrek geen verschil). Meeuwen (ook avondslaaptrek), steltlopers, spreeuwen en kleine zangvogels die op rotorhoogte aanvlogen, vertoonden vaker een reactie dan vogels op andere hoogten. Ook hier was de invloed van de windrichting op het aandeel vogels dat een reactie vertoonde, niet eenduidig.

Van de grote vogels (eenden, meeuwen en de groep overige grote vogels) die buiten de 100 m reageerden, vlogen er minder het windpark in dan van de vogels die binnen 100 m een reactie vertoonden. Dit gold in mindere mate ook voor kleine vogels (steltlopers, spreeuwen, kleine zangvogels).

De reacties van de vogels betroffen zowel koerscorrecties in het horizontale (echte trek 30% van alle waarnemingen, avondslaaptrek meeuwen 44%) en verticale vlak (10%, 11%) als andere reacties: meer dan één passagepoging (13%, 13%), het opsplitsen van groepen (12%, 22%), het kantelen van het lichaam (21%, 38%), een versnelde vleugelslag (13%, 14%) of het over de kop of achterover slaan (1%, 0%).

Horizontale koerscorrecties waren in het algemeen geleidelijk (met al dan niet grote bocht om windturbine of windpark vliegen, parallel aan eerste rij windturbines vliegen, rechtsomkeert maken). Het rechtsomkeert maken was daarbij het meest in het oog springend (11%, 4%). Bij echte trek werd er bij meewind vaker rechtsomkeert gemaakt dan bij tegen- of zijwind (geen verschil bij avondslaaptrek meeuwen). Bij echte trek vonden de meeste koerscorrecties plaats voordat de eerste rij windturbines was gepasseerd, bij avondslaaptrek van meeuwen was dat juist vaker het geval na passage van deze rij. Slechts in 25% van de gevallen keerden de vogels binnen het waarnemingsveld na passage naar de oude koers terug. Eenden en steltlopers deden dat zelfs nooit.

Spreeuwen en de groep van overige grote vogels bleken vaker van vlieghoogte te veranderen dan andere soorten of soortgroepen. De koerscorrecties in het verticale vlak vonden meestal vóór passage van de eerste rij windturbines plaats (bij avondslaaptrek meeuwen minder vaak dan bij echte trek). Mee-, zij-

of tegenwind bleek geen rol te spelen bij het hoger of lager gaan vliegen. De koerscorrecties leidden slechts in 2% van alle reacties tot een passage van het windpark door over de windturbine heen te vliegen. De rest passeerde het windpark op windturbinehoogte.

Eenden passeerden de eerste windturbinerij het vaakst in één keer; zangvogels hadden daar gemiddeld de meeste pogingen voor nodig. Individuele eenden en meeuwen hadden meer pogingen nodig om deze rij te passeren dan groepen van deze vogels.

Bij echte trek bleek meewind de passage in één keer te begunstigen, terwijl zijwind deze negatief bleek te beïnvloeden. Bij de avondslaaptrek van meeuwen was er geen verschil.

Steltlopers, meeuwen en kleine zangvogels bleken vaker kantelen van het lichaam te vertonen dan eenden, de groep van overige grote vogels en spreeuwen. De windrichting had op het wel of niet kantelen van het lichaam geen invloed.

De reacties van meeuwen op avondslaaptrek waren over het algemeen kalmer dan bij echte trek van meeuwen. Dit zou op enige gewenning van lokale vogels aan het windpark kunnen wijzen.

Van alle waarnemingen van echte trek bij de eerste rij windturbines vonden er 14 (1,2%) in het rotorvlak plaats (3,5% van alle op rotorhoogte aanvliegende vogels). Met uitzondering van een aalscholver vertoonden alle vogels (zes soorten of soortgroepen) een reactie. Alle vlogen tussen de draaiende rotorbladen door. Daarbij werd geen enkele vogel geraakt. Twee kleine zangvogels werden na passage wel door het zog naar beneden geslagen, maar raakten daarbij (net) niet het aardoppervlak. Het neerslaan van vogels door zog of valwinden achter obstakels is in de literatuur verscheidene malen beschreven (overzicht in Winkelman 1992c).

Van de zes meeuwen op avondslaaptrek die in het rotorvlak werden waargenomen (2% van aantal waarnemingen, 4% van die op rotorhoogte), vertoonden alle een reactie. Twee vogels keerden vóór passage terug, vier vlogen tussen de draaiende rotorbladen door. Grote vogels bleken het windpark bij nadering vaker te mijden of voortijdig te verlaten dan kleine vogels.

Het aantal vogels dat binnen het rotorbereik van de eerste rij windturbines is gekomen, bleef ver achter bij het aantal dat op grond van het aantal op rotorhoogte aanvliegende vogels werd verwacht (echte trek 14 in plaats van 64, avondslaaptrek 6 in plaats van 27). Deze waarnemingen wijzen op een actief uitwijkgedrag van de vogels.

Winkelman (1992c) berekende voorts dat het aantal vogels dat volgens het vliegpadoonderzoek de tweede rij windturbines niet passeerde, in dezelfde orde van grootte lag als de geconstateerde reductie van het aantal trekvogels ter plekke als gevolg van de bouw van het windpark. Ook dit wijst erop dat de vogels op betrekkelijk korte afstand van het windpark reageerden en dat dit niet al op honderden meters voor de windturbines of nog verder weg gebeurde.

Uit studies aan kleine en grote windturbines (overzicht in Winkelman 1992c) blijkt dat de in het windpark nabij Oosterbierum vastgestelde reactietypen, afwijkingen in vliegrichting na koerscorrectie en de gevonden aanduiding voor enige gewenning niet op zichzelf staan. De studies duiden er eveneens op dat slechts weinig vogels het rotorvlak doorkruisen en dat de meeste vogels, met

uitzondering van ganzen en zwanen, pas op relatief korte afstand van de windturbines reageren.

Conclusie Vogels die overdag tijdens lokale of echte trek windturbines passeren die ver uit elkaar staan (tien keer de rotordiameter), passen binnen 100 m hun passage-afstand en eventueel hun vlieghoogte zodanig aan dat het rotorvlak en de directe omgeving ervan zoveel mogelijk worden gemeden. Wanneer de afstand tussen de windturbines klein is (vijf keer de rotordiameter) vindt er nauwelijks aanpassing van de passage-afstand en de vlieghoogte plaats. Dit leidt dan tot een groter aandeel vogels dat een reactie vertoont binnen 100 m van de windturbine. Bij kleine afstanden tussen de windturbines wordt er echter verder dan 100 m juist vaker uitgeweken dan in de eerste situatie.

Een kleine afstand tussen de windturbines in een cluster-opstelling geeft bij overdag trekkende vogels dus meer verstoring (ontwijkgedrag) op afstand (verder dan 100 m) en meer reacties dichtbij (minder dan 100 m) dan bij een grote afstand tussen de windturbines. De vogels zullen dus bij een grote afstand tussen de windturbines minder aanvlieproblemen hebben en minder energie verspillen aan handelingen die niet direct iets met de trek zelf te maken hebben. Uit energetisch oogpunt bekeken is dit voordelig. Dit houdt niet in dat bij een grote afstand tussen de windturbines meer gevaarlijke passages optreden (meer aanvaringskansen) dan bij een kleine afstand daartussen. Bij een grote afstand wordt het rotorvlak en directe omgeving namelijk meer gemeden dan bij een kleine afstand.

6. Aanvlieggedrag 's nachts

De reacties van vogels die 's nachts (draaiende) windturbines naderen, is in Nederland in 1988 bestudeerd in het windpark nabij Oosterbierum met behulp van een warmtebeeldcamera (Winkelman 1992b). In totaal werden in de herfst van dat jaar tijdens de schemering en duisternis 51 reacties in en rond het rotorvlak geregistreerd (2 eenden, 1 kievit, 2 meeuwen en 46 zangvogels). Hiervan vlogen er 24 met meewind op de rotor af en 23 met tegenwind (4 onbekend). Een gelijke verdeling over mee- en tegenwind (20, respectievelijk 22) was ook te zien voor de groep zangvogels afzonderlijk.

Evenals overdag konden 's nachts twee typen reacties worden onderscheiden: (1) zonder enige aarzeling of wijziging in vliegpatroon op de windturbine aanvliegen en (2) aanvliegen met een duidelijk gewijzigd vliegpatroon (versnelde vleugelslag, kantelen lichaam, ingehouden vlucht). 's Nachts bleken slechts in 43% van de gevallen de vogels normaal op de windturbines aan te vliegen (tegen 92% overdag). Vooral met tegenwind kwamen veel vogels fladderend aanvliegen (87%, bij meewind 71% normaal; dit is verschillend met situatie overdag: geen verschil tussen mee- en tegenwind).

In 36% van de gevallen passeerden de op de draaiende rotor aanvliegende vogels 's nachts het rotorvlak niet (niet verschillend van de situatie overdag, en geen verschil tussen mee- en tegenwind). Als het rotorvlak wel werd gepasseerd, vlogen de vogels paniekeriger dan wanneer het rotorvlak niet werd gepasseerd. In twee gevallen passeerden de vogels het rotorvlak zonder

zichtbare reactie in het beeldveld van de camera (beide met meewind). Beide keren botste de vogel tegen een rotorblad. Daarnaast werden nog drie directe botsingen met een rotorblad gezien (alle drie bij tegenwind en voorafgegaan door hevig fladderen). Verder werden nog zes vogels die met meewind kwamen aanvliegen, na passage van het rotorvlak door het zog naar beneden geslagen, waarvan 50% met dodelijke afloop. In totaal vond 's nachts in 28% van de gevallen een botsing (inclusief neerslaan door zog) plaats. In 70% van de botsingen (20% van het aantal vogels in beeldveld) overleefde de vogel de botsing niet.

Uitgaande van alle tijdens de schemering en duisternis op de rotoren aanvliegende vogels, bleek 22% een reactie te vertonen (tegenover 8% overdag). Ook op soort(groep)niveau was dit verschil meestal aanwezig. In totaal kwam 5% van alle loodrecht op de rotoren aanvliegende en het rotorvlak passerende vogels met de windturbine of het zog achter de rotor in botsing.

Het aantal waargenomen passages in het rotorvlak bleek, vergeleken met het verwachte aantal (op grond van het berekende aantal passages door de gehele buitenste rij windturbines en een gelijkmatige verdeling van de vogels over die rij), met 30% te zijn afgenomen. Het aantal vogels per 50 m windpark zonder rotoren bleek 46% hoger te liggen dan per 50 m windpark met rotoren. De waargenomen aantallen boven en onder rotorhoogte namen echter niet toe. Volgens berekening boog gemiddeld 24% van de min of meer loodrecht op de rotor aanvliegende vogels buiten het beeldveld van de camera (> 24 m afstand van het middelpunt van de rotor) iets af om zonder verdere confrontatie met de draaiende rotor tussen de windturbines door te vliegen.

Conclusie Er zijn geen aanwijzingen dat de vogels windparken 's nachts op grote afstand mijden. Een kwart van de vogels die min of meer recht op de rotoren aanvliegen, blijkt de draaiende rotor te ontwijken door tussen de windturbines door te vliegen. De botsingskans van recht op de rotor aanvliegende en het rotorvlak passerende vogels is klein (5%), zodat bij niet al te slecht zicht ook tijdens de betere treknachten geen al te grote aantallen slachtoffers verwacht behoeven te worden.

's Nachts bleek binnen 20 m afstand van het middelpunt van de rotor 43% van de vogels zonder verandering in het vliegpatroon op de draaiende rotor af te vliegen. Overdag was dat 92%. 's Nachts kwam met meewind 29% met versnelde vleugelslag aanvliegen, bij tegenwind 87% (overdag geen verschil tussen mee- en tegenwind). Overdag keerde 15% terug, steeds zonder zichtbare paniek ('s nachts 36%, maar verschil niet significant). De overige vogels passeerden, veelal sterk fladderend en met kantelend lichaam, het rotorvlak.

7. Aanwijzingen voor een verantwoorde plaatsing

Uit het onderzoek in het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992c) is gebleken dat een aanzienlijk deel van de vogels die overdag een windpark naderen, het park niet binnenvliegt of, wanneer dit wel het geval is, dit weer snel verlaat. Bij de volgende rij windturbines lijkt hetzelfde op te treden (groot deel rij niet passeren of erna het windpark alsnog verlaten). Vanuit dit oogpunt is een lijnopstelling in de richting van de belangrijkste trekrichting de meest

verantwoorde configuratie. Het obstakel dat moet worden gepasseerd, is dan immers slechts één windturbine breed. Bij een lijnopstelling dwars op de hoofdtrekrichting en bij een cluster-opstelling is dat aantal aanzienlijk meer. Wanneer de vogels echter het windparkgebied in vele richtingen doorkruisen, is daarentegen juist een cluster-opstelling te prefereren boven een lijnopstelling.

Uit het verstoringsonderzoek in het windpark nabij Urk (Winkelman 1989), in het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992c) en in windparken in het buitenland (voor overzicht zie Winkelman 1992c) is gebleken dat pleisterende vogels de buitenste rij windturbines van een windpark tot een afstand van 500 m kunnen mijden (afstand en mate waarin verstoring optreedt soortafhankelijk). In het windpark nabij Oosterbierum (drie rijen van zes windturbines, afstand vijf en tien keer de rotordiameter) was dit een gebied van 315 ha. Wanneer de 18 windturbines in een lijnopstelling zouden zijn geplaatst, dan zou het verstoorte gebied een oppervlakte van 370 ha hebben beslaan. Zouden de windturbines alle op een afstand van tien keer de rotordiameter zijn geplaatst, dan zou de oppervlakte van het verstoorte gebied in beide gevallen uiteraard groter zijn geweest. Vanuit verstoringsoogpunt is een cluster-opstelling dus te prefereren boven een lijnopstelling.

Ook vanuit het slachtofferaspect is een cluster-opstelling mogelijk te prefereren boven een lijnopstelling (Winkelman 1992c). Bij de lijnopstelling nabij Urk was het aantal aanvaringslachtoffers namelijk gelijk verdeeld over het windpark (Winkelman 1989), terwijl in de cluster-opstelling nabij Oosterbierum het erop leek dat de middelste windturbines wat minder slachtoffers hadden geveerd (Winkelman 1992c). In het windpark nabij de Kreekraksluizen werden bij de noordelijke van de vijf in lijn opgestelde windturbines bij de meest noordelijke windturbine meer vogelslachtoffers gevonden dan bij elk van de overige windturbines (Musters *et al.* 1991).

De onderlinge afstand tussen windturbines speelt niet alleen een rol bij de oppervlakte van het verstoorte gebied, maar heeft ook invloed op het gedrag van passerende vogels. Uit het onderzoek in het windpark nabij Oosterbierum (Winkelman 1992c, 1992d) is gebleken dat bij vogels die op meer dan 100 m afstand van het windpark passeren, de mate van verstoring bij een hoge windturbinedichtheid (afstand tussen de windturbines vijf keer de rotordiameter) groter is dan bij een lage dichtheid (tien keer de rotordiameter). Hetzelfde geldt ten aanzien van het aantal reacties bij vogels die binnen 100 m afstand van de windturbines passeren. Vogels hebben bij een grote onderlinge afstand tussen de windturbines dus minder aanvliegproblemen dan bij een kleine afstand tussen de windturbines. Vanuit energetisch oogpunt is dit voordelig, omdat de vogels minder energie besteden aan handelingen die niet direct met de trek zelf te maken hebben.

Overigens betekent dit niet dat bij een lage windturbinedichtheid meer gevaarlijke passages (meer aanvaringskansen) optreden. Bij een lage dichtheid wordt het rotorvlak en de directe omgeving namelijk meer gemeden dan bij een hoge dichtheid het geval is (Winkelman 1992c).

Conclusie Het effect van de configuratie van een beoogd windpark op de avifauna ter plekke hangt sterk af van de functies van het gebied voor vogels (broedgebied, pleisterplaats, doortrekgebied) en van de soortensamenstelling

van de vogelwereld. Indien er weinig vogels in het gebied pleisteren, maar er in het voor- of najaar wel veel vogels doortrekken, dan heeft een lijnopstelling evenwijdig aan de hoofdtrekrichting de voorkeur. Indien er sprake is van verschillende belangrijke trekrichtingen (bijvoorbeeld een gebied met veel echte trek en veel slaap- of getijdetrek), dan heeft een open cluster de voorkeur. Indien een gebied vooral voor pleisterende vogels van belang is en er weinig trekbewegingen voorkomen, dan zou de voorkeur moeten uitgaan naar een dichte cluster. Indien een gebied voor beide van belang is, dan zou een open cluster de voorkeur moeten hebben, tenzij men aan het verstoringaspect meer waarde hecht dan aan het slachtofferaspect of de verstoring van langs trek-kende vogels. Dit laat zich schematisch als volgt samenvatten (- = ongunstig, 0 = minder ongunstig, Winkelman 1992c):

Aard hinder	Lijn loodrecht op trek	Dichte cluster	Lijn evenwijdig aan trek	Open cluster
Verstoring pleisterende vogels	-	0	-	-
Verstoring trek, energetisch	-	-	0	0
Slachtoffers nacht	-	-	0	0
Wijziging vlieggedrag	-	-	0	0

Bijlage 2. Weersgesteldheid tijdens de tellingen. Aangegeven zijn de waargenomen minimum- en maximumwaarden.

Datum	Bewolking	Zicht (km)	Temperatuur (°C)	Windrichting	Windkracht (Beaufort)	Zon (%)	Neerslag
16.12.92	6-8	>5	8	ZW	5	0-25	-
24.12.92	8	0,3-0,8	4	ZW	3	0	-
06.01.93	8	0,2-0,3	-5	ZO	3	0	-
13.01.93	8	>5	3	ZW	8	0	-
20.01.93	8	2	4	ZW	7	0	regen/motregen
24.01.93	4-8	>5	4	ZW	9	50-75	-
27.01.93	6-8	>5	3-4	NW	4	20-30	-
03.02.93	8	0,4-0,5	5	ZW	4	0	-
10.02.93	8	0,3	2-3	ZO	4-5	0	-
17.02.93	8	>5	5	NW	5-6	0	-
24.02.93	2-8	3-7	4-6	ZZW	2-3	60-80	-
03.03.93	1-8	>5	1-2	NO	6	100	-

Bijlage 3. Watervogeltellingen (per zone) haven Lemmer - Friese Hoek (paal 1.6-4.0) in 1992/1993 (met windrichting en windkracht).

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Fuut													
1	12	17	-	1	7	-	6	12	1	1	7	7	71
2	13	9	-	-	19	3	111	12	3	5	17	36	228
3	14	10	-	-	4	4	80	23	1	-	12	71	219
4	9	-	-	-	-	-	50	-	-	-	14	45	118
5	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Aalscholver													
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	3
2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	4	-	2	8
3	1	-	-	-	1	-	-	2	-	9	1	2	16
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5	9	-	-	-	-	18	20	14	17	-	25	108
Blaauwe reiger													
1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1

Vervolg bijlage 3.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Meerkoet													
1	196	112	111	148	122	-	31	33	96	89	33	92	1063
2	28	12	-	-	18	-	-	-	8	-	-	-	66
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	7	32
6	-	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75
7	-	-	290	50	84	105	90	35	-	-	-	-	654
Scholekster													
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	2	-	-	-	1	12	-	-	15
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	35
Kievit													
1	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	1	89

Vervolg bijlage 3.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Grote mantelmeeuw													
1	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	4
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	2	1	3	-	2	1	-	-	-	-	-	1	10
4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Zilvermeeuw													
1	-	-	1	-	1	1	-	-	-	1	-	-	4
2	-	-	-	-	1	-	-	1	2	-	-	-	4
3	4	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	7
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	11
Stormmeeuw													
1	13	15	-	2	5	1	1	1	1	1	1	1	42
2	52	-	1	-	13	-	4	17	40	10	1	-	138
3	14	-	-	-	4	-	3	-	-	-	-	-	21
4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4
5	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	18
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	2	1	-	-	11	-	-	7	-	-	14	1	36

Vervolg bijlage 3.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Kokmeeuw													
1	21	10	-	-	3	-	-	-	5	1	-	1	41
2	45	1	-	-	2	-	1	10	9	-	-	-	68
3	8	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	13
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-	11
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	9	1	-	-	32	-	-	-	-	-	18	-	60
Drieteenmeeuw													
1	-	-	-	-	-	-	2*	-	-	-	-	-	2*
Totaal	3624	5045	3822	310	620	135	894	1166	854	321	830	915	18536

* = aangeschoten, gewonde of zieke vogels.

Bijlage 4. Watervogeltellingen (per zone) Friese Hoek - Rotterdamse Hoek (paal 4.0-11.5) in 1992/1993 (met windrichting en windkracht).

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/5	Totaal
Fuut													
1	18	30	1	38	23	19	15	48	70	20	44	115	441
2	38	23	1	44	22	31	21	30	109	12	265	169	765
3	66	11	-	16	2	-	14	3	67	6	256	356	797
4	18	1	-	-	9	-	-	-	8	-	167	168	371
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aalscholver													
1	3	14	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	20
2	7	65	-	-	9	-	-	1	3	1	2	20	108
3	29	47	-	-	17	-	-	11	1	2	35	123	265
4	111	-	-	44	31	-	-	-	-	-	1	193	380
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
Blauwe reiger													
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	1	1	-	-	-	-	2	3	1	2	-	11
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2

Vervolg bijlage 4.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Wilde eend													
1	567	1069	313	343	24	-	274	281	421	74	583	676	4625
2	292	318	364	114	33	-	177	72	139	9	68	53	1639
3	35	158	85	57	8	-	38	17	31	40	47	-	516
4	15	68	-	3	-	-	-	30	-	-	7	-	123
5	440	449	76	91	50	459	46	145	347	52	290	324	2769
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Wintertaling													
1	-	-	15	-	-	-	-	1	-	-	-	-	16
2	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	9	-	-	-	-	-	-	1	-	-	10
Krakeend													
1	32	39	-	-	-	-	-	10	8	-	8	18	115
2	5	8	-	-	-	-	-	-	3	-	1	4	21
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2

Vervolg bijlage 4.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Kolgans													
1	2	-	4*	-	35	-	-	-	-	-	-	-	41 ^{4*}
2	7	-	1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8 ^{1*}
3	1*	-	-	-	20 ^{5*}	-	-	-	-	-	-	-	21 ^{6*}
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	50
5	2*	-	2*	4*	-	1*	-	-	-	-	-	-	9*
6	-	-	-	1*	-	1*	-	-	-	-	-	-	2*
7	-	-	12*	32*	48 ^{3*}	9*	5*	1*	-	-	-	-	107 ^{62*}
Rietgans													
1	-	-	4*	-	6	-	-	-	-	-	-	-	10 ^{4*}
2	-	-	-	1*	-	-	-	-	-	-	-	-	1*
3	-	-	-	2*	-	-	-	-	-	-	-	-	2*
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	2*	2*	-	-	-	-	-	-	-	-	4*
7	-	-	-	3*	4*	3*	2*	-	-	2*	1*	-	15*
Brandgans													
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	1*	-	-	-	-	-	-	1

Vervolg bijlage 4.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Rotgans	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Meerkoet	496	224	471	22	102	-	176	271	316	77	496	272	2923
1	33	56	30	-	-	-	-	-	9	-	-	-	128
2	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	7	11	27	-	20	-	-	44	70	-	13	62	254
6	-	-	10	-	2	-	-	-	-	-	-	-	12
7	-	-	430	-	93	135	-	-	-	-	-	-	658
Scholekster	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Kievit	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	30
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	3	-	-	-	-	52	6	-	-	36	9	106

Vervolg bijlage 4.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Goudplevier		10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wulp										1	-	-	1
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Watersnip											2	-	2
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
Grote mantelmeeuw													
1	-	1	2	1	1	2	4	-	-	3	-	-	14
2	1	1	2	1	1	-	1	-	-	-	1	-	8
3	-	3	-	1	3	1	2	2	2	1	2	-	17
4	1	1	-	-	1	-	3	-	-	1	1	-	8
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1

Vervolg bijlage 4.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Zilvermeeuw													
1	1	-	1	-	1	2	3	-	2	11	1	-	22
2	3	-	-	-	-	-	1	4	9	-	-	4	21
3	-	-	14	-	-	-	2	1	2	-	2	2	23
4	4	-	14	3	-	-	-	-	1	1	-	-	23
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
7	-	-	-	6	-	-	2	-	2	3	3	1	17
Stormmeeuw													
1	22	2	7	9	9	6	9	9	11	15	6	7	112
2	17	1	1	17	1	4	7	4	7	1	17	12	89
3	3	2	-	51	1	-	6	7	-	1	14	8	93
4	-	-	-	31	-	-	1	-	-	-	18	14	64
5	-	-	-	-	5	-	1	-	-	-	-	-	6
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	26	12	8	2	5	1	19	50	82	205
Kokmeeuw													
1	28	24	2	5	7	4	11	1	5	3	1	2	93
2	23	7	-	15	1	-	2	-	-	-	2	7	57
3	11	-	-	14	-	-	3	-	-	1	1	2	32
4	33	-	-	10	1	-	-	-	-	-	2	13	59
5	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	17
6	-	-	-	-	8	-	-	-	-	2	-	-	10
7	2	-	-	1	58	-	-	-	1	4	13	48	127

Vervolg bijlage 4.

Soort	16.12 ZW/5	24.12 ZW/3	06.01 ZO/3	13.01 ZW/8	20.01 ZW/7	24.01 ZW/9	27.01 NW/4	03.02 ZW/4	10.02 ZO/4-5	17.02 NW/5-6	24.02 ZZW/2-3	03.03 NO/6	Totaal
Drieteenmeeuw													
1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
6	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	1
7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Dwergmeeuw													
1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Totaal	4472	18146	7755	7413	733	714	1443	2106	4121	646	3879	26144	77572

Bijlage 5. Hoogteverdeling (%) bij ochtendtrek van ganzen over de Noordermeerdijk in december 1992 en januari 1993 (N = totaal aantal vogels).

Datum	Weer/zicht	Aantal ganzen in Noordoostpolder	Vlieghoogten (m)	Dijktraject (palen)				Opmerkingen
				3.0-5.0	5.0-7.0	7.0-9.0	9.0-11.0	
24.12.92	Zwakke ZW-wind mist	34200	< 25	13,8	4,1	7,4	0,3	Vlieghoogten beïnvloed door jacht binnendijs
			25-50	29,7	9,3	12,8	4,8	
			50-100	30,8	26,4	30,9	17,7	
			> 100	25,7	60,2	48,9	77,2	
			N	6450	8470	5140	2130	
06.01.93	Zwakke ZO-wind mist	69900	< 25	12,2	11,3	10,1	4,4	Vlieghoogten beïnvloed door jacht binnendijs
			25-50	27,4	23,7	14,6	7,9	
			50-100	38,5	25,4	33,4	30,8	
			> 100	21,9	39,6	41,9	56,9	
			N	10780	11200	7800	3200	
13.01.93	ZW-storm (8 B) helder	3650	< 25	3,0	4,1	5,2	0	
			25-50	1,4	2,3	3,1	0	
			50-100	18,7	22,0	19,7	100	
			> 100	76,9	71,6	72,0	0	
			N	1480	2060	710	25	
20.01.93	ZW-storm (7 B) regen	655	< 25	0	12,5	-	-	
			25-50	35,6	5,7	-	-	
			50-100	40,2	0	-	-	
			> 100	24,2	81,8	-	-	
			N	700	325	0	0	
27.01.93	Zwakke NW-wind helder	1345	< 25	0,3	0	0	0	Tussen paal 3.0 en 5.0 vlieghoogte beïnvloed door werkzaamheden op binnenzijde dijktaalud
			25-50	21,4	13,5	0	0	
			50-100	7,8	15,6	82,1	3,4	
			> 100	70,5	70,9	17,9	96,6	
			N	230	580	210	45	

Bijlage 6. Per teldag aanwezige vogels in het binnendijkse gebied tussen Lemmer en de Rotterdamse Hoek tijdens twaalf tellingen tussen half december 1992 en begin maart 1993.

Soort	Datum											
	16.12	24.12	06.01	13.01	20.01	24.01	27.01	03.02	10.02	17.02	24.02	03.03
Blauwe reiger	2	0	6	8	0	2	1	4	0	5	0	2
Grauwe gans	35	30	126	0	0	0	0	0	5	11	0	5
Kolgans	1870	8800	8600	710	45	0	0	6	0	0	0	0
Rietgans	1410	1050	2650	1190	292	18	0	14	32	7	2	0
Kleine rietgans	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sneeuwgans	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brandgans	0	355	21500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Knobbelzwaan	1	0	0	5	0	7	0	0	9	4	1	0
Wilde zwaan	0	0	0	8	9	9	0	0	0	0	0	0
Kleine zwaan	20	18	80	225	12	38	0	0	32	0	0	0
Wilde eend	590	458	895	770	1247	418	181	306	102	330	94	198
Wintertaling	0	14	3	0	0	5	0	8	0	0	0	0
Krakeend	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Smient	0	0	34	61	23	0	1	0	0	1	0	0
Meerkoet	0	18	12	83	39	0	16	15	12	33	0	4
Kuifeend	0	4	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Tafeleend	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Brilduiker	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Grote zaagbek	0	1	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0
Nonnetje	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Kievit	93	124	0	0	0	0	0	0	0	94	280	455
Zilvermeeuw	0	1	0	2	0	6	4	0	2	0	0	3
Stormmeeuw	48	95	290	118	135	55	381	97	113	166	114	295
Kokmeeuw	21	26	113	229	270	12	115	93	200	418	160	370
Drieteenmeeuw	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Totaal	4098	10996	34314	3419	2082	571	699	545	507	1074	651	1332

Bijlage 7. Per teldag aanwezige ganzen en zwanen in de overige binnendijkse gebieden van de noordwestelijke Noordoostpolder tijdens acht tellingen tussen half december 1992 en half februari 1993 (na 10 februari waren nog slechts enkele groepjes knobbelzwanen in de polder aanwezig).

Soort	Datum							
	16.12	24.12	06.01	13.01	20.01	27.01	03.02	10.02
Gebied 2:								
Grauwe gans	20	0	22	0	27	22	0	0
Kolgans	350	4800	10000	0	0	0	0	0
Rietgans	900	350	3410	0	2	0	0	0
Kleine rietgans	0	0	56	0	0	0	0	0
Brandgans	12	150	6850	0	0	0	0	0
Knobbelzwaan	8	27	62	38	21	45	53	41
Wilde zwaan	0	0	34	17	13	0	2	0
Kleine zwaan	44	8	242	234	15	13	5	3
Gebied 3:								
Grauwe gans	4	5	18	0	0	26	0	0
Kolgans	6000	8000	6950	0	0	300	0	0
Rietgans	14000	7250	3440	0	315	285	0	0
Kleine rietgans	0	0	12	0	0	0	0	0
Brandgans	6	0	825	0	0	0	0	0
Knobbelzwaan	34	30	30	18	83	105	82	57
Wilde zwaan	50	61	28	6	83	41	0	4
Kleine zwaan	513	515	438	191	7	9	14	1
Gebied 4:								
Grauwe gans	0	50	0	0	0	16	0	0
Kolgans	525	2250	730	300	0	415	0	0
Rietgans	1750	1100	80	1450	0	280	0	0
Kleine rietgans	2	0	2	0	0	0	0	0
Brandgans	0	2	4605	0	0	0	0	0
Knobbelzwaan	16	0	15	55	20	78	48	69
Wilde zwaan	30	0	0	23	0	17	12	0
Kleine zwaan	767	144	45	87	0	14	23	15

Bijlage 8. Aantallen tafeleenden, kuifeenden, brilduikers en wilde eenden per kilometer dijkttraject buitendijks tussen Lemmer en de Rotterdamse Hoek tijdens twaalf tellingen in de periode half december 1992 - begin maart 1993.

Soort	Dijkttraject (palen)											
	1.6-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-4.9	5.0-5.9	6.0-6.9	7.0-7.9	8.0-8.9	9.0-9.9	10.0-10.9	11.0-11.5	
16.12:												
Tafeleend	0	510	1316	537	184	261	454	0	0	6	0	
Kuifeend	0	246	705	115	68	44	163	4	0	1	0	
Brilduiker	0	3	8	2	1	0	0	0	1	0	0	
Wilde eend	2	19	121	143	190	229	292	156	187	127	21	
24.12:												
Tafeleend	634	1117	987	1327	442	1203	71	0	0	3	0	
Kuifeend	169	520	1124	1542	769	2616	724	0	0	1	1	
Brilduiker	1	10	1	2	1	0	1	0	0	1	0	
Wilde eend	61	9	137	213	179	415	486	258	150	231	111	
06.01:												
Tafeleend	0	0	516	1355	1	122	8	3	665	1579	18	
Kuifeend	0	0	245	508	0	85	0	4	99	737	7	
Brilduiker	0	6	1	3	0	0	0	1	9	7	0	
Wilde eend	60	34	115	79	125	48	123	161	119	188	0	
13.01:												
Tafeleend	0	30	0	150	125	62	0	12	0	0	46	
Kuifeend	11	25	0	105	25	39	1	18	0	0	125	
Brilduiker	1	0	0	0	26	1	0	3	1	5	0	
Wilde eend	0	2	0	0	110	127	91	36	121	158	7	
20.01:												
Tafeleend	13	61	37	0	1	0	0	0	0	0	0	
Kuifeend	0	52	27	0	0	0	0	0	0	0	0	
Brilduiker	0	6	11	20	8	0	0	0	2	6	0	
Wilde eend	0	0	49	32	38	2	26	17	0	0	0	

Vervolg bijlage 8.

Soort	Dijktraject (palen)										
	1.6-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-4.9	5.0-5.9	6.0-6.9	7.0-7.9	8.0-8.9	9.0-9.9	10.0-10.9	11.0-11.5
24.01:											
Tafeleend	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
Kuifeend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bridduiker	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Wilde eend	0	0	0	0	18	48	130	95	61	107	0
27.01:											
Tafeleend	0	8	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Kuifeend	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Bridduiker	5	0	0	1	1	2	1	0	0	2	0
Wilde eend	1	0	12	0	116	89	97	65	48	87	28
03.02:											
Tafeleend	26	29	285	38	3	163	42	28	138	149	16
Kuifeend	5	17	326	29	0	49	25	7	125	119	0
Bridduiker	8	42	5	2	0	2	2	0	0	2	0
Wilde eend	25	7	56	46	122	83	73	53	94	53	25
10.02:											
Tafeleend	0	185	72	134	110	0	7	100	387	259	357
Kuifeend	20	73	28	23	37	16	0	12	438	163	12
Bridduiker	0	13	2	7	6	1	2	0	0	4	0
Wilde eend	54	74	86	86	189	121	136	141	135	110	10
17.02:											
Tafeleend	0	56	21	58	13	162	0	0	0	18	0
Kuifeend	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Bridduiker	0	16	10	4	0	0	0	1	0	1	1
Wilde eend	4	0	16	0	26	57	75	2	0	4	11

Vervolg bijlage 8.

Soort	Dijktraject (palen)											
	1.6-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-4.9	5.0-5.9	6.0-6.9	7.0-7.9	8.0-8.9	9.0-9.9	10.0-10.9	11.0-11.5	
24.02:												
Tafeleend	0	68	33	106	79	24	77	97	377	36	0	
Kuifeend	0	69	108	48	34	33	82	59	34	41	0	
Brieduiker	8	29	2	2	3	3	43	0	0	5	0	
Wilde eend	0	108	156	109	193	166	178	87	120	101	89	
03.03:												
Tafeleend	32	97	38	433	231	294	311	138	264	75	125	
Kuifeend	71	61	14	309	178	224	286	121	1144	582	885	
Brieduiker	36	53	61	53	40	48	41	20	2	5	0	
Wilde eend	30	54	0	97	177	189	166	109	111	124	80	
Gemiddeld:												
Tafeleend	59	180	276	333	99	192	81	32	153	177	47	
Kuifeend	23	89	215	223	93	259	107	19	153	137	86	
Brieduiker	5	15	8	8	7	5	8	2	1	3	<1	
Wilde eend	20	12	62	67	124	131	170	98	96	108	32	

Het bestellen van IBN-rapporten

IBN-rapporten kunnen besteld worden door overschrijving van het verschuldigde bedrag op gironummer 94 85 40 of banknummer 53.91.05.988 van het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO) te Wageningen. Vermeld op de overschrijving: IBN- rapport ... en naam en afleveradres (als die afwijken van de naam en adres op de overschrijving).

Gebruik geen verzamelgiro omdat het adres van de besteller niet op onze bijbeschrijving komt zodat het bestelde niet kan worden toegezonden.

- 001 M.S.S. Lavaleije & N. Dankers 1993. Voorstudie naar de effecten van de garnalenvisserij op de bodemfauna, met advies over te sluiten gebieden en uit te voeren onderzoek. 36 p. f 10,-
- 002 A.F.M. van Hees 1993. 'Tussen de Goren' bosreservaat Chaam; bossamenstelling en structuur in de steekproefcirkels. 93 p. f 25,-
- 003 G.J.D.M. Müskens & S. Broekhuizen 1993. Migratie bij Nederlandse dassen *Meles meles* (L., 1758). 32 p. f 10,-
- 004 P.F.M. Verdonschot, J.A. Schot & M.R. Scheffers 1993. Potentiële ecologische ontwikkelingen in het aquatisch deel van het Dinkelsysteem; onderdeel van het NBP-project Ecologisch onderzoek Dinkelsysteem. 128 p. f 35,-
- 005 M.A. Elbers & P.E.T. Douben 1993. Effecten van stoffen op de Nederlandse natuur: een inventarisatie. 92 p. f 25,-
- 006 J.J.W.M. Brouns, C. van der Kraan, E. Schurink, K.W. Smilde & H.J.P.A. Verkaar 1993. Saneringstechnieken in het landelijke gebied. 76 p. f 20,-
- 007 W. Schuring, A. Boekestein, K. Hulsteijn & F. Thiel 1993. De verdamping van stadsbomen; huidmondjesfrequenties en -afmetingen van enige voor het stedelijk groen interessante boomsoorten. 39 p. f 10,-
- 008 A.L.J. Wijnhoven 1993. Biologisch-ecologische studie 'De Warande' Oosterhout; de effecten van de bouw van 14 grote woonhuizen op de actuele en potentiële natuurwaarden van het zuidelijk deel van het recreatieoord 'De Warande'. 23 p. f 10,-
- 009 P.J.W. Hinssen 1993. Planning, gebruik en beheer van de stedelijke groene ruimte; een verkenning van de ontwikkelingen in de openbare groene ruimte, kwalitatief en kwantitatief, en een aanzet tot een systematiek voor de planning en evaluatie. 65 p. f 20,-
- 010 C.D. Léon 1993. Kwaliteit van en herstelparameters voor chemisch belaste ecosystemen. 185 p. f 45,-
- 011 F.J.J. Niewold 1993. Raamplan voor behoud en herstel van leefgebieden van korhoenders (*Tetrao tetrix*) in Midden-Brabant. 158 p. f 35,-
- 012 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de fauna; 1. de terrestrische fauna. 234 p. f 60,-
- 013 H.C. Greven (red.). Bermbeheer Zuid-Holland; een beslismodel voor de ontwikkeling van natuurlijke vegetaties in wegbermen. 75 p. f 20,-
- 014 F.J.J. Niewold 1993. Effectiviteit bij de muskusrattenbestrijding; muskusratenvangsten tijdens een onderzoek naar onbedoeld gevangen dieren. 46 p. f 15,-
- 015 H.N. Siebel 1993. Bosontwikkeling in de Lauwersmeer. 27 p. f 10,-

- 018 L. Jans 1993. Inventarisatie van de natuurlijke verjonging van de dominante boomsoorten in het bosgebied van het park 'De Hoge Veluwe'. 61 p. f 20,-
- 019 N.H. Edelenbosch & P.W. Goedhart 1993. Een methode voor het bepalen van het aanwezige volume per rondhoutsortiment in een partij hout die op stam verkocht wordt; een studie voor de grove den. 46 p. f 15,-
- 020 N.C.M Maes 1993. Genetische kwaliteit inheemse bomen en struiken; deelproject: randvoorwaarden en knelpunten bij behoud en toepassing van inheems genenmateriaal. 88 p. f 25,-
- 022 T.A. de Boer 1993. Het gebruik van binnen- en buitenstedelijk groen in Utrecht. 101 p. f 35,-
- 023 H. Siepel et al. 1993. De internationale betekenis van Nederland voor de fauna; 2. De aquatische fauna. 112 p. f 35,-
- 027 L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een 8 MW windpark langs de Noordermeerdijk (NOP) voor vogels. 95 p. f 25,-
- 028 L.M.J. van den Bergh & A.L. Spaans 1993. De mogelijke hinder van een 10 MW windpark langs de Zuidermeerdijk (NOP) voor vogels. 82 p. f 25,-